

Redeströme

Zur Elektrifizierung der Schweiz 1880-1914

Monograph

Author(s):

Gugerli, David

Publication date:

1996

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001599321>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Dieses elektronische Dokument darf nur für private Zwecke genutzt werden.

Jede kommerzielle Verwendung ist illegal.

Das Copyright bleibt beim Chronos-Verlag, Zürich.

This document may be used for private purposes only.

Any commercial use is illegal.

Copyrights remain with Chronos-Verlag, Zurich.

«Redeströme» untersucht die Elektrifizierung der Schweiz mit neuen Ansätzen der Technik- und Wissenschaftsgeschichte und zeigt, wie die Elektrotechnik seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert eine zunehmende soziale, wirtschaftliche, politische und praktische Anschlussfähigkeit erhalten hat. Im Mittelpunkt der Studie steht jene in der Tages- und Fachpresse, in Vorträgen, Broschüren, parlamentarischen Debatten, Protokollen und Ausstellungsberichten fassbare zeitgenössische Redeweise über Stromversorgung, welche mit ihren soziotechnischen Assoziationsmustern, Gemeinplätzen und Metaphern die wechselseitige Anpassung von Elektrotechnik und Gesellschaft gestützt, gelenkt und gefördert hat.

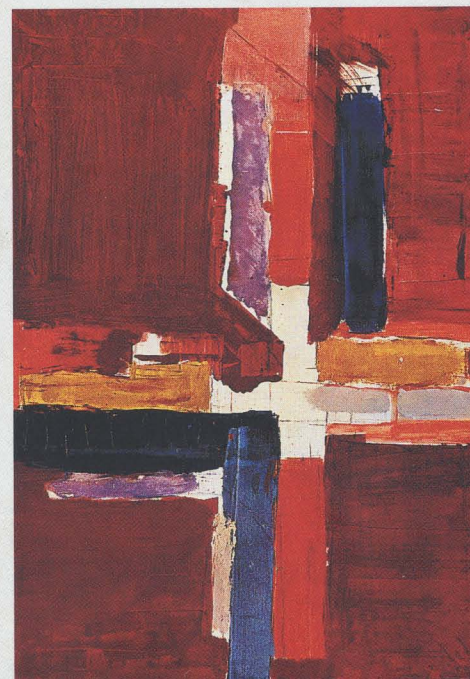
David Gugerli, geb. 1961, war 1989–1993 Forschungsstipendiat des Schweizerischen Nationalfonds und 1993/94 Fellow am Wissenschaftskolleg zu Berlin. Gegenwärtig arbeitet er an einer Kultur- und Technikgeschichte der topographischen Vermessung der Schweiz. Veröffentlichungen: Zwischen Pfrund und Predigt. Die protestantische Pfarrfamilie auf der Zürcher Landschaft im ausgehenden 18. Jahrhundert, Zürich 1988; Macht des Tanzes – Tanz der Mächtigen. Hoffeste und Herrschaftszeremonie 1550–1914 (zusammen mit Rudolf Braun), München 1993; Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994.

David Gugerli

REDESTRÖME

CHRONOS

Zur Elektrifizierung der Schweiz
1880–1914



Dieses elektronische Dokument darf nur für private Zwecke genutzt werden.

Jede kommerzielle Verwendung ist illegal.

Das Copyright bleibt beim Chronos-Verlag, Zürich.

This document may be used for private purposes only.

Any commercial use is illegal.

Copyrights remain with Chronos-Verlag, Zurich.

«[...] kleine Ursachen, die wir übersehen,
und die sich endlich häufen.»
Lichtenberg, Sudelbücher.

DAVID GUGERLI

REDESTRÖME

ZUR ELEKTRIFIZIERUNG
DER SCHWEIZ
1880–1914

CHRONOS

Publiziert mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Die vorliegende Studie ist im Wintersemester 1994/95 von der Philosophischen Fakultät I der Universität Zürich als Habilitationsschrift angenommen worden; der Verein Deutscher Ingenieure hat sie mit dem Rudolf Kellermann Preis für Technikgeschichte 1995 ausgezeichnet.

Umschlag: Fritz Ritzmann. Autor und Verlag danken der Elektrowatt AG für einen Beitrag zur Umschlaggestaltung.

Umschlagabbildung: Plakat von Hans Falk zur Schweizerischen Landesausstellung 1964. Plakatsammlung Museum für Gestaltung Zürich.

© 1996 Chronos Verlag, Zürich
ISBN-905311-91-7

Inhaltsverzeichnis

Anleitungen zum Gebrauch	7
Methodisches	11
Untersuchungszeitraum	14
Forschungsstand	16
Quellen	19
Aufbau	20
1. Elektrische Utopie, Repräsentation und Luxuskonsum	25
Die Engadiner Kunstsonne	25
Elektrische Bogenlampen und schweizerische Festkultur	27
Das Glühlicht oder die Zivilisierung der Bogenlampe	35
Städtischer und touristischer Luxuskonsum	43
2. Übertragung, Verteilung und Anschlüsse	63
Der unvollendete Dreisprung	63
Kriegstetten-Solothurn – ein Paradigma der Übertragbarkeit	64
Thorenberg-Luzern – zentrale Produktion und dezentraler Konsum	76
Ein Anschluss: Zürich	87
3. Konsensbildung und elektrowirtschaftliches Wachstum	93
Der Systemstreit	93
Die Frankfurter elektrotechnische Ausstellung	104
Ausstellungsfolgen und neue physikalische Ökonomie der Übertragung	117
Statistische Selbstdarstellung und Wachstumspotentiale	125
4. Redeströme und praktischer Kontext der Elektrotechnik	133
Das Systemsyndrom	134
Praktische Anschlüsse: Versorgungsnetze im lokalen Kontext	150
«Erfahrung und Übung, wie sie nur die Praxis geben kann»	159
«Das Verständnis beim Publikum erleichtern»	169

5. Institutionen der Elektrizitätswirtschaft	185
Grenzen des Wachstums	185
Verbandspolitik als «Ordnung der Dinge»	195
Die Publizistik oder «le dernier mot de la technique moderne»	205
«Ein besonderes Kolleg über Elektrotechnik»	212
Kapitalbedarf und die «Ängstlichkeit des Kapitals»	225
6. Politisierung der Elektrifizierung	247
«Staatssozialismus» oder «belebende Schaffenskraft der wagenden Spekulation»?	248
Stromversorgung und städtische Infrastrukturpolitik	258
Die «vorsorgliche Pflicht des Staates» und das Recht der Bürger auf Strom	271
Die «Nationalisierung» der Wasserkraft	288
Warnung vor Kurzschlüssen	301
Dank	309
Anhang	311
Quantitative Beschreibung des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums bis 1914	311
Bibliographie	315
Handschriften, Protokolle und Akten	315
Bis 1917 erschienene Publikationen	316
Seit 1918 erschienene Publikationen	325
Abkürzungsverzeichnis	343
Verzeichnis der Tabellen, Grafiken und Abbildungen	344
Index	345

Anleitungen zum Gebrauch

Als der nordamerikanische Technikjournalist Frederick Bathurst im Sommer 1894 seinen Lesern berichten wollte, welche eindruckliche Elektrizitätswerke er auf seiner letzten Europareise gesehen habe, bezeichnete er die Schweiz als «the present electrical centre of Europe». «Few electricians», fügte er hinzu, «have noticed how thoroughly progressive the Swiss are in their electrical work, how high they stand in comparison with Americans or Europeans, and what praise should be accorded to them for the design, execution and stability of their installations.» So begeistert Bathurst von den besuchten Kraftwerken, elektrischen Strassenbahnen und modernen Kraftübertragungseinrichtungen war, so leicht fiel es ihm, die Gründe für das Schweizer Elektrowunder zu nennen. Als ersten erwähnte Bathurst die nationale Eigenart der Schweizer, die in vorteilhafter Weise die künstlerische Kultur der Italiener, die Energie der Franzosen und die Beständigkeit der Deutschen verbinde, was ein Beweis dafür sei, dass harte natürliche Bedingungen immer einen Menschenschlag hervorbrächten, der über die Armut seiner Umwelt hinauszuwachsen in der Lage sei! «The absence of coal», so Bathursts nächste Beobachtung, «renders necessary the utilization of the substituted resources, and develops the numerous water powers.» Den dritten Grund für den überraschend hohen elektrotechnischen Entwicklungsstand in der Schweiz sah der Technikjournalist im gut entwickelten Kapitalmarkt – «capital more willing to find investment in the neutral field». Und viertens schliesslich gedachte Bathurst der Techniker und Ingenieure, die er auf seiner Reise getroffen hatte, und hob ihr «engineering skill and judgement» und die «effective, substantial and workmanlike manner» hervor, mit der sie ihre Kraftwerke bauten und betrieben.² Hätte Bathurst Zeit und Gelegenheit gehabt, auch mit Walter Boveri zu sprechen, dann wäre vielleicht noch ein fünfter Faktor hinzugekommen: der grosse Anfang, die Innovation, das Wagnis des mutigen Unternehmers. Denn – so hätte ihm Boveri erzählt – obwohl sich schon Ende der 1880er Jahre «eine gewaltige Strömung» geltend gemacht habe, «die ungeheuren, unbenützten Wasserkräfte der Schweiz in

1 «The Swiss people combine to their advantage, as their national characteristic, the artistic culture of the Italian, the energy of the Frenchman and the perseverance of the German, and to stand as a further proof that the harder natural conditions always combine to bring forth a type of man suited to rise superior to the physical deficiencies.» *The Electrical World*, 2. Juni 1894, 731–732.

2 *The Electrical World*, 2. Juni 1894, 732 und 9. Juni 1894, 767.

allen Zweigen der Industrie nutzbar zu machen», sei es damals kaum möglich gewesen, das notwendige Kapital für eine Firmengründung oder für ein Kraftwerk zu finden. «[...] zu alle dem fehlt eben noch die Hauptsache, der Anfang», hatte Boveri damals an Johannes Scharrer in Nürnberg geschrieben, was er kurz darauf auch seinem Vater gegenüber betonte: «Wenn nur einmal der Anfang gemacht ist», schrieb Boveri im März 1888, «dann kommen die andern schon.»³ 1891 hatten er und Charles Brown diesen ersten Schritt unternommen; die Gründe, weshalb «die andern» ihnen gefolgt sind, werden uns noch ausgiebig beschäftigen.

Die nationale Eigenart der Schweizer, ihr kohlearmes, aber wasserreiches Land, ein effizienter Kapitalmarkt, gut ausgebildete Arbeiter und Techniker sowie wagemutige Unternehmer, die bereit waren, «die Hauptsache, den Anfang» zu machen – dies waren die fünf Elemente, mit denen sich vor 100 Jahren die Elektrifizierung der Schweiz auf wenigen Seiten erklären liess.⁴ Zahlreiche Festschriften schweizerischer Elektrizitätsgesellschaften sowie eine Fülle von technik- und wirtschaftsgeschichtlichen Darstellungen haben sich seither damit begnügt, «pentatonische» Variationen dieses Themas hervorzubringen. Noch heute findet sich in der Literatur ein Erklärungsmuster, das sich kaum von Bathursts Artikeln in der *Electrical World* unterscheidet.⁵ Dies muss überraschen, da auch ein nur kurzer Blick in die Finanzierungsgeschichte einiger weniger Kraftwerke und Unternehmen des Elektromaschinenbaus der 1880er und 1890er Jahre genügt, um sich von der keineswegs grossen Risikobereitschaft des schweizerischen Kapitalmarktes zu überzeugen. Selbst das später so erfolgreiche Gespann Walter Boveri und Charles Brown sah sich 1890, nach zweijähriger Erfolglosigkeit, gezwungen, das Kapital für die Gründung einer Firma nicht auf dem Kapital-, sondern auf dem Heiratsmarkt zu suchen.⁶

Es mag auch einigermassen überraschen, dass Brown und Boveri ohne spezifisch qualifizierte Arbeitskräfte zu arbeiten begannen; billiger Baugrund und die infrastrukturelle Kooperation Badens waren den jungen Unternehmern wichtiger. Zudem würde ein ländliches Rekrutierungsfeld der Arbeiter, so ihr

3 Ms. Boveri, 26. Februar 1888, 72–73. Ms. Boveri, 12. März 1888, 86–87.

4 Der Begriff der «Elektrifizierung» ist in der Schweiz erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts aus dem englischen Sprachraum übernommen worden: «So abscheulich dieses Wort sprachlich scheinen mag, es ist doch weniger schleppend als «Einführung des elektrischen Betriebs auf [...]» Huber 1905, 5.

5 Vgl. etwa Paquier 1990; Paquier 1994; Lang 1991, Lang 1992; Lang 1994.

6 Am 17. Januar 1891 schrieb Boveri an den Bankier Ernst Schmid in Augsburg: «Es interessiert Sie vielleicht, von mir zu erfahren, dass mein langgehegtes Projekt einer Association zwischen meinem Freunde Brown und mir behufs Gründung eines eigenen Geschäftes endlich doch zur Wirklichkeit geworden ist, und steht dieses Geschäft heute auf einer erfreulich festen Grundlage dadurch, dass den Grundstock unseres Kapitals meine eigene Einlage von 500000 frs. bilden wird, welche mir durch die Unterstützung meines künftigen Schwiegervaters möglich wird.» Ms. Boveri, 17. Januar 1891, 186. Vgl. auch 75 Jahre Brown Boveri 1966, 18–19.

Kommanditär Fritz Funk, die Firma von klassenkämpferischen Umtrieben entlasten.⁷ Anpassungsschwierigkeiten an die ungewohnte Fabrikarbeit nahm man dafür in Kauf⁸

Darüber hinaus kann auch das Know-how der Ingenieure und Techniker nur bedingt die Elektrifizierung der Schweiz erklären. Noch im Mai 1890 schrieb Charles Brown darüber seinem Onkel: «[...] wie Du wohl weisst, hält es sehr schwer tüchtige Leute zu finden. Wir hatten hier auch die liebe Noth und brauchten Jahre, [um] geeignete Techniker zu finden.⁹ Im internationalen Vergleich lag das verfügbare elektrotechnische Ingenieurwissen der Schweiz deutlich hinter Deutschland, den USA, aber auch hinter England und Frankreich zurück.¹⁰ Immer wieder vermehren Hinweise in den Quellen, dass – zumindest in den 1880er Jahren – Schweizer Ingenieure in beträchtlichem Umfang schlecht gesicherte ausländische Patente und Ideen ausgewertet haben.¹¹ Selbst die berühmte Schweizerische Metallurgische Gesellschaft und spätere Aluminium-Industrie AG Neuhausen entwickelte sich vor allem dank einem 1886 angemeldeten französischen Patent von Héroult und der ab 1888 einsetzenden massiven finanziellen Beteiligung der deutschen AEG am Aktienkapital.¹²

Der am häufigsten genannte Faktor für die Elektrifizierung der Schweiz, das scheinbar unerschöpfliche Angebot an Wasserkräften, das zu nutzen sich geradezu aufgedrängt habe, steht auf nicht minder wackligen Beinen, wenn man bedenkt, dass elektrisch übertragene Wasserkraft noch in den 1890er Jahren – sogar unter den Bedingungen extrem hoher Kohlepreise in der Schweiz – teurer zu stehen kam, als an Ort und Stelle produzierte Dampfkraft.¹³

Und dennoch hatte Bathurst nicht ganz unrecht, wenn er von der Schweiz als dem «elektrischen Zentrum Europas» sprach. Zumindest in bezug auf die

7 «[...] dass die Arbeiter der neuen Firma in ländlichen, der sozialistischen Agitation weniger ausgesetzten Verhältnissen leben könnten. Dafür würde allerdings die Schaffung eines stabilen Stammes guter Arbeiter länger dauern.» Zit. nach Ziegler 1937, 18.

8 Noch am 21. Februar 1891 äusserte Walter Boveri die Meinung, Baden sei zu weit abgelegen; er glaube nicht, dass man dort eine Fabrik bauen solle, vor allem weil die nötigen Maschinenbauaufträge in Baden nicht so leicht erhältlich sein würden. Erst das Angebot der Stadt Baden für den Ankauf eines Fabrikgeländes zu günstigem Bedingungen sowie die Aussicht auf einen extrem günstigen Energiepreis «von ungefähr 7 cts pr. Pferdekraftstunde», etwa 10% des marktüblichen Preises, stimmten ihn für Baden günstig (Brief vom 24. Februar 1891 an C. Pfister-Küpfer). Arbeiter (und deren Qualifikation) spielten in seinen Überlegungen zu diesem Zeitpunkt keine Rolle. Ms. Boveri, 21. und 24. Februar 1891, 239 und 249.

9 Ms. Brown, 12. Mai 1890, 261.

10 Vgl. Hughes 1983; Byatt 1979; Hannah 1979; König und Weber 1990; Caron und Cardot 1991.

11 Charles Brown sah sich 1891 gezwungen, seine Weiterverwertung des ölisierten Transformators öffentlich zu rechtfertigen. Ms. Brown, 25. April 1891, 382 ff. Siehe dazu auch Kap. 4, «Erfahrung und Übung, wie sie nur die Praxis geben kann».

12 Geschichte der Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft I 1942, 66 und 75–77.

13 Jenny 1893.

Generierung elektrischer Energie pro Einwohner lag die Schweiz schon um die Jahrhundertwende weit vor jedem andern europäischen Land. So wurden in Deutschland um 1900 pro Kopf 18 kWh elektrischer Strom produziert, in Frankreich waren es 8 kWh, in England 4 kWh und in Italien 3,5 kWh, in der Schweiz hingegen fast das Dreifache Deutschlands, nämlich 53 kWh pro Einwohner.¹⁴

Eine historische Untersuchung der Elektrifizierung der Schweiz sieht sich mit den wenig befriedigenden traditionellen Erklärungsmustern für das «schweizerische Elektrowunder» konfrontiert. In dieser Situation sind verschiedene Reaktionsweisen denkbar. Erstens liesse sich das alte Modell differenzieren, plausibler gestalten und verfeinern, oder man könnte versuchen, es zu widerlegen. Die erste Strategie liefe wohl Gefahr, die revidierten traditionellen historischen Erklärungsformen mit einer Neubegründung zu verwechseln und sich damit in einen Zirkelschluss zu begeben. Die zweite Möglichkeit eröffnet kaum attraktivere Perspektiven, ausser man setzte sich dem Risiko einer kontrafaktischen Modellierung aus. Nur: Welcher Historiker wollte bezweifeln, dass bei der Elektrifizierung der Schweiz Kapital, Know-how, natürliche Ressourcen, Unternehmer und gesellschaftliche Bedingungen eine Rolle gespielt haben? Für eine kontrafaktische Modellierung ist letztlich auch das «Modell» zu wenig kohärent – seine Allgegenwart in den Quellen und in der Literatur bedeutet ja nicht, dass es besonders präzise formuliert wäre. Im Gegenteil: Das in seiner Wirkungsweise schwach determinierte Faktorbündel erhöht die Überlebenschancen des Erklärungsmusters eben gerade dadurch, dass es wenig kontrovers ist und daher mit einem hohen Grad an Konsens rechnen kann, um so mehr, als dieser eine lange historische Tradition hat.

Ich habe mich in der vorliegenden Studie für keine der beiden Möglichkeiten entschieden, sondern einen Ansatz gewählt, der gewissermassen quer zu den beiden Vorgehensweisen liegt. Da die bisherigen Erklärungen für das Phänomen einer schnellen und frühen Elektrifizierung der Schweiz einer kritischen Überprüfung nur bedingt standhalten und sie trotzdem seit 100 Jahren ihren Anspruch auf Erklärung behaupten konnten, sind sie wohl eher als integrales Moment im Verlauf der Elektrifizierung der Schweiz zu verstehen. Wenn es gelänge, die historische Entwicklung einer bestimmten Redeweise über Elektrifizierung nachzuzeichnen, ihre perzeptionsvereinheitlichende Rolle im Elektrifizierungsprozess zu verstehen und schliesslich auch ihre Handlungsrelevanz aufzuzeigen, dann könnten sich neue Perspektiven auf das Verhältnis von Gesellschaft und Technik ergeben. Vor allem liessen sich dann so komplexe Vorgänge wie die wechselseitige Kompatibilisierung von Technik und Gesellschaft in ein neues Licht

¹⁴ Etemad und Luciani 1991; Myllintaus 1991; Hannah 1979. Zur Schweiz siehe Tab. 9 im Anhang.

rücken, die künstliche Dichotomie zwischen «dem Technischen» und «dem Sozialen» auflösen und die Scheinalternative zwischen Technikdeterminismus und Sozialkonstruktivismus beseitigen.¹⁵

Methodisches

Ein solcher Perspektivenwechsel findet in der Sekundärliteratur nur spärliche Orientierungshilfe methodisch-theoretischer Art. Die mit wenigen Ausnahmen noch immer einer positivistischen Erfindungs- oder Innovationsgeschichte verpflichtete Technikgeschichte hat diesbezüglich kaum generalisierbare Resultate anzubieten. Die ingenieurwissenschaftliche Dominanz, gerade für die Geschichte der Elektrotechnik typisch, blendete gesellschaftliche Kontexte technischer Entwicklungen stets erfolgreich aus.¹⁶

Nicht viel besser berät andererseits aber auch die wirtschaftsgeschichtliche Literatur, trotz Nathan Rosenbergs vorsichtigem Blick in die Black box des technischen Wandels.¹⁷ Die Wirtschaftsgeschichte hat Elektrifizierung in der Regel als Fortschritt einer nicht aufzuhaltenden Technik beschrieben. Ihre Redeweise von der «Zweiten industriellen Revolution» verstellt nachgerade den Blick auf die soziotechnische Komplexität der Elektrifizierung als Technisierungsschub.¹⁸ Darüber hinaus war die Diskussion über lange konjunkturelle Zyklen oder «long waves» der neoschumpeterianischen Innovationsforschung wenig geeignet, die Aufmerksamkeit der Wirtschaftsgeschichte auf das Problem der Diffusion von Technik zu lenken; zu sehr war diese Literatur mit dem Problem der Basisinnovation beschäftigt. Die Diffusion von Technik wurde in diesen Forschungstraditionen als eine aus der Innovation und ihrem Momentum selbst abgeleitete Entwicklung betrachtet. Ihre Dynamik musste daher, anders als die Innovation, einer kritischen Reflexion entzogen bleiben.¹⁹

In meinem Versuch, für die vorliegende Studie auf eine mechanistische Modellierung von Technikdiffusion zu verzichten und gleichzeitig das Ver-

15 Mit dieser Problematik beschäftigt sich eine ganze Reihe von neueren techniksoziologischen Untersuchungen. Vgl. etwa MacKenzie und Wajcman 1985; Bijker 1987; Bijker und Law 1992; Latour 1995.

16 Zuletzt etwa Beiträge der Schweiz zur Technik 1991; Schnitter 1992; Lang 1994.

17 Rosenberg 1982.

18 Schon für Hiltbold etwa war das «Zeitalter der Elektrizität [...] gleichsam eine neue industrielle Revolution», Hiltbold 1934, 211. Vgl. ferner Hennessey 1971; Landes 1983; Shiel 1984; Gruner 1987, 91; Kocka 1990, 17; Hughes 1983, 175. Als frühe Belege siehe bereits Garvey 1852 (!) und Nochimson 1909, welcher der «elektrotechnischen Umwälzung der Gegenwart» eine ganze Abhandlung gewidmet hat.

19 Schumpeter 1939; Mensch 1975; van Duijn 1983; Freeman 1984; Dosi 1988; siehe ferner auch Grabas 1992. Aus systemtheoretischer Sicht hat sich Jochen Röpke mit dem Verhältnis von Individuum, Organisation und Markt im Innovationsprozess beschäftigt. Röpke 1977.

hältnis von Technik und Gesellschaft zu symmetrisieren, habe ich mich von einigen Studien der neueren Wissenschaftsgeschichte leiten lassen. Allen voran sind hier die Arbeiten von Bruno Latour zu nennen, der in «Science in Action» eine atemberaubende Möglichkeit aufgezeigt hat, «Wissenschaftlern und Ingenieuren durch die Gesellschaft zu folgen».²⁰ Latour verzichtet darauf, technischen Artefakten oder wissenschaftlichen Konstrukten ein inhärentes, sie diffundierendes Momentum zu verleihen und zeigt, wie Ingenieure und Wissenschaftler nur dann gesellschaftlich relevante Erfolge haben können, wenn es ihnen gelingt, bestehende Interessen zu verschieben, zu übersetzen und mit ihren eigenen Interessen zu verknüpfen. Dieser Prozess, den Latour als Allianzenbildung beschreibt, schliesst Übersetzungen und Verschiebungen der Position des Konstrukteurs von Allianzen und damit letztlich auch seiner Artefakte und Konstrukte mit ein.

Latours als «Die Pasteurisierung Frankreichs» überschriebene Analyse der Diffusion einer neuen wissenschaftlichen Praxis bildete für meine Arbeit einen weiteren wichtigen Orientierungsrahmen; in ihr zeigt Latour auf, wie sich die französische Gesellschaft den Bedingungen der Impfstoffe, ja den Bedingungen des Labors von Pasteur angepasst hat, und wie Bauern, Mediziner, Militärs, Behörden und Hygienisten zu «Alliierten» der die Mikrobe bekämpfenden Impfstoffe gemacht werden konnten.²¹ Er thematisiert dabei jedoch nicht bloss die Anpassungsleistungen der französischen Gesellschaft, sondern auch die Wandlungen der wissenschaftlichen Praxis unter den Bedingungen der Diffusion ihrer Produkte. Seine detaillierte Untersuchung wissenschaftlicher Publizistik gab Anlass, die elektrotechnischen Publikationen der Schweiz in neuem Licht zu lesen und im Hinblick auf ihren Einfluss auf den Verlauf der Elektrifizierung des Landes zu studieren: Wenn man in jedem Artikel eine kleine Einrichtung oder Maschine sieht, welche die Aufmerksamkeit ihrer Leser in eine bestimmte Richtung lenkt, Meinungen übersetzt und Auffassungen verschiebt, dann muss eine umfassende Analyse elektrotechnischer und elektrowirtschaftlicher Publikationen Rückschlüsse auf die Bildung kollektiver Aufmerksamkeitsregeln zulassen.²² In letzter Instanz mag dies auch zu einem besseren Verständnis des «Bathurst-Modells» und seiner Derivate führen. Dabei werde ich oft genug zwischen den Zeilen zu lesen haben, um in der zeitgenössischen Publizistik jene Konnotationen, Aporien, Leerstellen und Widersprüchlichkeiten aufzuspüren, mit denen Texte unfreiwilligerweise Regeln der Logik zugunsten von rhetorischen Notwendigkeiten verletzen. Texte sollen gerade an jenen Stellen untersucht werden, an denen das, was sie offensichtlich sagen wollen, in Widerspruch gerät zu dem, was sie gleichzeitig zu sagen gezwungen sind.²³

20 Latour 1987.

21 Latour 1988. Siehe auch bereits Latour 1983 sowie Latour und Woolgar 1987.

22 Latour 1988, 19.

23 Norris 1987, 19.

Eine Untersuchung der Elektrifizierung der Schweiz bietet dabei, im Unterschied zu Latours «Pasteurization of France», den Vorteil, auf Personifizierungen weitgehend verzichten zu können. Die Elektrifizierung der Schweiz kennt kaum eine symbolisch überhöhte Gestalt, die sich mit einem Edison, einem Rathenau oder einem Siemens vergleichen liesse.²⁴ Auf eine Figur «Pasteur» – ein trotz Anführungszeichen letztlich doch personifiziertes Gravitations- und Steuerzentrum des Diffusionsprozesses – kann die Rekonstruktion der Elektrifizierung der Schweiz verzichten. Daraus muss keine anonymisierte Strukturgeschichte folgen, aber ich werde nicht wie Latour permanent zwischen der Person Pasteur und «Pasteur» als Figur vermitteln müssen.²⁵

Eben dieses Fehlen eines personifizierbaren Gravitations- und Steuerzentrums erleichtert es auch, auf einen manipulatorischen Diskursbegriff der zunehmend zentralisierten Machtproduktion verzichten zu können.²⁶ Diskurse möchte ich vielmehr als kollektive Problematisierungen *und* Wegweiser bei der Suche nach Lösungen verstanden wissen. «Diskurse sind Problematisierungen – ihre ›theoretische‹ Struktur, die Art, wie Wissens-elemente zusammengefügt werden, gibt wieder, was einer Gesellschaft aus der Vielzahl von erlebten historischen Brüchen und Veränderungen jeweils als Problem erscheint und was sie als Problem definiert, aber auch, welchen Fortgang die Suche nach Lösungen genommen hat. Dabei liegt es in der Natur solcher Diskurse, dass sie, wie die etymologische Wurzel zeigt, die auf das ›Hin-und-her-Laufen‹ aufmerksam macht, beweglich sind, dass deren Dynamik im Hin und Her liegt und nicht in starren, linearen Entwicklungslinien zu begreifen ist.²⁷ Der Begriff des elektrotechnischen bzw. elektrowirtschaftlichen Diskurses, den ich im folgenden verwende, ist als die Gesamtheit von Begriffen, Sprechakten und Redewendungen zu verstehen, welche aufeinander bezogen waren und – bisweilen mit Brüchen, Verschiebungen, Neufassungen und Reformulierungen – den hier zur Diskussion stehenden technischen Entwicklungsprozess nicht nur stützend begleitet und beeinflusst, sondern letztlich überhaupt erst ermöglicht haben. Wiederholt auftretende Argumentationsschemata bei der Wahl von technischen Systemen, verbalisiertes Suchen nach gültigen Interpretationen im tech-

24 Beispiele für Studien mit einem solchen oft kaum reflektierten biographischen Erklärungsansatz für technischen Wandel findet man in der Literatur zur Genüge. Vgl. zu Edison etwa Hughes 1975; Friedel und Israel 1986; zu Rathenau Pinner 1918; Buddensieg 1990; zu Siemens Helferich 1921; Siemens 1961; Weiher 1970; Weiher und Goetzler 1981; Weiher 1987.

25 Die Versuche, Charles Brown als einen «Überelektrifizierer» zu stilisieren (seine eigenen mitgezählt), waren wenig erfolgreich. Vgl. etwa Lang 1992. Walter Wyssling kam dieser Rolle, wenn auch nur innerhalb der Elektrotechnikerzunft, am nächsten. Siehe Eprecht 1946; Schmid 1958.

26 Vgl. beispielsweise Foucault 1977.

27 Evers und Nowotny 1987, 20–21.

nischen Entwicklungsprozess bis hin zur Aushandlung einer allgemein akzeptierten Form der Geschichte der Elektrotechnik, Problemdefinitionen, Metaphern und Bilder – Redeströme in ihrer ganzen Vielfalt und Widersprüchlichkeit – müssen auf ihre Handlungsrelevanz geprüft und untereinander verglichen werden. Dabei wird es eines der Hauptanliegen dieser Studie sein, die Entstehungsbedingungen jener *soziotechnischen Assoziationen* zu untersuchen, die von Diskursen gebildet und getragen worden sind und die man mit Joan Fujimura²⁸ auch als «articulation work» oder «packaging» bezeichnen könnte. Diskursive Prozesse werden hier demnach insofern von Bedeutung sein, als sie soziale Welten, technische Praktiken, Märkte und politische Programme immer wieder neu miteinander verbunden haben, so dass aus äusserst heterogenen Motivationen erstaunlich homogene Interessenkomplexe entstehen konnten.²⁹

Untersuchungszeitraum

Gegen Ende der 1870er und zu Beginn der 1880er Jahre konnte in der Schweiz eine breitere Öffentlichkeit erstmals die Möglichkeiten der elektrischen Beleuchtung wahrnehmen; Vorboten der neuen Technik schienen an prominenten Orten auf. Nach einem Artikel des «Nouveliste Vaudois» sollen schon im September 1877 auf der Landwirtschaftsausstellung in Freiburg Bogenlampen verwendet worden sein.³⁰ 1879 beleuchtete der St. Moritzer Hotelier Johannes Badrutt den Speisesaal des Kulm-Hotels mit Bogenlampen, die auch 1880 auf dem eidgenössischen Sängerkongress eingesetzt wurden. Zwei Jahre später nahm in Lausanne 1882 das erste Kraftwerk der Schweiz, welches Strom an Dritte lieferte, seinen Betrieb auf.³¹ Auch wenn ein eigentlicher Schub von Kraftwerkneugründungen erst um 1886 einsetzte, bleibt es doch wichtig, auf die genannten Vorboten mit ihren spezifischen Sensorfunktionen einzugehen. Die Studie setzt daher etwa um 1880 an.

Als Ende des Untersuchungszeitraumes wurde der Erste Weltkrieg gewählt, weil einerseits bis zu diesem Zeitpunkt wichtige organisatorische und technische Entwicklungen abgeschlossen waren und weil sich andererseits die Hauptmerkmale der nachfolgenden Jahre bereits deutlich voraussehen liessen. Abgeschlossen bzw. weit vorangetrieben war die räumliche Erschliessung mit Versorgungslinien. Um 1914 lebten rund 90% der schweizerischen Bevölkerung in Dörfern oder Städten, die an elektrische Verteilnetze an-

28 Fujimura 1992.

29 Dazu Gugerli 1995b. Siehe ferner Lenoir 1992a sowie die Aufsatzsammlungen von Pickering 1992; McMullin 1992.

30 Savoy 1987, 5. Artikel des Nouveliste Vaudois vom 3. August 1877. Die Ausstellung fand vom 17. bis 24. September 1877 statt.

31 Savoy 1987, 7.

geschlossen waren; es galt nun, die Feinverteilung weiter voranzutreiben³². Einen Plafond hatte auch der elektrotechnische Apparate- und Maschinenbau erreicht, in welchem um 1914 recht einheitliche Konstruktionsprinzipien vorherrschten.³³ Elektrotechnische Prozessinnovationen fanden nun vor allem im Hochfrequenzbereich statt (Radio, drahtlose Telegrafie), während sich die etablierte Starkstromtechnik darauf beschränkte, die Leistungsfähigkeit ihrer zunehmend uniform gebauten Maschinen zu steigern und über Applikationsvariationen ihren Markt auszudehnen. Haushaltgeräte und Arbeitsmaschinen für Gewerbe und Landwirtschaft wurden deshalb in immer grösserer Vielfalt angeboten.

Neben der anstehenden «Feinverteilung» elektrischer Energie verfolgte die schweizerische Elektrizitätswirtschaft in der Zwischenkriegszeit drei weitere Ausbaustrategien, die sich ebenfalls bereits vor dem Ersten Weltkrieg ziemlich klar voraussehen liessen: (1) Als die Bundesversammlung Ende 1913 den ersten Kredit von 38,5 Mio. Fr. für die Elektrifizierung der Bundesbahnen bewilligte, war die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft und Elektroindustrie für längere Zeit bestimmt, hatte doch eine seit 1904 arbeitende, aus Vertretern der Elektroindustrie, der Bundesbehörden, der Bundes- und Privatbahnen, der Interessenverbände und der verschiedenen branchenspezifischen Finanzierungsgesellschaften zusammengesetzte «Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb» klare Anweisungen für Ausbaustapen, Kapitalaufwand und technische Ausrüstung für die Elektrifizierung der schweizerischen Normalbahnen aufgestellt.³⁴ (2) Die 1915 einsetzende kriegswirtschaftlich bedingte Petrol- und Kohleknappheit unterstützte nachhaltig das seit der Jahrhundertwende zu beobachtende Anliegen der Elektrizitätsgesellschaften, in den Haushalten besser Fuss zu fassen und ältere Energieformen (Holz, Kohle, Gas) zu substituieren. Da die Elektrizitätsgesellschaften weitgehend auf Tarifierhöhungen verzichteten, verschob sich mit dem Krieg das Gefüge relativer Preise im Energiebereich zugunsten der Elektrizität, selbst für Anwendungen, die bislang schlicht für unwirtschaftlich gehalten wurden (Kochen, Dörren, Heizen). (3) Der vor dem Krieg zu beobachtende Anstieg der Stromausfuhrquote schliesslich, die 1914 bereits 10% der Gesamtproduktion erreicht hatte, wurde zwar während des Kriegs zurückgedämmt, setzte sich aber danach ungebrochen fort und betrug 1936 rund 33% der gesamten Stromproduktion der Schweiz.³⁵

32 Wyssling 1946, 503.

33 Bauer 1914.

34 Siehe Die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen 1912. Zwar wurde der Entscheid bei Kriegsausbruch verschoben, aber bereits 1915 neu diskutiert und anfangs 1916 in modifizierter Form realisiert. Vgl. Wegmann 1920, 111–112; Welti 1927, 87. Einen guten Überblick zur Elektrifizierung der schweizerischen Normalbahnen bietet Eidgenössisches Amt für Verkehr 1947–1964. Zur «Studienkommission» siehe ferner Gugerli 1996b.

35 Vgl. Wyssling 1946, 500.

Auch auf organisatorischer Ebene sind schon vor dem Ersten Weltkrieg jene Elemente und Tendenzen festzustellen, welche die Zwischenkriegszeit hauptsächlich bestimmten: erstens die Verbundwirtschaft verschiedener Kraftwerktypen, zweitens überregionale, oft gemischtwirtschaftliche Produktionsgesellschaften sowie drittens kommunale Verteilgesellschaften, die Strom von Überlandwerken und kantonalen Elektrizitätsgesellschaften kauften und ihn in den Dörfern an die einzelnen Abonnenten verteilten. Diese Organisationsformen waren bis 1914 voll ausgebildet und prägten auch nach dem Krieg das Bild der Elektrizitätswirtschaft. Dazu hat in nicht geringem Ausmass die 1916 erreichte Klärung der Wasserrechtsgesetzgebung auf Bundesebene beigetragen, welche eine 25jährige Diskussion abschloss und den Aktionsradius für die Elektrizitätsgesellschaften nochmals entscheidend erweiterte. «Das Erreichte bildete ein derart zuverlässiges Fundament für die zukünftige Entwicklung, dass diese ohne grundsätzliche Änderungen zu weit Grösserem und Umfassenderem fortschreiten konnte», hielt ein Zeitgenosse fest.³⁶ Angesichts dieser Beobachtungen erachte ich es für gerechtfertigt, die Studie nur bis zum Ersten Weltkrieg zu führen. Die gewählte Zeitspanne von 1880 bis zum Ende des «langen 19. Jahrhunderts» bietet Gewähr für ein genügendes Variationsspektrum der Phänomene bei gleichzeitig hinreichender Möglichkeit zur Tiefenanalyse.

Forschungsstand

In den letzten Jahren hat die Zahl von Arbeiten zur Geschichte der Elektrifizierung in verschiedenen Ländern stark zugenommen. Ich beschränke mich beim folgenden Literaturüberblick auf jene Publikationen, die bei den eigenen Untersuchungen eine Orientierungshilfe geboten haben. Zunächst ist hier an die Studie «Networks of Power» zu erinnern, in der 1983 Thomas P. Hughes mit einem systemtheoretischen Ansatz die Elektrifizierungsprozesse in New York, London, Berlin und Chicago vergleichend analysiert hat. Hughes löste sich dabei von der Vorstellung, technische Entwicklungen würden völlig autodynamisch, nur ihrer inneren Gesetzmässigkeit gehorchend, ablaufen und betonte die soziale und politische Dimension von Technik.³⁷

Ebenfalls zu Beginn der 1980er Jahre begannen in Frankreich die Publikationen der «Association pour l'Histoire de l'Electricité» zu erscheinen. Das Bulletin sowie die Tagungsbände³⁸ der Gesellschaft zeichnen sich vor allem durch ein breites Themenspektrum aus: von konstruktionstechnischen, be-

³⁶ Wyssling 1946, 529.

³⁷ Hughes 1983.

³⁸ Association pour l'Histoire de l'Electricité en France 1985; Cardot 1986; Cardot 1987; Cardot 1987b; Cardot 1988.

triebswirtschaftlichen und nationalökonomischen Fragestellungen bis zur Popularisierung elektrischer Energie und ihrer spezifischen Warenästhetik. Die Elektrizität in Literatur und bildender Kunst kommen in diesen Publikationen ebenso zur Sprache wie Ansätze zur Geschichte der Ausbildung und Professionalisierung elektrotechnischer Berufe – ein reicher Fundus anregender Aufsätze, deren Substanz jedoch oft zu wünschen übrig lässt. In diesem Umfeld steht auch die populärwissenschaftliche Darstellung «La fée et la servante» von Alain Beltran und Patrice A. Carré sowie der erste Band einer monumentalen «Histoire de l'Electricité en France».³⁹

In Deutschland vollzog in dieser Zeit vor allem die Techniksoziologie⁴⁰ einen spürbaren Wandel und gelangte auf ein deutlich höheres Reflexionsniveau. Diese Entwicklung hat sich jedoch bisher nur in wenigen Studien zur Technikgeschichte und zur Elektrifizierung Deutschlands bemerkbar gemacht.⁴¹ Erwähnt seien ein populärwissenschaftlicher Sammelband von Wolfram Fischer, die Überblicksdarstellung «Netzwerke, Stahl und Strom» von Wolfgang König und Wolfhard Weber in der Propyläen Technikgeschichte sowie die Untersuchung von Joachim Radkau «Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft».⁴² Edmund Todd hat sich zudem mit der Elektrifizierung des Ruhrgebietes beschäftigt und dabei sehr deutlich die von politischen Präferenzen abhängige technische Entwicklung in drei Städten herausgearbeitet.⁴³ Thomas Herzig publizierte eine Darstellung der Geschichte der Elektrizitätsversorgung des Saarlandes, Toni Siegert eine solche von Niederbayern, und Hugo Ott näherte sich der öffentlichen Stromversorgung Deutschlands auf statistischem Weg.⁴⁴

Neuere Untersuchungen liegen schliesslich auch zu den Vereinigten Staaten, zu Italien, England, Finnland und Russland vor, von denen ich insbesondere David E. Nyes mentalitätsgeschichtlich orientierter Ansatz in «Electrifying America»,⁴⁵ Timo Myllintaus wirtschaftshistorische, komparativ angelegte Studie «Electrifying Finland»⁴⁶ und die von Giorgio Mori herausgegebene italie-

39 Beltran und Carré 1991. Caron und Cardot 1991.

40 Ropohl 1979; Jokisch 1982; Rammert 1983; Ropohl 1985; Lutz 1987.

41 Lindner 1985; Mayntz und Hughes 1988; Radkau 1989.

42 König und Weber 1990; Fischer 1992; Radkau 1983; vgl. ferner Zängl 1989; Kocka 1990.

43 Todd 1984; Todd 1987.

44 Herzig 1987; Siegert 1989; Ott 1986. Angesichts der weltweit überragenden Bedeutung der deutschen elektrotechnischen Industrie erstaunt das geringe Interesse der Historiker an der Elektrifizierung Deutschlands. Wichtig in diesem Zusammenhang sind allerdings auch die Untersuchungen von Jürgen Kocka zur Unternehmensgeschichte von Siemens und die Arbeiten von Hermann Glaser und von Tilman Buddensieg zur Industriekultur und elektrotechnischen Warenästhetik. Kocka 1969; Kocka 1972. Buddensieg 1979; Glaser 1981; siehe auch Pohl 1988; Die deutsche Elektroindustrie im Ausland behandelt Jacob-Wendler 1982.

45 Nye 1991; zu den Vereinigten Staaten siehe ausser Hughes 1983 auch Rose 1984; Myers 1991; Platt 1991; Zimmerman 1992.

46 Myllintaus 1991.

nische Gesamtdarstellung «Storia dell'industria elettrica in Italia»⁴⁷ hervorheben möchte.⁴⁸

In der Schweiz hat eine systematische Auseinandersetzung der Geschichtswissenschaft mit dem Thema der Elektrifizierung erst in den letzten 10 Jahren eingesetzt. Von den älteren Studien zur *technischen* Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft ist hier – neben den zahlreichen Festschriften von Elektrizitätswerken⁴⁹ – nur die Arbeit von Walter Wyssling zu nennen, die 1946 posthum unter dem Titel «Die Entwicklung der Schweizerischen Elektrizitätswerke und ihrer Bestandteile in den ersten 50 Jahren» in Zürich erschien und sich durch eine Fülle an präzisen technischen Daten auszeichnet. Wysslings liebevolle Beschreibung von alten technischen Lösungen machte das Werk auch für die vorliegende Untersuchung zu einer Fundgrube erster Güte. Unersetzbar bleibt das von Wyssling erarbeitete Tabellenwerk zur technischen Entwicklung schweizerischer Kraftwerke.⁵⁰

Charakteristisch für die meisten neueren Studien zur Elektrifizierung der Schweiz ist ihre Konzentration auf ein Kraftwerk, eine Elektrizitätsgesellschaft oder aber ein energiepolitisches Schlüsselereignis.⁵¹ Dies gilt für die Arbeit von Gregor Müller zur Elektrifizierung der Heimindustrie Baselland, für Gerhard Schwagers Studie zum Etzelwerkprojekt, sowie für die Untersuchungen von Thomas Joos zum Kraftwerk Marmorera bzw. zum Stauseeprojekt Rheinwald. Ebenfalls lokal begrenzt bleibt die Studie zur Finanzierungsgeschichte der Bernischen Kraftwerke von Ueli Müller und die Darstellung von Monique Savoy, die am Beispiel der Stadt Lausanne gewissermassen an eine der Wurzeln der schweizerischen Elektrizitätsversorgung zurückgeht. Florian Blumer untersuchte mit den Methoden der Oral history die Elektrifizierung in Baselland durch die Elektra Birseck, während Serge Paquier eine wirtschaftsgeschichtliche Arbeit über die Energie-Ouest-Suisse verfasste. Peter Hug und Simon Thönen haben sich mit der Geschichte der schweizerischen Atomwirtschaft nach dem Zweiten Weltkrieg auseinandergesetzt. Schliesslich seien auch die Arbeiten von Luciano Segreto zur Geschichte der schweizerischen Finanzierungsgesellschaften erwähnt.⁵² Ein kürzlich erschienener Sammelband versucht, diese meist unpublizierten Arbeiten in knapper Form einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.⁵³

47 Mori 1992.

48 Zu England siehe Hannah 1979; Byatt 1979; Poulter 1986; Carter-Edward 1987; zu Irland siehe Shiel 1984; zu Russland siehe Coopersmith 1992.

49 Für die vorliegende Untersuchung wurden rund 60 solcher Festschriften ausgewertet. Die wichtigsten davon sind in der Bibliographie aufgeführt.

50 Wyssling 1946. Vgl. insbesondere Wyssling 1946, 174–204.

51 Vgl. auch die «Vorreiter» Graf 1972 und Schächli 1978 zum umkämpften Kraftwerk Rheinau.

52 Müller 1984; Savoy 1987; Hug 1987; Paquier 1988; Paquier 1990; Paquier 1993; Joos 1989; Joos 1992; Schwager 1991; Thönen 1991; Blumer 1994a; Müller 1992; Segreto 1986; Segreto 1987; Segreto 1992; Segreto 1994.

53 Gugerli 1994a.

Quellen

Die untersuchten Quellenbestände umfassen Tageszeitungen, Fachorgane, Verbandspublikationen, Bestände von Firmenarchiven, Jahresberichte von Elektrizitätsgesellschaften, wissenschaftliche und populäre Veröffentlichungen, Werbematerial, statistische Unterlagen sowie Gesetze und Verordnungen, welche zwischen 1880 und dem Ersten Weltkrieg produziert wurden und sich in irgendeiner Weise auf die Elektrifizierung der Schweiz beziehen.

Eine genaue Auswertung der Neuen Zürcher Zeitung zwischen 1880 und 1914 bildet einen ersten Hauptstrang innerhalb des untersuchten Quellenbestandes. Knapp 1000 Artikel sind ausgewertet worden. Aufgrund ihrer herausragenden Stellung innerhalb des freisinnigen Bürgertums der Schweiz ist die Neue Zürcher Zeitung ein wichtiges Barometer dafür, wie die Elektrotechnik zu einem bestimmten Zeitpunkt von wirtschaftlichen Entscheidungsträgern beurteilt worden ist. Dabei geht es nicht darum, sich allzusehr auf die von der Neuen Zürcher Zeitung verbreiteten «Fakten» zu stützen, sondern mehr um die Gewinnung eines Wahrnehmungsprofils der schweizerischen Wirtschaftselite. Kontrolliert und wo nötig korrigiert wird dieses Profil mit Hilfe der Berichte des schweizerischen Handels- und Industrievereines. Nützliche Fühler für die konjunkturelle Entwicklung sind auch die jährlich erscheinenden Rechenschaftsberichte der schweizerischen Grossbanken.

Die im ganzen Untersuchungszeitraum wöchentlich erscheinende Schweizerische Bauzeitung stellt einen zweiten Hauptstrang innerhalb der gesichteten Quellen dar. Hier wurden rund 600 Artikel erfasst und ausgewertet. Die Bauzeitung war das wichtigste Informations- und Orientierungsmittel der schweizerischen Elektrotechniker und Elektroingenieure. Ihre hohe Generalisierungsfähigkeit, aber auch ihre aktuelle Berichterstattung über technische Themen wirkte für die Elektrifizierung der Schweiz stark meinungsbildend und perzeptionsvereinheitlichend. Zudem spiegelte das Blatt nicht nur auf eindrückliche Weise die Politik der Interessenverbände, sondern integrierte die Entwicklung der Elektrotechnik in ein technisches Gesamtpanorama von unübertroffener Vielfalt und Differenziertheit.

Bei den spezifischen Publikationen der Interessenverbände beschränke ich mich auf das seit 1894 erscheinende Jahrbuch des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV), dem seit 1896 auch die Jahresberichte des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) beigelegt sind, sowie auf das 1910 gemeinsam vom SEV und vom VSE publizierte Bulletin. Darüber hinaus wertete ich die Jahrgänge des seit 1902 monatlich zweimal erscheinenden Schweizerischen Elektroinstallateurs und der seit 1908 wöchentlich publizierten Schweizerischen Wasserwirtschaft aus.

Auch bei der Wahl der Firmenarchive war eine starke Einschränkung notwendig. Ausgewählt wurde jenes der «Motor AG für angewandte Elektrizität»,

heute Motor-Columbus AG in Baden, weil diese Finanzierungsgesellschaft – im Gegensatz zur Indelec in Basel und zur Elektrobank in Zürich – zu einem Grossteil Kraftwerke in der Schweiz geplant, finanziert, gebaut und betrieben hat. Zudem arbeitete ich mit den Archivbeständen der ehemaligen Maschinenfabrik Oerlikon und der – ebenfalls ehemaligen – Brown Boveri & Cie., die sich heute beide im Besitz der Asea Brown Boveri in Baden befinden. Jahresberichte der verschiedensten Elektrizitätsgesellschaften sind in der Zentralen Wirtschaftsdokumentation der Universität Zürich zugänglich.⁵⁴ Schliesslich produzierten kommunale, kantonale und bundesstaatliche Behörden einen beachtlichen Quellenbestand. Gesetze mit ihren vorlaufenden Expertenberichten, Vernehmlassungsverfahren und Parlamentsdebatten gehören ebenso dazu wie Kommissionsprotokolle, Verordnungen und statistische Unterlagen. Die meisten davon waren mir im Bundesarchiv in Bern zugänglich, andere wertete ich im Stadtarchiv Zürich, im Schweizerischen Sozialarchiv, im Archiv der Dorfgemeinde Meiringen und in der Zentralen Wirtschaftsdokumentation der Universität Zürich aus.

Aufbau

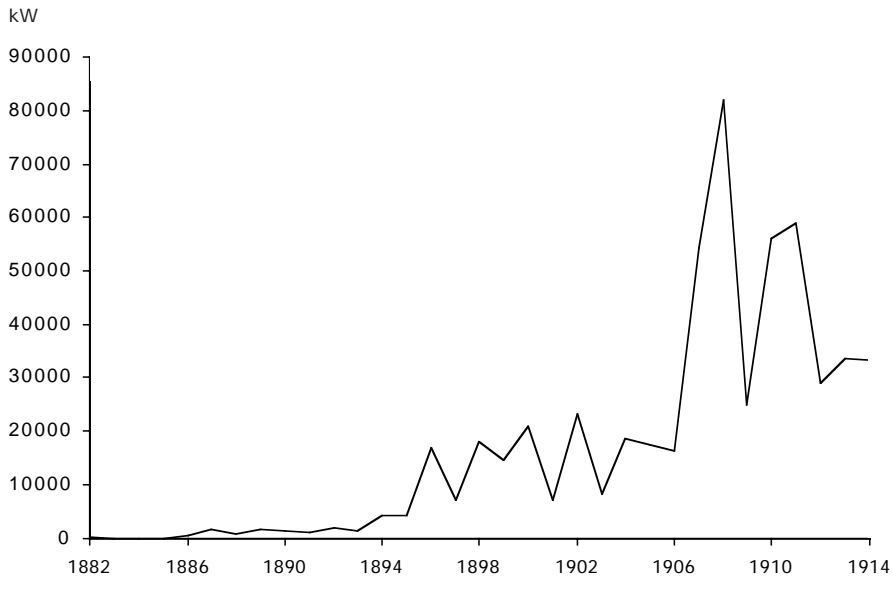
Mit den erwähnten Quellenbeständen wird in den folgenden Kapitel *neine problemorientierte Darstellung des Verhältnisses von Gesellschaft und Elektrotechnik im Medium ihrer diskursiven Vermittlung* erarbeitet. Dabei ergeben sich einige Einschränkungen fast von selbst. Erstens soll und kann keine Geschichte der elektrotechnischen Artefakte oder eine enzyklopädische Darstellung ihrer Diffusion in der schweizerischen Gesellschaft angestrebt werden.⁵⁵ Zweitens werde ich keine Geschichte der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie schreiben. Drittens beschränke ich mich auf jenen Teil der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, welcher der *allgemeinen Stromversorgung* gedient hat.⁵⁶ Eine vierte Einschränkung schliesslich drängt sich aus darstellerischen Gründen auf. Da ich gezwungen bin, mit ausgewählten Beispielen zu arbeiten, mache ich die Entwicklungen in der Stadt und im Kanton Zürich dort zum wichtigsten Bezugspunkt, wo eine historische Kontextualisierung der untersuchten Prozesse wichtig wird und sich Querverweise auf vor- und nachlaufende Entwicklungen als notwendig erweisen.

54 An Vollständigkeit war auch hier nicht zu denken – circa 150 Serien von Jahresberichten sind erhalten. Ich wählte deshalb rund 20 Gesellschaften aus und verglich dieses Sample an wichtigen Punkten der Entwicklung mit weiteren Jahresberichten.

55 Dies ist eine Aufgabe, die Wyssling 1946 bereits geleistet hat.

56 Elektrizitätswerke, die der Allgemeinversorgung dienten und weder für elektrochemische, metallurgische Anwendungsformen oder aber für den elektrischen Betrieb der Eisenbahnen reserviert waren, hatten bis zum Ersten Weltkrieg einen Anteil von nie unter 75% an der gesamten elektrischen Generierungskapazität der Schweiz. Wyssling 1946, 498.

Grafik 1: *Jährlicher Kapazitätzuwachs der schweizerischen Kraftwerke*



Quelle: Wyssling 1946, 174–204.

Der Aufbau meiner Studie orientiert sich am Verlauf des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums, wie es die Grafik 1 darstellt. Seit dem Beginn modernen Wirtschaftswachstums zeichnen sich die westlichen Industriegesellschaften durch eine Abfolge von Phasen beschleunigten Wachstums und Phasen krisenhafter Einbrüche aus. Dieses Phänomen lässt sich auch an der schweizerischen Elektrowirtschaft beobachten: Im Verlauf ihrer insgesamt rasanten Entwicklung ist sie immer wieder in Engpässe geraten, aus denen sie sich nur dank einer geschickten Kombination von technischen und organisatorischen Innovationen befreien konnte.

Der in Grafik 1 bis 1914 abgebildete Verlauf elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums lässt sich grob in drei Phasen einteilen: erstens eine Phase von der Mitte der 1880er Jahre bis zum Beginn der 1890er Jahre, zweitens eine Phase beschleunigten Wachstums von 1893/94 bis zur Jahrhundertwende und drittens die Phase des Grosskraftwerkbaus von 1904 bis zum Ersten Weltkrieg.⁵⁷

⁵⁷ Man beachte die Tatsache, dass Grafik 1 die in Betrieb genommenen Kapazitäten abbildet. Entscheide, Kraftwerkprojekte zu finanzieren und auszuführen, fanden in der Regel mindestens zwei Jahre vor Inbetriebnahme der entsprechenden Anlage statt, weshalb die Grafik – liest man sie als Abbildung für das Investitionsverhalten – einen «time lag» von rund zwei Jahren aufweist.

In der vorliegenden Studie hat jedes Kapitel eines der zu einem bestimmten Zeitpunkt zentralen Problemfelder elektrotechnischer Entwicklung mit ihrem Auf und Ab, ihren Einbrüchen und Aufschwüngen zum Gegenstand. Eine strikte zeitliche Disziplin kann dabei nicht gewahrt werden, da gewisse Themen während des ganzen Untersuchungszeitraumes virulent blieben. Der diachrone Aufbau der Studie wurde trotzdem gewählt, weil nur so die historische Erweiterung des elektrotechnischen Aktionsraumes sowie die fortwährende Akkumulation elektrowirtschaftlicher Diskursschichten dargestellt werden können. Die Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen wird uns davor bewahren, der Entwicklung einen linearen oder gar finalen Sinn zu unterlegen.

Das erste Kapitel, «Elektrische Utopie, Repräsentation und Luxuskonsum», untersucht das Abtasten von Möglichkeitsräumen und ersten Anwendungsformen elektrischer Beleuchtung in den 1880er Jahren. Dabei soll das ganze Spektrum von elektrotechnischen Assoziationsofferten einbezogen werden, von den utopischen Elektrosonnen über die Festbeleuchtung bis hin zur bürgerlichen Wohnkultur, zur städtischen Repräsentationsbeleuchtung und zum touristischem Luxuskonsum. «Assoziationsofferten» – damit sind die im frühen elektrotechnischen Diskurs zu beobachtenden Angebote gemeint, welche elektrische Beleuchtung als Alternative zu bestehenden Beleuchtungstechniken modellierten, Substitutionen suggerierten und neue Anwendungsformen demonstrierten. Der Begriff «Assoziation» meint sowohl die diskursiv verwalteten, *begrifflichen* Verbindungen zwischen elektrischer Beleuchtung und möglichen Anwendungsformen, als auch die sich langsam etablierenden Verwendungsformen elektrischer Beleuchtung in ihren *praktischen* Kontexten.

Die Generalisierung eben dieser frühen soziotechnischen Verwendungszusammenhänge werden im zweiten Kapitel untersucht. Übertragbarkeit und Verteilung elektrischer Energie stehen dabei im Zentrum der Beobachtung. Die Mitte der 1880er Jahre von der Maschinenfabrik Oerlikon zwischen Kriegstetten und Solothurn demonstrierte Übertragbarkeit elektrischer Energie einerseits und die im Kraftwerk Thorenberg bei Luzern erprobte Distributionstechnik andererseits führten zu einer neuen Modellierung von Elektrotechnik. Sowohl «Kriegstetten-Solothurn» als auch «Thorenberg-Luzern» wurden in aufwendigen publizistischen Verfahren zu generalisierten soziotechnischen Paradigmata und damit für weitere Elektrifizierungsprojekte zum anschlussfähigen Referenzpunkt geformt. Den Ausdruck «Paradigma» verwende ich dabei nicht in der überhöhten Bedeutung eines umfassenden wissenschaftlichen Weltbildes, sondern im Sinne einer modellhaften Konfigurierung von soziotechnischen Handlungen, Artefakten und diskursiven Elementen, die in einem gegebenen Moment die technische Praxis charakterisiert und für Entscheidungsträger ebenso wie für Techniker eine orientierende bzw. handlungsleitende Funktion erfüllt

haben.⁵⁸ Als ein Beispiel für ein Elektrifizierungsprojekt, das sich an diesen Paradigmata orientierte, wird die Einführung der elektrischen Beleuchtung in der Stadt Zürich untersucht. Die Analyse der Überführung generalisierter Handlungsmuster in ihre konkrete Ausgestaltung, der Weg also vom Paradigma zum Zürcher Kraftwerk Letten, bietet reichen Einblick in die Bedingungen technischer Lernprozesse und gibt damit auch Aufschluss über die Möglichkeiten technischen Wandels.

Mit kollektiven Lernprozessen beschäftigt sich auch das dritte Kapitel. In theoretischer Hinsicht stützt es sich auf die Überlegungen Hansjörg Siegenthalers zur Ungleichmässigkeit wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung als Ergebnis individuellen Handelns und sozialen Lernens.⁵⁹ Es soll einerseits aufzeigen, wie technischer Wandel zur Blockierung von Entscheidungsprozessen führen kann und andererseits die Bedingungen einer kommunikativen Bereinigung der daraus entstehenden soziotechnischen Orientierungslosigkeit erörtern. Der für Elektrotechniker wie Kraftwerksbauer gleichermaßen verwirrende Streit zwischen den Befürwortern der Gleichstromtechnik und den Anhängern der neueren Wechselstromtechnik brachte gegen Ende der 1880er Jahre das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum in der Schweiz bereits wieder zum Erliegen. Die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung von 1891 bzw. die diskursive Verarbeitung ihres grossen Übertragungsexperiments mit hochgespanntem Wechselstrom trug zur Klärung des Systemstreites bei. Darüber hinaus veränderte dieses kommunikative Grossereignis die Grundlagen für eine neue physikalische Ökonomie der Übertragung elektrischer Energie. Der von Frankfurt katalysierte Konsens in der schweizerischen Öffentlichkeit ermöglichte den Übergang zu einem neuen Elektrizitätswirtschaftlichen Wachstum.

Das vierte Kapitel verbindet elektrotechnische Diskurse mit ihrem praktischen Kontext. Dabei sollen historische Bedingungen (und Freiheiten) für eine Modellierung von Elektrotechnik als vernetzte Technik untersucht werden. Eisenbahnbau, Telegrafie, Strassenbau, wasserbauliche Massnahmen, hydrometrische und kartographische Praxis, welche natürliche Umwelten in vernetzte Zusammenhänge überführten, bilden den ersten technisch-praktischen Kontext, an dem sich auch die Elektrotechnik orientiert hat. Einen zweiten derartigen Orientierungskomplex stellte die zunehmende technische Vernetzung städtischer Lebenswelten dar: Gasversorgung, Entwässerungsanlagen, Trink- und Druckwasserversorgungsnetze sowie städtische Telefonnetze prägten das technische Umfeld, in welches auch Stromversor-

58 Kuhns explizite Definition des Paradigmas schliesst eine solche begriffliche Festlegung keineswegs aus: «[Unter Paradigmata] verstehe ich allgemein anerkannte wissenschaftliche Leistungen, die für *eine gewisse Zeit* einer Gemeinschaft von Fachleuten massgebende Probleme und Lösungen liefern.» Kuhn [1962] 1988, 10. Hervorhebung D. G. Siehe dazu auch Gutting 1984.

59 Siegenthaler 1993a.

gungsnetze eingebunden werden mussten. Dieser Bedingungs- und Möglichkeitsraum elektrotechnischer Praxis wurde seit den 1880er Jahren vom elektrotechnischen Diskurs um eine stark praxisorientierte Modellierung elektrotechnischer Kompetenzen bei den Ingenieuren und Technikern sowie beim konsumierenden Publikum ergänzt. Es wird zu untersuchen sein, inwiefern sowohl der Aufbau einer professionellen Fachkompetenz als auch eines popularisierten Verständnisses elektrotechnischer Zusammenhänge bei den Konsumenten die Implementierung von Elektrotechnik in die bestehenden soziotechnischen Kontexte erleichtert haben.

Technischer Wandel erfordert neben konsensueller auch institutionelle Sicherheit. Das fünfte Kapitel befasst sich deshalb mit jenen institutionellen Neuentwürfen, welche elektrizitätswirtschaftliches Wachstum begleitet, gelenkt, unterstützt und kontrolliert haben. Der Aufbau einer soliden Verbandsmacht, die Absicherung elektrowirtschaftlichen Wachstums im Starkstromgesetz des Bundes von 1902, aber auch die zunehmende funktionale Ausdifferenzierung der elektrotechnischen Publizistik sind hier in ihrer Wechselwirkung zu untersuchen. Zwei weitere Unterkapitel beschäftigen sich damit, wie über eine Differenzierung elektrotechnischer Ausbildungsgänge das notwendige «Humankapital» verfügbar gemacht werden konnte und wie institutionelle Neuschöpfungen im Bereich branchenspezifischer Finanzierungsinstrumente Investitionskapitalien für den Kraftwerkbau mobilisiert haben.

Das sechste Kapitel schliesslich thematisiert die Politisierungsschübe, welche die schweizerische Elektrizitätswirtschaft zwischen 1890 und dem Ersten Weltkrieg erfahren hat. Der in den frühen 1890er Jahren gefällte Entscheid gegen eine bundesstaatliche Aufsicht im Kraftwerkbau und die gleichzeitige Einbindung der Stromversorgung in den Aufgabenbereich städtischer Kommunen kommen hier ebenso zur Sprache wie die nach der strukturellen Wachstumskrise der Elektrizitätswirtschaft um 1900 einsetzende Kantonalisierung von Stromversorgungsunternehmen. Der letzte Politisierungsschub bis zum Ersten Weltkrieg stellte die Konzessionierung von Wasserkraften sowie den Stromexport schliesslich unter die Oberaufsicht des Bundes und war mit einer nationalistisch gefärbten ideologischen Aufladung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft verbunden.

1. Elektrische Utopie, Repräsentation und Luxuskonsum

Die Engadiner Kunstsonne

Im Sommer 1879 erschien in den Lokalnachrichten des Fögl d'Engiadina ein kurzer Artikel über elektrische Beleuchtung. Bei genauer Betrachtung entpuppt sich der Bericht als ein äusserst sorgfältig komponierter Text, den man nachgerade als Prototyp für die elektrowirtschaftlichen Redeströme der 1880er Jahre bezeichnen kann. Man wolle im Engadin mit der Zeit gehen und von den neuesten Erfindungen profitieren, schrieb die Engadiner Zeitung. Daher wetteiferten die Hotels mit modernen Einrichtungen, etwa jenen für Beleuchtung, untereinander.¹ Nach dem journalistischen Bogen von den «invenziuns recentas» über die «indrizz moderns» zu den «indrizz d'illuminaziun» konstruierte der Artikel eine historische Sequenz technischen Fortschritts, an deren Ende das elektrische Licht wie eine Sonne strahlte: «Veglia», «lampas ad öli», «lampas da petroleo» und «lampas da neolin» waren die ersten vier Stationen; die fünfte («ün pass pü inavaunt») sah der Journalist im «Hôtel Roseg» in Pontresina verwirklicht, welches vor einigen Jahren die Gasbeleuchtung eingeführt habe. Und jetzt – es folgte die sechste Station auf dem Weg des Fortschritts – biete Herr Badrutt im Engadiner Kulm von St. Moritz gar das Spektakel des elektrischen Lichts, welches so intensiv sei, dass es die Nacht in hellen Tag verwandle und dass man glaube, die Sonne selbst zu sehen.²

Je grösser der «Fortschritt» in der künstlichen Beleuchtung, so wird man gelesen haben, desto näher kam man der technischen Reproduktion des Sonnenlichts selbst. Diese Einsicht war es jedenfalls, welche die Fantasie des Journalisten beflügelte und ihn in der siebten Entwicklungsstufe zur Utopie künstlicher Energie schlechthin führte. Irgendwo auf dem St. Moritzer Berg sollte nämlich ein grosser Apparat installiert werden, dessen elektrisches Licht die Sonne ersetzen würde («a substituir il solagl»), der die Wolken im Engadin vertreiben und es den Bergbauern ermöglichen sollte, ihre Heuernten zu verbessern. Ein der Pariser «Tour Soleil» von Jules Bourdais durchaus vergleichbares Projekt spukte als alpine Variante offenbar bereits 1879 in den Köpfen fortschritts- und technikgläubiger Engadiner.³ Wie der Artikel

1 Fögl d'Engiadina, 19. Juni 1879.

2 «[...] il spettacul della glüsch electrica, chi ais uschè intensiva, ch'ella transmüda la not in cler bel di e ch'ün craja da vair il solagl.» Fögl d'Engiadina, 19. Juni 1879.

3 Zu Bourdais' Sonnenturmprojekt, das 1889 zugunsten des Eiffelturms fallengelassen wurde, siehe Schivelbusch 1986, 125–130 und Sattelberg 1971, 149–151. Siehe auch Beltran und Carré 1991, 68–71 (Kap.: «Rivale du soleil ...»).

des Fögl d'Engiadina verdeutlicht, berechtigte das «spettacul della glüsch electrica» im Speisesaal des Johannes Badrutt zur Hoffnung, dass die Installation einer gigantischen Elektrosonne nur noch eine Frage des Fortschritts und somit der Zeit war.

Auch für den in England arbeitenden Physiker Charles William Siemens bot das Licht einer elektrischen Bogenlampe⁴ ein durchaus taugliches Sonnenlichtmodell. So behauptete er 1883, die Temperatur der Photosphäre der Sonne «could not materially exceed that of a powerful electric arc⁵. Umgekehrt sah der Bruder des Firmengründers Werner von Siemens gleich wie die Engadiner in der Bogenlampe nicht bloss ein praktisches Mittel zur Beleuchtung seines Hauses, sondern wollte diese Einrichtung gar in seinen Gewächshäusern benützt haben, «in order to supply them with an artificial sun. This artificial sun enables me to grow fruit, such as melons, peaches, strawberries and the like in the depth of winter.⁶ Oscar Wildes Sentenz «[Art] can bid the almond tree blossom in winter» wurde von der elektrotechnischen Utopie vorweggenommen: Elektrische Bogenlampen brachten (realiter) das Tourismusgeschäft zum Blühen, sie sollten aber auch (idealiter) Wolken vertreiben, Heu trocknen und in kalten englischen Winternächten Pfirsiche, Melonen und Erdbeeren reifen lassen.⁷

Die Einbindung des elektrischen Bogenlichts in die Licht- und Energieutopien des ausgehenden 19. Jahrhunderts war also kein isoliertes Engadiner Phänomen. Was allenfalls an lokale Bedingungen geknüpft blieb, war bloss die erstaunlich frühe Installation einer elektrischen Bogenbeleuchtungsanlage durch den Hotelier Badrutt. Das «spettacul» soll ihn die stolze Summe von 18000 Fr. gekostet haben.⁸ Für illustre Gäste wie den Grafen zu Münster, die russische Grossfürstin Vera, die Marchesa del Grillo und den Erzherzog Eugen von Österreich war jedoch kein Aufwand zu gross; die luxuriöse Speisesaalbeleuchtung hat sich mit Sicherheit ebenso wie die 1886/87 erfolg-

4 Bei elektrischen Bogenlampen werden zwei unter Spannung stehende Kohlestäbe so nahe zusammengeführt, dass zwischen ihnen ein elektrischer Lichtbogen entsteht. Neben den sogenannten Differential-Bogenlampen, bei denen komplizierte Regelmechanismen für den konstanten Vorschub der *übereinander* angeordneten Kohlestäbe sorgten, fand das von Paul Jablochhoff (1849–1894) entwickelte Bogenlampensystem seit 1876 zunehmend Verbreitung. Es arbeitete mit zwei vertikal *nebeneinander* angeordneten Kohlestäben, die ausser an der ständig abbrennenden Spitze durch eine isolierende Kaolinschicht voneinander getrennt waren. Hughes 1983, 87. Caron und Cardot 1991, 155–162. In der Schweiz wurden neben den Jablochhoff-Bogenlampen auch die von Bürgin & Alioth hergestellte Differential-Bogenlampe verwendet. Wyssling 1946, 7.

5 Siemens (1883) 1970, 209. Der Vergleich zwischen elektrischem Licht und dem Sonnenlicht sollte die Physiker auch noch im Falle des Glühlichtes beschäftigen. So publizierte Levison 1885 in New York eine Schrift mit dem Titel «Note on the Temperature of Incandescence and its Bearing upon Solar Physics».

6 Siemens 1889, 364. Siehe auch Schaffer 1990. Die Versuche zum Einfluss von elektrischem Bogenlicht auf das Pflanzenwachstum werden auch in Siemens (1883) 1970, 208 erwähnt.

7 Wilde (1889) 1982, 306.

8 Savoy 1987, 5.

te Erweiterung des Hotels durch einen «Prachtbau» gelohnt⁹. – Der Hotelier Johannes Badrutt ist darüber hinaus mit seiner Beleuchtung in die Annalen der Schweizer Elektrizitätswirtschaft eingegangen; in vielen populären Schriften zur Geschichte der Elektrizität ist er dank seinem Spektakel als Elektropionier gefeiert worden. Mehr noch: Seine Pioniertat wurde fast durchweg (falsch) auf den 25. Dezember 1878 datiert; die Verbindung von elektrischem Licht mit dem doppelten «Lichtfest» von Sonnenwende und Weihnacht war offenbar zu verlockend.¹⁰

Elektrische Bogenlampen und schweizerische Festkultur

Bogenlampen, wie sie die Zürcher Firma Stirnemann und Weissenbach für Johannes Badrutt installiert hatte, wurden in den folgenden Jahren bei zahlreichen Gelegenheiten erfolgreich eingesetzt. Das eidgenössische Sängersfest im Sommer 1880 in Zürich bot den Rahmen zum nächsten Beleuchtungsspektakel, diesmal in grossem Stil und in einem Umfeld, welches geeignet war, den Aktions- und Bekanntheitsraum von elektrischem Bogenlicht drastisch auszudehnen.

«Im Allgemeinen ist es schwierig, Zürich wegen der Bauart seiner Häuser und der Lage seiner Strassen der Art zu dekorieren, dass es einen überwältigenden Anblick darbietet», beklagte die Neue Zürcher Zeitung in einem ihrer Berichte über das Sängersfest. Was jedoch der künstliche Tannenwald am Rennweg, der Mastenwald in der Seefeldstrasse, Triumphbogen und Büste des Sängervaters Nägeli in grüner Nische, Wappen, Sinnsprüche, Blumen und Girlanden an Häusern und Brücken allein nicht zu leisten vermochten, das übernahmen die elektrischen Bogenlampen: «In der Nacht vom Freitag erstrahlte der Festplatz zum ersten Mal in seinem Glanze. [...] Die Wirkung des elektrischen Lichtes ist eine zauberisch schöne, namentlich gegen den See hinaus, an dessen Gestade die Fontaine ihre Wasser, flüssigem Silber gleich, gegen den Nachthimmel wirft.» Auch wenn «für einzelne der gegebenen Plätze streng genommen eine grössere Zahl solcher Lampen» zu wünschen blieb, war «nicht zu verkennen, dass der leitende Ingenieur es verstanden hat, das auf den hervorragendsten Plätzen der grössten Städte berühmt gewordene Licht unserem Festplatze flott anzupassen. [...] Ein eigentliches Bijou der Beleuchtung kann das Rondell neben der

9 Erwähnt sind hier nur wenige «neben vielen andern ansehnlichen Gästen», die sich im Sommer 1879 in verschiedenen St. Moritzer Hotels aufgehalten haben. Siehe *Der freie Rhätier* 183, 7. August 1879. Zur Architekturgeschichte des Engadiner Hotelbaus siehe Rucki 1989, zum Hotel Kulm Rucki 1989, 192.

10 Zur korrekten Datierung siehe Kaiser 1983, 22, und Schnitter 1992, 152–154. Dagegen 100 Jahre Elektrische Beleuchtung in der Schweiz 1978; Schobert 1979, 6; *Bulletin SEV/VSE* (71) 1980, 277; Savoy 1987, 5; *Der Seilzug* 1968. Dolf Kaiser verdanke ich den Hinweis auf die beiden Artikel im *Fögl d'Engiadina* und dem *Freien Rhätier*.

Festhütte genannt werden, in dessen Mitte die elektrische Flamme einen magischen Effekt durch Mischung von taghellem Grün mit dem Schatten der Nacht hervorbringt. Der gestrige Abend besonders hat uns mit dem elektrischen Lichte vertraut gemacht und konstatiert, dass dasselbe eine hohe Zierde des Festes ist.¹¹ Am Abend des zweiten Festtags, «als im Hafen der See beleuchtet wurde, hunderte von kleinen Booten, mit farbigen Papierlaternen behangen [wurden]» und «ein reiches Feuerwerk gen Himmel stieg, in Garben oder in einzelnen flammenden Sternen», wurde die «elektrische Flamme» neben der Festhütte zusammen mit den andern Jablochkofflampen vervielfacht, ja mittels «bengalischer Feuer» auf dem Üetliberg, Albis und Zürichberg über die Stadtgrenzen hinausgetragen, «und mitten drin leuchtete es von Zeit zu Zeit in grellem Schimmer vom Himmel her, ein nahendes Gewitter verkündend» – «begreiflich, dass sich Jedermann beeilte, den zauberisch schönen Anblick zu geniessen».¹²

Diskurse, die durch das Hin-und-her-Laufen bzw. den Fluss ihrer Rede zwischen Begriffen, Metaphern, Bildern und Wortfeldern aufgebaut werden, sind geregelte Assoziationsnetze und müssen auf die Anschlussfähigkeit ihrer Begriffe bedacht sein. Die Bildung von historischen Sequenzen, von der Kerze über die Öl- und Petrollampe zum Gaslicht und von dort zur Bogenlampe, ist eine Möglichkeit, solche Assoziationen zu regeln. Die diskursive Verknüpfung von Gegenständen mit bestimmten Begriffen und Metaphern, die Bildung von spezifischen Wortfeldern also, stellt daneben eine zweite Möglichkeit dar. Im Engadiner Beispiel wurde das Bogenlampenlicht dem Sonnenlicht gleichgestellt und ihm die Kraft zugeschrieben, die Nacht in Tag zu verwandeln. Das Zürcher Beispiel erweitert das assoziative Feld. Auch hier war zwar die Rede von «taghellem Grün», das mit der Nacht kontrastierte, auch hier wurden die Bogenlampen als «elektrische Flammen» mit den «Flammen» auf den Booten und den «flammenden Sternen» des Feuerwerks in Beziehung gebracht und schliesslich mit dem «bengalischen Feuer» in eine Reihe gestellt. Als wichtiges neues Element, das man in späteren Berichten über andere Festbeleuchtungen wiederfinden wird, kamen nun der «zauberisch schöne Anblick» und der «magische Effekt» des Bogenlampenlichtes hinzu.

Die bisher vorgestellten Texte machen deutlich, dass nicht nur der Diskurs, sondern auch die Technik selbst Anschlüsse suchen musste, um ihren Aktionsraum zu vergrössern. Im Engadin war es die Assoziation der Bogenlampe mit der Hotellerie, den europäischen Nobeltouristen und ihrem Distinktionsbedarf, sowie – utopisch – mit den heuproduzierenden Bergbauern. Im Fall des eidgenössischen Sängersfests finden wir eine Assoziation zwischen der Bogenlampe und dem Fest, die auf gegenseitigem Interesse

11 NZZ 192 II, 10. Juli 1880.

12 NZZ 194, 12. Juli 1880.

beruhte: Die elektrische Bogenlampe profitierte von dem ihre Wirkung multiplizierenden Festakt, sie profitierte vom Budget des Organisationskomitees, welches eine provisorische Installation der überaus teuren Spitzentechnik erlaubte, und sie profitierte von dem sie begleitenden Feuerwerk, das ihren Aktionsradius in vertikaler und horizontaler Ebene ausdehnte. Ferner erhielten die Bogenlampen dank dem Fest eine Plattform, um ihre in den Weltstädten bereits erprobte Anwendung¹³ schweizerischen Verhältnissen «flott» anzupassen, und schliesslich war das eidgenössische Sängerefest für die elektrischen Bogenlampen auch insofern von Bedeutung, als sie in einem nationalistisch überhöhten Festakt einen prominenten Standort einnahm und damit für weitere, ähnliche Feste brauchbar wurden.

Die Interessen des Festes an der neuartigen Beleuchtungsmöglichkeit waren nicht weniger handfest. Die von der Neuen Zürcher Zeitung beklagte mangelnde Festtauglichkeit der Stadt wurde durch die «hohe Zierde» des elektrischen Lichtes kompensiert. Der alles durchwirkende Nationalismus des Sängerefestes erhielt eine nochmalige Steigerung, indem die Lampen dem Fest einen Hauch grossstädtischer Eleganz und Modernität verliehen. Darüber hinaus erhielt der Festakt einen «magischen Effekt», der den im strömenden Regen aufgelösten Einzug der kantonalen Delegationen und das «schlechte Bier» wettzumachen in der Lage war. Weitere «fringe benefits» für die Elektrizität und für das Distinktionspotential der Sängerolympiade warf ein Nebenschauplatz des Festes ab, auf dem ein beinahe utopisch anmutendes technisches Experiment realisiert wurde: «Bisher wurden Berichte aus Amerika, die von per Telephon auf grössere Entfernungen vermittelten Konzerten erzählten, von Vielen mit Misstrauen entgegen genommen. Auch als wir vor einigen Tagen berichteten, dass der Vertreter der International Bell Telephon Compagnie [...] von der eidgen. Telegraphendirektion in Bern einen Draht zwischen hier und Basel gemiethet, um in letzterer Stadt das grosse Turnier zwischen den verschiedenen Gesangsvereinen vernehmbar zu machen, mögen Manche an der Möglichkeit der Ausführung dieses Unternehmens gezweifelt haben. Das Resultat dieser interessanten, in Europa zum ersten Male angestellten Versuche ist indessen ein ganz befriedigendes. Trotz der unvermeidlichen Induktion wurde in Basel der Gesang klar und deutlich vernommen.» Ein Telegramm aus Basel bestätigte den Erfolg: «Schlusswirkung pompös». Der Weg in die (telefonische) Zukunft war vorbereitet.¹⁴ Das «vaterländische Fest», «welches nicht nur die Harmo-

13 Seit 1878 wurden in Paris Versuche mit Bogenlampen zur Beleuchtung von Strassen und Plätzen gemacht (Place und Avenue de l'Opéra), allerdings ohne grossen Erfolg. 1882, d. h. zwei Jahre nach dem eidgenössischen Sängerefest, waren erst der Parc Monceau und die Buttes-Chaumont elektrisch beleuchtet. Caron und Cardot 1991, 162. Zu den Schwierigkeiten mit der Elektrifizierung in Paris siehe Beltran 1985. In Berlin wurde 1879 die Kaiserpassage mit 12 Differentialbogenlampen beleuchtet. Sattelberg 1971, 148.

14 NZZ 194, 12. Juli 1880.

nie der Töne, sondern auch, trotz aller Divergenz politischer Parteilung, die Harmonie der Herzen hervorzaubern» wollte, bewegte sich also nicht nur «in der Lichtwelt der Kunst» des Ignaz Heim und im Lichtkegel elektrischer Spitzentechnik; zum «grossen Kranz von Verbindungen, die [unser Vaterland] zieren», kamen sowohl die ultramoderne Telefonverbindung zwischen Zürich und Basel als auch die «Festwunder, die uns, solchen Anblicks Ungewohnte hier entzücken werden», hinzu!¹⁵ Umgekehrt wurden die Bogenlampen in Zürich so eingeführt, dass sie nach 1880 beinahe einen festen Bestandteil aller nachfolgenden patriotischen Festakte bildeten – das Sängerefest verstärkte nicht nur die Verbindungen zwischen den kantonalen Sängerdelegationen in einem «engen korporativen Verband, wie ihn ausser uns nur noch die Armee hat», es produzierte und verfestigte auch die über mehrere Jahre andauernde Assoziation von elektrischer Beleuchtung und nationalistisch geprägter Festkultur!¹⁶

In den folgenden Jahren blieb daher kein grosser patriotischer Anlass ohne die «blendendhellen», «magischen» Bogenlampen. Neben Stirnemann und Weissenbach begannen nun auch die Zürcher Telephongesellschaft, Bürgin und Alioth, die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik sowie Ehrenberg und Zellweger in Uster Festbeleuchtungen mit elektrischen Bogenlampen zu installieren.¹⁷ Allein die Zürcher Telephongesellschaft beleuchtete zwischen 1884 und 1885 ein gutes Dutzend solcher Anlässe, vom Kirchweihfest Stadel über das kantonale Gesangfest in Herzogenbuchsee bis zur Exposition d'horticulture in Vevey mit 18 Bogenlampen, vom kantonalen Turnfest in Thun bis zum eidgenössischen Schützenfest in Bern mit 43 Bogenlampen. Selbst für die Zwinglfeier in Zürich und Fluntern stellte man vier Bogenlampen auf!¹⁸

Den unbestrittenen Höhepunkt im kollektiven Festgedächtnis stellte die Landesausstellung von 1883 dar. Es scheint, dass die Redeströme zur elektrischen Beleuchtung an der Landesausstellung ihre erste Ausformung gefunden haben. So hiess es in einem Zeitungsbericht: «Vor der Industriehalle liegt ein halbkreisförmiger Platz, in dessen Mitte die Wasser eines Springbrunnens mit etwa zwanzig Strahlen rauschen. In einiger Entfernung von diesem Wasserspiel hängen an zwei hohen Stangen je fünf elektrische Lampen. Ungefähr um neun Uhr leuchteten diese Lampen auf und übergossen den Platz mit ihrem weissen Lichte. Nun war der Anblick ein feenhafter geworden. [...] Das Auge weidete sich an diesen majestätischen Bildern. [...] Da die Stimmung

15 Zitate aus den Festreden zur Eröffnung des Eidgenössischen Sängerefestes, NZZ Extrablatt, 11. Juli 1880. Der Sängervater Ignaz Heim wurde von «Dr. Römer, Präsident des eidgenössischen Sängerefestes» mit den Worten «In der Lichtwelt der Kunst bleibt ewig das Wesentlichste und Bildendste das in schöner Tonform gesungene Wort» zitiert.

16 Siehe auch NZZ 189 I, 7. Juli 1880.

17 Wyssling 1946, 7–8.

18 Zürcher Telephongesellschaft 1985 in: ETH Ms. 561, 31.

ohnehin eine gehobene war, vermochte die Musik durch ein Potpurri vaterländischer Melodien auch die patriotische Stimmung in angenehmer Weise aufzustacheln und zu angemessenem Ausdrucke zu veranlassen.¹⁹

Die Elemente sind bekannt: Die Anblicke und Bilder werden jetzt «feenhaft» und «majestätisch», während sie 1880 «zauberisch schön» und «magisch» gewesen waren. Wiederum spielte auch das Wasser als dekoratives Element hinein – 1883 jenes des «Springbrunnens», 1880 jenes der «Fontaine», die «ihre Wasser, flüssigem Silber gleich gegen den Nachthimmel» warf. Das Sängerefest hatte eine «venetianische Nacht – effektvoller durch die elektrischen Lichter und die noch nie gesehenen Seespiele²⁰ geboten, während auf der Landesausstellung von 1883 die Lampen selbst den ganzen Festplatz «mit ihrem weissen Licht [...] übergossen». Auch die nationalistische Dimension des Sängerefestes wiederholte sich 1883 als patriotische Stimmung, welche von vaterländischen Melodien geschaffen wurde. Selbst wenn das elektrische Licht der Landesausstellung keine Mandelbäume zum Blühen brachte, so standen doch «die über und über mit Blüten bedeckten Kastanienbäume, welche im grossen Halbkreise die Grenze des Parkes gegen die Industriehalle bilden, [...] wie Weihnachtsbäume eines Riesengeschlechtes da»; und «wer aus dem Parke gegen den Platz hinwandelte, dem leuchtete der helle Schein durch die Lücken der Wipfel entgegen» und der sah, wie «die Wasser des Brunnens in magischem Glanze hoch empor[sprangen].²¹

Insgesamt fanden 38 «Illuminationen» auf der Landesausstellung statt, ein Gesamtkunstwerk, in dessen Dienst «farbige Gläser mit Ölschwimmern, Papierlampions, bengalische Flammen, elektrische Bogenlampen [und ein] Feuerwerk» standen. Das Bogenlicht wurde damit, wie schon während des Sängerefestes von 1880, im Verbund mit weiteren Beleuchtungstechniken vorgeführt, die seine Wirkung vervielfachten. Diese Wirkung wurde jedoch nochmals multipliziert, indem sich «hunderttausende [...] an den Beleuchtungsabenden der Ausstellungsperiode erfreut» haben.²² Zudem wurde der Aktionsraum des elektrischen Bogenlichtes auf der Ausstellung selbst auszudehnen gesucht: «Die elektrischen Bogenlampen [...] erleuchteten zunächst nur den Hauptplatz des Ausstellungsparkes. Später wurden Umschalteneinrichtungen angebracht, welche es ermöglichten, die Bogenlampen der Parkbeleuchtung zeitweise ausser Funktion zu setzen und dafür durch farbige Gläser elektrisches Licht auf die Fontäne und den Musikpavillon zu werfen.» Dabei wurden beinahe die Grenzen des Vorstellbaren gesprengt: «Die acht elektrischen Lampen der Parkbeleuchtung sollen je 1500

19 NZZ 135 Beilage, 15. Mai 1883.

20 NZZ 194, 12. Juli 1880.

21 NZZ 135 Beilage, 15. Mai 1883.

22 NZZ 314, 10. November 1883. Verwendet wurden bis 5000 «farbige Gläser», bis 1000 Papierlampions, 15–50 bengalische Flammen, sowie 8 elektrische Bogenlampen von Bürgin & Alioth.

bis 1800 Kerzen²³ Leuchtkraft gehabt haben.» An Kerzenlicht und Petrol-
lampen gewohnte Ausstellungsbesucher mussten von solcher «Leucht-
kraft» überwältigt sein, um so mehr, als «trotz der ziemlich fortgeschrittenen
Entwicklung der schweizerischen Feuerwerkerei die Beleuchtung grösserer
Komplexe mittelst fixen Lichtern [...] bis jetzt bei uns so gut wie
unbekannt war».

Die Beleuchtungsorgie der Schweizerischen Landesausstellung brachte damit
zum erstenmal eine Lichtästhetik nach Zürich, wie sie «in den grossen
Vergnügungsetablissemments der europäischen Hauptstädte, bei Anlass von
Volksfesten etc. schon seit Jahrzehnten praktiziert wurde». Der Berichterstat-
ter mag bei dieser letzten Beurteilung leicht übertrieben haben. Für die
elektrische Bogenlichtbeleuchtung war sie dennoch von Nutzen, da auch
hier wieder, wie schon 1880, auf europäische Grossstädte als Vorbilder
verwiesen wurde.²⁴

Das letzte patriotische Lichtereignis, das hier erwähnt sein soll, fand 1886
gleichzeitig in mehreren Städten der Schweiz statt. Neues kam nicht mehr
hinzu, ja die nun virtuell auf das ganze Land ausgedehnte Festbeleuchtung
war so klar von einem Muster geprägt, dass man sie dem Publikum «wenig-
stens an jedem Sonntag» hätte bieten können, wie die Neue Zürcher Zei-
tung vom 6. Juli 1886 schrieb: «Das Zürcher Publikum feierte am Montag
ebenfalls seinen Sempacher-Tag in der Platzpromenade. Gegen acht Uhr
Abends konnte man sich in die fröhliche Zeit der Landesausstellung zurück-
versetzt glauben. Die «Konkordia» spielte ihre flottesten Weisen, rauschend
schleuderte der Springbrunnen seine Wassergarben in die Höhe, mit blen-
dendem Glanz übergoss das elektrische Licht das bunte Gewimmel, das sich
auf allen Wegen drängte und schob oder in behaglichem Stilleben der Musik
lauschte. [...] Warum wird der Platzspitz bei schönem Wetter nicht wenig-
stens an jedem Sonntag zu solch' edler Erlustigung des Publikums benützt?»²⁵
Die Beschreibung wirkte nun stereotyp, Worte, Bilder, Einrichtungen und
Dispositive blieben konstant. Interessant ist jedoch die Tatsache, dass elek-
trisches Bogenlicht mit dem Hinweis auf die Landesausstellung eine Ge-
schichte erhielt, und dass der Redaktor der Neuen Zürcher Zeitung auf die
Idee kam, dasselbe in geeigneter Umgebung, wenigstens für den sonntäg-
lichen Genuss fest zu installieren, ja dass man offenbar elektrische Beleuch-

23 Die photometrische Einheit «Kerze» wurde 1884 vom Siemens & Halske-Ingenieur Fried-
rich von Hefner-Alteneck mit einer Dochtlampe definiert. Sie entspricht der Lichtstärke,
welche die sogenannte Hefnerlampe unter vorgegebenen Bedingungen in waagrechtlicher
Richtung ausstrahlt. (Dochtrohr aus Neusilber, Innendurchmesser 8 mm. Wandstärke
0,15 mm. Brennstoff reines Amylacetat. Flammenhöhe 40 mm bei gesättigtem Docht in
ruhiger Luft von 760 Torr Druck und einer Luftfeuchtigkeit von 8,8 l Wasserdampf je
Kubikmeter Luft.) Eine Kerze entspricht 0,903 cd (Candela). Vgl. auch Centralblatt für
Elektrotechnik (10) 1888, 186–197.

24 NZZ 314, 10. November 1883.

25 NZZ 186 II, 6. Juli 1886.

tung und was damit zusammenhing im Alltag zu vermissen begann. Dies geht auch aus einem Artikel mit dem Titel «Unvergessliche Tage» hervor, welcher den Luzerner Festkater nach dem Ende der Sempachfeier beschreibt. «Vorbei und vorüber. Die letzten Raketensterne sind über dem See erloschen, die beleuchteten Höhen ins Dunkel zurückgetreten; die bunten Lichter, welche das pittoreske Luzern wunderbar umglänzten, sind verglommen [...]. Ein paar Stunden bleiernes Schlafes. Dann lässt sich die Sonne nicht mehr abweisen.» Auch in Sempach selber sei es still geworden, «nur die Zimmerleute mögen damit beschäftigt sein, die stolzeste Schau- bühne abzubrechen, welche sich in der Schweiz jemals erhoben hat». Das journalistische Klagelied über den Verlust künstlicher und kunstvoller Fest- beleuchtung, das Ende der Festspiele mit «ihren grossartigen Massenwir- kungen», an denen «die Schweiz ihr Olympia gefunden hat»²⁶ spricht aus, was die Luzerner Hotellerie im selben Jahr durch die Einführung elektrischer Beleuchtung, im wahren Sinn des Wortes, *scheinbar* wiedergewonnen hat – die Möglichkeit der Illusion, jene magischen Effekte und zauberhaften Anblicke, welche bislang nur Feste zu bieten vermochten, im Alltag zu re- produzieren.²⁷

Spiegelt der aus der Neuen Zürcher Zeitung zitierte Diskurs zur elektrischen Festbeleuchtung ein ganz spezifisches Wahrnehmungsmuster? Dies ist kei- neswegs der Fall. Zwar konnten diskursive Spielräume, in Abhängigkeit von lokalen Kontexten, durchaus eine Rolle spielen; im wesentlichen zeichnet sich jedoch die schweizerische Meinungs- und Presse durch eine erstaunliche Einheitlichkeit in der Einschätzung und in der journalistischen Behand- lungsweise der neuen Technik aus, oft über Partei- und selbst Sprach- grenzen hinweg. Dies mit einzelnen Zitaten belegen zu wollen, wäre kaum sehr leserfreundlich. Ich stelle daher lediglich ein besonders eindrückliches Beispiel rhetorischer und metaphorischer Gleichbehandlung vor. Am 7. Juli 1886 war im Feuille d’Avis de Lausanne folgendes über die in Luzern ab- gehaltene Feier zum 500. Jahrestag der Schlacht bei Sempach zu lesen: «De l’avis de tous, cette fête nationale a été l’une des plus belles et l’une des plus émouvantes qui aient été célébrées en Suisse. Les Confédérés, oubliant un instant les divergences de langues, d’opinions et de croyances qui les séparent, ont senti qu’ils appartenaient à une même patrie et qu’ils ne formaient qu’un seul peuple fermement résolu à défendre son indépen- dance envers et contre tous.»

Der nationalistische Tenor des Berichtes unterscheidet sich weder von dem, was die Neue Zürcher Zeitung über Sempach geschrieben hatte, noch was die Zeitung von der Landesausstellung oder vom eidgenössischen Sängerk-

²⁶ NZZ 188, 8. Juli 1886.

²⁷ SBZ, 27. Februar 1886, 57; SBZ, 15. Mai 1886, 131; SBZ, 18. September 1886, 67–71; NZZ, 18. September 1886. Siehe auch Huber 1986, 99–103.

Tab. 1: *Ästhetische Konnotationen elektrischer Festbeleuchtung*

<i>Neue Zürcher Zeitung</i>	<i>Feuille d'Avis</i>
«die bunten Lichter, welche das pittoreske Luzern wunderbar umglänzten»	«la ville de Lucerne était magnifiquement illuminée»
bengalische Feuer auf dem Üetliberg, Albis und Zürichberg	«tandis que les feux de joie brillaient sur les pics des montagnes, au sommet du Righi et du Pilate»
«trotz aller Divergenz politischer Parteilung, die Harmonie der Herzen hervorzubringen»	«oubliant un instant les divergences de langues, d'opinions et de croyances» / «senti qu'ils appartenaient à une même patrie»
eine «venetianische Nacht – effektvoller durch die elektrischen Lichter» / Papierlampions	«Deux vapeurs garnis de lanternes vénitiennes»
«den zauberisch schönen Anblick zu geniessen» / «Das Auge weidete sich an diesen majestätischen Bildern»	«muets d'admiration devant le spectacle grandiose»
die Fontaine wirft ihre Wasser, «flüssigem Silber gleich, gegen den Nachthimmel» / Raketensterne / vom Feuerwerk mit Garben oder «einzelnen flammenden Sternen» bis zum Himmel verlängert	«ce ciel qui semblait comme un voile léger, bordé d'étoiles argentées»
«hunderte von kleinen Booten, mit farbigen Papierlaternen behangen» / «Die Wirkung des elektrischen Lichtes ist eine zauberisch schöne, namentlich gegen den See hinaus»	«cette eau tranquille et transparente où venaient se refléter les mille feux du rivage» / «Des feux électriques se brisaient contre les falaises du lac des Quatre-Cantons»

Quellen: NZZ, die zitierten Berichte; Feuille d'avis de Lausanne, 7. Juli 1886.

fest von 1880 berichtete. Besonders augenfällig wird diese semantische Generalisierung jedoch in der Beschreibung der elektrischen Beleuchtung am Fest in Luzern: «Lundi soir, la ville de Lucerne était magnifiquement illuminée. Des feux électriques se brisaient contre les falaises du lac des Quatre-Cantons, tandis que les feux de joie brillaient sur les pics des montagnes, au sommet du Righi et du Pilate. C'était un spectacle d'une beauté indiscible. Deux vapeurs garnis de lanternes vénitiennes ont fait une promenade sur le lac. Les passagers restaient muets d'admiration devant le spectacle grandiose qui s'offrait à leurs

yeux, en contemplant cette eau tranquille et transparente où venaient se refléter les mille feux du rivage, ces bords dentelés étincelants de lumière et dominés par les cimes majestueuses, ce ciel qui semblait comme un voile léger, bordé d'étoiles argentées, jeté par-dessus les montagnes.²⁸

So sehr man auch bis heute am Einfallsreichtum eidgenössischer Festkultur zweifeln mag, so wenig darf man die in Tab. 1 vorgeführte Ähnlichkeit metaphorischer Darstellung der elektrischen Bogenlichtbeleuchtung auf die Festdispositive selbst zurückführen. Es wird viele durchgehende Festphänomene gegeben haben, über die niemand auch nur ein Wort verloren hätte. Weder Latrinen, Tische, Wurstbuden oder die Kleidung der Festredner fanden in den Zeitungen je Erwähnung, weil sie eben zum Normalbetrieb, zur Standardausrüstung eines Festes zählten. Die Tatsache, dass die Festberichte dem elektrischen Bogenlicht immer wieder einen zentralen und gleichzeitig ideologisierbaren Stellenwert zuwiesen und einhellig behaupteten, dass die beschriebenen Feste dank der «magischen Lichtfülle» der elektrischen Bogenlampen einen «feenhaften Anblick» gewannen, ist daher von herausragender Bedeutung. Ohne diese Redeströme, die wir nur aus schriftlichen Zeugnissen rekonstruieren können, die aber auch gesprochene Rede gewesen sind, hätte man sich nach den Festen jeweils kaum in so uniformer Weise an die von ihnen vorgeführte neuartige Beleuchtungsmöglichkeit erinnert. Im Fall der Landesausstellung von Zürich etwa blieben selbst einzelne Worte in Erinnerung, über Jahre hinweg. Noch 1890 erwähnte der Zürcher Stadtgenieur Werner Burkhard-Streuli in einem Bericht die «unwiderstehliche Anziehung, welche die über den Festplatz und die Fontaine ausgegossene, magische Lichtfülle» der Landesausstellung von 1883 ausgeübt hatte; er rekurrierte darauf in der Debatte über die definitive Einführung der elektrischen Beleuchtung in Zürich.²⁹

Das Glühlicht oder die Zivilisierung der Bogenlampe

Der elektrischen Glühlampe war in der Schweiz bei weitem kein so spektakulärer Auftritt vergönnt wie der elektrischen Bogenlampe. Es fehlte ein Johannes Badrutt der Glühlampe, es fehlten Sängereisen und Sempachfeiern, in deren Zentrum die Glühlampe gestanden hätte, kurz: es gab kein kanonisches Ereignis der Einführung der Glühlampe, nicht einmal die Historiographie hat es nachkonstruiert. Selbst die von der Technikgeschichte bis zum Überdruß zelebrierte Erfindergestalt Thomas Edisons spielte zu

²⁸ La Feuille d'Avis de Lausanne et résumé des nouvelles, 7. Juli 1886, zit. nach Savoy 1987, 60–61.

²⁹ Burkhard-Streuli 1890, 8. Auch vor der Technischen Gesellschaft hatte Burkhard-Streuli auf «den unvergesslichen Glanz» hingewiesen, den die elektrische Beleuchtung auf der schweizerischen Landesausstellung entfaltet habe. Technische Gesellschaft 1889, 101 (Vortrag Burkhard-Streuli, 11. Dezember 1888).

Beginn der 1880er Jahre im Bewusstsein der schweizerischen Öffentlichkeit eine erstaunlich marginale Rolle; zur pompösen Inszenierung des Edisonschen Glühlicht-Beleuchtungssystem an der Pariser Elektrizitätsausstellung von 1881 gab es kein schweizerisches Korrelat.³⁰ Die Glühlampe ist als Randfigur auf die Beleuchtungsszene gebracht und hat nur allmählich die Hauptrolle des «Beleuchtungsrummels» (Werner Siemens) zugesprochen erhalten.³¹ Das Fehlen eines helvetischen Glühlichtspektakels der frühen 1880er erstaunt aber nicht nur mit Blick auf die Pariser Elektrizitätsausstellung und die oben beschriebenen Bogenlampeninszenierungen; es erstaunt auch bei genauerer Betrachtung der tatsächlichen Verbreitung elektrischer Glühlampen in der Schweiz. 1883, nur zwei Jahre nach ihrer Vorführung in Paris, zählte man bereits 168 elektrische Beleuchtungsanlagen, welche zusammen mehr als 9000 Glühlampen betrieben. Dem standen lediglich 105 Bogenlichtanlagen mit insgesamt 548 Bogenlampen gegenüber.³² Hatte das elektrische Bogenlicht seit 1880 über eine Assoziation mit der eidgenössischen Festkultur ins Bewusstsein der Öffentlichkeit gebracht werden können, so mussten Glühlampenhersteller eine etwas andere Strategie verfolgen, da sich ihre Technik weniger für spektakuläre Beleuchtungsszenarien eignete. Presseberichte spielten jedoch auch für die Popularisierung der Glühlampe eine Schlüsselrolle. So veranstalteten z. B. «die Herren Ehrenberg und Zellweger, Besitzer der Fabrik für elektrische Apparte», im Kellergeschoss einer Textilfabrik in Uster Versuche mit elektrischer Beleuchtung, zu denen sie «einige Freunde und Vertreter der Presse» einluden. Selbst wenn die Journalisten den Demonstrationen relativ geringes Sachwissen entgegenbrachten und die ihnen vorgeführten ungewohnten «Am-pères» kurzerhand in vertrautere «Atmosphären (Stromstärkeeinheiten)» verwandelten, so brachten sie die elektrische Beleuchtungstechnik dennoch der Öffentlichkeit zur Kenntnis und vermittelten in ihren Berichten eine Technikbeurteilung, die geeignet war, den allgemeinen Erwartungshorizont gegenüber elektrischem Licht zu erweitern. «Dr. C. B.», der im Auftrag der Neuen Zürcher Zeitung nach Uster reiste, beschrieb nämlich nicht nur die Anlage und deren Funktionsweise, er übermittelte seinen Lesern

30 Der spektakuläre Auftritt elektrischer Beleuchtung auf der Landesausstellung von 1883 in Zürich war elektrischen Bogenlampen vorbehalten. Glühlampen fanden dagegen erstaunlich wenig Beachtung. Zum Debut des mit Glühlampen arbeitenden Beleuchtungssystems Edisons auf der Pariser Elektrizitätsausstellung von 1881 siehe Hughes 1983, 50–52; Fox 1987; Beltran und Carré 1991, 67–71; Caron und Cardot 1991, 21.

31 Nach Kocka hatte Werner Siemens eine zunächst offen ablehnende Haltung der elektrischen Beleuchtung gegenüber eingenommen und von «Beleuchtungsrummel» und «Schwindelgesellschaften» gesprochen. Kocka 1972, 130. Vgl. auch die Erinnerung von Carl Fürstenberg, dem Inhaber der Berliner Handels-Gesellschaft, wonach Emil Rathenau in Berliner Bankierskreisen während Jahren «als ein ausgemachter Phantast» eingestuft wurde. Vgl. Fürstenberg 1931, 175, zit. nach Strobel 1974, 311.

32 Weber 1884b, 56–57.

auch eine Vorstellung davon, wie und wo man elektrische Lampen verwenden könnte. Dass er dabei mit der vertrauteren Form des elektrischen Lichts, mit der Bogenlampe, begann, sollte wohl die Entwicklungsfähigkeit der elektrischen Beleuchtungstechnik von der als «gewöhnlich» stilisierten Bogenlampe hin zum elektrischen Glühlicht unterstreichen. «Die Siemenssche Differentiallampe ist das gewöhnliche Modell, das man in Werkstätten anwendet. Es ist dies eine sogenannte Bogenlampe, d. h. eine Lampe, in der das Licht erzeugt wird durch den Flammenbogen, der zwischen zwei Kohlen, durch welche der Strom geht, überspringt und diese glühend macht. Diese Lampen sind sehr kompliziert und voluminös und werden hauptsächlich zur Beleuchtung von Werkstätten, Strassen, Plätzen etc. verwendet. [...] Eine solche Lampe gibt [...] eine Lichtstärke von etwa 300 Normalkerzen.»³³ Wiederum treffen wir hier auf die beredte expansive Dynamik des elektrischen Lichts – auch in diesem Text werden, wie in den Festberichten, Assoziationen offeriert, welche der Ausbreitung der neuen Technik dienlich sein sollten. Die Behauptung, dass Bogenlampen «hauptsächlich zur Beleuchtung von Werkstätten, Strassen, Plätzen etc. verwendet» wurden, unterstellte nämlich, dass sie auch nebensächliche Verwendungszwecke hatten und ihre explizit genannten Anwendungsorte durch «cetera» erweitert werden konnten. Mehr noch: der Text suggerierte, dass die Beleuchtung all dieser Orte bereits gegenwärtige technische Praxis sei und dass dieser Praxis genormte Bogenlampenmodelle und «Wechselstrommaschinen von Siemens, *Modell W3*» zur Verfügung stünden. Um 1882 war das zwar eher elektrische Zukunftsmusik, da es in der Schweiz zu diesem Zeitpunkt keine Strassen und Plätze gab, die mit elektrischen Bogenlampen beleuchtet wurden, und die Werkstätten, die sich diese Beleuchtungsart leisten konnten, liessen sich an einer Hand abzählen. Aber die Behauptung, elektrisches Bogenlicht für Werkstätten, Strassen und Plätze sei aktuelle technische Praxis, war ein von Ehrenberg und Zellweger gemachtes und durch die Presse verbreitetes zukunftsweisendes Assoziationsangebot zwischen elektrischer Bogenlampenbeleuchtung und bestimmten, erst später realisierten Anwendungsformen. Der Bericht von der Pressevorführung vermittelte damit nicht nur allgemeinverständliche Informationen darüber, was eine Bogenlampe war und wie sie funktionierte, sondern suchte gleichzeitig deren Möglichkeitsraum auszudehnen, indem er zukünftige technische Praxis als gegenwärtige Norm und Gewöhnlichkeit darstellte. Das Beispiel zeigt ferner, wie fein nuanciert populärtechnische Berichterstattung sein konnte und wie deren scheinbare Bedeutungsungenauigkeiten für die zeitgenössische Einschätzung einer Technik durchaus Sinn machten.

33 NZZ 229 I, 17. August 1882. Vorgeführt wurden «1) Eine Siemenssche Differentiallampe. 2) Drei sehr elegante Leuchter mit je 10 Swan-Lampen 3) Ein Leuchter mit 12 Edison-Lampen. 4) Einige vereinzelte Edison-Lampen. 5) Eine transportable Edison-Lampe.»

Tab. 2: Assoziationsangebote und Anschlüsse der Bogenlampe, Uster 1882

<i>Explizit</i>	<i>Implizit</i>
– Werkstätten	– Textilfabrik/Industrie
– Strassen	– Öffentliche Beleuchtung, Sicherheit/ Gasbeleuchtungsersatz
– Plätze	– Öffentliche Beleuchtung – Repräsentation
– «et cetera»	– ausdehnbar
– blendend, flackernd	– zu hell für Innenbeleuchtung
– Konstruktion: sehr kompliziert und voluminös	– Notwendigkeit von Prozessinnovationen
– standardisierte Konstruktion und technische Umgebung	– kann jederzeit und überall installiert werden

Quelle: NZZ 229 I, 17. August 1882.

Der Rückgriff hier auf einen Text, der Bogenlampen beschreibt, entspricht einer Bewegung, welche unzählige Texte der frühen 1880er Jahre ebenfalls vollzogen. Der Artikel über die Presseschau von Ehrenberg und Zellweger stellte hierin keine Ausnahme dar: Um von der neuen zur neuesten Technik gelangen zu können, musste man die Bogenlampen nochmals beschreiben. Aber gleich neben den (neuen) Siemensschen Differentiallampen hingen im Textilfabrikeller in Uster die (neuesten) elektrischen Glühlampen: «Die Swan- und Edison-Lampen sind sog. Glühlicht- oder Incandescenz-Lampen, weil das elektrische Licht durch die intensive Gluth eines dünnen Kohlenfadens erzeugt wird. Sie werden verwendet als Einzellampen für kleinere Zimmer oder werden in grosser Zahl an einem Leuchter angebracht, um grosse Räume zu erhellen. Die Swanlampen bestehen aus einem birnförmigen, luftleeren Glasballon von 7 Cm. Länge. In dessen schmales Ende sind zwei Zuleitungsdrähte aus Platin eingeschmolzen, an deren innern Enden ein dünner Kohlenfaden befestigt ist, der eine Länge von 10–12 Cm. hat und in Form einer Schleife doppelt gebogen ist. Diese Lampen haben einen Widerstand von 65–70 Ohm und geben eine Lichtstärke von etwa 10 Normalkerzen. Im Allgemeinen sieht man ihr Licht als viel angenehmer an als das aller andern Lampen.»³⁴ Nicht Werkstätten, Strassen und Plätze waren die Anwendungsorte der Glühlampen, sondern «kleinere Zimmer». Die Glüh-

³⁴ NZZ 229 I, 17. August 1882. Siehe auch SBZ, 2. Februar 1884, 28–29 (Fabrication der Edisonschen Glühlampen).

lampe stellte damit eine Domestizierung elektrischen Bogenlichtes im wahren Sinn des Wortes dar, dessen «natürliche», sonnenlichtartige Leuchtkraft von 300 oder mehr Normalkerzen auf handliche 10 Normalkerzen reduziert und in einem «luftleeren Glasballon» sicher eingeschlossen wurde.

Diese offenbar beliebige Reduktion elektrischer Lichtmenge auf eine dem häuslichen Gebrauch angemessene Grösse verwandelte elektrisches Licht in angenehmes Licht, «angenehmer als das aller andern Lampen». Dutzende von Erfindern hatten das Problem in den vergangenen Jahren studiert; nun schien es endlich gelöst. «Have struck a bonanza in Electric Light – indefinite subdivision of light» hatte Edison 1878 seinem Mitarbeiter Theodore Puskas nach Paris telegraphiert.³⁵ 1882 konnte man auch in Uster sehen, wie die Parallelschaltung von Glühlampen³⁶ zur «indefinite subdivision of light» und damit zur «bonanza» Thomas A. Edisons führte. Im Gegensatz zur gigantischen Lichtfülle der Bogenlampe spendeten «die Lämpchen [...] ein konstantes, angenehmes und mildes Licht [...] ohne im Mindesten zu blenden oder die Augen zu ermüden»;³⁷ wie man dem Bericht aus Uster entnehmen konnte.

Damit umfasste das elektrische Licht neben utopischen Elektrosonnen und blendendhellen, magischen Festbeleuchtungen nun auch noch angenehm mildes Zimmerlicht; die elektrische Beleuchtungstechnik war um eine wichtige Variante erweitert worden. Doch nicht genug damit, dass jetzt ein für kleinere Zimmer taugliches elektrisches Licht zur Verfügung stand. In Uster kamen nämlich auch «drei sehr elegante Leuchter mit je 10 Swan-Lampen» sowie «ein Leuchter mit 12 Edison-Lampen» zur Vorführung, die «den grossen Raum recht hell beleuchteten».³⁸ Die Zähmung des elektrischen Bogenlichtes in der Form der elektrischen Glühlampe führte gleichzeitig zu einer praktisch beliebigen Dosierbarkeit elektrischen Lichtes, indem man Glühlampen zu Leuchtern verband. Elektrisches Glühlicht stand damit in einem luxuriös-eleganten Kontext, der auf Ballsäle, Theater und Konzerthallen verwies, wo man Leuchter in ihrer bekannten Form anzutreffen gewohnt war.

Je genauer man den Text dieser einen Pressevorführung liest, desto deutlicher treten die expliziten und impliziten Bemühungen um die Anschlussfähigkeit an gegenwärtige Verwendungsformen, Rückbezüge auf ältere Techniken und zukunftsweisende Anwendungsofferten zutage. Selbst die Art, wie die Unterschiede zwischen den Swan- und den Edison-Lampen in Uster wahrgenommen worden waren, verwies direkt auf die Möglichkeit der Glühlampen, ihren Aktionsraum von den Laboratorien Edisons in Menlo

35 Edison an Theodore Puskas, 22. September 1878, zit. nach Friedel und Israel 1986, 14. Siehe auch Hughes 1983, 31.

36 «Die Lämpchen der einzelnen Leuchter waren nebeneinander geschaltet, d. h. der Strom tritt in alle zu gleicher Zeit». NZZ 229 I, 17. August 1882.

37 NZZ 229 I, 17. August 1882.

38 NZZ 229 I, 17. August 1882.

Tab. 3: *Assoziationsangebote und Anschlüsse der Glühlampe, Uster 1882*

Explizit	Implizit
– keine warme Luft erzeugend: Innenbeleuchtung	– bürgerliche Wohnkultur
– Einzellampe für kleinere Zimmer	– bürgerliche Wohnkultur
– transportables Licht	– bürgerliche Wohnkultur
– angenehmes Licht	– bürgerliche Wohnkultur
– in grosser Zahl zu eleganten Leuchtern verbinden	– Eleganz; Theater, Ballsäle, Konzerthallen, Gasbeleuchtungsersatz
– Bedienung ähnlich wie bei den Gaslampen	– vertraute technische Praxis
– Problem gelöst, aber noch wenig ausgereift	– Lösung steht bevor
	– mit technischer Umgebung der Bogenlampen betreibbar

Quelle: Neue Zürcher Zeitung 229 I, 17. August 1882.

Park und Swans in Newcastle über die Pariser Elektrizitätsausstellung von 1881 und den Ehrenberg-Zellwegerschen Vorführraum hinaus in die Wohnzimmer gutbetuchter Bürger auszudehnen. «Die Edison-Lampen sind ähnlich, aber etwas grösser als die Swan-Lampen. Sie haben eine Länge von 10–15 Cm. und sind durch eine Scheidewand in zwei Theile getheilt, so dass die Platindrähte zweimal eingeschmolzen sind, damit, wenn auch an dem einen Durchgang der Drähte Luft eintritt, der andere sie noch von der Kohle abhält. Der Widerstand der verschiedenen Lampen des Modells A variirt zwischen 220 bis 240 S. E. und sie geben eine Lichtstärke von durchschnittlich 16 Normalkerzen. Diese Lampe wird in einen Fuss eingeschraubt, so dass die Kontakte etwas besser werden als bei den Swan-Lampen, welche nur eingehängt sind. Dann hat sie vor dieser noch den Vortheil, dass sie bequem weggenommen oder aufgesetzt werden kann und man sie mit einer Art Hahn gerade wie eine Gasflamme anzünden oder auslöschten kann.³⁹ Nicht genug damit, dass Edison noch raffiniertere Glühlampen herstellte als Swan. Seine ebenfalls normierten Lampen – Modell A, 16 Normalkerzen – machten das elektrische Licht gar beweglich und damit ubiquitär, und ihre Bedienung knüpfte an die vertraute Technik des Gaslichtes an, indem man es «mit einer Art Hahn» bedienen konnte. Die Tatsache, dass Edison vor der Entwicklung seines elektrischen Beleuchtungssystems intensiv die vorhan-

39 NZZ 229 I, 17. August 1882.

denen Gasbeleuchtungssysteme studiert hatte, gehört zu den Topoi der Edison-Literatur. Dass man 1882 in Uster selbst den elektrischen Schalter auf die Vorgängertechnik des elektrischen Lichtes zurückführte, zeigt bloss einen weiteren Aspekt der Absicht Edisons, sein Beleuchtungssystem nicht nur ökonomisch und technisch, sondern auch praktisch anschlussfähig zu halten.⁴⁰ Wie die Tabellen 2 und 3 zeigen, besteht Technikevaluation sowohl aus der Zuweisung von bestehenden und möglichen Assoziationen der beschriebenen Technik als auch einer Bewertung des Leistungsvermögens dieser Technik. Der Bericht über die von Ehrenberg und Zellweger durchgeführte Pressevorführung tat dies durch eine indirekte Distinktion des Glühlichtes von andern Beleuchtungsformen: «Was nun die Versuche anbehtrifft, so kann man sie als recht gelungen bezeichnen. Es kam während der 1 1/2 Stunden nicht die mindeste Störung vor. Die Lämpchen verbreiteten ein konstantes, angenehmes und mildes Licht, das bei dem Maximum der Geschwindigkeit der Maschinen den grossen Raum recht hell beleuchtete, ohne im Mindesten zu blenden oder die Augen zu ermüden. [...] Eine vorzügliche Eigenschaft der Glühlichtlampen besteht darin, dass sie keine warme Luft erzeugen.»⁴¹ Der Hinweis war deutlich. Nachdem die Anschlussfähigkeit der neuen Glühlampentechnik an die Gasbeleuchtungstechnik demonstriert worden war, nachdem ihr mögliche Anwendungsgebiete zugewiesen worden waren, musste man sie vom Bekannten wiederum abheben. «Konstant, angenehm und mild, ohne im Mindesten zu blenden» war das Glühlicht im Vergleich zum elektrischen Bogenlicht, ohne Einfluss auf die Lufttemperatur vor allem im Vergleich zur Gasbeleuchtung. Was jetzt noch fehlte, war eine Standardisierung der elektrischen Glühlichttechnik, wie sie für das «gewöhnliche» Bogenlicht bereits bestand. Die Glühlampe und ihre Umgebung mussten zu einer standardisierten Einheit, zu einer Black box verschmolzen werden.⁴² Im Sommer 1882, als der oben zitierte Pressebericht erschien, befand sich dieses Konglomerat in einer ersten Kristallisationsphase. In absehbarer Zeit sollten Glühlampen, Generatoren, Leitungen, Verbindungsschemata und Verwendungszwecke der

40 «[I collected] every kind of data about gas; bought all the transactions of the gas engineering societies, etc., all the back volumes of gas journals. Having obtained all the data and investigated gas-jet distribution in New York by actual observations, I made up my mind that the problem of the subdivision of the electric current could be solved and made commercial.» Thomas A. Edison, zit. nach Martin 1922, 9 und Hughes 1983, 29. Siehe auch Friedel und Israel 1986, 64–68.

41 NZZ 229 I, 17. August 1882.

42 Den aus der Kybernetik stammenden Begriff «Black box» verstehe ich hier in Anlehnung an Latour als ein aus vielen Teilen bestehendes technisches Artefakt, welches als Einheit behandelt wird; obwohl man wissen könnte, was in der Black box ist, braucht man, um mit ihr umgehen zu können, dieses Wissen nicht ständig zur Verfügung zu haben. Latour 1987, 2 und 130–131. Siehe auch Nathan Rosenbergs kritischer Hinweis darauf, dass der ökonomische Technikbegriff in dem Sinne eine Black box darstellt, dass ihr Inhalt völlig aus dem Bereich aktualisierbaren Wissens herausfällt. Rosenberg 1982.

Glühlichttechnik in eine stabile Form gebracht werden, welche hinreichende Einheitlichkeit in der Beurteilung durch ihre Verwender garantieren würde. «Die Versuche waren recht belehrend und wir verliessen sie mit dem Eindrucke, dass das Problem der elektrischen Beleuchtung nahezu vollständig gelöst ist und dass sie in den nächsten Jahren allgemein eingeführt werden wird.»⁴³ Noch blieb eine gewisse Flexibilität bei der Interpretation der neuen Technik gewahrt, nicht zuletzt was ihren Preis und damit ihre Verbreitungschancen anging,⁴⁴ aber im Wesentlichen hatte die von Swan, Edison und andern in den späten 1870er Jahren intensivierte Entwicklungsarbeit an einer brauchbaren elektrischen Glühlampe nun zu befriedigenden Resultaten geführt – das Problem der elektrischen Beleuchtung war «nahezu vollständig gelöst».⁴⁵

Die ausführliche Diskussion der Ehrenberg-Zellwegerschen Presseschau soll nicht den Eindruck vermitteln, mit diesem einen Ereignis sei die Frage der elektrischen Glühlichtbeleuchtung in der Schweiz erledigt gewesen. Dutzende von weiteren solchen «Ereignissen», seien das realisierte Glühlichtinstallationen oder Vorträge und Zeitungsberichte, zielten in dieselbe Richtung und halfen mit, eine der Bogenlampe vergleichbar standardisierte Technik für das Glühlicht zu definieren und damit elektrisches Licht so zu zivilisieren, dass es mit der bürgerlichen Wohnkultur kompatibel wurde.⁴⁶ Dabei fällt auf, dass sich die Glühlampe in der Schweiz verhältnismässig geräuschlos auf dem Beleuchtungsmarkt durchzusetzen vermochte. Als Juniorpartner der Bogenlampe profitierte sie aber nicht wenig vom Schauspiel ihrer Vorläuferin. Ohne dass dies in den Zeitungen Erwähnung gefunden hätte, beleuchtete nämlich Matthias Hipp bereits anlässlich der Schweizerischen Landesausstellung von 1883 ein Aquarium mit 50 Glühlampen, während «eine zweite kleine Anlage von 12 Glühlichtern die angenehmen Eigenschaften des elektrischen Glühlichts als Zimmerlicht [offenbarte]», und die Firma de Meuron & Cuénod beleuchtete auf der gleichen Ausstellung den Pavillon des Schokoladefabrikanten Sprüngli «mit einer kleinen Anlage von Edisonlampen». In den Zeitungen las man nur vom Beleuchtungszauber der elektrischen Bogenlampen. Trotzdem urteilte Hein-

43 NZZ 229 I, 17. August 1882.

44 «Doch müssen wir bemerken, dass die Anlagen bedeutend billiger gemacht werden müssen und wir glauben auch, dass es den Technikern bei Massenabsatz möglich sein wird, die Lampen und Maschinen zu 1/2 bis 1/3 des jetzigen Preises liefern zu können, da die Fabrikation ungemein einfach ist und weder grosse Kapitalien noch komplizierte Fabrikeinrichtungen erfordert.» NZZ 229 I, 17. August 1882.

45 Zur Erfindungsgeschichte der Edisonschen Glühlampe siehe ausführlich Friedel und Israel 1986. Siehe auch Pinch und Bijker 1987, 40–44 und Misa 1992.

46 «Wir stellen uns das elektrische Licht gewöhnlich in Form blendend heller Lichtquellen vor, die in ihrer Härte dem Auge weh tun [...]. Hier jedoch haben wir eine Lichtquelle vor uns, die irgendwie *zivilisiert und unsern Gewohnheiten angepasst* wurde.» de Parville 1883, 354, zit. nach der Übersetzung von Schivelbusch 1983, 63. Hervorhebung D. G.

rich Friedrich Weber, Professor für Physik am Eidgenössischen Polytechnikum, in seinem Ausstellungsbericht auch in bezug auf die genannten Glühlampenanlagen: «[Die] vortreffliche Functionirung der electricen Beleuchtungsanlagen der Ausstellung wird dem electricen Lichte manche Gönner und Freunde zugeführt haben».⁴⁷ Webers Meinung wurde von der Schweizerischen Bauzeitung geteilt. Das Blatt gab gegen Ende des Jahres 1883 ein erstes positives Urteil über die Qualität des Glühlichtes ab, nachdem auf der internationalen elektrischen Ausstellung in Wien verbesserte Glühlampen gezeigt worden waren: «Auch die Fabrication der Glühlichter hat grosse Fortschritte gemacht. Man erblickt nicht mehr, wie namentlich noch auf der Pariser Ausstellung, jene verschiedenen Farbennuancen vom röthlichgelben bis zum weissen, welche schon auf grosse Distanzen das Glühlicht verriethen. Die Temperierung des Kohlenfadens, sowohl nach Farbe, als nach Intensität scheinen die Fabricanten nun vollständig in der Hand zu haben.»⁴⁸

Städtischer und touristischer Luxuskonsum

Anwendungsformen, Kosten und Symbolgehalt der elektrischen Beleuchtung der 1880er Jahre legen es nahe, diese Phase elektrowirtschaftlicher Entwicklung als eine solche der ausgesprochenen Luxusbeleuchtung zu bezeichnen. Elektrisches Licht war dort verwendbar, «wo überhaupt der Luxus hingehörte».⁴⁹ Tatsächlich begann sich der Begriff aber erst einzubürgern, als sich die Verwendung elektrischer Energie in auch wirtschaftlich interessanten und konkurrenzfähigen Formen abzeichnete und diese vom bislang dominierenden Luxuskonsum unterschieden werden mussten. «Zwischen Nutz- und Luxusbeleuchtung sollte ein Unterschied gemacht werden», forderte der Zürcher Stadtrat Ulrich gegen Ende des Jahres 1888, und in Artikeln um 1890 hiess es etwa, die «oft gehörte Behauptung, dass das electriche Licht nur ein Luxusartikel sei und bleibe», sei durch neuere Anlagen «glänzend widerlegt» worden. Gleichzeitig wurden neue, elektromotorische Anwendungszwecke gerne von der elektrischen Beleuchtungstechnik abgehoben: «Tandisque la lumière électrique pour elle seule porte souvent plus ou moins le caractère d'une installation de luxe, il en est tout autrement de la

⁴⁷ Weber 1884b, 56.

⁴⁸ SBZ, 3. November 1883, 114. Zur Wiener Ausstellung siehe Bericht 1885.

⁴⁹ Schrader 1892, 141, zit. nach Keller 1926, 3. Vgl. auch Centralblatt für Elektrotechnik (10) 1888, 133, wo es unter dem Titel «Das elektrische Licht eine Luxusbeleuchtung» heisst: «Nach Vorgehendem ist es nicht zu viel gesagt, dass die elektrische Beleuchtung heute noch als eine Luxusbeleuchtung zu betrachten ist. Auch solche hat ihre Berechtigung an der richtigen Stelle; man soll nur das Kind mit dem richtigen Namen nennen.» Dagegen Centralblatt für Elektrotechnik (10) 1888, 423: «In unserem Zeitalter [...] kann wohl von einer Luxusbeleuchtung überhaupt nicht die Rede sein.»

force motrice destinée à la petite industrie», schrieb Albert Denzler über das Kraftwerk der Stadt Freiburg.⁵⁰

Der negativ konnotierte *Begriff* der Luxusbeleuchtung wurde im elektrowirtschaftlichen Schrifttum aus leicht einsehbaren Gründen bis zum Ende der 1880er Jahre nicht verwendet, obwohl dies die Höhe der damals üblichen Installations- und Betriebskosten durchaus gerechtfertigt hätte.⁵¹ Wenn im folgenden von Luxuskonsum gesprochen wird, dann bezieht sich der Ausdruck jedoch nicht bloss auf die Kosten elektrischer Beleuchtung in den 1880er Jahren, sondern ebenso sehr auf die sozioökonomische Funktion von elektrischen Luxuskonsum im Diffusionsprozess der frühen Elektrotechnik. Angebotsseitig ist die Frage nach den qualitativen Vorteilen elektrischer Beleuchtung leicht zu beantworten. Zeitgenössische Werbeschriften betonten vor allem die Feuersicherheit, die Ruhe und angenehme Farbe, die Betriebssicherheit und die Verbesserung der Luftverhältnisse, welche elektrisches Licht auszeichneten.⁵² Laut einem Vortrag vor der Technischen Gesellschaft in Zürich sprach «hauptsächlich die Reinheit des Lichtes» zugunsten der elektrischen Beleuchtung.⁵³ «Es ist dasselbe vollkommen weiss, enthält

50 Kommission für die Vorbereitung der elektrischen Beleuchtung, Stadtarchiv Zürich V Bc 5, Sitzung vom 7. November 1888, 10; SBZ, 29. November 1890, 140; SBZ, 3. Mai 1890, 107. «[...] dass bei uns die elektrische Beleuchtung viel weniger Luxus- und viel mehr Bedarfsbeleuchtung ist als z. B. in den deutschen Städten», behauptet Wyssling 1903, 17, der sich auch sonst gegen den Begriff gewehrt hat, siehe Wyssling 1904, 12. Vgl. ferner Beltran 1989.

51 Explizit verwendet wurde er dagegen im Redestrom der Gasgesellschaften, vgl. Schär 1981, 12. Zu den Preisen selbst siehe unten, S. 47 ff.

52 «Das [elektrische] Licht ist absolut ruhig, in seinem milden Glanze dem Gaslichte ähnlich, aber angenehmer und etwas stärker als dieses.» NZZ 295 I, 21. Oktober 1884. Siehe auch Schilling 1885, 9 sowie dessen polemischen Kommentar zur Verbesserung der Luftverhältnisse: «Schon unsere Voreltern haben im Schweisse ihres Angesichts getanzt und bereits unsere Urgrossmütter sind decolletirt und mit riesigen Fächern versehen in der Komödie gesessen, man nahm das als etwas Selbstverständliches hin, und an die Mille Kohlensäure dachte kein Mensch. Jetzt kommt die Hygiene und sagt: 20 Temperatur und 1% Kohlensäure – mehr nicht. Sofort bemächtigt sich die elektrische Beleuchtung dieser neuen Lehre und stösst in die Reclameposaune: Ich bin's, die Euch Erlösung bringt, fort mit dem Alten, fort mit der Gasbeleuchtung! Und siehe da, man findet wirklich, dass bei elektrischer Beleuchtung die Luft kühler und angenehmer wird, ja es gibt sogar schon Damen, welche etwas 'Warmes' mit ins Theater nehmen, man begreift nicht, wie man es nur bisher ausgehalten hat.» Schilling 1885, 14.

53 Hofmeister 1885, 233. Der Ausdruck «Reinheit» könnte an die Ende des 19. Jahrhunderts florierende Hygienebewegung appelliert haben, welche bei Schilling 1885 (vgl. oben, Anm. 52) angesprochen wurde. Siehe auch Züricher Post 222, 21. September 1902 bzw. Schär 1905, 76: «Die Elektrizität gehört in erster Linie ins Haus, sie muss dem Einzelnen wie der Familie dienstbar gemacht werden. Ihre Verwendung zur Beleuchtung und Heizung der Wohnräume, ihre Benutzung zum Kochen und zu andern Verrichtungen im Hause ist für die wenig bemittelten Familien nicht nur eine Wohlthat, sondern heute eine Notwendigkeit. Die Elektrizität ist wohl das erste Mittel, um eine Verbesserung der hygienischen Wohnverhältnisse der unbemittelten Familien durch Erhaltung und Erneuerung reiner Luft in den Wohnräumen zu bewirken.» Die Hinweise auf diesen Zusammenhang sind jedoch äusserst spärlich. Zur Hygienebewegung siehe Heller 1979; Widmer 1991; Koller 1995.

also sämtliche Farben und gibt alle Farben in ihrer natürlich vorkommenden Nuance zurück. Es ist daher geeignet zur nächtlichen Beleuchtung von Gemäldegalerien, zur Bühnenbeleuchtung etc.» Weitere mögliche Anwendungsformen böten «Kirchen, Concertsäale, Theater, Hôtels, Cafés, Restaurants» – mit Ausnahme der Kirchen also ausschliesslich die zentralen Orte bürgerlich urbaner Eleganz und Unterhaltung. Villen, grosse Wohnungen und exklusive Geschäfte galten ebenfalls als Einsatzorte elektrischen Lichts.⁵⁴ Der langsam verblassende Luxus des Gaslichtes sollte an ausgewählten, für das gesellschaftlichen Leben der Stadt wichtigen Punkten bis zum überhöhten Luxus des elektrischen Lichtes gesteigert werden.

Elektrisches Licht bot also nicht bloss ein qualitativ erweitertes Spektrum künstlicher Beleuchtungsmöglichkeiten, es war auch – aufgrund seines hohen Preises⁵⁵ – geeignet, ein beträchtliches soziotechnisches Distinktionspotential aufzubauen. Damit setzte elektrisches Licht nachfrageseitig auf einen Distinktionsbedarf, der sich im vermögenden Teil des Bürgertums aus der Kombination verschiedenster wirtschaftlicher und soziopolitischer Motive ergeben hatte. Erwähnt seien hier nur die zunehmende parteipolitische Polarisierung, die unübersehbare Erosion des (alten) Freisinns sowie die tiefgreifende Wachstumskrise der 1880er Jahre.⁵⁶ Gleichzeitig sah man sich dem bisher grössten Urbanisierungsschub gegenüber, welcher eine deutliche Segregation des städtischen Lebensraumes zur Folge hatte. Arbeiterquartiere, Geschäftsbezirke, Villenquartiere sowie Zonen öffentlicher Dienstleistungsbetriebe (Gasanstalt, Wasserwerk, Schlachthof) und industrieller Produktion wurden räumlich klarer voneinander getrennt.⁵⁷

Der Verlust jener Selbstverständlichkeit und Kohärenz, welche den freisinnig-demokratischen Bundesstaat im dritten Viertel des 19. Jahrhunderts geprägt hatte,⁵⁸ und die Zuspitzung soziopolitischer Gegensätze begründeten den erhöhten Distinktionsbedarf des Bürgertums. Um es mit Pierre Bourdieu zu sagen: Politisches Kapital sah sich einer tendenziellen Entwertung ausgesetzt und wurde vermehrt in symbolisches Kapital überführt; die politische Polarisierung verlangte nach einer entsprechenden Ausdifferenzierung sozialer Distinktion.⁵⁹ Deshalb wurde Luxuskonsum zu Beginn der 1880er Jahre zum Gegenstand einer heftigen publizistischen Polemik, die letztlich nichts anderes als ein Reflex des verschärften Kampfes um distingierende Ressourcen darstellt. Nach 1885 wurde dann die vom elek-

54 Hofmeister 1885, 228–229.

55 Dazu unten, S. 47.

56 Siehe Jost 1992, 17–29. Zur Wachstumskrise der 1880er Jahre siehe Widmer 1992.

57 Diese räumlich-funktionale und soziale «Entmischung» wies auf die Belle Epoque voraus und musste, wie diese, auch symbolisch dokumentiert werden. Fritzsche 1990 und 1991; Künzle 1991.

58 Siegenthaler 1993b.

59 Siehe Bourdieu 1979.

trischen Licht gebotene neue Dokumentationsmöglichkeit sozialer Unterschiede auch von den am Aufschwung profitierenden Kreisen benützt.⁶⁰

Im Gegensatz zu dieser privaten Verwendung elektrischen Lichts als Reflex auf parteipolitische Polarisierung und soziale Ausdifferenzierung städtischer Lebensräume lässt sich im Bereich öffentlicher Repräsentation bereits zu Beginn der 1880er Jahre, d. h. noch während der Krise, ein erhöhter Distinktionsbedarf feststellen. Dieser diente allerdings nicht der Dokumentation soziopolitischer Differenzen, sondern umgekehrt der Kompensation des Mangels an bundesstaatlicher oder städtischer Einheitlichkeit. Während also im Privaten eine klare soziale Distinktion gesucht wurde, welche von republikanischer Nüchternheit und Einheitlichkeit weg und hin zu verfeinerter Bürgerlichkeit strebte, sollte auf bundesstaatlicher und kommunalpolitischer Ebene eine ideologisch-ikonographische Kohärenz dargestellt werden. Am besten lässt sich dieser Vorgang am grossmassstäblichen, auf vollkommene Integration bedachten Repräsentationsakt des Bundesstaates an der Landesausstellung von 1883 in Zürich ablesen; er kommt aber auch in den architekturensprachlich vereinheitlichten Bundesbauten für Post, Bahn und Verwaltung zum Ausdruck und ist in der zunehmend historisch kodierten eidgenössischen und kantonalen Festkultur zu fassen.

Das mit Abstand bedeutendste Anwendungsgebiet elektrischer Luxusbeleuchtung stellten jedoch Hotels der Nobelklasse in grossen Städten und eleganten Fremdenkurorten dar. Das erhöhte Luxusbedürfnis eines Teils der Tourismusbranche kann als Folge der Differenzierung des Hotellerieangebotes im Rahmen der langfristigen Trendverlagerung vom Luxus- zum Massentourismus verstanden werden.⁶¹ Johannes Badrutts Speisesaalbeleuchtung in St. Moritz⁶² gehört nicht zufällig zu den kanonischen Ereignissen der Geschichte der Elektrifizierung: elektrische Beleuchtung wurde zum wichtigsten Werbefaktor der Fremdenindustrie überhaupt.⁶³ Elektrisches Licht war im konjunkturellen Aufschwung um 1885 ein neuer Lockvogel einerseits für jene Touristen, die während der Krise ausgeblieben waren und sich nun wieder etwas leisten konnten, andererseits konnte mit dem elektrischen Licht den auch während der Krise angereisten, sehr vermögenden Touristen etwas Neues geboten werden. Sie wurden mit elektrischem Licht nun nicht nur wie die mässig betuchten Touristen an elektrisch beleuchteten Wasserfällen und in Speisesälen bedient, sondern sogar in ihren Hotelzimmern und Suiten. Was Arthur Schnitzler noch 1888 an seinem Aufenthalt in

60 Man kann dieses Phänomen auch auf dem Hintergrund der von Albert Tanner etwas unglücklich umschriebenen «Aristokratisierung» des Bürgertums des ausgehenden 19. Jahrhunderts erklären. Vgl. Tanner 1990. Zur Polemik siehe Widmer 1992, 164.

61 Siehe auch Püntener 1994, 56 und Huber 1986, 163–236.

62 Vgl. oben, S. 25–27.

63 Siehe vor allem Püntener 1994 und Gölden 1939, 29–30, der sich auf Schaller 1922, 30 und Gurtner 1918, 70 stützt. Zur spärlich untersuchten Geschichte des Tourismus in der Schweiz siehe auch Rucki 1988 und Peter-Kubli 1992.

Berlin besonders bemerkenswert fand, nämlich dass sein Hotel elektrisches Licht hatte, war damals, über die weissen Handschuhe der Kellner und die französische Menükarte des Maître de service hinaus, zum Inbegriff eines feinen Schweizer Hotels geworden.⁶⁴

Den erneuten Aufschwung und die neuen Bedürfnisse der gehobenen Touristenklasse reflektiert der folgende Ausschnitt eines Zeitungsberichts aus dem Jahr 1886. «Die Fremdensaison, welche nach der Zahl der Fremden zu den Bessern gehört, hat verschiedene Bauprojekte gezeitigt, die alle in das Gebiet der Hotelindustrie einschlagen. Zwei neue Hotels sollen [in Luzern] gebaut werden. Zu Ehren der beiden neuen Unternehmungen, von denen Luzern *eine weitere Hebung seines Fremdenverkehrs* hofft, sollen die beiden Gasthöfe die Namen Hotel Brünig und Hotel Pilatus führen. Da nach der Vollendung des neuen Verwaltungsgebäudes der Gotthardbahn der gegenwärtige Sitz der Verwaltung, das Bellevue, für den Hotelbetrieb frei wird, so dürfte doch für die nächste Zeit hinlängliche Unterkunft *für diejenigen Fremden geboten sein, welche ihren Beutel nicht allzuängstlich zu Rathe zu ziehn brauchen*. Und schliesslich ist auch der Fremdenzufluss, wie die Erfahrung lehrt, der Mode unterworfen und es können leicht Zeiten eintreten, wo die immer höher gespannten Erwartungen nicht mehr befriedigt werden. Man thäte bei uns gut, auch dieses Moment in Rechnung zu bringen. Schöne Anfänge sind mit der elektrischen Beleuchtung gemacht worden. Schweizerhof und Hotel National haben dieselbe wenigstens zu äusseren Beleuchtungszwecken bereits eingeführt, ebenso [das] Restaurant Gütsch, [welches] nächstens seine Beleuchtung noch um ein Bedeutendes zu steigern gedenkt.⁶⁵ Im Berner Oberland, in den Fremdenkurorten des Kantons Graubünden, aber auch in Genf, Basel und Zürich schickte man sich ebenso wie in Luzern an, die touristische Attraktivität zu verbessern, um am wirtschaftlichen Aufschwung teilnehmen zu können.⁶⁶ Elektrische Beleuchtung stellte dabei zweifellos eine grosse Attraktion dar.

Obwohl die effektiven Kosten elektrischer Beleuchtung kaum exakt zu bestimmen sind, so belegen die wenigen überlieferten Angaben doch, dass es sich bei der neuen Beleuchtungstechnik um ein äusserst exklusives Konsumgut handelte.⁶⁷ Ob in Hotels, noblen Geschäften, eleganten Wohnungen und Villen oder auch exklusiven Salondampfern⁶⁸ Wer elektri-

64 «In Berlin angelangt, stieg ich in dem eben eröffneten Hotel Continental ab, wo ich zum erstenmal ein Zimmer mit elektrischer Beleuchtung bewohnte, die nicht nur für mich, sondern für die gesamte mitteleuropäische Menschheit im Jahre 1888 noch etwas ziemlich Neues bedeutete.» Schnitzler 1968, 289. Auch in Sandgruber 1990, 44 zitiert.

65 NZZ 260, 18. September 1886.

66 Stadtarchiv Zürich V Bc Nr. 43.

67 «Die Selbstkosten (!) für die vom Lettenwerk in den neunziger Jahren erzeugte und nützlich abgegebene Energie z. B. betragen mit 70 bis 80 Rp. pro kWh das Fünf- bis Zehnfache dessen, was heute ein gut belastetes Werk dafür zu rechnen hat.» Keller 1926, 77.

68 «Wir hatten dieser Tage Gelegenheit, auf dem der Vereinigten Dampfschiffahrtsgesellschaft

sches Licht haben wollte, durfte seinen «Beutel nicht allzuängstlich zu Rathe ziehen» müssen. 1886 gab das Hotel Schweizerhof in Luzern pro Jahr 30000–35000 Fr. für seine elektrische Beleuchtung aus⁶⁹, und in Lausanne kostete 1884 der einstündige Betrieb einer Edison-Lampe von 16 Kerzen Lichtstärke 9 Rp., eine solche von 8 Kerzen 5 Rp.; das bedeutete einen Preis von 1.22 Fr./kWh bzw. 1.35 Fr./kWh, also rund das Vierfache dessen, was ein gelernter Arbeiter pro Stunde verdiente, beinahe das Sechsfache eines durchschnittlichen Frauenstundenlohnes.⁷⁰ Ebenfalls 1884 offerierten Stirnemann und Weissenbach der Stadt Zürich eine elektrische Beleuchtungsanlage, die mit einem Strompreis von 0.97 Fr./kWh rechnet⁷¹. Die Glühlampenpreise bewegten sich zwischen 4.75 Fr. und 5.30 Fr. pro Stück, je nach Grösse und Bauart.⁷² Als die stadtzürcherische Beleuchtungskom-

des Vierwaldstättersees gehörenden Salondampfer «Germania» die electrische Beleuchtung sämmtlicher zur Benützung kommenden Räumlichkeiten in Thätigkeit zu sehen. [...] Wir halten dafür, dass diese Art der electrischen Beleuchtung der Dampfboote durchaus practisch und ein wirklicher Fortschritt ist. Der Verwaltung der genannten Gesellschaft gereicht es zur Ehre, wiederum eine, zur grössten Annehmlichkeit des reisenden Publikums dienende Neuerung eingeführt zu haben.» SBZ, 26. April 1884, 101.

- 69 Selbst das neue Postgebäude bezahlte 8000 Fr. für seine Beleuchtung. Technische Gesellschaft 1889, 109–110 (Vortrag Burkhard-Streuli, 11. Dezember 1888).
- 70 Gemäss den Angaben des Zürcher Stadtgenieurs Burkhard-Streuli entsprachen in den 1880er Jahren 16 Kerzen etwa einer Leistung von 74 W: «Zur Erzeugung einer Strommenge, die etwa für 10 Normallampen ausreicht, bedarf es einer Pferdkraft.» Technische Gesellschaft 1889, 105 (Vortrag Burkhard-Streuli, 11. Dezember 1888). 1 PS entsprechen 736 W. Nach Wyssling soll sich bereits anfangs der 1890er Jahre der spezifische Verbrauch einer Glühlampe auf 3,5 W pro Kerze, d. h. auf 56 W pro Normallampe reduziert haben. Die oben genannten Zahlen sind deshalb für die zweite Hälfte der 1880er Jahre *herunter* angesetzt. Siehe Wyssling 1946, 17 sowie SEV-Jahrbuch 1894, 33. Angaben zu Lausanne nach NZZ 295 I, 21. Oktober 1884. Zu den Arbeiterlöhnen siehe Gruner 1987, 227, dessen Angaben allerdings nur bis 1890 zurückreichen.
- 71 7,2 Rp. «pro Lampenstunde, die Lampe à 16 Normalkerzen». Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 29, 17. Juli 1884 (Devis für die Installation einer kompletten elektrischen Beleuchtungsanlage). Der mittlere Lichtstromtarif von 63 Elektrizitätsgesellschaften betrug 20 Jahre später immer noch 57,4 Rp./kWh. Berechnet nach Wyssling 1904, 19.
- 72 Technische Gesellschaft 1887, 100 (Verhandlung vom 30. November 1886). Zu Beginn der 1880er Jahre kostete eine Glühlampe ab Fabrik 10 Fr., 1883 noch 6–7 Fr., um 1885 5 Fr. und 1889 rund 3 Fr. Um die Jahrhundertwende war der Preis auf 1 Fr. gefallen. Dazu Wyssling: «[...] es ist uns heute fast unverständlich, wie bei diesem Preise sich das elektrische Licht doch schon damals so rasch ausbreiten konnte.» Wyssling 1946, 17. Vgl. auch folgenden Kommentar: «Man sagte, eine elektrische Lampe verrichte 1000 Stunden ihre Dienste, in Wirklichkeit kommt es aber vor, dass sie nicht einmal 100 Stunden leuchtet. Die Dorfbehörde setzt solche Lampen mit Fr. 4.80 auf Rechnung [...], wir begreifen es, dass bereits einige Abonnenten, trotz der einmal gehaltenen Einrichtungskosten, mit dem Gedanken umgehen, das elektrische Licht abzustellen und dafür die Petrolampe wieder anzuzünden.» Der Oberhasler, 19. März 1890. Noch 1907 schrieb der Elektro-Installateur «Über den Gebrauchswert elektr. Glühlampen»: «Es ist merkwürdig, dass die Elektrotechnik trotz der Vervollkommnung der Verfahren für alle möglichen Messungen eine genaue Beurteilung für den Gebrauchswert der Glühlampen bisher noch nicht erzielt hat. Es stehen Apparate für eine mehr oder weniger genaue Bestimmung einer Lichtmenge zur Verfügung, aber sie haben den Weg aus den Laboratorien heraus in die alltägliche Praxis noch kaum gefunden, was bei anderen elektrischen Messinstrumen-

mission 1888 ihren provisorischen Tarif festlegte, sah sie einen Preis von 95 Rp./kWh vor, der für Grosskonsumenten jedoch bis auf 57 Rp./kWh sinken, für Kleinkonsumenten aber auf 1.08 Fr./kWh steigen konnte⁷³. Sogar für zahlungskräftige Kunden wie die Schweizerische Nordostbahn, welche sich für den Anschluss von 300 Lampen interessiert hatte, wäre die elektrische Beleuchtung «ganz unverhältnissmässig hoch zu stehen» gekommen.⁷⁴ Das waren Preise, die man höchstens im elegantesten Villenvorort der Stadt, in der «Enge», zu bezahlen bereit war: Von dort trafen denn auch bei der Beleuchtungskommission für 419 elektrische Lichter Anmeldungen ein.⁷⁵ Weitere gewichtige Interessenten waren die Tonhalle-gesellschaft, die Kantonallbank sowie die Hotels Bellevue, National, Baur au Lac und Victoria. Im Vergleich mit der bisherigen – keineswegs sehr günstigen – Gasbeleuchtung kostete aber elektrisches Licht «im Stadthause wegen geringer Brennstundenzahl 160%, in einer Neubaute von Herrn Ernst [...] 72%, im Hôtel National [...] 48%, im Hôtel Victoria [...] 50%, bei Jelmoli 84%, bei Sprüngli 51%, bei Meister & Hanselmann 38%, im Neubau von Herrn Kinbrug 49% mehr» als die bisher an diesen Orten verwendete Gasbeleuchtung. Im Durchschnitt kam elektrisches Licht um stolze 69% teurer zu stehen als das Gaslicht.⁷⁶ Ökonomische Vorteile konnte elektrisches Licht deshalb nur dort bieten, wo sich auch seine distingierende Wirkung auszahlte.

Luxuskonsum – sei es für private, touristische oder repräsentative Zwecke – hat das *movens* elektrischer Beleuchtungstechnik schlechthin dargestellt. Zu Beginn der 1890er Jahre gab es in der Schweiz kaum eine grosse Stadt und keinen bedeutenden Fremdenverkehrsort mehr, welche auf elektrisches Licht hätten verzichten müssen. Lausanne, Davos, Luzern, St. Gallen, Montreux, Genf, Interlaken, Meiringen, Leuk-Bad, Le Locle, Davos, Silvaplana, Martigny, Bad-Ragaz, St. Moritz, Chur, Baden, Zürich, Aarau, Bern – alle hatten sie ihre ersten elektrischen Lichtzentralen in Betrieb genommen

ten zum Vorteil der Technik längst geschehen ist.» Elektro-Installateur. Schweizer Elektrotechnischer-Anzeiger Nr. 4, 15. Februar 1907, 25.

73 Der Tarif von 5 Rp. pro 16kerzige Normallampe galt für ein Abonnement von 1000 Std. Brenndauer pro Jahr. Bei 250 Std. kostete die 16kerzige Glühlampe 8 Rp., bei 500 Std. 6 Rp., bei 2000 Std. 4,5 Rp. Die Kosten berücksichtigen den Glühlampenverbrauch von circa 0,5 Rp. pro Brennstunde nicht. Siehe Technische Gesellschaft 1889, 109–110 (Vortrag Burkhard-Streuli, 11. Dezember 1888).

74 Protokoll der Commission für die Vorbereitung elektrischer Beleuchtung, Sitzung vom 14. November 1888, 11; Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 54 (Schweizerische Nordostbahn an das Ingenieurbureau der Stadt Zürich, 14. Dezember 1888).

75 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 57 (Gemeinderat Enge an den Stadtrat Zürich, 7. Januar 1889).

76 Protokoll der Commission für die Vorbereitung elektrischer Beleuchtung, Sitzung vom 14. und 17. Dezember 1888, 12 bzw. 19. Die Berechnungen wurden unter der Voraussetzung gemacht, «dass eine Gasflamme von 15 Kerzen in der Stunde 150 Liter braucht und 4,35 Rp. weniger den Rabatt kostet, eine Flamme von 10 Kerzen 95 Liter braucht und 2,75 Rp., mit Rabatt 2,53 Rp. kostet.»

oder mindestens geplant.⁷⁷ Auch in St. Moritz wurde, nach Badrutts Speiseaalbeleuchtung, nicht etwa eine Elektrosonne installiert, sondern «auf die Saison 1891» eine elektrische Beleuchtung mit 4000 Glühlampen in den Hotels Kurhaus, Victoria und du Lac gebaut, nachdem man bereits drei Jahre zuvor im Hotel Kulm in St. Moritz-Dorf «gegen 2000 Lampen eingerichtet hatte».⁷⁸ Bad Ragaz folgte den Engadinerern mit der Beleuchtung sämtlicher Hotelgebäude und des Kursaales mit zusammen «1350 Glühlampen zu 16 Kerzen, 50 zu 25 Kerzen, 20 zu 50 Kerzen und 30 zu 100 Kerzen, sowie der zu den Hotelgebäuden gehörigen Gartenanlagen und der Bahnhofstrasse in Ragaz mit zusammen 40 Bogenlampen zu 5 bis 12 Ampères. [...] für einen spätern Ausbau der Anlage ist die Aufstellung eines fünften Dynamos zu hundert Pferden in Aussicht genommen.» Kurz vor Weihnachten 1891 wurde auch die elektrische Beleuchtungsanlage im Konversationshaus und Theater des Hotels Belvedere zu Davos-Platz dem Betrieb übergeben.⁷⁹ Die elektrischen Festbeleuchtungen der frühen 1880er Jahre waren um 1890 – in unterschiedlichen und in wechselnden Assoziationen mit privaten Distinktions- und städtischen Repräsentationsbedürfnissen – einerseits zum «Alltag» der gehobenen Touristenklasse und andererseits zur Grundlage kommunaler Elektrizitätswerke geworden.

Das erhöhte Distinktionspotential elektrischer Beleuchtung setzte in Sachen Eleganz und «Annehmlichkeit»⁸⁰ neue Standards. Auch in Meiringen, dessen Elektrifizierung im folgenden exemplarisch behandelt wird, konnte man sich derartigen Anforderungen nicht länger verschliessen.⁸¹ Der Fall zeigt sehr schön, wie Luxuskonsum und Repräsentationszwang zum «Diffusionsmotor» elektrischer Beleuchtung geworden waren. Wie in andern Orten hatte auch hier die Installation elektrischer Beleuchtungsanlagen in Hotels zur Folge, dass gleichzeitig wenigstens ein Teil der öffentlichen Beleuchtung auf elektrischen Betrieb umgestellt wurde. Bei genauer Betrachtung wird man jedoch zum Schluss kommen, dass die Einführung öffentlicher Repräsentationsbeleuchtung vielmehr den beträchtlichen organisatorischen und finanziellen Aufwand der Gemeinde zugunsten der touristischen Luxuskonsums zu legitimieren hatte.

Die Idee zur Einführung des elektrischen Lichts in Meiringen ist bestimmt nicht aus heiterem Himmel ins Haslital gefallen. Die elektrische Beleuchtungsorgie Luzerns hatte in allen Fremdenverkehrsarten für Furore gesorgt. Nun kam auch aus Engelberg die Nachricht, dass dort eine elektrische «Dorf-

77 Wyssling 1946, 178–181.

78 SBZ, 21. Juni 1890, 153.

79 NZZ 9, 10. Januar 1892. Zu Bad Ragaz siehe auch Bächtold, Staub und Frick 1981. Zu Davos siehe 75 Jahre Elektrizitätswerk der Landschaft Davos 1968.

80 NZZ 295 I, 21. Oktober 1884.

81 Zum Kontext siehe Schärli 1984. Den Hinweis auf Meiringen und den Zugang zum Archiv der Dorfgemeinde Meiringen verdanke ich Rudolf Jaun und Hans Künzler.

beleuchtung» bereits existiere, und in Interlaken hatte man sich daran gemacht, mit Engelberg und Luzern gleichzuziehen. Als der Meiringer Dorfkassier und Oberförster Müller deshalb im Dezember 1887 an der Dorfgemeindeversammlung den Antrag stellte, die elektrische Beleuchtung einzuführen, waren Vorbilder wie Handlungsbedarf in gleicher Weise gegeben. Mit deutlichem Stimmenmehr wurde umgehend ein Projektkredit gesprochen. Die dafür eingesetzte Kommission hatte jedoch mit Schwierigkeiten zu kämpfen, welche der anfänglichen Begeisterung in keiner Weise entsprachen. Eingeforderte Berichte, Pläne, Briefe und Gutachten mussten analysiert, die Beschaffung der Primärkraft abgeklärt, Assoziationen mit möglichen Grossabnehmern wie dem Hotel zum Wildenmann oder der Jura-Bern-Luzern Bahn geschlossen werden. Gleichzeitig erschien im «Oberhasler» ein Artikel, der das ganze Unternehmen so kritisch beurteilte, dass sich die Kommission gezwungen sah, «eine sachlich gehaltene Entgegnung in nächster Nummer des Oberhasler erscheinen zu lassen».⁸² Ausserdem war der lokalen Amtersparniskasse ein Kreditgesuch vorzulegen, provisorische Tarife mussten aufgestellt, die topographische Verteilung beleuchtungswürdiger Punkte im Dorf festgelegt, Offerten von Bürgin und Alioth in Basel, Stirnemann und Weissenbach in Zürich, Zellweger und Ehrenberg in Uster und schliesslich auch noch von der Schweizerischen Lokomotivfabrik in Winterthur gegeneinander abgewogen und ausgespielt werden.⁸³

Erst im Juli 1888 hatte die Kommission die wichtigsten Erkundigungen und Gutachten eingezogen und konnte nun das ausgearbeitete Projekt der Dorfgemeinde vorlegen. Mittlerweile drängte die Zeit. Interlaken nahm im selben Monat «die erste Bogenlicht-Centrale der Schweiz» in Betrieb, welche in der Presse die höchsten Lobeshymnen erhalten sollte. Sie habe «dem inmitten der höchsten Berge gelegenen Fremdenort eine neue Anziehungskraft» verliehen. Gleich 16 «Fremdenetablismente» seien angeschlossen worden. Der Effekt war offenbar eine reine Augenweide, ein ästhetisches Spektakel: «Der reizvolle Anblick, den die schön gepflegten Gärten und Anlagen der vielen Hôtels in Interlaken schon am Tage gewähren, wird noch erhöht in der Nacht durch den Silberglanz des Bogenlichtes; Fremde und Einheimische sprechen sich gleich entzückt darüber aus».⁸⁴ Eine solche Auszeichnung konnte man sich in Meiringen unmöglich entgehen lassen. Spätestens während der nächsten Fremdensaison musste die Meiringer Anlage in Betrieb genommen werden.

82 Verhandlungsprotokoll Meiringen, 31. Januar 1888, 114. Siehe auch Wyss 1989, 9. Angriff und Gegendarstellung sind im Meiringer Dorfbrand vom 25. Oktober 1891 zerstört worden. Weder das Staatsarchiv Bern noch die Bürgerbibliothek Bern noch die Schweizerische Landesbibliothek haben den entsprechenden Jahrgang (1888) des Oberhaslers aufbewahrt.

83 Verhandlungsprotokoll Meiringen, passim.

84 SBZ, 22. September 1888, 78–79.

Trotz dieses Handlungsbedarfs und trotz der «einlässlichen» Empfehlungen der Kommission und des Schulinspektors, der das Projekt seinerseits «in längerem Vortrag» anpries, stimmte ein gutes Viertel der Anwesenden gegen die Durchführung der Elektrifizierung durch die Gemeinde. Sie vertraten die Ansicht, die Wasserkraft solle einer Privatgesellschaft abgetreten werden, welche dann die Gemeinde für die gewünschte öffentliche Beleuchtung zu entschädigen habe. Diese innerdörfliche Opposition wurde jedoch von den Initianten des Elektrifizierungsprojekts umgehend dadurch entschärft, dass «aus der Mitte derjenigen, die gegen das Projekt gewesen [waren], zwei Mitglieder in die Beleuchtungskommission» gewählt wurden.⁸⁵

In ihren mehr als 40 Sitzungen stand die Beleuchtungskommission dem äusserst komplexen Prozess einer Technikevaluation gegenüber, der oft an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit ging. Für den Entscheid, wie die Elektrifizierung Meiringens gestaltet werden sollte, dürfte die Reise der Kommission nach Biel von ausschlaggebender Bedeutung gewesen sein. Man wollte sich dort die «dasselbst bald in Funktion tretende Bahnhofbeleuchtungsanlage» anschauen und sich von einem Inspektor der Bahngesellschaft Jura-Bern-Luzern «belehrenden Aufschluss» geben lassen. Auch wenn in Meiringen schliesslich eine technisch ganz andere Anlage gebaut wurde, führte der Besuch der Kommission in Biel dennoch dazu, die widersprüchlichen Erläuterungen der aus Zürich, Basel und Winterthur ins Oberhasli reisenden Ingenieure und Vertreter elektrotechnischer Firmen zu relativieren und die Entscheidungsgrundlagen zu bereinigen.⁸⁶ Inspektor Optikofer hatte das Problem, vor dem man in Meiringen stand, erkannt und riet zu pragmatischem Handeln. Es sei «das Sicherste, mit einer bekannten tüchtigen Firma abzuschliessen». Andernfalls müsse man während der ganzen Bauzeit einen Techniker zur Überwachung der Arbeiten anstellen. Der Ratsschlag bezog sich auf die Schwierigkeiten von Posthalter Marfurt, dem es bislang nicht gelungen war, einen Techniker zu finden, der zuhänden der Kommission auch nur ein Pflichtenheft für den elektrischen Teil der Anlage hätte aufstellen können. Der direkte Erfahrungstransfer aus Biel erleichterte deshalb den Entscheid ganz wesentlich, insbesondere nachdem sich Optikofer anboten hatte, «das Pflichtenheft, das [...] für die elektrische Beleuchtungseinrichtung am Bahnhof in Biel aufgestellt [worden war], auf einige Tage zu Einsicht zu übersenden».⁸⁷ Wie schon in Biel erhielt auch in

85 Verhandlungsprotokoll Meiringen, Ausserordentliche Dorfgemeindeversammlung, 18. Juli 1888, 122.

86 Das Sitzungsprotokoll vom 31. Januar 1888 spricht von «verschiedenen Besprechungen, Zusammenkünften, Erkundigungen und namentlich dem freiwilligen Besuch des Herrn Ingenieur Ganguillet als Vertreter der Herren Stirnemann & Weissenbach in Zürich und des Herrn Ehrenberg von der berühmten Fabrik elektrischer Apparate in Uster». Verhandlungsprotokoll Meiringen, 31. Januar 1888, 113.

87 Verhandlungsprotokoll Meiringen, 17. November 1888, 130.

Meiringen die Zürcher Firma Stirnemann und Weissenbach den Auftrag, den elektrischen Teil der Arbeit zu liefern.⁸⁸

Im April 1889 – von seiten der ungeduldigen Abonnenten liefen die ersten Reklamationen ein – legte die Kommission fest, welche Punkte des Dorfes von der Dorfgemeinde zu beleuchten waren. Vorgesehen wurden Lampen beim Zeughaus, beim Wahllokal, beim Haus von Amtsschreiber Schild selig, bei der Schnitzlerschule, vor dem Hotel Brünig und dem Postbüro sowie an der «Ecke bei der Krone» und bei der Alpbachbrücke, im ganzen waren es 19 Punkte.⁸⁹

Überraschenderweise wurde aber von der Beleuchtungskommission beschlossen, «auf den bezeichneten Punkten nur einzelne Lampen zu montieren⁹⁰ – ein unglaublicher Aufwand also, den die Dorfgemeinde dafür betrieb, um am Ende lediglich über eine 19 Lämpchen umfassende öffentliche Beleuchtung zu verfügen, auch wenn sie an symbolisch durchaus wichtigen Punkten brennen sollten. Diese Bescheidenheit in der Ausführung der öffentlichen Beleuchtung lässt aufhorchen. Als sich am 1. Juni 1889 sämtliche Abonnenten «und überhaupt solche, die sich um die Anlage interessieren» im Hotel zum Wildenmann zu einem festlichen Nachtessen versammelten, um die Übergabe der Anlage zu feiern, hatte die Dorfgemeinde Meiringen in erster Linie den privaten Lichtkonsum gefördert und dafür nicht nur eine bedeutende organisatorische Leistung erbracht, sondern auch umfangreiche infrastrukturelle Investitionen geleistet, welche sich mit der dabei abfallenden öffentlichen Repräsentationsbeleuchtung kaum rechtfertigen liessen. 37805 Fr. kostete die von der Dorfgemeinde bewerkstellte Anlage zur Umwandlung der Wasserkraft des Alpbachs in elektrisches Licht.⁹¹

Obwohl die vorhandenen Unterlagen keine direkten Rückschlüsse auf die Rentabilität des Meiringer Kraftwerks ermöglichen, lässt sich behaupten, dass das Unternehmen keinen Gewinn abgeworfen hat. Es mussten zwar keine Wasserzinsen bezahlt werden, aber Kapitalzins und Amortisation der Anlage dürften allein mit rund 5300 Fr. zu Buche geschlagen haben.⁹² Dazu kamen die «Wärterbesoldung» von 1400 Fr. und der Lohn für dessen «Gehülfen». Ich setze dafür in meiner hypothetischen Rechnung 600 Fr. ein, da letzterer

88 Wyss 1989, 9. In Biel hatte sie diesen mit Cuénod, Sautter & Cie. (Genf) geteilt. Die Bieler Bahnhofverwaltung riet der Gemeinde Meiringen explizit zur Zusammenarbeit mit Stirnemann und Weissenbach, Verhandlungsprotokoll Meiringen, 17. November 1888, 130. Zur Bieler Bahnhofbeleuchtung siehe SBZ, 9. Februar 1889, 31–34 und SBZ, 15. März 1890, 63–64.

89 Verhandlungsprotokoll Meiringen, 30. April 1889, 161.

90 Verhandlungsprotokoll Meiringen, 30. April 1889, 161.

91 Wyss 1989, 10. Die Beleuchtungskommission tagte insgesamt 44 Mal; Ingenieur Studer aus Thun konnte für die unentgeltliche Bauaufsicht gewonnen werden. Siehe Aus den Protokollen der Dorfgemeinde Meiringen, in: Der Oberhasler Nr. 39, 16. Mai 1950.

92 Ich nehme hier einen üblichen Zinssatz von 7% und eine Amortisationsquote von ebenfalls 7% an, wie ihn etwa die Schweizerische Bauzeitung für die Beurteilung der Rentabilität einer Anlage in Biel verwendete, vgl. SBZ, 15. März 1890, 64.

vermutlich nur teilzeitbeschäftigt war. Allein die drei Posten Zins, Amortisation und Löhne verursachten mindestens 7300 Fr. jährliche Betriebskosten⁹³. Auf der Einnahmeseite standen dem im günstigsten Fall 7200 Fr. gegenüber, allerdings nur dann, wenn man davon ausgeht, dass für die 400 16kerzigen Glühlampenäquivalente, für deren Betrieb man Strom produzierte, auch tatsächlich Abonnenten gefunden werden konnten und dass alle diese 400 Lampen für den ganzjährigen Betrieb bezahlt wurden.⁹⁴ Die Hotels blieben jedoch im Winter geschlossen und bezahlten somit nur den Preis für eine «Saisonlampe» (12 Fr. statt 18 Fr. für den jährlichen Betrieb einer 16kerzigen Normallampe).⁹⁵ Rechnet man deshalb, immer noch optimistisch, mit 100 Ganzjahres- und mit 200 Saisonlampen, so belaufen sich die Einnahmen des Werks auf bloss 4200 Fr. oder 60% der Betriebskosten. Die Tatsache, dass die Jura-Bern-Luzern Bahn schliesslich doch nicht zur elektrischen Beleuchtung ihres Meiringer Bahnhofes bewegt werden konnte, weil ihr der im gesamtschweizerischen Vergleich günstige Tarif immer noch zu hoch war, macht deutlich, dass selbst bei massiver öffentlicher Subventionierung elektrische Beleuchtung bis in die späten 1880er Jahren ein Luxuskonsumgut geblieben war.⁹⁶ In Meiringen sprang die Dorfgemeinde mit ihrem Organisationspotential, mit ihrer Kreditwürdigkeit bei der Amtersparniskasse und mit einer bedeutenden Defizitgarantie in die Bresche und ermöglichte es den Hotels, ihr Angebot an touristischer Eleganz zu verbessern.⁹⁷ Hauptmotiv

93 Nach Wyss 1989, 10 wurde 1890 die Wärterbesoldung um 100 Fr. auf 1500 Fr. jährlich erhöht. Zum Lohn des «Gehülfen» siehe Wyss 1989, 11. Der Hinweis auf die allenfalls nur zeitweise Beschäftigung des «Gehülfen» findet man in Verhandlungsprotokoll Meiringen, 23. Februar 1889, 147. Zur Bezahlung der Wärter musste man am 4. März 1890 einen Wechsel von 130 Fr. aufnehmen. Die Zahlungsschwierigkeiten des Elektrizitätswerks (und der Abonnenten) waren nicht gering und wurden durch Verschuldungen überbrückt (zwei weitere Wechsel von 2000 Fr. bzw. 900 Fr. folgten am 9. April 1889). Siehe Aus den Protokollen der Dorfgemeinde Meiringen. Zur Kollaudation des Bidmiwerkes vom 21. Mai 1950, in: Der Oberhasler Nr. 39, 16. Mai 1950.

94 1889 waren Einnahmen von 5050 Fr. und Ausgaben von 4705 Fr. budgetiert. Allerdings war bereits am 7. Februar 1890 «die Dorfkasse leer, wie auch die Kapazität des Werkes erschöpft». Siehe Aus den Protokollen der Dorfgemeinde Meiringen. Zur Kollaudation des Bidmiwerkes vom 21. Mai 1950, in: Der Oberhasler Nr. 39, 16. Mai 1950.

95 Zum Tarif siehe Verhandlungsprotokoll Meiringen, 5. März 1888, 114.

96 «Die von der Jura-Bahn-Gesellschaft gemachte Offerte für ihre Beleuchtungsanlage wird nicht anzunehmen beschlossen, da diese bedeutende Berücksichtigung hinsichtlich des Abonnementsbetrages wünscht.» Verhandlungsprotokoll Meiringen, 26. März 1889, 153. Der Tarif betrug umgerechnet zwischen 28 Rp. und 37 Rp. pro kWh (bei 1000 bzw. 500 Jahresbrennstunden und einem Verbrauch von 65 W pro Normallampe, letzteres gestützt auf Wyssling 1946, 17. Siehe auch oben, Anm. 70). Der Kilowattstundenpreis lag also weit unter dem in Zürich diskutierten (und eingeführten) Tarif und betrug sogar weniger als die reinen Kapital- und Amortisationskosten der Bahnhofbeleuchtung in Biel. Vgl. SBZ, 15. März 1890, 63. Trotzdem wurde die Dorfgemeinde Meiringen in der Lokalpresse wegen der zu hohen Tarife angegriffen. Siehe Aus den Protokollen der Dorfgemeinde Meiringen. Zur Kollaudation des Bidmiwerkes vom 21. Mai 1950, in: Der Oberhasler Nr. 39, 16. Mai 1950.

97 Ganz offensichtlich war die finanzielle Belastung eines privaten Haushaltes durch elek-

war der aus Konkurrenzgründen entstandene Handlungsbedarf, den die Dorfgemeinde klar erkannt hatte und der sie zur Realisierung eines defizitären Infrastrukturprojekts nötigte. Das Angebot von elektrischer Beleuchtung war zur *Conditio sine qua non* eines erfolgreichen Fremdenverkehrsorts geworden; man hatte es in der zweiten Hälfte der 1880er Jahre *à tout prix*, notfalls auch über kommunale Subventionen, zu garantieren⁹⁸. Während Meiringen für die Tourismusförderung aus Kostengründen kaum eine nennenswerte öffentliche Repräsentationsbeleuchtung installieren konnte, kam in Zürich gerade dieser Aspekt sehr viel stärker zur Geltung. Die Verbindung des bisher grössten Tourismusförderungsprojektes der Stadt – der zwischen 1882 und 1887 durchgeführten Quaibauten – mit der Einführung einer städtischen Repräsentationsbeleuchtung stellte den eigentlichen Kern für die Elektrifizierung der ganzen Stadt dar. Der Quaiingenieur war nach intensiven Studien überzeugt davon, «dass eine elektrische Quaibeleuchtung an sich eine so weitreichende Unternehmung sei, und in ihrem Erfolge für die Gestaltung der elektrischen Beleuchtung in Zürich von solchem Einfluss sein werde, dass sie unmöglich als von allen andern Rücksichten abgelöste, selbständige Unternehmung der drei Quaigemeinden behandelt werden könne. Sie wird den ersten massgebenden Schritt in der elektrischen Beleuchtung Zürichs überhaupt bilden, an den sich die ganze weitere Entwicklung anschliessen wird.»⁹⁹

Repräsentationsbeleuchtung im öffentlichen oder halböffentlichen Raum spielte in der Limmatstadt seit dem Beginn der 1880er Jahre eine herausragende Rolle, nicht nur während den oben beschriebenen kantonalen und eidgenössischen Festen; sie wurde zwar zunächst ausschliesslich von Privaten installiert, von der Stadt aber mit wachsamen, kritischen Augen verfolgt¹⁰⁰.

trische Beleuchtung noch Ende der 1880er und anfangs der 1890er Jahre in den meisten Fällen zu hoch. Weniger als ein Jahr nach der Eröffnung des Elektrizitätswerks Meiringen schrieb Der Oberhasler: «Die elektrische Beleuchtung ist eine ganz nützliche Einrichtung und bietet grosse Annehmlichkeiten gegenüber der Petroleumbeleuchtung; dieselbe ist aber für den Hausgebrauch in unserem armen Hasliländchen viel zu teuer. Vorweg sind die Einrichtungskosten ganz enorm und dann ist der Unterhalt kostspielig.» Der Oberhasler, 19. März 1890. Den Hinweis auf diesen Artikel verdanke ich Rudolf Jaun.

98 Bereits 1895 begann sich die Dorfgemeinde Meiringen um das Projekt einer Trambahn vom Bahnhof Meiringen über Reichenbach zur seit 1888 für den Fremdenverkehr erschlossenen Aareschlucht zu kümmern. Obwohl die Trambahn erst zwischen 1910 und 1912 gebaut werden konnte, spiegelt auch dieses Projekt die Absicht der Dorfgemeinde, die örtliche Tourismusbranche zu fördern. Siehe Waldburger 1986.

99 Bürkli-Ziegler 1887, 5.

100 «Die Geschichte der noch jungen Beleuchtungsart bietet ein verworrenes Bild des Versuchsens & des Gelingens, oder des Misrathens & der Täuschung. Namentlich weisen die Resultate grösserer Städte Europas auf die Schwierigkeit der elektrischen Städtebeleuchtung hin. Mit lobenswerthem Eifer sind viele Versuche ins Werk gesetzt worden, & endeten namentlich in Paris & London wieder mit dem Triumph der Gasbeleuchtung.» Werner Weissenbach-Griffin, Akten der Kommission für die Vorbereitung des elektrischen Lichtes 1888–1890, Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 30, Zürich 18. Juli 1884.

Die beim Bahnhof aufgestellten Bogenlampen, welche «die Hallen des Bahnhofes jetzt [1882] taghell mit elektrischem Licht» beleuchteten, machten viele glauben, dass die Zeit «nicht mehr ferne» sei, «da die elektrische Beleuchtung in ganz Zürich eingeführt sein» werde. Man müsse jetzt nur noch auf die Bewilligung zur Verlängerung der Kabelleitungen von der Zentralstation aus warten, «damit auch die Hotels und Restaurants am Bahnhofplatz, sowie die Magazine und Wirthshäuser an der Bahnhofstrasse beleuchtet werden können». Triebkraft und Maschinen reichten zur Erweiterung noch aus und könnten «ohne Schwierigkeiten vermehrt werden».¹⁰¹ Ohne Schwierigkeiten: Dies sollte sich zwar als starke Übertreibung erweisen, aber der eben zitierte Zeitungsbericht enthielt doch einen programmatischen Kern. Elektrische Beleuchtung wurde in Zürich immer auch im Hinblick auf ihre Ausdehnung konzipiert.

Auch die beim Bahnhof aufgebaute Elektroinsel hatte ein expansives Potential und weitete sich, wenn auch vorerst nur in der Fantasie, über die umliegenden Hotels und Restaurants bis zur gleissend hell erleuchteten Elektropolis aus. In der Technischen Gesellschaft beschäftigte man sich z. B. ganz ernsthaft mit einem von William Siemens ausgearbeiteten Beleuchtungsprojekt und dachte dasselbe auf die Grossmünstergemeinde anzuwenden. Statt bloss einzelne Etablissements elektrisch zu beleuchten – was allenfalls dem Seidenkaufmann Henneberg an der Bahnhofstrasse noch möglich war¹⁰² – sah man mit Siemens eine «weit vorteilhaftere» Strategie darin, «von einer Centralstation aus ein ganzes Quartier» zu versorgen.¹⁰³ Bei der vom Astrophysiker Siemens geplanten, alles bisher dagewesene sprengenden Lichtfülle von weit über 300000 elektrischen «Flammen» mussten auch die Anlagekosten astronomisch hoch ausfallen – insgesamt 4425000 Fr., während eine gleich helle Gasbeleuchtung 2 Millionen Franken Anlagekosten verursachen würde». Trocken bemerkte der Referent der Technischen Gesellschaft, dass demnach – «öconomisch betrachtet» – die Gasbeleuchtung den

101 Zürcherische Freitagszeitung, 13. Mai 1882.

102 Vgl. den kommentarlosen Bericht der NZZ über die private Verwendung elektrischer Beleuchtung in Zürich, der eigentlich nicht in die Luxusdiskussion passte, aber extravagante Distinktion wohl am richtigen Ort gesehen hat: «Seit gestern werden die Magazine des Herrn Henneberg bei der Börse in Zürich elektrisch beleuchtet. Die von den Herren Stirnemann u. Comp. zur Anwendung gebrachten Lampen brennen ruhiger und schöner als alle bisher gesehenen.» NZZ, 18. August 1882. Henneberg installierte gleich 8 Bogenlampen. Verhandlungen der Technischen Gesellschaft 1889, 101.

103 «Der verstorbene Dr. Sir Charles William Siemens nimmt als geeigneteste Ausdehnung eines Beleuchtungsdistriktes eine Fläche von 15 Hectaren oder einen Kreis von 220 m Radius an d. h. eine Ausdehnung etwa wie die Grossmünstergemeinde. Auf dieser Fläche stehen nach seinen Annahmen 3108 Häuser mit 29825 Einwohner, ferner rechnet er pro Wohnung 100 Lampen à 15–18 Kerzen. Dazu kommen noch für Kirchen, Concertsäale, Theater, Hôtels, Cafés, Restaurants 26000 Flammen, im Ganzen also 328000 Flammen. Für diese bedarf es 36126 HP Kraft. Ferner sind für Strassenbeleuchtung 228 Bogenlampen à 350 Kerzen mit 182 HP oder 12 HP pro Wohnhaus erforderlich.» Hofmeister 1885, 228–229.

Vorzug verdiene.¹⁰⁴ Ganz offensichtlich wusste er nicht, dass man sich im Stadtrat mit Kostenvoranschlägen beschäftigte, die zur Elektrifizierung der städtischen Beleuchtung Baukosten von über 6 Mio. Fr. vorsahen, obwohl für dieses Geld nur gerade «27000 Lampen System Edison» hätten angeschlossen werden können.¹⁰⁵

Die elektrische Beleuchtung war deshalb für die Stadt nur im Zusammenhang mit einem Prestigeprojekt wie jenem der Quaibauten vorstellbar. Eine kleine elektrische Anlage zur Beleuchtung des Quais konnte dessen Gesamtkosten von 9 Mio. Fr. nicht mehr wesentlich erhöhen, aber als dekoratives Element dessen Wirkung beträchtlich steigern.¹⁰⁶ Die notwendige Begründung für eine solche Assoziation von Quaiunternehmung, städtischer Repräsentativbeleuchtung und privatem Luxuskonsum lieferte Arnold Bürkli-Ziegler 1887 in seiner Schrift «Die elektrische Beleuchtung des Quaigebietes in Zürich», welche «die Notwendigkeit beförderlicher Einführung der elektrischen Beleuchtung für die Seequaianlage und die Zweckmässigkeit einer Verbindung derselben mit der Privatbeleuchtung der Stadtquartiere unter Benutzung der Wasserkräfte im Letten überzeugend darlegte».¹⁰⁷ Deziert vertrat der Spiritus rector der Quaianlagen eine möglichst starke, eindruckliche Beleuchtung seines Werks. Die Behörden und die Bevölkerung seien sich beim Beschluss, die Quaianlagen auszuführen, bewusst gewesen, «damit ein Werk zu schaffen, das nicht bloss den Bewohnern Zürichs Annehmlichkeiten bringen solle, sondern das durch den an der Spitze des Vertrags ausgesprochenen Zweck der Unternehmung, «die Vorteile der Lage der Stadt und der beiden Ausgemeinden am Seeufer hinsichtlich des Verkehrs wie der Schönheit der Gegend zur vollen Geltung zu bringen», auch auf weitere Kreise anziehend und dadurch den Verkehr belebend zu wirken bestimmt sei». Wenn Luzern sich nicht mehr mit Gasbeleuchtung begnüge, Genf noch viel weniger, so könne auch Zürich bei seinen Quaianlagen «nicht kurz vor Erreichung des Zieles ebenbürtiger Geltendmachung der Vorteile seiner Lage erschöpft zurückbleiben». Jeder, welcher die Wirkung elektrischer Beleuchtung kennen gelernt habe, werde die Überzeugung teilen, dass diese «für öffentliche Anlagen grösseren Styles in kürzester Zeit die Gasbeleuchtung verdrängen» werde. Zur wirklichen Erreichung des der Quaiunternehmung gesetzten Zwecks sei die Durchführung der elektrischen Beleuchtung notwendig.¹⁰⁸

Bürkli-Ziegler ging in seiner Argumentationsweise aber weit über das hinaus,

104 Hofmeister 1885, 229. Hofmeister hielt seinen Vortrag am 6. Januar 1885.

105 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 29, 17. Juli 1884.

106 Schönauer 1987, 31.

107 Technische Gesellschaft 1889, 103 (Vortrag Burkhard-Streuli, 11. Dezember 1888). Zu Bürkli-Ziegler siehe neben Schönauer 1987, 32–37 und SBZ, 10. Mai 1894, 130 vor allem Baumann 1994.

108 Bürkli-Ziegler 1887, 20–21.

was man von einem Stadtplaner erwartet hätte, der einfach den krönenden Abschluss seines Lebenswerks mit den Früchten der neuesten Technikentwicklung geziert sehen wollte.¹⁰⁹ Vielmehr behielt er auch die Alternative einer Gasbeleuchtung im Auge: «Um das elektrische Licht in seiner Eigenart wirken zu lassen, ist die Verwendung stark konzentrierter Lichtpunkte, also von Bogenlampen geboten. [...] Die Beleuchtung mit Glühlampen erzielt ein Illuminations- oder guirlandenartiges Gesamtbild, das durch Gaslicht ebenso schön und billiger erzielt wird, so dass für diesen Zweck Gasbeleuchtung unbedingt besser passt, während der elektrischen Beleuchtung konzentrierte starke Lichter entsprechen.»¹¹⁰ Bürkli-Ziegler gab sich keinen Illusionen hin und machte immer wieder deutlich, dass elektrisches Licht einen Luxus darstellte, der nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen sinnvoll war. Vor allem handle es sich hier ja «um den Wettkampf der elektrischen Beleuchtung mit der schon bestehenden, wirkliche Bedürfnisse vollständig befriedigenden Gasbeleuchtung. Es wäre nicht richtig, dieses Wettkampfes zwischen zwei nahezu gleichvollkommenen Unternehmungen wegen öffentliche Übelstände in den Kauf zu nehmen.» Von einer «nahezu unbedingten Freiheit für die elektrischen Unternehmungen», wie sie Elektroingenieure zum Teil gefordert hatten,¹¹¹ sei unbedingt abzusehen, zumal es sich beim elektrischen Licht nicht um eine «unerlässliche Lebensbedingung der Bevölkerung» handle.¹¹² Dennoch war Bürkli-Ziegler klar, dass Weichen für die Zukunft gestellt werden sollten, ohne über die Fahrtrichtung schon im Klaren zu sein. Immerhin: Nicht die Verdrängung der Gasbeleuchtung sei das Ziel. Vielmehr würde es auch darum gehen, dass sich die Stadt nun aktiv um Elektrifizierungsfragen kümmere – der Handlungsbedarf sei so gross geworden, dass ein Entscheid in der Frage der elektrischen Beleuchtung sich geradezu aufdränge. «Selbst wenn die Quaibebeleuchtung nicht in Frage käme, kann die Stadt mit einem Entschluss in dieser Angelegenheit und, wenn derselbe bejahend ausfällt, mit einem aktiven Vorgehen nicht länger zuwarten, wenn sie nicht überhaupt ihre massgebende Einwirkung auf die elektrische Beleuchtung und die sichere Aussicht auf nutzbringende Verwendung eines grossen Teils der Wasserkraft im Letten preisgeben will. [...] Die Stadt kann aber auch nicht passiv zur Seite stehen und dabei doch einem aktiven Vorgehen Dritter hindernd in den Weg treten. Sie würde auf solche Weise die Entwicklung Zürichs andern Städten gegenüber in empfindlicher Weise schädigen.»¹¹³ Bürkli-Ziegler's Schrift erschien im Dezember 1887. Im selben Monat doppelte der Verein der Hoteliers von Zürich und Umgebung nach und for-

109 Zu Bürklis Wirken in Zürich siehe Baumann 1994.

110 Bürkli-Ziegler 1887, 1–2.

111 Siehe SBZ, 13. August 1887, 40–43.

112 Bürkli-Ziegler 1887, 3.

113 Bürkli-Ziegler 1887, 14–15. Zur Frage der Kommunalisierung städtischer Infrastruktur siehe Kap. 6, Stromversorgung und städtische Infrastrukturpolitik sowie Gugerli 1995a.

derte vom Stadtrat, «in beförderlichster Weise der elektrischen Beleuchtung für unsere Stadt Eingang verschaffen und so weit nöthig dieselbe auch öffentlich ein[zul]führen».¹¹⁴ Die Petition der Hoteliers stellt ein verdichtetes Beispiel des elektrowirtschaftlichen Redestroms der 1880er Jahre dar. Sie erzeugte mit ihrer Wortwahl, ihren Bildern und Referenzen eine derart wirkungsvolle Resonanz in der städtischen Öffentlichkeit, dass sie als ein Ereignis in der kollektiven Erinnerung geblieben ist, das zur Einführung des elektrischen Lichtes in Zürich führte.¹¹⁵

Die sorgfältig begründete Eingabe argumentierte auf verschiedenen Ebenen, die wichtigste attackierte mehrfach die relative Rückständigkeit Zürichs: «Dass die elektrische Beleuchtung in allen grösseren Städten des In- & Auslandes bereits ganz oder wenigstens theilweise eingeführt ist, wird Ihnen wohl besser bekannt sein, als uns, und dass es vorab die Fremdenstädte sind, welche hierin die grössten Anstrengungen machen, bedarf kaum besonderer Betonung. In der Schweiz brauchen wir bloss an Genf, Luzern & Basel zu erinnern & darauf hinzuweisen, dass bereits auch im Berner-Oberland, an den Fremdenplätzen des Kantons Graubünden, ferner in allen grossen Kur- & Fremden-Hotels die für diese Beleuchtung nöthigen Installationen theils fertig erstellt, theils projektirt sind, um das Gesagte hinreichend zu belegen.»¹¹⁶

Die Assoziation von elektrischer Beleuchtung mit repräsentativen Formen des Luxuskonsums und des Tourismus konnte 1887 bereits als Argument für einen dringenden Handlungsbedarf verwendet werden. «Es wäre auch in der That auffallend, wenn Zürich in dieser Richtung zurückbleiben wollte. Schon das Zögern hat etwas Unverständliches & hören wir hierüber die Fremden schon seit längerer Zeit ihre Verwunderung aussprechen.» Neben der relativen elektrotechnischen Rückständigkeit Zürichs wurde aber auch die expansive Dynamik der Elektrotechnik als ein den Handlungsbedarf generierendes Moment dargestellt. Die Hoteliers unternahmen alles, um den Eindruck einer Entwicklung hervorzurufen, die sich durch eine unaufhaltbare Expansion der elektrischen Beleuchtung auszeichnete, und setzten dies als argumentatives Druckmittel ein. Nicht genug damit, dass die grossen Städte im In- und Ausland in ihrer elektrotechnischen Entwicklung Zürich vorausliefen und dass selbst kleinere Fremdenkurorte die elektrische Beleuchtung eingeführt hatten. Die Eingabe der Wirte belegte den gegenwärtigen Handlungsbedarf auch dadurch, dass sie auf «die Tonhalle, Kronenhalle, Henneberg, Franziskaner & Bahnhof» und «auf eine Reihe weiterer Geschäfte, welche im Begriffe stehen, nachzufolgen» aufmerksam machte.

114 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 43, 12. Dezember 1887.

115 Siehe Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 47 (Auszug aus dem Protokoll des Stadtrathes von Zürich vom 14. August 1888); Burkhard-Streuli 1890, 11; Giterman 1927, 126; Der Seilzug (1) 1968.

116 Stadtarchiv Zürich V Bc 5. Nr. 43, Gesuch vom 12. Dezember 1887.

Diese Wortwahl ist aufschlussreich, war doch von einer Reihe weiterer Geschäfte die Rede, von der Gefahr, in dieser Richtung zurückzubleiben und schliesslich explizit auch vom Fortschritt, der als rapidqualifiziert wurde. Den Stadtbehörden drohe die Sache aus den Händen zu gleiten, wenn sie sich nicht beeilten, die Einführung der elektrischen Beleuchtung ernsthaft zu prüfen. «Die Technik macht in dieser Branche *sorapide Fortschritte* & ist in der Erfindung der Hilfsmittel so reich, um die Wahrscheinlichkeit einer plötzlichen Verallgemeinerung nahe zu legen. Dann aber sollte Zürich bei der Hand sein & zu umgehen suchen, dass ihr ein grösster Theil ihres Absatzgebietes durch die *Privatthätigkeit* für immer entzogen würde. An Unternehmern fehlt es auch in Zürich nicht & dass dieselben schon jetzt eine grosse Rührigkeit entfalten, kann Jedermann beobachten. Je länger aber die Stadt mit einem *offiziellen Schritte* in der Angelegenheit zögert, um so mehr sieht sich das *Publikum* in seiner Meinung bestärkt, die Gemeinde wolle von der *elektrischen Beleuchtung* wohl erst dann wieder etwas wissen, wenn andere schon das Geschäft damit gemacht haben. Hierüber werden sich wohl auch noch andere Stimmen geltend machen und wir hoffen mit unserer Petition nicht vereinzelt da zu stehen.¹¹⁷

Die seit Beginn der 1880er Jahre sich formierenden elektrotechnischen Redeströme hatten in wenigen Jahren bereits eine solche Wirksamkeit entwickelt, dass sie die Meinung des «Publikums» und damit vieler Einzelstimmen so modellierten, dass eine letztlich privaten Geschäftsinteressen entspringende Forderung wie jene der Hoteliers von Zürich nicht mehr vereinzelt dastand. Die Installationen der Zürcher Telephongesellschaft beim Bahnhof und die zahlreichen eidgenössischen und kantonalen Feste, auf denen Bogen- und Glühlampen zum Einsatz kamen, zeigten Wirkung. Ende 1887, als der Wirtverband seine Petition einreichte, brannten in der Stadt Zürich bereits rund 1800 Glüh- und 166 Bogenlampen, welche von 31 Dynamos betrieben wurden.¹¹⁸ Jedermann konnte die Rührigkeit der Elektroindustrie mit eigenen Augen beobachten und zur Überzeugung kommen, dass eine allgemeine Einführung der elektrischen Beleuchtung nur «eine Frage der Zeit» sei, wie der Korrespondent der Neuen Zürcher Zeitung aus Luzern berichtet¹¹⁹ – elektrische Beleuchtung war in der öffentlichen Meinung zum zukunftsweisenden Entwicklungsgebiet par excellence geworden und konnte deshalb als gewichtiges Argument für die Promotion auch von städtischen Anlagen verwendet werden. Die Erwähnung des «rapiden Fortschritts» der

117 Ähnlichen Druck übte z. B. die Zürcher Telephongesellschaft mit dem Gesuch um eine Konzession für die elektrische Beleuchtung des Bahnhofquartiers und die Maschinenfabrik Oerlikon mit dem Angebot für Erstellung elektrischer Beleuchtungsanlagen aus. Siehe Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 45 (Auszug aus dem Protokoll des Stadtrathes von Zürich vom 13. Januar 1888).

118 Burkhard-Streuli 1890, 9.

119 NZZ 260, 18. September 1886.

Elektrotechnik, an den man in Zürich den Anschluss zu verpassen im Begriff war, der Hinweis auf den «Nachdruck», mit dem «diese neue Beleuchtungsart ihren Weg» machte, wie auch die Anführung bestehender Projekte selbst kleinerer Kurorte und Touristikplätze wurden als Argumente in die Waagschale geworfen. Mögliche Zweifel über ihre Gültigkeit wurden bereits im Keim erstickt: «Dass [diese neue Beleuchtungsart ihren Weg] auch in Zürich machen muss & machen wird, darf wohl als unbestreitbar hingestellt werden, denn die Vorläufer derselben haben sich, dank der Privatinitiative, schon längst eingestellt.»¹²⁰

Wenige Monate später nahm die stadträtliche Kommission «für die Vorbereitung elektrischer Beleuchtung» ihre Arbeit auf. Der Stadtrat begründete diesen Schritt einerseits mit dem der Stadt zugewiesenen Handlungsbedarf und andererseits mit den möglichen Synergieeffekten, welche sich aus dem Spannungsfeld zwischen städtischer Repräsentationsbeleuchtung,¹²¹ Förderung des Fremdenverkehrs¹²² und privatem Luxuskonsum ergeben sollten. «Die Nothwendigkeit, dass von den städtischen Behörden die Frage der elektrischen Beleuchtung nunmehr angelegentlich und ohne Zögern behandelt werde, lässt sich besonders deshalb nicht verneinen, weil der Seequai einer definitiven Beleuchtungsanlage dringend bedarf und weil die Frage, ob hierbei Elektrizität zu verwenden sei, mit der anderen, ob zur Hausbeleuchtung in der Stadt umfassende Anlagen unter Benutzung des Reichsbodens erstellt werden sollen, enge zusammenhängt, die beiden Projekte nämlich sich gegenseitig die Ausführung erleichtern.»¹²³ Stadtrat Ulrichs Vorschlag, das Publikum dadurch für die Sache der Quaibeleuchtung zu begeistern, indem man darauf hinweise, elektrische Beleuchtung solle keineswegs nur am Quai eingerichtet werden, schien geeignet, die von Bürkli-Ziegler angestrebte Assoziation von städtischer Repräsentationsbeleuchtung und Tourismus um die Partei potentieller Privatkonsumenten zu erweitern, und rechtfertigte die aktive Rolle der Stadtbehörden zusätzlich.¹²⁴ Eine kommunale Lösung der Einführung elektrischer Beleuchtung bot für die Stadt schliesslich auch noch den Vorteil, für die Stromproduktion freie Wasserkraftkapazitäten im städtischen Kraftwerk Letten nutzen zu können und gleichzeitig das seit 1886 in

120 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 43. Hervorhebungen im Original.

121 Im August 1887 wurden von der Zürcher Telephongesellschaft auf der Terrasse am Stadthausplatz drei elektrische Flammen probeweise aufgestellt. Bürkli-Ziegler 1887, 4.

122 Siehe auch den Bericht der Neuen Zürcher Zeitung über die geplante Gründung eines Interessenverbandes «zur Wahrung und Förderung der Verkehrs-Interessen Zürichs». Bürkli-Ziegler war bei diesem «Hearing» neben einem Vertreter des Stadtrates ebenfalls mit von der Partie. NZZ 339, 5. Dezember 1885.

123 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 47 (Auszug aus dem Protokoll des Stadtrathes von Zürich vom 14. August 1888).

124 «Wir können [...] das Publicum ins Interesse ziehen, indem wir ihm sagen, dass die elektrische Beleuchtung nicht etwa bloss für den Quai beabsichtigt wird.» Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 17. August 1888, 4. Siehe auch Kap. 3, Der Systemstreit.

ihrem Besitz stehende Gaswerk mit einer vorsichtigen Tarifpolitik vor einem allzu starken Konkurrenten zu bewahren.¹²⁵

Insofern hatte auch die Stadt ein Interesse daran, neben ihrem eigenen Repräsentationsbedarf vorerst nur zwei mögliche Segmente des Elektrizitätsmarktes zu berücksichtigen, nämlich den Tourismus und den privaten Luxuskonsum. Vermutlich würde sich die Einführung elektrischer Beleuchtung sogar positiv auf die Entwicklung des Gaswerks auswirken, indem der Gasverbrauch dank einem «elektrisch induzierten», allgemein gesteigerten Lichtbedürfnis auch in dem vom Gas abgedeckten Sektor des Beleuchtungsgeschäfts ansteigen werde. «Das elektrische Licht hat nun einmal die Lust nach «mehr Licht» d. h. nach grösserer Helligkeit wach gerufen», wurde der Technischen Gesellschaft in Zürich erklärt,¹²⁶ und die Schweizerische Bauzeitung schrieb, der Begriff von hell und blendend sei ein anderer geworden. «Unser Lichtbedürfnis hat sich wesentlich gesteigert.»¹²⁷

125 Deshalb war in Zürich von der städtischen Gaskommission gefordert worden, «es sei von der Erteilung einer Konzession für elektrische Beleuchtung an Privatunternehmer Umgang, dagegen auf Regieausführung Bedacht zu nehmen». Technische Gesellschaft 1889, 103 (Vortrag Burkhard-Streuli, 11. Dezember 1888). Vgl. auch Kap. 6, Stromversorgung und städtische Infrastrukturpolitik.

126 Hofmeister 1885, 230.

127 29. Oktober 1887, 110. Dies war um 1887/88 ein gängiges Argumentationsmuster: «[...] indessen soll nach allgemeiner Erfahrung die [...] dem Gas erwachsene Konkurrenz einen Ausgleich finden in dem Mehrkonsum in Folge des gesteigerten Lichtbedürfnisses.» Technische Gesellschaft 1889, 102 (Vortrag Burkhard-Streuli, 11. Dezember 1888). «Nach Einführung elektrischer Beleuchtung wird, wer das Gas behält, mehr davon brauchen, wegen gesteigerten Lichtbedürfnisses.» Protokoll der Stadtrats-Commission für die Vorbereitung elektrischer Beleuchtung, Sitzung vom 7. November 1888, 10. Siehe auch Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 47, Protokoll des Stadtrates von Zürich, 14. August 1888.

2. Übertragung, Verteilung und Anschlüsse

Der unvollendete Dreisprung

Spätestens seit Bruno Latours «Science in Action» muss der Schumpetersche Dreisprung von der Invention über die Innovation zur Diffusion im luftleeren Raum hängen bleiben.¹ Er konnte schon immer nur dann erfolgreich zu Ende geführt werden, wenn man bereit war, mit einem Grossteil der traditionellen wirtschafts- und technikgeschichtlichen Literatur einen technischen Determinismus² zu postulieren. Technische Artefakte erhalten hier von einem mythologisch überhöhten Erfinder oder Innovator einen solchen Schub, dass sie dem Labor entschweben und sich selbständig über die ganze Welt verbreiten. Unter solchen Maximen können technische Artefakte sogar ohne Menschen, ohne Gesellschaft existieren. Und dennoch die grossen Debatten darüber, wer zuerst etwas erfunden habe und wann eine Innovation nun wirklich erfolgt sei. Um dem traditionellen Diffusionsmodell eine gewisse Glaubwürdigkeit zu erhalten, muss einerseits die Zahl der am «Erfindungsprozess» beteiligten Personen so stark wie möglich eingeschränkt werden und bedarf es andererseits kanonischer Ereignisse und Heiligenfiguren der Innovation. Es fehlte sonst der archimedische Punkt, von dem aus die Welt – mit Hilfe der neuen Technik – aus ihren Angeln gehoben werden kann.

Dieses Problem ist natürlich nicht nur von Latour erkannt worden. Gelöst wurde es aber bisher nur scheinbar – indem man es einfach umging. Das machen gerade die zahlreichen neueren innovationstheoretischen Publikationen der sogenannten Neoschumpeterianer um Christopher Freeman, Gerhard Mensch und Giovanni Dosi deutlich. Sie haben die Schwäche des Schumpeterschen Modelles nicht etwa bei der Diffusion geortet, sondern sich vorab um eine Neukonzeption der Basisinnovation bemüht und denselben sinnvollerweise Verbesserungsinnovationen zur Seite gestellt.³ Die zunehmende Verknüpfung der Debatte über technische Entwicklungspfade mit der Diskussion um lange Wellen hatte jedoch zur Folge, dass der Blick der Neoschumpeterianer eher rückwärts, hin zur Erfindung von technischen Artefakten und zu den «swarms of innovations» gewendet war und letztlich kaum in Richtung «Diffusion» gelenkt wurde.⁴

1 Zum folgenden siehe Latour 1987, 132–144 und Schumpeter 1939.

2 «Der Lauf der Dinge liess sich nicht mehr bremsen.» Niederer 1991, 443.

3 Mensch 1972.

4 Freeman 1984. Bornschier und Suter 1989.

Im Zentrum der folgenden Überlegungen steht die Frage, wie sich technische Erfindungen und Innovationen – seien es Basis- oder Verbesserungsinnovationen – im sozialen und wirtschaftlichen Kontext der Schweiz verbreitet haben, wie sie eine stabile Assoziation mit bestehenden und neuen Interessenkonstellationen bilden und so zu einem unverbrüchlichen Bestandteil technischer Praxis werden konnten. Dabei muss all jenen Schaltstellen nachgegangen werden, an denen elektrotechnische Artefakte und Systeme Assoziationen aufbauen konnten. In dem Masse nämlich, wie elektrotechnische Artefakte das Interesse, die Unterstützung oder die Abhängigkeit von andern Techniken, von sozialen Gruppen, Firmen, kommunalen Verwaltungen und Verbänden einbezogen, wurde die Elektrifizierung der Schweiz realisierbar.

Anschlussfähigkeit der Elektrotechnik bildet das Schlüsselwort im doppelten Sinn: Je mehr Anschlüsse die Elektrotechnik an die sozioökonomische Wirklichkeit der Schweiz offerieren konnte, je kompatibler sie gestaltet wurde, desto leichter fiel ihr ihre Verbreitung; und je mehr Anschlüsse an elektrische Zentralen erfolgten, desto stärker vermochte die Elektrotechnik die schweizerische Gesellschaft so zu verwandeln, dass diese zunehmend elektrifizierbar wurde. Dieser doppelte Kompatibilisierungsprozess konnte nicht Gegenstand einer einzigen «Verhandlungsrunde» zwischen Elektrotechnik und Gesellschaft sein. Er musste vielmehr permanent auf den verschiedensten Ebenen gesellschaftlicher und technischer Praxis fortgeführt werden und verlangte deshalb nach einem Substrat, das in der Praxis zwischen Technik und Gesellschaft vermitteln konnte. Auch in diesem zweiten Kapitel werden daher elektrowirtschaftliche Diskurse Thema sein müssen.

Kriegstetten-Solothurn – ein Paradigma der Übertragbarkeit

Die mit Sicherheit berühmteste elektrische Kraftübertragung in der Schweiz der 1880er Jahre wurde von der Maschinenfabrik Oerlikon Ende 1886 zwischen Kriegstetten und Solothurn installiert. «Diese klassisch gewordene Anlage war von besonderer Bedeutung, weil an ihr zum erstenmal der Beweis eines wirtschaftlich befriedigenden Wirkungsgrades erbracht wurde», kommentierte Walter Wyssling, und Adolf Wegmann behauptete, dank der Anlage sei sogar «eine Reihe von grundlegenden Fragen [...] mit einem Male gelöst» worden. Eine «Pionierleistung, die internationales Aufsehen erregte», oder «ein voller Erfolg» sind weitere Qualifikationen, welche in der Literatur für diese Kraftübertragung verwendet werden, «a landmark in the history of

5 Permanent, aber nicht kontinuierlich: Im Verlauf der hier untersuchten Periode gab es immer wieder Momente, in denen die Anschlussfähigkeit der Elektrotechnik grundsätzlich gefährdet schien und nur dank einer Parforceleistung in der Stabilisierung von elektrotechnischen Redeströmen gerettet werden konnte.

electric power transmission» hatte sie die englische Zeitschrift «Electrical World and Engineer» schon 1901 genannt⁶

«Kriegstetten-Solothurn» bietet jedenfalls für Lehrbücher eine spannende Innovationsgeschichte: mit heroischem Unternehmer, brillantem Techniker und geschicktem Mechaniker, mit Risikobereitschaft, Erfindergeist und handwerklicher Kunst.⁷ Joseph Müller-Haiber, Gründer der «Sphinx-Werke» in Solothurn, suchte Mitte der 1880er Jahre die Wettbewerbsfähigkeit seines für die Uhrenindustrie arbeitenden Betriebs zu erhöhen. Er brauchte dazu einen regelmässigen, ruhiglaufenden Antrieb, wie er etwa von einer Turbine, vielleicht aber auch von einem Elektromotor, geliefert werden konnte, weil die Rüttelschwingungen einer lokalen Dampfmaschine – die übliche Alternative zur Wasserkraft – keine Präzisionsarbeit an den Drehbänken erlaubt⁸. Zusätzliche Wasserkraft war in Solothurn nicht zu erhalten. Am 2. Januar 1886 konnte Müller-Haiber in der Schweizerischen Bauzeitung lesen, dass Marcel Deprez mit immer grösserem Erfolg an elektrischen Kraftübertragungseinrichtungen arbeite. Schon vor dem berühmten Experiment zwischen Creil und Paris sei es dem französischen Ingenieur gelungen, mit 67% Nutzeffekt die nur unvollständig ausgenützte Wasserkraft in der Nähe von Grenoble über eine Distanz von 14 km elektrisch zu übertragen⁹. Diese lokalen Verhältnisse glichen jenen in Solothurn, denn nur 8 km von Müller-Haibers Produktionsstandort entfernt, in Kriegstetten, befand sich ein unvollständig genutztes Kraftwerk. Die in den «Sphinx-Werken» fehlende Antriebskraft wäre also, schenkte man den Berichten von Deprez Glauben, von Kriegstetten aus elektrisch übertragbar, und in Solothurn liessen sich zusätzlich benötigte Decolletage-Drehbänke elektrisch, vor allem aber stossfrei und mit konstanter Drehzahl antreiben.¹⁰

Die Geschichte passt auch weiterhin ins Lehrbuch. Der innovationsbereite, gut informierte Unternehmer wurde von einem jungen, ehrgeizigen und brillanten Techniker unterstützt, der Feuer und Flamme für das Projekt war: «[...] geht die Sache gut, so bin ich ein gemachter Mann, denn eine solche Leistung wurde bis jetzt auch nur annähernd von niemandem erreicht», schrieb der 23jährige Charles Brown, der eben erst die Leitung der elek-

6 Wyssling 1946, 22; Wegmann 1920, 65; Lang 1987, 12; Ziegler 1937, 9. Electrical World and Engineer, 16. November 1901, 809.

7 Siehe den Reader von Newton Copp und Andrew Zanella mit dem verheissungsvollen Titel «Discovery, Innovation, and Risk». Copp und Zanella 1993.

8 Siehe Lang 1992, 24–25.

9 SBZ, 2. Januar 1886, 5. Weitere frühe Artikel zum Problem der elektrischen Kraftübertragung, welche die Schweizerische Bauzeitung publizierte: SBZ, 6. Januar 1883, 10; SBZ, 17. März 1883, 73; SBZ, 8. Dezember 1883, 149–150; SBZ, 5. Januar 1884, 5–6; SBZ, 5. April 1884, 84; SBZ, 22. November 1884, 132–134; SBZ, 28. März 1885. Zu den Experimenten Deprez' in Grenoble und Creil siehe Boulanger 1883; Cabanellas 1885; Lévy 1886; Caron und Cardot 1992, 314–315 und 320–324.

10 «Bei Übernahme der Anlage war als eine Hauptbedingung möglichst constante Tourenzahl bei variabler Beanspruchung vorgeschrieben.» Brown 1887, 171

trotechnischen Abteilung der Maschinenfabrik Oerlikon übernommen hatte, an seinen Vater.¹¹ Und zum Techniker gesellte sich der Mechaniker Josef Meyer, der für den Antrieb der Dynamomaschinen von Charles Brown in Kriegstetten eine vertikalachsige Turbine der Bauart Girard herstellen würde.¹² Ein Innovationstrio, das sich sehen lassen konnte und das sich vor allem, wie zu beschreiben sein wird, in Szene zu setzen wusste. Im Dezember 1886, nur sieben Monate nach dem Bestellungseingang Müller-Haibers, flossen die benötigten 30–50 PS, elektrisch übertragen, von Kriegstetten nach Solothurn. Die Schweiz hatte ihre Innovationsgeschichte für elektrische Transmission; ein kanonisches Ereignis, ähnlich jenem der elektrischen Beleuchtung im Speisesaal des St. Moritzer Hoteliers Badrutts¹³

Lehrbuchgeschichten haben den Nachteil, dass sie ihre einfache Schönheit rasch verlieren – bei näherer Betrachtung wird die Sache recht kompliziert. «Die ersten» sind in der Technikgeschichte nie wirklich die ersten gewesen. So hatte auch die Pioniertat von Müller-Haiber ihre Vorläufer. Kraftübertragungen wurden, nicht nur in der Schweiz, schon früher realisiert. Zu erwähnen sind vor allem die Übertragungseinrichtungen an der Landesausstellung von 1883 in Zürich und jene von 1884 in Biel. Letztere wurde mehr als zwei Jahre vor der Kriegstetter Anlage vom nicht minder «genialen» Techniker René Thury in Betrieb genommen und damals ebenfalls als die «bedeutendste» angesehen. Zum schmückenden Beiwort «klassisch» hat sie es nie gebracht.¹⁴ Thury hat seine Anlage publizistisch so mangelhaft auszuwerten gewusst, dass nicht einmal der Name der Bieler Drahtzieherei, welche die Anlage in Auftrag gegeben hatte, standardisiert in die Literatur eingegangen ist.¹⁵ Auch die 1887 von René Thury erstellte elektrische Kraftübertragungseinrichtung von einem Wasserkraftwerk an der Engelberger Aa für die Bürgenstock-Betriebe fand in der Öffentlichkeit relativ wenig Beachtung.¹⁶

Die nach Wyssling «klassische» elektrische Übertragungseinrichtung zwischen Kriegstetten und Solothurn ist also erklärungsbedürftig. Was hat die Anlage zur bedeutendsten ihrer Zeit gemacht? Wie wurde sie zu einem für nachfolgende Kraftübertragung verbindlichen Paradigma¹⁷ und welche Wirkung

11 Charles Brown, zit. nach Lang 1992, 24. Siehe auch Lang 1987, 15.

12 Zum Turbinenbau siehe Schnitter 1992.

13 Siehe Kap. 1, Die Engadiner Kunstsonne.

14 «Die bedeutendste elektrische Transmission, welche bis jetzt in der Schweiz ausgeführt wurde, ist die von der Genfer Firma de Meuron et Cuénod im Etablissement der HH. Blösch-Neuhaus & Cie. in Biel soeben vollendete Anlage, welche eine Wasserkraft von 30 Pferden vermittelst Kupferdrähten von nur 7 mm Durchmesser auf eine Entfernung von 1200 m überträgt.» SBZ, 5. April 1884, 84.

15 Wyssling 1946, 22 spricht von der Firma Blösch-Schwab & Cie., Bourquin 1949, 24 wieder von «Blösch, Neuhaus & Cie. in Bözingen». Siehe auch NZZ 76 M, 17. März 1894 (Drahtfabrik Blösch, Schwab & Cie.).

16 Siehe Wyssling 1946, 22 und Schnitter 1992, 153–154.

17 Zum Begriff des Paradigmas, wie ich ihn hier verwende, siehe oben, S. 22–23.

hatte ihre Kanonisierung auf die Entwicklung elektrischer Kraftübertragung in der Schweiz?

Die Antwort findet sich in der Publizistik, welche von der Werkstatt Charles Browns ausging und sich in Windeseile ausgebreitet hat. In allen wichtigen Fachblättern, aber auch in der Tagespresse, wurde die Anlage ausführlich und wiederholt besprochen.¹⁸ Diese zeitgenössische Publizität war nicht nur wichtig für den Ruhm Charles Browns oder jenen der Anlage selbst, sondern sie wird für den Gang der Elektrifizierung der Schweiz dadurch bedeutsam, dass sie die Kriegstetter Anlage, wenn auch erst im zweiten Wahlgang, zum verbindlichen Paradigma kürte. «[...] dann bin ich ein gemachter Mann» – seit Beginn der Arbeiten an der Kriegstetter Anlage sollte aus dieser etwas Ausserordentliches, Spezielles werden. Was Bruno Latour als Pasteurisierung Frankreichs beschrieben hat, als Ausdehnung von Pasteurs Labor auf ganz Frankreich und umgekehrt als Restrukturierung weiter Teile der französischen Landwirtschaft, des Gesundheitswesens, der staatlichen Verwaltung und der Armee gemäss den von Pasteur verlangten Laborbedingungen, kann in ähnlicher Weise auch von den Brownschen Übertragungsanlagen erzählt werden.¹⁹ Die Elektrifizierung der Schweiz wird in dieser Perspektive einerseits zur Ausdehnung der Oerlikoner Werkstatt auf die ganze Schweiz, und andererseits werden installierte und zu installierende Kraftübertragungen Ende der 1880er Jahre zu Einrichtungen, die sich vom elektrotechnischen Labor aus modellieren, berechnen und kontrollieren liessen. Wenn nämlich in Kriegstetten und Solothurn glaubwürdig gezeigt werden konnte, dass zwischen der Werkstatt und der installierten Anlage nur durch Rechen- und Zeichenarbeit überwindbare Dimensionsunterschiede lagen, dann war den Technikern ein machtvolles Elektrifizierungsinstrument in die Hand gegeben: Die Kriegstetter Erfahrungen liessen sich generalisieren und in standardisierter Form auf andere Anwendungsorte übertragen.²⁰

«Eine Kraftübertragung haben wir in Solothurn auszuführen. Es sind 30 bis 50 PS auf 8000 m zu übertragen und ein Nutzeffekt von 65% zu garantieren, ansonsten die ganze Geschichte nicht angenommen wird. *Dass ich da noch viel zu rechnen und zu zeichnen habe*, werden Sie begreifen», schrieb Charles Brown im Sommer 1886 einem Geschäftsfreund.²¹ Das Ergebnis von

18 Siehe etwa SBZ, 24. September 1886, 156–158; SBZ, 22. Januar 1887, 27; Centralblatt für Elektrotechnik (7) 1887, 157–172; London Engineering, 11. März 1887; NZZ 24 I, 24. Januar 1888; NZZ 28, 28. Januar 1888.

19 Latour 1988.

20 Diese Generalisierbarkeit von Einzelfällen sollte in der Elektrifizierung der Schweiz auch später von Bedeutung sein. «Die für Chaux-de-Fonds und Locle gefundenen Ergebnisse lassen sich in Analogie unmittelbar auf eine Reihe anderer schwebender Projekte anwenden und gestatten diese letztern hinsichtlich ihrer technischen und finanziellen Durchführbarkeit zum Voraus zu beurteilen und namentlich allzu sanguinische Hoffnungen betreffend die Rentabilität derartiger Unternehmungen auf ihr richtiges Mass zurückzuführen.» SBZ, 15. Juni 1895, 168.

21 Zit. nach Lang 1987, 15. Hervorhebung D. G.

Browns Rechen- und Zeichenarbeit, das mathematisch-physikalische *Schreibtisch*artefakt in Form von Plänen und Tabellen, wurde in der Werkstatt der Maschinenfabrik Oerlikon zunächst in ein *Werkstatt*artefakt verwandelt. Man hätte es in diesem Zustand durchaus direkt nach Kriegstetten und Solothurn transportieren und die Anlage an ihrem Bestimmungsort in Betrieb nehmen können. Um die Kriegstetter Anlage aber zum Paradigma aufwerten zu lassen, musste die an ihr geleistete Rechen-, Zeichen- und Konstruktionsarbeit mindestens von einem erweiterten Teil der Techniker-gemeinschaft als mustergültig akzeptiert werden. Diese doppelte Metamorphose von der Rechen- und Zeichenarbeit zur Konstruktion und vom Objekt zum Paradigma konnte Charles Brown nur durch eine entsprechende Sensibilisierung der technischen Öffentlichkeit erreichen. «Bevor die elektrischen Maschinen aus der Werkstatt in Oerlikon an ihre Bestimmungsorter abgingen, liess die Maschinenfabrik Oerlikon im November 1886 unter der Leitung von Herrn Amsler von Schaffhausen und unter der Theilnahme mehrerer anderer Herren einige Versuchsreihen vornehmen, welche die Grösse des zu erwartenden Nutzeffectes der Arbeitsübertragung fixiren und die Beantwortung einiger für den Betrieb der zu erstellenden Anlage wichtiger Fragen geben sollten.»²² Jede grössere Maschine wird in der Fabrik auf ihre Funktionstüchtigkeit hin untersucht, bevor sie ausgeliefert wird. Selten allerdings bemüht man dazu, wie es Charles Brown und P. E. Huber-Werdmüller getan haben, eine illustre Expertenkommission, die ihre Messresultate unter den wachsamen Augen einer kritischen Öffentlichkeit durchführt. Jeder, der in der jungen Welt der Elektrotechnik Rang und Namen hatte, wurde nach Oerlikon geladen. Unter den zehn «Geschworenen», welche Charles Browns Arbeit zu beurteilen hatten, befanden sich etwa der Polytechnikumsprofessor Heinrich Friedrich Weber, die damals wohl höchste Autorität der Schweiz überhaupt in Elektrotechnik,²³ Professor Jakob Amsler-Laffon als Erfinder und Fabrikant von Präzisionsinstrumenten,²⁴ der Ingenieur Gustav Naville-

22 SBZ, 7. Januar 1888, 1.

23 Weber hatte sich seit seiner Zeit als Assistent bei Helmholtz in Berlin mit dem Problem der Messung von elektromagnetischen Strömen und mit dem elektrischen Leitungsvermögen von Metallen befasst. In den späten 1870er und frühen 1880er Jahren erwarb er sich einen internationalen Ruf als Spezialist für elektromagnetische und thermische Messungen sowie der Bestimmung von elektrischen Widerständen und Induktionen. Siehe Weber 1877, Weber 1881, Weber 1884a, Weber 1886, Weber 1897. Nach Cahan 1989, 143–157 und Cahan 1994 war es Webers allgemeines Ziel, die Eigenschaften elektrischen Lichts durch die Ausarbeitung einer wissenschaftlich haltbaren Strahlungsformel zu beschreiben und zu verstehen. Dazu Weber 1888. Zur Person und zum Wirken Webers siehe auch Weiss 1912.

24 Jakob Amsler-Laffon (1823–1912), der sich seit den 1850er Jahren einen Namen mit der mathematischen und feinmechanischen Entwicklung von Polarplanimetern gemacht hatte, war 1881 Mitglied der Jury an der Elektrischen Ausstellung in Paris gewesen, eine Aufgabe, die er auch für die Schweizerische Landesausstellung 1883 in Zürich wahrgenommen hatte. Die Académie des Sciences verlieh ihm 1885 den Prix de Mécanique. Weitere Ehrungen folgten nach der hier relevanten Zeit von 1886 bis 1888. Als Direktionsmitglied der

Neher als Spezialist im Turbinenbau und als Vertreter des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller,²⁵ sowie der Chefredaktor der Schweizerischen Bauzeitung als Brücke zur technischen Öffentlichkeit.²⁶ «Die angestellten Versuche ergaben, dass im Mittel 70% der in die primären Maschinen eingeführte Arbeit an der secundären Station als Nutzarbeit ausgegeben wurde, dass die Geschwindigkeit in der Secundärmaschine nahezu gleich der Geschwindigkeit in der Primärmaschine war und dass die Geschwindigkeit der secundären Maschine selbst bei stark wechselnder Arbeitsleistung fast constant blieb, falls nur die primäre Maschine mit constanter Geschwindigkeit angetrieben wurde.»²⁷ Genau diese Bedingungen hatte Müller-Haiber verlangt und sein Techniker ihm versprochen. Der Unternehmer konnte mehr als nur zufrieden sein. Brown sah das etwas anders: Auch wenn das Resultat der Untersuchungskommission besser als erwartet ausgefallen war, so musste ihn die Wirkung ihres Berichts enttäuschen, denn es war den Experten nicht gelungen, die schweizerische Technikerwelt vollständig zu überzeugen.

Zwar wurden die Versuche unter möglichst gleichen Bedingungen durchgeführt, wie sie später zu erfüllen waren,²⁸ aber alle Zweifel konnten dennoch nicht ausgeräumt werden. Heinrich Friedrich Weber fasste die Einwände wie folgt zusammen: «Von der einen Seite wurde hervorgehoben, dass der in Oerlikon erzielte mittlere Nutzeffect der Arbeitsübertragung nicht ohne weiteres als Nutzeffect der functionirenden Anlage Kriegstetten-Solothurn betrachtet werden dürfe, da in den Oerlikoner Versuchen die beiden Maschinengruppen durch einen verhältnissmässig kurzen, wohl isolirten Eisendraht verbunden waren, in der functionirenden Anlage aber die primäre und secundäre Station durch eine oberirdische 8 km lange Leitung aus nacktem Kupferdraht verbunden sein sollen; die letztere dürfte aber bei weitem nicht jene vollkommene Isolation darbieten, welche sich in den Oerlikoner Versuchen fast mühelos erreichen liess. Andererseits äusserte

Wasserwerk-Gesellschaft Schaffhausen, welche Wasserkraft des Rheins mit einer mechanischen Wellen- und Seiltransmissionsanlage in nahegelegene Fabriken übertrug, stand er zudem in einem auch für die Kriegstetter Anlage bedeutenden Interessenfeld. Zu Jakob Amsler-Laffon siehe Amsler und Erismann 1993.

25 Gustav Naville-Neher (1848–1929) war seit 1873 Chefingenieur bei Escher Wyss & Cie., wurde dort 1876 Kommanditär und 1887 Direktionspräsident. Er machte sich vor allem im Wasserturbinenbau einen Namen. Naville-Neher war, zusammen mit P. E. Huber-Werdmüller (MFO) auch an der 1887 gegründeten Schweizerischen Metallurgischen Gesellschaft, der Vorbereitungsgesellschaft für die 1888 konstituierte Aluminium-Industrie Aktien Gesellschaft in Neuhausen, beteiligt. 1891 wurde er vom Bundesrat zum Mitglied des eidgenössischen Schulrates gewählt. Vgl. Schmid und de Mestral 1960.

26 Walter Boveri, der Charles Brown als «Delegierter des Geschäftes» in Solothurn vertreten hat (siehe Ms. Boveri, 4. Oktober 1887, 11), findet keine Erwähnung.

27 SBZ, 7. Januar 1888, 1.

28 «The tests were made in the works of Mr. Brown on conditions as nearly as possible equal to those to be fulfilled later on.» London Engineering, 11. März 1887, zit. nach Electrical World and Engineer, 16. November 1901, 809.

man starke Zweifel, ob wohl die benutzte Messmethode zur Bestimmung der von der primären Maschine aufgenommenen und der von der secundären Maschine abgegebene Arbeit derart gehandhabt worden wäre, dass alle störenden Einflüsse zur Kenntniss gekommen und in vollem Umfange berücksichtigt worden wären.²⁹ Gerade auf die wissenschaftlich gestützte Feststellung des Nutzeffekts seiner Anlage und auf die Möglichkeit, deren Funktionstüchtigkeit bereits *in der Werkstatt* feststellen zu können, musste es Charles Brown aber ankommen. Seine Anlage konnte nur Paradigma werden, wenn ihre Leistungsfähigkeit öffentlich anerkannt wurde; nur dann würde sie es schaffen, eine generalisierbare Orientierung für die technische Praxis zu stiften.

Wenigstens eines hatte Brown erreicht: Nach den Oerlikoner Versuchen vom 29. November 1886 stand das Innovationstrio Müller-Haiber, Brown und Meyer³⁰ nicht mehr allein da. Es hatte innerhalb der Expertenkommission mehrere Verbündete gefunden, die seine Überzeugungen teilten. Amsler-Laffon z. B., der Berichterstatter, hatte nun seinerseits ein Interesse daran, die Glaubwürdigkeit seiner Untersuchungsmethoden unter Beweis zu stellen. Die Ehrenrettung der Anlage Browns diente auch der Ehrenrettung der Professoren Amsler-Laffon, Weber und Veith. «Der einseitige Character der Oerlikoner Messungen und die erwähnten Bemängelungen ihrer Resultate veranlassten Hrn. Amsler, die Maschinenfabrik Oerlikon einzuladen, zur Klarstellung der Thatsachen weitere Versuche über die Leistungsfähigkeit ihrer Maschinen bezüglich der electricischen Arbeitsübertragung vornehmen zu lassen, welche nach zwei Seiten hin vollständiger und zuverlässiger sein sollten, als die Oerlikoner Messungen: erstens sollten sich die neuen Messungen auf *alle* Grössen erstrecken, welche im Processe der electricischen Arbeitsübertragung auftreten, auf die mechanischen sowol als auch auf die electricischen, und zweitens sollten die neuen Versuche *an der in Thätigkeit befindlichen, seit Monaten functionirenden Anlage* ausgeführt werden, damit die gewonnen Resultate als Ausdruck der wirklichen Leistungsfähigkeit der Maschinen und der Leitung ausgelegt werden müssten.³¹

Die Zusammensetzung der zweiten Kommission zeigte eine starke Präsenz von Koryphäen aus der schweizerischen Wissenschaft. Neben den Professoren Amsler, Weber und Veith kamen der Physiker Eduard Hagenbach-Bischoff aus Basel und der Ingenieur Keller aus Zürich hinzu; vier Professoren und ein Ingenieur bildeten damit die zweite Kommission.³² «Man einigte sich dahin, dass in den neuen Messungen alle electricischen und mechanischen

29 SBZ, 7. Januar 1888, 1.

30 Tatsächlich spielte Josef Meyer – publizistisch – eine vollkommen untergeordnete Rolle. Nur in einem Aufsatz von Norbert Lang konnte er sich einen Platz wahren. Meyer gründete die Maschinenfabrik Meyer in Deitingen (SO). Siehe Lang 1987, 12.

31 SBZ, 7. Januar 1888, 1.

32 SBZ, 7. Januar 1888, 1.

Grössen beobachtet werden sollten, dass Herr Amsler es übernehmen, die Instrumente und Messmethoden zur Ermittlung der mechanischen Arbeiten zu beschaffen und dass der Berichterstatter [H. F. Weber] unter Benutzung der reichen Hilfsmittel des electrischen Laboratoriums im eidgenössischen Polytechnikum im Verein mit Herrn Hagenbach dafür sorgen möge, dass sämtliche in der electrischen Arbeitsübertragung auftretenden electrischen Grössen einer genauen Messung unterworfen würden.³³ Indem das Labor des Eidgenössischen Polytechnikums, welches in der Schweiz als bestausgestattetes elektrisches Labor galt,³⁴ in die Waagschale geworfen wurde, erhielt die zweite Versuchsreihe eine erhöhte Glaubwürdigkeit, wurde scheinbar aus dem privatwirtschaftlichen Interessenbereich herausgehoben und in die lautere Sphäre eidgenössischer Wissenschaft verlegt.

Die neue Kommission führte ihre Messungen im Oktober 1887 durch, im Januar 1888 publizierte sie ihre Resultate, ebenfalls in der Schweizerischen Bauzeitung.³⁵ Sie tat dies mit einer Ausführlichkeit, die jeden Zweifel über die in der Untersuchung verwendete Sorgfalt im Keim ersticken musste. Weber beschrieb nicht nur die theoretischen Verhältnisse der Kraftübertragungsanlage, sondern erklärte auch die benutzten Messapparate und Messmethoden, um schliesslich «dem Leser einen vollen Einblick in den Verlauf der Beobachtungen und die Ableitungsweise der Beobachtungsergebnisse zu geben», indem er «die vollständigen Protocolle der einzelnen Beobachtungsgruppen» abdruckte.³⁶ Gefunden wurde ein sensationell hoher «Nutzeffekt der factischen Betriebsverhältnisse der Anlage» von 75%, unabhängig davon, ob die Messungen rein mechanisch oder elektrisch vorgenommen wurden. Auch Ingenieure, welchen die neuen elektrischen Messinstrumente wenig Vertrauen einflössen, konnten damit vom Nutzeffekt überzeugt werden.³⁷

33 SBZ, 7. Januar 1888, 1.

34 «Bis jetzt haben sämtliche deutschen Besucher des zürcherischen electrischen Laboratoriums bekannt, ein besser ausgestattetes, vollständigeres electrisches Laboratorium sei an keiner deutschen polytechnischen Hochschule zu finden.» SBZ, 20. Oktober 1883, 99. Dies eine öffentliche Selbstdarstellung aus der Feder von Heinrich Friedrich Weber.

35 Der Bericht erschien auch im Centralblatt für Elektrotechnik (10) 1888, 164–174, 197–204 und 228–238.

36 SBZ, 7. Januar 1888, 6. Zur Rolle von Messprotokollen als wissenschaftliches Aufschreibesystem siehe Gugerli 1996a.

37 Gerade aus diesem Grund hatte die erste Kommission *nur* mechanische Messungen vorgenommen: «Messungen betreffend Kraftverbrauch und Kraftabgabe wurden rein mechanisch ausgeführt, da ich wohl weiss, dass elektrische Messungen, deren gegenwärtige einige ausgezeichnete existieren, im allgemeinen nicht beliebt sind und gerne speciell von Nichtelektrotechnikern angezweifelt werden.» Brown 1887, 172. «Electrical instruments were used only so far as electrical magnitudes were concerned, the power measurements were taken mechanically, Mr. Brown being aware of the diffidence with which the practical engineer regards electrical power tests, in which he has to trust electrical instruments of whose reliability he cannot convince himself through tests of his own.» London Engineering, 11. März 1887, zit. nach Electrical World and Engineer, 16. November 1901, 810.

Für die Zukunft der elektrischen Kraftübertragung bedeutungsvoll war jedoch vor allem der Beweis, dass es, wie Weber schrieb, «künftig nicht mehr nöthig [ist], dass eine Anlage zur electricischen Arbeitsübertragung an Ort und Stelle und mitten im Betrieb untersucht werde, um ein sicheres Urtheil über deren Leistungsfähigkeit abzuleiten. Dazu ist vollkommen ausreichend, die primäre und die secundäre Dynamo *in derselben Localität* durch irgend eine gut isolirte Leitung mit einem Widerstande gleich dem Widerstande der für die Übertragung herzustellenden Leitung zu verbinden und an dieser Zusammenstellung *im Laboratorium der Maschinenfabrik die nöthigen Messungen vorzunehmen*. Diese *Einheit des Ortes der Messungen* vereinfacht aber das Messungsverfahren in hohem Grade, wie jeder bekennen wird, der einmal an Messungen theil nahm, welche gleichzeitig an mehreren entlegenen Orten ausgeführt werden sollten [...]»³⁸ Die Grenzen zwischen den Bedingungen im Labor und jenen in der fertig installierten Anlage waren damit aufgelöst; installierbare und funktionsfähige Kraftübertragungsanlagen liessen sich nun auf dem Reissbrett des technischen Büros entwerfen, weil Heinrich Friedrich Webers Messprotokolle die in Oerlikon berechneten, gebauten und in Solothurn und Kriegstetten installierten elektromechanischen Apparate wissenschaftlich einwandfrei und öffentlich nachvollziehbar wieder «in dieselbe Localität» zurückgeführt hatten, von der sie ausgegangen waren. Das hohe Risiko, welches die Maschinenfabrik Oerlikon mit den beiden unter wachsenden Augen der Öffentlichkeit arbeitenden Expertenkommissionen eingegangen war, hatte sich gelohnt. «Kriegstetten» hatte nicht nur gezeigt, dass Wasserkraft elektrisch übertragbar war – das wusste man schliesslich schon seit geraumer Zeit –, «Kriegstetten» hat vielmehr erst die Möglichkeit geschaffen, die in der Kraftlieferung für Müller-Haibers Fabrik erworbenen Erfahrungen zu generalisieren und auf weitere ähnliche Anlagen zu «übertragen». Diese «Übertragbarkeit der Übertragbarkeit», die Generalisierbarkeit der in Kriegstetten installierten Anlage wurde nicht nur von der Tages- und Fachpresse, sondern auch durch zahlreiche Vorträge gesichert. Sie sollten das Kriegstetter Paradigma verbreiten, so anlässlich der Generalversammlung des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins, welche 1887 in Solothurn stattfand. Zwei Referenten befassten sich mit Kraftübertragung: Der eine, Viktor Wietlisbach, Privatdozent am Eidgenössischen Polytechnikum, sprach «Über die neuere Gestaltung der electricischen Beleuchtung und der Kraftübertragung in der Praxis», der andere, Charles Brown, über «Die electricische Kraftübertragung zwischen Kriegstetten und Solothurn». Und beide Vorträge wurden, für jene Ingenieure, die nicht nach Solothurn gereist waren, in der Schweizerischen Bauzeitung publiziert.³⁹ Wietlisbach blieb in

38 SBZ, 14. Januar 1888, 14.

39 SBZ, 13. August 1887, 40–43 und SBZ, 20. August 1887, 47–48. Wietlisbachs Vortrag wurde nicht nur gehört und publiziert, sondern auch gelesen und zitiert, siehe Bürkli-Ziegler 1887, 2.

seiner Beurteilung der Möglichkeiten elektrischer Kraftübertragung eher skeptisch, auch wenn er in der «Kraftabgabe [...] für die Centralstationen für electriche Beleuchtung eine sehr erwünschte, man könnte fast sagen nothwendige Ergänzung» sah. Es müsse aber «constatirt werden, dass bisher noch keine Form gefunden» worden sei, «um solche Kraftübertragungen *allgemein nutzbar* zu machen; dabei wird nicht ausgeschlossen, dass sie in Ausnahmefällen vortheilhaft oder sogar nothwendig werden können. Herr Brown wird ein sehr schönes Beispiel einer solchen vorführen.⁴⁰ Bei dieser Skepsis gegenüber der Generalisierbarkeit bekannter elektrischer Kraftübertragungen wurde die Kriegstetter Anlage, über die Brown vor demselben Publikum sprach, immerhin als «Ausnahmefall», als «sehr schönes Beispiel» herausgehoben. Brown unternahm in seinem Bericht sodann alles, um bei den in Solothurn anwesenden Ingenieuren diesen Eindruck zu verändern. Kriegstetten sollte als Durchbruch und Pioniertat dargestellt werden und in den Köpfen der Ingenieure zugleich als zukunftsweisendes, generalisierbares Paradigma haften bleiben.⁴¹ Den gleichen Tenor findet man auch in einem Artikel Browns, den dieser im Centralblatt für Elektrotechnik veröffentlichte. Rund um «Kriegstetten» wurde eine beachtliche publizistische Maschinerie aufgebaut.⁴² Zur Not konnte man dazu auch den unter Brown arbeitenden Techniker Walter Boveri einsetzen, indem man ihn etwa in Lenzburg einen Vortrag über die Anlage zwischen Kriegstetten und Solothurn halten liess.⁴³ Auch er verwendete die Daten der Amslerschen Untersuchungskommission, auch er suchte in der Presse ein Echo zu finden,⁴⁴ und wo er es nicht in der gewünschten Form fand – weil seine Ausführungen dem Berichtersteller der Neuen Zürcher Zeitung offenbar «ziemlich unverständlich geblieben» waren –, veranlasste dies den späteren Geschäftspartner Browns, die Referate «auf einen noch elementareren Boden zu stellen».⁴⁵ Weder die Brownsche Zeichen- und Rechenarbeit, noch die Oerlikoner Konstruktion, weder die Daten der ersten noch jene der zweiten Untersuchungskommission blieben der Öffentlichkeit vorenthalten. Vor der «Technischen Gesellschaft» in Zürich sprach Professor Escher «Über Verwendung der Wasserkraft in Kriegstetten zur Übertragung der Electricität

40 SBZ, 13. August 1887, 41. Hervorhebung D. G. Siehe auch noch Du Bois-Reymond 1889.

41 SBZ, 20. August 1887, 47–48.

42 Centralblatt für Elektrotechnik 1887, 169–172.

43 Ms. Boveri, 1. November 1887, 22, Brief an Prof. Amsler-Laffon in Schaffhausen: «Ich habe voraussichtlich am kommenden Sonntag für Herrn Brown, der, wie Ihnen wahrscheinlich bekannt ist, nach Pozzuoli verreist ist, in Lenzburg einen Vortrag über elektrische Kraftübertragung zu halten. Für diesen Vortrag wäre es mir sehr erwünscht, einige Angaben über die Messresultate in Solothurn zu haben.»

44 Ms. Boveri, 8. November 1887, 32, Brief an Jenni-Kunz, Präsident des aargauischen Industrie- und Handelsvereins. «Sehr verbunden wäre ich Ihnen auch, wenn Sie mir in den grösseren aargauischen Zeitungen etwa erschienene Berichte zuzuschicken die Güte hätten.»

45 Ms. Boveri, 8. November 1887, 32.

nach Solothurn»; vor der Naturforschenden Gesellschaft referierte, bereits im Dezember 1887, Professor Weber und erläuterte die von ihm und seinen Mitarbeitern untersuchten «Leistungen der electricischen Arbeitsübertragung von Kriegstetten nach Solothurn».⁴⁶ Das Kriegstetter Paradigma wurde stetig, und zunehmend unabhängig von Charles Brown, mit Hilfe von Vorträgen und Presseberichten verbreitet. Das Paradigma war immer weniger an seinen «Schöpfer» gebunden und erfuhr dadurch auf diskursiver Ebene eine soziale Generalisierung.

Spätestens im Januar 1888, nachdem Webers Bericht über die zweite Messreihe erschienen war, hatte man auch die Neue Zürcher Zeitung überzeugen können. «Die Zurückhaltung, die man sich in der Ausführung [elektrischer Arbeitsübertragungen] auferlegt hat, mag ihren Grund hauptsächlich darin finden, dass die Sache noch zu neu und der Wirkungsgrad dieser Anlagen ein bestrittener oder doch ein nicht streng wissenschaftlich festgestellter war. In dieser Richtung haben sich die Verhältnisse nun wesentlich abgeklärt. Herr Professor H. F. Weber am Polytechnikum zu Zürich, ein Elektriker von hervorragender Bedeutung, hat gemeinsam mit den Herren Prof. Amsler in Schaffhausen, Prof. Hagenbach-Bischoff in Basel, Prof. Veith in Zürich und Ingenieur Keller in Unterstrass im Oktober letzten Jahres genaue Messungen an der Arbeitsübertragung zwischen Kriegstetten und Solothurn vorgenommen.» Die Überzeugung der Neuen Zürcher Zeitung war, angesichts der «vorzüglichen Methode», der «streng wissenschaftlichen Durchführung» der Messungen, welche «das Gepräge strengster Objektivität und grösster Zuverlässigkeit» hatten, so vollkommen, dass sie Webers Bericht in ihrem Artikel über weite Strecken direkt übernahm und wörtlich zitierte.⁴⁷ Einzig der einleitende Kommentar, der die Bedeutung der Kraftübertragung generalisierte, war eine journalistische Eigenleistung – allerdings eine äusserst wichtige Interpretationshilfe für die Leser: «Besonders für die Schweiz, die arm an Kohle und fast überreich an Wasserkräften ist, können die Vortheile dieser Erfindung unseres Zeitalters nicht genug hervorgehoben werden.»⁴⁸

Die Kanonisierung der Kriegstetter Anlage durch die Neue Zürcher Zeitung mag manche andere «Pioniere» der elektrischen Kraftübertragung verstimmt haben – von «Zellweger und Ehrenberg» kam postwendend die Meldung, man sei im Artikel über Kriegstetten «gänzlich übergangen» worden, «trotzdem ihr werthes Blatt s. Z. die Güte hatte, einen längeren Artikel [über die Kraftübertragung in Uster] zu bringen».⁴⁹ Auch die Gebrüder Trol-

46 Verhandlungen der Technischen Gesellschaft in Zürich, 1. Februar 1887, 105 und SBZ, 31. Dezember 1887, 164–165.

47 NZZ 24 I, 24. Januar 1888.

48 NZZ 24 I, 24. Januar 1888.

49 Die Reklamation der Fabrik für elektrische Apparate in Uster modelliert übrigens ein ähnliches Innovationsmuster, wie es als Lehrbuchgeschichte für Kriegstetten beschrieben wurde. «Wir waren gezwungen, unsere Triebkraft zu vergrössern, entweder musste eine Dampfmaschine her oder dann von einer der bestehenden Spinnereien eine elektrische

ler⁵⁰ in Luzern oder die Inhaber der bereits erwähnten Drahtfabrik in Biel mochten sich übergangen fühlen. Die Neue Zürcher Zeitung und mit ihr ein Grossteil der schweizerischen Publizistik hielten jedoch an ihrem Urteil fest; die «Berichtigung» aus Uster wurde lediglich unter «Kleine Mittheilungen» abgedruckt, «Kriegstetten» war vorläufig nicht von seinem Thron zu stürzen.⁵¹

Am deutlichsten sprach das in München erscheinende Centralblatt für Elektrotechnik aus, wie man die Kriegstetter Anlage zu beurteilen hatte: «Die Möglichkeit ist damit geboten, endlich mancherlei Projekte zu verwirklichen, welche auf der Anwendung elektrischer Krafttransmission beruhen.»⁵² Während das Blatt «das Neue und Originelle der Oerlikon-Maschine» in erster Linie in der «geradezu mustergültigen magnetischen Disposition der Maschine» und «in der Ausführung der Wickelung auf den Ankern» wahrgenommen hat,⁵³ bildete vielmehr der Einsatz der öffentlichen Debatte die Legitimitätsgrundlage für ein Paradigma elektrischer Kraftübertragung, welches die Kriegstetter Innovation auszeichnete. Wissenschaftliche Untersuchungsmethoden wurden herangezogen, um die Regeln des Paradigmas festzulegen und damit seine Generalisierbarkeit zu erhöhen. Auch wenn der Erfolg ohne die besonders sorgfältige Konstruktion der Dynamomaschinen und ohne eine hervorragende Isolation der Übertragungsleitungen ausgeblieben wäre, so hätte sie ohne die begleitende Publizistik nie modellhaften Charakter erhalten, noch hätte sie den Möglichkeitsraum weiterer ähnlicher Projekte schaffen können. Charles Brown und die Maschinenfabrik Oerlikon beabsichtigen von Anfang an, «Kriegstetten» zu einem situativ verdichteten Paradigma zu machen. Sie erreichten dies über den Einsatz einer wissenschaftlichen Öffentlichkeit, welche die Regeln der Generalisierbarkeit vorgab (Überprüfbarkeit der Messmethoden, Selbstkontrolle der gemessenen Grössen, Publizität) und gleichzeitig mit ihrem hohen sozialen Prestige der Generalisierung und Paradigmabildung eine solide Legitimitätsgrundlage bot. Dies wiederum erhöhte die Anschlussfähigkeit und damit die Implementierbarkeit des Paradigmas.

Kraftübertragung. Wir entschlossen uns für das Letztere.» Der Nutzeffekt wurde mit 67% angegeben, «was bei Maschinen von dieser Grösse ein ganz respektables Resultat ist. Was diese Kraftübertragung hauptsächlich vor anderen auszeichnet, ist die Gleichförmigkeit des Ganges der sekundären Maschine.» NZZ 28, 28. Januar 1888.

50 Siehe dazu den folgenden Abschnitt.

51 NZZ 28, 28. Januar 1888.

52 Centralblatt für Elektrotechnik 1887, 162.

53 «Die magnetische Disposition der Maschine ist eine geradezu mustergültige. Die Eisenquerschnitte sind überall sehr reichlich bemessen, während der Luftraum, den die Kraftlinien zu durchdringen haben, vermöge der besonderen Construction des Ankers eine ganz ausserordentlich kleine Strecke ist. [...] Die Wickelung befindet sich nämlich nicht auf dem Anker, sondern unter der Oberfläche des Ankers in Bohrungen.» Centralblatt für Elektrotechnik 1887, 159. Diese Konstruktionsweise führte zu einem extrem hohen Nutzeffekt der Dynamomaschinen von 87 % – 89 %. Siehe SBZ, 14. Januar 1888, 15.

Den krönenden Abschluss der unmittelbaren publizistischen Verwertung der Kraftübertragung «Kriegstetten-Solothurn» bildete ein von Müller-Haiber verfasstes Zeugnis: «Ihrem Wunsche entsprechend bezeuge ich hiermit gerne, dass sich dieselbe bis heute vorzüglich bewährt und alle vorher gehegten Erwartungen durch das günstige Resultat übertroffen hat. Nicht nur dass die mit den Kraftmessungen betraute Commission constatirte, dass der Nutzeffect der Übertragung 10% über der mir von Ihnen gegebenen Garantie liegt, sondern auch nach jeder Richtung bin ich mit der Anlage bestens zufrieden. [...] Obenan aber unter allen Vorzügen der Anlage steht die bis jetzt absolute Sicherheit des Betriebes; es kam auch nicht die kleinste Unterbrechung vor. Dabei ist der Gang der Motoren ein ungemein ruhiger, fast geräuschloser; die Tourenzahl ist fast vollkommen constant und sinkt beim Leerlauf mit abgeworfenem Riemen nur um ca. 10 Touren oder 1 1/2% gegen die volle Belastung.»⁵⁴

Charles Brown und die Maschinenfabrik Oerlikon hatten die Anlage nicht nur zur Selbstdarstellung ihres technischen Könnens verwendet. Sie brauchten sie auch als Referenzanlage für zukünftige Aufträge, die sie nach 1888 für Kunden wie die Gebrüder Troller in Luzern, die Schokoladenfabrik Frey in Aarau, die Fabrik der Anglo-Swiss Condensed Milk Co. in Rickenbach-Lindau oder die Kammgarnspinnerei Derendingen bei Solothurn ausgeführt haben. Im glarnerischen Diesbach war der Textilindustrielle Legler sogar stolz darauf, der erste gewesen zu sein, welcher «in unserm industriellen Kanton alle Vorurtheile und Einwendungen gegenüber derartigen Anlagen beseitigt» hatte, und äusserte die Überzeugung, dass er «in kurzer Zeit Nachahmer finden» werde.⁵⁵ Dadurch, dass «Kriegstetten-Solothurn» publizistisch zum nachahmbaren Paradigma geformt worden war, blieb die elektrische Übertragbarkeit von industriell nutzbarer Kraft ihrerseits auf andere Betriebe übertragbar.

Thorenberg-Luzern – zentrale Produktion und dezentraler Konsum

Mit der wissenschaftlich sanktionierten und dank vereinheitlichten Diskursen generalisierbaren elektrischen Übertragung von Wasserkraft hatte die schweizerische Elektrotechnik zwischen 1886 und 1888 eine neue Dimension erhalten. Browns Anlage in Kriegstetten hatte es, in der Einschätzung Walter Boveris, «möglich gemacht, die sehr bedeutenden Wasserkräfte der Schweiz, die bis heute todt dalagen, auszunützen». Die Meinung, dass man

⁵⁴ Brief vom 16. April 1888, J. Müller-Haiber, Taschenuhrenschauben-Fabrik Solothurn, an die Maschinenfabrik Oerlikon, zit. nach Maschinenfabrik Oerlikon 1891, 47.

⁵⁵ Maschinenfabrik Oerlikon 1891, 47.

im Begriff sei, «in den nächsten Jahren sehr bedeutende Anlagen auf diesem Gebiete zur Ausführung zu bringen», erfreute sich eines immer breiter abgestützten Konsens.⁵⁶ «Vorzugsweise ist es die Wirkung in die Ferne, das scheinbare Überspringen des Raumes, durch welche die Elektrizität Staunen erregt, sowie auch die Umsetzung in die verschiedenen Kraftäusserungen, welche durch die Elektrotechnik erzielt worden sind», lautete ein diesbezüglicher Kommentar.⁵⁷ Eine schon bekannte und vertraute Form des elektrischen «Überspringens des Raumes» stellte die Schwachstromtechnik der Telegrafie dar, deren Drähte seit Jahren «aus dem stillen Hintergrunde einer unbeachteten Ecke oder eines Schrankes [...] von Jedermann unbemerkt von den Zellen aus durch das Haus und über die Strasse durch Länder und Meere» liefen. «Der electriche Strom fliesst und kreist darin mit unvorstellbarer Geschwindigkeit, überbringt unsere Gedanken und führt sie aus in Worte und Thaten.»⁵⁸ Auf ähnliche Weise, «anscheinend ganz eigenwillig und selbstthätig», begann die Elektrizität in der zweiten Hälfte der 1880er Jahre nun auch Geschäfte zu verrichten, «die wir sonst mit Mühe und grossem Zeitaufwand von Hand verrichten mussten, und dabei geht alles so pünktlich und geräuschlos von statten, wie der sorgsamste Diener es nicht hätte verrichten können». Zwischen Kriegstetten und Solothurn hatte gezeigt werden können, dass selbst Wasserkraft den Raum mit unvorstellbarer Geschwindigkeit überspringen und «wie der sorgsamste Diener» die Arbeit erledigen konnte.⁵⁹

Fast gleichzeitig zu dieser «klassischen» Anlage der Maschinenfabrik Oerlikon entstand in Thorenberg bei Littau ein Elektrizitätswerk, das zum zweiten Referenzpunkt der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft werden sollte. Im Unterschied zu der von Müller-Haiber in Auftrag gegebenen Anlage sollte aber von Thorenberg aus nicht nur «Antriebskraft», sondern auch «Licht» elektrisch übertragen werden. Die ebenfalls weit entfernte Wasserkraft, in elektrische Energie verwandelt, musste dazu an eine grosse Zahl von Lichtkonsumenten, theoretisch sogar an beliebig viele Konsumstellen verteilt werden können. Während «Kriegstetten-Solothurn» die Übertragbarkeit der Übertragbarkeit elektrischer Energie auf andere Anlagen nachwies, demonstrierte die von den Gebrüdern Troller im Thorenberg betriebene Anlage zur elektrischen Beleuchtung Luzerns die virtuell beliebige *Verteilbarkeit* elektrischer Energie. «Thorenberg-Luzern» bildete damit ein *Paradigma zentraler Produktion und dezentralen Konsums von Elektrizität*.

«Anschlussfähigkeit», im wörtlichen und übertragenen Sinn, «Ausdehnung» sowie «Beliebigkeit» bilden auch die wichtigsten Begriffe. Zudem kam im Umfeld der Thorenberg-Luzerner Anlage erstmals ein rudimentärer

56 Ms. Boveri, 6. Februar 1888, 65–66. Brief an den Bankier Ernst Schmid in Augsburg.

57 NZZ 323 Beilage, 18. November 1888.

58 NZZ 323 Beilage, 18. November 1888.

59 NZZ 323 Beilage, 18. November 1888.

Begriff von Systemverwaltung ins Spiel. Während auf der Konsumseite die bereits früher beschriebenen Assoziationsangebote von Luxuskonsum, Repräsentation, Tourismus und öffentlicher Beleuchtung das Feld beherrschten, wurde auf der Produktionsseite – wie immer: publizistisch – eine technikkonforme Maschinerie der zentralen Verwaltung aufgebaut. Dies veranschaulicht am deutlichsten ein längerer Artikel von J. Ehrenberg, Chef der elektrischen Beleuchtung der Stadt Luzern, auf den ich mich im folgenden stützen werde.⁶⁰

Bereits der Titel von Ehrenbergs Artikel – «Die elektrische Beleuchtung in Luzern und Umgebung» – implizierte eine expansive Dynamik der Elektrotechnik, «Elektrifizierung» im ursprünglichen Sinn des Wortes. Nicht Luzern als Insel luxuriöser städtischer Gasbeleuchtung, welcher die Stadt das Attribut «Leuchtenstadt» verdankte, sondern Luzern *und seine Umgebung* als Objekt *elektrischer* Beleuchtung bildeten den Gegenstand des Berichts. Der erste Satz bestätigte die evozierte expansive Dynamik der Elektrotechnik umgehend: «Die elektrische Beleuchtung hat in den letzten Jahren eine sehr grosse Ausdehnung gewonnen.» Dieser bisherigen Ausdehnung war jedoch eine Systematik, deren Fundament erst in Thorenberg und Luzern gelegt wurde, versagt geblieben, und zwar aus einem einfachen Grund: «So lange [...] der grosse Übelstand herrschte, dass da, wo das elektrische Licht gebraucht wurde, es auch erzeugt werden musste, war nicht an eine allgemeine Verbreitung wie beim Gaslicht zu denken.» Daher blieb die elektrische Beleuchtung bislang «auf einzelne Gebäulichkeiten, wie Fabriken, Bahnhöfe, Theater u. s. w. beschränkt», auf Anwendungen also, «wo schon eine Betriebskraft vorhanden war oder die Grösse der Anlage sich lohnte, eine solche extra aufzustellen».⁶¹ Wie in Kapitel 1 dargestellt, musste eine solche individuelle elektrische Beleuchtung wegen der hohen Fixkosten zu exorbitanten Strompreisen führen. Die Tatsache, dass der Einsatz von Elektrizität nur dann wirtschaftlich war, wenn mit Skaleneffekten produziert werden konnte, führte zu einem Modell zentralisierter Energieproduktion und dezentralem Konsum. Diese elektrotechnische Neukonzeption erforderte auch eine Rekonfiguration der Rede über elektrische Anlagen. Während das Kriegstetter Paradigma als einfache Punkt-zu-Punkt-Abbildung beschrieben werden konnte, hatte die elektrowirtschaftliche Rede zum Thorenberger Paradigma eine Punkt-zu-Netz-Abbildung zu konstruieren. Das dadurch gestörte Gleichgewicht zwischen Produktions- und Konsumseite wurde mit Hilfe einer symbolischen Überhöhung der «Zentralstation» kompensiert. Nur so konnte die «Zentralstation» zu jenem festen Punkt werden, welcher eine ganze Stadt ans Licht zu heben vermochte.⁶² Wie «Tho-

60 Ehrenberg 1889.

61 Ehrenberg 1889, 1.

62 Vgl. Bruno Latours Rede vom Labor als archimedischem Punkt, von dem aus die Welt aus den Angeln gehoben wird. Latour 1983.



Abb. 1: *Elektrizitätswerk Thorenberg. Stadtarchiv Luzern.*

renberg» zur zweiten Referenzanlage für die Elektrifizierung der Schweiz in den späten 1880er Jahren werden konnte, soll im folgenden mit Ehrenbergs idealtypisch beschriebener Anlage verständlich gemacht werden – sowohl auf der Produktions- wie auch auf der Distributionsseite.⁶³

Die Zentralstation bestand aus einem «Maschinenhaus», das später auch als die «eigentliche Geburtsstätte unserer elektrischen Kraft» beschrieben worden ist.⁶⁴ Der Begriff ist wörtlich zu nehmen: «Maschinenhaus» bedeutet «Haus für die Maschinen».⁶⁵ Wer die Black box des Maschinenhauses öffnete, fand darin keine Menschen, sondern eine eindruckliche Sequenz elektro-mechanischer Maschinen, im Text als «Maschinenreihe» bezeichnet, welche, «eine gute Stunde von Luzern entfernt», «das Wasser der kleinen Emme» in Strom verwandelte. Das «Maschinenhaus» war für Ehrenberg ein gigantischer Naturkraftwandler, bestückt mit einer «Turbine von 450 Pferdekräften», «Winkeltrieben» und «Riemen», drei «Lichtmaschinen», einer «Dynamomaschine zur Übertragung von 120 Pferdekräften», einer «Dampfmaschine mit 200 Pfer-

⁶³ Zum folgenden siehe Ehrenberg 1889, 2.

⁶⁴ Göttler 1919, 22.

⁶⁵ Siehe auch den Kommentar Wysslings zum 1887 in Betrieb genommenen Kraftwerk Taulan-Montreux: «Insgesamt waren 22 Maschinen (treibende und angetriebene) im Maschinen-saal in dieser Beleuchtungszentrale vorhanden [...]» Wyssling 1946, 34.

den», einem «Bremsregulator» und vier «Transformatoren».⁶⁶ Die Wandlung oder Transsubstantiation, welche sich im Innern des Maschinenhauses abspielte, verlangte nach einer angemessenen Architektur, die in der Form einer langgezogenen Kapelle mit romanischen Bogenfenstern gefunden wurde (Abb. 1).⁶⁷ Es dürfte kaum die Absicht der Erbauer des Kraftwerks Thorenberg gewesen sein, das Gotteshaus als Maschinenhaus zu profanieren; die Gebrüder Troller haben vielmehr umgekehrt die Zentralstation symbolisch überhöht und ihr eine quasireligiöse Weihe gegeben. Wenn das «Haus der Maschinen» eine Industriekapelle mimte, dann setzte es die von ihm generierte Elektrizität in ein Umfeld, welches die Rede vom «Schaltstand» als «Seele des Werkes» oder «Altar» als logische Konsequenz erscheinen liess:⁶⁸ «Längs der Frontmauer des Maschinenhauses sind zwei Altäre angebracht, an denen die Umschaltapparate und Messinstrumente befestigt sind. [...] Ein gleicher Altar ist für die Ausschaltapparate und Messinstrumente der Kraftübertragungsmaschine erstellt.»⁶⁹

Auf diesen «Altären» wurde das von Thorenberg aus betriebene Netz kontrolliert. «Zum Messen der Spannung, welche die Lichtstärke bedingt, sind drei Voltmeter da; die Stromstärke, also die annähernd angezündete Lampenzahl, zeigen die Ampèremeter an.» Man konnte damit in der Zentrale jederzeit angeben, wie hoch der gegenwärtige Konsum im rund 6 km weit entfernten Luzern war, und gleichzeitig war es möglich, den Einsatz der «Maschinenreihe» zu dirigieren. «Die Instrumente bestehen in drei Hauptausschaltern, mit denen es möglich ist, den Strom einer beliebigen Maschine in die eine oder andere Leitung zu senden. Es kann dies sehr leicht während dem Betriebe geschehen und ist es im Lichte kaum merkbar. Ein kleiner Ausschalter dient dazu, die Messinstrumente auf diese oder jene Maschine einzuschalten.» Diese Omnipotenz rechtfertigte nochmals die Rede von der Schalttafel als Altar: Elektrisches Licht wurde zum «ewigen» Licht, das ausserhalb der Kapelle, als säkularisierte Dienstleistung der Elektrokirche gewissermassen, theoretisch zu brennen nie aufhörte. «Überdies ist noch ein Avertiseur da, der eine elektrische Klingel läuten macht und eine Lampe anzündet, wenn es zu dunkel brennt und wieder läutet und zwei andere Lampen anzündet, wenn es zu hell brennt.» Luzerns Beleuchtung war nicht nur über Volt- und Amperemeter zu messen, sondern auch akustisch und optisch kontrollierbar.⁷⁰ Diese ausnahmslos elektrisch betriebenen Rück-

66 Ehrenberg 1889, 2.

67 Siehe 150 Jahre von Moos 1992, 17. Eine systematische architekturgeschichtliche Untersuchung zum Symbolgehalt der schweizerischen Kraftwerkarchitektur der Schweiz ist meines Wissens ein Desiderat der Forschung.

68 «Das Anlassen und Abstellen einer Maschinengruppe, Ein- und Ausschalten gewisser Leitungen u. s. w. geschieht im *Schaltstand*. Hier befindet sich *die Seele des Werkes*. Bei ihm laufen alle Fäden *wie in einem Nervensystem* zusammen.» Göttler 1919, 22. Hervorhebungen D. G.

69 Ehrenberg 1889, 2.

70 Im Kraftwerk Kriegstetten begnügte man sich im Unterschied dazu mit einer äusserst

meldeeinrichtungen setzten zwar einen die «Altäre» überwachenden Maschinisten voraus, der von Zeit zu Zeit ins Geschehen der elektrischen «Wandlung» eingreifen sollte – Ehrenberg klammerte ihn jedoch in seinem Artikel beinahe vollkommen aus.⁷¹ Auch dies ist von Bedeutung. Das Kraftwerk sollte als selbstregulierendes maschinelles Universum dargestellt werden, dessen Kernelement das «Maschinenhaus» repräsentierte. Damit in Luzern die gewünschte Betriebsspannung konstant blieb, wurde «durch den Kompensator der Erregstrom für die Magnete verstärkt im gleichen Verhältniss wie der Primärstrom wächst [...]. Wenn die Maschine die gewöhnliche Tourenzahl hat, so brennen ohne weiteres Zuthun die Lampen gleichhell, ob eine einzige oder 2000 angezündet werden; die [Dynamo-]Maschine regulirt sich vermittelst des Kompensators automatisch und hat der Maschinenführer hauptsächlich für den richtigen Wasserzufluss zur Turbine zu sorgen.» In der «Fortsetzung der Maschinenreihe» konnte dank einem «Bremsregulator» auch die Tourenzahl ohne den Maschinisten reguliert werden.⁷²

Damit war das Paradigma des «Maschinenhauses» jedoch noch keineswegs erschöpft. Modellhaft erschienen auch die zahlreichen Einrichtungen, welche einerseits *Betriebsreserven* und andererseits *Expansionspotentiale* darstellten. Die Dampfmaschine mit 200 Pferden wurde «als Reserve aufgestellt im Falle die Turbine beschädigt sein sollte», und gleich neben dieser Dampfmaschine stand «die dritte Lichtmaschine, die jetzt als Reserve mitläuft. Das Gebäude vermag jedoch noch eine vierte Lichtmaschine aufzunehmen und eine zweite Turbine mit Pumpwerk.»⁷³ Der Anspruch, mit der Zentralstation die Stadt Luzern und Umgebung mit Licht zu versehen, schlug sich in einer Disposition der Anlage nieder, welche einen zukünftigen Ausbau des Kraftwerks bereits vorwegnahm.⁷⁴ Selbst das Maschinenhaus diente diesem ex-

primitiven «Schalttafel», bestehend aus einer rohen Bretterwand, deren einzige Zierde einige wenige Steckschlüssel darstellten. Siehe Lang 1992, 25. Altarähnliche Schalttafeln («Tableau de distribution des courants») sind unter anderem abgebildet in SBZ, 10. November 1888, 122 (Genf), SBZ, 7. September 1895, 64 (Primärstation Zufikon-Bremgarten); SBZ, 14. Dezember 1895, 157 (Elektrizitätswerk La Goule im Berner Jura) sowie in Elektrizitätswerk der Stadt Zürich 1992, 24 (Elektrizitätswerk Zürich-Letten). Siehe auch Steigmeier 1995b, 30 (Rathhausen).

71 Tatsächlich beschäftigte das Werk neben dem Werkführer zwei Maschinisten, zwei Schmierer, einen Wassermann, einen Elektrotechniker, einen Büroangestellten, fünf Monteure und fünf «Knaben» für Hilfsarbeiten. Stadtarchiv Zürich V Bc 5, Protokoll der Stadtrats-Commission für die Vorbereitung elektrischer Beleuchtung, Sitzung vom 7. November 1888, 7.

72 «Die Fortsetzung der Maschinenreihe bildet dann der Bremsregulator zur automatischen Regulirung der Tourenzahl.» Ehrenberg 1889, 2. «Durch eine Drosselklappe vor dem Einlauf mit Riementransmission auf einen Regulator ist die Turbine selbstwirkend regulirbar und mit einem Schriederschen Apparate auf der Transmissionswelle sollen bei nur 2% Geschwindigkeitsdifferenz Kraftunterschiede bis auf 100 Pferd ausgeglichen werden.» SBZ, 18. September 1886, 67.

73 Ehrenberg 1889, 2. Siehe auch die Abbildung «Electrische Anlage in Thorenberg bei Luzern» (Schnitt und Grundriss), welche die Schweizerische Bauzeitung schon 1886 publizierte. Die Ausbaumöglichkeiten sind darin bereits markiert. SBZ, 18. September 1886, 67.

74 1894 wurde die hydraulische Leistung des Kraftwerks von 450 auf 950 PS und die Dampf-

pansiven Anspruch, indem es als kleine, dem grossen Luzerner Lichtermeer korrespondierende Lichtinsel vier Transformatoren beherbergte, welche dazu dienten, «das Maschinenhaus *sammt den umliegenden Häusern* zu beleuchten».⁷⁵ Das geplante Pumpwerk, welches «während des Tages mit der überschüssigen Kraft [Wasser] in ein Reservoir» pumpen würde, um dann «des Abends, wenn es viel Licht gebraucht [...] eine Hochdruck-Turbine zu treiben», stellte ebenfalls eine zukunftsweisende Anlage dar, welche den Ausbau des Netzes auch für die Zeit des nächtlichen Spitzenverbrauchs erlauben würde. Als erstaunlich breit diversifiziert wurden schliesslich die Anwendungszwecke des Thorenberger Kraftwerks dargestellt, was das Anschlusspotential des Kraftwerks beträchtlich ausdehnte. Von den Glühlampen der Hotels und der Privathäuser über eine geplante «Maschine zur Speisung von 25 Bogenlampen [...], die das Quai in Luzern prachtvoll beleuchten sollen», bis zur elektrischen Kraftübertragung für den Betrieb der Mühle der Gebrüder Troller wurde das bekannte Spektrum elektrotechnischer Anwendungsmöglichkeiten vom «Maschinenhaus» abgedeckt.⁷⁶

Die symbolische Überhöhung des «Maschinenhauses» in Thorenberg stellte nur das Gegengewicht zum elektrisch beleuchteten Luzern dar. Dort, in der Touristenmetropole und deren unmittelbaren Umgebung, wurden Transformatorstationen aufgestellt, welche als Verteilpunkte und Knoten im entstehenden Leitungsnetz gegenwärtige und zukünftige Stromlieferofferten darstellten: «Jedermann, der in der Nähe einer Leitung wohnt, kann den Anschluss an das Netz erlangen, selbst für eine einzige Lampe; wo man es nur wünschen mag, selbst an Orten wo das Gas nicht verwendbar ist, kann das elektrische Licht mit geringen Kosten eingerichtet werden.» Ehrenberg deutete damit eine Ubiquität elektrischer Anschlussmöglichkeit an, wie sie von der Gasgesellschaft bislang nicht hatte angeboten werden können. Dennoch wurden für die Aufstellung der Transformatoren nicht einfach geometrisch angeordnete Punkte, sondern ebenso symbolträchtige wie strategische Standorte gewählt: das erst 1888 fertiggestellte Postgebäude etwa, industrielle Betriebe, Nobelhotels, Brauerei, Bierhalle und Strafanstalt. «Es sind im Ganzen etwa 20 Transformatoren aufgestellt. Einer in der Spinnerei Rothen für 190 Lampen. Einer in der Fluhmühle, das ist 1/4 Stunde von Luzern. In Kriens sind drei Stück für die Maschinenfabrik und Spinnerei mit zusammen 600 Lampen und noch einer in Kriens zur Beleuchtung verschiedener Wirtschaften und Privathäuser und zur dortigen Strassen-

maschine um 250 PS erweitert. 1901 erfolgte die Erweiterung auf 1000 hydraulische PS und insgesamt 800 kalorische PS. Wyssling 1946, 174.

⁷⁵ Ehrenberg 1889, 2.

⁷⁶ Ehrenberg 1889, 2. Die 1887 von der Maschinenfabrik Oerlikon installierte Kraftübertragungsanlage in Thorenberg – die Lichtanlage stammte von Ganz & Cie in Budapest – war die erste Kopie des Kriegstetter Paradigmas. Siehe SBZ, 11. Juni 1887, 150, SBZ, 9. Juli 1887, 11 und Brief der Gebrüder Troller vom 26. März 1888 an die Maschinenfabrik Oerlikon, zit. in Maschinenfabrik Oerlikon 1891, 47.

beleuchtung. Die Hauptgruppe steht im Schweizerhof in Luzern, woselbst 6 Transformatoren 1600 Glühlampen und 2 Bogenlampen speisen. Eine ebenfalls grössere Gruppe ist beim neuen Postgebäude, theilweise zur Beleuchtung der Posträumlichkeiten selbst und dann auch für das anstossende Hotel St. Gotthard, Hotel du Lac und die Nachbarhäuser. Ein anderer ist unter der Reussbrücke, der ein kleines Stadtviertel beleuchtet, worunter viele Privatwohnungen. Einer ist jetzt auch bei der Kappelbrücke aufgestellt und von dort ein unterirdisches Kabel gelegt durch die Kappelgasse, Schwanenplatz, Weggisgasse, Rössligasse und zurück zur Kappelbrücke. Ferner steht einer auf der Museggmauer und beleuchtet von dort die Bierhalle Muth, die Brauerei Spiess und mehrere Wohnhäuser an der Zürcherstrasse. Aufgestellt sind dann noch solche im Hotel Engel, auf dem Gütsch, in der Strafanstalt, und es werden noch mehrere im Laufe dieses Jahres in verschiedenen Stadttheilen zur Aufstellung kommen.⁷⁷ Das Redemuster ist bekannt. Durch die Kontraktion ursprünglicher, nachträglicher und zukünftiger Installationen hinterlässt es den Eindruck expansiver Dynamik und beliebiger Anschlussmöglichkeiten. Seitenkommentare wie «und die Nachbarhäuser» oder «es werden noch mehrere im Laufe dieses Jahres in verschiedenen Stadtteilen zur Aufstellung kommen» dienen dem Hinweis auf ein scheinbar unerschöpfliches Wachstumspotential der Anlage in Zeit und Raum. Von dieser fast schon penetranten Betonung des Expansiven und Beliebigen abgesehen, enthält die zitierte Passage auch den verdeckten Hinweis auf die hohe Integrationsfähigkeit der neuen Technik: Es gab in Luzern nichts von Bedeutung, das nicht mit elektrischem Licht hätte versorgt werden können. Elektrotechnik konnte sich sowohl mit dem Postgebäude als Platzhalter bundesstaatlicher Effizienz und Suprematie wie auch mit dem Gefängnis als Ort sozialer Disziplinierung verbinden, sie war sowohl in den Produktionshallen der Textilindustrie wie auch an den Zentren mondäner Touristik der europäischen «leisured class» anzutreffen.⁷⁸ Selbst in der Altstadt hatte man es geschafft, die Stromversorgung so zu modifizieren, dass sie mit einem touristisch verwertbaren Erscheinungsbild vereinbar blieb: Die unästhetischen Leitungen, potentieller Kritikpunkt der Gasgesellschaft, wurden kurzerhand in den Boden verlegt und schlossen damit an die erfolgreiche technische Praxis der unumstrittenen Wasser- und der Gasversorgung an, die ihre Produkte ebenfalls unterirdisch lieferten.⁷⁹ Während für Kriegstetten-Solothurn mit Hilfe der Wissenschaft eine Generalisierbarkeit der Anlage erreicht worden war, setzte das Luzerner Paradigma eine soziale Topographie ein, welche generalisierte Anwendungsmöglichkeiten signalisierte.

77 Ehrenberg 1889, 2.

78 Zur architektonisch-symbolischen Rolle der eidgenössischen Postbauten zwischen 1887 und 1914 («Die Zeit der Postpaläste») siehe Gottschall 1991, 90–91. Zum Gefängnis siehe Foucault 1977.

79 Siehe dazu Kap. 4, Praktische Anschlüsse: Versorgungsnetze im lokalen Kontext.

Neben Ubiquität, Expansionspotential und Integrationsfähigkeit, die man auch als wechselseitige Anschlussfähigkeit zwischen der Elektrotechnik und der Stadt bezeichnen könnte, betonte Ehrenberg auf der Konsumentenseite schliesslich die Einfachheit und allgemeine Verfügbarkeit des Thorenberger Elektrifizierungsmodells. «Das Einfache an der Sache ist immer das, dass Jedermann das Licht haben kann, ohne eine lärmende Maschine mit Motor in sein Haus aufzunehmen.»⁸⁰

Thorenberg-Luzern wurde in der Beschreibung Ehrenbergs sowohl auf der Produktions- wie auch auf der Distributionsseite symbolisch überhöht und als nachahmenswertes, zukunftsweisendes Paradigma stilisiert. Was die Anlage jedoch in technischer Hinsicht zum Paradigma eines neuen Elektrifizierungsverfahrens werden liess, waren in erster Linie die in Luzern so prominent aufgestellten Transformatoren. «Diese sind die eigentliche Neuheit an der Anlage.»⁸¹ Die Idee, Wechselströme relativ hoher Spannung vom Kraftwerk in die Nähe der Konsumenten zu übertragen und dort mit Hilfe von Transformatoren auf die gewünschte Gebrauchsspannung hinunterzutransformieren, war in der Öffentlichkeit erst etwa zwei Jahre alt, als die Gebrüder Troller bei Ganz & Cie. in Budapest eine solche Anlage in Auftrag gaben. Im September 1884 hatten nämlich Lucien Gaulard und John D. Gibbs an der internationalen Elektrizitätsausstellung in Turin Versuche mit der Übertragung elektrischer Energie ausgeführt und dabei ein Wechselstromsystem mit Transformatoren verwendet. Ihre Versuche stiessen in der Schweiz auf grosses Interesse und bildeten «in technischen Kreisen den Gegenstand lebhafter Discussion».⁸² In Turin wurde zum erstenmal im praktischen Versuch gezeigt, dass mit Transformatoren das Kostenproblem der Übertragungsleitungen lösbar war. Gaulard und Gibbs übertrugen «vom Ausstellungsgebäude in Turin aus nach der 40 km weit davon entfernten Eisenbahnstation Lanzo eine electriche Kraft von 60 Pferdestärken [...] mittelst eines Chromkupferdrahtes von blos 3,7 mm Dicke. [...] Der electriche Strom wird von einer in der Maschinenhalle der Ausstellung aufgestellten 60pferdigen Wechselstrom-Dynamomaschine von Siemens geliefert in einer Quantität von 10 bis 12 Ampères und einer Spannung von fast 3000 Volts. Solch hochgespannte Ströme lassen sich jedoch nicht direct benutzen, weder zu Beleuchtungs- noch zu andern Zwecken und es wäre daher eine billige dünne Leitung nicht viel werth, wenn es nicht auch möglich wäre, den Strom derart umzuformen, wie er für den Consumator passt. Dieses Mittel hat Herr Gaulard gefunden in einem Apparate, den er Secundärgenerator nennt.»⁸³ In ihrer Turiner Anlage schalteten Gaulard und Gibbs die primären

80 Ehrenberg 1889, 2.

81 Ehrenberg 1889, 2.

82 SBZ, 22. November 1884, 132.

83 SBZ, 22. November 1884, 132. Zum «Secundärgenerator» siehe Gaulard 1884. Zur physikalischen Ökonomie elektrischer Übertragungen Ende der 1880er Jahre siehe Kap. 3.

Wicklungen von Wechselstromtransformatoren in Serie, um an deren sekundären Wicklungen Niederspannungslampen anzuschließen. Damit konnte die ungewöhnlich hohe Spannung von 3000 Volt für den Konsum auf eine theoretisch beliebige Spannung hinuntertransformiert werden. Diese Anwendungsmöglichkeit von Transformern hatte schon 1883 die englische Zeitschrift «Engineering» hervorgehoben, offenbar aufgrund von Informationen, welche ihr Gaulard und Gibbs zugespielt hatten. Jeder Konsument habe dank der Transformatoren («If the secondary coil be made in several parts, each with independent terminals») die Möglichkeit, «to generate currents at a potential of 45, 60, 91 or other number of volts *as he chose*».⁸⁴ Diese technische Freiheit in der Wahl der Betriebsspannung hatten die Konsumenten aber teuer zu bezahlen: Die in Turin verwendete Reihenschaltung der Transformatoren gewährte ihnen keine Betriebsunabhängigkeit. Alle angeschlossenen Verbraucher – Bogen- und Glühlampen auf der Ausstellung, im Bahnhof Turin, in Vanaria und im 40 km weit entfernten Lanzo – hatten ihre Lampen gleichzeitig brennen zu lassen.⁸⁵ Bei Ganz & Cie. in Budapest wurde die Turiner Anlage deshalb von den Ingenieuren Karl Zippernowsky, Max Déri und Otto T. Bláthy noch im selben Jahr durch eine Parallelschaltung der Transformatoren so verändert, dass die Unabhängigkeit der einzelnen Stromkonsumenten unter Beibehaltung der Betriebsspannung im Netz wiederum gewährt werden konnte.⁸⁶ Im Mai 1885 konnte die Firma Ganz & Cie. auf der Ungarischen Nationalausstellung ein funktionstüchtiges Wechselstrom-Beleuchtungssystem vorführen, das nicht nur die Generierung elektrischer Energie in einiger Distanz zum beleuchteten Gebiet gestattete, sondern auch das individuelle Ein- und Ausschalten der angeschlossenen Lampen ermöglichte.⁸⁷ Eine solche Anlage bestellten die Gebrüder Troller für ihr Kraftwerk in Thorenberg – europäische Spitzentechnik von der Entwicklungsfront. Der Schweizerischen Bauzeitung entging auch dies nicht. Schon im März

⁸⁴ Engineering (35) 1883, 205, zit. in Hughes 1983, 89. Hervorhebung D. G.

⁸⁵ Caron und Cardot 1992, 319. Siehe auch Colombo 1884 und Deprez 1884.

⁸⁶ Wyssling 1946, 31–32. Die Lösung dieses Problems war insofern naheliegend – und wurde denn auch nicht nur von Ganz & Cie. gefunden –, als bereits die Gleichstromanlagen Edisons die Verbraucher parallel schalteten, um ihnen die individuelle Benützung der Lampen zu gestatten. Siehe Hughes 1983, 31. Siehe allerdings auch SBZ, 26. Juli 1884, 24: «Neuester Fortschritt in der electrischen Beleuchtung. Beim schweizerischen Grütlifest, das am 12., 13. und 14. Juli in Schaffhausen stattfand, hatten wir Gelegenheit, eine sehr gelungene Beleuchtungsanlage von der Maschinenfabrik Oerlikon zu sehen, bestehend aus einer Compound-Dynamo-Maschine System Gülcher, 9 Bogen- und circa 20 Glühlampen. Das Eigenartige bei dieser Beleuchtung war, dass sowohl Bogenlampen wie Glühlampen alle in der gleichen Leitung parallel eingeschaltet waren. Diese Parallelschaltung ist erst jetzt in die Praxis eingeführt und zur vollen Bedeutung gekommen, seitdem die Technik Maschinen mit constanter Klemmspannung bei variablem Stromverbrauch construierten lehrte».

⁸⁷ Hughes 1983, 95.

1885 berichtete sie über einen Vortrag von Theodor Bell, den dieser im Ingenieur- und Architektenverein der Sektion Waldstätte über das Trollersche Projekt einer kombinierten Kraft- und Lichtübertragung nach Luzern gehalten hatte;⁸⁸ und nur wenige Wochen nachdem Thorenberg-Luzern in Betrieb gesetzt worden war, wurde der Anlage ein weiterer, mehrseitiger und illustrierter Artikel gewidmet. Der Tenor ist jenem von Ehrenbergs Artikel sehr ähnlich: Die Dynamos der Kraftübertragungsanlage gestatteten «eine fast unbegrenzte Steigerung der electrischen Kraft», das geplante Pumpspeicherwerk war «eine werthvolle Reserve gegen momentane Betriebsstörungen», das Maschinenhaus regulierte sich weitgehend selbst und war für eine Erweiterung der Anlage schon vorbereitet, die Bogenlampen vor dem Schweizerhof überstrahlten «weithin die umliegenden Gasflammen» und zeichneten sich durch ein besonders ruhiges und gleichförmiges Licht aus, ohne seit der Betriebseröffnung auch nur «die mindeste Störung erlitten zu haben»⁸⁹. «Bereits sind zwei dieser [Lichtmaschinen] aufgestellt und es war die eine ursprünglich mehr als Reservemaschine vorgesehen. Bei weiteren Lichtenanlagen werden aber die Maschinen zusammen arbeiten und es werden neue Reserve-Maschinen eingestellt werden.»⁹⁰ Betriebssicherheit, Konkurrenzfähigkeit, dynamische Expansion, aber auch individuelle Bedienbarkeit der angeschlossenen Lampen sowie interessante technische Lösungsmuster – neben den Generatoren insbesondere die Transformatoren⁹¹ – waren gemäss der Schweizerischen Bauzeitung die hervorspringenden Charakteristika der Anlage in Thorenberg und Luzern. «Überhaupt hat sich das ganze Beleuchtungs- und Vertheilungssystem der Electriciker des Hauses Ganz & Co. in Budapest hier glänzend bewährt und es gehören diese directen Lichtübertragungen aus grössern Entfernungen wol zu dem Billigsten und Besten was noch in Lichtenanlagen geschaffen worden ist. Der Kraftverbrauch in der Centralstation ist der jeweilig brennenden Lampenzahl proportional und es können auch einzelne Lampen oder Gruppen von Lampen ausgeschaltet werden, ohne dass dabei die noch brennenden Lampen weder in ihrer Sicherheit bedroht noch in ihrer Helligkeit beeinflusst werden. Zudem können von derselben Secundärstation Bogen- und Glühlampen zugleich betrieben wer-

88 SBZ, 20. März 1886, 75–76. Bell verwies in seinem Vortrag auf «die technische und wissenschaftliche Bedeutung der grossartigen, aber industriell noch nicht verwerthbaren Experimente von Professor Marcel Deprez, wie auch auf die wirtschaftliche und industrielle Bedeutung [...], welche die electrische Kraftübertragung für die Schweiz haben könne».

89 SBZ, 18. September 1886, 68–71.

90 SBZ, 18. September 1886, 69. Die auch von Ehrenberg 1889 hervorgehobene Ausbaufähigkeit des Werks in Thorenberg wurde in der SBZ graphisch dadurch zum Ausdruck gebracht, dass die vorgesehenen Ausbaustufen in der Abbildung des Grundrisses der Anlage mit punktierten Linien markiert wurden. SBZ, 18. September 1886, 67 Figur 2.

91 «Einen interessanten Theil der Lichtenanlage bilden die Transformatoren, System Zipernowsky-Déri. Durch selbe werden die Maschinenströme hoher Spannung und geringer Intensität in Ströme grosser Intensität und geringer Spannung umgesetzt.» SBZ, 18. September 1886, 79.

den. Auch all die Befürchtungen, die sich zur Zeit selbst in electrotechnischen Kreisen gegen das Unternehmen geltend gemacht, wie z. B. Befürchtungen von störender Wirkung der hoch gespannten Leitung auf Telephon- und Telegraphendrähte haben sich als grundlos erwiesen.⁹² Die Paradigmenbildung hatte eingesetzt. Sie sollte im Artikel Ehrenbergs nur einen Höhepunkt von vielen haben.

Ein Anschluss: Zürich

Die Behauptung, das Elektrizitätswerk der Gebrüder Troller in Thorenberg sei dank seiner Stilisierung im Redestrom seiner Erbauer und Betreiber für andere Kraftwerkbauten als Paradigma generalisierbar geworden, bedeutet nicht, dass in der Schweiz der späten 1880er Jahre standardisierte Elektrizitätswerke in simpler Nachahmung eines Modells erstellt worden wären. Und sie bedeutet auch nicht, dass es daneben keine andern handlungsrelevanten Vorbilder gegeben hätte. Diese Sicht begäbe sich des genuinen Vorteils einer Analyse von Redeströmen, der ja gerade darin besteht, dass sie das Paradigma als Anschluss- und Selektionsofferte versteht. Seine Verbreitung bedeutet eine seiner Produktion desselben durchaus vergleichbare konstruktive Leistung. Das aus elektrowirtschaftlichen Redeströmen und technischer Praxis entstandene Paradigma erbringt nur dann immer wieder eine komplexitätsreduzierende Leistung, wenn es in nachfolgenden kommunikativen Prozessen als solches aufrechterhalten und wiederum in die technische Praxis eingebracht wird.

Kommunikative Anschlusshandlungen, wie sie im folgenden diskutiert werden, bieten – abgesehen von der Möglichkeit zur Aufrechterhaltung einer generalisierten Semantik – auch ein reiches Mass an Lernchancen. Die Referenz auf das Paradigma bedeutet nicht, dass es im Anschluss daran nicht zu originellen Rekombinationen seiner Elemente kommen könnte. Gerade darin sehe ich den Grund technischen Wandels und technischer Entwicklung. Wie aufwendig sich jedoch diese Sicherstellung von Anschlüssen gestaltet, soll unter neuer Perspektive am Beispiel der Einführung der elektrischen Beleuchtung in der Stadt Zürich aufgezeigt werden. Hier hat das Luzerner Paradigma, wie andernorts auch, zwar eine klare orientierungsstiftende Funktion erfüllt, aber gleichzeitig technische Lernprozesse keineswegs ausgeschlossen. Auch wenn es bei den Beratungen der stadträtlichen Kommission für eine Elektrifizierung der Stadt Zürich omnipräsent war, so stellte das Elektrizitätswerk Letten keineswegs eine getreue Kopie des «Maschinenhauses» von Thorenberg dar. Das Spannungsfeld von Referenz und technischer Imitation, Lernprozess und Weiterentwicklung ist stets erhalten geblieben.

92 SBZ, 18. September 1886, 71.

Die Eingabe der Zürcher Gastwirte und Hoteliers an den Stadtrat hatte auf zwei verflochtenen Ebenen argumentiert: erstens mit der als bedrohlich dargestellten relativen Rückständigkeit Zürichs in elektrotechnischen Fragen und zweitens mit der darin implizierten Gewissheit über den zukünftigen elektrotechnischen Entwicklungsverlauf. Unter den Hinweisen, welche der rhetorischen Dokumentation der Zürcher Rückständigkeit dienten, befand sich auch das Luzerner Paradigma, welches allerdings hier noch – aus taktischen Gründen – als eines von vielen dargestellt werden musste. In der Folge verdichteten sich jedoch die Bezüge auf Luzern immer mehr. Bürkli-Ziegler, der Quaiingenieur, verwies ebenfalls auf die mit seinem Werk konkurrierende Stadt am Vierwaldstättersee. Das Argumentationsmuster, welches sich in fast wörtlichem Zitat im Stadtratsprotokoll vom August 1888 wiederfand,⁹³ war dasselbe wie jenes des Wirteverbandes: Wiederum wird an prominenter Stelle auf Luzern verwiesen, wiederum die zukünftige Überlegenheit elektrischer Beleuchtung evoziert, welche einen dringenden Handlungsbedarf erzeuge. Die Parallelisierung der beiden Städte musste sich dem Quaiingenieur als selbstverständlich ergeben, denn bereits in seinen Quaibauten war Luzern der Limmatstadt vorausgegangen.⁹⁴ Die Absicht, die Luzerner Quaianlagen elektrisch zu beleuchten, musste den Leiter des prestigebeladenen Zürcher Projekts unter einen eigentlichen Erwartungsdruck gestellt haben, auf den er vorerst damit reagierte, dass er bei der Einweihung des Quais mit einem gewaltigen Feuerwerk jene «wunderbare Beleuchtung» installieren lies, «die man seit dem Ausstellungs- und dem Zwinglifeste wohl kennt».⁹⁵

Ein Grundlagenpapier des Stadtgenieurs vom Juni 1888 über das städtische Wasserwerk – «mit Rücksicht auf Kraftlieferung für elektrische Beleuchtung» – hatte das Luzerner Paradigma ebenfalls stark hervorgehoben: «Für die Beleuchtung einzelner Stadtquartiere wird man wohl dazu gelangen, hochgespannte Wechselströme zu verwenden und solche durch Trans-

93 «In seinem Berichte hat Herr Dr. Bürkli betont, der Zweck der Quaiunternehmung, die Vortheile der Lage der Stadt und der beiden Ausgemeinden am Seeufer hinsichtlich des Verkehrs wie der Schönheit der Gegend zur vollen Geltung zu bringen, könne nur erreicht werden, wenn Zürich bei seinen Quaianlagen nicht hinter Luzern und Genf zurückbleibe, sondern die elektrische Beleuchtung einrichte, welche vermöge ihrer Wirkung für öffentliche Anlagen grössern Styls in kürzester Zeit die Gasbeleuchtung verdrängt haben werde. Sicherlich ist in einer Zeit, da Behörden und Private den Zufluss von Fremden in erhöhtem Masse nach Zürich zu lenken suchen, auch die Stimme der Gastwirthe von Bedeutung.» Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 47 (Auszug aus dem Protokoll des Stadtrathes von Zürich vom 14. August 1888). Vgl. auch Bürkli-Ziegler 1887, 20–21. Vgl. auch Kap. 1, Städtischer und touristischer Luxuskonsum.

94 In Luzern entstand schon in den 1850er Jahren der Schweizerhofquai mit Promenade, 1870 folgte die Seebrücke und 1882 der Nationalquai. Seit den 1870er Jahren erlebte Luzern dank den auf Uferaufschüttungen erbauten Luxushotels einen gewaltigen touristischen Aufschwung. Siehe Püntener 1994; Reinle 1953–1954.

95 NZZ 184 I, 4. Juli 1887.

formatoren, *wie in Luzern*, mit höchstem Nutzeffekt für die Glühlichtbeleuchtung umwandeln, gleichgültig ob diese in dem oder jenem Ende der Stadt oder für einen grösseren oder kleineren Häuserkomplex gewünscht werde.⁹⁶

Im Verlauf der Kommissionsarbeit wurde «Luzern» dann endgültig zum Hauptreferenzpunkt für die Elektrifizierung der Limmatstadt. Die in den Diskussionen der Kommission erfolgte Rekonstruktion des Paradigmas auf der Nachahmerseite umfasste mehrere Schritte. Zuerst wurde tatsächlich eine breite Palette möglicher Vorbilder überprüft. Aus London, Paris und Berlin liess man sich umfangreiche Unterlagen zusenden, über Genf und Basel informierten die beiden Experten Emil Bürgin und Théodore Turretini, über Luzern berichtete die Neue Zürcher Zeitung in regelmässigen Abständen.⁹⁷ Dann aber wollte man genauer wissen, was in Luzern eigentlich gemacht wurde und sandte den Stadtingenieur Werner Burkhard-Streuli in Begleitung von Professor Schneebeili nach Luzern. Beide kehrten tief beeindruckt nach Zürich zurück. Jedes mögliche Detail hatten sie aufgeschrieben und die Gebrüder Troller selbst nach den Einzelheiten ihrer Verwaltung des Kraftwerks in Thorenberg gefragt. Am 7. November 1888 konnten sie der Kommission einen umfangreichen Bericht abliefern.⁹⁸ Darin hoben sie vor allem die Distanz zwischen dem Kraftwerk und der elektrisch beleuchteten Stadt hervor, ferner die hochgespannten Wechselströme und die Transformatoren, mit denen in Luzern gearbeitet wurde, die einfache, quasiautomatische Regulierbarkeit des «Maschinenhauses», die Möglichkeit zur Erweiterung der Anlage, die Arbeiten an der Beleuchtungsanlage des Seequais mit Bogenlampen, die Kraftübertragungsanlage für die Fluhmühle sowie die Konzessionsverhältnisse und die Beziehung zum Gaswerk, welche mit dem lakonischen Kommentar, «das Gaswerk wird geschädigt und der Stadt in die Hände gespielt», bedacht wurde.⁹⁹ Besondere Beachtung schien die Strategie der Gebrüder Troller zu verdienen, einen Teil ihrer Anlage über den Luxuskonsum des Nobelhotels «Schweizerhof» zu amortisieren.¹⁰⁰

Auch in technischer Hinsicht trachtete man von den Luzerner Erfahrungen zu profitieren und sie nach Zürich zu bringen. So erwähnten Burkhard-Streuli und Schneebeili z. B. die in Luzern verwendete, «durch die Erfahrung als richtige» erwiesene Gebrauchsspannung von 100 V für die Glühlampen und

96 Burkhard-Streuli 1888, 2. Hervorhebung D. G.

97 Die Antworten im Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 39 (Berlin), Nr. 40 (London), Nr. 41 (Paris), Nr. 82 (Basel) und Nr. 83 (Genf). Siehe auch Burkhard-Streuli 1890, 9.

98 Stadtarchiv Zürich V Bc 5, Protokoll der Kommission zur Sitzung vom 7. November 1888, 6.

99 Nach Ablauf der Konzession der privaten Gasgesellschaft im Dezember 1886 hatte die Stadt Zürich die Gasversorgung übernommen. Burkhard-Streuli 1890, 9. In Luzern war es zu heftigen Kämpfen zwischen den Gebrüdern Troller und der bestehenden Gasgesellschaft gekommen. Siehe NZZ 260, 18. September 1886 und SBZ, 15. Mai 1886, 131.

100 Stadtarchiv Zürich V Bc 5, Protokoll der Kommission, Sitzung vom 7. November 1888, 6.

gingen detailliert auf die Betriebskosten und Tarifgestaltung der Luzerner Anlage ein. Das Fazit war überaus positiv: Kein anderes, ebenfalls mögliches Vorbild nahm in den folgenden Beratungen der stadträtlichen Kommission eine ähnlich prominente Stellung ein. In den Worten der beiden Bericht-erstatte: «Die Anlage macht einen ausserordentlich günstigen Eindruck, das Problem der Transformation ist gelöst.»¹⁰¹

Nach all diesen expliziten Referenzen auf das Luzerner Paradigma bleibt eine letzte, implizite zu erwähnen, welche die Orientierung der Zürcher Elektrifizierungskommission wie keine andere zu dokumentieren vermag. Als Nr. 80 der Akten der Kommission für die Vorbereitung des elektrischen Lichts wurde Ende März 1889 ein Zeitungsausschnitt aus der Züricher Post abgelegt. Sein Titel: «Die elektrische Beleuchtung in Luzern und Umgebung». Die Stilisierung des Luzerner Paradigmas in Ehrenbergs Artikel stellte tatsächlich eine Entscheidungsgrundlage für die Zürcher Elektrifizierer dar.¹⁰²

In vielfacher Hinsicht glich die Zürcher Anlage denn auch jener von Thorenberg–Luzern, obwohl man in Zürich, «anders als bei dem in Luzern angewendeten System Ganz, von Anfang an zur Erstellung von Transformatorstationen ausserhalb der Häuser der einzelnen Abonnenten» griff.¹⁰³

Die Parallelen waren dennoch erstaunlich: So wurde die Elektrizität auch in Zürich ausserhalb der Stadt produziert und mit hochgespanntem Wechselstrom ins Zentrum übertragen und mit Hilfe von Transformatoren auf Gebrauchsspannung zurücktransformiert; im «Maschinenhaus» Letten wurde eine Hochdruckturbine «zur automatischen Regulierung des Ganzen» verwendet; und es war eine dem Thorenberger Altar vergleichbar gestaltete Schaltwand aus Marmor aufgestellt worden, wie es der Text der öffentlichen Konkurrenzeröffnung des Zürcher Elektrifizierungsprojektes ausdrücklich gefordert hatte: «In der Kraftstation sollen stets die in der Stadt herrschenden Strömungsverhältnisse zu ersehen sein, deutliche Signale haben Schwankungen, bei welchen die zulässigen Grenzen überschritten werden, anzuzeigen.»¹⁰⁴ Sowohl im «Maschinenhaus» wie im Verteilnetz war das Zürcher Elektrifizierungsprojekt von Anfang an auf einen zukünftigen Ausbau hin orientiert, sei es durch die Unterscheidung von drei Ausbaustufen, mit welcher die Stadt in «successiver Ausdehnung» elektrifiziert werden sollte, oder sei es durch die ausdrückliche Forderung der Behörden, die Anlage habe «die Möglichkeit einer weitem Ausdehnung in's Auge zu fassen».¹⁰⁵

101 Diese Behauptung kann als ein Versuch interpretiert werden, eine «closure» in der Debatte um die Funktionstüchtigkeit von Wechselstromtransformatoren zu suggerieren. Der Systemstreit sollte diese vorzeitige Schliessung der Black box «Transformator» nochmals rückgängig machen.

102 Ehrenberg 1889.

103 Wyssling 1946, 34.

104 Elektrische Beleuchtung der Stadt Zürich 1889, 4. Zur Schalttafel im Kraftwerk Letten siehe Wyssling 1946, 38–39.

105 Elektrische Beleuchtung der Stadt Zürich 1889, 4.

Selbst die Transformatorstationen, welche als Stützpunkte des Netzes dienten, waren so gestaltet worden, dass «sie weitere Teiltransformatoren bis auf die Leistung der primären Verteilungskabel aufnehmen» konnten.¹⁰⁶ Sie wurden ferner so aufgestellt, dass sie eine mehr oder weniger gleichmässig verteilte Stromabgabe ermöglichten.¹⁰⁷ Wie in der Leuchtenstadt sollte die Ubiquität elektrischer Versorgungsmöglichkeit auch in der Limmatstadt gewahrt werden.

Von der Eingabe des Wirteverbandes über den Besuch des Stadtgenieurs in Luzern bis zur Rezeption von Ehrenbergs Artikel in der Züricher Post können die Referenzen auf das Luzerner Paradigma ausgemacht werden, und die im Kraftwerk Letten realisierte Anlage zeigte ihrerseits in mancher Hinsicht Ähnlichkeiten mit dem Thorenberger «Maschinenhaus». Eine parallele Geschichte könnte zur Entstehung des Kraftwerks Taulan der Société Electrique Vevey-Montreux erzählt werden, welches bereits 1887 seinen Betrieb aufnahm und ebenfalls mit Wechselstrom arbeitete.¹⁰⁸ Zwischen 1886 und 1892, als das Kraftwerk Letten in Zürich seinen Betrieb aufnahm, wurde das Luzerner Modells eines Wechselstromwerks jedoch nur in insgesamt 11 Fällen angewendet, 7 davon in den Jahren 1891 und 1892, während 26 weitere im selben Zeitabschnitt erstellte Kraftwerke mit der etablierten Gleichstromtechnik arbeiteten.¹⁰⁹ Die Generalisierbarkeit des Luzerner Paradigmas war demnach zumindest bis 1891 eine beschränkte. Der Grund dafür ist in einer Debatte zu sehen, welche als Systemstreit oder auch «battle of the systems» in die Geschichte der Elektrotechnik eingegangen ist.¹¹⁰ In welcher Weise diese Auseinandersetzung zu einer Verwirrung der Redeströme und zur vorübergehenden Lähmung der Entscheidungs- und Selektionsprozesse geführt hat, soll im nächsten Kapitel dargestellt werden.

106 Wyssling 1894, 30. Dieser Ausbau wurde denn auch so schnell wie möglich in vergleichenden Tabellen dokumentiert, siehe Wyssling 1894, 36–37 (Tab. «Ausdehnung des Leitungsnetzes»).

107 Wyssling 1894, 40. Die Verteilung der Transformatorenhäuschen war ein Thema öffentlicher Erörterung, siehe NZZ 101, 10. April 1892 und NZZ 104 I, 13. April 1892.

108 Zu Taulan siehe Wyssling 1946, 32–35.

109 Wechselstromkraftwerke nach Thorenberg-Luzern und vor Letten-Zürich waren: Taulan (1887), Silvaplana (1889), Maroggia-Valmara (1890), Morteratsch-Pontresina (1890), Spreitenbach (1891), Gorduno-Bellinzona (1891), Charnadura-St. Moritz (1891), Kappelerhof-Baden (1891), Bärau-Langnau i. Emmental (1892), Theusseret-Saignelégier (1892) und Im Sand-Chur (1892). Wyssling 1946, 174–178.

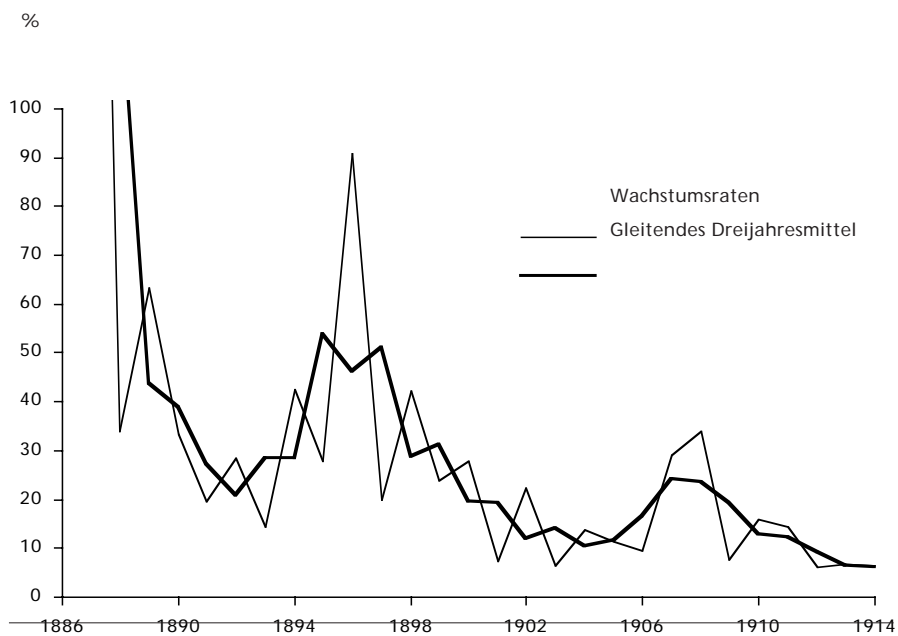
110 Hughes 1983, 106–139 und David 1991.

3. Konsensbildung und elektrowirtschaftliches Wachstum

Der Systemstreit

Seit der Inbetriebnahme der Kraftwerke Thorenberg-Luzern (1886) und Taulan (1887) wurden in der Schweiz mit jedem Jahr *mehr* neue Kraftwerke in Betrieb genommen, die Elektrizitätswirtschaft schien einen stetigen Wachstumspfad gefunden zu haben. 1888 nahmen drei, 1889 acht und 1890 neun neue Kraftwerke ihren Betrieb auf. Die geringere Zunahme des Wachstums zwischen 1889 und 1890 allein hätte sicher noch keinen Grund zur Besorgnis geben müssen, aber 1891 begannen nur noch fünf neue Kraftwerke Strom zu liefern. Vielerorts wurde mit dem Bau bereits projektierte Anlagen zugewartet. Die Wachstumsrate jährlich neuinstallierter Kraftwerkskapazitäten sank von 60% (1889) auf 15% (1893). Nicht die aus arithmetischen Gründen hohe

Grafik 2: Wachstumsraten jährlich installierter Kraftwerkskapazitäten



Berechnet nach: Wyssling 1946, 174–204.

Wachstumsrate des «ersten Jahres» (Grafik 2) muss hier überraschen, sondern der um 1894 zu beobachtende erneute Übergang zu ausserordentlich hohen jährlichen Wachstumsraten. Nimmt man für Kraftwerke eine Bauzeit von zwei Jahren an, dann musste sich um 1890 eine Verunsicherung darüber, wie Kraftwerke zu bauen seien, breitgemacht haben, die offenbar um 1892 überwunden war.

Die gegen Ende des Jahres 1889 sich verbreitende Verunsicherung von potentiellen Kraftwerkerstellern war auf die grundsätzliche technische Frage zurückzuführen, ob man für die Übertragung elektrischer Energie ein Gleichstromsystem wählen oder ob man dem neueren Wechselstromsystem den Vorzug geben sollte. Um zu verstehen, warum diese Frage zu einem eigentlichen Entscheidungsnotstand hatte führen können, muss man sich zunächst die zeitgenössischen Vor- und Nachteile der beiden Systeme vergegenwärtigen. Den Elektrotechnikern war klar, dass sich das Übertragungsproblem aus theoretischen Gründen nur mit Hilfe hochgespannter elektrischer Ströme lösen liess, weil der elektrische Leitungsverlust mit steigender Spannung quadratisch abnimmt.¹ Um die Leitungsverluste also auf ein tragbares Mass zu beschränken bzw. um nicht allzu dicke und damit zu teure Kupferleitungen (mit geringem Leitungswiderstand) verwenden zu müssen, war man darauf angewiesen, die Übertragungsspannung so weit wie möglich zu erhöhen. Marcel Deprez, René Thury und Charles Brown verwendeten dafür bisher Gleichstromgeneratoren und Mehrleitersysteme und erreichten auf diese Weise Spannungen bis etwa 4000 V.² Um 1891 waren in der Schweiz rund 30 derartige Kraftübertragungsanlagen in Betrieb. Ihre Übertragungsdistanzen bewegten sich jedoch im Bereich von einigen 100 m bis höchstens 10 km.³

Die Schwierigkeiten beim Bau von Gleichstromgeneratoren mit relativ hohen Spannungen machten jedoch deutlich, dass man bereits eine technische Grenze erreicht hatte: Um Kurzschlüsse zwischen der Armatur und dem Feldmagneten des Generators zu vermeiden, musste man diese soweit auseinanderrücken, dass der elektromagnetische Nutzeffekt – und damit

1 Der Leitungsverlust beträgt $P = IR$, hergeleitet aus $P = UI$ und $U = RI$, wobei $P =$ Leistung (W), $I =$ Strom (A), $U =$ Spannung (V) und $R =$ Leitungswiderstand (Ohm). Unter Elektrotechnikern war diese Beziehung so sehr zu einer Selbstverständlichkeit geworden, dass sie Charles Brown in seinem Vortrag über «Hohe Spannungen» als gegeben und allgemein bekannt voraussetzen konnte: «Ich brauche hier in dieser Versammlung wohl nicht auf die theoretischen Betrachtungen zurückzugreifen, wie eine bestimmte elektrische Energie in einem um so dünneren Leiter und mit einem um so geringeren Verluste fortgeleitet wird, je höher ihre Stromspannung gewählt werden kann.» Brown 1891, 146.

2 «Zur Zeit dürfte wol das in Gleichstromanlagen erreichte Maximum der Betriebsspannung 4000 Volts betragen; es ist dies verwirklicht in einer von der Firma Cuénod Sautter & Cie. in Genf bei Ovonnax (Ain) ausgeführten Übertragung von 250 HP, auf 7,5 km Distanz.» SBZ, 7. März 1891, 58.

3 SBZ, 15. April 1893, 96. Zu den Übertragungsdistanzen siehe die Angaben in SBZ, 4. Oktober 1890, 86.

die Wirtschaftlichkeit der Anlage – drastisch abnahm. Ferner verursachte die Funkenbildung am Kommutator mit zunehmender Spannung immer grössere Probleme.⁴ Einen Ausweg boten Ende der 1880er Jahre nur Wechselstromtransformatoren, wie sie von Gaulard und Gibbs an der Elektrotechnischen Ausstellung in Turin 1884 vorgeführt worden waren.⁵ Transformatoren liessen sich einfacher isolieren und gaben den Ingenieuren ausser elektromagnetischen nicht auch noch elektromechanische Probleme auf.⁶ Trotz dieser scheinbar deutlichen Überlegenheit des Wechselstromsystems war es wenigstens bis 1891 alles andere als einfach, den Überblick in der langen Liste von Vor- und Nachteilen der konkurrierenden Systeme zu behalten.

Für die Schweizerische Bauzeitung, welche den Stand der Diskussion in einem Artikel vom 30. November 1889 festhielt, zählten zu den Vorteilen des Gleichstromsystems die ökonomische Arbeitsweise von Gleichstrommaschinen und ihre beliebige Schaltbarkeit. Die dabei verwendeten niedrigen Spannungen boten «eine nur geringe Gefahr für Leben und Eigenthum». Gleichstrombogenlampen wiesen einen hohen Nutzeffekt auf, brannten «ruhig und vollständig geräuschlos», während sich die Gleichstrommotoren durch einen konstanten Gang und eine beliebige Variationsmöglichkeit ihrer Geschwindigkeit auszeichneten. Zudem liess sich elektrische Energie als Gleichstrom akkumulieren und zu elektrolytischen Zwecken verwenden. Die Nachteile des Gleichstromsystems bestanden vor allem darin, dass das Elektrizitätswerk «inmitten der Anlage liegen» musste und dass «der Vertheilungsbezirk einer Centrale vorläufig beschränkt» war, falls man nicht sehr teure Leitungen in Kauf nehmen wollte. Für Stadtbezirke mit geringer Wohnungsdichte kam der Betrieb von Gleichstromzentralen deshalb zu teuer zu stehen.

Im Gegensatz dazu konnte man mit einem Wechselstromsystem dünne, billige Hauptleitungen verwenden, die Zentrale aus dem unmittelbaren Beleuchtungsrayon entfernen und an einem günstiger gelegenen Ort aufstellen. Auch dünn besiedelte Stadtteile waren ohne besonderen Aufwand relativ günstig zu beleuchten und das gesamte Versorgungsgebiet konnte leichter ausgedehnt werden. Die Tatsache, dass ein Wechselstromkraftwerk

4 «Ich habe Gleichstrommaschinen bis zu 2000 und 2500 V gebaut, welche einen ununterbrochenen Tag- und Nachtbetrieb ohne irgend welche Schwierigkeit ermöglichen, allein ihre Konstruktion hat mir gezeigt, dass höhere Spannungen mit solchen Maschinen, wenn auch nicht unerreichbar sind, so doch auf Verhältnisse, besonders zwischen Isolationsmaterial und arbeitendem Armaturkupfer führen, welche der Maschine unökonomische Grösse geben.» Brown 1891, 146.

5 Der Erfolg von Gaulard und Gibbs wurde dadurch entwertet, dass ihnen keine brauchbaren Wechselstrommotoren zur Verfügung standen und daher der übertragene Strom durch einen weiteren Generator unter grössten Verlusten in Gleichstrom umgewandelt werden musste. SBZ, 22. November 1884, 132–134. Ferner Hughes 1983, 93–95.

6 Dazu im Rückblick SBZ, 7. März 1891, 58.

nicht mitten im zu beleuchtenden Gebiet liegen musste, erlaubte die Ausbeutung auch relativ weit entfernter, billigerer Wasserkräfte für den Betrieb der Generatoren. Schliesslich gestaltete sich die gesamte Verwaltung eines Wechselstromnetzes wesentlich flexibler, sowohl in bezug auf die Betriebsspannung als auch auf «die Regulierung der Spannung im ganzen Leitungsnetze». Allerdings wies das Wechselstromsystem ebenfalls seine unübersehbaren Defizite auf. Die Hauptleitungen mussten mit relativ hoher und damit gefährlicher Spannung betrieben werden, die Wechselstromdynamos konnten nicht ohne weiteres parallel geschaltet werden, die Transformatoren brachten «einen erheblichen Verlust mit sich und erhöhten die Unsicherheit und die Gefahren des Betriebes». Der Betrieb von Bogenlampen wurde als problematisch angesehen und die Lebensdauer der Glühlampen wurde, so der Artikel der Schweizerischen Bauzeitung, durch den Wechselstrom reduziert. Viel gravierender war jedoch die Tatsache, dass «gute und praktisch brauchbare Wechselstrommotoren [...] noch nicht bekannt» waren und dass sich Wechselstrom nicht akkumulieren liess.⁷

Dies waren keine günstigen Voraussetzungen für Gremien, welche eine Technikevaluation vorzunehmen hatten. Auch in der Stadt Zürich, die mir im folgenden wiederum als Beispiel dient, stand eine gleichermassen aus Experten und Politikern zusammengesetzte stadträtliche Kommission vor diesem Problem. Ihre Entscheidungsgrundlagen für eine konsensfähige Selektion waren zu disparat. Darüber hinaus sah man sich einer grossen Zahl widersprüchlicher Empfehlungen, Gutachten, Gegengutachten und Interventionen gegenüber, aus denen klug zu werden auch für abgebrühte Techniker nicht ganz einfach war. Die nachfolgende Collage von protokollierten Meinungen und Behauptungen, Überzeugungen und Zweifeln, welche innerhalb der Kommission in mündlicher oder schriftlicher Form geäussert wurden, reflektiert dies in einem (nicht nur virtuellen) historischen Stimmengewirr:

- *Schneebeli, Professor am eidgenössischen Polytechnikum und Experte:*
«Die Kraft wäre lucrativer, wenn sie sich in der Stadt befände, dies ist nun aber nicht der Fall. Der Vorschlag von Herrn Burkhard hinsichtlich der Übertragung leuchtet mir nicht ein. In zahlreichen Städten befriedigen Wechselströme mit Transformatoren. Dabei sind, weil es nicht dreierlei Dynamos braucht, sowohl die Anlage- als die Betriebskosten niedriger und der Kraftverlust geringer.»
- [*Burkhard-Streuli, Stadtingenieur, kann sich nicht verteidigen, weil er in den Ferien weilt.*]
- *Bürkli-Ziegler, «Quaiingenieur» und stadtplanerische Eminenz, auch an-*

⁷ Zur der Gegenüberstellung der beiden Systeme siehe den Artikel der Schweizerischen Bauzeitung, welcher sich auf das «Elektrotechnische Echo» (47), November 1889 stützte. SBZ, 30. November 1889, 133.

- gegriffen*: «Ob es richtiger ist, die Station zum Wasserwerke oder in den Mittelpunkt der Stadt zu verlegen, muss noch einlässlich studirt werden. Während ich empfahl, die Elektrizität in hochgespannten Strömen zur Stadt zu leiten, fand die von Genf bestellte Commission, dieses System eigne sich höchstens für die Übertragung grosser Kräfte.»
- *Frey-Nägeli, ein Pessimist*: «Ich glaube nicht, dass das elektrische Licht stark verlangt werden wird. Hauptsache ist die Beleuchtung des Quais⁸»
 - *Waldner (denkt es und wird es später sagen)*: «Wir müssen die Elektrizität zur Geltung bringen, indem wir öffentlich beleuchten und zwar nicht bloss den Seequai, sondern auch andere Strassen.⁹»
 - *Bürkli-Ziegler, der an die Zukunft denkt und dies jetzt schon sagt*: «Wenn aber eine Gemeinde am Quai elektrisch beleuchtet, so werden die anderen nachfolgen, und ohne elektrische Beleuchtung kommen wir auf die Dauer nicht aus, so dass das Geld für eine Gasleitung weggeworfen wäre. Ich würde es gerne sehen, wenn mit einer Anlage im Wasserwerke ein Anfang gemacht und eine Leitung zum Quai gezogen wurde, an welche sich die weitere Entwicklung anschliessen könnte.¹⁰»
 - *Frey-Nägeli, will weiterhin vorsichtig bleiben und Schritt für Schritt vorgehen*: «Wir dürfen den Gedanken einer gemeinsamen Quaibeleuchtung nicht fallen lassen, sondern nur etwas einfacher gestalten, als Herr Dr. Bürkli vorschlug, und successive vorgehen.»¹¹
 - *Ulrich, Stadtrat, Bauvorstand und Taktiker*: «Wir können [...] das Publicum ins Interesse ziehen, indem wir ihm sagen, dass die elektrischen Beleuchtung nicht etwa bloss für den Quai beabsichtigt wird.¹²»
 - *Burkhard-Streuli, als Stimme aus seinem Bericht*: «Für die Beleuchtung einzelner Stadtquartiere wird man wohl dazu gelangen, hochgespannte Wechselströme zu verwenden und solche durch Transformatoren, wie in Luzern, mit höchstem Nutzeffekt für die Glühlichtbeleuchtung umwandeln, gleichgültig ob diese in dem oder jenem Ende der Stadt, oder für einen grösseren oder kleineren Häuserkomplex gewünscht werde. Die Befürchtungen wegen Gefährlichkeit dieser hochgespannten Wechselströme in mehrfacher Hinsicht widerlegen die Erfahrungen in Luzern und einer grossen Zahl amerikanischer Städte. Dass diese intermittirenden Ströme binnen Kurzem auch für Erzeugung eines guten Bogenlichtes und zur Kraftübertragung verwendbar gemacht werden, was für eine rationelle Anlage Erforderniss ist, das wird allgemein angenommen. Ich wollte aber auch in dieser Richtung nicht auf schöne Hoffnungen abstellen und die

8 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 17. August 1888, 3.

9 Nämlich in der Sitzung vom 7. November 1888, Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 7. November 1888, 9.

10 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 17. August 1888, 3.

11 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 17. August 1888, 3–4.

12 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 17. August 1888, 4.

Sachlage zu günstig gestalten, sonst hätte ich noch weiter gehen und das Ideal einer Beleuchtungsanlage mit Accumulatorenstationen als Elektrizitätsreservoir bringen müssen.»¹³

- *Bürkli-Ziegler, aus der Gerüchteküche*: «In Genf sprachen die Herren Hagenbach und Amsler für Gleichstrom. [...] Der Nutzeffect beim Wechselstrom soll zu schlecht sein.»¹⁴
- *Schneebeli und Burkhard-Streuli (eben aus Luzern zurückgekehrt)*: «Luzern wird durch Troller & Cie von einer 5 Kilometer entfernten Kraftstation aus elektrisch beleuchtet. Dabei werden hochgespannte Wechselströme mit Transformatoren verwendet. [...] Die Anlage macht einen ausserordentlich günstigen Eindruck; das Problem der Transformation ist gelöst.»¹⁵
- *Waldner (schreibt lieber einen Artikel)*: «Die kürzlich eröffnete Centralstation der Grosvenor Gallery in London ist insofern von besonderer Wichtigkeit, als sie zum ersten Mal das Transformatorensystem von Ferranti in seiner practischen Anwendung zeigt. Für das projectirte grossartige Unternehmen in Deptford ist dieser ausgedehnte Versuch oberirdischer Lichtvertheilung von erheblicher Bedeutung.»¹⁶
- *Die Frankfurter Zeitung* meldet (*aus den Akten der Kommission*), dass «das in der Kostspieligkeit der Leitungen liegende Hinderniss» sich beseitigen lasse. «Man hat diesen Ausweg darin gefunden, dass man auf den Zentralstationen, anstatt [...] Ströme von grosser Stärke und niedriger Spannung, umgekehrt Ströme von geringer Stärke und hoher Spannung entwickelt (was durch anderweitige Anordnung der Maschinen, insbesondere durch Anwendung von Wechselstrommaschinen bewirkt werden kann).» Man arbeite nun mit primärseitig parallel geschalteten Transformatoren, deren sekundärseitige Verbraucher ebenfalls parallel geschaltet werden. «Es wird damit vermieden, dass bei einer etwaigen Beschädigung eines Transformators die von demselben gespeisten Lampen erlöschen und zugleich erreicht, dass die Spannung überall gleichmässig gehalten werden kann, somit die Lampen gleichförmig brennen; auch kann die Anlage damit in beliebiger Weise erweitert werden. Am vollkommensten scheint diesen Bedingungen das System der Westinghouse-Company zu entsprechen, welches schon in verschiedenen Städten Nordamerikas eingeführt ist.»¹⁷

13 Burkhard-Streuli 1888, 2 und Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 46, 2, 9. Juni 1888.

14 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 17. August 1888, 4.

15 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 (Protokoll), 7. November 1888, 6–7.

16 A. Waldner, der Chefredaktor der Schweizerische Bauzeitung, dürfte auch als Mitglied der Kommission so argumentiert haben. Jedenfalls tat er dies in einem Artikel der Bauzeitung, siehe SBZ, 29. Dezember 1888, 164–65.

17 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 61 (Frankfurter Zeitung, zweites Morgenblatt Nr. 11, 11. Januar 1889). Die Kommission archivierte auch die Frankfurter Zeitung, erstes Morgenblatt Nr. 16, 16. Januar 1889 sowie die Beilage zur Frankfurter Zeitung vom 17. Januar 1889, Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 63 und 64.

- *Müller, aus Paris*: «[...] es sollte mit Rücksicht auf die bekannten Nachteile des Wechselstrombetriebes: unrationeller Betrieb von Bogenlampen & Elektromotoren, ferner Unmöglichkeit einer rationellen Verwendung von Aufspeicherungsapparaten, dem Gleichstrombetrieb der Vorzug gegeben werden. [...] Die Gleichstromenergie ist werthvoller als die Wechselstromenergie.»¹⁸
- *Maschinenfabrik Oerlikon, in einem Brief, nervös und verärgert*: «Eine Anordnung wie sie von Herrn Müller vorgeschlagen wird, nämlich Combination von Gleichstromtransformatoren mit Accumulatoren, muss als eine Utopie bezeichnet werden, die nur aus gänzlicher Unkenntniss der vorliegenden Verhältnisse entstehen kann. [...] Im Gegensatz zum Gleichstromsystem scheint das Wechselstromsystem wie für den vorliegenden Fall geschaffen. [...] Der Einwand, dass sich mit Wechselstrom keine Motoren betreiben lassen ist hinfällig, es gibt schon jetzt ganz brauchbare Motoren und steht in sicherer Aussicht dass in allernächster Zeit dieselben den Gleichstrommotoren gleichwerthig, ja überlegen sein werden.»¹⁹
- *Waldner, wieder aus der Bauzeitung*: «Die Frage, ob bei der Anlage grösserer Centralstationen dem Wechsel- oder Gleichstrom die Zukunft gehöre, ist noch immer eine sehr bestrittene. Die Electrotechniker haben sich hinsichtlich derselben in zwei Lager getrennt und verfechten ihre Ansichten mit steigender Wärme.»²⁰

Ähnliche Auseinandersetzungen spielten sich 1890 auch in der Kommission des Grossen Stadtrates ab, letztlich in noch chaotischerer Weise. Selbst der Stadt- und der Quaiingenieur sahen sich dabei nicht mehr in der Lage, einen kühlen Kopf zu bewahren. So vermerkt das Protokoll dieser zweiten Kommission: «Die Herren Dr. Bürkli und Stadtgenieur Burkhard befürworten für die öffentliche Beleuchtung eine Gleichstromanlage, weil der Gleichstrom auch zum Laden von Accumulatoren, zur Kraftübertragung u. s. w. sich eigne.»²¹ Burkhard hatte seine früheren Empfehlungen vergessen, und Bürkli erinnerte sich nicht mehr daran, dass er nur zwei Wochen zuvor im selben Gremium erklärt hatte: «Wir werden von weiter her Kraft zuleiten müssen und das führt wieder zum Wechselstrom. Daher soll dieser schon jetzt eingeführt werden.»²² Klar war ihm offenbar nur mehr eines: «Zürich kann sich der elektrischen Beleuchtung nicht entziehen, wenn es eine Rolle als Grosstadt spielen will.»²³ Und genau dies war der springende Punkt: Obwohl sich die

18 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 113, 10. August 1889.

19 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 115, 22. August 1889.

20 SBZ, 30. November 1889, 133.

21 Protokoll & Akten der grossstadträthl. Kommission betr. Einführung der elektrischen Beleuchtung 1890, Stadtarchiv Zürich V. A.a. 14 Nr. 1, Sitzung vom 16. August 1890.

22 Protokoll & Akten der grossstadträthl. Kommission betr. Einführung der elektrischen Beleuchtung 1890, Stadtarchiv Zürich V. A.a. 14 Nr. 1, Sitzung vom 28. Juni 1890.

23 Protokoll & Akten der grossstadträthl. Kommission betr. Einführung der elektrischen Beleuchtung 1890, Stadtarchiv Zürich V. A.a. 14 Nr. 1, Sitzung vom 21. Juni 1890.

Diskussionen mehr und mehr auf das zu wählende System konzentrierten, war allen Mitgliedern der stadträtlichen Kommission klar, dass es nicht so sehr um die Bestimmung der technischen Überlegenheit des einen oder andern Systems ging, sondern um die viel brisantere Frage, welches System den aktuellen und zukünftigen soziopolitischen Bedürfnissen der Stadt Zürich am besten dienen würde. Die Kommissionsmitglieder mussten somit eine politische Frage klären, indem sie eine scheinbar rein technische Selektion vornahmen. Folgende Probleme verbargen sich letztlich hinter der Systemdiskussion: War es sinnvoll, dass die Stadt, die erst seit zwei Jahren das Gaswerk selbst betrieb, sich mit einer neuen Beleuchtungstechnik Konkurrenz verschaffte?²⁴ Sollte man die Einführung des elektrischen Lichtes nicht privaten Unternehmern überlassen? Sollte elektrische Beleuchtung das Gas ersetzen, oder sollte man sich darauf beschränken, nur einige wenige repräsentative Bauten zu beleuchten? Sollte man auch die Lieferung von Kraftstrom ins Auge fassen? Sollte zum Antrieb der Generatoren die Wasserkraftanlage im Letten verwendet werden, oder hatte man vielmehr auf verschiedene, durch Dampfmaschinen betriebene Zentralen zu setzen?²⁵ Wie würde sich die Elektrotechnik entwickeln, oder vielmehr: Welcher Stellenwert sollte der Elektrizität im immer komplexeren System von öffentlichen Diensten der Stadt zukommen? Fragen über Fragen, die alle politische Entscheide verlangten. Sie fanden in der «Konkurrenz-Eröffnung» vom August 1888 eine Antwort.²⁶ Gefordert wurde darin die öffentliche Beleuchtung an mehreren, verhältnismässig weit auseinanderliegenden Punkten der Stadt. Man wollte und konnte sich nicht auf ein repräsentatives Zentrum festlegen. Vorgegeben war auch die Verwendung der Wasserkraft des Werkes im Letten. Damit waren die wichtigsten Parameter gesetzt. Für die Entscheidung sollte in erster Linie ausschlaggebend sein, «welches System der elektrischen Beleuchtung [...] für die Verhältnisse Zürichs das geeignetste sei».²⁷ – Man sprach sich für die Annahme eines gemischten Systems aus, Gleichstrom für die öffentlichen Bogenlampen und Wechselstrom für die private Glühlichtbeleuchtung, «mit Inaussichtnahme eines spätern Überganges von Wechselstrom mit Transformatoren auf Gleichstrom mit Akkumulatoren». Dies entspreche den jetzigen Verhältnissen Zürichs, «und noch mehr für die wahrscheinliche zukünftige Gestaltung der elektrischen Beleuchtung».²⁸

24 Im Dezember 1886 lief der Vertrag mit der Gasgesellschaft ab und die Stadt übernahm den Betrieb des Gaswerks. Burkhard-Streuli 1890, 9.

25 «Ich wiederhole, dass bei der grossen räumlichen Ausdehnung des Gebietes der elektrischen Beleuchtung für Stadt und Ausgemeinden von der Erstellung einer Zentrale im Schwerpunkt des Lichtkonsums und Anwendung von Gleichstrom normaler Spannung, der grossen Anlagekosten des Leitungsnetzes wegen von vorneherein abgesehen werden musste.» Burkhard-Streuli 1890, 24.

26 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 65.

27 Bericht der Experten, zit. in Burkhard-Streuli 1890, 20.

28 Bericht der Experten, zit. in Burkhard-Streuli 1890, 21.

Das von der Zürcher Telephongesellschaft vorgeschlagene reine Wechselstromprojekt, mit Kosten von 1 Mio. Fr. die billigste Variante, hatte wie neun weitere Projekte unter diesen Bedingungen keine Chance mehr, und der Auftrag ging an die Maschinenfabrik Oerlikon, die zusammen mit Escher Wyss & Cie. für 1,3 Mio. Fr. *eingemischtes* System mit vier Gleichstrom- und sechs Wechselstromdynamos bauen sollte – tatsächlich hat sie ein reines Wechselstromnetz gebaut. Der Stadtrat liess zu dieser Kehrtwendung verlauten, man erachte es als nachteilig, dass ein «System der öffentlichen Beleuchtung mit Gleichstrom, *welches sich vom rein technischen Gesichtspunkte aus als das zweckmässigste ergab*, die sofortige Erstellung der ganzen Anlage nothwendig mache». Mit dem Bau eines reinen Wechselstromnetzes gewinne man aber «eine Vereinfachung des Betriebes [...] und *die Möglichkeit einer successiven Ausführung der öffentlichen Beleuchtungsanlage je nach Wunsch und Erforderniss*».²⁹

Diese Begründung führt zur ursprünglichen Projektausschreibung zurück – «Die Disposition der Anlage soll der Möglichkeit successiver Ausführung thunlichst Vorschub leisten»³⁰ – die Begründung führt aber auch zurück zu der an Thorenberg-Luzern gepriesenen und andernorts immer wieder betonten expansiven Dynamik der Elektrotechnik. Vom Punkt zum wachsenden System, von der spezialisierten Beleuchtungsinsel (beim Bahnhof etwa) zur generalisierbaren Beleuchtungstechnik für die ganze, ebenfalls expandierende Stadt: Offenbar liess man sich in Zürich zu Beginn der 1890er Jahre in starkem Masse von der Vorstellung eines allmählichen Ausbaus öffentlicher Dienste leiten. Das Muster der Implementation eines neuen technischen Systems entsprach dem politischen Handlungsleitbild. Einen ähnlichen Ausbau betrieb man ja auch auf politischer Ebene: mit der damals kurz bevorstehende ersten Eingemeindung vermochte die Stadt ihr verwaltungstechnisches und politisches Wirkungsfeld auf Kosten der umliegenden Gemeinden stark auszudehnen. Als Gegenleistung hatte sie den zu inkorporierenden Gemeinden wie Hottingen, Aussersihl, Riesbach oder auch Enge Güter zu offerieren, welche von diesen im Alleingang nicht angeboten werden konnten. Öffentliche Dienste wie Stromversorgung und Strassenbahnen gehörten neben der Gas- und Wasserversorgung zu den attraktivsten Leistungspotentialen einer vergrösserten Stadt.³¹ Das Kraftwerk der Stadt Zürich wurde offiziell am 1. Januar 1893 eingeweiht, am selben Tag, als die erste Eingemeindung rechtskräftig wurde.³²

Der Hinweis auf die Ausbaufähigkeit eines Wechselstromsystems und seine

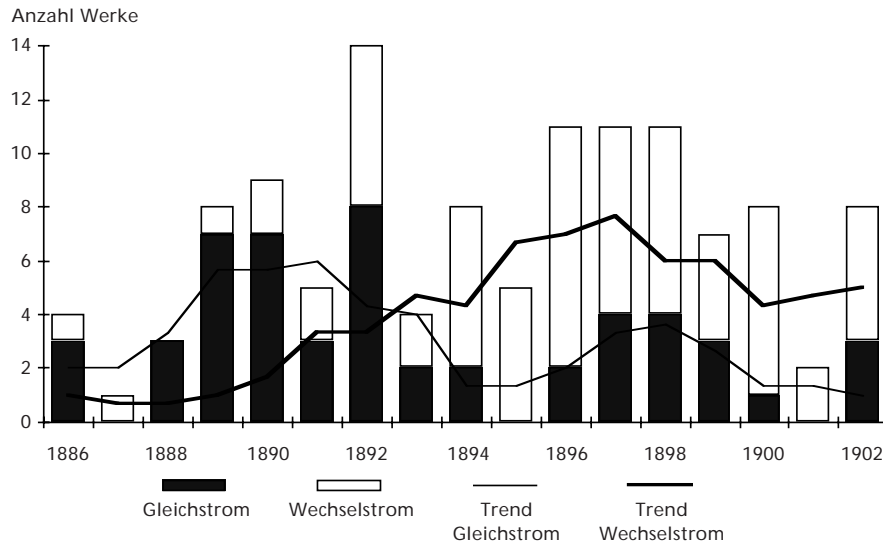
29 Protokoll des Stadtrates vom 12. August 1891, Stadtarchiv Zürich V B a 5 Nr. 574. Hervorhebungen D. G.

30 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 65, 5.

31 Vgl. auch die Diskussion von Elektrifizierungsstrategien als Ausdruck stadtpolitischer Präferenzen bei Todd 1984 und Todd 1987.

32 Elektrizitätswerk der Stadt Zürich 1992, 16. NZZ 170, 24. Juli 1992, 35.

Grafik 3: Systemwahl in schweizerischen Kraftwerken, 1886–1902



Quelle: Wyssling 1946, 174–194. Die mit «Trend» bezeichneten Kurven sind die gleitenden Dreijahresmittel der Anzahl Werke, die mit Wechselstrom bzw. Gleichstrom betrieben worden sind.

Assoziation mit der aktuellen kommunalpolitischen Interessenkonstellation mochte für Zürich allenfalls eine Überwindung des Entscheidungsnotstandes bewirkt haben; für die Reorientierung der gesamten elektrotechnischen Landschaft dürfte dies nicht ausgereicht haben, zumal ja nicht alle elektrifizierungswilligen Stadt- und Gemeindebehörden in der Schweiz über dieselben infrastruktur- und kommunalpolitischen Präferenzen verfügten. Auch wenn sich die schweizerische Variante der «battle of the systems» nicht bis zu Auswüchsen nordamerikanischen Zuschnitts steigerte und Hinrichtungen mit Wechselstrom in der Schweiz kein «Argument» der Gleichstrompartei darstellten,³³ so kann die Frage, wie die Pattsituation zwischen den beiden elektrischen Systemen überwunden wurde, nicht mit dem alleinigen

33 Die publizistische Auseinandersetzung wurde speziell von Edison, der sein bisher unangefochtenes Gleichstromsystem in Gefahr sah, mit recht zweifelhaften Mitteln geführt. Nachdem es Harold Brown gelungen war, die Verwaltung eines New Yorker Staatsgefängnisses zur Anschaffung einer Wechselstrommaschine für den Betrieb eines elektrischen Stuhles zu überreden und 1890 das erste Opfer dieser Mordmaschine, William Kemmler, zu verzeichnen war, liess Edison eine Pressekampagne unter dem Motto «Do you want the electrocutioner's current in your home and running through your streets?» starten. Vgl. Hughes 1958 und Hughes 1983, 106–139, hier 108. Ferner SBZ, 13. September 1890, 69.

Hinweis auf lokalspezifische, an grossstädtischen Wachstumsmodellen orientierte Selektionspräferenzen erledigt werden. Wie aus Grafik 3 hervorgeht, wurde das Gleichstromsystem bis zur Jahrhundertwende für neue Kraftwerke immer weniger verwendet. Dies bedeutet, dass auch Städte mit einer anderen technikpolitischen Struktur ab 1893 im Lager der Wechselstromanwender anzutreffen waren. Baden, Zürich, Bad Ragaz, Silvaplana, Chur und Langnau im Emmental können in ihrer kommunalpolitischen Ausrichtung nicht über einen Leisten geschlagen werden – dennoch entschieden sie sich alle bereits um 1891 für das Wechselstromsystem.³⁴ Was gab dafür den Ausschlag?

Die erneute Gewinnung von soliden Entscheidungsgrundlagen und der daraus folgende eindruckliche Umschwung in der Systemwahl³⁵ (Grafik 3) hatten ihren Grund in einem von der Publizistik als Befreiungsschlag interpretierten kommunikativen Grossereignis: «Wie mit einem Zauberschlage hat nun die Lauffener Kraftübertragung, sowie überhaupt die Frankfurter Ausstellung die Sachlage verändert», schrieb der Bund im Oktober 1891.³⁶ Die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung war vorbereitend bereits als mögliche Retterin in der Not stilisiert worden, als Ereignis, das die Situation in der Systemfrage würde klären können. Mit der als Hauptattraktion geplanten elektrischen Kraftübertragung über eine Distanz von 175 km hoffte man, einerseits «die Ausführbarkeit der elektrischen Kraftübertragung auf so grosse Entfernung augenscheinlich zu zeigen und – was uns noch wichtiger erscheint – über die zur Zeit nicht unberechtigten Befürchtungen, welche hinsichtlich der Verwendung so ungeheurer Spannungen bestehen, ins Klare zu kommen»,³⁷ schrieb die Schweizerische Bauzeitung. Wenig später hatte sich auch die Schweizerische Bauzeitung zu einer prononcierteren Stellungnahme durchgerungen, nachdem sie während rund zweier Jahre mit äusserster Sensibilität jede Vibration im Systemstreit registriert hatte, ohne eine eigene Meinung zu vertreten. Nun war man auch in diesem führenden Fachblatt der Ansicht, «dass die Frage der Kraftübertragung auf grosse Entfernungen und der Kraftvertheilung nach vielen Abnahmestellen ihrer Lösung entgegengeht».³⁸ Der Frage, wie die Frankfurter elektrotechnische Ausstellung zu einem für den schweizerischen Systemstreit katalytischen Ereignis wurde, muss deshalb ein besonderes Augenmerk gewidmet werden.³⁹

34 Wyssling 1946, 176–179.

35 In Deutschland zeigte die Überwindung des Systemstreits ein anderes Muster, indem dort bis zur Jahrhundertwende vor allem gemischte Systeme angewendet wurden. Siehe Hughes 1983, 126; Todd 1987; Grabas 1992, 230–231.

36 Der Bund 293, 23. Oktober 1891.

37 SBZ, 2. August 1890, 32.

38 SBZ, 31. Januar 1891, 29.

39 Der folgende Abschnitt übernimmt in veränderter Form Teile eines früher publizierten Aufsatzes. Siehe Gugerli 1994c.

Die Frankfurter elektrotechnische Ausstellung

Dass der Systemstreit mit seinen technikreligiösen Grabenkämpfen ganze Städte lähmen konnte, zeigte wie kein anderes das Beispiel der Stadt Frankfurt.⁴⁰ Dort wurde die Systemfrage zwischen dem Grossen und dem Kleinen Stadtrat hin und her geschoben, ein Expertenbericht jagte sein Gegengutachten, die Fronten verhärteten sich zunehmend, und ein Entscheid, wie man das städtische Elektrizitätswerk bauen sollte, rückte immer ferner. Währenddessen blickte die Schweizer Elektrotechnikerwelt gespannt auf die Vorgänge der Stadt am Main und sammelte eifrig die einschlägigen Presseberichte. Mitten in der hitzigen Debatte, im November 1889, machte Leopold Sonnemann, Gründer der Frankfurter Allgemeinen Zeitung und führender liberaler Politiker der Stadt, an einer Sitzung des örtlichen Elektrotechnischen Vereins den Vorschlag, eine internationale Fachmesse durchzuführen. Es sei dies offenbar «ein zeitgemässer Gedanke» gewesen, erinnerte sich Sonnemann später, «denn die zahlreich besuchte Versammlung beschloss nach kurzer Verhandlung, die Veranstaltung der Ausstellung sofort in die Hand zu nehmen». Die Elektrotechniker erhofften sich von einer internationalen Fachmesse eine klärende Wirkung.⁴¹

Die Ausstellung sollte also eine kollektive Problemlösungsstrategie sein, um die elektrotechnische Orientierungskrise der ausgehenden 1880er Jahre zu beseitigen und neue Entscheidungsgrundlagen zu erarbeiten. Leopold Sonnemann schlug – als unabhängige, prestigeträchtige Instanz und als Retter in der Not – die Organisation einer Plattform zur rationellen Bereinigung der Krise vor, da die Pattsituation weder durch eine Verschiebung des Preisgefüges noch dank der Monopolstellung einer Firma überwunden werden konnte. Alle Teilnehmer an dieser kollektiven Standortbestimmung und Technikevaluation hatten je eigene, unterschiedlich motivierte Interessen an der Ausstellung, aber alle mussten sie teilnehmen, weil die Systemfrage den Markt für elektrotechnische Ausrüstungs- und Konsumgüter in einer Weise zu lähmen begann, welche selbst grossen Firmen gefährlich werden konnte. Um 1890 hatte zwar die AEG, welche wichtige Drehstrompatente besass, die «Gleichstromfirma» Siemens & Halske auf dem Starkstrommarkt eingeholt.⁴² Vorerst war jedoch keiner der beiden Giganten in der Lage, die eigene Produktionslinie als Standard durchzusetzen. Für Rathenau bedeutete die Frankfurter elektrotechnische Ausstellung eine Präsentationsmöglichkeit für die Drehstrompatente des AEG-Ingenieurs Dolivo-Dobrowolsky, während Siemens darauf zählen konnte, seinen 1889 in Paris deutlich gewordenen Rückstand gegenüber dem amerikanischen Grossdynamobau

40 Jäger 1987, 119–123.

41 Elektrizität 1891, 3–7. Vgl. auch Historisches Museum Frankfurt 1991, 19–21.

42 Kocka 1972, 125–142. Zu den Drehstrompatenten Dolivo-Dobrowolskys siehe Electrischer Anzeiger 1891, 217, zit. in SBZ, 14. März 1891, 66.

wetzumachen.⁴³ Für die Maschinenfabrik Oerlikon (MFO) schliesslich, deren elektrotechnische Abteilung sich unter der Leitung von Charles Brown stark entwickelt hatte, musste klar gewesen sein, dass die Lösung des Übertragungsproblems für die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft von höchster Wichtigkeit war. Aus den Briefen Walter Boveris geht hervor, dass man in Oerlikon spätestens um 1888 die elektrische Übertragung der schweizerischen Wasserkräfte als ein zukunftsträchtiges Arbeitsgebiet eingestuft hatte.⁴⁴ Die von Brown gefundenen Lösungsmöglichkeiten elektrotechnischer Probleme sollten in Frankfurt einem grossen Publikum vor Augen geführt werden und die eigene Einschätzung zukünftiger Entwicklungslinien zu allgemein gültigen, konsensfähigen Konzepten erhoben werden. Die AEG, die Maschinenfabrik Oerlikon und Siemens & Halske hatten demnach ein grosses Interesse an einer internationalen elektrotechnischen Ausstellung, obwohl sich dieses aus je eigenen Gründen motivierte. Was sie verband, war in erster Linie die immer deutlicher werdende Unübersichtlichkeit auf dem Elektromarkt und die Pattsituation, welche die «battle of the systems» geschaffen hatte.

Nach den Vorstellungen der Organisatoren sollte ein gigantisches Übertragungsexperiment elektrischer Energie Klarheit darüber schaffen, inwiefern das Wechsel- bzw. Drehstromsystem zukunftsträchtig war. Die öffentliche Debatte über das Experiment würde erlauben, Assoziationen zwischen bestimmten Teilen der Öffentlichkeit und der neuen Elektrotechnik zu bilden, und sie würde das elektrotechnische Laboratorium letztlich auf die ganze Welt ausdehnen. Was in Oerlikon, Berlin, Pittsburg und Turin in den Werkstätten von Brown, Dolivo-Dobrowolsky, Tesla und Ferraris entwickelt worden war, würde sich nicht nur einen Platz in der Fachpresse erobern und auf dem «Prüffeld» der städtischen Expertenkommissionen in Frankfurt «öffentlicher» werden, sondern schliesslich auf ein internationales «Prüffeld», die Ausstellung selber, ausgedehnt.⁴⁵ Und danach würde das Labor und seine Experimente mit den offiziellen Berichten, mit den Presseberichten und endlich realiter mit den nach dem Frankfurter Modell konstruierten Anlagen um weitere Stufen ausgedehnt werden können. Die Ausstellung sollte als gigantisches Labor zum generalisierten Referenzpunkt der elektrotechnischen Entwicklung der 1890er Jahre werden.⁴⁶

Das als Hauptattraktion der Frankfurter Ausstellung geplante Übertragungsexperiment zwischen Lauffen am Neckar und Frankfurt überstieg aber

43 SBZ, 23. Januar 1890, 23.

44 Boveri am 6. Februar 1888 an den Bankier Ernst Schmid in Augsburg. Ms. Boveri 1888, 65–66.

45 Die Modellierung der Ausstellung als erweitertes Prüffeld stammt von Leopold Sonnemann, dem Initiator der Ausstellung, selbst. Historisches Museum Frankfurt 1991, 19. Zur Geschichte des Drehstroms siehe Tesla 1888; Braun 1892; Thompson 1895; Schwaiger 1939; Hughes 1983, 106–139; Caron und Cardot 1992, 333–359.

46 Siehe Latour 1983.

sowohl die technischen als auch die organisatorischen Kapazitäten einer einzelnen Firma. Ein eigentliches Joint-venture mehrerer Firmen drängte sich auf. Emil Rathenau gelangte deshalb, offenbar nach erfolgloser Partner-suche in Deutschland, an den Direktor der Maschinenfabrik Oerlikon, Peter Emil Huber-Werdmüller, zu dem er mindestens seit der gemeinsamen Grün-dung der Aluminium-Industrie AG in Neuhausen im November 1888 sehr gute Beziehungen pflegte.⁴⁷ Die elektrotechnische Abteilung der Maschi-nenfabrik Oerlikon war für Rathenau ein idealer Partner, da sie seit meh-reren Jahren systematisch und erfolgreich an Übertragungseinrichtungen arbeitete. Charles Brown hatte sich auch in deutschen Fachkreisen einen Namen gemacht, und mit seinen Drehstromtransformatoren und -generatoren konnte das Risiko eines öffentlichen Experiments eingegangen werden. Für den Leitungsbau sicherte man sich die Zusammenarbeit mit den verschiede-nen staatlichen Verwaltungen, Hesse und Söhne liehen der Ausstellung gegen eine kleine Entschädigung 60 Tonnen Kupferdraht, Schomburg und Söhne lieferten die Isolatoren.⁴⁸

Die Hauptachse des Joint-venture bildeten jedoch die AEG und die Maschi-nenfabrik Oerlikon, deren Zusammenarbeit sich ab 1890 eines immer grö-sseren Interesses der schweizerischen Öffentlichkeit erfreute.⁴⁹ Bereits im August 1890 konnte man der Tages- und Fachpresse entnehmen, dass die Zusammenarbeit zustande gekommen sei. Die Bauzeitung war Feuer und Flamme für das Projekt: «Es wäre in hohem Grade wünschbar, dass dieser grossartige Versuch zur Ausführung gelangen möchte [...]»⁵⁰ – der erste publi-zistische Haken für die Seilschaft der AEG und der MFO war gesetzt. Im Herbst 1890 installierte Brown auf dem Werkgelände in Oerlikon eine Hoch-spannungsleitung, an der er Messungen vornahm. Im Januar 1891 öffneten sich dann die Türen des Brownschen Laboratoriums für eine Delegation des Frankfurter Ausstellungskomitees, und der illustren Gesellschaft wurde ein Experiment mit einer astronomisch hohen Spannung von 30000 V demon-striert, die man mit ölisolierten Transformatoren erreicht hatte. Unter den Gästen befanden sich ausser Dolivo-Dobrowolsky auch hohe deutsche Re-gierungsbeamte sowie Oskar von Miller und Oskar May als technische Be-rater der Ausstellung. Die Zeugen des Experiments beschlossen einmütig, dieses im grossen Stil an der Frankfurter Ausstellung zu wiederholen.

Wir treffen hier auf ein Vorgehen, das in vergleichbarer Form auch in Kriegstetten-Solothurn angewendet worden war. Der Einsatz von Experten

47 Geschichte der Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft I 1942, 70–76. Huber und Rathe-nau waren darüber hinaus beide Absolventen des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich. Hughes 1983, 131.

48 SBZ, 10. September 1892, 68–69.

49 Die MFO lieferte für das Experiment Transformatoren und Generatoren, während die AEG die Drehstrommotoren für den Betrieb in Frankfurt herzustellen hatte.

50 SBZ, 2. August 1890, 32.

im Laboratorium, der Gang in die Presse, das Labor als Reproduktionsort für einen vor Publikum durchgeführten Versuch im Massstab 1:1, welcher zum gültigen Referenzpunkt elektrotechnischer Redeströme erhoben werden sollte – das alles hatte Frankfurt mit Kriegstetten gemein. Den Hauptunterschied bildeten, abgesehen von den differierenden technischen Lösungen, vor allem die Grössenverhältnisse sowie der Aufwand und der Grad an Öffentlichkeit, welcher im zweiten Fall der Konstruktion eines elektrotechnischen Referenzpunktes nachgerade überwältigende Dimensionen aufwies.

Öffentlichkeit spielte seit dem Besuch der Frankfurter Delegation in Oerlikon eine grosse Rolle. Die Nachricht vom Erfolg des Vorexperiments wurde der Neuen Zürcher Zeitung, offenbar mit einigen einschlägigen Kommentaren versehen, zugespielt.⁵¹ Die Seilschaft errichtete ihr publizistisches Basislager.

«Fachmänner, die wir sprachen, datiren von dem Tage in Oerlikon geradezu eine neue Ära in der Industrie. Man kannte ja allerdings hochgespannte Ströme und deren Werth schon längst; aber man verstand die hohe Spannung nicht rationell herzustellen und man hatte nicht die Mittel, solche Ströme zu leiten. Es gereicht Oerlikon zur Ehre, hier Bahn gebrochen und den Weg gezeigt zu haben.»⁵² Zum erstenmal wurde hier, und dies an prominenter Stelle, der Beginn einer neuen elektrotechnischen, ja industriellen Ära mit dem Übertragungsversuch in Verbindung gebracht. «Man wird bald mehr über die Sache zu hören bekommen», prophezeite die Neue Zürcher Zeitung und kündigte die nächsten Schritte in der Angelegenheit an – nicht etwa weitere, ausgedehntere Experimente, sondern wissenschaftliche Öffentlichkeit: «Zunächst werden die technischen Fachblätter sich damit zu befassen haben.»⁵³ Die Fachwelt wurde nur wenige Tage nach der Oerlikoner Demonstration von Brown persönlich in Frankfurt orientiert, sein Vortrag über «Hohe Spannungen, Erzeugung, Fortleitung und Verwendung derselben» erschien unmittelbar danach in der Elektrotechnischen Zeitschrift.⁵⁴

In den schweizerischen Fachblättern erschienen parallel dazu zahlreiche Vorankündigungen der Frankfurter Ausstellung, deren Erwartungsdruck allein schon geeignet war, die Ausstellung zu einem «historischen» Ereignis zu machen. Die Schweizerische Bauzeitung bildete dafür wiederum das

51 Formelle Beziehungen zwischen der Maschinenfabrik Oerlikon und der Neuen Zürcher Zeitung lassen sich erst nach dem 1900 erfolgten Eintritt von P. E. Huber-Werdmüller in den Verwaltungsrat der Neuen Zürcher Zeitung feststellen. Als Kontaktstelle in der NZZ mag vor der Jahrhundertwende Emil Frey, der Sekretär der Kaufmännischen Gesellschaft und Vizedirektor der Schweizerischen Kreditanstalt fungiert haben, der in den 1880er Jahren Redaktor der Handelsabteilung der NZZ gewesen ist. Siehe 150 Jahre Neue Zürcher Zeitung 1930, 334, 337 und 355.

52 NZZ 26, 26. Januar 1891.

53 NZZ 26, 26. Januar 1891. Weitere Beschreibungen des Experiments in Oerlikon: *Electrotechnischer Anzeiger* 5., 8., und 12. Februar 1891 und in *Electrotechnische Zeitschrift*, 6. Februar 1891.

54 *Electrotechnische Zeitschrift* (11) 1891, 13. März 1891, 146–148.

Hauptforum. Bereits Ende Januar publizierte das Blatt einen Artikel über die «Versuche mit hochgespannten electricischen Strömen in Oerlikon». Der Artikel beschrieb nicht nur das gesamte Vorhaben, sondern setzte auch technikhistorische Referenzpunkte: «Denn die bisher entweder versuchsweise von Marcel Deprez in Paris und an der Münchener Ausstellung zwischen Miesbach und München, oder definitiv zwischen Kriegstetten und Solothurn ausgeführten Übertragungen bezogen sich theils auf kleinere Kräfte theils auf geringere Entfernungen.» Diese Art der distinguierenden Referenz, insbesondere jene auf Kriegstetten-Solothurn, stellte ein wichtiges Moment der Konstruktion der Frankfurter Ausstellung als neuem Referenzpunkt, als zukünftig möglichem Paradigma dar. Dazu reichten jedoch die gesteigerten Dimensionen des Übertragungsversuches allein nicht aus. Ein weiteres Element wurde deshalb in die Waagschale geworfen: Nicht nur die reine Übertragung sei von grosser Bedeutung, sondern insbesondere die Tatsache, dass man in Frankfurt «namentlich auf kleinere Kräfte, wie sie Hausindustrie und Kleingewerbe bedürfen, Rücksicht genommen» habe.⁵⁵ Damit nahm die Bauzeitung eines der wichtigsten Momente der elektrowirtschaftlichen Redeströme der 1890er Jahre vorweg: der Elektromotor als Retter des vom industriellen Konzentrationsprozess bedrohten Kleingewerbes und der Hausindustrie. Dies war ein diskursives Element, das von gewerblichen Kreisen sehr schnell aufgenommen wurde; «Frankfurt» musste auf dem Weg zum Paradigma auch neue Assoziationen anbieten können.⁵⁶ Die Ausstellung hatte deshalb nicht nur die Aufgabe, die Übertragbarkeit elektrischer Energie zu demonstrieren, sondern gleichzeitig auch «den Nachweis [zu] leisten, dass es möglich ist, von einer Stelle aus eine grosse Zahl von Kraftempfangsstellen zu versorgen».⁵⁷ Die Luzerner Lichtverteilung wurde um das Modell der Frankfurter Kraftverteilung erweitert. Während Thorenberg-Luzern nur gerade die Kraftübertragung vom Elektrizitätswerk zur Mühle der Gebrüder Troller betrieb, sollte die im neuen Frankfurter «Maschinenhaus» (das de facto in Lauffen am Neckar zu stehen kam) generierte elektrische Kraft von einem Punkt auf virtuell beliebig viele verteilt werden. «Die grossartige Verteilungsfähigkeit der Elektrizität ist es, welche den Versuch der Übertragung auf grosse, sehr grosse Entfernungen erst so recht zu einem bedeutungs- und wertvollen gemacht hat», sollte Emil Rathenau am 14. September 1891 vor dem «Maschinenhaus» in Lauffen erklären.⁵⁸ Bis 1891 war dies noch dem Lichtstrom vorbehalten gewesen. Elektrizität würde nun noch universeller verwendbar, noch allgegenwärtiger werden, würde ihre expansive Dynamik noch leichter entfalten können. Auch dazu diente die gesteigerte Öffentlichkeit, welche man in Frankfurt bewirken wollte. Es gehe darum,

55 SBZ, 31. Januar 1891, 28–29.

56 Dazu Kap. 6, Stromversorgung und städtische Infrastrukturpolitik.

57 SBZ, 31. Januar 1891, 29.

58 Zit. nach Historisches Museum Frankfurt 1991, 289.

«den Besuchern der Frankfurter Ausstellung *und damit aller Welt* zu beweisen, dass die Frage der Kraftübertragung auf grosse Entfernungen und der Kraftvertheilung nach vielen Abnahmestellen ihrer Lösung entgegengeht», erklärte die Bauzeitung im Januar 1891, fünf Monate vor Eröffnung der Ausstellung.⁵⁹

Die Ausstellung als spektakuläre Problemlösungsstrategie, als Technik-evaluation zwischen Publikum und Experten im öffentlichen Experiment: Dieser Anspruch zieht sich wie ein roter Faden durch das Dickicht der einschlägigen Literatur. Zu Beginn der Ausstellung formulierte ihn der Politiker Leopold Sonnemann: «[...] in einem Gesamtbilde die staunenswerte Entwicklung der modernen Elektrotechnik für Fachmänner und Laien zur lebendigen Anschauung bringen» und «eine Reihe wichtiger Fragen der Elektrotechnik der Lösung entgegenzuführen»⁶⁰ und am Schluss der Ausstellung fasste ihn der Wissenschaftler von Helmholtz zusammen: «Nun scheint es nicht mehr zweifelhaft zu sein, dass dieses Experiment ausserordentlich gut gelungen ist und dass damit die Möglichkeit besteht, *es an vielen Orten zu wiederholen* und eine ganze Menge von Wasserkräften, die an abgelegenen Orten wirksam sind, zu gewinnen für den Nutzen der Menschheit»⁶¹ Das Experiment war insofern zum Paradigma geworden, als es durch ein internationales Forum seinen lokalen Kontext verloren und den Status eines generalisierten, multiplizierbaren Handlungsmusters gewonnen hatte.

In den auf das Oerlikoner Experiment vom Januar 1891 folgenden Monaten berichtete die Bauzeitung regelmässig über Vorbereitung, Eröffnung und besondere Attraktionen der Ausstellung, über Kongresse, die im Rahmen der Ausstellung abgehalten wurden, und immer wieder über den Stand des auf September 1891 geplanten öffentlichen Übertragungsexperiments. Ähnlich sensibel, wenn auch wesentlich kürzer und energiepolitisch zurückhaltender, informierte die Neue Zürcher Zeitung ihre Leser über die Ausstellung⁶². Die Tatsache, dass auch «die Tagespresse ausführliche Schilderungen» der Ausstellung veröffentliche, lege «ein beredtes Zeugnis dafür ab, wie sehr auch ausserhalb der Fachkreise die Wichtigkeit dieser ersten bedeutenden Kraftübertragung auf grosse Entfernung anerkannt» werde⁶³.

Die von Leopold Sonnemann angesprochene «Lösung wichtiger Fragen der Elektrotechnik» wurde in einem kommunikativen Prozess ausgehandelt –

59 SBZ, 31. Januar 1891, 28–29. Hervorhebung D. G.

60 Elektrizität 1891, 1.

61 Zit. nach Ziegler 1937, 12. Hervorhebung D. G.

62 SBZ, 16. Mai 1891, 124–126; 23. Mai 1891, 129–131; 23. Mai 1891, 134; 22. August 1891, 46–48; 29. August 1891, 56; 12. September 1891, 68; 19. September 1891, 74; 3. Oktober 1891, 85–88; 10. Oktober 1891, 94–96; 24. Oktober 1891, 107–108; 7. November 1891, 117–118; 21. November 1891, 129–132; 26. Dezember 1891, 162–164. NZZ 26 S, 26. Januar 1891; 265 II B, 22. September 1891; 279 I, 6. Oktober 1891, sowie als Referenz in zahlreichen Artikeln zu Kraftwerkprojekten.

63 SBZ, 19. September 1891, 74.

Techniker, Konsumenten und potentielle Kunden einigten sich im öffentlichen Raum der Ausstellung auf ein technisches Modell. Das bedeutete keineswegs, dass jeder gleichviel mitzureden hatte; aber die Ausstellung brachte eine kollektiv-plebiszitäre Lösung für einen dogmatisch geführten Kampf um das zukunftsweisende elektrische Übertragungssystem. Der Elektroindustrie würden «neue Bahnen geöffnet, neue Bahnen, deren Ende sich heute noch nicht absehen» lasse, meldete die Ausstellungsleitung zum Erfolg des Übertragungsexperiments.⁶⁴

Die Organisation des Plebiszits stützte sich auf verschiedene Elemente. Erstens wurden Fachleute nach Frankfurt gelockt, indem man während der Ausstellung verschiedene Fachkongresse organisierte. Der wichtigste darunter war sicher der Kongress der Elektrotechniker, auf dem Silvanus P. Thompson einen programmatischen Vortrag über «das neue Gebiet der Wechselströme» hielt.⁶⁵ Aber auch ein Kongress der Stadtverwaltungen und die Versammlung deutscher Gas- und Wasserfachmänner und des Mechanikervereins wurden anlässlich der Ausstellung abgehalten. Zudem ermöglichte die Ausstellung Elektrotechnikern, Ingenieuren, städtischen Verwaltungsbeamten, Politikern, Financiers, Bankenvertretern und Unternehmern, informelle Kontakte zu knüpfen, sei dies in den einzelnen Abteilungen der Ausstellung, beim elektrisch betriebenen Wasserfall, in der kalifornischen Weinstube und der bayerischen Bierhalle oder – wesentlich trockener – mit Hilfe des am Eingang der Ausstellung aufliegenden Besucherbuches und der regelmässig publizierten Fremdenliste. Die thematische Gruppierung der Exponate dürfte solche informellen Kontakte noch gefördert haben.

Neben diesem Fachpublikum im weitesten Sinn wollte man aber mit Spektakeln auch eine möglichst grosse Zahl von Schaulustigen anziehen. Weit über 1 Mio. Besucher verzeichnete die Ausstellung zwischen Mai und Oktober 1891. Nicht wenige dieser «Ausstellungsbummler, die ja überall den Gewalthaufen der Besucher bilden», mochten zu dieser elektrotechnischen Wallfahrtsstätte gepilgert sein, um aus der luftigen Höhe eines Fesselballons ein Telefongespräch führen zu können, im Ausstellungstheater ein elektrisches Ballett zu erleben, mit einer elektrischen Eisenbahn eine Versuchsfahrt zu unternehmen oder an einem der populären Vorträge unterhaltende Experimente zu verfolgen. Auch mit ihren Tausenden von Glühlichtern, mit denen die Gebäude dekoriert waren, zeigte die Ausstellung, «dass sich auf electricischem Wege mit einfachen Mitteln sehr viel in wirksamer Reclame machen lässt. So genügen z. B. ein paar verschieden gefärbte, in passender Weise an den Speichen der rotirenden Riemenscheibe befestigte Glühlampen, um Abends die Aufmerksamkeit des Publikums mit mathematischer

⁶⁴ Elektrizität 1891, 978.

⁶⁵ Elektrizität 1891, 749 ff., 787 ff. Internationaler Elektrotechniker Kongress, 7. bis 12. September. Die Referate und Diskussionen erschienen 1892 im Druck. Historisches Museum Frankfurt 1991, 44.

Sicherheit auf die betreffende Maschine zu lenken, welche sonst vielleicht ganz unbeachtet bleiben würde [...].⁶⁶

Darüber hinaus betrieben die Frankfurter Aussteller einen gigantischen publizistischen Aufwand. Abgesehen von erläuternden Plakaten und den auf Hochglanzpapier gedruckten Werbeprospekten der einzelnen Aussteller, dem Offiziellen Katalog mit Ausstellern und Exponaten und dem Illustrierten Führer durch die Ausstellung, die an vier Zeitungskiosken auf der Ausstellung erhältlich waren,⁶⁷ ist hauptsächlich hinzuweisen auf die «Elektrizität. Offizielle Zeitung der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung Frankfurt am Main 1891», deren gesammelte Ausgaben allein einen 1000seitigen Band ausmachen. Neben Grundsatzartikeln zu Problemen der Elektrotechnik las man darin Beschreibungen einzelner Attraktionen, vom Ausstellungsturm mit seinem elektrischen Aufzug über die Beleuchtung der Grotte und des Wasserfalls bis zu Goethes elektrischen Apparaten, sowie Artikel über «telephonirte Predigten», über die Einführung von elektrischen Scheinwerfern bei der türkischen Marine und über elektrische Bergbahnen in der Schweiz⁶⁸ – kurz: Die Zeitung war ein elektrotechnisches Gesamtkunstwerk, dessen frohe Botschaft unzählige Journalisten in «alle Welt» und ihr Echo wieder zurück in die Ausstellungszeitung trugen.⁶⁹ Die Absicht, den «Ton der Zeitung [...] von theoretischer Trockenheit und laienhafter Flachheit gleichmässig fernzuhalten», damit das Blatt «für die weitesten Kreise ein dauerndes litterarisches Denkmal der Ausstellung» werden konnte, dürfte ein erfolgreiches Programm gewesen sein.⁷⁰ Das Denkmal warf seine Schatten, mindestens in der Schweiz, auf alle Stufen elektrotechnischer Redeströme. Die Frankfurter Ausstellungspublizistik entwickelte eine derart einheitliche Redeweise über Elektrizität, dass man in der Schweiz über mehr als ein Jahrzehnt hinweg weiterhin in denselben Kategorien, in derselben Sprache über Elektrotechnik sprach, wie sie von der Frankfurter Ausstellungszeitung vorgeprägt worden war. Begriffe wie «technischer Fortschritt», «Gemeinnützigkeit» und «Rettung des Kleingewerbes» entwickelten sich in Folge der Ausstellung zu Schlüsselbegriffen elektrotechnischer Redeströme in der Schweiz schlechthin.⁷¹

66 SBZ, 3. Oktober 1891, 86–87.

67 Historisches Museum Frankfurt 1991, 38.

68 Unter den Grundsatzartikeln «Über elektrische Arbeitsübertragung», «Die Elektrizität im Dienste der chemischen Industrie», «Überlastung, Reserven und Vereinigung elektrischer Betriebe», «System der Stromvertheilung mittelst mehrphasigen Wechselstroms (Drehstroms)», *Elektricität* 1891, 26, 233, 178, 10. Die weiteren Artikel in der genannten Reihenfolge in *Elektricität* 1891, 641, 210, 82, 647, 536, 991.

69 «Presse-Stimmen des Auslandes über die Ausstellung» in *Elektricität* 1891, 58, 801, 840, 877.

70 *Elektricität* 1891, 1.

71 Die Ausstellung wurde von der Frankfurter Zeitung von Anfang an als Verkündigung «des stetigen materiellen wie geistigen Fortschritts» verherrlicht, *Frankfurter Zeitung*, 15. Mai 1891. Zit. nach Historisches Museum Frankfurt 1991, 32–35.

Diese Modellierung der Elektrotechnik hatte, am Übergang von der Phase des Luxuskonsums zur Phase der Kraftübertragung und -verteilung, eine wichtige legitimatorische Funktion zu erfüllen. Die Rede von der «Gemeinnützigkeit» elektrischer Unternehmen etwa erhöhte die Akzeptanz von Kraftwerkbauten, die in den 1890er Jahren zunehmend auf kommunaler Ebene errichtet wurden, also öffentliche Infrastruktur bereitstellten. Auch die beim Leitungsbau notwendigen Enteignungs- bzw. Entschädigungsverfahren wurden dadurch erleichtert, und die Behörden hatten geringere Schwierigkeiten, beträchtliche Ausgaben für den Kraftwerkbau zu rechtfertigen. Das Schlagwort von der «Rettung des Kleingewerbes» seinerseits half solchen kommunalen Elektrizitätsgesellschaften ihren tiefen Auslastungsgrad bedeutend zu verbessern.⁷² Selbst bei Motorenstromtarifen, die weniger als die Hälfte des Lichtstrompreises betragen, war der Verkauf von Strom auch während des Tages ein geeignetes Mittel, den gesamten Auslastungsgrad zu verbessern. Der Begriff «technischer Fortschritt» schliesslich, der immer auch mit Wachstum, Erweiterung und Ausbau des in diesem Fall infrastrukturellen Angebots konnotiert war, ist als wichtigstes Ideologem elektrowirtschaftlicher Rede seit den 1890er Jahren zu betrachten. Indem dieser (technische) Fortschritt nichts anderes beinhaltete als die Gewissheit einer geregelten Abfolge der Ereignisse in der Zukunft, erhielt er eine orientierungsstiftende Funktion. Der gerade dank der Frankfurter Ausstellung und ihrer Publizistik mit «Elektrifizierung» untrennbar verknüpfte Begriff des technischen Fortschritts erlaubte eine Modellierung von Zukunft als künftiger, planbarer Gegenwart. Insofern war das Frankfurter Ereignis zumindest für die Elektrifizierung der Schweiz ein Schlüsselereignis, denn es zeigte nicht nur die Leistungsfähigkeit der elektrischen Kraftübertragung und -verteilung, sondern produzierte in seinen Redeströmen auch die für die Realisierung neuer Kraftwerkprojekte notwendige Gewissheit über die Richtung des «technischen Fortschrittes».

Wenn es tatsächlich zutrifft, dass die Frankfurter Ausstellung eine erfolgreiche Antwort auf die um 1889 sich zuspitzende elektrotechnische Orientierungskrise darstellte, dann ist die Frage berechtigt, inwiefern die Ausstellung – aus schweizerischer Perspektive zumindest – auch als kollektiver Lernprozess verstanden werden kann. Die zeitgenössischen Kommentare unterstützen eine solche Interpretation durchaus. In der Schweiz habe man dank der Ausstellung den «Beweis» erhalten, dass die Systemfrage entschieden sei und man habe vor allem «gelernt, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme sachlich gegen einander abzuwägen, um beinahe in allen Fällen den localen Verhältnissen entsprechend mit Sicherheit entscheiden zu können, welche Combination jeweiligen zu wählen ist, um die günstigsten Resultate zu erzielen», schrieb der am

72 Dazu Kap. 6, Stromversorgung und städtische Infrastrukturpolitik.

Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich lehrende Albert Denzler schon im Oktober 1891.⁷³

Im folgenden wird die weiterreichende These diskutiert, dass die von der Ausstellung erwirkte Zukunftsgewissheit als ein Prozess fundamentalen Lernens begriffen werden muss. Das durch den Systemstreit gefährdete Vertrauen in kognitive Regeln führte dazu, in der öffentlichen Debatte Rückhalt zu suchen. Nur die Ausstellung und ihre Publizität konnten ein kommunikatives Forum in hinreichender räumlicher und zeitlicher Konzentration bieten. Auch wenn es leichter fällt, den Übergang von der Gasbeleuchtung zum elektrischen Beleuchtungssystem Edisons als fundamentalen technischen Lernprozess zu verstehen, so stellte doch der Übergang von der Phase des Luxuskonsums der 1880er Jahre zur Phase der elektrischen Kraftübertragung und -verteilung der 1890er Jahre einen ebenso grundsätzlichen Wandel des technischen Musters dar, der nach Hansjörg Siegenthaler gekennzeichnet ist durch einen «kommunikativen Prozess der Definition eines neuen technischen Problems, der Festlegung auf Strategien der Problemlösung und der Eingrenzung entsprechender Handlungsspielräume».⁷⁴ Die Frankfurter Ausstellung bezeichnete in diesem Sinn einen Korridor von Möglichkeiten, «innerhalb dessen sich auch Entscheidungen über Produktwahl und Gestaltung technischer Verfahren» bewegten, und «Frankfurt» verankerte das technische Novum der Drehstromtechnik in einem passenden organisatorischen Umfeld, der elektrifizierten Werkstatt etwa, indem es «konsensuale Vorstellungen über seine Erfolgchancen in breite Kreise von Akteuren» hineingetragen hat, deren individuelle Entscheidungen sich wechselseitig zu stützen begannen.⁷⁵

Die Behauptung, «Frankfurt» stelle einen fundamentalen Lernprozess dar, mag nicht ganz unproblematisch erscheinen, da nach Siegenthaler solche Prozesse idealtypischerweise unter Bedingungen vollkommener Unsicherheit sowie der Absenz eines Kosten-Nutzen-Kalküls erfolgen. Die individuellen Akteure sind zu strategischem Handeln unfähig, weil ihnen jeglicher Referenzrahmen für eine Strategie fehlt. An der seit 1889 herrschenden Unsicherheit kann zwar kaum gezweifelt werden. Und dennoch handelten gerade die Organisatoren des Übertragungsexperiments durchaus strategisch: Weder Charles Brown noch Michael Dolivo-Dobrowolsky, weder Peter Emil Huber-Werdmüller noch Emil Rathenau haben anlässlich der Ausstellung kognitive Regeln der Selektion, der Klassifikation und der Interpretation erworben, weil sie bereits seit Herbst 1890 über ein solches Regel-

73 SBZ, 3. Oktober 1891, 87.

74 Zum folgenden Siegenthaler 1993, Kap. 7, Technischer Fortschritt als Struktur- und Kapitalbildung. Ferner Laudan 1984. Die Implementierung der neuen Technik in Handwerksbetriebe wurde in Frankfurt unter anderem an elektrischen Misch-, Knet-, Näh-, Stick-, Schleif- und Holzbearbeitungsmaschinen in Werkstattumgebung vorgeführt. Historisches Museum Frankfurt 1991, 149–156.

75 Siegenthaler 1993, Kap. 7.

system verfügten;⁷⁶ desorientiert war «lediglich» die nach Frankfurt pilgernde Technikergemeinschaft, während sich die Masse der «Ausstellungsbummler» wohl ausschliesslich vergnügte.⁷⁷

Die Tatsache, dass sich nicht alle Frankfurter Kommunikationspartner in einem Zustand grundsätzlicher Unsicherheit befunden haben, schliesst nicht aus, das Ergebnis der Ausstellung als fundamentalen, kollektiven Lernprozess bezeichnen zu können. Selbst wenn einige der Beteiligten individuell bereits über neue kognitive Muster verfügt haben, so hatte der kollektive Lernprozess doch ein fundamentales Ergebnis: Neue Regeln der Selektion, der Klassifikation und der Interpretation im Möglichkeitsraum der Elektrifizierung bildeten sich bei jenen «Frankfurtfahrern» aus, die zuvor noch nicht bzw. nicht mehr darüber verfügt hatten. Ihre wiedergewonnene Gewissheit wirkte zudem als koordiniertes Handeln stabilisierend auf das Regelsystem der kommunikativen Strategen Huber und Rathenau zurück.⁷⁸

Es ist deshalb falsch, in der Frankfurter Ausstellung bloss ein kühnes Marketingereignis sehen zu wollen. Der Ausgang des Experiments war keineswegs so sicher, wie die anschliessende publizistische Euphorie es vermuten lassen mag, und die Ergebnisse der Ausstellung waren immerhin so offen, dass sich prominente Gleichstromvertreter wie Werner Siemens, Thomas Edison und Marcel Deprez als Ehrenmitglieder des Ausstellungskomitees wählen liessen.⁷⁹ All jene Ausstellungsbesucher, die sich in Frankfurt orientieren wollten, deren Selektionskriterien also noch nicht festgelegt waren, liessen sich durch die AEG und MFO auch nicht einfach indoktrinieren. Vielmehr fand bei Tausenden von Vertretern aus Industrie, Politik und Verwaltung ein fundamentaler Lernprozess statt, welcher den Übergang zum kapitalbildenden, routinisierten Lernen des Kraftwerkbaus mit elektrischer Kraftübertragung und -verteilung der 1890er Jahre erst erlauben sollte. Ohne die Überzeugung dieser bis zum September 1891 noch desorientierten Partner wäre die Drehstromübertragungstechnik ein wertloses Laborartefakt geblieben.

76 Eine gewisse Unsicherheit, wenn auch keine fundamentale, scheint dennoch auch bei Charles Brown geherrscht zu haben: «Die Ausführung solcher Anlagen erscheint nach den von mir aufgestellten Gesichtspunkten und nach den stattgehabten Vorversuchen als unbedingt möglich, jedoch verhehle ich mir nicht, dass bei deren praktischer Durchführung *noch gar vieles zu lernen und zu verbessern* sein wird, *das sich unserer Beurteilung heute noch entzieht.*» Brown 1891, 148. Hervorhebung D. G.

77 Der quasireligiösen Stilisierung des Ausstellungsbesuches begegnete man bereits in Charles Browns Aufsatz «Über hohe Spannungen» vom Februar/März 1891: «Möge auch die in den kommenden Monaten hier stattfindende und von dieser Stelle aus angeregte elektrotechnische Ausstellung dazu beitragen, neue Fortschritte auf diesem Gebiete zu erzielen und den Glauben noch so manchen Zweifelers an der grossartigen Bedeutung und Leistungsfähigkeit der Elektrotechnik befestigen.» Brown 1891, 148.

78 Siehe die Rede von Emil Rathenau am 14. September 1891 in Lauffen, zit. in: Historisches Museum Frankfurt 1991, 289 und den unten, S. 119–120, zitierten Artikel von Emil Huber-Stockar in SBZ, 26. Dezember 1891, 162–164.

79 Elektrizität 1891, 3.

Die Ausstellung dagegen konnte, wie kein öffentlicher Raum sonst, neue Assoziationen zwischen der Übertragungstechnik mit Drehstrom, Konsumenten, Financiers, Unternehmern, Ingenieuren und Stadtverwaltungen schmieden und all diesen an Elektrotechnik interessierten Gruppen ein vertrauenswürdiges Regelsystem zur Technikevaluation anbieten. Neue allgemeingültige Schemata für den Kraftwerkbau, neue Regeln, nach denen man Städte zu elektrifizieren hatte, wurden in Frankfurt sowohl erarbeitet als auch verbreitet, in einem doppelten Prozess von interaktiver Kommunikation (Elektrotechnikerkongress, Städtetag, wissenschaftliche Kommission) und von intensiver Verbreitung der dabei erarbeiteten kognitiven Regelsysteme (Populärvorträge, Besichtigungstouren, Ausstellungszeitung). Nach Frankfurt verfügten die Experten wiederum über ein verlässliches Muster oder eine Black box im Latourschen Sinn für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.⁸⁰ Darüber hinaus war die breite Abstützung dieser Gewissheit bei einem breiten Publikum für die Elektrifizierung der Schweiz von herausragender Bedeutung, vor allem weil das für Kraftwerkbauten notwendige Kapital bis 1895/96 nicht von den Banken, sondern mehrheitlich von Städten, Gemeinden und Privaten zur Verfügung gestellt worden ist. Stimmberechtigte und solvente Schweizer – Frauen traten im Zusammenhang mit der Elektrifizierung erst nach 1900 in Erscheinung – erwarben 1891 neue kognitive Regeln im Bereich der Elektrotechnik. Diese Regeln erlaubten ihnen, wie Denzler behauptete, «sachliche» Entscheide in der Systemwahl zu fällen.⁸¹

Der Wandel von Aufmerksamkeitsregeln führte also letztlich zu einer kollektiven Überzeugung von der Zukunftsträchtigkeit der Drehstromtechnik und prägte Handlungs- und Entscheidungsmuster unter Ausschluss zahlreicher technischer Varianten. Dies lässt sich an einem prominenten Beispiel zeigen. In einer 1924 publizierte Denkschrift erinnerte sich Eduard Will – eine der ganz wichtigen Figuren für die Elektrifizierung der Schweiz⁸² – der katalytischen Wirkung der Ausstellung in Frankfurt. Um 1890 habe grosse Unsicherheit über die Zukunftsträchtigkeit konkurrierender Kraftübertragungssysteme geherrscht. Zur Diskussion standen damals die Übertragung über Druckluft (Offenbach, Paris) oder Wasser (Genf und Zürich), das Mehrleiter-Gleichstromsystem von René Thury (Bürgenstock) sowie die Brownsche Wechselstrom-Übertragungstechnik.⁸³ Will betonte, es habe unter den Fachleuten kein Konsens bestanden, welches System zu empfehlen sei: «Die grosse, internationale elektrotechnische Ausstellung, die im Sommer 1891 in

80 «When many elements are made to act as one, this is what I will now call a black box.» Latour 1987, 131.

81 SBZ, 3. Oktober 1891, 87.

82 Zur Person Eduard Wills siehe Bourquin 1949; Moll 1951; Böschenstein 1981.

83 Will 1924, 6–7. Zu den alternativen Übertragungssystemen SBZ, 4. Januar 1890, 4–6; SBZ, 11. Januar 1890, 7–9; SBZ, 18. Januar 1890, 13–14. Ferner Wyssling 1946, 6, 22 und 26.

Frankfurt a. M. veranstaltet wurde, brachte dann die Abklärung zu Gunsten der Elektrizität.» Weiter führte Will aus: «Ein mehrwöchentlicher Aufenthalt in Frankfurt a. M. gab dem Verfasser dieses Berichtes im Herbst 1891 Gelegenheit, nicht nur die elektrotechnische Ausstellung, sondern auch die neue Druckluftanlage im benachbarten Offenbach zu studieren. Für die Erweckung des Interesses und die Belehrung weiter Kreise hatte die Ausstellungsleitung ausgezeichnet gesorgt. Neben den Vortrags- und Diskussionsversammlungen der Fachmänner aller Welt fanden während mehrerer Wochen abends je von 5–6 Uhr für Interessenten aus dem Laienstande leichtfassliche populäre Vorträge statt. Die verschiedensten Verwendungsarten der Elektrizität wurden an Ausstellungsobjekten oder eigens zu diesem Zweck erstellten Apparaten und Modellen vordemonstriert. Auf Anmeldung hin konnten die einzelnen Abteilungen der Ausstellung unter sachkundiger Führung besichtigt werden. So war dem ernsthaften Ausstellungsbesucher nach Möglichkeit Gelegenheit geboten, die erstaunliche Vielgestaltigkeit der Anwendung der Elektrizität und deren volkswirtschaftliche Bedeutung zu erfassen.»⁸⁴ Auch Eduard Wills «Bekehrung» zur Elektrizität und zum Drehstrom fand also in Frankfurt statt – gleich nach seiner Rückkehr in die Schweiz begann er über seine neuen Erkenntnisse und deren Implikationen für ein Elektrizitätswerk am Hagneckkanal Vorträge zu halten.⁸⁵

Es wäre gewiss übertrieben, der Frankfurter Ausstellung als Ereignis allein einen solch dramatischen Einfluss auf die allgemeine technische Orientierung in der schweizerischen Öffentlichkeit zuzuschreiben. Ohne eine Festschreibung der veränderten Wahrnehmungsregeln in einem sorgfältig konfigurierten Diskurs wäre die «historische Rolle» der Ausstellung kaum eine derart wichtige geworden. Neben der Ausstellungszeitung als «Diskursmaschine» sorgten «viele Specialcorrespondenten für technische Zeitschriften und Tagesblätter» für die Verbreitung und Popularisierung der Frankfurter Ereignisse. Mehr als 400 eingeschriebene Journalisten berichteten über die Ausstellung, und das Pressebüro der Ausstellung sammelte gewissenhaft alle ausländischen Zeitungsberichte.⁸⁶ Dazu gesellten sich individuelle Berichterstatter, unter ihnen Conrad Wüest, dessen Ausstellungsbericht eine typische schweizerische Stilisierung der Ausstellung und des Übertragungsexperiments von Lauffen nach Frankfurt repräsentiert: «Das Werk wurde erst gegen Ende August in Betrieb gesetzt. Seit dieser Zeit wird je Abends von 6–8 Uhr ein dreiteiliger riesiger Firmaschild, der von 900 bis 1000 Glühlampen umsäumt ist, in ein Lichtmeer verwandelt. Gleichzeitig rauscht in der Nähe von einem etwa 10 m hohen, hohlen Kunstbaufelsen ein circa 7 m Fallhöhe aufweisender Wasserfall herunter, der durch farbiges elektrisches

⁸⁴ Will 1924, 7.

⁸⁵ Vortrag vom 23. September 1891 in der «Krone» vor dem Handwerkerverein Biel. Bourquin 1949, 25.

⁸⁶ SBZ, 23. Mai 1891, 134. Historisches Museum Frankfurt 1991, 38.

Licht, aus dem Innern des Felsens strahlend, magisch beleuchtet wird. [...] Lautlos, oder höchstens leise eine Bemerkung flüsternd, steht der Beschauer da, vor dem durch ein Gitter abgeschlossenen Transformatorraum, wie vor einem Heiligtum, beseht den 2 Meter hohen 3eckigen Transformator und liest staunend die bedeutungsvollen Angaben der am Transformator hängenden Aufschrifttafel: Lauffen-Frankfurt, 200000 Watt, 175 km.⁸⁷ Wüests Text überträgt das Frankfurter «Heiligtum» immer wieder in den schweizerischen Kontext, etwa durch den Vergleich der Strecke Lauffen–Frankfurt mit jener zwischen Chur und Basel, durch den Wunsch, dass die Kraft des Wassers, «ob sie nahe oder meilenweit entfernt zu finden» sei, durch Drehstrom übertragen «überall [...] als Licht- und Kraftspenderin auftreten» soll, durch den Hinweis auf «das unbestrittene Verdienstunseres genialen Technikers Brown», dem man solche Glückseligkeit zu verdanken habe, oder indem Wüest seine Rückreise von Frankfurt über Schaffhausen beschrieb, auf der er «in circa einer Stunde bei allen bedeutenderen schweizerischen Ausstellungsfirmen vorbeifuh[r]: Aluminiumgesellschaft Neuhausen; Gebr. Sulzer, Winterthur; Maschinenfabrik Oerlikon; Escher-Wyss, Zürich, und Glühlampenfabrik Birmensdorf». «Das Stadium des Suchens ist dem der allgemeinen praktischen Einführung gewichen: das Kind ist Mann geworden», urteilte Wüest am Schluss seines Berichtes. Die Gedanken von Bundespräsident Welti und Bundesrat Schenk anlässlich ihrer Teilnahme am offiziellen Festakt zur Inbetriebnahme der Übertragungsleitung am 14. September 1891 sind nicht bekannt⁸⁸, aber Armin Kellersberger rief das Ereignis drei Jahre später all jenen, die nicht «das Glück hatten», selbst dabeigewesen zu sein, in einer flammenden parlamentarischen Rede eindrücklich in Erinnerung. Die Frankfurter Ausstellung stellte für lange Zeit einen Fixpunkt im kollektiven Gedächtnis von Elektroingenieuren und Politikern dar.⁸⁹

Ausstellungsfolgen und neue physikalische Ökonomie der Übertragung

In der Begrifflichkeit der konstruktivistischen Techniksoziologie könnte man «Frankfurt» auch als «closure» bezeichnen, als Schluss und Lösung einer Debatte über ein technisches Artefakt und dessen gesellschaftliche Rolle. Die Lösung muss dabei, wie Pinch und Bijker betonen, nicht technischen Kriterien allein unterworfen sein. Für die «closure» genügt es vollkommen,

87 Wüest 1892, 44–45. Hervorhebungen D. G.

88 Wüger 1966.

89 AStBuBV 1894, 321–325. Vgl. auch Kap. 6, «Staatssozialismus» oder «belebende Schaffenskraft der wagenden Spekulation»? «Frankfurt» wurde auch noch gute 20 Jahre später in einer erneuten parlamentarischen Wasserrechtsdebatte als Schlüsselereignis dargestellt. Nationalratssitzung vom 20. September 1915. AStBuBV 1915, 166.

dass die in der Phase der «interpretative flexibility» an der Debatte beteiligten Kreise einen Konsens über die zukünftige Gestaltung des Artefaktes erzielen.⁹⁰ Dazu gehört, wie ich ergänzen möchte, dass die gefundene Lösung zum Referenzpunkt für Redeströme wird, und für die Elektrotechnik nach 1891 ist dies von ausserordentlicher Bedeutung. «Frankfurt» ist von der gesamten zeitgenössischen Publizistik der Schweiz immer wieder als Meilenstein in der Geschichte der Elektrotechnik bezeichnet worden. Nach 1891 erschien kaum eine einschlägige Publikation, die nicht auf die Ausstellung und ihre «grossartige, epochemachende elektrische Kraftübertragung mit hochgespanntem Strom» (Neue Zürcher Zeitung) Bezug genommen hätte!⁹¹ So äusserte die Schweizerische Bauzeitung 1896 die Meinung, das Ereignis markiere «einen bedeutsamen Wendepunkt in der Entwicklung der Elektrotechnik» und begründete diese Einschätzung in zeittypischer Weise wie folgt: «Während vordem die Erzeugung elektrischen Lichtes, der Bau von elektrischen Beleuchtungscentralen als die Hauptaufgabe der Elektrotechnik erschienen war, die Verteilung der Elektrizität zu motorischen Zwecken aber nur eine untergeordnete Bedeutung hatte, änderten sich die Ziele und Probleme der Starkstromtechnik mit einem Schlag nach dem glänzenden Gelingen des von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft und der Maschinenfabrik Oerlikon unternommenen Experiments, eine erhebliche Energiemenge auf grosse Entfernung zu übertragen. Die Kraftübertragungsversuche Lauffen-Frankfurt a. M. werden deshalb für immer eine der bedeutsamsten Erscheinungen in der Geschichte der Elektrotechnik bleiben.⁹² Weitere ähnliche Zitate aus der zeitgenössischen Tages- und Fachpresse, welche der Ausstellung und dem Übertragungsexperiment eine historische Bedeutung zuschreiben, könnten in beliebiger Zahl angeführt werden. Auch die technik- und wirtschaftshistorische Literatur der Schweiz ist oft auf die Ausstellung als Schlüsselereignis für die elektrotechnische Entwicklung zu sprechen gekommen.⁹³

Die Organisatoren der Ausstellung in Frankfurt hatten, wie bereits erwähnt, von Anfang an den Anspruch erhoben, elektrotechnische Probleme «ihrer Lösung entgegenzuführen». Leopold Sonnemann behauptete sogar, dass

90 Pinch und Bijker 1987, 40 und 44.

91 NZZ 87 B, 27. März 1892.

92 SBZ, 4. Juli 1896, 1.

93 «Der Elektrotechnik war ein unermessliches Betätigungsfeld endgültig neu erschlossen worden», urteilte Adolf Wegmann 1920 (Wegmann 1920, 68), während für Walter Wyssling das in Frankfurt präsentierte Übertragungsexperiment «beispiellos kühn» und «geradezu ein Welterfolg» war. «Das Gelingen der Frankfurter Übertragung festigte ungemein das Zutrauen in die Sicherheit derartiger Verwendung weit entfernter Wasserkräfte mit Hilfe hoher Wechselstromspannungen und fand in der Schweiz rasch seine Auswirkung in der Projektierung bedeutenderer hydroelektrischer Werke.» Wyssling 1946, 42–43. Diesen Tenor findet man in erstaunlicher Einheitlichkeit sowohl in den neuesten Publikationen zur Technikgeschichte der Schweiz als auch in den Festschriften unzähliger Elektrizitätswerke. Vgl. auch Schnitter 1992, 154; Elektrizitätswerk der Stadt Zürich 1992, 14.

«der Kampf zwischen Wechsel- und Gleichstrom, welcher so lange gewüthet hat, in Folge dieser Ausstellung gänzlich aufgehört» habe.⁹⁴ So schnell liess sich allerdings die Unsicherheit nicht abbauen. Wie auch bei vorhergehenden Ausstellungen und Übertragungsexperimenten musste zuerst ein wissenschaftlicher Bericht erstellt werden, aus welchem der Nutzeffekt der gesamten Installation hervorgehen würde.⁹⁵ Und wie bei anderen Ausstellungen und Übertragungsexperimenten musste der Redestrom weitergeführt werden. Aber dieser hatte nun eine klare Orientierung, da ihm ein zeitlicher, räumlicher und thematischer Referenzpunkt zur Verfügung stand. Im Dezember 1891 gelangte Emil Huber-Stockar, von Gerüchten getrieben, man wolle die Ergebnisse der Prüfungskommission verheimlichen, mit einem Vorbericht an die Öffentlichkeit. Seine Ausführungen fassten die Elemente des Frankfurter Redestromes mustergültig zusammen und zeigten, wie man das Publikumsereignis der Ausstellung zu interpretieren hatte. Es ist aufschlussreich, dass Huber-Stockar als Begründung für die «closure» von Frankfurt wiederum auf den Wasserfall und das Lichtermeer der Ausstellung zu sprechen kam. Der Sohn des Direktors der Maschinenfabrik Oerlikon schrieb in seiner Stellungnahme: «Ob die Sache technisch möglich sei, sollte heute nicht mehr discutirt werden, nachdem der Wasserfall und der Glühlampen-Triumphbogen in Frankfurt von so vielen Augenzeugen gesehen worden.» Das unmittelbare ästhetische Erleben hatte Gewissheiten zu vermitteln vermocht. Dieser unmittelbaren Erfahrung würde nun bald eine kritisch-wissenschaftliche Bestätigung folgen, deren Hauptresultat die Feststellung des sehr hohen Nutzeffektes der Übertragungsanlage von 75% repräsentierte. Wichtiger war Huber-Stockar jedoch die legitimatorische Funktion des Berichts: «Der Bericht der Prüfungscommission soll vielmehr eine Bestätigung durch die hohe Autorität der Wissenschaft dessen sein, was vielen Tausenden während der Ausstellung in Frankfurt vor die Augen geführt wurde. Die Erfahrungen sind so, dass sie ein solides Fundament für die Errichtung und Projectirung ähnlicher Anlagen und für den ferneren Fortschritt bilden.»⁹⁶ Das kurze Zitat enthüllt im wesentlichen die im Anschluss an «Frankfurt» sich entwickelnde elektrotechnische Diskursmechanik der 1890er Jahre. Wasserfall und Glühlampen-Triumphbogen hätten sich, so die Behauptung Huber-Stockars, im kollektiven Gedächtnis von Tausenden von Besuchern so fest eingepägt, dass sie ein solides, d. h. vertrauensbildendes Fundament für ein zukünftiges elektrowirtschaftliches Wachstum bildeten. Das zeitliche Ereignis

94 Elektrizität 1891, 978.

95 Siehe die Berichte von Miller 1883 (über die Internationale Elektrizitätsausstellung in München); Boulanger 1883 (über Deprez' Übertragungsversuche in Grenoble); Weber 1884b (über die Landesausstellung Zürich); Kolbe 1885 (über die Internationale Elektrische Ausstellung in Wien); Lévy 1886 (über Deprez' Übertragungsversuche zwischen Creil und Paris); SBZ, 7. Januar 1888 (über Kriegstetten-Solothurn).

96 SBZ, 26. Dezember 1891, 162–164. Vgl. auch SBZ, 16. September 1892, 67–69 und Offizieller Bericht 1893/1894.

nis des Frankfurter Experiments wurde in eine historisch verortete und generalisierbare Tatsache transformiert, welche so zur theoretisch allgemein verfügbaren Erfahrungsgrundlage wurde. Diese Transformation des «Happenings» zum generalisierten Bestandteil kollektiver Erfahrung erfolgte nach autoritativen Regeln des Wissenschaftssystems. Den Augenzeugen sollte auf der reflexiven Kommunikationsebene des wissenschaftlichen Prüfungsberichts das Gesehene als Tatsache und Erfahrung bestätigt werden. «Die Erfahrungen sind so, dass sie ein solides Fundament [...] bilden»: Dieser perlokutionäre Sprechakt bedeutete nichts anderes als die erneute Stilisierung des Frankfurter Übertragungsexperiments als kollektiv verfügbaren Referenzpunkt, dem umgehend eine transzendente Note verpasst wurde, indem die nun möglichen Anschlusshandlungen den «ferneren Fortschritt» verbürgen sollten. Diese offerierten zudem die Chance zu elektrowirtschaftlichen Lernprozessen. Nicht gleiche, sondern *ähnliche* Anlagen konnten auf dem soliden Frankfurter Fundament errichtet werden. Der fundamentale technische Lernprozess hatte Regeln der Klassifikation, der Interpretation und der Selektion erarbeitet, welche ein zukünftiges Routinelernen im elektrotechnischen Raum der Schweiz garantierten. Darüber hinaus wurde der zukunftsweisende Charakter der Anlage zwischen Lauffen und Frankfurt dadurch betont, dass sie nach Huber-Stockar nicht nur die Errichtung, sondern auch die «Projectirung» weiterer solcher Anlagen stimulierte. «Frankfurt» projizierte sich als Handlungssequenz in eine planbare und damit verfügbare elektrotechnische Zukunft.

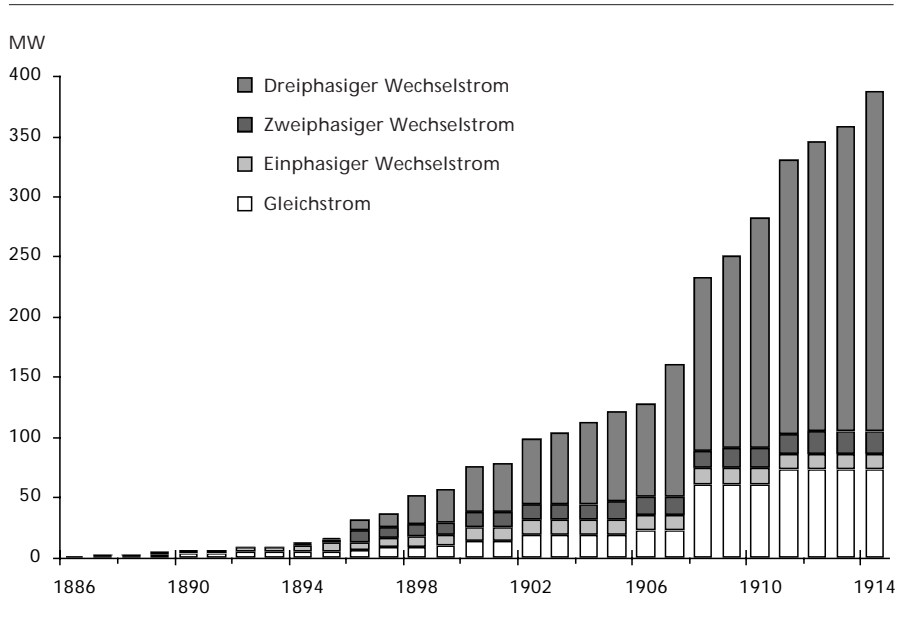
Huber-Stockar sollte recht behalten. «Frankfurt» schuf tatsächlich eine bemerkenswerte Erwartungsstabilität, es sollte für einige Jahre «nicht mehr discutirt werden», wie man Kraftwerke zu bauen hatte, wie Städte zu elektrifizieren waren. Obwohl einige potentielle Investoren, unter ihnen Grossbanken, mit Investitionen bis zur Publikation der Messresultate zuwarteten⁹⁷, wurde die Schweiz bereits 1891 von einem Elektrizitätsfieber erfasst. Mitte Oktober 1891 meldete zum Beispiel der Korrespondent der Neuen Zürcher Zeitung aus Zug: «Die Wassergesellschaft Zug hat sich in eine Aktiengesellschaft Wasserwerke Zug umgewandelt. Das ausgeschriebene Kapital wurde zehnfach überzeichnet, die elektrischen Anlagen im Lorzentobel gehen ihrer Vollendung entgegen und unter Kurzem werden grössere und kleinere Unternehmungen die bisher theilweise brach gelegenen Wasserkräfte ausnutzen.»⁹⁸ Es scheint auch zu einem Run auf Wasserkraftkonzessionen gekommen zu sein.⁹⁹ Eindrücklich gestaltete sich der Kraftwerkbauboom der

97 «[...] doch wurde beschlossen, vorerst das Ergebnis der Lauffen-Frankfurter Übertragung abzuwarten.» SBZ, 16. September 1893, 72 über die Elektrifizierung der Papierfabrik Biberist. Zu den Resultaten der wissenschaftlichen Prüfungskommission siehe Offizieller Bericht 1893/1894 und SBZ, 10. September 1892, 67–69.

98 NZZ 285 II, 12. Oktober 1891.

99 Der Bund 274, 5. Oktober 1891; Der Bund 277, 7. Oktober 1891; Der Bund 289, 19.

Grafik 4: Kumulierte Kapazitäten schweizerischer Kraftwerke nach System



Quelle: Wyssling 1946, 174–194.

1890er Jahre. Nimmt man für ein Kraftwerk eine mittlere Bauzeit von zwei Jahren an, so hat bereits 1892 eine verstärkte Kapitalbildung im Kraftwerkbau eingesetzt. In den acht Jahren zwischen 1886 und 1893 wurden in der Schweiz insgesamt 10 MW Kraftwerksleistung installiert – in den folgenden acht Jahren (1894–1901) waren es fast zehnmal mehr, nämlich 93 MW¹⁰⁰. Der Zusammenhang zwischen der Frankfurter Ausstellung und dem Boom im schweizerischen Kraftwerkbau – zwischen fundamentalem Lernprozess und nachfolgender Kapitalbildung in der Phase relativer struktureller Stabilität – bliebe allerdings nur bedingt plausibel, wenn nicht gleichzeitig ein grundsätzlicher Wandel in der Systemwahl festzustellen wäre und die in Frankfurt präsentierte Technik nicht den Hauptbeitrag ans elektrowirtschaftliche Kapazitätswachstum der 1890er Jahre geleistet hätte. Wie bereits aus Grafik 3 hervorging, setzte nach etwa 1892 im schweizerischen Kraftwerkbau tatsächlich ein *struktureller* Wandel ein.¹⁰¹ Bis zur Jahrhundertwende wurden in der Schweiz praktisch keine reinen Gleichstromwerke mehr gebaut. Selbst

Oktober 1891; Der Bund 293, 23. Oktober 1891; NZZ 241 s, 23. August 1891; NZZ 314 B, 10. November 1891; ferner Schär 1905, 7–13. Will spricht von einer «wahren Jagd nach Wasserrechtskonzessionen», Will 1924, 3.

¹⁰⁰ Berechnet nach Wyssling 1946, 174–204. Siehe auch oben, S. 21, Grafik 1.

¹⁰¹ Siehe oben, S. 102.

Kraftwerke, die in erster Linie auf die Produktion von Lichtstrom angelegt waren, verwendeten in ihren Netzen einphasigen Wechselstrom, den sie für die Übertragung hochtransformierten und in Konsumentennähe auf eine der üblichen Gebrauchsspannungen zurücktransformierten.¹⁰²

Grafik 4 macht darüber hinaus deutlich, dass der seit 1894 zu beobachtende starke Anstieg der kumulierten Kraftwerkskapazitäten hauptsächlich auf den Bau von Drehstromwerken, wie sie in Lauffen-Frankfurt ihr Vorbild hatten, zurückzuführen ist. Die bis zur Jahrhundertwende entstandenen grossen Laufkraftwerke arbeiteten alle mit Drehstrom und der neuen Übertragungstechnik.¹⁰³

Ein Blick in die neuesten Darstellungen der Geschichte der Elektrifizierung zeigt allerdings, dass «Frankfurt» nicht in der ganzen industrialisierten Welt zum Markstein oder Wendepunkt in der Geschichte der Elektrifizierung geworden ist. Thomas Hughes bespricht die Ausstellung zwar in «Networks of Power» (1983), er misst ihr jedoch keinen allzu grossen technikhistorischen Stellenwert bei. Leslie Hannahs «Electricity before Nationalisation» (1979), Alain Beltrons und Patrice A. Carrés «La fée et la servante» (1991) sowie David E. Nyes «Electrifying America» (1991) ignorieren die Ausstellung ganz, und François Caron und Fabienne Cardot verlieren in ihrer 1992 erschienenen monumentalen «Histoire de l'Electricité en France» nur wenige Worte über das Ereignis. «Frankfurt» ist offenbar hauptsächlich für die Schweiz zum Referenzpunkt geworden – die Ausstellung hatte ihre katalytische Wirkung nur auf dem Hintergrund und in Abhängigkeit von der spezifischen elektrotechnischen Bedürfnisstruktur der Schweiz entfalten können. Die Gründe für die um 1890 erfolgte Bestimmung von elektrischer Übertragung und Verteilung als elektrotechnisches *Hauptproblem* der Schweiz,¹⁰⁴ auf das «Frankfurt» Antwort geben konnte, können auf verschiedenen Ebenen geortet werden. Erstens lagen immer weniger Wasserkräfte so nahe an möglichen Absatzgebieten, dass sie sich unter den gegebenen elektrotechnischen Voraussetzungen wirtschaftlich hätten ausnützen lassen – die Neue Zürcher Zeitung hatte bereits 1883 dezidiert die Meinung vertreten, für die Einführung der elektrischen Beleuchtung in Schweizer Städten würde es überhaupt an disponiblen Wasserkräften fehlen.¹⁰⁵ Zweitens stellten in der

102 Dieser Prozess stellt zwar einen strukturellen Wandel dar, blieb jedoch keineswegs irreversibel.

103 Dazu zählen Wynau (2,2 MW), Montbovon (4 MW), Chèvres (4,4 MW), Rheinfelden (12,4 MW) Spiez (3,3 MW), Hagneck (3,8 MW). Wyssling 1946, 174–194.

104 SBZ, 4. Januar 1890, 4–6. Für die Frei-Land-Gesellschaft etwa führte die Lösung des elektrischen Übertragungsproblems direkt «zu einem noch ganz unübersehbaren Zuwachs unseres Nationalreichtums» und würde gar «eine gänzliche Verschiebung der Bedingungen der gesamten wirtschaftlichen Produktion zu Gunsten der armen, von allen Seiten durch schwere Zollschranken gehemmt und bedrohten Schweiz» mit sich bringen. Frei-Land, Petition an die Bundesbehörden vom April 1891, zit. nach Schär 1905, 8.

105 NZZ 162 II, 1. Juni 1883.

Schweiz konsumentennahe, mit Kohle befeuerte Dampfmaschinen für die Stromproduktion deshalb keine besonders erfolgversprechende Lösung dar, weil sich die Steinkohle seit Mitte der 1880er Jahre real um jährlich 5% verteuerte und um 1890 Jahre dreimal soviel kostete wie in Deutschland.¹⁰⁶ Drittens scheint sich das Geschäft mit dem Luxuskonsum elektrischen Stroms in Theatern, Bahnhöfen, Villen, Hotels und eleganten Läden langsam erschöpft zu haben. Neue Kunden waren vor allem durch eine massive Senkung der Stromtarife zu gewinnen, sei es in Konkurrenz zur Gasbeleuchtung oder aber durch Sonderrabatte für Motorenstrom während des Tages, welche den extrem schlechten Auslastungsgrad von reinen Lichtzentralen (durchschnittlich 13% der installierten Kraft)¹⁰⁷ zu verbessern versprachen. Beide Varianten machten eine leistungsfähigere Übertragungs- und Verteiltechnik für elektrische Energie erforderlich: Die exorbitant hohen Strompreise von mehr als 1 Fr./kWh konnten nur dadurch auf ein konkurrenzfähiges Niveau gebracht werden, dass durch die Ausnützung von immer grösseren Wasserkraften Skaleneffekte geschaffen wurden.¹⁰⁸ Solche grossen Wasserkraften waren jedoch fast immer nur in beachtlicher Entfernung von den Verteilzentren elektrischer Energie vorhanden.¹⁰⁹ Viertens schliesslich wurde die Nachfrage nach einer leistungsfähigeren Übertragungstechnik auch dadurch erhöht, dass immer mehr Stadtverwaltungen nicht bloss für einen repräsentativen inneren Stadtkern, sondern auch für die Aussenquartiere elektrische Beleuchtung wünschten. Jede Ausdehnung des Rayons elektrischer Beleuchtung auf mehr als einen halben Kilometer war jedoch mit der bekannten Edisonschen Blockstationstechnik unwirtschaftlich. Man hätte allenfalls eine ganze Serie von Blockstationen bauen müssen – eine lärm- und russintensive Lösung, für die sich kaum jemand begeistern konnte, schon gar nicht in einer Zeit, welche industrielle Betriebe, Kehrlichtverbrennung, Eisenbahnanlagen, Krematorien, Polizei- und Militärkasernen, Gasfabrik und Schlachthof an den Stadtrand auszulagern trachtete.¹¹⁰ Eine wirtschaftliche Methode zur Übertragung elektrischer Ströme also vermochte mehrere Probleme auf einmal zu lösen. Wenige Wochen nach den Oerlikoner Vorversuchen hatte sich auch schon die *theoretische* Einschätzung der Kostenverhältnisse für Kraftübertragungen zu wandeln begonnen. Unter der vorweggenommenen Annahme, dass man in Frankfurt erfolgreich

106 Projer 1987, 124–126. Fritz Jenny gibt für 100 kg Kohle «vor den Kesseln» in Deutschland (Ruhrkohle) 130 cts., in der Schweiz 380 cts. an. In England kosteten 100 kg «beste Stückkohle» 75 cts. und in Böhmen die «Victoria Tiefbau»-Kohle gar nur 60 cts. Jenny 1893, 2.

107 Wyssling 1946, 164.

108 «[...] in vielen Fällen sind Kraftübertragungen auf grössere Distanzen nur dann mit Vortheil ausführbar, wenn es sich um bedeutende Kräfte handelt.» SBZ, 4. Januar 1890, 5.

109 Dies konnte bereits eine relativ kurze Distanz von 2–5 km bedeuten. Zu den Strompreisen siehe Kap. 1, Städtischer und touristischer Luxuskonsum.

110 Künzle 1991, 166.

Tab. 4: *Kosten elektrisch übertragener Energie*

	Anlagenparameter			Kostenverteilung			Absolute Kosten	
	Spannung	Kraft	Distanz	Maschinen und Apparate	Kupfer	Stangen	Gesamte Anlage	Kosten pro PS
	(V)	(PS)	(km)	(%)	(%)	(%)	(Fr.)	(Fr.)
I	30000	50	51	57,50	2,50	40	62940	1258.50
II	10000	50	39	54,60	16,10	27,30	66540	1330.80
III	30000	200	133	49,40	23,40	27,20	243825	1219.12
IV	30000	500	168	42,00	42,40	15,60	571500	1143.20
V	4000	50	32,3	24,60	54,60	19,80	81500	1630.00
VI	4000	200	36,8	22,10	71,60	5,90	313420	1567.10

Quelle: SBZ 14. März 1891, 65–66.

sein würde, konnten nach Albert Denzler weder die direkte Übertragung mit Gleichstrommaschinen noch der direkte Wechselstrombetrieb mit einer Wechselstrom-Hochspannungsübertragung und mehrfacher Transformation konkurrieren, sobald es sich um Distanzen von mehr als 30 km handelte (Tab. 4)!¹¹¹ Denzlers subtiles Kostenmodell stützte sich auf die Versuchsanlage in Oerlikon und berücksichtigte alle bekannten Kostenfaktoren, vom Wasserzins über die Turbinenanlage zum Generator, von den Stangen über die Kupferleitungen bis zu den Transformatoren und Messinstrumenten je mit ihren Amortisations- und Kapitalkosten. Damit erarbeitete der Privatdozent für Elektrotechnik ein rechnerisches Modell, das ihm erlaubte, jede beliebige Kombination dieser Elemente im Hinblick auf ihre Konkurrenzfähigkeit mit lokalem Dampf- oder Gasbetrieb zu beurteilen. Voraussetzung dafür blieb allerdings, dass man in Frankfurt erfolgreich sein würde, was, «wenn auch noch nicht gewiss, so doch mindestens in sehr hohem Grade wahrscheinlich» sei.¹¹² Die ausgeführten sechs Beispiele machten eines deutlich: Man würde Elektrizität in Zukunft nicht nur mit sehr hohen Spannungen übertragen müssen, sondern man würde mit beträchtlichem Vorteil grössere Energiemengen auch aus weiter Entfernung in Konsumentennähe bringen und dadurch Skaleneffekte ausnützen können. Selbst eine fast 170 km weit entfernte Kraftquelle von 500 PS (Beispiel IV) ergab pro PS kleinere Kosten, als die mit derselben Technik übertragenen 200 PS aus nur 133 km Entfer-

¹¹¹ Unbekannt blieb zwar weiterhin der Einfluss des Drehstrom-Verteilungssystems, aber man konnte von «Frankfurt» erwarten, dass es zu dessen Beurteilung ausreichende Daten zur Verfügung stellen würde. Denzler 1891.

¹¹² SBZ, 14. März 1891, 63–66.

nung (Beispiel III). Deshalb mochte schon im März 1891 «die Schlussfolgerung gerechtfertigt erscheinen, dass in der von der Maschinenfabrik Oerlikon eingeführten Methode der Erzeugung und Verwendung hochgespannter Wechselströme ein bedeutender Fortschritt verwirklicht [worden war], durch welchen die bisherigen electrischen Transmissionssysteme ergänzt und der Kraftübertragung wichtige, bisher unzugängliche Arbeitsgebiete erschlossen [worden waren]».¹¹³ Die Frankfurter elektrotechnische Ausstellung hatte diese Einsicht spätestens im Oktober 1891 zur allgemeingültigen Erfahrung transformiert und mit ihrer neuen physikalischen Ökonomie die Grundlagen für den Kraftwerkbauboom der 1890er Jahre geschaffen.

Statistische Selbstdarstellung und Wachstumspotentiale

Es ist kein Zufall, dass zu Beginn der 1890er Jahre die ersten seriösen Versuche zur statistischen Beschreibung elektrowirtschaftlichen Wachstums unternommen wurden. Nachdem man in der Schweiz über einige wenige anschlussfähige Elektrifizierungsmodelle verfügte und die Ankündigung der internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt die Grundlagen für «die Errichtung und Projectirung ähnlicher Anlagen und für den ferneren Fortschritt» zu verändern begann, war ein Instrument zur aktuellen elektrowirtschaftlichen Selbstdarstellung gefragt. Dem statistischen Aufschreibesystem wurde die Aufgabe zugewiesen, festzustellen, in welchem Ausmass sich die neue Technik in einem Wachstumsprozess befand, wo weitere Wachstumspotentiale vorhanden waren und welche Entwicklungslinien sich als zukunftsweisend abzeichneten.¹¹⁴

Bereits 1884, im Anschluss an die Landesausstellung von 1883, hatte Heinrich Friedrich Weber eine kleine Statistik der schweizerischen Bogen- und Glühlampenanlagen mit ihren jeweiligen Lampenzahlen publiziert. Diese blieb jedoch sehr unvollständig und schlüsselte die Daten bloss rudimentär nach den Firmen auf, welche die Anlagen konstruiert hatten!¹¹⁵ Was die – der Modellbildung des elektrischen Anlagenbaus – folgenden statistischen Erhebungen demgegenüber auszeichnete, war erstens eine fast penetrante Betonung der expansiven Dynamik der Elektrotechnik, zweitens die zunehmende Verortung der Daten nach Anwendungsformen und geographischer Verteilung und drittens die Konzeption der Statistik als jährliche Abfolge von verknüpften Momentaufnahmen.

Das scheinbare Paradox, auf statistischem Weg einen dynamischen Prozess darstellen zu wollen, wurde in einem von Albert Denzler 1890 publizierten

113 SBZ, 14. März 1891, 66.

114 Den Begriff des Aufschreibesystems übernehme ich von Kittler 1987. Zur Visualisierung quantitativer Information siehe Tufté 1983 und Tufté 1990.

115 Weber 1884b, 57.

Artikel dadurch zu umgehen versucht, dass er seine Statistik als Bewegungsstudie im Stil der zeitgenössischen Chronofotografie konzipierte, unter Vorankündigung der nächsten statistischen Sequenz: «Da nun diese Änderungen stetig vor sich gehen und noch nicht in ihrer Gesamtheit bekannt sind, so können die erhaltenen Schlusszahlen nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch machen, sondern es sind dieselben als etwas zu kleine Näherungswerthe aufzufassen. Aus dem gleichen Grunde kann eine detaillirte Darstellung der historischen Entwicklung erst mit dem Nachtrag pro 1890 gegeben werden.»¹¹⁶ Das Aufschreibesystem suchte über die Verstetigung der Elektrostatischer Statistik der expansiven Dynamik der schweizerischen Elektrotechnik soweit wie möglich gerecht zu werden. Selbst ihr Titel –*Statistisches* über die electrischen Anlagen in der Schweiz – zeigte Vorläufigkeit und momentane Unvollständigkeit an: Angesichts der scheinbar ungehemmten Expansion der Elektrowirtschaft musste jede Statistik als provisorische und bruchstückhafte dargestellt werden.¹¹⁷ Der Kommentar erklärte deshalb gleich in der Einleitung, «dass sich bei fast allen Installationen die Lampenzahl, in manchen Fällen auch die Zahl und Capacität der Dynamomaschinen gegenüber den ursprünglichen Angaben der Installationenverzeichnisse vergrößert» habe!¹¹⁸ Die Hauptschwierigkeit für Denzler bestand aber darin, dass erst eine statistische Sequenz auch den Verweis auf die Vorjahresstatistiken ermöglichen würde. Es erstaunt deshalb nicht, dass Denzlers Zusammenstellung in der Schweizerischen Bauzeitung erschien, welche als solide institutionelle Trägerin auch die nachfolgenden Statistiken zu publizieren in der Lage sein würde.¹¹⁹ Was von der Elektrifizierung selbst gesagt wurde, traf also auch auf ihre statistische Beschreibung zu: «Wenn nur einmal der Anfang gemacht ist, dann kommen die andern schon.»¹²⁰ Daher die zahlreichen temporalen Modifikatoren, welche in Denzlers Kommentar auf die zeitlich beschränkte Gültigkeit der Statistik hinwiesen und so indirekt erklärten, wie dynamisch die zu beschreibende Elektrizitätswirtschaft war: «Es ergibt sich aus dieser Tabelle, dass *zur gewählten Epoche* 24 Kraftübertragungsanlagen im Betrieb waren», oder: «Die Anwendung von Electromotoren in Verbindung mit bestehenden Beleuchtungsanlagen *war bis 1889 eine sehr beschränkte*, was sich zum Theil daraus erklärt, dass die beiden grössten ältern Centralanlagen in Luzern und Vevey-Montreux mit Wechselstrom betrieben werden und deshalb passende Electromotoren überhaupt nicht erhältlich waren.»¹²¹ Selbst

116 SBZ, 4. Oktober 1890, 85–87.

117 SBZ, 4. Oktober 1890, 85. Zu den chronofotografischen Bewegungsstudien des ausgehenden 19. Jahrhunderts siehe Rabinbach 1992, 104–115.

118 SBZ, 4. Oktober 1890, 85.

119 Siehe SBZ, 5. September 1891, 58–60; SBZ, 15. April 1893, 95–97 (Jahre 1891–1892); SBZ, 5. Mai 1894, 117–120 (für das Jahr 1893). Die Statistik für die Jahre 1894 und 1895 erschien dann zum erstenmal im SEV-Jahrbuch 1896.

120 Walter Boveri an seinen Vater, Ms. Boveri, 12. März 1888, 86–87.

121 SBZ, 4. Oktober 1890, 86.

Tab. 5: *Elektrostatistik als dynamisches Aufschreibesystem*

Kanton	Beleuchtungs- anlagen		Krafttrans- missions- anlagen	Elektro- motoren- stationen	Akkumu- latoren- anlagen
	(n)	(%)			
A Aargau	16	4,6	2	–	–
B Appenzell Ausserrhoden	5	1,4	–	–	–
C Appenzell Innerrhoden	–	–	–	–	–
D Basel-Land	2	0,6	–	–	–
E Basel-Stadt	25	7,2	1	–	5
F Bern	40	11,2	3	–	3
G Freiburg	2	0,6	–	–	1
H St. Gallen	26	7,4	–	–	4
I Genf	13	3,7	–	2	1
K Glarus	5	1,4	1	–	1
L Graubünden	16	4,6	–	–	–
M Luzern	15	4,3	2	–	2
N Neuenburg	14	4	–	–	1
O Obwalden	1	0,3	–	–	–
P Nidwalden	4	1,1	1	1	–
Q Schaffhausen	11	3,1	1	–	–
R Schwyz	8	2,2	–	–	–
S Solothurn	8	2,2	2	1	2
T Tessin	4	1,3	–	–	–
U Thurgau	10	2,8	–	–	1
V Uri	3	0,8	–	–	–
W Waadt	30	8,6	3	1	1
X Wallis	3	0,8	–	–	–
Y Zug	9	2,6	–	–	2
Z Zürich	81	23	8	2	17
	351		24	7	41

Quelle: Tabelle aus SBZ 4. Oktober 1890, 85. Die Rechenfehler in der Spalte Beleuchtungsanlagen (%) sind auf unsorgfältige Behandlung von Rundungsdifferenzen zurückzuführen.

der unscheinbare Übergang des letzten Satzes vom Präsens zum Imperfekt implizierte die Aussage, dass sich die Situation nun geändert habe, dass die «Anwendung von Electromotoren mit bestehenden Beleuchtungsanlagen» jetzt eben keine «beschränkte» mehr war. Die Bildung einer stillen statistischen Reserve durch die Annahme von «Minimalwerthen» bei den Dynamomaschinen für «electro-chemische und galvanoplastische Arbeiten» schuf schliesslich ihrerseits ein gewisses Expansionspotential.

Der Eindruck einer expansiven Dynamik der Elektrizitätswirtschaft wurde aber auch durch die präsentierten Zahlen und noch mehr durch deren

Präsentationsform verstärkt. Wenn Denzler im Kanton Zürich 23%, in Bern 11,2% und in Obwalden lediglich 0,3% aller Beleuchtungsanlagen aufnotierte, dann implizierte dies nicht nur beachtliche regionale Unterschiede, sondern konnte auch als Dokumentation relativer Rückständigkeit bzw. Fortschrittlichkeit verstanden werden. Seine Statistik setzte kategorische Entwicklungsmassstäbe. Die vielen Leerstellen in den Rubriken «Krafttransmissions-Anlagen» und «Electromotorenstationen», mit dem Platzhalter eines Gedankenstriches bzw. Minuszeichens versehen, mussten entweder als öffentliche Diffamierung oder als Aufforderung an einzelne Kantone erscheinen, ihre eklatanten Rückstände endlich wettzumachen (Tab. 5).

Die geographische Aufschlüsselung des statistischen Materials mit der Beobachtungsgrösse «Kantone» (Tab. 5), mit einem Register von A bis Z versehen, wies zwar notwendigermassen eine alphabetische und politische Begrenzung auf. Ihre Kolonnen hingegen liessen für die Zukunft eine Erweiterung nach rechts erwarten, waren sie doch in historischer Abfolge angeordnet, von den «Beleuchtungsanlagen» über die «Krafttransmissions-Anlagen» und «Electromotoren-Stationen» zu den «Accumulatoren-Anlagen». Das statistische Aufschreibesystem suggeriert, wie leicht es sich, zusammen mit dem von ihm beschriebenen Objekt, ausdehnen liesse.

Auch nach «unten» offen war dagegen Denzlers «Tabelle I», in welcher er «die Beleuchtungsanlagen nach ihren Anwendungen in den verschiedenen Industrien und Gewerben geordnet» zusammenstellte. Die Vielfalt der Anwendungsorte allein sprach für die «beliebige» Anwendbarkeit elektrischer Beleuchtung, von den Betrieben der Textilindustrie über Giessereien zu den mechanischen Schreinereien, von den Bierbrauereien über die Bahnhöfe, Dampfboote und Hotels zu den Villen, Museen, und Lesesälen. 38 von insgesamt 351 Beleuchtungsobjekten waren zudem als «Diverse Anlagen» deklariert. Ein weiteres statistisches und elektrowirtschaftliches Reservoir.

Elektrowirtschaftliches Wachstum war an Modellen orientiert, welche in der technikgeschichtlichen Konstruktion als situativ verdichtete, historisch-geographische Fixpunkte zu erscheinen hatten. Die in Denzlers Statistik nur virtuell vorhandene Karte¹²² wurde deshalb vom Kommentar mit zukunftsweisenden elektrowirtschaftlichen Haupttriangulationspunkten versehen.

«Die unter Classe XXV aufgeführten elf Centralanlagen befinden sich in Auserstihl, Brunnen, Faido, Genf, Interlaken, Lausanne, Leuk Bad, Luzern, Martigny, Meyringen und Vevey-Montreux.»¹²³

Kraftwerke, die wie Thorenberg-Luzern Lichtstrom an Dritte verteilte, hatten demnach einen beachtlichen Erfolg zu verzeichnen. Sie hatten sich praktisch in allen Landesgegenden einzunisten begonnen. Insgesamt gar 24 Kraftübertragungsanlagen, in den Kantonen Aargau, Basel-Stadt, Bern,

122 Siehe auch Wysslings Karte der Elektrizitätswerke der Schweiz. Wyssling 1902.

123 SBZ, 4. Oktober 1890, 85.

Glarus, Luzern, Nidwalden, Schaffhausen, Solothurn, Waadt und Zürich vervielfachten ihrerseits das Kriegstetter Modell, mit Übertragungsdistanzen von 0,05–10 km und transmittierten Kräften von 2–280 HP.¹²⁴ Flexibler hätte man sich 1889/90 eine Energiequelle kaum vorstellen können, wies die Elektrotechnik doch ein breites Variationsspektrum sowohl in der Übertragungsdistanz als auch in der Grösse der übertragenen Kräfte auf. Man konnte dies als Assoziationsangebot, als versteckte Offerte auffassen oder auch nicht – ein hohes Mass an Flexibilität und dynamischer Entwicklungsmöglichkeit wurde dadurch mit Sicherheit signalisiert. Als zukunftsweisend dürfte ferner der Hinweis verstanden worden sein, dass von den 351 Installationen mehr als die Hälfte mit hydraulischer Primärenergie versorgt wurde und der Anteil der Dampfmaschinen lediglich 39,3% betrug. Wenigstens Insider werden darin ein von ausländischen Kraftwerkmodellen abweichendes Moment gesehen haben, welches die Bedeutung der schweizerischen Wasserkräfte für die Elektrizitätswirtschaft in einem dafür politisch bereits weitgehend sensibilisierten Raum unterstrich und die indirekte Aussage enthielt, dass die Elektrifizierung der Schweiz nicht am seit Jahren steigenden Kohlenpreis zu scheitern brauchte.¹²⁵ Und wo die Wasserkräfte nicht ausreichen würden, konnte man mit grosser Wahrscheinlichkeit auf «Accumulatorenbatterien [...] als Reserve, Ergänzung oder Ersatz für die directe Beleuchtung» zurückgreifen.¹²⁶ Albert Denzlers dynamische Statistik zeichnete, auf allen Ebenen ihrer Darstellung, das Bild einer wachstumsfähigen, expansiven Elektrizitätswirtschaft.

Diese Art der statistischen Selbstbeschreibung des sich funktional immer stärker ausdifferenzierenden Systems der Elektrizitätswirtschaft war von grosser Bedeutung, weil sie Wachstum und Expansion der Elektrizitätswirtschaft als Norm stipulierte. Zudem ermöglichte sie dank der Temporalisierung der von ihr beschriebenen Elemente eine adäquate Eigenkomplexität, die durch institutionelle Zusatzeinrichtungen – etwa die Aussicht auf eine statistische Sequenz innerhalb der Schweizerischen Bauzeitung – ihrerseits entproblematisiert werden konnte.¹²⁷ Die Elektrizitätswirtschaft hatte mit der Ausarbeitung ihrer statistischen Selbstdarstellung einen wichtigen Schritt hin zur Entwicklung eines eigenen, generalisierbaren Kommunikationskodes getan.

Die versprochene statistische Sequenz hatte jedoch einen unglücklichen Anfang: «Infolge verschiedener Schwierigkeiten in der Beschaffung der nötigen Installationsdaten konnte die Statistik für das Jahr 1891 erst sehr verspätet abgeschlossen werden, weshalb dieselbe nicht mehr für sich veröffentlicht, sondern mit derjenigen für 1892 zusammen neu überarbeitet

124 SBZ, 4. Oktober 1890, 86.

125 Zur politischen Debatte um die schweizerischen Wasserkräfte siehe Kap. 6.

126 SBZ, 4. Oktober 1890, 85.

127 Vgl. Luhmann 1988, 35–36.

wurde.»¹²⁸ Die Unsicherheit der elektrizitätswirtschaftlichen Zukunft zu Beginn der 1890er Jahre schlug sich nieder in einer Verzögerung der vor zwei Jahren erst begonnenen Reihe statistischer Selbstdarstellungen. Um so wichtiger war dann der 1893 publizierte Nachtrag, um so wichtiger die Betonung formaler Kontinuität durch den Hinweis darauf, dass die «Grundlagen für die vergleichende Zusammenstellung und die Anordnung der Tabellen [...] im wesentlichen dieselben geblieben [waren], wie für die Statistik von 1889 und 1890».¹²⁹ Als neue Elemente kamen lediglich der ausführlichere Kommentar hinzu – welcher die Systemwahl bei einzelnen Anlagen sehr genau registrierte – und die am Ende der Tabellen eingefügte Vergleichszeile «Zuwachs in %». Bei den Beleuchtungsanlagen war ein Zuwachs von 23,6%, bei den Krafttransmissionsanlagen 60,6%, bei den Elektromotorenstationen 226% (!) und bei den Akkumulatorenanlagen 65,8% zu verzeichnen.¹³⁰ Die Leerstellen wurden im Eiltempo aufgefüllt. Auf Schritt und Tritt begegnete man wiederum dem Hinweis auf die expansive Dynamik der Elektrizitätswirtschaft, auf erfolgreiche und auf weniger erfolgreiche elektrische Anwendungsformen. «Charakteristisch ist für die letzte Periode die Vermehrung und der Ausbau der Centralstationen, von denen 19 dem Betrieb übergeben wurden, womit die Zahl der Schweizerischen Beleuchtungscentralen auf 37 ansteigt.» Und wiederum wurde eine virtuelle Karte der elektrischen Landschaft erstellt, indem die Ortschaften mit neuen Anlagen einzeln aufgezählt wurden. Mit einem speziellen Zeichen wurden dabei die mit Wechselstrom arbeitenden Zentralen – Baden, Chur, Genf, Langnau, Ragaz-Pfäfers, St. Moritz, Silvaplana und Zürich – versehen, deren aggregierte Kapazität jene der Gleichstromanlage im Verhältnis von 1600 kW zu 1165 kW übertreffe; die Statistik diente hier mehr denn je der Bestimmung zukunftssträchtiger Expansionspotentiale. Bei den neuen Kraftübertragungsanlagen wurden deshalb einige besonders hervorgehoben. Erstens eine Anlage «von 100 P. S. mit synchron laufenden Wechselstrommaschinen in Chur, als erste dieser Art in der Schweiz», zweitens «die Kraftverteilungsanlage Spreitenbach-Aussersihl-Wiedikon, welche mit 5000 Volts Drehstrom auf 17 km 7 Elektromotoren von 126 P. S. Nutzleistung betreibt», und drittens «die Drehstromanlage Bülach-Oerlikon, erbaut für Übertragung von 450 P. S. auf 19 km unter Anwendung von 13000 V. Primärspannung».¹³¹ Die ersten, «Frankfurt»-vergleichbaren Anlagen hatten ihren Ehrenplatz in der statistischen Selbstdarstellung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft erhalten. Nur ein Jahr später konnte man in der «Statistik der elektrischen Anlagen in der Schweiz» – der vorsichtige Titel «Statistisches ...» war fallengelassen worden – lesen, dass «die Besitzer der schweizerischen Elektrizitätswerke eben allmählich

128 SBZ, 15. April 1893, 95.

129 SBZ, 15. April 1893, 95.

130 SBZ, 15. April 1893, 97.

131 SBZ, 15. April 1893, 95.

doch auch zu der Überzeugung [kommen], dass sowohl mit Hinsicht auf die rationelle Ausnützung und Rendite ihrer Anlagen als auch mit Rücksicht auf die wirklich obwaltenden volkswirtschaftlichen Bedürfnisse der elektrischen Kraftverteilung mindestens ebenso viel Bedeutung zukommt als der Beleuchtung und dass ferner der Nachteil der mit dem Motorenbetrieb allerdings immer bis zu einem gewissen Grade verbundenen Verschlechterung der Lichtqualität reichlich aufgewogen wird durch die Möglichkeit, die Beleuchtungstarife herabzusetzen und damit wieder mehr Abonnenten zu gewinnen». ¹³² Das statistische Aufschreibesystem hielt nun für die Expansion der Elektrizitätswirtschaft, für die Gewinnung weiterer Abonnenten also, eigene Tabellen bereit und dokumentierte, dass allein 1893 46,2% mehr Kraftübertragungsanlagen gebaut und 40,3% mehr Elektromotoren angeschlossen worden waren. Diese Anwendungsformen der Elektrotechnik stellten die dynamischsten Bereiche der gesamten Elektrizitätswirtschaft dar. ¹³³ Die Schweiz verfügte damit zu Beginn der 1890er Jahre tatsächlich über ein solides Fundament für den Bau und die Projektierung neuer, an «Frankfurt» orientierter elektrischer Anlagen. «Hiezu kam noch, vielleicht als wichtigster Erfolg, die endgültige Beschlussfassung über eine Reihe bedeutender elektrischer Projekte, deren bevorstehende Ausführung in mehrfacher Hinsicht für die Zukunft von grösster Tragweite sein wird.» ¹³⁴

132 SBZ, 5. Mai 1894, 119.

133 SBZ, 5. Mai 1894, 120.

134 SBZ, 5. Mai 1894, 120.

4. Redeströme und praktischer Kontext der Elektrotechnik

Der in den vorangegangenen Kapiteln geleistete Verzicht auf ein traditionelles Diffusionsmodell verunmöglicht die Vorstellung von der Elektrifizierung der Schweiz als einer autodynamischen, eigengesetzlichen Ausbreitung elektrotechnischer Einrichtungen, selbst in ihren Anfängen. Die ausgewählten Fälle zeigen letztlich alle, mit welchem Aufwand an Überzeugungsarbeit, mit welchem hohem Grad an Redeleistung die Verbreitung der Elektrotechnik verbunden gewesen ist. Dabei hat sich der im elektrowirtschaftlichen Diskurs konstruierte archimedische Punkt der Elektrifizierung in wenigen Jahren mehrfach verschoben und war an immer neuen Orten zu finden. Es war nicht das elektrotechnische Labor des Eidgenössischen Polytechnikums, von dem aus die Elektrifizierung der Schweiz vorbereitet worden wäre. Der Referenzpunkt musste sich immer wieder an neuen Orten kristallisieren. Von den Nationalfesten und der Landesausstellung zu Beginn der 1880er Jahre bewegte er sich ins solothurnische Kriegstetten und von da nach Oerlikon (endlich ein Labor!), fast gleichzeitig aber auch nach Luzern, drohte sich um 1889 im Systemstreit aufzulösen, wurde 1890 auf dem Werkgelände der Maschinenfabrik Oerlikon rekonstruiert und danach so schnell wie möglich nach Frankfurt gebracht. Dort sorgte die gründliche Neukonfigurierung elektrowirtschaftlicher Redeströme dafür, dass die Ausstellung selbst zum Referenz- und Anschlusspunkt elektrotechnischer Praxis wurde.

Die Bedeutung, welche elektrotechnische Diskurse für die Elektrifizierung der Schweiz gehabt haben, kann nicht unterschätzt werden. Diese Diskurse haben Assoziationen zwischen Gesellschaft und Technik vermittelt, Selektionsofferten vorgelegt, Entscheidungshorizonte abgesteckt und konsensuale Regeln verwaltet. Ihre geschichtsmächtige Kraft haben sie jedoch in einem spezifischen Kontext technischer Praxis entfaltet. Das Zusammenspiel von Diskurs und Praxis – auf technischer, kultureller, wirtschaftlicher und sozialer Ebene – hat den spezifischen Umgang der schweizerischen Gesellschaft mit Elektrotechnik hervorgebracht und der elektrotechnischen Logik ermöglicht, bis in die feinsten Ritzen das private, öffentliche und wirtschaftliche Leben zu erfassen und umzugestalten! Ich möchte in diesem Zusammenhang in Anlehnung an Pierre Bourdieu von einem *soziotechnischen Habitus* sprechen, der als verkörperte Geschichte oder als eine zweite internalisierte

1 Zur Interdependenz von Technikgestaltung und gesellschaftlichem Entwurf siehe Bijker und Law 1992.

Natur zu verstehen ist. Als unerschöpfliche Fähigkeit, Gedanken, Wahrnehmungen, Ausdrucksweisen und Taten hervorzubringen, deren Grenzen gleichzeitig durch die sozialgeschichtlich verorteten Bedingungen ihrer Produktion gegeben sind, stellt der soziotechnische Habitus jene Schnittfläche von Diskursen und Praxis dar, von der aus ein vertieftes Verständnis für die Möglichkeiten und Bedingungen auch der elektrotechnischen Entwicklung gewonnen werden kann. Damit lässt es sich einerseits vermeiden, die Konfigurierung elektrotechnischer Rede als bloße ideologische oder idealistische Abbildung des Elektrifizierungsprozesses, als blossen Reflex «realer» Vorgänge zu interpretieren, und andererseits entgeht man der Versuchung, Diskurse als Instrumente einer überragenden, omnipotenten Steuerungsmacht darzustellen. Diskurse *und* Praxis erscheinen dann vielmehr als zwei gleichzeitig wirkende, ebenbürtige Kräfte, welche die Elektrifizierung der Schweiz geformt und geprägt haben. Die bedingte und bedingende Freiheit, die der Habitus bietet, bleibt ebenso weit vom Hervorbringen unvorhersehbarer Neuheiten wie von der mechanischen Reproduktion überkommener Bedingungen entfernt.²

Im folgenden werde ich deshalb die allgemeinen Charakteristika jener technischen Netzwerke beschreiben, die im weitesten Sinn auch zum praktischen elektrotechnischen Kontext der Schweiz des 19. Jahrhunderts gehört haben. An einem Fall soll danach die strukturelle Vergleichbarkeit und praktische Verbindung zweier vernetzter Techniken in der städtischen Lebenswelt untersucht werden. In einem dritten Schritt wird zu überlegen sein, wie elektrotechnische Praxis und Fachkompetenz in diesem Kontext entstehen konnten. Daran anknüpfend ist schliesslich viertens der Aufbau einer Alltagskompetenz im praktischen Umgang mit Elektrotechnik zu untersuchen und gleichzeitig zu fragen, welche Rolle den Bedeutungsdispositiven und den institutionalisierten Ausdrucksmitteln zukam, aus denen sich elektrowirtschaftliche Diskurse zusammensetzten.

Das Systemsyndrom

Der Umgang des 19. Jahrhunderts mit Natur kann am besten als Versuch einer systematischen Naturbeherrschung durch technische Netzwerke beschrieben werden. Während die Wissenschaften des 17. und 18. Jahrhunderts Natur durch den Aufbau von systematischen Taxonomien zu verwalten gesucht hatten, materialisierte das sogenannte bürgerliche Zeitalter diese konstruktive Leistung durch den Bau und Betrieb von technischen Netzwerken, welche natürliche Räume erobert, getrennt und koordiniert haben.³

² Bourdieu 1992, 54–59.

³ Vgl. auch Walter 1990. Zu den Naturvorstellungen deutscher Ingenieure siehe auch Diemel 1992.

Wissenschaftliche Beherrschung des Raumes hiess das Ziel des ersten bundesstaatlich geführten Wissenschaftsprojektes überhaupt, der Landestopographie.⁴ Das dank der vorübergehenden liberalen Wende in den Kantonen von 1832/33 in Schwung geratene kartographische Unternehmen, welches nach 1848 sofort und vollkommen in den Aufbau des bundesstaatlichen Repräsentationsapparates integriert worden war, überzog das ganze Land mit einem dichten Netz von Triangulationspunkten. Guillaume-Henri Dufour, seit 1832 Leiter des ganzen Unternehmens, sprach vom «Netzplan», den sein topographisches Büro an die mit der Terrainaufnahme betrauten Topographen sandte. Er diene der zentralen Orchestrieren einer nach Massgabe wissenschaftlicher Genauigkeit durchgeführten kartographischen Erfassung von natürlichen Räumen und Landschaftselementen⁵ Abb. 2 zeigt die «Natur» im Netzwerk der nationalen Triangulation: 1837 erschien als erstes publiziertes Resultat der Landesvermessung das Blatt «Triangulation primordiale de la Suisse». Die Lithographie enthielt nichts ausser dem reinen Triangulationsnetz, mit Angabe der Namen der Knoten, der Distanzen der einzelnen Dreiecksseiten «exprimés en mètres et réduits au niveau de la mer». Weder Flüsse noch Seen, weder Täler noch Ortschaften oder Kantonsgrenzen waren in der Lithographie angegeben – reine Abstraktion im trigonometrischen Bezug, die wohl zum Ausdruck bringen sollte, wie einheitlich sich nun der geographische Raum der Schweiz präsentiert.⁶ Tausende von solchen «beobachteten, berechneten, verifizierten und einprotokollirten Dreiecken»⁷ stellten schliesslich die Grundlage der gigantischen Maschinerie eines neuen, nationalen Aufschreibesystems dar, welche in der schweizerischen Landschaft theoretisch nichts ohne den geometrisierten Bezug zum Triangulationsnetz beliess. Die Karte war ein graphisches Netz von relativen Distanzen, welche den Ort eines Landschaftselementes in seinem Bezug zum Ganzen regelte. «Nous voilà enfin maîtres de nos éléments», hatte Dufour den Anschluss ans lombardische Triangulationsnetz kommentiert.⁸ «Maîtres de nos éléments» – der Ausdruck implizierte Beherrschung natürlicher Räume durch das Mittel ihrer kartographischen Repräsentation, welche in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch die kantonalen Katasterpläne ergänzt und verfeinert wurde und bei deren Erstellung man nun ähnliche Techniken anwandte, wie sie die Landestopographie entwickelt hatte.⁹

⁴ Dazu Graf 1896; Zur politischen Dimension der Landestopographie unter Dufour siehe Gugerli 1996a.

⁵ Vgl. auch Latours Begriff der «centres of calculation», Latour 1987, 215–257.

⁶ Graf 1896, 96–97.

⁷ Bericht der eidgenössischen Militäraufsichtsbehörde 1835, 6.

⁸ Korrespondenzheft Dufours Nr. 3, 9. Juni 1836. Graf 1896, 91.

⁹ Roh 1866. Umgekehrt stützte sich die Terrainaufnahme der Landestopographie, wenn möglich, auf vorhandene lokale Katasterpläne. Graf 1896: Beilage I (Instruktion für die Aufnahmen in 1/25000). Siehe auch Vermessung, Grundbuch und Karte 1941 bzw. Imhof 1941.

Auf den ersten Blick mag diese Form der Naturbeherrschung im 19. Jahrhundert recht wenig mit einem technischen Netz zu tun haben; prozesshafte Elemente scheinen ihr gefehlt zu haben. Versteht man Kartographie jedoch als routinisiertes und zentral geleitetes Aufschreibesystem, dann wird dieses plötzlich zum dynamischen Verfahren. Der geregelte Transpositionsprozess von der Landschaft bis zur fertigen «Topographischen Karte der Schweiz» – und zu ihren korrigierten Neuauflagen – führte in einem arbeitsteiligen Prozess über mehrere Aufschreibestufen. Basisvermessung, Triangulation, internationale Kompatibilisierung, Wahl und Anwendung der Projektionsmethode, Einteilung der Blätter und Definition von Aufnahmevorschriften für die Terrainaufnahme, die Terrainaufnahme selbst, Höhenbestimmungen, massstäbliche Reduktion, Beschriftung, Stich, Druck und schliesslich das Zusammenfügen der einzelnen Blätter zur ganzen Karte, so wie es die «Übersicht» oder «Assemblage» vorsah – diese Sequenzen regelhafter Transpositionen verarbeiteten Landschaft und produzierten eine wissenschaftlich sanktionierte Repräsentation derselben. Messlatten, Thermometer, Keile, Messprotokolle, wochenlange Rechenarbeit, Triangulationssignale, Theodoliten, Vermessungssteine, analytische Geometrie und Projektionstheorie, Kategorisierung und Systematisierung von Landschaftselementen, Bestimmung von Nomenklaturen, Ideogrammen, Piktogrammen, Messtischblätter, Koordinatennetze, Schreibstifte, Kippregeln, Rechenschieber, Fernrohre, Zirkel, Kupferplatten, Druckerpresse – das waren nur die wichtigsten Instrumente und Techniken eines Aufschreibesystems, welche Landschaft in eine Karte hinüberschrieben. Sie machten Landschaft als vermessene und nachmessbare Repräsentation verfügbar, an die weitere – kartographische oder politische – Repräsentationen anschliessen konnten, und sie erhöhten als Planungs- und Verwaltungsgrundlagen die Verfügbarkeit über natürliche Räume¹⁰. Der manifeste Anspruch des kartographischen Aufschreibesystems auf Vernetzung, seine Bestimmung zentraler Orte und «gültiger» Linien boten ein Orientierungsraster, mit dem die Verwaltung von Räumlichkeit erfolgen konnte.

Einen Teil dieser Verwaltungsarbeit hatte die topographische Karte bereits erledigt, indem sie räumliche Strukturen verwaltungstechnisch zu verein-

10 Vgl. die Verwendung von topographischen Karten zur Planung und Darstellung elektrischer Leitungsnetze in SBZ, 7. September 1895, 66 und SBZ, 30. November 1895, je mit dem expliziten Hinweis: «Unter Benutzung der Dufourkarte». Dufourkarten wurden auch als erste Planungsgrundlagen für Bergbahnen wie die elektrische Zahnradbahn auf den Gornergrat verwendet. SBZ, 19. April 1898, 118. Siehe ferner den «Plan zur Electricischen Beleuchtung von Zürich», Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 68. Der Plan ist auch in Baumann, Roth und Schär 1981, 20–21 reproduziert. In der schweizerischen Sektion der Abteilung «Production et utilisation mécaniques de l'électricité» der Weltausstellung von 1900 in Paris bildete eine «Dufourkarte der Schweiz mit Eintragung der Elektrizitätswerke» den «Mittelpunkt des ganzen». Nach Wyssling hatte sie «den Zweck, die Verbreitung dieser Anlagen in der Schweiz zu illustrieren». Wyssling 1901, 31.

heitlichen wusste, was etwa am Beispiel der Kategorisierung der Strassen deutlich wird.¹¹ Die Dufourkarte reduzierte die Komplexität des bestehenden Strassennetzes in beachtlichem Ausmass. Strassen waren auch nach dem Beginn des kantonalen Kunststrassenbaus nach 1830 noch zu einem Gutteil «Naturpisten», die in Schlechtwetterperioden unpassierbar, abgetieft und verbreitet wurden. Ihr Verlauf war einem permanenten Wandel unterworfen. Wie ein Fluss, der sich immer wieder neue Wege sucht, haben sich auch Verkehrsflüsse immer wieder neue «Strassen» gemacht, Abkürzungen gesucht und Hindernisse umgangen. Die topographische Karte schränkte diese Alternativen der Spurenstränge virtuell dadurch ein, dass sie Strassen und Wege auf eine bestimmte Linie reduzierte und so den Verkehr kartographisch kanalisierte, den systematisierten Kunststrassenbau der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gewissermassen vorwegnehmend: «Die klar begrenzte und durch Gräben abgetrennte Kunststrasse kann bei schlechtem Zustand nicht einfach seitlich umfahren werden.»¹²

Das zweite technische Grossprojekt des jungen Bundesstaates stellte der Bau von Telegrafienlinien und -stationen dar. Ein administrativ zentralisiertes und technisch streng vereinheitlichtes Netz von Telegrafienlinien begann seit der zweiten Hälfte des Jahres 1852 die ganze Schweiz zu überziehen; Telegrafienbüros schossen wie Pilze aus dem Boden. Ende 1852 zählte man bereits 34, ein Jahr später 79 Stationen, in denen Telegramme aufgegeben und empfangen werden konnten (vgl. auch Abb. 3, welche den Zustand des Netzes um 1858 darstellt).¹³ Die Telegrafie hatte einen tiefgreifenden Wandel im Raum-Zeit-Gefüge der Schweiz zur Folge. Während die «postwendende» Antwort auf einen Brief von Genf nach St. Gallen erst am fünften Tag wieder in Genf eintraf oder eine Nachricht zwischen Zürich und St. Gallen 8 1/2 Std. in der Postkutsche unterwegs war, konnten nun Telegramme in 1 Std. das ganze Land gleich zweimal durchqueren.¹⁴ «Heute um 11 Uhr erhielten wir [in

11 Poststrassen wurden auf der «Dufourkarte» mit vier parallelen Linien, «sonstige gute Fahrstrassen durch zwei Linien, eine stark, die andere fein, Nebenstrassen in gutem Zustand, wo die Wagen leicht durchkommen, durch zwei feine Linien, Wege, die nur für Ochsenkarren passierbar sind, durch eine feine und eine punktierte Linie, Saum- oder Fusswege durch ganze oder punktierte Linien» dargestellt. Graf 1896: Beilage I (Instruktion für die Aufnahmen in 1/25000).

12 Barraud Wiener und Simonett 1990, 416. Siehe auch Simonett 1986.

13 1875 waren es über 1000 Telegrafienstationen. Generaldirektion PTT 1952, 262, 263, 266. Die am 5. Dezember 1852 betriebenen Telegrafienstationen waren in: Aarau, Airolo, Altstätten, Baden, Basel, Bellinzona, Bern, Biel, La Chaux-de-Fonds, Chur, Frauenfeld, Genf, Herzogenbuchsee, Lausanne, Le Locle, Luzern, Neuenburg, Rheineck, Schaffhausen, Solothurn, Splügen, St. Gallen, Uznach, Vevey, Winterthur, Zofingen, Zürich; bis Ende des Jahres kamen Schwyz, Richterswil, Glarus, Freiburg, Burgdorf, Rapperswil (SG) und Ragaz hinzu. Generaldirektion PTT 1952, 262–263.

14 Allerdings nur, wenn die Linien und Büros nicht überlastet waren. Anfang der 1870er Jahre schien die Post auf kurze Strecken vorübergehend wieder konkurrenzfähig zu werden (auch dank der Eisenbahn), da Telegramme oft bis zu drei Stunden liegenblieben, bis sie übermittelt werden konnten. Generaldirektion PTT 1952, 118, 260, 266.



Abb. 3: Abb. 3: Netzplan der schweizerischen Telegrafennetze und -stationen. Carte des lignes et bureaux des télégraphes 1858.

Zürich] die ersten Zeichen von St. Gallen. Frage und Antwort brauchten zusammen 30 Sekunden», berichtete die Neue Zürcher Zeitung im Juli 1852¹⁵. Aber nicht nur die Kommunikationszeit machte einen Quantensprung, sondern auch die räumliche Struktur der Informationsströme veränderte sich nachhaltig, indem nun Informationen den Telegrafienlinien entlang kanalisiert wurden. Die angeschlossenen Ortschaften rückten mit einem Schlag auf wenige Übermittlungsminuten zusammen.¹⁶ 1852 lag Bern informationstechnisch näher bei Zürich als bei Thun. Die bereits im Februar 1853 fertiggebauten Verbindungen von Genf bis an den Bodensee und von Basel nach Chiasso markierten die Hauptverkehrsachsen, deren Bedeutung dadurch noch verstärkt wurde, dass sämtliche Poststellen in dieses neue Netz einbezogen wurden und Telegramme an die nächstliegende Telegrafienstation zu befördern hatten.¹⁷

Eine nachgerade symbiotische Beziehung ging die Telegrafie mit der Eisenbahn ein, dem dritten technischen Netzwerk, das nach der Bundesstaatsgründung im Entstehen war.¹⁸ Die Telegrafie wurde einerseits für den Betrieb und die Verwaltung des Eisenbahnverkehrs eingesetzt. Andererseits bot die Eisenbahn die Möglichkeit, telegrafisch übermittelte Angebote und Bestellungen gewissermassen zu materialisieren, d. h. Güter von einem Knoten des Verkehrs- und Informationsnetzes zum nächsten zu transportieren. «Auch ist ein Land, worüber der Telegraph seine Drähte spannt, wie nun bald über unseres, den Eisenbahnen verfallen. Die treten immer zusammen auf, wie Bruder und Schwester, wie Zwillinge», war der fatalistische Kommentar des Oberländer Anzeigers zu dieser Symbiose.¹⁹ Nach Ansicht des eidgenössischen Post- und Baudepartements sollten die Telegrafienlinien mit wenigen Ausnahmen den projektierten Eisenbahnverbindungslinien folgen, mit Seitenlinien nach Sitten, Freiburg, Schaffhausen, Glarus und Chur.²⁰

15 NZZ 198, 16. Juli 1852, zit. nach Generaldirektion PTT 1952, 258.

16 Der Bundesrat betrachtete den Aufbau eines schweizerischen Telegrafiennetzes auch als ein Mittel zur Förderung der nationalen Einheit: «Soll [...] die Erstellung eines Telegraphiennetzes wesentlich dazu dienen, den schweizerischen Handel und die Industrie der Vortheile schneller Kommunikation mit allen grossen Handels- und Industriezentralpunkten Europas theilhaftig zu machen, so soll dabei nicht weniger auf mögliche Einigung der materiellen, militärischen und moralischen Kräfte, auf Hebung und Belebung des Nationalgeistes Rücksicht genommen werden.» Bundesblatt III 1851, 335, zit. nach Hauser 1985, 21.

17 Generaldirektion PTT 1952, 261; Püntener 1994, 55. Zu Zeiteinteilung und Zeitgebrauch in der Schweiz des 19. Jahrhunderts – und zum Einfluss der Telegrafie auf dieselben – siehe Messerli 1995, insbesondere Messerli 1995, 70–72.

18 Siehe Eidgenössisches Amt für Verkehr 1947–1964; Bauer 1955; Bärtschi 1983; Balthasar 1993.

19 Im übrigen solle man der neuen Einrichtung mit Ehrfurcht begegnen. «Ist es doch, als ständen von ihr in der Bibel (Psalm 19, 5) die Worte: «Ihre Schnur geht aus in alle Lande und ihre Rede an der Welt Ende.» Oberländer Anzeiger, 12. Juli 1852, zit. nach Generaldirektion PTT 1952, 258.

20 Bericht des eidg. Post- und Baudepartements an den Bundesrat vom 15. Oktober 1851, siehe Generaldirektion PTT 1952, 127.



Abb. 4: Das Eisenbahnnetz der Schweiz um 1880. Aus: Schweizerisches Post- und Eisenbahndepartement 1880.

Der Eisenbahnbau ist das prominenteste Beispiel einer vernetzten Technik, welche im 19. Jahrhundert räumliche und zeitliche Verhältnisse grundlegend umgestaltet hat.²¹ Die Transportmöglichkeiten von Städten und Dörfern, die ans Bahnnetz angeschlossen waren, vervielfachten sich mit einem Schlag, während andere Ortschaften einen deutlichen Erreichbarkeitsverlust hinnehmen mussten.²² Nachdem bereits die Zollschranken zwischen den Kantonen gefallen waren, entstanden nun ganz neue technische Verbindungen und Verbindungskombinationen zwischen Regionen und Landesteilen (Abb. 4).

In technisch-organisatorischer Hinsicht erforderte dies eine systematische Einheitlichkeit und zentralisierte Koordination wenigstens innerhalb der Teilnetze. Fahrpläne, Personalausbildung, Tarife, Sicherheitseinrichtungen und Transportkapazitäten: dies und noch mehr musste so aufeinander abgestimmt werden, dass die Netze optimal administrierbar blieben. Ohne dass die Leistungsgrenzen überschritten wurden, musste eine möglichst gute Auslastung seiner Kapazitäten gewährleistet bleiben. Ganz ähnlichen Problemen sollte man bei der Verwaltung elektrischer Netze in den 1890er Jahren begegnen.²³

Topographische Karten hatten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Landschaft der Schweiz in einen systematischen Zusammenhang gebracht, Telegrafienlinien hatten Informationsflüsse in ihrem Leitungsnetz kanalisiert, Eisenbahnen hatten die Erreichbarkeit von Ortschaften grundlegend verändert. Natürliche Räume hatten zwischen den 1830er und den 1860er Jahren neue Strukturen erhalten, die von technischen Netzwerken konstruiert und verwaltet wurden.

Systematische Naturbeherrschung in technischen Netzwerken, ja die Modellierung von Natur *als* technisches Netzwerk war das Resultat der in den 1860er Jahren begonnenen hydrometrischen Aufnahme des gesamten schweizerischen Gewässernetzes.²⁴ Unter Benützung des Niederschlagsmessnetzes, welches die Schweizerische Meteorologische Anstalt seit 1863 aufgebaut hatte, publizierte Robert Lauterburg, der Leiter des Eidgenössischen Hydrometrischen Zentralbureaus, 1876 in zweiter Auflage einen «Versuch zur Auf-

21 Siehe dazu auch bereits Morel 1851; Zur Entwicklung des schweizerischen Eisenbahnnetzes siehe die Karte in Bergier 1983, 308 oder Fritzsche 1986, 183. Kull 1955. Zum Wandel des Raum-Zeit-Gefüges zwischen 1880 und 1914 siehe Kern 1983, speziell zur Eisenbahn Schivelbusch 1977, in der Schweiz Fritzsche 1986 und Balthasar 1993.

22 Eidgenössisches Amt für Verkehr 1947–1964. Einen kurzen Überblick bietet Bauer 1955. Zum Wandel der Erreichbarkeit «zentraler Orte» im 19. Jahrhundert siehe Frey und Vogel 1993. Zum Einfluss des Eisenbahnbaus auf die Urbanisierung vgl. Fritzsche 1986 und Fritzsche 1988 sowie Bärtschi 1983.

23 Schneider 1993. Zur Verwaltung der Netzladung siehe Wagner 1896; Hughes 1983, 214–226; Wyssling 1946, 159–166; siehe auch Kap. 6, Stromversorgung und städtische Infrastrukturpolitik.

24 Schnitter 1992, 164.

stellung einer allgemeinen Übersicht der aus der Grösse und Beschaffenheit der Flussgebiete abgeleiteten Schweizerischen Stromabflussmengen, gestützt auf die meteorologischen und hydrometrischen Beobachtungen der Schweiz.²⁵ Besonders interessant an dieser Schrift ist ihre Absicht, die schweizerische Gewässerlandschaft als vernetztes Fluss- und Seensystem zu begreifen. Lauterburg dehnte in seiner «Darstellung eines allgemeinen Systems»²⁶ seine praktischen Erfahrungen als Thuner Bezirksingenieur und Verantwortlicher für die Regulierung der Staatsschleusen auf die gesamte Schweiz aus.²⁷ Die in Thun betriebenen Regulierwehre dienten nicht nur der Kontrolle des Wasserspiegels des Thunersees,²⁸ sondern spielten auch für die lokale Schifffahrt und Flösserei eine grosse Rolle. Während des wasserarmen Winterhalbjahres wurden in der Regel zweimal pro Woche mit Hilfe der Wehre Wasser gestaut und anschliessend in einem kräftigen Schwall so freigelassen, dass die Schiffe und Flosse genügend Fahrwasser erhielten.²⁹ Lauterburg machte sich daran, die Auswirkungen solcher Schwälle von Thun an flussabwärts mit genauen Pegelmessungen zu verfolgen.³⁰ Diese Untersuchung stellte die Grundlage für die von seinem Hydrometrischen Bureau systematisierten Beobachtungen dar, die schliesslich in eine neue Schätzung des schweizerischen Wasserkraftpotentials mündeten.³¹

Robert Lauterburgs Werk ist als ein für die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts typischer Versuch technischer Modellierung von Natur anzusehen. Seine konstruktive Leistung bestand in der Perzeption des schweizerischen Fluss-, Seen-, Gletscher- und Niederschlagsregimes als Netzwerk mit eigenen Gesetzmässigkeiten und Mechanismen der Regulierung, durchaus in praktischer Absicht. So machte Lauterburg z. B., gestützt auf seine Messresultate und Erfahrungen, konkrete Vorschläge für ein landesweites Alarmsystem für Hochwasser, das meteorologische und hydrometrische Daten per Telegraf an die bedrohten Ortschaften übermitteln sollte.³² Sein Modell bot den Zeitgenossen aber auch die erforderlichen Entscheidungsgrundlagen für wasserbauliche Massnahmen, für die Einschätzung des Wasserkräftepotentials und für die Ausarbeitung von Bestimmungen zur Konzessionierung von

25 Lauterburg 1871; Lauterburg 1876; zur Person Robert Lauterburgs siehe Vischer 1988.

26 Lauterburg 1876, III.

27 So treten bei Lauterburg beispielsweise alle Seen explizit als «Regulatoren der Flusströmungen» auf. Lauterburg 1876, 23.

28 Die Notwendigkeit, den Thunerseespiegel zu regulieren, resultierte aus der bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts erfolgten Umleitung der Kander in den Thunersee. Siehe Vischer 1986.

29 Vischer 1988, 2.

30 Lauterburg 1866.

31 Lauterburg 1891; vgl. auch Kap. 6, «Staatssozialismus» oder «belebende Schaffenskraft der wagenden Spekulation?» sowie Die «Nationalisierung» der Wasserkraft. Zur Entwicklung der Hydrometrie in der Schweiz siehe auch Epper 1907. Josef Epper war 1886 Leiter des Hydrometrischen Zentralbüros geworden.

32 Vischer 1988, 4.

Wasserkräften. Es bot nicht nur «eine Übersicht über die Abflussmassen aller grösseren Schweizerströme» an, sondern es erlaubte auch zum erstenmal, die «Abflussmenge *jedes beliebigen Stromes an jeder beliebigen (auch unmessbaren) Stelle* aus den Hauptzuständen, der Grösse und Niederschlagsmenge des betreffenden Flussgebiets ohne weitere Kenntniss des dortigen Gefälles oder des Querprofils oder der Wassergeschwindigkeit» zu bestimmen³³ Es veränderte einerseits den Erwartungsraum von Unternehmern und Behörden in bezug auf die «Nutzbarmachung brachliegender Wasserkräfte» und erweiterte andererseits die Planungsmöglichkeiten der Wasserbauer, welche wilde Flüsse mit Hilfe von Schwellen, Sperren und Dämmen ins Korsett korrigierter, begradigter Bette zwängten, ganze Flüsse umleiteten, Seen regulierten, Sumpfgebiete meliorierten sowie Schleusen für Flösserei und Schifffahrt errichteten. Erwähnt seien von den in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durchgeführten grossen wasserbaulichen Projekten vor allem die erste Alpenrheinkorrektion (1860–1890), ferner die Juragewässerkorrektion, welche 1868 in Angriff genommen wurde und bis 1891 dauerte, und schliesslich die von 1863 bis 1884 durchgeführte Korrektion der Rhone von Brig bis zum Genfersee.³⁴ Auch die Gürbe, die Orbe, die Aare, die Ziehl, die Emme, die Thur, die Glatt, die Töss und der Ticino erhielten in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts neue Flussbette, wurden kanalisiert, in manchen Fällen über Strecken von 40, 60 oder gar 100 km (Rhonekorrektion)³⁵ Ebenfalls im 19. Jahrhundert wurden Seen wie der Ägeri-, der Vierwaldstätter-, der Zuger-, der Zürcher-, der Genfer-, der Bieler-, der Murten- und der Neuenburgersee mit künstlichen Vergrösserungen ihres Abflussvermögens und den dazu komplementären Reguliereinrichtungen versehen.³⁶ Die durch den Bau von Kanälen und Wehren, das Aufschütten von Dämmen und durch das Verlegen von Entwässerungsrohren ermöglichte Eroberung neuer, bisher nur marginal nutzbarer Böden unterwarf die schweizerische Landschaft einem nachhaltigen Wandel.³⁷ Wie der Lageplan der 1876 und 1877 erstellten Hangentwässerung ob Herdern bei Frauenfeld (Abb. 5) veranschaulicht, fand die von Lauterburg als vernetztes Gewässersystem beschriebene Flusslandschaft der Schweiz sogar eine miniaturisierte unterirdische Entsprechung: Auch Drainagen erfolgten über feinverästelte Röhrennetze.³⁸

33 Lauterburg 1876, 1. Hervorhebung D. G.

34 Zum Einfluss solcher Projekte auf die Elektrifizierung der Schweiz Bourquin 1949, 24.

35 Schnitter 1992, 113–122. Siehe insbesondere die Tabelle in Schnitter 1992, 119. Vischer 1986. Historische Vorläufer bildeten der anfangs des 18. Jahrhunderts gebaute Kanderdurchstich und das grösste und populärste wasserbauliche Projekt der Mediation, die Linthkorrektion (1807–1816). Zur Juragewässerkorrektion siehe auch Sterchele 1975. Zur zweiten, 1892 begonnen Alpenrheinkorrektion siehe Internationale Rheinregulierung Rorschach 1992.

36 Schnitter 1992, 128.

37 Der Kulturlandgewinn durch Entwässerungsanlagen betrug allein im 19. Jahrhundert weit über 600 km². Schnitter 1992, 93, Tab. 12.

38 Schnitter 1992, 95 Bild 67. Zur technischen Eroberung des Untergrundes siehe Williams 1990.

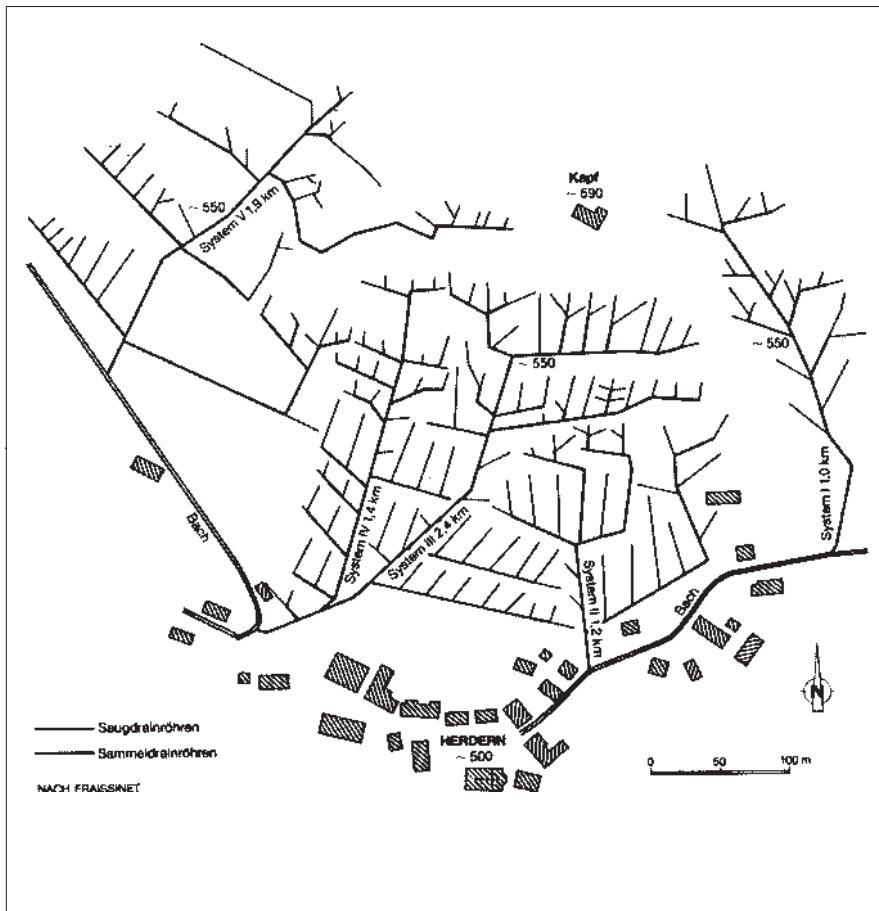


Abb. 5: Lageplan der Hangentwässerung ob Herdern bei Frauenfeld, 1876/77. Aus: Schnitter 1992, 95.

Von den Schutzwällen der Flusskorrekturen über die neuen kantonalen Kunststrassen bis zu den Eisenbahnschienen, von den Telegrafendrähten über Wildbachverbauungen und Seeregulierungen bis hin zu den unterirdischen Drainagesystemen, Druckstollen und Tunnels: überall wurden «Ströme» kanalisiert, in zunehmend komplexen Netzwerken verwaltet und reguliert. Die hydrometrisch-meteorologischen Beobachtungsnetze und die trigonometrisch-kartographische Vermessung der schweizerischen Landschaft stellten die dafür unabdingbaren Entscheidungs- und Orientierungsinstrumente dar. Diese gemessenen und vermessenden Netzwerke bewirkten, dass Landschaft einfacher zu verwalten war, dass sie besser nutzbar und gefahrloser wurde – kurz: sie machten die Landschaft «zivilisierter» und damit beherrschbar.

Ganz offensichtlich stellte der Aufbau von Netzwerken ein Hauptmerkmal der technischen Praxis in der Schweiz des 19. Jahrhunderts dar. Dieser Eindruck wird verstärkt durch das technische Innenleben der Schweizer Städte. «Die Zahl und Art der Versorgungsnetze in den Großstädten wächst von Jahr zu Jahr. Zu den schon seit Jahrzehnten vorhandenen und sich stets vermehrenden Gas- und Wasserleitungen sind die electricischen Kabelleitungen für mancherlei Zwecke, die Entwässerungs-Anlagen, Druckluft- und Druckwasserleitungen hinzugetreten und ein Ende ist in dieser Beziehung nicht abzusehen [...]», schrieb die Schweizerische Bauzeitung³⁹. Seit der Jahrhundertmitte hatten Ingenieure, Techniker und Behörden in den grösseren Städten zunehmende Erfahrung im Umgang mit technischen Netzwerken komplexer Art gewinnen können. Bern, Genf und Lausanne erlebten bereits in den 1840er Jahren die Einführung von Beleuchtungsgas, Basel, Olten, Zürich, St. Gallen, La Chaux-de-Fonds, Luzern, Aarau, Neuenburg und Chur folgten in den 1850er Jahren. In den 1860er und 1870er Jahren nahmen in insgesamt 36 kleineren Städten Gasanstalten ihren Betrieb auf.⁴⁰

Darüber hinaus führten seit der Mitte des 19. Jahrhunderts Städte wie Aarau, Basel, Bern, Chur, Freiburg, Lausanne, St. Gallen, Winterthur und Zürich die Trinkwasserversorgung mit Hausanschlüssen ein, Genf war ihnen schon 1843 vorausgegangen.⁴¹ Solche Trinkwasserversorgungen wurden, ebenso wie die oft parallel dazu gebauten Stadtentwässerungen⁴², in der Form zentralisierter Netze durchgeführt.

Seit 1880 begannen schliesslich auch noch Telefonnetze die Städte zu durchziehen, die sehr schnell, unter der Ägide des Bundes, in interurbanen Telefonnetzen zusammengezogen wurden. Allein zwischen 1880 und 1885 wurden in 34 Städten und Ortschaften Telefonnetze gebaut, unter anderem in Zürich, Basel, Bern, Genf, Lausanne, Winterthur, Montreux, St. Gallen, Luzern, Schaffhausen, Le Locle, Vevey, Liestal, Solothurn, Neuenburg, Thun und Baden. 1886 bestanden interurbane Verbindungen zwischen Genf, Lausanne, Vevey, Bern, La Chaux-de-Fonds, Basel, Luzern, Zürich und St. Gallen, um nur die wichtigsten Knoten des Netzes zu nennen⁴³. 1887 sind auf diesen Netzen rund 7,8 Mio. Ortsgespräche und 340000 interurbane Telefongespräche geführt worden. «Die Schweiz soll gleichsam ein einziges grosses Telephonnetz werden», hiess es in einer bundesrätlichen Botschaft

39 SBZ, 11. Oktober 1890 (Die modernen Aufgaben des grossstädtischen Strassenbaues mit Rücksicht auf die Unterbringung der Versorgungsnetze).

40 Zollikofer 1928, 4–8. Vgl. auch 100 Jahre Gas in Basel 1952; Hundert Jahre Schweizerischer Verein von Gas- und Wasserfachmännern 1973; Schilling 1992; Von der Gaslaterne zum Erdgas 1993.

41 Bürkli-Ziegler 1887.

42 Illi 1987, 73–112; Walter 1990, 84–85.

43 Generaldirektion PTT 1959, 268 und 277.

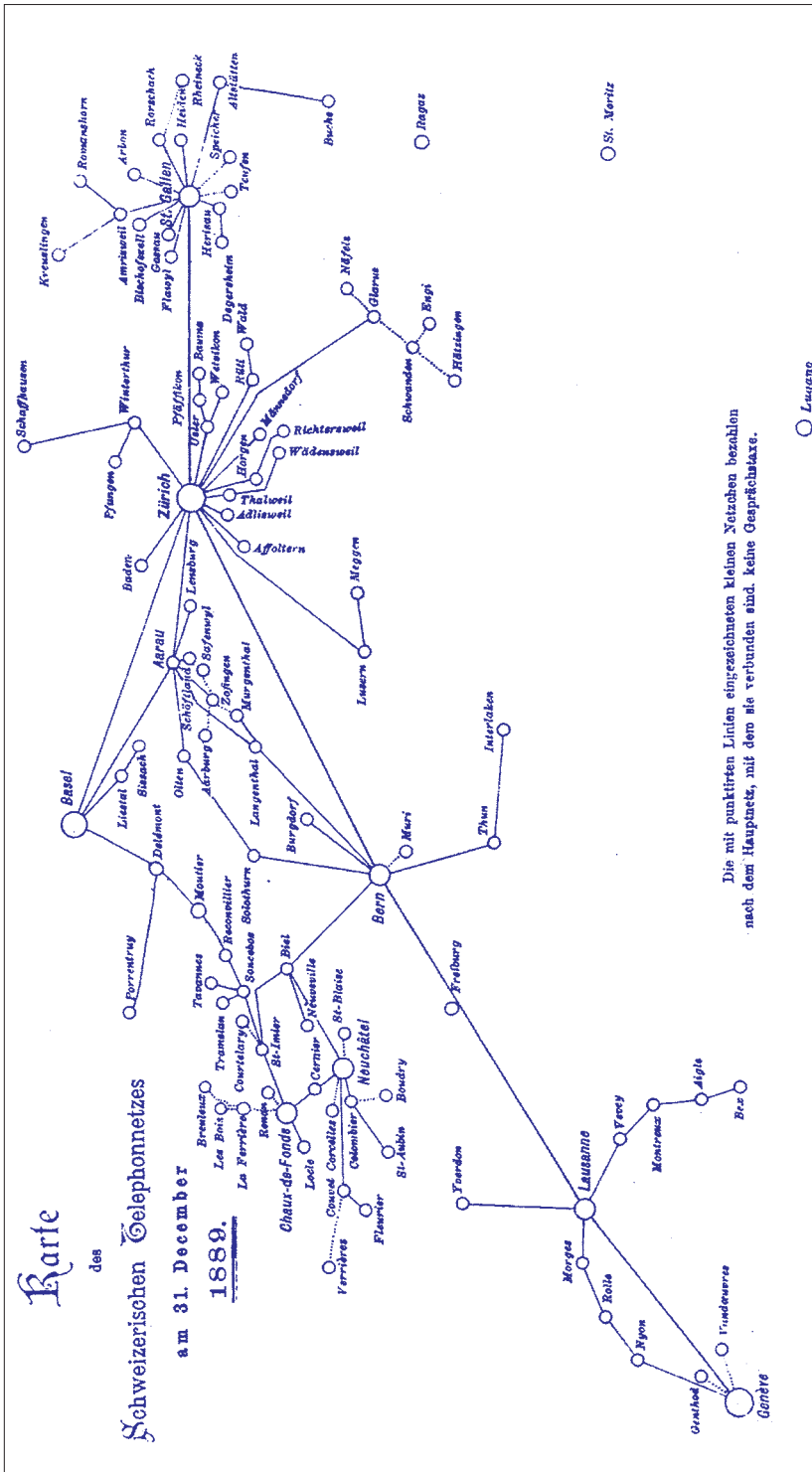


Abb. 6: Schweizerisches Telephonnetz, Ende 1889. Aus: Generaldirektion PTT 1959, 278.

vom 13. November 1888.⁴⁴ Wenigstens auf der Alpennordseite war sie diesem Fernziel durch den Zusammenschluss lokaler Telefonnetze bereits sehr nahe gekommen (Abb. 6).

Alle diese Vernetzungen hatten Mitte der 1880er Jahre einen technischen Habitus hervorgebracht, der für die Entwicklung der Elektrotechnik von höchster Bedeutung sein würde.⁴⁵ Der praktische Umgang mit diesen Netzen hatte bei Technikern und politischen Behörden einen reichen Erfahrungsschatz akkumuliert, Denkfiguren und Perzeptionsmuster so geprägt, dass die Versorgung von ganzen Städten mit elektrischem Strom in Netzen nach einer kurzen Versuchsphase mit Einzelanlagen und kleinen Blockstationen einer bereits traditionellen Logik zu entsprechen schien.⁴⁶ Vor allem aber verfügte man über ein praktisches Wissen, wie solche Netze zu planen, aufzubauen, zu kontrollieren und zu verwalten waren. Systeme, Netzwerke und der allgemeine Versuch, natürliche Räume zu beherrschen, zu erobern und zu überwinden waren feste Bestandteile technischer Praxis in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und bildeten in den 1880er Jahren, als die ersten elektrischen Einrichtungen auf Ausstellungen, Schützen- und Sängerkfesten und Gedenkfeiern auftauchten, sogar einen integralen Bestandteil schweizerischer Selbstdarstellung (Abb. 7).

Fragen der Planung, des Baus, der Steuerung und Optimierung eines Netzwerks bis hin zu seiner Finanzierung und betriebswirtschaftlichen Verwaltung mussten zwar immer wieder neu studiert und im praktischen Umgang gelernt werden. Die früher gewonnenen Erfahrungen hatten aber immer auch einen handlungsleitenden Charakter beim Bau weiterer Netzwerke. An einem einzelnen Fall soll deshalb aufgezeigt werden, wie die Muster technischer Praxis von einer Technik auf die andere übertragen worden sind und wie technische Netzwerke auch in symbiotischer Verschränkung auftreten konnten.

⁴⁴ Generaldirektion PTT 1959, 277. Zur Entwicklung der interurbanen Telefonnetze siehe die in Generaldirektion PTT 1959, 276, 278, 280, 282 und 284 abgebildeten Karten.

⁴⁵ Eine beinahe idealtypische Repräsentation dieses Habitus spiegelt sich im beruflichen Werdegang von Johannes Wild (1814–1894). Dazu gehören zunächst Wilds Teilnahme an den Basisvermessungen der Landestopographie von 1834, an der Aaregletscher Vermessung von 1842/43 sowie die Herstellung der Karte des Kantons Zürich zwischen 1843 und 1865. Darüber hinaus spielte Wild seit den 1840er Jahren als Experte für den Strassen-, Eisenbahn- und Kanalbau eine wichtige Rolle. 1852 wurde er zum ersten eidgenössischen Telegraphendirektor gewählt und war, nach seiner 1855 erfolgten Wahl zum Professor für Geodäsie, Topographie und Strassenbau am Eidgenössischen Polytechnikum, von 1857 bis 1869 nebenamtlicher Strassen- und Wasserbauinspektor des Kantons Zürich. Vgl. Wild 1988. Siehe ferner auch die Biographien von Guillaume-Henri Dufour, von Théodore Turrettini sowie von Arnold Bürkli-Ziegler. Peters 1987; Durand und Aquillon 1991; Favre 1923; Baumann 1994.

⁴⁶ Vgl. oben, S. 146.

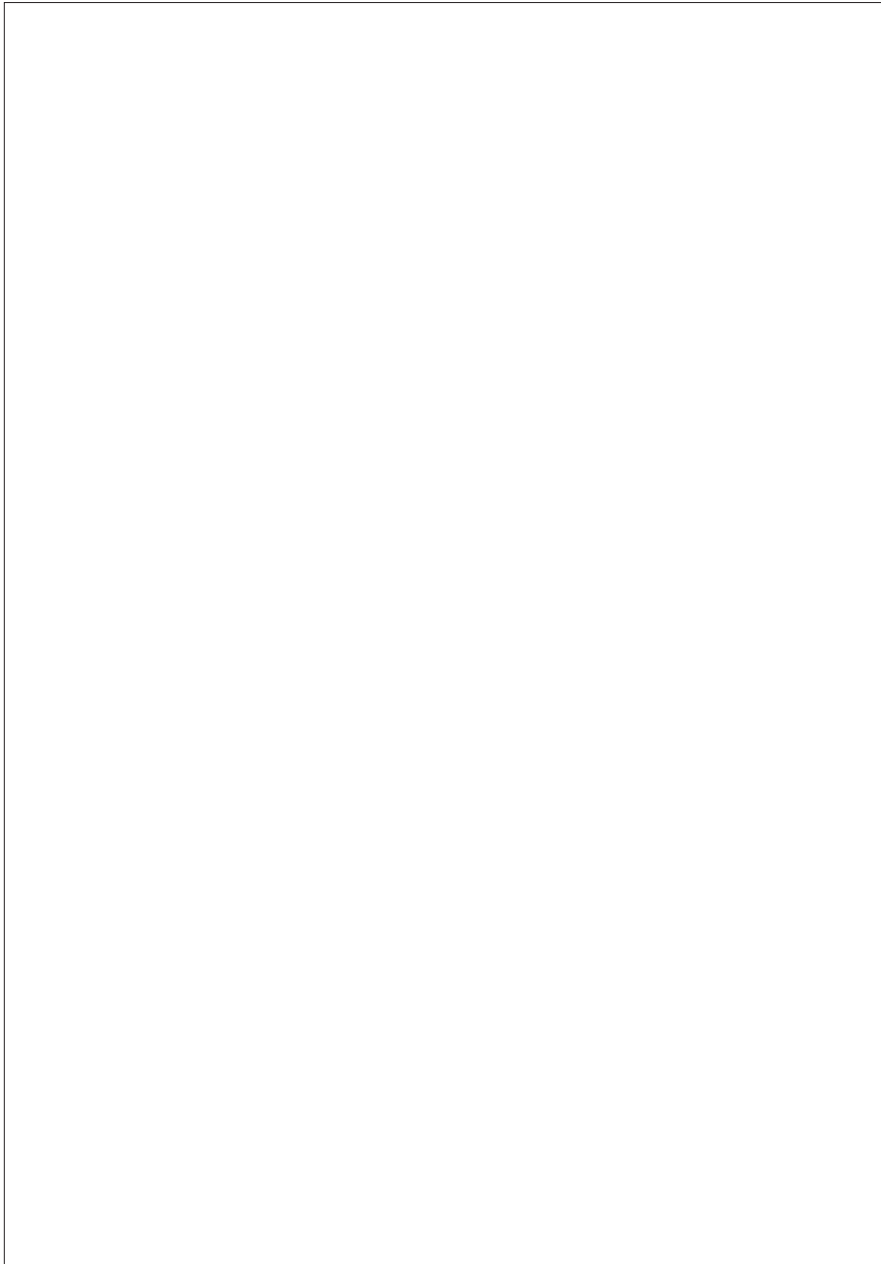


Abb. 7: *Technische Eroberung natürlicher Räume in der Schweiz, 1890. E. Conrad, Jura-Simplon Railway, 1890. Plakatsammlung Museum für Gestaltung, Zürich.*

Praktische Anschlüsse: Versorgungsnetze im lokalen Kontext

Der Boom technischer Netzwerke in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wirkt um so eindrücklicher, je genauer man sich ihren strukturellen und topologischen Aufbau anschaut. Erst dann wird klar, wie stark sich die von Ingenieuren, Unternehmern und Verwaltungsbeamten verfolgten technischen Muster glichen, wie ähnlich die Probleme und die gewählten Lösungen waren. Als Beispiel für die konkreten Bedingungen technischer Praxis wähle ich die Trinkwasser- und Stromversorgung der Stadt Zürich – nicht etwa deshalb, weil die Stadt im gesamtschweizerischen Vergleich «schon immer» eine herausragende oder führende Position eingenommen hätte, sondern aus einem methodischen und aus einem darstellerischen Grund. Für das Verständnis städtischer Elektrifizierung ist es unabdingbar, die *Anschlussfähigkeit* der Elektrotechnik nicht nur im Sinne ihrer Verwendungsofferten und soziotechnischen Assoziationsfähigkeit, sondern auch im Hinblick auf ihre strukturelle Kompatibilität mit andern technischen Praktiken zu untersuchen. Dies ist konkret einzig auf lokaler Ebene zu analysieren. Wie einige neuere Untersuchungen der Wissenschaftsgeschichte plausibel gemacht haben, ist praktisches Know-how vor allem als lokal situiertes Knowhow begreifbar.⁴⁷ Erst der lokale Kontext öffnet den Blick auf jene Schnittstellen, an denen sich praktisches Wissen von einem technischen Bereich in einen andern übertragen liess. Am Beispiel Zürichs kann dieser Transfer von «practical skills» von der Trinkwasser- über die Druckwasser- bis hin zur Stromversorgung beinahe idealtypisch beobachtet werden. Der andere Grund dafür, wiederum auf die Stadt Zürich einzugehen, liegt in der Möglichkeit, Rückbezüge auf bereits beschriebene Verhältnisse herzustellen und so einer «dichten Beschreibung» der Bedingungen elektrotechnischer Diffusion näherzurücken.

Projektstudien für eine zentrale Trinkwasserversorgung der Stadt Zürich wurden 1863 vom Stadtrat in Auftrag gegeben und 1866, unter dem Druck einer Choleraepidemie, beschleunigt durchgeführt. Die Koordination der Arbeiten war dem damaligen Stadttingenieur Arnold Bürkli-Ziegler übertragen worden. Bürkli-Ziegler hatte – genau wie er das 20 Jahre später für seine Studie zur elektrischen Quaibeleuchtung tun würde – eine Reihe von ausländischen Städten besucht, deren Trinkwasserversorgungssystem analysiert und daraus Vorschläge für eine zentrale stadtzürcherische Anlage abgeleitet.⁴⁸ Da es nicht möglich schien, die Stadt ausschliesslich mit Quellwasser zu versorgen, machte Bürkli-Ziegler für den *Wasserbezug* den Vorschlag eines «Doppelsystems, das darin besteht, für möglichst viele öffentliche Brunnen das bisherige Quellwasser beizubehalten und für private und öffentliche Gebrauchs-

47 Vgl. Lynch 1985; Latour und Woolgar 1986; Latour 1988; Lenoir 1992b; Pickering 1992.

48 Bürkli-Ziegler 1867 bzw. Bürkli-Ziegler 1887.

zwecke Seewasser zu verwenden».⁴⁹ Ebenfalls ein «gemischtes System» empfahl Bürkli-Ziegler auch für den topologischen Systemaufbau der Trinkwasserversorgung. Dem «Verästlungssystem», in welchem «jede Hauptleitung mit ihren mittleren und kleinsten Nebenzweigen einen abgeschlossenen Theil des ganzen Netzes» bildete und das von einem «Anfangspunkte aus gespeist» wurde, stand das «Zirkulationssystem» gegenüber, bei dem «die Enden der einzelnen Leitungen [...] mit einander durch Röhren verbunden» sein sollten.⁵⁰ Bürkli-Ziegler schlug vor, das Trinkwassernetz als «Verästlungssystem [...] zu disponiren [...], jedoch überdies die verschiedenen Zweige entsprechend dem Zirkulationssystem mit einander zu verbinden und an der Verbindung durch einen Hahn abzuschliessen. Dieses gemischte System verbindet den Vortheil einer gewöhnlich gleich gerichteten Strömung mit demjenigen, dass beim Anbohren und Abstellen einer Leitung die Speisung der übrigen Strecken des betreffenden Zweiges von der entgegengesetzten Seite her [...] erfolgen kann, und dass man namentlich in Nothfällen auf einen Punkt die ganze Wassermenge von allen Seiten vereinigen kann».⁵¹ Sowohl das «Doppelsystem» der Trinkwassergewinnung wie auch das gemischte System seines Verteilnetzes können durchaus als Präfigurierung des – schliesslich doch nicht realisierten, aber von den Experten empfohlenen – «gemischten Systems» von Gleich- und Wechselstrom in der Stromversorgung der Stadt verstanden werden.⁵² Aber auch die Versorgung von zwei Seiten, die Aufteilung eines Verteilnetzes in verschiedene Sektoren sowie der Einbau von Schnittstellen zwischen diesen Teilnetzen wurde bei der Elektrifizierung von Städten wieder aufgenommen. «Von der Maschinenstation führen zwei Primär-Hauptleitungen nach der Stadt, jede in einer Primär-Verteilungsstation endigend. Diese beiden Stationen sind durch Primär-Ausgleichsleitungen untereinander verbunden.»⁵³ Bürkli-Zieglers Schrift «Anlage und Organisation städtischer Wasserversorgungen» emanzipiert sich zwar vom lokalen Kontext in der Absicht, spezia-

49 Peter 1903, 1.

50 Bürkli-Ziegler 1867, 154 und 155.

51 Bürkli-Ziegler 1867, 155–156. Die Gedankenfigur des gemischten Systems kommt bei Bürkli-Ziegler immer wieder vor. Vgl. sein Kapitel «Gemischtes System der Wasserabgabe». Bürkli-Ziegler 1867, 186–187. Ebenso zum Standardausdruck von Bürklis Redeweise gehört die Vorstellung einer Aufteilung eines Versorgungsnetzes in Teilnetze. Vgl. «Eintheilung einer Versorgung in verschiedene Etagen», Bürkli-Ziegler 1867, 166–167.

52 Burkhard-Streuli 1890, 21. Siehe auch Kap. 3, Der Systemstreit. Nur kurze Zeit nach Inbetriebnahme, offenbar schon 1894/95, setzte aber dennoch eine Differenzierung in zwei Systeme ein, einerseits für die Versorgung von Akkumulatorenstationen und andererseits für die Versorgung der Strassenbahnen, welche beide mit Gleichstrom betrieben wurden. Vgl. Wyssling 1894 und Wagner 1896.

53 Wagner 1896, 43. Wyssling schreibt dazu: «[In Niederspannungsnetzen] wurde vielfach auch die Möglichkeit der Speisung der einzelnen Abnehmer von zwei Seiten realisiert durch Verknüpfungsstellen der Netze verschiedener Transformatorstationen.» Wyssling 1946, 110. Vgl. auch Wyssling 1894, 27–30, sowie 50 Jahre Bank für elektrische Unternehmungen 1945, 21.

lisiertes Wissen und praktische Erfahrungen zu generalisieren, «da die anderwärts gemachten Beobachtungen und darauf gegründeten Schlüsse ganz allgemeiner Natur sind» und deshalb «auch an andern Orten» verfügbar gemacht werden können. Es besteht jedoch kein Zweifel darüber, dass es gerade lokale Kontexte («mündliche Mittheilungen und zahlreiche Druckschriften») gewesen sind, die Bürkli-Ziegler bei seiner Übersetzungsarbeit beeinflusst haben und welche die «Beschreibung verschiedener lokaler Anlagen» bloss zum «Material für allgemeine Betrachtungen» werden liessen.⁵⁴ Technisches Orientierungswissen in Praxis und Politik liess sich allerdings nur dann von einem lokalen Kontext in den andern übertragen, wenn eine Zwischenstufe eingeschaltet werden konnte. Der Zürcher Stadttingenieur musste also zunächst der Frage nachgehen, «welche Anforderungen an eine Wasserversorgung zu stellen sind, wie man solchen an verschiedenen Orten entsprochen hat und welche Erfahrungen sich daraus *Allgemeinen* ziehen lassen».⁵⁵ Erst dann konnte die Anpassung des Gelernten an den konkret zu lösenden Fall oder die «Berücksichtigung der Lokalverhältnisse» erfolgen.⁵⁶ Damit wird nochmals bestätigt, dass Technikdiffusion direkt mit Lernprozessen zusammenhängt, deren Regeln sowohl verallgemeinerbar wie auch adaptierbar sein müssen, um den Übertragungsvorgang von technischem Wissen und Können zu ermöglichen. Die unter solchen Bedingungen erfolgenden Übertragungen beinhalten deshalb immer auch ein beachtliches Potential für technischen Wandel. Handlungsmuster werden bei ihrer Anwendung verändert. Ein wichtiger Parameter für diese Veränderung von Handlungsmustern ist dabei neben dem technischen auch das politisch-soziale Umfeld. Darum hat Bürkli-Ziegler die Trinkwasserversorgung einer Stadt ganz direkt an die «Stellung der Behörden zu den Wasserversorgungen» einerseits und an die Frage der Stadtentwässerung andererseits gekoppelt.⁵⁷

So planvoll Bürkli-Ziegler an die Arbeit gegangen war, so sehr die von ihm angeführten Beispiele Zürich «vor mancherlei Missgriffen bewahrten» und so sehr er davon überzeugt war, dass «den Hilfsmitteln der Gegenwart so zu sagen nichts unmöglich ist», so sehr war die gesamte bauliche Entwicklung der Trinkwasserversorgung von einem permanenten Ersetzen, Erweitern, Anschliessen und Rekombinieren von Einrichtungen aus ganz unterschiedlichen technischen Kontexten geprägt. Auch dies scheint ein generelles Merk-

54 Bürkli-Ziegler 1867 (Vorrede).

55 Bürkli-Ziegler 1867, 2–3. Hervorhebung D. G.

56 Bürkli-Ziegler 1867, 167.

57 «[...] kann die Einführung eines reichlichen Quantums Wasser in die Stadt und in die einzelnen Häuser nur dann von wirklichem Vortheil und ohne Nachtheil wegen vermehrter Feuchtigkeit sein, wenn gleichzeitig für gehörige Wasserableitung gesorgt wird.» Bürkli-Ziegler 1867, 3. «Stellung der Behörden zu den Wasserversorgungen», Bürkli-Ziegler 1867, 246–256. Zur Stadtentwässerung siehe auch Illi 1987, 73–112; Walter 1990, 84–85 und Schnitter 1992, 75–79.

mal technischer Lernprozesse zu sein, das sich gerade auch beim Aufbau städtischer Stromversorgungen wiederholen würde: Bei der praktischen Umsetzung von technischem Erfahrungswissen ging ein Gutteil der systematischen Planung wieder verloren, kamen neue, lokalspezifische Unübersichtlichkeiten hinzu und waren Lernschritte notwendig, welche den ursprünglichen Plan weit hinter sich liessen. So bildeten die Anlagen der städtischen Trinkwasserversorgung um 1892 einen multifunktionalen Technikcluster, der in dieser Weise von niemandem geplant worden war. Die «system builder» mögen wohl systematisch gedacht haben, die praktische Verwirklichung ihrer «Grossen Technischen Systeme» hatte jedoch zur Folge, dass die Pläne wiederum durcheinandergerieten und neue, systeminterne Heterogenitäten entstanden.⁵⁸ Dies bedeutet keineswegs, dass retrospektive Berichte über technische Netzwerke nicht doch deren systematischen Aufbau betonten, und es bedeutet ebenso wenig, dass der Aufbau technischer Netzwerke nicht strukturell vergleichbar wäre. Es bedeutet nur, dass das Verhältnis von Rede-Strömen, Plänen, verbalisierten Handlungsmustern und technischer Praxis selbst einen grossen Komplexitätsgrad aufwies und nur in seiner wechselseitigen Interdependenz verstanden werden kann.

Der praktische Aufbau des Technikclusters der stadtzürcherischen Trinkwasserversorgung begann mit dem Ersetzen der bestehenden hölzernen Zuleitungen (Teuchel) zu den städtischen Brunnen durch gusseiserne Rohrleitungen und wurde mit dem Bau eines Filters im oberen Teil der Limmat für die «zentrale Seewasserversorgung» fortgesetzt. Vom Filter führte eine Rohrleitung im Fluss zur ersten provisorischen Pumpstation, wo das «See»-Wasser in einen neuerrichteten Wasserturm auf dem Lindenhof gepumpt wurde. Wenig später musste diese Pumpstation mit Dampfmaschinen verstärkt und anschliessend mit einem zweiten, ebenfalls provisorischen dampfbetriebenen Pumpwerk ergänzt werden.⁵⁹

Das «definitive» zentrale Pumpwerk im Letten sollte zum Gravitationszentrum eines expandierenden Technikclusters werden.⁶⁰ Aufgrund der Erfahrungen in andern Städten wurde die Anlage so konzipiert, dass sich die von dort gesteuerte Wasserversorgung «nicht nur über das Gebiet der Altstadt, sondern auch noch über die sämtlichen Aussengemeinden» ausbreiten konnte.⁶¹

58 Zum Begriff «Grosse Technische Systeme / Large Technical Systems» vgl. Hughes 1987 sowie Mayntz und Hughes 1988. Zum «system builder» vgl. Hughes 1979; Hughes 1983; Hughes 1985. Das entgegen allen programmatischen Beteuerungen doch sehr stark personen- bzw. persönlichkeitsorientierte Konzept des «system builders» ist am Beispiel Walther Rathenau (paradoxe Weise aus biographischer Perspektive) von Hans Dieter Hellige kritisiert worden. Hellige 1990 (auf Hughes 1990). Vgl. auch Joerges 1994 sowie die selbstkritische Rückschau von Hughes in Hughes 1991.

59 Peter 1903, 1.

60 Vgl. auch die folgende Beschreibung des Pont de la Machine in Genf: *Ce bâtiment heureusement placé, car il est très central, renferme une grande halle aménagée spécialement en salle des machines.* SBZ, 10. November 1888, 122. Hervorhebung D. G.

61 Peter 1903, 2.

Das Pumpwerk Letten wurde ausbau- und anschlussfähig gehalten, für weitere Ausbaustufen und für weitere technische Anlagen. So konnte das Wasserwerk denn auch Triebkraft für kleingewerbliche Wassermotoren im Stadtinnern unter Benützung der öffentlichen Wasserleitungen liefern, während das Industriequartier durch eine separate Wassertransmission sowie durch eine Seiltransmissionsanlage mit Kraft versorgt wurde.⁶² Das ganze Wasserversorgungssystem wurde bereits 1883 um eine weitere Druckstufe ergänzt, und zwei Jahre später mussten, nach der Typhusepidemie des Jahres 1884, Filteranlagen ersetzt und die Seewasserfassung von der Limmat bis in den See hinein verlängert werden.

Bei den Bauten der Jahre 1884/85 wurde mit einer maximalen Leistungsfähigkeit von 25000 m³ pro Tag gerechnet, «welches Quantum jedoch in kurzer Zeit nicht mehr ausreichte und nur durch *successive Erweiterung* aller Anlagen beschafft werden konnte».⁶³ Zitieren wir an dieser Stelle nochmals die Ausschreibung für das Projekt der elektrischen Beleuchtung in Zürich – «die Disposition der Anlage soll der *Möglichkeitsuccessiver Ausführung* thunlichst Vorschub leisten»⁶⁴ –, dann wird klar, wie stark sich die Handlungsmuster elektrotechnischer Praxis an die städtische Praxis der Wasserversorgung anlehnte. Die Projektausschreibung, der modulhafte, sukzessive Ausbau, die Anschlussfähigkeit für weitere Verwendungszwecke, die systematische Überwachung des Netzes im Betrieb, die Reservemaschinen im Werk bis hin zur Quellfassung weit ausserhalb der Stadt: das alles waren Handlungsmuster, die auch bei der Elektrifizierung der Stadt eine herausragende Rolle spielten und 1897 beim Bau des neuen Gaswerks ebenfalls zum Tragen kamen.⁶⁵ Es waren in der praktischen Erfahrung erworbene Handlungsmuster, deren Leitbildfunktion man gar nicht unterschätzen kann und die Burkhard-Streulis «Projekt für die Einführung der elektrischen Beleuchtung in Zürich *im Anschluss* an die Wasserwerksanlage» nur als logische Konsequenz bewährter technischer Praxis erscheinen lassen. Tatsächlich war dieser «Anschluss» auch für Burkhard so folgerichtig, dass er davon sprach, «die Verhältnisse in die von der Natur gewiesenen Bahnen zu lenken».⁶⁶

62 «Das Kleingewerbe in der Stadt bediente sich mit Vorliebe der Wassermotoren. Es waren deren 1894 noch circa 200 Stück im Betriebe. Die Drahtseiltransmission nach dem Industriequartier hat bis 1894 existiert und circa 200 HP abgegeben, die Wassertransmission existiert heute noch und dient vornehmlich für die Zwecke des städtischen Elektrizitätswerkes.» Peter 1903, 2.

63 Peter 1903, 2. Hervorhebung D. G.

64 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 65, 5. Hervorhebung D. G. Vgl. auch Protokoll des Stadtrates vom 12. August 1891, Stadtarchiv Zürich V B a 5 Nr. 574.

65 Das Pflichtenheft des neuen Gaswerks verlangte unter anderem den sukzessiven Bau der Gesamtanlage ohne Präjudiz für einen späteren Ausbau sowie die Möglichkeit der Kontrolle jedes einzelnen Gliedes der Anlage. Vgl. Weiss 1903, 2.

66 Burkhard-Streuli 1890. Siehe auch Burkhard-Streuli 1888, wo das städtische Wasserwerk «mit Rücksicht auf Kraftlieferung für elektrische Beleuchtung» behandelt wird.

Die Ähnlichkeit, mit der die Trinkwasser- und die Stromversorgung behandelt worden sind, ist nicht zuletzt auf den konzeptionellen Notstand zurückzuführen, in dem man sich bei der Beschreibung elektrischer «Ströme» befunden hat. Der im 19. Jahrhundert übliche Vergleichs- und Orientierungskomplex für Elektrizität war das in Leitungen fließende Wasser.⁶⁷ «Die Qualität des electrischen Stromes wird definiert durch seine Spannung und seine Intensität und das Product beider gibt seine Energie. Diese Definition steht in Übereinstimmung mit einer ähnlichen Definition der Hydrodynamik», erklärte Wietlisbach 1887 den Lesern der Schweizerischen Bauzeitung. Folgerichtig sprach er im selben Artikel auch von der «electrischen Canalisation». Dem «Chaos von Drähten, welches sich gegenwärtig noch über die americanischen Städte lagert», wolle, so Wietlisbach, die New Yorker Stadtverwaltung mit einer «electrischen *Canalisation* für alle Leitungen» begegnen und so die «Spinnengewebe» durch «unterirdische Anlagen» ersetzen. Die Weise, wie diese Kanalisation gemäss dem Bericht von Wietlisbach erfolgte, stellte eine typische Parallelisierung von Trinkwasser- und Stromversorgung dar. In New York würden «in den Strassen, hauptsächlich an den Kreuzungsstellen, Untersuchungsbrunnen angelegt; diese stehen durch *Robrleitungen* mit einander in Verbindung, in welche die Drähte eingezogen werden. [...] Der *Canal* liegt unmittelbar unter dem Strassenniveau über allen übrigen *Leitungen*. [...] Die Abzweigungen geschehen von den *Brunnen* aus, am einfachsten in *eisernen Röhren*.»⁶⁸

Der nachfolgende tabellarische Vergleich der städtischen Wasser- und Stromversorgungsnetze auf der Ebene ihrer funktionalen Einheiten stützt sich also auf die zeitgenössische Vorstellung einer Verwandtschaft oder eines «einheitlichen und eigenartigen Characters»⁶⁹ wissenschaftlicher und populärwissenschaftlicher Repräsentation der *fluida* städtischer Versorgungsnetze. Dem Vergleich von Trinkwasser- und Stromversorgungsnetz schliesst sich deshalb das Gasversorgungssystem auf fast selbstverständliche Art an (Tab. 6).

Während für die Trink- und Brauchwasserversorgung Rohrleitungen, Schieber, Wassermesser, Hydranten, Pumpen, Dampfmaschinen, Wasserfilter, Quelfassungen, Brunnen, Hausanschlüsse, Turbinen, Wassermotoren in einen systematischen, kontrollierbaren und vernetzten Zusammenhang gebracht werden mussten, hatte bei der Elektrizitätsversorgung dasselbe mit den Haupt- und Verteilleitungen, Bogen- und Glühlampen, Elektromotoren, Akkumulatoren, Transformatoren, Dynamos, Turbinen, Schaltbrettern, Dampfmaschinen, Wattmetern und Schaltern zu geschehen. Die bei den Praktikern städtischer Elektrifizierung früh sich durchsetzende parallele Modellierung von

67 Siehe dazu ausführlich unten, S. 172–174.

68 SBZ, 13. August 1887, 40–43. Hervorhebungen D. G. Siehe auch den bereits Anfangs 1884 von Wietlisbach in der Technischen Gesellschaft in Zürich gehaltenen Vortrag über «Die Canalisation der Electricität zu besonderen Zwecken». Wietlisbach 1887.

69 SBZ, 4. September 1887, 77.

Tab. 6: Funktionale Äquivalente in städtischen Versorgungsnetzen

Problem	Wasser	Elektrizität	Gas
Koordination	Pumpwerk	Maschinenhaus	Gaswerk
Input	Quellwasser, Seewasser Wasserkraft Dampfkraft	Wasserkraft Dampfkraft	Kohle
Bearbeitung	Erzeugen des Leistungsdruckes mit Pumpen	Generierung von Strom mit Dynamos	Verkokung der Kohle in Retorten, Gasöfen
Verteilung	Gusseiserne Röhren	Kabel	Leitungen
Speicherung	Reservoirs Wasserturm Pumpspeicher	Akkumulatoren (Pumpspeicher)	Gasbehälter
Steuerung	Schieber Pumpen-, Dampf- maschinen- geschwindigkeit	Schalter Turbinen-, Dampf- maschinen- geschwindigkeit	Gashahnen Stadtdruck- regulatoren Stationsgasmesser
Verbraucher	Brunnen Hydranten «Wohnungen» Wassermotoren Seiltransmission	Bogenlampen Glühlampen Motoren	Gaslampen Gasmotoren
Qualitäts- kontrolle/ Messung	Druckmesser Chemische und bakteriologische Stichproben	Voltmeter Amperemeter Wattmeter	Gasmeter Druckmesser
Verwaltung	Beleuchtungs- und Wasser- kommission	Beleuchtungs- und Wasser- kommission	Beleuchtungs- und Wasser- kommission

elektrischem Strom in hydrodynamischen Begriffen einerseits und die beim Aufbau vernetzter Versorgungssysteme erworbenen Handlungsmuster andererseits erklären die erstaunliche strukturelle Vergleichbarkeit von Wasser- und Stromversorgung.

Sinnfälliger Ausdruck für diese strukturelle Vergleichbarkeit technischer Praxis ist die Tatsache, dass seit 1892/93 im zürcherischen Pumpwerk Letten

nicht nur die Netze für Trinkwasser und Druckwasser zentral betrieben wurden, sondern gleichzeitig auch das Stromversorgungsnetz, welches an dieselben Turbinen und Dampfmaschinen angeschlossen wurde, die das Herz seiner Nachbarnetze bildeten. Das «Maschinenhaus» in Zürich war ein Zwitter; aus seiner Disposition war «klar ersichtlich, dass das Elektrizitätswerk an das Pumpwerk nachträglich angehängt wurde».⁷⁰ Emil Huber-Stockars Beschreibung der Anlage ging in dieselbe Richtung: «Wir sehen also, wie die Gesamtanlage immer mehr an Einheitlichkeit und Reinheit des Systems einbüsst [...]».⁷¹ Selbst der 1883 für den Ausgleich von Betriebsschwankungen in der Druckwasserversorgung gebaute Resiweiher wurde in das neue Netzwerk eingefügt und diente nun auch dem Ausgleich der elektrischen Ladungsschwankungen bei nächtlichen Verbrauchsspitzen; der Pumpspeicher war eine der vielen funktionalen Schnittstellen zwischen Druckwasserversorgung und Elektrizitätswerk: «Zu Zeiten geringen Kraftbedarfs für die Beleuchtungsanlage arbeiten die Niederdruckturbinen und eventuell Dampfmaschinen auf die Pumpen. Die vom Pumpenbetrieb für die Brauchwasserversorgung (filtriertes Seewasser) überflüssige Kraft wird in dieser Zeit verwendet zum Pumpen von unfiltriertem Wasser aus der Limmat in den Triebwasserweiher (Höhendifferenz 165 m, Inhalt 1000 m³) aus welchem dann die Hochdruckturbinen des Elektrizitätswerkes gespeist werden.»⁷²

Diese Symbiose, welche durchaus auch ihre Kosten hatte,⁷³ prägte zu einem Gutteil die weitere Entwicklung der stadtzürcherischen Stromversorgung sowohl auf der Ebene technischer Praxis wie auf einer konzeptionellen, planerischen Ebene. Die in den 1880er Jahren erfolgte Suche nach zusätzlichen Quellfassungen⁷⁴ ausserhalb der Stadt hatte ihr Pendant in der bereits während der Planung der elektrischen Anlagen erfolgten Suche nach möglichen externen Kraftquellen,⁷⁵ und die verschiedenen «Druckstufen» der

70 Wagner 1896, 45.

71 Huber-Stockar 1901, 48.

72 Schnitter 1992, 150. Wagner 1896, 45. Das gleiche Verfahren wurde auch in Genf angewendet: «Un second jeu de pompes refoule l'eau dans un réservoir situé sur une colline à une altitude d'environ 135 m au-dessus du lac. De ce réservoir part une canalisation à haute pression qui distribue la force motrice aux industriels de la ville. Cette canalisation peut également être alimentée par le refoulement direct des pompes. C'est cette eau à haute pression, environ 13 atmosphères, qui est utilisée comme force motrice par la station centrale d'électricité.» SBZ, 10. November 1888, 120.

73 «Wären Pumpwerk und Elektrizitätswerk zu gleicher Zeit entstanden, so wäre zweifelsohne eine für den Betrieb günstigere Lösung der Maschinen-Disposition gefunden worden.» Wagner 1896, 45

74 «Zum Zwecke der Vermehrung der öffentlichen Brunnen, namentlich in den noch nicht mit solchen versehenen Quartieren, sowie überhaupt zur Vermehrung des disponiblen Wasserquantums wurde die Herleitung eines grössern Quantums Wasser aus dem Gebiete des Sihl- und des Lorzetales im Kanton Zug beschlossen.» Peter 1903, 4.

75 Am 11. Januar 1890 sandte die Maschinenfabrik Oerlikon dem Stadtgenieur Burkhard-Streuli einen von ihm verlangten Kostenvoranschlag zu für eine «Übertragung einer Kraft von 700 HP von Schaffhausen nach Zürich sowie eine Betriebskostenberechnung für eine

Trinkwasserversorgung, welche nacheinander gebaut worden waren, tauchten beim Zürcher Elektrifizierungsprogramm als «Bauperioden» auf. «Für die Ausführung der Beleuchtung sind drei Perioden in Aussicht genommen: innere Stadt in fünf Jahren, äussere Stadt ebenfalls in fünf Jahren, und sodann ein weiteres Gebiet», berichtete die Neue Zürcher Zeitung im August 1890 und wies gleichzeitig auf den bald notwendigen externen Kraftbezug hin. Für die erste Periode würde das Wasserwerk im Letten genügen, für die späteren müsste eine Ergänzung gesucht werden.⁷⁶

Zürich war in der parallelisierenden Behandlung von Wasser- und Stromversorgungen kein Einzelfall.⁷⁷ In Lausanne hatte man schon 1882 die erste schweizerische Lichtzentrale an das städtische Druckwassernetz angeschlossen.⁷⁸ Auch in Genf wurden die ersten elektrischen Dynamos im Maschinenhaus der städtischen Druck- und Trinkwasserversorgung auf dem «Pont de la Machine» installiert.⁷⁹ Ein zweiter «Maschinencluster» dieser Art entstand zwischen 1883 und 1886 wenige 100 m flussabwärts: «La Coulouvrenière» lieferte neben Trinkwasser aus dem Genfersee auch Druckwasser für kleine Wassermotoren und ab 1892 Strom für den Strassenbahnbetrieb Genfs.⁸⁰ Fast gleichzeitig bemühte sich die Berner Stadtverwaltung, ein neues Wasserkraftwerk zu bauen, mit der Absicht, einerseits Strom für elektrische Beleuchtung und andererseits Druckluft für die Berner Strassenbahnen liefern zu können.⁸¹ Man dachte also auch in Bern daran, ein multifunktionales Kraftwerk zu bauen.⁸² Tatsächlich kam es aber an den meisten Orten nicht zu dieser lokalen Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen, und wo sie vorkam, stellte sie oft nur ein Übergangsphänomen dar. Das anfängliche Zusammenfallen und anschliessende Auseinanderdriften von Versorgungsnetzen für Trinkwasser, Druckwasser, Druckluft, Strom und mit Drahtseilen übertragener Wasserkraft spricht jedoch ebenfalls für die These vom strukturellen und konzeptionellen Anschluss elektrotechnischer Praxis an den hydrodynamischen Erfahrungsschatz. Der direkte Anschluss an bestehende

solche Anlage». Kommission für die Vorbereitung des elektrischen Lichtes 1888–1890, Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 132 Vgl. auch Moser 1902. Süss 1902.

76 NZZ 241 II, 29. August 1890.

77 Vgl. auch Bürkli-Ziegler 1878.

78 Vischer 1994.

79 Favre 1923, 86. SBZ, 10. November 1888, 120–123.

80 Vgl. NZZ 147 B, 27. Mai 1891. Wyssling 1946, 178; Schnitter 1992, 150–15; Vischer 1988.

81 SBZ, 11. Juni 1892, 162–164. Eine Linie der Berner Strassenbahnen wurde 1891 für kurze Zeit mit Druckluft betrieben.

82 SBZ, 17. November 1888, 125. Druckluftanlagen wurden um 1890 als zukunftsweisende Einrichtungen für Kraftübertragungen gehandelt. Vgl. den Artikel der Neuen Zürcher Zeitung, der sich im Anschluss an eine freie Zusammenkunft einiger Mitglieder der gemeinnützigen Gesellschaft von Neumünster für den Druckluftbetrieb der Strassenbahnen ausgesprochen hat. In Bern habe man damit gute Erfahrung gemacht. NZZ 303 II, 30. Oktober 1891. Ähnlich argumentierte auch die Schweizerische Bauzeitung, SBZ, 15. Februar 1890, 37–38; vgl. ferner Will 1924, 7.

Anlagen mag an vielen Orten nicht realisierbar gewesen sein⁸³. Aber immerhin wurde das Wasserkraftwerk Maigraue bei Freiburg, das seit 1872 ein «ganzes Netz von Drahtseiltransmissionen mit etwa zwei Kilometern Gesamtlänge» sowie eine Trinkwasser- und eine Druckwasserversorgung betrieben hatte, 1890 stufenweise für die Generierung von Elektrizität umgebaut⁸⁴, und in Schaffhausen wurde 1887 ein Teil der seit 1866 betriebenen Drahtseilübertragung der Wasserwerkgesellschaft elektrifiziert; das in unmittelbarer Nähe des alten Rheinkraftwerks gebaute zweite Maschinenhaus bildete dann 1898, nach dem Übergang der Anlagen an die Stadt, den Ausgangspunkt für die schrittweise Elektrifizierung der Kraftübertragungseinrichtung auch des ersten Kraftwerks.⁸⁵

«Erfahrung und Übung, wie sie nur die Praxis geben kann»

Ende Juni 1885 reiste einer der einflussreichsten Technikpublizisten der Schweiz von Zürich nach Luzern, um an der Generalversammlung der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker einen Vortrag «Über den Studiengang des eine höhere Ausbildung anstrebenden Technikers» zu halten. Das Grundsatzerferat des Herausgebers der Schweizerischen Bauzeitung geriet zu einem regelrechten Klagegedicht über den Mangel an praxisorientierter Ausbildung schweizerischer Techniker. Waldner behauptete rundweg, Techniker hätten nach Abschluss ihrer Studien und «beim Eintritt in die Praxis die grösste Schwierigkeit [...], sich in derselben zurecht zu finden», ja sie bedürften «einer weiteren jahrelangen Lehrzeit», bis sie im Stande seien, «auch nur eine kleinere Aufgabe mit Geschick selbständig durchzuführen». Die Ausbildung des jungen Technikers, «der im practischen Leben erfolgreich wirken» wolle, könne sich deshalb nicht auf die theoretische Ausbildung allein abstützen, denn, «was die Unterordnung aller mitwirkender Kräfte unter eine einzige leitende Hand anbetrifft, wird er der Erfahrung und Übung bedürfen, wie sie nur die Praxis geben kann»⁸⁶.

Im Waldnerschen Klagegedicht ist die banale Abgrenzung der gutsituierten, erfahrenen Ingenieure und Techniker von ihrem jugendlichen Nachwuchs zu spüren. Dieser Generationenkonflikt wurde dadurch verstärkt, dass sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts im Zug der Professionalisierung

83 Eine solche Anschlussmöglichkeit studierte auch die Dorfbeleuchtungskommission Meiringen, allerdings nur um feststellen zu müssen, «dass man die nötige Wasserkraft nicht aus dem Trinkwasser gewinnen könne, sondern nur, indem man das Dorfbächli in einer Druckleitung fasse». Siehe Aus den Protokollen der Dorfgemeinde Meiringen, in: Der Oberhasler Nr. 39, 16. Mai 1950.

84 Schnitter 1992, 148–149.

85 Wyssling 1946, 175. SBZ, 27. Dezember 1902, 281.

86 Waldner 1885, 1.

der technischen Berufe eine formale Schulbildung so durchzusetzen begonnen hatte, dass junge Techniker und Ingenieure über erweiterte Möglichkeiten der Selbstdarstellung verfügten. Angesichts der zunehmenden Akademisierung ihrer Berufe erstaunt es daher nicht, dass es den ehemaligen Polytechnikern nicht nur in Luzern schwer fiel, mit den jungen, selbstbewussten Absolventen technischer Ausbildungsstätten umzugehen: Diese Schwierigkeiten zählten ganz einfach zu den Folgen jener beruflichen Selbstkontrolle, welche gerade die «alte Garde» mit Hilfe formalisierter Ausbildungsgänge hatte erreichen wollen.⁸⁷

Neben solchen, wenig überraschenden Motiven enthielt Waldners Gesang an der Luzerner Klagemauer allerdings auch Elemente, die ernster genommen werden sollten, nicht zuletzt deshalb, weil Waldner in seiner Beurteilung keineswegs allein stand. Verfolgt man die Äusserungen der 1880er und 1890er Jahre zur Ausbildung von Elektroingenieuren und -technikern, so stimmen sie fast durchweg mit Waldners Bilanz überein und teilen Waldners Bekenntnis zur praxisorientierten Ausbildung.⁸⁸ Da wurde etwa die «Praxis als eigentliche endgültige Lehrmeisterin» dargestellt oder in unterschwelliger Paradoxie gefordert, es müsse «jeder Electrotechniker, ehe er in die Praxis übergeht, practisch gearbeitet haben». Selbst jene Hochschulvertreter, die einem vertieften Studium der «Elektricität und des Magnetismus» das Wort redeten, damit ihre Studenten «die heute vorliegenden bereits ganz ausserordentlich complizirten Vorgänge rechnerisch und theoretisch verfolgen» könnten, erinnerten daran, «dass der Techniker Praxis haben» sollte und dass er als «Gelehrter der Electrotechnik [...] electricisch fühlen und denken» können müsse.⁸⁹

Tatsächlich stellt sich – auch in bezug auf technische Lernprozesse und Neuschöpfungen – die Frage, welcher Teil technischen Wissens und Könnens nur in der Praxis erworben werden konnte. Führt der praktische

87 Zur Institutionalisierung elektrotechnischer Ausbildung siehe Kap. 5, «Ein besonderes Kolleg über Elektrotechnik». Zum Konzept der Professionalisierung als sozialgeschichtliche Kategorie siehe Conze und Kocka 1983; zur Professionalisierung der Techniker und Ingenieure in der Schweiz siehe König, Siegrist, Vetterli 1985, 312–431; vgl. auch König 1995. Zur Akademisierung als Teil der Professionalisierung siehe das mit nur sehr vorsichtiger Selbstironie durchsetzte Gedicht «Doktor-Ingenieur», welches von der Schweizerischen Bauzeitung veröffentlicht wurde und das die neue Möglichkeit eines Ingenieurs, einen Dokortitel zu erwerben, zum Gegenstand hatte. SBZ, 21. April 1900, 174–175.

88 Dies ist ein Phänomen, das sich für andere technische Berufe bereits seit den 1870er Jahren beobachten lässt. König, Siegrist, Vetterli 1985, 313.

89 Dazu ausführlich: Bericht über die Verhandlungen 1892, welcher die Verhandlungen des internationalen Electrotechnikerkongresses nach stenographischen Aufzeichnungen enthält; stark zusammengefasst, jedoch «in möglichst wortgetreuer Weise», wurde die Debatte zwischen Werner von Siemens, Wilhelm Kohlrausch, A. Slaby und M. Rühlmann, Emil Rathenau, Eugen Hartmann und anderen wiedergegeben in: SBZ, 17. Dezember 1892, 157–158 sowie SBZ, 24. Dezember 1892, 164–167. Die Zusammenfassung mag von Waldner wiederum beeinflusst sein, ist aber im Wesentlichen das, was eine breitere «technische Öffentlichkeit» der Schweiz darüber vernehmen konnte.

Umgang mit Maschinen und Geräten möglicherweise doch, wie Waldner behauptete, zu einer Fachkompetenz, die an Schulen nicht zu vermitteln war? Ist die Rede vom «elektrischen Fühlen und Denken» mehr als nur der hilflose Versuch, in einem physio-psychologischen Ausdruck eine Erklärung dafür zu finden, was man heute ebenso ungelentk mit «tacit knowledge» umschreibt? Was konnte dies im Speziellen für die elektrotechnische Branche bedeuten? Fragen, die «von so vielen Nebenumständen» abhängen, «dass es unmöglich sein wird, darauf eine runde, nette Antwort zu geben»⁹⁰, damals wie heute.

Runde und nette Antworten bleiben vor allem aus einer doppelten heuristischen Problemlage heraus jenseits aller darstellerischen Möglichkeiten. Erstens liegt in der Untersuchung von biographischem Material die einzig gangbare Methode, etwas über die Bedeutung elektrotechnischer Praxis von Technikern und Ingenieuren zu erfahren. Die Quellengattung «Biographie», die in einem *curriculum vitae*, in einem Nachruf oder in einer hagiographisch verklärten Würdigung fassbar sein mag, ist aber selbstredend auch ein Teil dessen, was man als Diskurs zur Elektrifizierung zu bezeichnen hat. Wenn also beim nachfolgenden Vergleich einiger weniger Lebensläufe schweizerischer Elektrotechniker auch deutlich gemacht werden kann, dass die praktische Ausbildung durchaus eine wichtige Rolle gespielt hat, so kommt man jener Ebene, die wir mit Kuhn als normale technische Praxis umschreiben, dennoch nur bedingt näher.⁹¹ Die Betonung praktischer Erfahrung in Lebensläufen hat mit der berufsständischen Konstruktion von Normalbiographien und der Entwicklung eines Elektrotechniker-Habitus ebensoviel zu tun, wie sie auf den tatsächlichen Stellenwert technischer Praxis schliessen lässt.

Eine zweite Schwierigkeit liegt darin, dass die Quellenlage zu einer Beschränkung auf «Elektropioniere»⁹² zwingt. Eigentliche kollektivbiographische Studien liegen für Ingenieure und Techniker, und seien es auch nur jene der Elektrobranche, in weiter Ferne.⁹³

Diese doppelte Problemlage verdeutlicht gleich das erste biographische Beispiel. Charles Brown ist nicht nur der berühmteste und am besten dokumen-

90 Waldner 1885, 1.

91 Kuhn 1988 passim. Praktische Erfahrung scheint bei den Technikern im Untersuchungszeitraum merklich zugenommen zu haben. Siehe König, Siegrist, Vetterli 1985, 317.

92 Das Wort «Elektropionier» verweist mit seinen Anführungszeichen auf eine in der schweizerischen Technikgeschichte dominierende Literaturgattung, etwa die vom Verein für wirtschaftshistorische Studien herausgegebene Reihe «Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik»; vgl. auch Beiträge der Schweiz zur Technik 1991 und die von Hans Wüger betreute Rubrik «Pioniere der Elektrotechnik» im Bulletin SEV/VSE.

93 Selbst bei relativ günstigen Ausgangslagen ist das Aufwand-Ertragsverhältnis kollektivbiographischer Studien sehr ungünstig. Wo nicht wenigstens – wie bei Generalstabsoffizieren oder professionalisierten bildungsbürgerlichen Berufen (Pfarrer, Ärzte, Advokaten) – staatliche Beförderungs-, Besoldungs- oder Zulassungslisten als Ausgangsdatenbanken zur Verfügung stehen, unterschreitet der kollektivbiographische Ansatz einen sinnvollen Grenzertrag von Forschungsmitteln.

tierte unter den «Elektropionieren», er ist auch zum Idealtyp des schweizerischen Elektrotechnikers geworden. Einerseits ist es deshalb relativ leicht, etwas zu seiner Ausbildung und zu seinem Werdegang zu sagen – er selber hat es immer wieder und gerne getan –, andererseits verbaut gerade diese Tatsache den Blick auf seine praktische Ausbildung, da sich Berichte über Browns Laufbahn weitgehend auf dessen Selbstdarstellungen stützen müssen: «Mr. Brown, with great liberality and fairness, has put at the writer's disposal most of the material that forms the structure of this article», schrieb dazu Behrend im Jahr 1901.⁹⁴ Wir müssen deshalb Browns Lebenslauf auch als ein Beispiel für das öffentliche Erscheinungsbild lesen, in das die Elektrotechniker des ausgehenden 19. Jahrhunderts ihren elektrotechnischen Habitus und ihre Professionalisierungsstrategie eingearbeitet haben.⁹⁵

Wie sehr es Brown daran gelegen war, sich zum Muster für andere Lebensentwürfe zu stilisieren, zeigt der folgende kurze Lebenslauf, den er im Dezember 1890 an den Verleger Tucker in London gesandt hat: «Mr. Brown was educated at the Gymnasium and the Technical School at Winterthur. After serving a one year's apprenticeship at Mr. Bürgin's establishment in Basle, he organized a small electrical department at the Schweizerische Locomotiv- und Maschinenfabrik at Winterthur. Then he entered at the Engins Works of Oerlikon where, after a two year's work he was appointed as the managing Director of the wellknown electrical department of the said firm, in which position he is still remaining now»⁹⁶

Brown wählte die Worte sehr sorgfältig aus, mit denen er seinen Werdegang in der Öffentlichkeit beschrieben haben wollte. Allein der Umstand, dass er nicht in der ersten Person schrieb, sondern sich selber als «Mr. Brown» bezeichnete, deutete darauf hin: Tucker sollte am Wortlaut des Lebenslaufes auch nicht das kleinste Detail ändern müssen. Wir werden sehen, dass er dabei ein Muster formte, das den «biographischen» Habitus eines idealtypischen Elektroingenieurs beschrieb.⁹⁷ Die Ausgangslage stellte die Verbindung von Gymnasium und Technikum dar, also ein solides Fundament bürgerlich-humanistischer Bildung einerseits und formaler technischer Ausbildung andererseits. Dazu musste nun die Praxis hinzukommen: «Wer mit einer gründlichen humanistischen Bildung ausgestattet, sich mitten in seinen künftigen Beruf versetzt sieht, selber mit Hand anlegen muss, dem dürften innert Jahresfrist die Augen aufgehen, ob er für dieses Fach, ob dieses für ihn passt. [...] Eine Lehrzeit von 1, höchstens 2 Jahren genügt [...]. Die practische

94 Behrend 1901, 809. Lang 1992, 94.

95 Zur Professionalisierung elektrotechnischer Berufe siehe auch Kap. 5, «Ein besonderes Kolleg über Elektrotechnik».

96 Brief an George Tucker, Publisher, Salisbury Court, Fleet Street, London, in: Ms. Brown, 3. Dezember 1890, 297.

97 Den Ausdruck «idealtypischer Elektroingenieur» verwende ich hier im Sinne von Max Webers Idealtypus. Vgl. Weber 1980, 9–11.

Lehrzeit soll in einer mittelgrossen mechanischen Werkstatt erfolgen.⁹⁸ So lautete das Rezept. Bei Brown erfolgte die Praxis in einer einjährigen Lehre in der mittelgrossen mechanischen Werkstatt von Emil Bürgin, in der seit der Mitte der 1870er Jahre Minenzünder, Dynamos und Bogenlampen hergestellt worden waren.

Die brennendste Frage an den Lebenslauf war nun jene, ob und wie Brown humanistische Bildung, technische Ausbildung und handwerkliche Praxis hatte integrieren können. Die Antwort blieb nicht aus, ja der Hinweis auf die Lehre bei Bürgin diente nur zur Vorbereitung der Erwähnung dieser Integrationsfähigkeit: «he organized», und zwar gleich die – allerdings kleine⁹⁹ – elektrotechnische Abteilung einer der bedeutendsten Maschinenfabriken der Schweiz. Erinnern wir uns der Worte Waldners in Luzern: Zur «Unterordnung aller mitwirkender Kräfte unter eine einzige leitende Hand [...] wird er der Erfahrung und Übung bedürfen, wie sie nur die Praxis geben kann».¹⁰⁰ Weil die SLM eine zu kleine elektrotechnische Abteilung hatte, kam nun in Browns *curriculum vitae* nach der ersten Erfahrung als Organisator eine Ausdehnung der Praxis, «a two year's work» als Ingenieur in der Maschinenfabrik Oerlikon eben; erst jetzt war Brown dort angekommen, wohin es die meisten Ingenieure gezogen haben mag, in die Position eines leitenden Direktors, der eine Vielzahl von Patenten besass, internationale Auszeichnungen erhielt und dessen Name in der Öffentlichkeit durch Pioniertaten bekannt wurde: «His name became first public by the now wellknown Solothurn-Kriegstetten electric transmission of power in Switzerland, by which installation he proved that electric transmission of power was practically possible and which was the issue of a great number of such utilizations of hydraulic powers at great distances. He took out a good number of patents on improvements on dynamos, arc lamps, governors a. s. f. At the last Paris International Exhibition the only Grand Prix allowed to dynamomachines was decerned to his dynamos.»¹⁰¹ So hat sich Charles Brown seit 1890 dargestellt haben wollen. Mit gutem Erfolg übrigens: Bei Behrend tönte es rund 10 Jahre später fast identisch, und bei Lang – rund 100 Jahre später – ebenso.¹⁰²

98 SBZ, 17. Juli 1886, 13–14.

99 Was hier wohl als Understatement gemeint war und den Kontrast zur Arbeit in der MFO erhöhen sollte, entsprach allerdings den nüchternen Tatsachen. Die SLM war keine bedeutende Herstellerin von elektrotechnischen Ausrüstungsgütern.

100 Waldner 1885, 1.

101 Brief an George Tucker, Publisher, Salisbury Court, Fleet Street, London, in: Ms. Brown, 3. Dezember 1890, 297. Zu den Patenten siehe Browns private Bemerkung in seinem Brief an E. P. Jackson in Manila: «Patente habe jetzt schon bald gegen 10 Stück und in 2–3 Jahren voraussichtlich das 10fache, ob etwas dabei werde ist eine andere Sache.» Ms. Brown, 27. Januar 1886, 18–19. Aufgrund der von Lang 1992, 89 publizierten Patentliste Browns ist allerdings davon auszugehen, dass Brown hier stark übertrieben hat.

102 «Born in Winterthur on June 17, 1863, Mr. Brown, after one year's apprenticeship in M. Burgin's shops in Basle, organized a small electrical department at the locomotive

Ob nun Brown bei Emil Bürgin oder anderswo «elektrisch fühlen und denken» gelernt hat, ist eine Frage, die so weder zu stellen noch zu beantworten ist. Wir können nur sagen, dass es bei Bürgin zweifellos viel zu lernen gab, ja dass Bürgin spätestens seit Webers Landesausstellungsbericht von 1884 für manche zum Ursprung elektrotechnischen Wissens in der Schweiz schlechthin geworden war.¹⁰³ Deshalb wurde Brown nicht nur durch die Arbeit, sondern ebenso sehr durch den *Hinweis seines Lebenslaufes* auf die Lehre in Bürgins Werkstatt zu einem «praktisch erfahrenen Elektrotechniker», der über «eine scharfe und tiefe Einsicht in die Prinzipien verfügte, die an der Wurzel aller elektrotechnischer Entwürfe lagen».¹⁰⁴ Was Charles Brown aus der Bürginschen Werkstatt nach Winterthur und von dort nach Oerlikon brachte, war das, was sich als habituellem Topos elektrotechnischer Praxis herauszubilden begonnen hatte; was Théodore Turrettini bei Siemens in Berlin und bei Edison in Menlo Park erwarb,¹⁰⁵ was den adoleszenten René Thury im Atelier der «Société genevoise pour la construction d'instruments de physique» beeindruckte, wo Emil Bürgin auftauchte und dem angesehenen Turrettini einige fundamentale Hinweise im Umgang mit Dynamos gab.¹⁰⁶ Und es war schliesslich auch das, was derselbe René Thury zwischen 1879 und 1882 in den Laboratorien Edisons erworben hatte.¹⁰⁷ Allerdings war der Habitus des Elektrotechnikers nicht einfach dem gleichzusetzen, was in gefährlichen, lärmigen und verschmutzten Fabrikhallen gesehen, gerochen, gespürt und gelitten wurde.¹⁰⁸ Das im Lebenslauf nachskizzierte

works in that city. Hardly 21 years old, he was engaged by the Oerlikon Engineering Works, becoming two years later director of the electrical department. From this time dates his career whose fruits have excited the unanimous admiration of electrical engineers all over the world.» Behrend, *Electrical World*, 16. November 1901, 809. Ähnlich auch Lang 1991, 6–7; Lang 1992, 23–24.

- 103 «Denn einmal ist die Bürginsche Maschine das früheste schweizerische Product im Felde der Dynamomaschinen, – ihre erste Ausführung fällt in die Mitte der Siebenzigerjahre – sodann hat Bürgins Maschine vor allen übrigen schweizerischen Maschinen die weiteste Verbreitung gefunden.» Weber 1884b, 37. «In Schaffhausen, Oerlikon und an andern Orten hat die Firma Bürgin & Alioth elektrische Arbeitsübertragungen kleineren Styls eingerichtet.» Weber 1884b, 55. Vgl. dazu auch Wyssling 1946, 22.
- 104 «His modern work, evincing a keen penetrative insight into the principles that lie at the root of all electrical designs, stands out prominently among that of other engineers through its boldness, through its careful electrical design, and through its fine and graceful constructions.» Behrend, *Electrical World*, 16. November 1901, 809. Hervorhebung D. G.
- 105 Théodore Turrettini berichtete am 10. November 1880 aus New York: «Je vais maintenant tous les jours à Menlo-Park pour étudier l'affaire à fond. Les essais en grand vont commencer dans une huitaine de jours avec les machines actuelles. Il y aura environ 600 lampes brûlant à la fois. Le succès me paraît absolument assuré, car la lumière est parfaite comme douceur et régularité.» Favre 1923, 43.
- 106 Rudhardt 1930, 8.
- 107 René Thury arbeitete 1879 in Menlo Park im Laboratorium von Edison. Ab 1882 stellte er in der «Société Genevoise pour la construction d'instruments de physique» getreue Kopien von Edisonmaschinen her. Vgl. Weber 1884b, 43 und Wyssling 1946, 4.
- 108 Zu den industriellen Arbeitsbedingungen in der Schweiz zwischen 1880 und 1914 siehe Wiedmer 1989.

Muster von biographischen Bedingungen und Freiheiten konnte durchaus auch im Büro und im Zeichensaal rekonstruiert werden. Wichtig war nur, dass man dabei den Finger auf eine wie auch immer geartete «praktische Erfahrung» legen konnte.

Das *curriculum vitae* in Kurzform, welches Walter Boveri fast zur selben Zeit wie Charles Brown verfasste – nicht, um es einem Verleger zu senden, sondern um sich bei Schuckert in Nürnberg als Techniker zu empfehlen und sich allenfalls von Brown lösen zu können –, erfüllte genau diese Anforderung.¹⁰⁹ «Meine Thätigkeit in Oerlikon war im Verlauf der Jahre eine ziemlich vielseitige», schrieb Boveri im Sommer 1889 nach Nürnberg. «Nachdem ich mit dem Jahr 1885 meine praktische Beschäftigung als Arbeiter, Monteur und Maschinist beendet hatte, war ich auf dem Bureau anfangs mit Zeichnen und mit Anfertigen der gewöhnlichen Kostenvoranschläge beschäftigt. Allmählig erhielt ich die Führung fast aller, besonders der wichtigen, schriftlichen Arbeiten, welche einen vollständigen orientierten Techniker erforderten. Ich nahm hiezu Angaben und Rathschläge bezüglich grosser Projekte, vollständige Ausarbeitung und Kalkulation solcher, Abfassung aller von Oerlikon ausgegebenen Betriebsreglements, Abfassung von Patentschriften, Aufsätzen für Zeitschriften, Gutachten und was sonst in diese Sparte einschlägt. Zu diesen Arbeiten hinreichend orientiert war ich durch fortwährend-vollständige Kenntnis alles dessen, was sich in der Konstruktion befand, durch meine Beteiligung bei allen im Geschäft angestellten Versuchen und endlich durch meine zweite Hauptthätigkeit, welche ausserhalb des Geschäftes zu suchen ist. Die meisten Ausführungen der grossen Montagen leitete ich persönlich, die kleinen von Monteuren selbständig geführten [...] besuchte ich gewöhnlich zum Schlusse behufs Inbetriebsetzung der Anlagen.»¹¹⁰

Boveri liess in diesem Fall die Grundlagen seiner Ausbildung gleich weg, das Gymnasium in Bamberg und die Königliche Maschinenbauschule in Nürnberg hatten hier keinen Platz, weil *Praxis* allein gefragt war. Er erwähnte deshalb seine «praktische Beschäftigung als Arbeiter, Monteur und Maschinist», die er 1885 in der Maschinenfabrik Oerlikon absolviert hatte!¹¹¹ Wie Brown stand Boveri also ein Jahr in der Montagehalle, bei den Maschinen, unter den Arbeitern. Seine spezielle praktische Erfahrung wollte er jedoch im «Bureau», beim Zeichnen, beim Ausarbeiten der Kostenvoranschläge, bei der Abfassung von Patentschriften, Gutachten und Aufsätzen angesiedelt wissen,

109 «Denn meine Absicht ist keineswegs für immer angestellter Techniker zu bleiben, sondern ich möchte es womöglich zu einem eigenen oder wenigstens zu einem von mir geleiteten Geschäfte, an dem ich beteiligt bin, bringen.» Walter Boveri an Gottl. Nabholz in Moskau, Ms. Boveri, 28. September 1887, 5.

110 Brief an die Herren Schuckert & Cie, Kommanditgesellschaft in Nürnberg, Ms. Boveri, 18. Juli 1889, 151–154.

111 Lang 1992, 61.

was ihn von der Praxis nicht entfremdet habe, da er über eine «fortwährend-vollständige Kenntnis alles dessen, was sich in der Konstruktion befand», verfüge. Boveri kannte die elektrotechnische Abteilung der MFO so gründlich wie ausser ihm nur noch deren Chef Charles Brown. Mit diesem Wissen und Können kokettierte Boveri nun bei Schuckert. Wir können dies als explizites Angebot für einen «Wissenstransfer» von Oerlikon nach Nürnberg (Industriespionage) bezeichnen; wir können daraus aber auch den Schluss ziehen, dass praktisches elektrotechnisches Wissen und Können auch im Bereich des technischen «Bureaus» zu finden war. Was Boveri in seiner langen Liste von Arbeiten umschrieb, von den Versuchen in der Werkstatthalle über das Anfertigen von Zeichnungen und Kostenvoranschlägen oder Patentschriften bis hin zur Aufsicht über die Montage einer Anlage, gehörte ebenso zum elektrotechnischen Habitus wie seine Erfahrungen in der Montagehalle der Maschinenfabrik Oerlikon.

Immer wieder trifft man schliesslich in den Biographien der «Elektropioniere» neben der Betonung praktischer Erfahrung auch auf das Phänomen der *Rekombination unterschiedlicher Wissensbestände*. Erfolgreiche elektrotechnische Praxis konnte ihren Ausgangspunkt dort haben, wo im Verlauf einer individuellen Karriere Wissensbereiche kombiniert wurden, oder sie gründete sich auf Assoziationen und Kooperationen unterschiedlich ausgebildeter Elektrotechniker. Während eine erste Generation von Elektrotechnikern am Übergang von einem Wissensbereich in den sich formierenden neuen selber beteiligt war, schuf sich die zweite Generation von «Pionieren» eine kritische Masse technischen, kaufmännischen, wissenschaftlichen und praktischen Know-hows durch die Verbindung individuell spezialisierten Wissens in Partnerschaften. Weber, Bürgin, Turrettini, Hipp, Bürkli-Ziegler und Amsler-Laffon, um nur einige wenige zu nennen, hatten vor ihrer Beschäftigung mit der Starkstromtechnik einen hohen Grad an Spezialisierung in Physik, Feinmechanik, Wasserbau, Telegrafentechnik oder der Herstellung von Präzisionsinstrumenten erworben. Dieser Hintergrund technischen Wissens wurde bei den zwischen 1860 und 1865 geborenen «Elektropionieren» Thury, Brown, Kummler, Huber-Stockar, Boveri, Behn-Eschenburg, Tissot und Wyssling einerseits durch «Fabrik- und Wanderjahre» und andererseits durch die Verbindung mit geeigneten Geschäftspartnern sowohl vertieft als auch ausgeweitet.¹¹²

Brown und Boveri sind dafür schöne Beispiele, weil beide zunächst ähnliche Ausbildungsgänge absolviert hatten und dann in der Praxis eigene Wis-

112 René Thury wurde als ältester dieser Generation 1860 geboren, Walter Wyssling 1862, Charles Brown und Hermann Kummler 1863, Eduard Tissot und Hans Behn-Eschenburg 1864 und Emil Huber-Stockar und Walter Boveri 1865. Sie waren somit alle in der zweiten Hälfte der 1880er Jahre voll ausgebildete Elektroingenieure. Siehe Rudhardt 1930; Lang 1992; Staffelbach 1943; Epprecht 1946; Schweizer Lexikon Bd. 1 1993, 458; Bulletin SEV/VSE (65), 30. November 1974.

sensprofile erwerben, die sie 1891 bei der Gründung ihrer Firma in Baden erfolgreich zu kombinieren wussten.¹¹³

Die von Hermann Kummler erzählte Vorgeschichte seiner Firma deutet in dieselbe Richtung. Im März 1889 gründete Hermann Bäurlin in Aarau eine elektrotechnische Werkstätte und empfahl sich «für alle in das Gebiet der Elektrotechnik einschlagenden Arbeiten, wie Anlagen für Beleuchtung und Kraftübertragung, Einrichtung von galvanoplastischen Anstalten etc. Er erwähnte speziell, dass langjährige Praxis in den grössten elektrotechnischen Anstalten, wie auch vorzügliche Einrichtungen ihn in den Stand setze, in jeder Hinsicht dem neuesten Stande der Elektrotechnik entsprechende Anlagen zu liefern. [...] Er hatte das Glück, als Werkmeister einen in der Feinmechanik, speziell Zirkelfabrikation tätigen Mann zu engagieren, Herrn Johann Ott von Biberstein, [...] der in der Folge der Unternehmung durch alle Phasen durch in 45jähriger Tätigkeit als fleissiger, treuer, um das Geschäft besorgter, exakt arbeitender, in allen Fragen der Feinmechanik Bescheid wissender Mitarbeiter stets geschätzt wurde.¹¹⁴ Diese Kombination von Bäurlins elektrotechnischem Wissen und Können, das er in «langjähriger Praxis in den grössten elektrotechnischen Anstalten» erworben hatte, und Johann Otts feinmechanischem Wissen und Können wurde nur zwei Jahre nach der Firmengründung durch Hermann Kummlers in Banklehre und jahrelanger kaufmännischer Praxis in Brasilien erworbenem Wissen und Kapital ergänzt.¹¹⁵

Solche Kombinationen unterschiedlicher Wissensbestände gehörten zu den Grundvoraussetzungen erfolgreicher Unternehmen der Elektrobranche. Firmennamen wie «Bürgin & Alioth», «De Meuron & Cuénod» bzw. «Cuénod, Sautter & Cie.», «Huber & Suhner», «Kummler & Matter», «Sprecher & Schuh», «Stirnemann & Weissenbach» und andere symbolisierten ausser den finanziellen Beteiligungen auch die Herkunft innovativen Humankapitals eines Unternehmens. Dass in den genannten Firmennamen diese symbolische Bedeutung mitschwang, zeigen die Alternativen wie «Elektra AG», «Therma

113 Mit dem Eintritt Fritz Funks in die Firma wurde auch dem kaufmännischen Wissen Gewicht beigemessen. Das Trio Brown, Boveri und Funk war eine Allianz unterschiedlicher, sich ergänzender Wissensbestände. Vgl. den Brief von Boveri an Fritz Funk: «Mein lieber Fritz, Aus deinem freundlichen Schreiben vom 11. d. entnehme ich mit Vergnügen, dass du Lust hast, dich unter dem von mir vorgeschlagenen Modus mit uns zu vereinigen, auch mein Socier Brown ist sehr davon begeistert, einen Kaufmann wie dich im Geschäfte zu haben.» Ms. Boveri, 14. Februar 1891, 235. Zur Rolle Browns in diesem Trio schrieb Boveri, dass sein «Associer Brown jedenfalls als der bedeutendste, gegenwärtige Konstrukteur auf unserem Gebiete in Europa angesehen werden» müsse. Ms Boveri, 21. Februar 1891, 239.

114 Kummler S. 1. Zu Hermann Kummler (1863–1949) vgl. auch Bulletin SEV/VSE (65), 30. November 1974. Für die Überlassung einer Fotokopie des Typoskripts von Hermann Kummler danke ich der Firma Kummler & Matter, Zürich.

115 «Da Herr Bäurlin keine eigentliche Buchhaltung führte, sondern alles in seinem Notizenbüchlein eintrug, musste vor meiner Entscheidung zur Association ein Inventar aufgenommen werden und eine Buchführung angelegt werden.» Kummler S. 3.

AG», «Motor AG», «Kabelwerke Brugg AG» oder, betont nüchtern, einfach «Glühlampenfabrik», etwa mit der Zusatzbezeichnung «Aarau», «Gloria», «Gmür», «Hard», «Rigi» oder «Zug».¹¹⁶

Auch in der Biographie von Walter Wyssling, dem wichtigsten elektrotechnischen Hochschullehrer der Schweiz, lässt sich ein Duktus feststellen, welcher die Rekombination von Wissensbeständen auf dem Hintergrund praxisbestimmter Ausbildung betont.¹¹⁷ Nach dem Besuch des Realgymnasiums absolvierte Wyssling, als Teil seiner «praktischen Schulung», eine Metallarbeiterlehre, studierte Mathematik und Physik am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich und wurde nach dem Abschluss seiner «Experimente über Wärmeleitung von Gasen» zunächst Assistent für technische Mechanik. Erst dann wandten sich «seine Fähigkeiten und sein Sinn für Realitäten intuitiv von der reinen Mathematik weg in die neue Technik», um über die Praxis als Elektroingenieur bei der Zürcher Telephongesellschaft (1884) und die Arbeit als jugendlicher Cheffingenieur der Elektrotechnischen Abteilung der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik (1888) zurück ans Eidgenössische Polytechnikum zu finden. Wyssling erhielt dort 1891 seinen ersten Lehrauftrag und wurde 1896 Professor für angewandte Elektrizität. Dank seiner gleichzeitig wahrgenommenen Tätigkeit als Ingenieur, Bauleiter und Direktor des Zürcher Elektrizitätswerks sowie als Direktor des Elektrizitätswerks an der Sihl (1893–1908) war er, noch mehr als Charles Brown, die grosse Figur der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Seine Karriere war die des perfekten und idealen Elektrotechnikers, nicht zuletzt deshalb, weil er es, wie es in einer biographischen Notiz hiess, «wie wenige [verstand], die Schüler *mit dem Wesen der Technik* vertraut zu machen. *Fern von blasser Theorie* verlangte er, wie die harte Wirklichkeit es will, kompromisslose Genauigkeit und Wahrheit. *Aus tiefer Einsicht heraus* lehrte er das, worauf es ankam [...]».¹¹⁸ Diese «tiefe Einsicht» hatte bereits Brown beansprucht – *a keen penetrative insight* into the principles that lie at the root of all electrical designs.¹¹⁹ Dass man in der biographischen Darstellung Browns und Wysslings «tiefe Einsicht» mit ihrem praktischen Können kombiniert haben wollte, gehörte seit den Diskussionen um die «richtige» Ausbildung von Ingenieuren zu den Gemeinplätzen elektrotechnischer Rede.¹²⁰ So wenig sich «tacit knowledge» oder «praktisches Wissen» nach Ansicht der 1885 in Luzern versammelten ehemaligen Polytechniker in akademischen Ausbildungs-

116 Siehe dazu Wyssling 1946, XXVII–XXVIII.

117 Vgl. auch den Ausbildungsgang von Eduard Tissot, der 1885 am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich ein Maschineningenieurdiplom erwarb, anschliessend eine Dissertation über Wechselstrommaschinen an der Universität Zürich schrieb (1890), um dann, nach Praktika in verschiedenen Firmen und einem Aufenthalt in England, in die Genfer Compagnie de l'Industrie électrique einzutreten. Schweizer Lexikon Bd. 6, 1993, 270–271.

118 Epprecht 1946, 18. Hervorhebungen D. G. Siehe auch Schmid 1958.

119 Vgl. oben, S. 164, Anm. 104.

120 SBZ, 31. August 1895, 56.

gängen vermitteln liess, so sehr entzieht es sich auch unserem Zugriff immer wieder. In den biographischen Notizen begegnet man deshalb im Grunde genommen bloss der einfachen Behauptung, *dass* die Ingenieure und Techniker «Erfahrung und Übung» erworben haben, «wie sie nur die Praxis geben kann».

«Das Verständnis beim Publikum erleichtern»

Das Systemsyndrom, die Anschlussfähigkeit der Elektrotechnik in lokalen Technikkontexten, sowie der Aufbau einer praktischen Fachkompetenz bei Ingenieuren und Technikern definierten auf je eigene Weise das Feld der Bedingungen elektrotechnischer Praxis in der Schweiz. Ohne das Moment des Aufbaus alltagsbezogenen Wissens und Könnens bei den Konsumenten elektrischer Energie bliebe die Bestimmung des elektrotechnischen Habitus jedoch unvollständig. Die nachfolgenden Überlegungen zielen deshalb auf eine Klärung der Frage ab, wie elektrotechnisches Wissen so hatte popularisiert werden können, dass es bei (potentiellen) Abonnenten elektrischer Energie bzw. bei den für die Errichtung kommunaler Werke entscheidenden Stimmbürgern zu einer handlungsrelevanten Vertrautheit mit Elektrotechnik geführt hat.¹²¹ Dabei ist der Aufbau jener Vertrautheit mit elektrotechnischen Begriffen und Artefakten zu beschreiben, die aus populärwissenschaftlichen Vorträgen, Presseartikeln und Ausstellungen herausgewachsen ist. Eine ganze Reihe scheinbar naheliegender Begriffe wie Marketing, Propaganda, Öffentlichkeitsarbeit oder Aufklärung stünde dafür zur Verfügung. Sie reichen jedoch für die Erfassung der hier zu diskutierenden Problematik nicht aus, weil sie eine zu einfache Vorstellung von Konsumentenmanipulation beinhalten. Dass öffentliche Meinungen und damit auch technische Öffentlichkeiten im Verlauf der Elektrifizierung der Schweiz oft nachhaltig manipuliert worden sind, steht ausser Zweifel. Damit den gesamten Aufbau einer begrifflichen und artefaktischen Alltagskompetenz umschreiben zu wollen, hiesse jedoch, diskursive Spielräume, Modifikationen von Interpretationen und Adaptationen an den jeweiligen praktischen Kontext von vornherein auszuschliessen und damit die Möglichkeit zu verlieren, den Aufbau von technischer Alltagskompetenz als kollektiven Lernprozess zu denken. Darüber hinaus – und scheinbar paradoxerweise – schafft auch erst

121 Vertrautheit verstehe ich hier im Sinne Luhmanns als «Voraussetzung für Vertrauen wie für Misstrauen, das heisst für jede Art des Sichengagierens in eine bestimmte Einstellung zur Zukunft. Nicht nur günstige Aussichten, sondern auch Gefahren bedürfen einer gewissen Vertrautheit, einer sozial konstituierten Typizität, um ein vertrauensvolles oder misstrauisches Hineinleben in die Zukunft zu ermöglichen.» Deshalb können Vertrautheit und Vertrauen als «komplementäre Mittel der Absorption von Komplexität» verstanden werden. Luhmann 1973, 19–20.

der Verzicht auf eine rein manipulatorische Fassung des Diskursbegriffes die Möglichkeit, tatsächlich vorhandene Einflussgefälle bei der Ausgestaltung und Wirkung des elektrotechnischen bzw. elektrowirtschaftlichen Diskurses auszumachen und gleichzeitig darauf zu verzichten, von einer zentral gesteuerten Formierung von Perzeptionsweisen ausgehen zu müssen.

Dazu ein Beispiel: Ende Januar 1895 veranstaltete der Gewerbeschulverein Zürich einen Vortragsabend über Elektrizitätslehre. Johannes Pernet, seit 1890 Professor für Experimentalphysik am Eidgenössischen Polytechnikum, hatte sich für den Abend verpflichten lassen. Im Vorlesungssaal des Physikgebäudes richtete er einige elektrische Apparate für allgemeinverständliche Experimente ein und wartete auf seine Zuhörer. Was aber dann passierte, dürfte selbst die kühnsten Erwartungen des Vortragenden übertroffen haben: Die Zürcher stürmten beinahe den Vorlesungssaal – unzählige Interessierte fanden sich vor den Türen wieder, ohne auch nur einen einzigen elektrischen Lichtbogen gesehen zu haben. Johannes Pernet musste seinen Vortrag am selben Abend und an den nachfolgenden Wochenenden wiederholen.¹²²

In der Neuen Zürcher Zeitung hiess es wenige Tage später: «Wie sehr solche populär-wissenschaftliche Vorträge ein Bedürfnis sind, beweist dieser Versuch. [...] Es ist erfreulich zu sehen, dass unsere junge Arbeiterschaft doch nicht bloss Sinn und Lust für Jass und Sport oder für politische Agitationen hat. Herr Pernet versteht es auch, seine Zuhörer durch anschauliche, jedermann leicht verständliche Vortragsweise zu fesseln. Von den vortrefflichen Apparaten und Einrichtungen seines Hörsaales unterstützt, gab er dem sehr gemischten, aus Leuten aller Stände und Bildungsstufen zusammengesetzten Publikum in gelungenen Experimenten *einen klaren Begriff von den Elementen der Elektrizitätslehre.*»¹²³

Ähnlichen «volkstümlich und fasslich gehaltenen» Vorträgen sind wir bereits im Zusammenhang mit der Frankfurter Elektrizitätsausstellung von 1891 begegnet.¹²⁴ Ihre Bedeutung auch für den Aufbau einer breiten begrifflichen Alltagskompetenz im praktischen Umgang mit Elektrotechnik kann nicht überschätzt werden. Vielleicht besser als bei den von Firmen der Elektroindustrie organisierten Publikumsereignissen der Frankfurter Ausstellung erkennt man hier, dass die Veranstaltung weder eine firmenspezifische Propaganda- oder Marketingaktion, noch ein Akt der Öffentlichkeitsarbeit von staatsorganisierten Verbänden der Elektrizitätswirtschaft war. Johannes Pernets «Volkshochschule» wurde vielmehr von drei ganz verschiedenen und trotzdem konvergierenden Interessen getragen. Erstens zählte dazu das vom Gewerbeschulverein artikulierte und repräsentierte Bedürfnis des gewerblichen Mittelstandes nach Hintergrund- und Orientierungswissen im Hin-

122 NZZ 21 A2, 21. Januar 1895.

123 NZZ 24 M, 24. Januar 1895. Hervorhebung D. G.

124 SBZ, 23. Mai 1891, 134. Vgl. Kap. 3, Die Frankfurter elektrotechnische Ausstellung.

blick auf Anwendungsofferten moderner Spitzentechnik. Zweitens manifestierte sich das (überraschend grosse) Interesse des «Publikums» und der Stimmbürger an spektakulären Demonstrationen einer Technik, die immer mehr in den Wahrnehmungsbereich alltäglicher Lebenswirklichkeit drang und die eine neue Art begrifflicher Kompetenz erforderte. Drittens schliesslich ist das Interesse des akademischen Wissenschaftsbetriebs zu nennen, der den eigenen Legitimationsgrad durch Verständigungs- und Verständnisbrücken aus seinen Laboratorien hinaus in den Raum technischer und politischer Öffentlichkeit erhöhen wollte, um damit Ausbildungs- und Forschungsarbeiten an den von der öffentlichen Hand finanzierten «vortrefflichen Apparaten und Einrichtungen» seiner Hörsäle zu rechtfertigen.¹²⁵

Pernets Vorträge können also nicht unter dem Aspekt manipulatorischer Öffentlichkeitsarbeit abgehandelt werden, und sie waren, zumindest in ihrer Spiegelung in der Presse, frei von firmenspezifischer Reklame. Als populärwissenschaftliche Vorträge zur Elektrizität knüpften sie vielmehr an eine über 100jährige Tradition von Elektrizitätsspektakeln an, welche in unterhaltender Form unsichtbare Elektrizität sichtbar machten. Seit dem 18. Jahrhundert gehörten die Entladungen von Leydener Flaschen¹²⁶ und die prikkelnde oder im wahrsten Sinne des Wortes haarsträubende Begegnung mit statischer Elektrizität zum festen Bestandteil von Salonvergnügen, spiritua- listischer Sitzungen und Experimentalvorträgen gelehrter Gesellschaften. Louis XV. etwa hielt sich in der Person des Geistlichen Nollet einen Elektrizitäts- priester,¹²⁷ und der weit ins 19. Jahrhundert hinein virulent gebliebene Mesmerianismus pflegte mit einer skurrilen Mischung von magnetischen und elektrostatischen Experimenten seine Anhänger in Bann zu schlagen.¹²⁸ Bei Pernet dagegen, am Ende des 19. Jahrhunderts, waren diese Veranstaltungen

125 Denselben Zweck dienten auch Berichte in der Schweizerischen Bauzeitung. «Electrotechnische Vorlesungen nützen indess sehr wenig, wenn sie nicht mit electricischen und electrotechnischen Arbeiten im Laboratorium verwoben sind. Gleich mit Einführung dieser genannten zwei grössern electrotechnischen Vorlesungen ist deswegen ein specifisch electricches Laboratorium an unserer Schule eingerichtet worden, das sich, Dank der höchst einsichtigen und selten liberalen obersten Verwaltung der Schule, von Semester zu Semester stetig erweitert hat. Allein im letzten Jahre wurden 24000 Fr. zur Vervollständigung dieses Laboratoriums ausgegeben.» SBZ, 20. Oktober 1883, 99. Vgl. auch SBZ, 11. November 1899, 180–182 (Die Starkstromanlage im elektrochemischen Laboratorium des eidg. Polytechnikums in Zürich) und SBZ, 12. Dezember 1903, 279–284 (Das Maschinenlaboratorium am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich (VI. Schluss. Die elektrisch Abteilung)).

126 Die Leydener Flasche war ein Kondensator in der Form einer Flasche, welche zur Hälfte mit Wasser gefüllt war. Durch den Flaschenhals führte ein Stück Draht bis ins Wasser. Am andern Ende des Drahtes befand sich ein metallener Knopf, über welchen Reibungselektrizität in den Kondensator gelangte und dort verstärkt werden konnte. Meya und Sibum 1987, 64–69.

127 Zu Nollet siehe Sattelberg 1971, 41–43; Cabanes 1986, 273; Beltran und Carré 1991, 21. Vgl. auch Nollet 1746. Zur Elektrizität im Zeitalter des Barock siehe Fraunberger 1964.

128 Sattelberg 1971; Meya und Sibum 1987; Kloss 1987; Beltran und Carré 1991, 15–31; zum

keine Diskussionsforen der entstehenden bürgerlichen Öffentlichkeit mehr,¹²⁹ sondern vielmehr explizit an ein Massenpublikum gerichtete und von religiösen¹³⁰ und magischen Deutungsmustern zunehmend entlastete Schauspiele, welche den Zuschauern «klare Begriffe» von der Elektrizität verschaffen sollten¹³¹ – sieht man einmal von den in die Gruselkabinette staatlicher Hinrichtungsmaschinerien hinein verlängerten elektrischen Tierquälereien Harold Browns ab.¹³²

Was Elektrizität war, konnten zwar auch die Wissenschaftler des ausgehenden 19. Jahrhunderts nicht erklären, «ebensowenig wie derjenige, der im fernen Alterthum vielleicht zufällig ein Stückchen Bernstein rieb, und zuerst sah, dass das geriebene Stück leichte Fäserchen anzog».¹³³ Trotzdem versuchten sie, für das Phänomen «leichtfassliche» Begriffe zu entwickeln und diese in Experimentalvorträgen zu popularisieren.¹³⁴ Das grösste Problem war dabei, dem spektakulären visuellen Eindruck eine brauchbare und vor allem eine an vertraute Vorstellungen anschliessende Erklärung unterlegen zu können. Die erfolgreichste begriffliche Strategie stellte dabei zweifelsohne die Flussmetapher dar. «Im Gegensatz zu andern Naturerscheinungen kann [Elektrizität] mit unsern Sinnen nicht direkt wahrgenommen werden, sondern nur durch ihre Wirkung. [...] Um aber die Kraft und Menge des elektrischen Stromes dem Laien praktisch vor Augen zu führen, nimmt man am besten Zuflucht zum Vergleich mit einer Druckwasserleitung».¹³⁵ Das

Verhältnis von Elektrizität und Experimentalphysik im 18. Jahrhundert siehe Home 1992; zum Mesmerianismus siehe Darnton 1968; Schott 1985; Treichler 1988. Manche Elektrot Therapien des späten 19. Jahrhunderts sind durchaus als «wissenschaftlich» geläuterte Formen des Mesmerianismus aufzufassen. Siehe Rowbottom und Süßkind 1984. Einige elektrische Theater setzten noch um 1900 – etwa in Form von Walford Bodies elektrischen Scheinexekutionen – einen handfesten Elektrospiritualismus in Szene. Siehe Ronell 1989, 375–381.

129 Siehe dazu die klassischen Arbeiten von Jürgen Habermas (1962) 1986 und Reinhardt Koselleck (1959) 1973; für die Schweiz siehe die Arbeiten von De Capitani 1980, Im Hof 1982, Braun 1984 und Graber 1993.

130 Zur Theologie der Elektrizität im 17. und 18. Jahrhundert siehe Benz 1970 bzw. Benz 1989. Vgl. auch Kittsteiner 1991.

131 Eine Mischform von höfischem Spektakel und gelehrtem Experimentalvortrag bildeten die Vorträge Alessandro Voltas im November 1801 vor der physikalischen und mathematischen Klasse des Institut National in Paris, bei denen der Konsul Bonaparte anwesend war. Sattelberg 1971, 71–72.

132 Siehe Hughes 1958 und Hughes 1983, 108 bzw. Elliott 1940, zit. in Ronell 1989, 451.

133 Kundt 1891, 37. Vgl. auch den Kommentar von Lord Kelvin (William Thomson) anlässlich der Einweihung eines neuen Elektrizitätswerks (Neptune Bank Power Station on Tyneside) im Jahre 1901: «I don't know what electricity is, and cannot define it – I have spent my life on it – I do not know the limits of electricity but it will go beyond anything we conceive of today.» Zit. nach Hannah 1979, 2. Siehe ferner Meili 1899, 5: «In der Physik werden fortgesetzt Studien gemacht über das Wesen der Elektrizität, – es ist noch immer nicht genügend aufgeklärt.»

134 Zum Problem der aufklärerischen «Vor-Stellung» des Unsichtbaren – nicht zuletzt in elektrischer Hinsicht – siehe Stafford 1993, 459–463.

135 Göttler 1919, 7–8.

Zitat von 1919 drückt genau das aus, was sich bereits seit den späten 1880er Jahren als Standardvorstellung durchgesetzt hatte. Der Vergleich mit der Wasserleitung bot eine einfache Möglichkeit zur Modellierung des Unsichtbaren.¹³⁶ Gewiss, man konnte auch das Wasser in seinen Leitungen nicht wirklich fließen sehen, aber man hatte seit langem gelernt, damit umzugehen. Die Maxwell zugeschriebene hydrodynamische Modellierung von Elektrizität als Flüssigkeit oder «Strom» traf auf einen fruchtbaren Boden:¹³⁷ Es nützte wenig, wenn sich William Thomson gegen den «damagingly misleading way in which the word 'flux' is often used, as if it were a physical reality for electric and magnetic force» wandte, hatte er doch selbst in der Hydrodynamik die Wurzel aller physikalischen Wissenschaft vermutet.¹³⁸ Diese Vorstellungen richteten sich im ausgehenden 19. Jahrhundert keineswegs nur an ein Laienpublikum. Wer, wie die AEG, «in der für den Praktiker wünschenswerten Weise [...] besonders den auf dem Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues sich bewegenden Techniker» in der Anwendung seiner Maschinen und Apparate unterweisen wollte, griff zum selben Mittel: «Die Wirkungsweise der Elektrizität in Bezug auf Spannung und Stromstärke lässt sich mit derjenigen des Wassers vergleichen, wobei die Spannung dem Drucke des Wassers und die Strommenge (Stromstärke) der Wassermenge entspricht.»¹³⁹ Selbst das, was aus wissenschaftlichen Debatten in die technische Publizistik hinüberdrang, wies in dieselbe Richtung. «Man spricht von dem elektrischen Strome nicht mehr mit der Verwahrung, dass man mit diesem Worte nichts über den wahren Hergang aussagen wolle, wie es früher geschah, sondern mit der bewussten Absicht, damit auf etwas hinzuweisen, was im wahren Sinne des Wortes strömt. [...] Eine zunächst den Bedürfnissen des Electrotechnikers gerecht werdende Theorie der Electricität wird sich in logischer Consequenz aufbauen lassen auf die Conception einer ganz real aufgefassten elektrischen Materie. [...] Ich habe den Eindruck, dass das Wichtigste von dem, was ich hier sagte, als etwas Selbst-

136 «[Die Masseinheiten der Elektrizität] haben aber die Eigentümlichkeit, dass sie sehr genau definiert und umschrieben werden müssen, nicht nur jede einzelne, sondern jede einzelne Messungsform in ihren Wechselbeziehungen, während z. B. die ähnlichen Verhältnisse bei Wasser, Druckverhältnis, Wassermenge, die Kraft des Wassers, also das Produkt aus Spannung und Masse, allen Leuten bekannt sind, weil sie gesehen werden können. Bei den elektrischen Massen ist dies nicht der Fall, sondern es handelt sich da um Begriffe, die durch die Wissenschaft aus Beobachtungen abgeleitet werden müssen.» Nationalrat Zschokke, Sitzung vom 4. Dezember 1900, AStBuV 1900, 590. Hervorhebungen D. G.

137 Trotz Maxwells eigener Ambivalenz einem Fluss- bzw. Flüssigkeitsmodell gegenüber wurde er gleich nach Erscheinen des «Treatise on electricity and magnetism» (1873) darauf festgelegt. Vgl. auch das hydraulische Modell der Leydener Flasche von O. J. Lodge. Lodge 1889, 54, abgebildet in Meya und Sibum 1987, 227.

138 William Thomson 1857 an G. G. Stokes: «Now I think hydrodynamics is to be the root of all physical science [...]» Zit. nach Smith und Wise 1989, 396. Die Flussanalogie taucht bei Thomson immer wieder auf, vgl. Wise 1981.

139 AEG 1896, 8 und 17. Vgl. auch Reding 1899.

verständliches in weiten Kreisen angesehen und empfunden wird. Unbewusst hat man längst in diesem Sinne gedacht und gearbeitet», hielt August Föppl fest, der wichtigste deutschsprachige Popularisierer Maxwells, als er sich 1887 in der Schweizerischen Bauzeitung über die Zukunft der Elektrizitätslehre ausliess – nicht ohne auf seine im gleichen Jahr erschienene Studie «Electricität als elastisches Fluidum» hinzuweisen.¹⁴⁰

Ohne grosse Veränderungen wurde die Flussmetapher im ganzen Untersuchungszeitraum immer und immer wieder verwendet!¹⁴¹ Sie wurde zum Topos der Rede über Elektrizität schlechthin. «Was ist Elektrizität?» lautete z. B. 1913 die rhetorische Frage, welche das offizielle Organ des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, die «Elektroindustrie», ihren Lesern stellte. Die von der Redaktion gegebene Antwort unterschied sich durch nichts von jenen Erklärungen, die bereits Mitte der 1880er Jahre üblich gewesen waren. «Die Wissenschaft beantwortet die Frage dahin, dass Elektrizität wahrscheinlich ein Stoff ist, aber von so unendlich feiner Verteilung, dass wir ihn mit unsern Sinnen nicht wahrnehmen können und dass er infolge seiner Feinheit befähigt ist, die meisten uns bekannten Körper, ja vielleicht das ganze Weltall zu durchdringen. Die in ständiger Bewegung befindlichen kleinsten Teilchen dieses Stoffes haben das Bestreben, sich nach allen Seiten hin zu verteilen. Die Bewegung äussert sich als eine Art Druck, als Spannung analog dem Druck eingeschlossenen Wassers gegen die Wandungen seines Behälters. [...] Die Elektrizität strömt, und zwar immer dorthin, wo die Spannung geringer ist. Auch hier verhält sich die Elektrizität wie das Wasser.»¹⁴²

Neben der metaphorischen Fassung der Elektrizität, welche die Begriffe «elektrischer Strom», «elektrische Spannung» und «elektrische Leitung» verfügbar

140 SBZ, 4. September 1887, 77–80. Föppl 1886 und Föppl 1887. Vgl. auch Föppls populärwissenschaftliche Einführung in Maxwells Theorie, Föppl 1894; siehe ferner Buchwald 1985 und Smith und Wise 1989. Das Flusskonzept stand, ebenso wie die elektrischen Experimentalvorträge, in einer langen Tradition. Schon um 1758 modellierte Benjamin Franklin elektrischen Strom als einen an Materie gebundenen Leitungsstrom. Franklin 1758, zitiert in Meya und Sibum 1987, 78. 1791 schrieb dazu Galvani: «Wir glauben also, dass das electriche Fluidum [...] in die Nerven geht und innen durch sie fliesst.» Galvani (1791) 1894, 54, zit. nach Feldt 1985, 38. Angesichts der Tatsache, dass der Vergleich auch heute noch angewandt wird, könnte man hier nachgerade von einer begriffsgeschichtlichen «longue durée» sprechen: «Der Strom, der durch eine elektrische Leitung oder ein elektrisches Gerät fliesst, lässt sich mit der pro Zeiteinheit durch eine Röhre fliessenden Wassermenge vergleichen.» Weltert 1990, 57, Anm. 14.

141 Sie hat sich im wesentlichen bis heute gehalten. Bei Heinrich Böll taucht sie als eine ins Pekuniäre verwandelte Metapher auf: «Man muss einfach Geld haben. Man kommt nicht daran vorbei. Da ist ein Zähler, und man hat eine Lampe, manchmal braucht man natürlich Licht, knipst an, und schon fliesst das Geld oben aus der Birne heraus. Auch wenn man kein Licht braucht, muss man bezahlen, Zählermiete.» Heinrich Böll, Geschäft ist Geschäft, in: Wanderer kommst du nach Spa..., Köln 1967, 131.

142 Elektroindustrie (22) 1913, 417. Den Hinweis auf diese Quelle verdanke ich Kurt Stadelmann. Vgl. auch Stadelmann 1994.

machte, musste aber auch eine ganze Reihe von Apparaten und Einrichtungen so beschrieben werden, dass sie eine Behandlung elektrotechnischer Fragen für Laien möglich machte. Bogenlampen, Glühlampen, Transformatoren, Kabel, Leitungen, Motoren, Generatoren, Turbinen und Akkumulatoren waren erklärungsbedürftige Bezeichnungen für fremde, unbekannte technische Artefakte, die in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht werden mussten und mit Bedeutungen zu versehen waren. Dabei spielte weniger ihre physikalisch-wissenschaftliche Beschreibung und Funktionsweise eine Rolle. Viel wichtiger waren praktisch verwendbare, auch intuitiv verständliche Bestimmungen der elektrotechnischen Alltagssemantik. Wer nämlich eine zu detaillierte Beschreibung des vielschichtigen Innenlebens eines Primärkabels lieferte, kam schnell einmal an die Grenzen seiner Darstellungs- oder Mitteilungskompetenz und musste zum lakonischen Kommentar – «Man sieht, der Querschnitt eines solchen Kabels ist nicht so einfach wie der einer Schinkenwurst» – greifen.¹⁴³ Einfacher ging es dort, wo *daselektrotechnische Artefakt in seiner visuellen Erscheinung konkretisierbar* war: «Also im Rüdinhäuschen kommt der elektrische Strom mit Hochspannung an. Von da geht er durch *diesogen*. primären Vertheilungskabel, [...] nach *densogen*. Transformatorenhäuschen (wir müssen unsere lieben Ortsgenossen etwas trösten: die schwarzen Thürmchen, von denen eines auf dem Bahnhofplatz so grossen Unwillen wachgerufen, werden in Zukunft artige, farbig überzogene Plakatsäulen sein, auf denen der Griesgram lesen kann, wo er sich Abends im Schein des elektrischen Lichts amüsiren mag.)»¹⁴⁴

Das war Black-box-Rede im wahrsten Sinne des Wortes: Die *schwarzen* Thürmchen erhielten einen Namen, wurden nun «Transformatorenhäuschen» genannt und, gleichsam in buntes Geschenkpapier eingepackt, der Stadt empfohlen. Zu wissen, was sie enthielten oder gar wie ihr Inneres funktionierte, war viel weniger wichtig als für sie einen Namen und ein Bild zu haben sowie zu *begreifen*, dass sie die Stelle markierten, an welcher der mit «Hochspannung ankommende» elektrische Strom in die «sogen. primären Vertheilungskabel» abging.¹⁴⁵ Auch die «Kabel» selbst stellten eine Black box dar. Von einem «doppelten Bleimantel, welcher durch asphaltiertes Juteband geschützt ist» umgeben, mechanisch geschützt von «zweiteiligen Kanälen aus gebranntem Thon mit Sand nachgefüllt», waren sie «so tief verlegt, dass im allgemeinen noch 50–60 cm Überdeckung über Oberkante Kanaldeckel vorhanden» waren.¹⁴⁶ So kamen sie unter die Erde zu liegen, den Blicken der ob «aufgerissenem Pflaster und kleinen Barrikaden» besorgten Bürger für immer entzogen.¹⁴⁷

143 NZZ 101, 10. April 1892 (Die elektrische Beleuchtung Zürichs).

144 NZZ 101, 10. April 1892. Hervorhebungen D. G.

145 NZZ 101, 10. April 1892.

146 Wyssling 1894, 38.

147 «Verschiedene Strassen Zürichs zeigen gegenwärtig aufgerissenes Pflaster und kleine Bar-

Dass der begrifflichen Alltagskompetenz auch ein praktisches Begreifen des technischen Artefaktes zur Seite gestellt werden musste, sieht man bei jenen Experimentalvorträgen, welche ihrem Publikum konsumentennahe Anwendungsformen elektrischer Apparate vorführten.¹⁴⁸ Zu einem solchen Vortrag hatte Ende 1896 die Kaufmännische Gesellschaft in Zürich eingeladen. Direktor Emil Huber-Stockar von der Maschinenfabrik Oerlikon sprach über neuere Anwendungen der Elektrizität. Wie Pernets Elektroschau wurde auch diese Veranstaltung ein Publikumserfolg: Sie «war so stark besucht, dass viele keinen Platz mehr finden konnten». Besonders attraktiv war offenbar die Aussicht, elektrische Apparate im Betrieb ansehen zu können. «Hochgespannt war der Strom der Teilnehmer um so mehr, als auf dem Tische, wo das Komitee seinen Platz hatte, verschiedene kleinere Gegenstände plaziert waren, welche das Aussehen von Maschinen, richtiger gesagt Maschinchen hatten.» Dass die beiden Elektromotoren, die Huber-Stockar vorführte, «zusammen einen Flächenraum von kaum einem Quadratmeter einnahmen», dass man sie mit bloss zwei Drähten mit der elektrischen Leitung des Hotels National verbinden konnte, dass sie sich «mit zweimaligem Hebeldrucke in Gang» setzen liessen, dass sie nur «ein sehr geringes brummendes Geräusch» verursachten und «einen vollständig ruhigen Gang» entwickelten, «ohne dass der Tisch, auf welchem [sie] stand[en], die geringste Erschütterung erlitt», – das alles musste man zunächst einmal demonstriert bekommen haben, um es glauben zu können. Erst diese praktischen Details liessen die an der Wand hängenden «Tabellen, von welchen die eine das Gewichts-, die andere das Raumbedarfs- und die dritte das Tourenzahlverhältnis der Elektromotoren gegenüber den Gas- und den Benzinmotoren verschiedener Grösse veranschaulichte», zur sinn- und bedeutungsvollen Information werden. Sie stellten auch den besonderen Kontext dar zu den während dem Vortrag herumgezeigten Fotografien, «welche die Anwendung grosser und kleiner elektrischer Kraftmaschinen an Werkzeug- und andern Maschinen aller Art (Fraisen, Hobelmaschinen, Krane, Fahrstühlen, Centrifugen, Webstühlen etc.) veranschaulichten». Das zum Greifen nahe, offenbar leicht zu bedienende technische Artefakt war in allen möglichen Zusammenhängen verwendbar. Wenn dann zum Schluss ein elektrischer Zigarrenanzünder gezeigt wurde, «welcher das Aussehen eines verkleinerten Telephonhörrohres hatte» und bei welchem durch Druck auf eine Klappe eine kleine Platinplatte zum Glühen gebracht und daran Zigarren angezündet werden konnten, dann war auch das Bedürfnis nach elektrotechnischer Unterhaltung befriedigt.

rikaden; doch läuft Wall und Graben nicht quer über die Strasse [wie in Paris während des Aufstandes der Kommune von 1871, D. G.], sondern längs derselben; es sind friedliche Erdarbeiten. Sie werden bis zum Juni verschwinden.» NZZ 101, 10. April 1892 (Die elektrische Beleuchtung Zürichs).

148 Die Technische Gesellschaft in Zürich hat schon in den 1880er Jahren solche objektorientierten Vorträge geboten. Siehe Verhandlungen der Technischen Gesellschaft 1887.

Was im 18. Jahrhundert die statisch aufgeladenen Personen gewesen waren, die mit blosser Finger Spiritus entzünden konnten, das war bei Huber-Stockar 1896 der «mit einem kleinen Motor in Kontakt gesetzte Cigarrenanzünder»: beides hatte geringen praktischen Verwendungszweck, wurde aber «mit gewaltigem Beifall aufgenommen» und erweiterte die bereits mit Dutzenden von Anwendungsmöglichkeiten elektrischer Energie konfrontierte Fantasie der Zuschauer um ein neckisches Detail.¹⁴⁹

Huber-Stockar bot keine allgemeine Erörterungen der Starkstromtechnik, sondern beschränkte sich darauf, Elektromotoren und ihre Anwendungen zu demonstrieren. Er zeigte dabei sowohl die technische Anschlussfähigkeit seiner «Maschinchen» (nämlich mit zwei Drähten zur Lichtversorgung des Hotels Nation), und er erklärte die praktischen Verwendungszwecke derselben. Wer einmal zum «brummenden Geräusch» eines vor ihm laufenden Elektromotors Fotografien von elektrisch betriebenen Aufzügen, Pumpen, Ventilatoren, Papiermaschinen, Mühlen betrachtet hatte, der bekam sowohl einen klareren Begriff von Elektrotechnik als auch eine grössere Vertrautheit mit den Artefakten der modernen Elektrotechnik.

Im Unterschied zu Pernet vertrat Huber-Stockar selbstverständlich auch Firmeninteressen. Im Hintergrund stand für ihn eine Marketingstrategie, zu der die Hochglanzprospekte der Maschinenfabrik Oerlikon von 1891 über die «Electrotechnische Abtheilung», von 1902 über die «Elektrizität im Dienste der Textilindustrie» oder von 1908 über die «Werkstätten für Kleinmotorenbau» zählten.¹⁵⁰ Überraschenderweise enthielt der Zeitungsbericht zu Huber-Stockars Vortrag jedoch keinen einzigen expliziten Hinweis auf die Maschinenfabrik Oerlikon; ausdrücklich genannt wurden nur die «Firma Rieter in Töss» und der «Fabrikant Hämmerli in Dornbirn». Die Veranstaltung der Kaufmännischen Gesellschaft stand damit wie Pernet's Vorträge in einem Kontext, der weit über eine reine Werbekampagne der MFO hinausreichte. Ob dies Huber-Stockar so gewollt hat oder nicht, bleibe dahin gestellt. Beim Publikum angekommen ist jedenfalls eine konkret-praktische (über die beiden «brummenden Maschinchen» und über die Fotografien) und eine ins Allgemeine weisende «message» (über die Tabellen und die genannten Anwendungsformen). Von firmenspezifischer Propaganda war dagegen nichts oder wenig zu merken, sieht man einmal davon ab, dass Huber-Stockar natürlich selbst Teil der *Corporate Identity* der Maschinenfabrik Oerlikon gewesen ist.

«Eine Diskussion fand nicht statt»¹⁵¹ – diese trockene Bemerkung der Neuen Zürcher Zeitung zu Huber-Stockars Vortrag lässt aufhorchen, denn sie

149 NZZ 337 A2, 4. Dezember 1896. Zur Spiritusentzündung durch statische Elektrizität als elektrisierendes Salonvergnügen des 18. Jahrhunderts siehe Meya und Sibum 1987, 51 und 68.

150 Maschinenfabrik Oerlikon 1891; Maschinenfabrik Oerlikon 1902; Maschinenfabrik Oerlikon 1908.

151 NZZ 337 A2, 4. Dezember 1896.

unterscheidet die Veranstaltung nicht nur drastisch von den Experimentalvorträgen der gelehrten Gesellschaften des 18. Jahrhunderts, sondern verweist direkt auf die perzeptionsvereinheitlichende Wirkung des elektrotechnischen Diskurses. Offensichtlich war Huber-Stockars Darstellung so überzeugend, so überwältigend auch, dass sie nicht mit Widerspruch und Fragen, sondern bloss mit «grossem Applaus» beantwortet werden konnte. Die Bemerkung entspricht dem «in allen Schichten der Bevölkerung» wachgerufenen, «lebhaften Interesse für die Sache», das die Kaufmännische Gesellschaft nur wenige Jahre später in ihrem Bericht über Handel und Industrie erwähnte. «Man sucht sich überall mit dem Wesen der Elektrizität vertraut zu machen».¹⁵² Die ständig differenzierteren Anwendungsformen der elektrotechnischen Maschinen und Apparate erzeugten eine immer grössere und von immer breiteren Schichten der Gesellschaft artikulierte Nachfrage nach Orientierungswissen. «Man gewöhnt sich rasch an die Annehmlichkeiten des elektrischen Lichtes, und immer mehr Freunde gewinnt auch die Ausnützung der elektrischen Kraft für andere Zwecke. Der Industrielle, der Handwerker, ja der Landwirt, sie alle denken an die motorische Verwertung; ausserdem findet die Elektrizität als Wärmequelle ausgedehnte Nutzenanwendung in Hauswirtschaft, Industrie und Gewerbe. Die Hausfrauen sind über die elektrische Küche, über die elektrischen Einzelkochgefässe, Bügeleisen etc. entzückt; in manchen Fabriken, in denen gewisser Maschinen oder Maschinenteile wegen jahraus jahrein unter grossem Kostenaufwand und schlechtem Nutzeffekt Dampf zur Erwärmung erzeugt werden musste, in Betrieben, bei denen leichtentzündliche oder explosionsfähige Stoffe zur Verarbeitung kommen und wo offenes Feuer, Gas- oder Spiritusflammen eine beständige Gefahr bilden; in Trockenräumen, in Laboratorien, in Speiseschränken für die Arbeiter, kurz überall, wo eine genau regulierbare Wärmezufuhr verbunden mit absoluter Gefahrlosigkeit wünschenswert erscheint, müssen und werden elektrische Heizkörper die bisherigen Wärmeerzeuger ersetzen. Die technischen Schwierigkeiten sind längst ein überwundener Standpunkt; die einheimische Industrie hat Systeme geschaffen, die es ermöglichen, grosse Lokale, ganze Fabriken, Dampfkessel und Backöfen elektrisch zu heizen.»¹⁵³ Der Bericht eilt zwar in der Bestimmung elektrischer Anwendungen insofern seiner Zeit voraus, als die genannten Geräte um 1902 noch keineswegs zur Standardausrüstung von Fabriken, Werkstätten, Bauernhöfen und Haushalten geworden waren.¹⁵⁴ Er trifft jedoch, was

152 BHIZH (1902) 1903, 148.

153 BHIZH (1902) 1903, 148–149.

154 1902 waren bei 95 schweizerischen Kraftwerken, zu denen entsprechende Angaben vorliegen, 85% aller Stromabonnemente solche für Licht (36204), 9% waren Abonnemente für Motorenstrom (3910) und 6% für elektrische Wärmeapparate (2359). Etwas mehr als 506000 angeschlossenen Lampen standen 6506 Motoren gegenüber. Die Bedeutung der Motoren und Wärmeapparate für die Elektrizitätswirtschaft lag allerdings nicht in ihrer

das Anwendungspotential betrifft, ins Schwarze. Die Elektrotechnik hatte um die Jahrhundertwende einen Stand erreicht («die technischen Schwierigkeiten sind längst ein überwundener Standpunkt»), der theoretisch für die ganze Gesellschaft etwas anbieten konnte, vom Industriellen über den Handwerker, Arbeiter und Landwirt bis zur Hausfrau. Sie alle hatten deshalb, auch ohne bereits Strom zu konsumieren, das Bedürfnis, ihre je eigene Position zur neuen Technik klären zu können. Sie hatten ein Bedürfnis nach elektrotechnischem Orientierungswissen und suchten, wie es die zeitgenössischen Quellen ausdrückten, sich mit dem «Wesen der Elektrizität vertraut zu machen». Der Weg führte über den Erwerb von «klaren Begriffen von den Elementen der Elektrizitätslehre» zum Aufbau von Vertrautheit und Kompetenz im praktischen Umgang mit den Geräten, welche elektrische Energie verwendeten.

Trotz des grossen Publikumserfolgs, den Experimentalvorträge über Elektrizität in den 1890er Jahre genossen, hätten sie eine relativ geringe Wirkung gezeigt, wären ihre Bemühungen um diesen Aufbau von Vertrautheit im Umgang mit elektrotechnischen Artefakten nicht von Veranstaltungen grösseren Massstabes ergänzt und unterstützt worden. Abgesehen von der multiplizierenden Wirkung der *Presseberichte* über Pernetsche und Huber-Stockarsche Spektakel – die ja, wenn sie nicht wenigstens bebildert waren, den Nachteil reiner Schriftlichkeit aufwiesen –, spielten Ausstellungen eine grosse Rolle. Zu denken ist hier nicht nur an die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung, sondern auch an die Vielzahl von kantonalen Gewerbeausstellungen, an spezialisierte Elektrizitätsausstellungen und natürlich an die Landesausstellungen in Zürich 1883, in Genf 1896 und in Bern 1914.

Ausstellungen, diese «Wallfahrtsstätten zum Fetisch ‚Ware«¹⁵⁵ waren für die Geschichte der Elektrotechnik und der Elektrifizierung im doppelten Sinne konstitutiv. Einerseits stellten sie Orte einer Diskursproduktion dar, die mit Ausstellungszeitungen und -berichten, Prospekten und andern schriftlichen Zeugnissen den Prozess der Elektrifizierung auf der Ebene der Bewusstseinsbildung in starkem Masse beeinflusste. Andererseits lieferten Ausstellungen als Grossereignisse technischer Selbstdarstellung auch die Grundsteine für die *Geschichte der Starkstromtechnik* selbst.¹⁵⁶ Im kollektiven

zahlenmässigen Verbreitung, sondern in ihrem *Anschlusswert* und damit in ihrem *möglichen* Stromverbrauch. Hier gestaltete sich das Verhältnis wie folgt: 25326 kW kumulierter Anschlusswert für Licht (43%), 36911 kW für Motoren (50%) und 2086 kW für Wärmeapparate (4%). Berechnet nach SEV-Statistik 1902. Siehe auch Wyssling 1903.

155 Walter Benjamin, zit. nach Glaser 1981, 63.

156 Siehe dazu den Artikel zur Geschichte der Frankfurter Elektrotechnischen Ausstellung, welcher den Lesern der Ausstellungszeitung nicht nur den Werdegang, sondern auch die historische Bedeutung der Ausstellung erklärte, was im Überblicksartikel «Zur Geschichte der elektrischen Ausstellungen» nochmals unterstrichen wurde. «Der Beginn der technischen und industriellen Verwerthung der Elektrizität fällt zeitlich ungefähr mit den ersten Veranstaltungen grosser Industrieausstellungen zusammen; von Anfang an sind

Bewusstsein wurde mit ihnen die technische Entwicklung gegenständlich und damit begreifbar. Ausstellungen der verschiedensten Art dienten deshalb als historische Landmarken. Sie erleichterten die Orientierung im verwirrenden Prozess der elektrotechnischen Entwicklung, indem sie diesen zeitlich gliederten und den diffusen «technischen Fortschritt» in eine Form von Geschichte verwandelten, die über Ereignisse verfügbar wurde.

Wer über elektrotechnische Entwicklung im allgemeinen sprach, orientierte sich zunächst an den ihm wichtig erscheinenden Ausstellungen. «Für die Beurteilung der Entwicklung der Starkstromtechnik, speziell der Fortschritte in der Abteilung mechanische Produktion und Benützung der Elektrizität, ist wohl ein kleiner Rückblick auf die letzten grossen Ausstellungen angezeigt, sowohl im allgemeinen als mit spezieller Berücksichtigung der Schweiz»¹⁵⁷ schrieb Walter Wyssling im Jahr 1901. Ebenso wie in anderen Berichten über den internationalen Stand der Elektroindustrie hat er damit *Technikgeschichte anhand von Ausstellungen (re)konstruiert*. Die Geschichte der elektrotechnischen Entwicklung in der Schweiz wurde auf diese Weise zu einer «einleuchtenden», «leichtfasslichen» Abfolge von unterschiedlich bewerteten Ausstellungen, auf denen Elektrotechnik einem grösseren Publikum vorgeführt worden war.¹⁵⁸ Ausstellungen zogen sich selbst in den von ihnen produzierten Diskurs hinein und entwickelten so einen orientierungsstiftenden technikhistorischen Rahmen.

Daneben boten Ausstellungen eine wichtige Gelegenheit, Anwendungsformen elektrischer Energie zu demonstrieren, Produktwerbung zu betreiben, den Stromkonsum zu fördern und gleichzeitig ein begriffliches und praktisches Orientierungswissen zu verbreiten. Alle diese Aspekte können am Beispiel der Elektrizitätsausstellung für Haushalt und Gewerbe nachgezeichnet werden, welche im Spätsommer 1913 in Basel stattfand. «Durch die Ausstellung soll der Absatz elektrischer Energie weiter gefördert werden», erklärte das Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins seinen Lesern.¹⁵⁹ Was die «Organe des Elektrizitätswerkes unter weitgehender Hilfe der baselstädtischen Behörden» hier organisierten, wurde also als Marke-

daher diese Gelegenheiten benützt worden, um der Welt die Fortschritte der angewandten Elektrizitätslehre, wie die Elektrotechnik damals bescheiden genannt wurde, zu zeigen.» Elektrizität 1891, 12. Siehe ferner auch Wüest 1886 und Wüest 1892.

157 Wyssling 1901, 5–8.

158 Weitere Beispiele von solchen Rückblicken: «[...] die erste electrische Ausstellung in Paris ist noch von keiner andern Ausstellung übertroffen oder nur erreicht worden.» Aber: Die geplanten wissenschaftlichen Versuche «werden [...] der Ausstellung in München [1882] eine bleibend wichtige Stelle in der Geschichte der Electrotechnik sichern». SBZ, 20. Oktober 1883, 97–98. «Die Frankfurter internationale elektrotechnische Ausstellung vom Jahre 1891 markiert einen bedeutsamen Wendepunkt in der Entwicklung der Elektrotechnik, speciell der Starkstromtechnik. [...] Die Kraftübertragungsversuche Lauffen-Frankfurt a. M. werden [...] für immer eine der bedeutsamsten Erscheinungen in der Geschichte der Elektrotechnik bleiben.» SBZ, 4. Juli 1896, 1–3.

159 Bulletin SEV/VSE (7) 1913, 216. Zum folgenden vgl. auch Katalog 1913.

tingereignis geplant und durchgeführt.¹⁶⁰ Für das ein Jahr zuvor in Betrieb genommene baselstädtische Kraftwerk Augst-Wylen am Rhein – «ein Meisterwerk der heutigen Technik und Ingenieurkunst» – mussten neue Kunden gefunden werden.¹⁶¹ Die Ausstellung sollte aber auch, so das Bulletin, «speziell dem Kleingewerbetreibenden und Handwerker zeigen, wie auch er sich vermöge des Elektromotors im Kampfe mit der Grossindustrie der Maschine bedienen kann, und die Hausfrau bekannt machen mit all den elektrischen Einrichtungen, die dazu dienen, den Aufenthalt im eigenen Heim angenehmer und gesünder zu gestalten und die Mühe der täglichen Hausgeschäfte zu mindern».¹⁶² Ganz unterschiedliche Anwendungsofferten für Kleingewerbetreibende, Handwerker, Hausfrauen und Landwirte standen also im Zentrum der Ausstellung, deren Dispositiv sehr sorgfältig gestaltet worden ist: «[...] um das Tageslicht möglichst abzuhalten, und so der künstlichen Beleuchtung mehr Geltung zu verschaffen, wurde das Zelt mit doppelter Lage dicken Tuches abgedeckt.»¹⁶³ Alle bisher genannten Formen des Aufbaus elektrotechnischer Kompetenz «beim Publikum» kamen auf der Basler Elektrizitätsausstellung vor. So enthielt das Vestibule eine *Demonstrations- und historische Abteilung*, welche die Aufgabe hatte, *an Hand von Experimenten das Verständnis der elektrischen Vorgänge zu erleichtern*. Vor allem «die Schulen, die klassenweise in die Ausstellung geführt werden, sollen hier die *Verwendung des Stromes zu Arbeits- und Beleuchtungszwecken dem Prinzipie nach verstehen lernen*. Die historische Ausstellung birgt unter anderem wertvolle Schaustücke aus den Anfängen der in der Schweiz zur hohen Blüte gelangten elektrischen Maschinenindustrie.»¹⁶⁴ Auch in Basel wurde

160 «Im Jahre 1912 wurde das Wasserkraftwerk Augst eröffnet. Da es anfänglich, besonders nachts, bei weitem nicht voll ausgenützt war, suchte man neuen Energieabsatz. Die Basler Elektrizitätsausstellung für Haushalt und Gewerbe im Jahre 1913 diente diesem Ziel und bereitete tatsächlich die starke Entwicklung vor, die dann während der Kriegs- und Nachkriegsjahre einsetzte.» Stiefel 1935, 12. Zum Kraftwerk Augst. Wylen siehe auch SBZ, 26. Oktober 1907, 306–310.

161 Bulletin SEV/VSE (7) 1913, 216. Das Kraftwerk Augst-Wylen gehörte mit einer installierten Turbinenleistung von 18000 PS (rund 13 MW) zu den grössten seiner Zeit. Unter den vor dem Ersten Weltkrieg gebauten Kraftwerken waren nur die Werke Campocologno-Brusio (1907) mit 26 MW, Löntsch (1908) mit 17,7 MW, Martigny-Bourg (1908) mit 14,7 MW, Albula (1910) mit 18 MW, Biaschina (1911) mit 22 MW und Laufenburg (1914) mit 28,7 MW grösser als das baselstädtische Kraftwerk Augst. Siehe Wyssling 1946, 197–203 und 330 sowie 75 Jahre Elektrizitätswerk Basel 1974.

162 Bulletin SEV/VSE (7) 1913, 216. Erst hier taucht ein Verweisungszusammenhang zur Hygienebewegung auf, allerdings bereits auch im Hinblick auf die nach dem Ersten Weltkrieg sich durchsetzende Rationalisierungsbewegung im Haushalt. Vgl. dazu Berrisch 1984 und Joris 1990. Zur Technisierung des Haushalts allgemein siehe Schwartz-Cowan 1976 und Thrall 1982; für die Schweiz vgl. Schilling 1992, Bühler 1994 und Siegfried Schnider 1994.

163 Bulletin SEV/VSE (7) 1913, 216.

164 Bulletin SEV/VSE (7) 1913, 216–217. Hervorhebungen D. G. Das «Reallbuch für die dritte Stufe der Primarschulen des Kantons Bern» enthielt schon in seiner Ausgabe von 1906 eine ausführliche Beschreibung elektrischer Phänomene und Experimente. Reallbuch 1906, 503–519. Den Hinweis auf diese Quelle verdanke ich Barbara Helbling.

also elektrotechnische Geschichte konstruiert. Die «wertvollen Schaustücke» aus den Anfängen implementierten eine am Gegenstand sinnlich-begreifbare Form der Technikgeschichte, wie sie bis heute vorherrscht. Das Vestibule der Ausstellung war ein Initiationsritus, eine Einweihung in die Mysterien einer Technik, deren Prinzipien mit Hilfe von reliquienartigen Schaustücken der elektrischen Maschinenindustrie, mit Experimenten, die sich von jenen Pernetts und Huber-Stockars kaum unterschieden haben werden, sowie mit Modellen, Plänen und «Ansichten» des Kraftwerks Augst-Wylen derganzten *Gesellschaft* verständlich gemacht werden sollten. Der organisatorische Zugriff auf Schulklassen kam nicht von ungefähr: Er garantierte die Anwesenheit eines «sehr gemischten, aus Leuten aller Stände und Bildungsstufen zusammengesetzten Publikums».¹⁶⁵

Nach dem Vestibül suchte sich die Ausstellung über eine *praxisorientierte Visualisierung* elektrotechnischer Apparate den Aufbau praktischer Vertrautheit ihres Publikums zu sichern.¹⁶⁶ «Im Hauptraum der grossen Halle sind den Wänden entlang in Kojen 15 verschiedene gewerbliche Betriebe, ausgestattet mit allen modernen elektrischen Einrichtungen, veranschaulicht. In den Werkstätten wird während der Ausstellung gearbeitet.¹⁶⁷ Dieses Prinzip praxisorientierter Visualisierung galt für die ganze Ausstellung – von der «den Blicken des Publikums in allen Teilen offen[stehenden]» Ausstellungsküche mit ihren «elektrischen Kochherden verschiedener Art» und ihren «mannigfaltigen maschinellen Einrichtungen zur Herrichtung der Speisen und Reinigung des Geschirres» über die Eis- und Kühlanlagen der Metzger und die elektrischen Backöfen der Bäcker bis zur landwirtschaftlichen Abteilung, in welcher ein Stall mit Kühen zu sehen war, die elektrisch gemolken wurden. Selbst eine «vollständige Wohnungsausstattung mit Küche, Bad- und Waschraum», in der «jedes Zimmer nach seiner Art mit elektrischer Beleuchtung und den mannigfachen andern Stromverbrauchsgegenständen ausgerüstet» war, konnte besucht werden. Überall wurde «das grösste Gewicht darauf gelegt [...], alles im Gang, und zwar die elektrischen Einrichtungen im Zusammenhang mit den zugehörigen Betrieben, vorzuführen, *wodurch das Verständnis beim Publikum in wesentlichem Masse erleichtert wird*».¹⁶⁸

Das Beispiel der Basler Elektrizitätsausstellung macht deutlich, dass die generellen Absatzförderungsstrategien der Elektrizitätswerke wie auch die

165 NZZ 24 M, 24. Januar 1895. Siehe oben, S. 170.

166 Visualisierung komplexer Zusammenhänge war ein früh entdecktes und bewährtes Rezept: «Die electrischen Ausstellungen haben vor allem den Zweck, die in neuerer Zeit sich grossartig ausdehnenden Anwendungen der Electrotechnik einem weiteren Publikum *vor Augen zu führen* und den electrischen Fabricationszweigen neue Absatzgebiete zu eröffnen.» SBZ, 20. Oktober 1883, 97–98. Hervorhebung D. G.

167 Bulletin SEV/VSE (7) 1913, 217.

168 Bulletin SEV/VSE (7) 1913, 217.

spezifische Produktwerbung der Hersteller elektrischer Apparate auf den Aufbau einer begrifflichen und artefaktischen Vertrautheit ihres «Publikums» mit elektrotechnischen Fragen angewiesen waren. Diese wachsende Vertrautheit bildete bei den Konsumenten das funktionale Äquivalent zum praktischen Know-how der Ingenieure und Techniker und garantierte der Elektrotechnik eine soziale Anschlussfähigkeit.

5. Institutionen der Elektrizitätswirtschaft

Elektrotechnische und elektrowirtschaftliche Diskurse haben sich mit ihren Begriffsfeldern, Redewendungen, Topoi und Argumentationsfiguren an ihre eigene Anschlussfähigkeit gehalten und in der Praxis auf jenen komplexen Möglichkeitsraum gestützt, welchen ich als soziotechnischen Habitus bezeichne. Ihre Redeströme haben aber auch an der Ausgestaltung einer ganzen Reihe von institutionellen Neuschöpfungen mitgewirkt, die ihnen dann als solide Operationsbasen dienen konnten. Die nachfolgende Untersuchung der Bereiche Verbandspolitik und Legislation, Publizistik, Ausbildung sowie Finanzierung beschreibt die zunehmende Verdichtung des institutionellen Gefüges der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Dabei soll gezeigt werden, wie bis zum Ersten Weltkrieg «erst durch gründliche, unablässige Aufklärung und oft langen Kampf [...] die *Beschränkung von Sonderinteressen* zugunsten der Gemeinschaft als notwendig und *segensreich* erkannt»¹ worden ist, d. h. wie elektrowirtschaftliche Diskurse über die von ihnen mitgeprägten institutionellen Rahmenbedingungen eine wachstumsstützende Definitionsmacht entfalten konnten. Wo vorerst noch «viel Misstrauen gegen das Neue» geherrscht und «Bedenken gegen seine Gefährlichkeit geltend» bestanden hatte, musste Zuflucht zur «unablässigen Aufklärung» gesucht werden, um «Sonderinteressen» auf eine dem Wachstum der Branche vorteilhafte Linie einzuweisen. Die – nicht nur den Telefonverkehr – «störenden Geräusche, die sich da bemerkbar machten, wo gewisse Starkstromanlagen bestanden»,² wurden von den elektrowirtschaftlichen Redeströmen zunächst übertönt und dann beseitigt.

Grenzen des Wachstums

Wirtschaftliche Wachstumsprozesse können ihre eigenen Bedingungen in einer Weise verändern, dass sie sich selbst in strukturelle Engpässe führen. So ist der auf einem forcierten Ausbau elektrischer Übertragungs- und

1 Wyssling 1946, 276. Hervorhebungen D. G. Zur handlungsbegrenzenden bzw. -koordinierenden Eigenschaft von Institutionen siehe Siegenthaler 1993a, 26–29 und 42–46, North 1981 und *Journal of institutional and theoretical economics* (145) 1989, 1–245 (Symposium: The New Institutional Approach to Economic History). Im Unterschied zu den vorangegangenen Kapiteln beschränken sich die folgenden Überlegungen auf *formal* organisierte Handlungszwänge. Zum Aufbau und zur Wirkung von informellen, soziotechnischen Normen vgl. Kap. 3 und 4. Zum hier vorgestellten Themenkomplex siehe auch Gugerli 1994b.

2 Wyssling 1946, 277.

Verteilnetze basierende Kraftwerkbauboom der 1890er Jahre gerade im Bereich des elektrischen Leitungsbaus an eine wachstumsgefährdende Grenze gestossen. Je grösser die Kraftwerke aus Rentabilitätsgründen gebaut wurden, desto grösser wurden ihre Netze und desto grösser war die Wahrscheinlichkeit, dass der Bau elektrischer Leitungen Eigentumsrechte an Grund und Boden auch von Nichtkonsumenten tangierte.³ Ohne eine gesetzliche Regelung der daraus entstehenden Entschädigungsverfahren wurde der Bau von Leitungsnetzen stark verzögert oder gar verhindert, da die Elektrizitätsgesellschaften mit jedem Grundeigentümer separate Verhandlungen führen mussten.⁴ 1889 hatte man sich in Meiringen noch über eine Einsprache von Margrit Abplanalp-Balmer und Elise Balmer hinwegsetzen können – die Dorfgemeinde beschloss, «vorläufig die Leitung ohne einen Vertrag über deren Eigentum» wie im Plan vorgesehen zu ziehen, da die Erstellung eines Kabels die Fertigstellung der Anlage wesentlich behindert hätte. Man rechnete einfach damit, «dass möglicherweise später mit den genannten Frauen besser zu unterhandeln» sein würde.⁵ Der soziale Druck der Gemeindebehörden und der Hotelbesitzer reichte offenbar aus, um solchen Widerständen zu begegnen – wohl vor allem deshalb, weil ausser den beiden Schwestern sich niemand gegen die Benützung privater Grundstücke und Hauswände für den Leitungsbau wehrte.

Wie man jedoch knapp 10 Jahre später beim Bau des Kraftwerks Rheinfelden erfahren musste, konnte es bei den nun üblich gewordenen grösseren Elektrifizierungsprojekten durchaus vorkommen, dass eine ganze Gemeinde die Durchleitung von elektrischem Strom in benachbarte Ortschaften verhindern wollte, der Widerstand also ernst genommen werden musste.⁶ In andern Fällen wurden so hohe Entschädigungsansprüche «durch Vereinigungen der interessierten Grundeigentümer» gestellt, dass man «das Tracé auf mehrere Kilometer» verlegen musste, manchmal «ganz unvorteilhaft, nämlich mitten durch ein lang gestrecktes Dorf einem Bache entlang durch hohe Bäume hindurch und im Zickzack», wie Friedrich Meili berichtet.⁷

Vor allem die Notwendigkeit, mit jedem Grundeigentümer einzeln in langwierige Verhandlungen eintreten zu müssen und dabei wertvolle Zeit beim

3 «Als ein Haupthindernis für die Ausbreitung der elektrischen Anlagen erwies sich die Schrankenlosigkeit des Eigentumsrechtes.» Pflughart 1904, 62.

4 «Wir erinnern uns z. B. an Tausende von Abkommen für 10 Jahre oder sogar dauernd um den einmaligen Betrag von 5 Fr. für jede Stange.» Wyssling 1946, 108.

5 Verhandlungsprotokoll für die Dorfbeleuchtungskommission Meiringen, 18. April 1889, 160. Vgl. auch Verhandlungsprotokoll für die Dorfbeleuchtungskommission Meiringen, 13. April 1889, 158. Zur Elektrifizierung Meiringens siehe Kap. 1, Städtischer und touristischer Luxuskonsum.

6 Die Gemeinde Rheinfelden hatte der Internationalen Gesellschaft der Kraftübertragungswerke Rheinfelden zunächst die Durchleitung des elektrischen Stromes in benachbarte Ortschaften verbieten wollen. Meili 1899, 22.

7 Meili 1899, 18–19.

Leitungsbau zu verlieren, bereitete den Elektrizitätsgesellschaften grossen Kummer.⁸ Da die mühsam abgeschlossenen Servitutsverträge zudem oft nur 10 oder 15 Jahre gültig waren, blieben die Investitionen in das Leitungsnetz ständig von «Sonderinteressen» bedroht. Führt man sich den üblichen Anteil von elektrischen Leitungsnetzen an der Gesamtinvestition einer Stromversorgungsanlage vor Augen, dann wird klar, wie neuralgisch diese für die Rentabilität einer Elektrizitätsgesellschaft gewesen sein mussten. Beim Zürcher Kraftwerk Letten z. B. machten 1894 die Investitionen in das Elektrizitätswerk nur gerade 22,7% der Gesamtinvestitionssumme aus. 8,6% bzw. 3% waren in die Transformatoren und die Elektrizitätszähler investiert worden, während das Primärleitungsnetz mit einem Anteil von 33,3% und das Sekundärleitungsnetz mit 32,3% zu Buche schlugen. Zwei Drittel der gesamten Investition entfielen somit auf den Leitungsbau. Dies war zwar ein extremer Fall, weil in Zürich alle innerstädtischen Leitungen unterirdisch geführt werden mussten und weil die Maschinenstation relativ günstig ausgefallen war.⁹ Doch selbst dort, wo Leitungen oberirdisch gezogen und die hydraulische Anlage eines Kraftwerks ebenso wie die elektrische von Grund auf neu gebaut werden musste, benötigten Leitungsnetze mindestens die gleiche Investitionssumme wie die eigentliche Kraftwerkstation.¹⁰

Elektrizitätswerke für die Stromversorgung einer ganzen Region sahen sich im Bereich des Leitungsbaus mit einer gebrechlichen Rechtssicherheit bzw. mit einer uneinheitlichen Rechtspraxis konfrontiert, auch wenn sich in der zweiten Hälfte der 1890er Jahre eine Tendenz zur Gewährung von Expropriationsverfahren aufgrund kantonaler Gesetze abzuzeichnen begann.¹¹ In Solothurn und in Aargau wurde für die Werke Wynau (1896) bzw. Rheinfelden (1899) die Expropriation erteilt, in der Waadt geschah dies zugunsten der Gemeinde Lausanne (1899) und in Luzern zugunsten der Einwohnergemeinde Luzern (1898).¹² Im Kanton Bern bewilligte der Grosse Rat im August 1898 eine solche Expropriation. Er tat dies mit der vom Regierungsrat vorformulierten Begründung, dass die Versorgung von Gemeinden mit elektrischem Licht als «ein Werk der Gemeinnützigkeit zu charakterisieren» sei, dass solche Unternehmungen «den kommunalen Wohlstand

8 Die Internationale Gesellschaft der Kraftübertragungswerke Rheinfelden verzichtete gar auf ein ihr vom Kanton Aargau zugestandenes Expropriationsverfahren, um Zeit zu gewinnen. Meili 1899, 22. Der «normalerweise» bezahlte Entschädigungstarif war, gemessen an den gesamten Investitionen im Leitungsbau, unbedeutend. Die Elektrizitätswerke Zufikon-Bremgarten bezahlten z. B. 1893 5 Fr. pro Leitungsstange. Meili 1899, 18.

9 Wyssling 1894, 33.

10 Dies gilt, über die Untersuchungsperiode hinaus, auch für die Zeit bis 1945. Erst danach stiegen die Kosten des Kraftwerkbaus im Verhältnis zum Leitungsbau überproportional an. Vgl. Motor Columbus 1976, 142 und Thönen 1994.

11 Zu diesen auch Überlandwerke genannten Elektrizitätswerken siehe unten, Anm. 43.

12 Meili 1900, 19.

sowohl als den Wohlstand des einzelnen» heben würden, und dass das «öffentliche Interesse der projektierten Anlage von keiner Seite in Abrede gestellt» worden wäre.¹³

Solche kantonalen Expropriationsverfahren konnten jedoch zu erheblichen Komplikationen führen. Ein 1898 bis vor Bundesgericht gezogener Streit, dem für die Gestaltung des Bundesgesetzes für Schwach- und Starkstromanlagen präjudiziellen Charakter zukam, zeigte die Problematik des Expropriationsverfahrens für den elektrischen Leitungsbau besonders drastisch.¹⁴

Stein des Anstosses war ein Vertrag, welcher am 17. Dezember 1897 zwischen der Ortsgemeinde Amriswil und dem Wasser- und Elektrizitätswerk Romanshorn abgeschlossen worden war. Dieser erteilte dem Romanshorer Elektrizitätswerk für 25 Jahre die ausschliessliche Konzession zum Bau und Betrieb einer Beleuchtungs- und Kraftanlage für öffentliche und private Zwecke auf Amriswiler Gemeindegebiet.¹⁵ Amriswil verpflichtete sich, die kantonale Bewilligung für die Benützung der Landstrasse und das Recht der Expropriation für die ganze Leitungslinie einzuholen. «Gegen die Erteilung des in der Ortsgemeinde Amriswil [...] nachgesuchten Expropriationsrechts erhoben mit Eingabe vom 1. April 1898 48 beteiligte Grundeigentümer Einsprache beim Bezirksrate Arbon, weil [die] verfassungsmässigen Voraussetzungen dafür nicht vorhanden seien. Der Bezirksrat schützte die Einsprache und wies das Gesuch der Gemeinde Amriswil ab.» Als Begründung führte der Bezirksrat Arbon an, dass man es mit einem «im Interesse der Privaten und der Unternehmung gelegenen Spekulationsgeschäft zu tun habe». Ganz anderer Meinung war der Regierungsrat des Kantons Thurgau, der am 5. August 1898 den bezirksrätlichen Entscheid kassierte. Die Einführung der elektrischen Beleuchtung auch für Privatgebäude müsse vom sanitärischen und feuerpolizeilichen Standpunkt aus als öffentliches Interesse erklärt werden. Insbesondere aber diene das Unternehmen auch der «Hebung der Industrie und des Kleingewerbes»; eine Ausscheidung von öffentlichen und privaten Interessen stosse auf unüberwindbare Schwierigkeiten.

13 Meili 1899, 21–23. Zitat Meili 1899, 23.

14 «Kantonale und eidgenössische Behörden anerkennen, angesichts der nationalökonomischen Wichtigkeit der elektrischen Kraftübertragung die Wünschbarkeit und Notwendigkeit, allgemeingültige Gesetzesbestimmungen zu schaffen, welche gestatten, beim Bau von Starkstromleitungen die Expropriation zu bewilligen.» Denzler 1898, 12. Zum folgenden siehe Romanshorn 1899, Anhang. Zum Expropriationsrecht von Elektrizitätsgesellschaften siehe auch Meili 1899, Denzler 1899, 94, Meili 1900 und Pflughart 1904, 59–65.

15 Ende 1896 hatte die Korporation Romanshorn beschlossen, ihr seit zwei Jahren bestehendes Kraftwerk zu erweitern. Wenig später «hatten sich verschiedene Industrielle und Private in Amriswil, welche von der bevorstehenden Vergrösserung unseres Elektrizitätswerkes gehört hatten, zu einem Initiativ-Komitee vereinigt, um einen Anschluss Amriswils mit unserm Werk zu erreichen. In erster Linie kam für die Gemeinde und Private die elektrische Beleuchtung in Betracht; nicht minder interessierten sich die Industriellen aber auch für die Lieferung von Kraft.» Romanshorn 1897, 9.

rigkeiten. Gegen diesen regierungsrätlichen Entscheid reagierten nun wiederum die von Josef Müller angeführten Grundbesitzer mit einem staatsrechtlichen Rekurs an das Bundesgericht. Dabei argumentierten sie nicht mehr nur mit dem privaten Charakter des Unternehmens, sondern führten an, es dürfe «nicht die Gemeinde an Stelle des eigentlichen Expropriations-subjektes, des Wasser- und Elektrizitätswerkes Romanshorn, vorgeschoben werden».¹⁶

Das Bundesgericht war den klagenden Bauern allerdings nicht besser gesonnen als der Thurgauer Regierungsrat. Die Bundesrichter erklärten, ein der Versorgung mit elektrischem Strom dienendes Unternehmen müsse nicht ausschliesslich öffentlichen Zwecken dienen. «Es genügt, wenn neben den privaten auch das öffentliche Interesse der Durchführung einer Unternehmung zur Seite steht, um sie mit dem Rechte der Zwangsenteignung auszustatten. Nun erweist sich die Überführung elektrischer Energie nach Amriswil jedenfalls insofern als im öffentlichen Interesse der Gemeinde liegend, als dadurch die öffentliche Beleuchtung mittelst der Elektrizität ermöglicht wird. Diese Beziehung des Unternehmens zu einem unbestrit-temassen öffentlichen Zwecke genügt, um dasselbe als der allgemeinen Wohlfahrt förderlich erscheinen zu lassen [...]. Dazu kommt, dass in einem weitern Sinne die Zuleitung von Elektrizität auch zu Privatzwecken als im öffentlichen Interesse liegend angesehen werden kann, [...] sofern dadurch in allgemeiner Weise die gewerbliche und industrielle Tätigkeit einer Ortschaft angeregt oder gehoben wird.» Damit wurde, von oberster richterlicher Instanz, eine Pauschallegitimierung elektrizitätswirtschaftlicher Unternehmungen geliefert. Elektrifizierung war nun, in der richterlichen Praxis ebensowohl wie in den Sprachregelungen der technisch-juristischen Öffentlichkeit der Schweiz, eine «der öffentlichen Wohlfahrt dienende Angelegenheit» geworden.¹⁷

Mit dem Bundesgerichtsurteil war der Streit zwischen dem Elektrizitätswerk Romanshorn und den Amriswiler Bauern jedoch noch nicht endgültig entschieden. Klar war nur, dass thurgauisches Expropriationsrecht angewandt werden könne. «Josef Müller und Konsorten», so nannte das Bundesgericht die klagende Partei, verlangten nun, dass das Expropriationsrecht nur unter der Bedingung angewandt werde, «dass die Ortsgemeinde Amriswil zur Verhütung von Unfällen verpflichtet würde, die elektrische Stromleitung entweder unterirdisch anzulegen, oder dieselbe für den Fall der oberirdischen Anlage durch ein unter der Leitung angebrachtes Drahtnetz zu sichern. Jedenfalls sei das Unternehmen für alle aus dem Betrieb der projektierten

16 Urteil des Schweizerischen Bundesgerichtes, II. Abteilung, Sitzung vom 16. November 1898. Die Schreibweise der Ortschaft Amriswil wurde hier wie im folgenden durchgehend modernisiert (Amriswil statt Amrisweil).

17 Urteil des Schweizerischen Bundesgerichtes, II. Abteilung, Sitzung vom 16. November 1898.

Anlage entstehenden Unfälle und deren Folgen als haftpflichtig zu erklären.»¹⁸ Das Verfahren schien kein Ende nehmen zu wollen. Zwar erteilte der Regierungsrat am 27. Januar 1899 erwartungsgemäss die Konzession für die umstrittene Übertragungsleitung, aber er verband sie mit einem neun Punkte umfassenden, detaillierten Katalog sicherheitstechnischer Forderungen, der Bestimmungen enthielt über die maximale Distanz der Leitungsstangen, über die Art der Kreuzung von Strassen, über eine direkte Telefonleitung zur Sicherung des Betriebs, über Unterbrechungsschalter, Art der Aufstellung der Stangen und Trägern an Gebäuden.¹⁹ Zudem wurden «die Konzessionärin und deren allfällige Rechtsnachfolger [...] für alle Schädigungen haftbar erklärt, welche durch die Starkstromleitung an Leben, Gesundheit und Eigentum von Drittpersonen entstehen sollten».²⁰

Damit hatte es mit den Auseinandersetzungen noch keineswegs sein Bewenden. Erst jetzt begann nämlich eine Expropriationskommission ihre Arbeit, bei deren Lokalbesichtigung im Mai 1899 fast alle bereits vorgebrachten Argumente – sowohl des Romanshorer Elektrizitätswerks als auch der opponierenden Bauern – nochmals mit voller Wucht aufeinanderprallten. Allerdings stand man nun insofern vor vollendeten Tatsachen, als die umstrittene Leitung in der Zwischenzeit erstellt worden war. In der mündlichen Verhandlung «auf dem Lokal» erklärten die Vertreter der Ortsgemeinde Amriswil und jene des Elektrizitätswerks Romanshorn, dass für die Festsetzung der Entschädigung nur die Stangen allein in Frage kämen, da der Luftraum nicht mehr dem Eigentümer des Landes gehörte. «Die Stangen nehmen aber höchstens einen Quadratfuss Land in Anspruch, was ca. 5 Cts. ausmache. Im Gemeindebann Amriswil seien die Landeigentümer mit 5 Fr. per Stange, und, sofern sie an die Grenze gesetzt werden konnten, mit 2 Fr. zufrieden gestellt worden.» Eine Haftpflicht wollten sie auf den Betrag von 3000 Fr. begrenzt haben – ihnen sei «durch die Renitenz der Güterbesitzer» bereits ein Schaden von 15000–18000 Fr. entstanden. Die «renitenten Güterbesitzer» ihrerseits argumentierten, «es werde den Grundstücken eine bleibende Servitut auferlegt, die auf den Verkehrswert einen ungünstigen Einfluss ausübe». Zudem würde die Bearbeitung des Landes durch Maschinen erschwert.²¹

18 Bericht der Gesetzgebungs-Kommission 1899, 21.

19 Dazu ein Beispiel: «Die vorgeschlagenen Schutzvorrichtungen bei Kreuzung der Hochspannung mit Strassen können den Anforderungen genügen, insofern der Abstand der Schutznetze und der Schutzrahmen bei keiner Temperatur weniger als 20 cm in horizontaler und 40 cm in vertikaler Richtung beträgt und die in die Leitungsdrähte einzusetzenden Isolierkörper in Bezug auf innere und äussere Isolierfähigkeit der Betriebsspannung von 3000 Volt entsprechen.» Protokoll des Regierungsrates des Kantons Thurgau, 27. Januar 1899.

20 Protokoll des Regierungsrates des Kantons Thurgau, 27. Januar 1899.

21 Mit diesem auf die zunehmende Mechanisierung der Landwirtschaft anspielenden Argument der vorwiegend aus Bauern zusammengesetzten Gruppe von Grundeigentümern wurde Elektrifizierung zu bloss *einem* von mehreren parallel zueinander verlaufenden Technisierungsprozessen in der Schweiz gemacht und gleichzeitig dem Vorwurf begegnet, man sei der technischen Modernisierung gegenüber grundsätzlich feindlich eingestellt.

Erst jetzt, nach dieser erneuten Festlegung der Fronten, ging es ans grosse Feilschen. Georg Hauptmann, der für einen jungen Baum 50 Fr. Schadenersatz gefordert hatte, ging dabei zwar leer aus, weil sein Baum «in 20 Jahren kaum die Starkstromleitung erreichen» würde. Kirchenvorsteher Theophil Straub, der für die Bodenentwertung 1400 Fr. Schadenersatz gefordert hatte, erhielt 80 Fr. zuerkannt, Gemeinderat Müller, Schoop-Stäheli und Jacob Bauer konnten je einen Baum stehen lassen. Statt der von den Grundeigentümern geforderten 5246 Fr. wurden 1571 Fr. ausbezahlt²²

Über eineinhalb Jahre hatte sich dieser Streit hingezogen – rechtlich abgesichert war an seinem Ende jedoch nur der Bau einer einzigen Übertragungsleitung. Auch wenn keineswegs alle Entschädigungs- und Enteignungsverfahren so kompliziert verliefen, zeigt das Beispiel doch deutlich, auf welchen Engpass sich die schweizerische Elektrizitätswirtschaft zubewegte: Allein während der Romanshorer Auseinandersetzungen sind über 20 neue Kraftwerke in Betrieb gesetzt worden, und ein gutes Dutzend Kraftwerke haben ihre Kapazitäten erweitert.²³ Diese und die meisten der bereits bestehenden Kraftwerke dürften 1898 und 1899 elektrische Netze mit einer Gesamtlänge von mehreren 100 km gebaut haben:²⁴

Dies führte um die Jahrhundertwende zu einem dringenden legislativen Handlungsbedarf, wollte man nicht Gefahr laufen, das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum zu bremsen oder gar zu verunmöglichen. Es erstaunt deshalb nicht, dass die Bestimmungen zum Expropriationsrecht im Bundesgesetz über Schwach- und Starkstromanlagen in der parlamentarischen Debatte als die «wichtigsten des Gesetzes» apostrophiert wurden. Sie seien «am meisten geeignet, die Verwertung der in der Natur liegenden Kräfte zu fördern. Mag die Expropriation auch für manche der bereits erstellten Werke nicht mehr von grosser Bedeutung sein, für die freie Entwicklung der elek-

22 Abschätzungs-Protokoll 1899.

23 1898 waren es 17 neue und 8 erweiterte, 1899 10 neue und 6 erweiterte Kraftwerke. Wyssling 1946, 186–189.

24 Die genaue Länge der in dieser Zeit neuerstellten Übertragungsleitungen ist nicht bekannt. Aufgrund der vom SEV 1903 publizierten Statistik kann jedoch eine grobe Schätzung vorgenommen werden. Bis zum Inkrafttreten der eidgenössischen Starkstromgesetzgebung (1903) sind von 69 Elektrizitätsgesellschaften Hauptleitungen mit einer Gesamtlänge von 2232 km und von 66 Elektrizitätsgesellschaften Verteilungen mit einer Gesamtlänge von 1127 km gebaut worden. Die total installierte Leistung hat bei diesen beiden sich stark (aber nicht vollständig) überschneidenden statistischen Gruppen von Elektrizitätswerken 97932 kW bzw. 81693 kW betragen. Pro Kilowatt installierter Leistung wurden demnach 0,023 km Hauptleitungen bzw. 0,014 km Verteilungen erstellt. Rechnet man dies auf die in der Statistik aufgeführten 221 Kraftwerke mit einer gesamten Kapazität von 137706 kW hoch, so dürften in der Schweiz bis und mit 1902 rund 3170 km Hauptleitungen und rund 1930 km Verteilungen gebaut worden sein. Nimmt man dieselben Verhältnisse auch für die Jahre 1898 und 1899 an, dann dürften bei einem Kapazitätsszuwachs von 32597 kW allein in diesen beiden Jahren circa 750 km Hauptleitungen und rund 460 km Verteilungen gebaut worden sein. SEV-Statistik 1903.

trischen Anlagen ist sie eine Lebensfrage», führte der Berichterstatter der vorberatenden Kommission aus.²⁵

Ein nicht geringerer Handlungsbedarf zeichnete sich – ebenfalls aufgrund des überhitzten Elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums der 1890er Jahre²⁶ – in sicherheitstechnischen Fragen ab. Dies machte das grösste elektrotechnische Desaster in der Schweiz des ausgehenden 19. Jahrhunderts deutlich: Am 2. April 1898 brachen in Zürich unter der Last nassen Schnees einige Telephondrähte und fielen «auf die hochgespannte Leitung für das elektrische Tram [...], wodurch auf der Centralstation eine solche Starkstromspannung entstand, dass die Kupferdrähte in den Schalttafeln geschmolzen wurden und die Holzverkleidung Feuer fing. Sobald eine Telephonistin den Stöpsel in die Tafel steckte, schlugen ihr die Flammen entgegen. [...] Im Nu stand nun der Saal in Brand, und gegen 10 Uhr schlugen die Flammen bereits mit furchtbarer Gewalt zu den Fenstern heraus.²⁷

Der Brand der Zürcher Telefonzentrale katalysierte eine intensive öffentliche Debatte über die spezifischen Gefahren der Elektrotechnik und über kontextgebundene Konfliktpotentiale, die sich aus der Nachbarschaft der Elektrotechnik zu andern «Techno-Logien» ergaben.²⁸ Die ganz offenbar ungenügende Koordination zwischen Starkstromanlagen (elektrische Strassenbahn) und Schwachstromanlagen (Telefon- und Telegrafennetze) kam der schweizerischen Öffentlichkeit im April 1898 mit einem Schlag zu Bewusstsein,²⁹ eine Schuldzuweisung jagte die andere. «Es war zu erwarten,

25 AStBuBV 4. Dezember 1900, 582. Siehe auch Meili 1899, 18–33; Meili 1900, 17–23. Es überrascht wenig, dass gerade der Leitungsbau zu Widerständen gegen Elektrifizierungsprojekte geführt hat, waren es doch die elektrischen Leitungen, welche diesen Technisierungsvorgang sichtbar werden liessen, während sonst die Versorgung mit (hydro)elektrischer Energie, im Unterschied etwa zum Eisenbahnbau, gleichzeitig den ungemainen Vorteil und den darstellerischen Nachteil besass, unsichtbar zu bleiben.

26 Diese konjunkturelle Überhitzung wurde branchenintern auch als einer der wichtigsten Gründe für die gleich nach der Jahrhundertwende einsetzende Krise angesehen: «Die Ursachen dieser Stockung sind hinlänglich bekannt. Sie liegen nicht nur in der allgemeinen wirtschaftlichen Depression, sondern in der übermässigen Ausdehnung der Produktion, der Engagierung zu grosser Kapitalien, und der unüberlegten Kreditgebung seitens der elektrotechnischen Firmen.» BHIZH (1901) 1902, 155.

27 NZZ 92 A, 2. April 1898.

28 «Techno-Logien», um auf die vom Begriff abgedeckte Symbiose zwischen «logos» und «techne» zu verweisen. «Techno-Logien» als Techniken in spezifischen Diskurszusammenhängen, welche die Starkstromtechnik umgeben haben, sind in Kap. 4, Das Systemsyndrom, beschrieben worden.

29 Ein kleineres Vorgefecht zwischen der Starkstrom- und der Schwachstrompartei hatte im Sommer 1894 stattgefunden. Es bezog sich hauptsächlich auf einen Unfall in Gossau (SG), bei dem Kantonsrat Schaffhauser das Leben verlor. Albert Denzlers Beschreibung der Unfallursache als eine «Verkettung verschiedener Umstände», deren auslösendes Moment jedoch die gesetzlich vorgeschriebene Unterführung elektrischer Leitungen bei Kreuzungen mit Bahnlinien darstelle (SBZ, 9. Juni 1894, 152), provozierte einen Kommentar von A. Baechtold, Telegrapheninspektor der Gotthardbahn, der eine staatliche Kontrolle elektrischer Anlagen forderte. SBZ, 23. Juni 1894, 164–166. Darauf reagierte Denzler mit

dass einige Blätter, voraus die Lausanner Zeitung, über die eidgenössische Verwaltung des Telephons herfallen und ihr die Schuld am Brande der Centralstation in Zürich zuschieben würde», lautete ein Kommentar der Neuen Zürcher Zeitung. «Wenn man von Schuld eidgenössischer Organe überhaupt reden will, so ist das soweit zulässig, als man sagt, sie waren viel zu coulant gegenüber den Privatunternehmungen auf elektrischem Gebiet; die Eidgenossenschaft hat zu wenig rigorose Bestimmungen betreffend Schutzvorkehrungen, Verantwortlichkeit aufgestellt, sie hat mit ihrem weitgehenden Entgegenkommen die Installation oberirdischer Anlagen mit hochgespannten elektrischen Strömen fast bedingungslos bewilligt.³⁰

Eine Woche nach dem Brand doppelte die Neue Zürcher Zeitung mit dem Hinweis auf einen weiteren Mangel an institutioneller Absicherung elektrotechnischer Gefahrenpotentiale nach. Nun tat sie dies allerdings auf eine Weise, welche die Turbinen der Interessenverbände schneller laufen liess: «Es wird zugegeben werden müssen, dass die Elektrotechnik in den letzten zwanzig Jahren ganz ungeahnte Fortschritte gemacht hat, dass aber die Qualität der elektrische Anlagen erstellenden oder beaufsichtigenden und prüfenden Techniker, (wenn man die, namentlich in den ersten Jahren der Entwicklung der Elektrotechnik allen möglichen Berufsarten entstammenden Leute so nennen darf), von denen einzelne heute noch in hervorragenden Stellungen stehen, nicht Schritt gehalten hat. Es machte sich daher schon vor Jahren das Bedürfnis geltend, durch Errichtung besonderer Lehrstühle an technischen Hochschulen und verwandten Lehranstalten tüchtige Elektrotechniker heranzubilden.» Diese Breitseite gegen mangelnde Professionalität eines Teils der Elektrotechnikerzunft war, bei genauerer Betrachtung, gerade ein Argument *für* die Stärkung der Elektrizitätswirtschaft und ihrer auf eine professionellere und formalisiertere Ausbildung drängenden Verbände.³¹ «Eine grosse Anzahl solcher [tüchtiger Elektrotechniker] ist schon aus diesen Schulen hervorgegangen – um so befremdender und bedauerlicher ist es, dass gerade diese Leute von staatlichen sowohl als auch privaten Verwaltungen so stiefmütterliche Berücksichtigung finden und dass man noch nicht zur Einsicht gekommen zu sein scheint, der heutige Stand der Elektrotechnik erfordere eben mehr als die Kenntnis des Telegraphierens oder der Einrichtung von Haus- und Zimmertelegraphen.³²

einem ungewöhnlich langen Gegenartikel, in welchem er zwar für die Aufstellung von Installations- und Betriebsvorschriften, aber gegen staatliche Eingriffe und für die Selbstkontrolle der Elektrizitätswirtschaft plädierte. SBZ, 28. Juli 1894, 26–30. Zu weiteren tödlichen Unfällen in elektrischen Betrieben bis 1894 siehe SBZ, 5. Mai 1894, 120. Siehe auch Wyssling 1946, 279–280. «Diese «Bahnkreuzungen» bildeten durch Jahre beidseitig die Ursache zu viel Arbeit und Ärger; der SEV führte in dieser Zeit zur Klarlegung der Verhältnisse eine jährliche Statistik über «Kreuzungen» ein.» Wyssling 1946, 280.

30 NZZ 96 M, 6. April 1898.

31 Siehe dazu unten, S. 200–201 und 212.

32 NZZ 99A, 9. April 1898.

Diese Kommentare zeigen, warum und wie der Brand der Zürcher Telefonzentrale vom April 1898 die Debatte über eine eidgenössische Starkstromgesetzgebung anheizen, strukturieren und beeinflussen konnte.³³ Die besondere Wirkung des Ereignisses wird vor allem dann deutlich, wenn man sie etwa mit der eigentlichen Wirkungslosigkeit der Katastrophe von Montreux vom 6. November 1888 vergleicht.³⁴ Der Bruch des oberhalb von Montreux, in Sonzier, liegenden Wasserreservoirs der Société électrique Vevey-Montreux-Chillon und die Zerstörung der darunter liegenden Ortschaften blieben ohne jede Wirkung auf die Einschätzung elektrotechnischer oder wasserbaulicher Gefahrenpotentiale.³⁵ Sie beeinflussten weder die Gesetzgebung noch die ihr vor- und nachlaufenden rechtsdogmatischen bzw. elektrotechnischen Diskursen. Technische Unfälle haben keine vorhersehbare Wirkung auf die öffentliche Meinung, sondern müssen von dieser zuerst zu Ereignissen erhoben werden.³⁶

- 33 «Obgleich die Bundesversammlung schon am 4. IV. 1895 dem Bundesrate den Auftrag zur Ausarbeitung einer Vorlage «über Anlage, Betrieb und Beaufsichtigung von elektrischen Starkstromleitungen» gab, kam es erst im Jahre 1897, nachdem der Brand der Telefonzentrale in Zürich augenfällig auf die Gefahren der elektrischen Anlagen aufmerksam gemacht hatte, zur Bildung einer Expertenkommission von Seiten des eidgen. Post- und Eisenbahndepartements.» Bienstock 1912, 13. Zum Zürcher Telefonzentralenbrand siehe weiter auch die Berichterstattung in der NZZ vom 3. bis zum 9. April 1898. Zur katalytischen Wirkung des Ereignisses im elektrowirtschaftlichen Diskurs siehe Meili 1899, 7; SEV-Jahrbuch 1899, 49; AStBuBV 1900, 578 und 589; SBZ, 30. Juni 1899, 239–244; SBZ, 12. Januar 1901, 14–16. Heinrich Friedrich Weber, der 1898 ein Gutachten über die Ursache des Brandes verfasst hatte, war sowohl Mitglied der Expertenkommission des Bundes für das Elektrizitätsgesetz von 1902 als auch Mitglied der Eidgenössischen Kommission für elektrische Anlagen. Siehe Schweizer Elektrotechnischer Anzeiger und Elektro-Installateur, 10. Juni 1912, 85–86.
- 34 Centralblatt für Elektrotechnik (10) 1888, 967–968 (Die Katastrophe von Montreux). Dieses Ereignis wurde von der schweizerischen Technikergemeinschaft keineswegs ignoriert oder verdrängt, aber sie war *kein* Thema allgemeiner öffentlicher Debatten und wurde *nicht* als Problem elektrowirtschaftlichen Wachstums interpretiert. Siehe dazu SBZ, 10. November 1888, 123–124.
- 35 «Am 6. November vor 5 Uhr Morgens soll das Wasser im Reservoir [von Sonzier] etwa 8,30 m hoch [...] gestanden haben. Der diesem Wasserstande entsprechende Inhalt beträgt rund 6300 m³. Diese Wassermasse entleerte sich in der kurzen Zeit von wenigen Minuten und stürzte von Sonzier weg, zuerst einem gepflasterten tief eingeschnittenen Hohlwege folgend, in etwa 15 Minuten bis zum See hinunter. Auf dem Wege dahin wurden [...] fünf Häuser und Stallungen theils weggerissen, theils schwer beschädigt. Vierzehn Personen, die in besagten Gebäuden oder auf der Strasse sich befanden, wurden fortgeschwemmt und fünf davon nur als Leichen wieder aufgefunden, von den anderen Schäden an Strassen, Brücken, mit Wein gefüllten Kellern etc. nicht zu reden. [...] Was die Katastrophe verursacht hat, ob mangelhafte Arbeit oder ungenügende Dimensionierung, ist hier nicht zu untersuchen, voraussichtlich werden dieses die Gerichte entscheiden.» SBZ, 10. November 1888, 123. Siehe auch NZZ 311, II 6. November 1888; NZZ 312 I, 7. November 1888; NZZ 314 I, 8. November 1888; NZZ 317 II, 12. November 1888; NZZ 319 II, 14. November 1888.
- 36 Siehe dazu auch Nowotny 1979, 200–203; Evers und Nowotny 1987; Kepplinger 1988.

Verbandspolitik als «Ordnung der Dinge»

Die beiden Wachstumsgrenzen «Leitungsbau» und «elektrotechnische Sicherheit» erforderten zu ihrer Überwindung eine Reihe von institutionellen Neuschöpfungen, zu denen vorab die Verbände der Elektrizitätswirtschaft zu zählen sind. «In der Erkenntnis, dass nur zweckmässige Zusammenarbeit derer, welche den Wert der neuen Starkstromversorgung erfassten und für sie wirkten, dieser die nötige Freiheit der Entwicklung bei solider Form geben würde», war bereits 1889 der Schweizerische Elektrotechnische Verein (SEV) gegründet worden.³⁷ Ob es tatsächlich, wie sich die Bauzeitung 1901 zu erinnern glaubte, «*nur der energischen Arbeit* der damals noch sehr jungen schweizerischen Starkstrom-Industrie unter der Führung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins» zu verdanken gewesen war, dass im «Bundesgesetz betreffend die Erstellung von Telegraphen- und Telephonlinien» vom Juli 1889 wenigstens eine «Milderung des fiskalischen Standpunktes» hatte erzielt werden können, kann bezweifelt werden. Der SEV dürfte nur wenige Monate nach seiner Gründung im April 1889 kaum in der Lage gewesen sein, bereits einen Etappensieg gegen die ältere und mit dem Bundesmonopol ausgerüstete Schwachstromtechnik zu erzielen, «sodass das Gesetz den Starkstromanlagen einen halbwegs erträglichen Boden beliefs»³⁸. Vielmehr wird es sich bei der «Erinnerung» der Bauzeitung von 1901 um eine historisch stilisierte und gerade deshalb aufschlussreiche Begründung der in gut 10 Jahren aufgebauten Verbandsmacht und ihrer Anfänge gehandelt haben. Kein Zweifel besteht jedoch daran, dass sich der SEV als Sprachrohr der Elektrizitätswirtschaft von Anfang an und mit wachsendem Erfolg um die Ausgestaltung einer bundesstaatlichen Starkstromgesetzgebung bemühte.³⁹ Seit 1895 wurde er dabei vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) nachhaltig unterstützt.⁴⁰

Die Grundsatzdebatte über die Gefahren der Elektrotechnik, die sich im Anschluss an den Brand der Zürcher Telefonzentrale entwickelte, stellte die Verbände zwar auf eine harte Probe, aber sie offerierte ihnen gleichzeitig auch eine Plattform, auf der sie ihre bislang vorwiegend technische Definitionsmacht auf die Gesetzgebung ausdehnen konnten.⁴¹ Die von den Ver-

37 Wyssling 1946, 278.

38 SBZ, 12. Januar 1901, 14. Hervorhebung D. G.

39 Wyssling 1946, 285.

40 Vgl. SEV-Jahrbuch 1896, 28. «An der Gesetzgebung für elektrische Anlagen nahm der VSE in Verbindung mit dem SEV stets lebhaften Anteil: Am Elektrizitätsgesetz von 1902, an den Bundesvorschriften von 1908 und den Verordnungen von 1933, am Expropriationsgesetz von 1930, das der VSE schon 1898 verlangt hatte [...]» Bänninger 1945, 544. Vgl. auch Zihlmann 1970.

41 Vgl. dazu insbesondere Protokoll der Schlussitzung der Expertenkommission für die Untersuchung der Massnahmen gegen die aus dem Bestande der elektrischen Anlagen resultierenden Gefahren 1899.

bänden publizierten Kommentare bildeten dank ihrer präzisen und überzeugenden Argumentationsweise eine feste Grundlage korporatistischer Öffentlichkeitsarbeit. Als der Brand der Telefonzentrale in Zürich «im Publikum das Gefühl einer bedeutenden Gefahr der Starkstromanlagen allgemein neu aufflammen» liess, Zeitungsartikel «in den üblichen extremen Darstellungen und Ausdrücken» verlangten, dass «alles unter den Boden kommen» müsse, was Starkstrom führe, und als im Nationalrat gar eine Motion eingereicht wurde, welche vom Bundesrat Massnahmen zur Verhütung ähnlicher Ereignisse forderte, reagierte der SEV sofort und sandte an alle Unterzeichner der Motion Pestalozzi eine Stellungnahme, «da angesichts des in Beratung befindlichen Gesetzes durch die neue, ungünstige Strömung in der Öffentlichkeit die Elektrizitätsversorgung schwer gefährdet zu werden drohte». Die «ungünstige Strömung» konnte nur durch einen massiven Restrom der Elektrizitätswirtschaftlichen Interessenverbände in eine günstigere Richtung gelenkt werden.

Gegen jede «ungünstige Strömung» in der technischen Öffentlichkeit der Schweiz richtete der SEV deutliche Worte, die starke Resonanzen erhielten. «Der SEV wies darauf hin, dass eine Bestimmung, die alle Starkstromleitungen in unterirdische Kabel verweisen würde, der Übertragung entfernter Wasserkräfte, aber auch der Versorgung innerhalb der Ortschaften, namentlich auch der so verheissungsvoll begonnenen unserer Industriedörfer, den Todesstoss versetzen würde.»⁴² Die «Übertragung entfernter Wasserkräfte» war aber um die Jahrhundertwende in der schweizerischen Öffentlichkeit eine ebenso unwidersprochen gute, richtige und nützliche Sache, wie die Aussicht auf einen «Todesstoss» gegen die «Industriedörfer» ein kollektives Schreckgespenst darstellte. Der Hinweis auf die «Ortschaften» und «Dörfer», denen die Elektrifizierung durch schärfere Sicherheitsbestimmungen verunmöglicht würde, sollte darüber hinaus die Aufmerksamkeit der Debatte von den Städten auf einen mehr ländlichen Kontext verschieben und sie von der ursprünglichen Konfliktzone, die der Zürcher Telefonzentralenbrand definiert hatte, wegführen. Damit wurde die öffentliche Meinung der ländlichen Gegenden für die von den Verbänden repräsentierte Elektrizitätswirtschaft mobilisiert. Um die Jahrhundertwende waren es ja gerade «Ortschaften» und «Industriedörfer», die ihre relative elektrowirtschaftliche Rückständigkeit wettzumachen trachteten. Sie stellten das grosse Wachstumspotential der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft dar.⁴³

42 Wyssling 1946, 281–282.

43 Seit Mitte der 1890er Jahre entstanden die ersten Überlandwerke, welche mit verzweigten Hochspannungsnetzen ganze Regionen mit Strom versorgten. Dazu zählten Werke wie La Goule-St-Imier (1895), Montbovon (1896), Waldhalde-Wädenswil (1895), Wynau (1896), Ruppoldingen (1896), Yverdon (1896), Spiez (1899), Hagneck (1900), Kubel (1900) und Beznau (1902). Vgl. auch Wyssling 1946, 108. Nach der Jahrhundertwende begann die durchschnittliche Grösse der mit Strom versorgten Gemeinden deutlich unter 2000 Einwohner zu sinken, was ebenfalls auf die neue Tendenz zu einem von Dörfern geprägten

Die geballten Wortladungen der Verbände blieben, wie Walter Wyssling festgehalten hat, «nicht ohne Einfluss auf die Gestaltung der Gesetzgebung»⁴⁴. Allerdings war dazu eine «Unsumme vielfach unproduktiver Arbeit»⁴⁵ notwendig, galt es doch, möglichst viele Verbandsmitglieder in die Expertenkommission zu bringen und dann den Bundesrat, die Bundesämter, die Eisenbahngesellschaften, beide Kammern des Parlamentes sowie die Vertreter der Schwachstrombetriebe des Bundes mit soliden Argumenten auf eine für die Starkstromindustrie günstigere Meinung zu bringen. Erst nachdem «die Vertreter der elektrischen Industrie sich sehr intensiv» um das Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen gekümmert hatten,⁴⁶ war die technische und politische Öffentlichkeit bereit, jene von «der betroffenen Interessengruppe seit Jahren angestrebte und vorbereitete Ordnung der Dinge»⁴⁷ zu verwirklichen.

Dass diese «Ordnung der Dinge» eine im geltenden Recht institutionalisierte Ordnung sein sollte, war den Verbänden der Elektrizitätswirtschaft zwar bereits vor dem die Debatte um das Bundesgesetz katalysierenden Telefonzentralenbrand in Zürich klar⁴⁸ – es fehlte ihnen jedoch noch an einer hinreichenden Legitimation, um sich gegen die in ganz andere Richtungen laufenden Diskurse der Grundbesitzer, der Eisenbahngesellschaften, des Bundes als Betreiber von Schwachstromanlagen für Telefonie und Telegrafie sowie gegenüber den Juristen durchsetzen zu können. Diesem Legitimationsdefizit begegnete die schweizerische Elektrizitätswirtschaft auf Ver-

Absatzgebiet der Elektrizitätsgesellschaften schliessen lässt. SEV-Statistik 1902. Vgl. auch SBZ, 30. November 1895, 144–146; SBZ, 7. Dezember 1895, 150–153; SBZ, 7. Dezember 1895, 156–158.

⁴⁴ Wyssling 1946, 282.

⁴⁵ Wyssling 1946, 282. Dazu zählten wohl auch die vielen Referate, die Wyssling in der vorbereitenden Kommission und während des Vernehmlassungsverfahrens gehalten hatte. Vgl. etwa den Auszug aus seinem Vortrag an der Ausschusssitzung der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker in Leubringen am 20. Oktober 1901, in: SBZ, 30. November 1901, 239–241.

⁴⁶ AStBuBV 1900, 588.

⁴⁷ SBZ, 14. Januar 1901, 16. Siehe auch Schär 1905, 26.

⁴⁸ Siehe die Traktandenliste bei der Gründungsversammlung des VSE in Aarau: «Anregung einer Revision der eidgen. Verordnungen über den Bau von Starkstromanlagen, resp. Aufstellung eines Spezialgesetzes; Schaffung eines technischen Inspektorates über elektrische Anlagen; Erlass eines allgemein gültigen Regulativs über die Ausführung elektrischer Installationen im Innern von Gebäuden.» NZZ 141 A, 22. Mai 1895. Im SEV-Jahrbuch 1894, 16 wird bemerkt, dass der Verein «eine partielle Revision des Bundesgesetzes über den Bau von Starkstromanlagen» anstrebe. Auch in seinem Rechenschaftsbericht zum Geschäftsjahr 1894/95 schrieb der SEV-Vorstand: «Loi d'expropriation en faveur des lignes électriques industrielles. – Votre comité s'est occupé à plusieurs reprises de cette importante question. – Vous savez tous quelles difficultés on rencontre dès qu'il s'agit d'obtenir les autorisations nécessaires à la construction des lignes électriques industrielles.» SEV-Jahrbuch 1896, 23. Auf die Funktion eines «zentralen» Ereignisses, das den Aufbau von Verbandsmacht und Verbandsstrukturen beschleunigt, hat auch Benedikt Hauser hingewiesen. Hauser 1985, 172.

bandsebene mit einem konsequenten Aufbau *technischer* Definitionsmacht. Dazu musste man jedoch die von Feuerversicherungsgesellschaften, Elektrizitätswerken, Behörden und anderen erlassenen Vorschriften zu einem einzigen Reglement verdichten. Eine 1893 ausgeschriebene Preisaufgabe hatte angesichts dieser Vielfalt von divergierenden Interessen keine allgemein befriedigende Lösung hervorgebracht. Die Jury des SEV machte sich darauf selbst an die Arbeit und versuchte, einen vertretbaren Vorschriftenkatalog auszuarbeiten, der sowohl die notwendige Verbindlichkeit als auch eine hinreichende Flexibilität technischem Wandel gegenüber aufwies.⁴⁹ Erst nachdem man jedoch 1895 ausser dem Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke auch noch Vertreter der konstruierenden Firmen, der Elektrizitätswerke, des Telegraf- und Telefonwesens des Bundes, des Polytechnikums und weitere konsultierende Ingenieure beigezogen hatte, gelang die gewünschte Integrationsleistung.⁵⁰

Diese repräsentierte zwar endlich einen formalen Konsens, sie stellte jedoch noch keineswegs auch die Durchsetzung der Vorschriften sicher.⁵¹ Dem Reglement sollte deshalb eine erhöhte Durchsetzungsfähigkeit durch die institutionelle Zusatzeinrichtung eines «Technischen Inspektorates» verliehen werden. 1897, also gerade noch vor dem Zürcher Telefonzentralenbrand, wurde das Inspektorat gegründet, dessen Hauptaufgabe es sein sollte, «der richtigen Ausführung von Starkstromanlagen» seine volle Aufmerksamkeit zu schenken.⁵² «Die Unterstellung sämtlicher Verbandsmitglieder wurde schon in der letzten Generalversammlung beschlossen, aber diesem Beschluss nicht von allen Mitgliedern Folge gegeben», las man 1899 im Jahrbuch des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, wo man auch auf den für die Elektrizitätswirtschaft glücklichen Umstand hinwies, dass

49 Die Preisaufgabe lautete wie folgt: «Ausarbeitung eines Normalregulativs über die technische Ausführung electricischer Beleuchtungs-Einrichtungen in Einzelanlagen oder in Hausinstallationen im Anschluss an Centralstationen, mit kritischer Berücksichtigung der bis jetzt von Feuerversicherungsgesellschaften, Electricitätswerken, Behörden etc. erlassenen bezüglichen Vorschriften.» Siehe SEV-Jahrbuch 1894, 17.

50 Die Absicht, eine solche Integrationsleistung zu erbringen, wurde von Albert Denzler bereits 1894 formuliert: «Wir halten es [...] als notwendig und möglich *an die bestehenden Gesetze anzuknüpfen, dieselben in das neue allgemeine Reglement einzubeziehen*, soweit specielle Ausführungsvorschriften dies wünschbar erscheinen lassen.» SBZ, 28. Juli 1894, 29. Hervorhebung D. G.

51 Meili 1900, 14.

52 Siehe Sicherheitsvorschriften 1900, 3–5. Zur Vorgeschichte des Inspektorats und der Sicherheitsvorschriften siehe auch Denzler 1899, 87. Denzler hatte 1894, «veranlasst durch eine Reihe von Unfällen, die in Starkstromanlagen vorkamen, welche ohne Sachkenntnis ausgeführt und betrieben waren», an der Generalversammlung des SEV den Antrag auf «Erlass von Normalien für den Bau und Betrieb von Starkstromanlagen», auf «Schaffung eines elektrotechnischen Inspektorats» und auf «Veranstaltung von elektrotechnischen Elementar-Kursen für Maschinisten in Central-Stationen» gestellt. Der 1895 gegründete VSE übernahm die ersten beiden Postulate ebenfalls in sein Arbeitsprogramm. Vgl. auch SEV-Jahrbuch 1895, 18 und SEV-Jahrbuch 1896, 55.

man Sicherheitsstandards und Selbstkontrolle gerade noch früh genug und auf Verbandsebene hatte institutionalisieren können. «Dass das Inspektorat sehr zeitgemäss ist, wird wohl niemand bestreiten, ebenso dass es gerade im richtigen Zeitpunkt eröffnet wurde, denn wenn der Brand der Telefonzentrale vor der Eröffnung des Inspektorates stattgefunden hätte, so wären wir jetzt sehr wahrscheinlich mit einem Bundes-Inspektorat beglückt, während wir jetzt bei richtiger Unterstützung seitens der Werke, durch zahlreichen Beitritt zum Inspektorat, die beste Aussicht haben, vom Bunde die gleiche Anerkennung zu finden, wie das Inspektorat des Vereins schweizerischen Dampfkesselbesitzer.»⁵³

Die Interessenverbände verfolgten nun eine doppelte Politik. Einerseits galt es, den säumigen Mitgliedern den Beitritt zum Inspektorat dadurch schmackhaft zu machen, dass man sie vor einer drohenden Bundeskontrolle zu bewahren versprach, und andererseits wurde den Bundesbehörden erklärt, dass man mit dem obligatorischen Beitritt zum Inspektorat für SEV- und VSE-Mitglieder die Garantie bieten könne, eine umfassende und wirkungsvolle Kontrolle durchzuführen. Diese Strategie war erfolgreich: Die von den Verbänden angestrebte «Ordnung der Dinge» wurde auch vom Gesetzgeber als eine wünschbare Ordnung betrachtet und die Verbände selbst für fähig eingeschätzt, diese Ordnung zu kontrollieren. «Darüber, dass eine Kontrolle und zwar eine intensive Kontrolle stattfinden soll und muss, ist alles einig», führte etwa der Präsident der vorberatenden nationalrätlichen Kommission in der Eintretensdebatte aus, denn tatsächlich befände man sich «in einem Zustand grösster Gefährdung», die «fast mehr in kleinen als in grossen Werken [bestehen], welche letztere die Kosten der Inspektion durch den schweiz. elektro-technischen Verein in der Regel nicht scheuen und bezüglichlichen Weisungen sofort Folge geben». Dies hiess zunächst nichts anderes, als dass der SEV für fähig erachtet wurde, erfolgreich gegen elektrotechnische Gefahrenpotentiale⁵⁴ operieren zu können, und dass es sinnvoll sein würde, durch gesetzliche Vorschriften dem Verband in seinen Bemühungen beizustehen, damit die notwendige «intensive Kontrolle» endlich stattfinden könne.⁵⁵ Denn «im grossen und ganzen beruht alles, was gegenwärtig geschieht, auf blosser Freiwilligkeit und der Staat besitzt in den meisten Fällen *kein Recht* und jedenfalls *keine Organisation*, um in Sachen ein-

⁵³ SEV-Jahrbuch 1899, 49.

⁵⁴ Bereits in der Botschaft des Bundesrats vom 5. Juni 1899 zum Entwurf des Gesetzes über Schwach- und Starkstromanlagen wurden Starkstromanlagen per se als gefährlich eingestuft: «Art. 2. Als Schwachstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen keine Ströme auftreten können, die für Personen oder Sachen gefährlich sind. Als Starkstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen Ströme benützt werden oder auftreten können, die unter Umständen für Personen oder Sachen gefährlich sind.» AStBuBV 1900, 555.

⁵⁵ Der zitierte Satz bedeutete darüber hinaus auch eine Absolution für grosse Kraftwerke und kann in diesem Sinne als Reflex der sich durchsetzenden Skalenökonomie der Elektrizitätswirtschaft angesehen werden.

zuschreiten, falls die Elektrizitätswerke dies nicht als in ihrem eigenen Interesse liegend erachten».⁵⁶

Die organisatorische Vorleistung der Verbände im Bereich der elektrotechnischen Kontrolle stellte eine nicht zu unterschätzende Offerte für die mit geringem elektrotechnischem Know-how ausgerüsteten Behörden von Bund und Kantonen dar. «Das Inspektorat stellt [...] seine Dienste nicht nur den Mitgliedern des S. E. V. und des V. S. E. W., sondern auch den kantonalen Regierungen, Kommunalbehörden, Feuerversicherungs-Gesellschaften und andern Interessenten zu Verfügung, was unter anderem die Regierungen der Kantone Freiburg, Thurgau und Wallis veranlasst hat, von der Schaffung eines eigenen kantonalen Inspektorates Umgang zu nehmen. Aber auch der Bund anerkennt die Berechtigung und den Nutzen des Inspektorates und bezeugt dies praktisch durch Gewährung einer jährlichen Subvention von ganz erheblichem Betrage [...].»⁵⁷ Der Bundesrat wollte deshalb auch «einen Teil seiner Kontrollfunktionen, das Starkstrominspektorat, durch den schweizerischen elektrotechnischen Verein ausüben» lassen, «der unbestrittenerweise gegenwärtig unter seinen Mitgliedern eine gute und sehr verdienstliche Kontrolle ausübt».⁵⁸

Das Inspektorat stellte das wichtigste verbandspolitische Instrument von VSE und SEV dar, so wie dies in elektrotechnischen Kreisen schon früh vorausgesehen worden war. Bereits 1894 hatte die Schweizerische Bauzeitung festgehalten, dass es «im ureigensten Interesse der schweizerischen elektrotechnischen Kreise» liege, «eine Einmischung der Behörden nicht abzuwarten, sondern von sich aus bei Zeiten Vorschriften und allgemeine Grundsätze aufzustellen und die Durchführung derselben durch selbstgewählte Organe kontrollieren zu lassen».⁵⁹ Verbandspolitik war auch und vor allem Ausdruck einer Professionalisierungsstrategie mit dem Ziel möglichst umfassender Selbstkontrolle.⁶⁰ Unter allen Umständen galt es, das Schreckgespenst einer staatlichen Aufsichtsbehörde zu vertreiben und die Entscheidung über elektrotechnische Normen «der bessern Einsicht der interessierten Kreise anheimzustellen», welche, so die Schweizerische Bauzeitung, «angesichts des durchaus gemeinnützlichen Zweckes, nach unserer Überzeugung ganz gut das Richtige selbst finden werden».⁶¹

56 AStBuBV 1900, 581–582. Hervorhebung D. G.

57 Denzler 1899, 88.

58 AStBuBV 1900, 592.

59 SBZ, 9. Juni 1894, 153.

60 Stärker noch als diejenige der Elektroingenieure und der von ihnen repräsentierten Elektrizitätswirtschaft glich die etwas später einsetzende Professionalisierung der Elektroinstallateure dem von den Ärzten vorgegebenen Paradigma. Ihr Ziel war die «Beseitigung illoyaler Konkurrenz», Selbstkontrolle der Mitglieder, Festsetzung von Ordnungsstrafen und «Kreierung eines sogenannten Ehrenrates». Vgl. Der Elektro-Installateur, 15. November 1906, 172. Zu den Ärzten siehe Braun 1983.

61 SBZ, 28. Juli 1894, 30 als Entgegnung auf SBZ, 23. Juni 1894, 164–166.

Das «Richtige selbst finden» oder die «richtige Ausführung» von Starkstromanlagen zu definieren waren seit längerer Zeit verbandspolitische Zielvorgaben. Die Ausarbeitung eines Bundesgesetzes für elektrische Anlagen und das damit verbundene Vernehmlassungsverfahren offerierten den Verbänden nun eine diskursive Plattform, auf der sie – ausgehend von ihrer im Inspektorat und in den Sicherheitsvorschriften institutionalisierten technischen Definitionsmacht – eine um legislative Elemente erweiterte Verbandsmacht aufbauen konnten. Ihre um 1896/97 erbrachte Integrationsleistung war die wichtigste Voraussetzung dafür, dass sie bei der Ausarbeitung des Bundesgesetzes über Starkstromanlagen eine prominente Stimme erhalten konnten: Mehr als zwei Drittel (16 von 22) der Mitglieder der Expertenkommission für eine Starkstromgesetzgebung waren Vertreter der Starkstromindustrie und des SEV.⁶² Es wundert wenig, dass unter diesen Umständen «namentlich in den technischen Fragen, in Hauptsachen fast überall eine Einigung erzielt werden» konnte.⁶³

Besonders stark engagiert hatte sich für diese Einigung Walter Wyssling.⁶⁴ Noch am 19. Februar 1902 hielt er auf einer vom Schweizerischen Gewerbeverein nach Olten einberufenen Versammlung von Verbandsdelegationen eine Rede, die in letzter Minute (nur wenige Tage vor der letzten Sitzung der ständerätlichen Kommission) zu einer einstimmig verabschiedeten, in Wysslings Referat vorformulierten schriftlichen Petition des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, der schweizerischen Gesellschaft für chemische Industrie, des SEV, des VSE, des Vereins schweizerischer Holz-Industrieller, des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller, des Vereins ehemaliger Polytechniker und des Vereins Schweizerischer Spenglermeister und Blechwarenfabrikanten an die eidgenössischen Räte führte und nochmals einige Punkte des Gesetzesentwurfs zugunsten der Elektrizitätswirtschaft abschwächte.⁶⁵ Man hatte keine Mühe gescheut, «um in Wort und Schrift die Gesetzgeber zu veranlassen, gewisse Härten des Gesetzes zu mildern»⁶⁶ Wyssling hat einen Teil dieses Vernehmlassungsverfahrens wie folgt festgehalten: «Im Januar 1901 gibt der SEV entsprechend fomulierte Abänderungsvorschläge zum Gesetz an die Kommission beider Räte ein. Eine zugelassene Abordnung des SEV (Wyssling) erhielt darauf Gelegenheit, mit [den] Vorsitzenden der Kommissionen der Räte (Nationalräte Blumer und Zschokke, sowie Ständerat Geel) die gewünschten Änderungen zu bespre-

62 Wyssling 1946, 281. Zur Zusammensetzung der Kommission siehe SBZ, 30. Juni 1899, 239.

63 AStBuBV 1900, 579.

64 Schär 1905, 26.

65 SBZ, 1. März 1902, 94. Vgl. auch SBZ, 12. Januar 1901, 14–16; SBZ, 6. Februar 1901, 57–60; SBZ, 23. Februar 1901, 81–83; SBZ, 9. März 1901, 101–104.

66 VSE. Jahresbericht des Vorortes pro 1901/02, in: SEV-Jahrbuch 1903, 65. Den definitiven Wortlaut des Gesetzes veröffentlichte die Schweizerische Bauzeitung im Dezember 1902, nach Ablauf der Referendumsfrist. SBZ, 13. Dezember 1902, 265–267.

chen. Neue Beratungsergebnisse der Ratskommissionen konnten im April vom SEV zur Kenntnis genommen werden und ebenso das Ergebnis der zweiten Lesung im Mai. Die Generalversammlung des SEV im Oktober 1901 musste jedoch abermals Anlass nehmen, eine Petition an die beiden Räte zu richten. Sie beanstandete besonders die Bestimmung, dass für *alle* Starkstromanlagen (mit Inbegriff der unzähligen Hausinstallationen!) Planvorlagen an das Eisenbahndepartement einzureichen und von diesem vor Ausführung zu genehmigen seien, dies ausserdem erst nach Einholung einer Vernehmlassung der betreffenden Kantonsregierung! [...] Am 24. Juni 1902 wurde endlich der Leidensweg für diese Gesetzgebung für lange Zeit abgeschlossen durch die Annahme in beiden Räten der letzten Fassung für das «Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstrom-Anlagen», mit dessen Inkrafttreten das bis dahin bestandene, unzweckmässige «Bundesgesetz betreffend die Erstellung von Telegraphen- und Telephonlinien» vom 26. Juni 1889 ausdrücklich aufgehoben, Schwach- und Starkstromanlagen unter scharfe, aber sachgemässe Vorschriften und Kontrolle gestellt wurden und eine gegenseitig verständnisvolle Zusammenarbeit von Schwach- und Starkstromunternehmungen und -personal begann.⁶⁷ Noch im Oktober 1902 wählte der Bundesrat die Mitglieder der «Eidgenössischen Kommission für elektrische Anlagen», wie sie vom Gesetz vorgesehen wurde. Auch diese Hürde nahmen die Verbände mit grossem Erfolg: Gewählt wurden nämlich Walter Boveri und Walter Wyssling als offizielle Abgeordnete des SEV,⁶⁸ ferner der mit der Materie nun gut vertraute (und genügend bearbeitete) Ständerat Geel als Präsident der Kommission, die Professoren Heinrich Friedrich Weber und Adolf Tobler vom Eidgenössischen Polytechnikum sowie André Palaz von der Universität Lausanne, seit 1894 ebenfalls SEV-Mitglied.⁶⁹ Nur von A. Baechtold, jenem Telegrapheninspektor der Gotthardbahn, der 1894 für eine staatliche Aufsichtsbehörde eingetreten war,⁷⁰ und allenfalls von Adolf Tobler (Professor für Schwachstromtechnik) mochte in diesem Gremium der Verbandspolitik des SEV Opposition erwachsen. Beide «Schwachstromvertreter» waren jedoch ebenfalls SEV-Mitglieder, Baechtold seit 1891 und Tobler seit 1892.⁷¹

67 Wyssling 1946, 284.

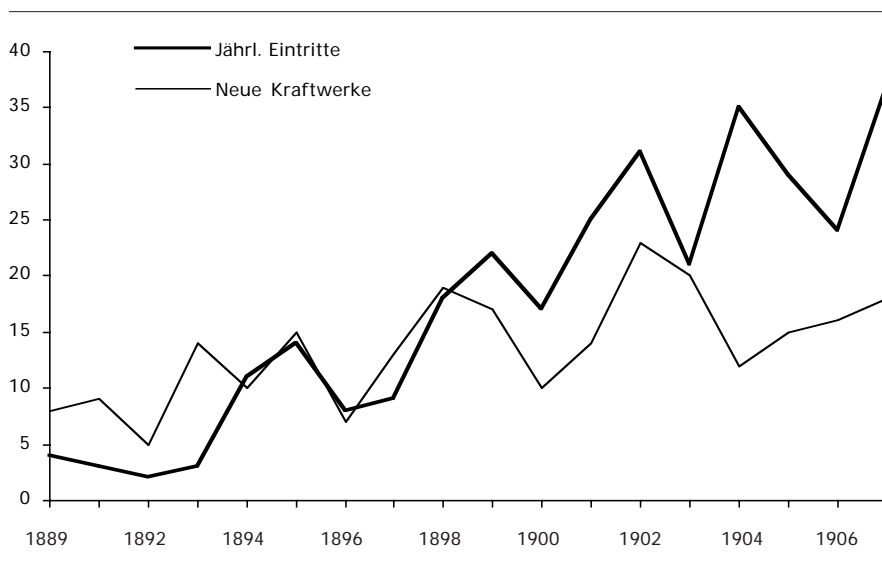
68 Walter Boveri, Mitgründer und Delegierter des Verwaltungsrates der AG Brown Boveri & Cie., war seit 1893 Mitglied des SEV, Wyssling wurde 1903 zum ersten Ehrenmitglied des Vereins gewählt. SEV-Jahrbuch 1907, XXXIV bzw. IX.

69 Zur SEV-Mitgliedschaft von A. Palaz siehe SEV-Jahrbuch 1907, LIV.

70 Siehe oben, Anm. 29.

71 SEV-Jahrbuch 1907, XXX und LXIII. H. F. Weber war zwar nicht SEV-Mitglied, er galt jedoch als grosser Förderer der Elektrotechnik und der Elektrizitätswirtschaft. Siehe auch unten, S. 215 ff. Der Erfolg sollte nicht ausbleiben: Die Verbände waren in der technischen Kommission des Bundes so gut vertreten, dass die 1908 erlassenen Bundesvorschriften betreffend der Erstellung und Instandhaltung elektrischer Anlagen keineswegs wie jene von 1889 und 1899 der Ergänzung durch Vorschriften des SEV bedurften. Vgl. Vorschriften 1909 (Vorwort).

Grafik 5: SEV-Kollektivmitglieder nach Eintrittsjahr und jährlicher Kraftwerkbau



Quellen: SEV-Jahrbuch 1907, IX–XXVII und Wyssling 1946, 175–198.

Mit Inkrafttreten des Starkstromgesetzes (1. Januar 1903) erschienen der SEV und der VSE wie der letzte sichere Hafen einer durch die elektrowirtschaftliche Krise der Jahrhundertwende stark verunsicherten Elektrizitätswirtschaft.⁷² Die Verfügungsgewalt der Verbände hatte nicht zuletzt deshalb beträchtlich zugenommen, weil sie im Urteil ihrer Mitglieder eine wachstumsstabilisierende oder gar wachstumsfördernde Funktion zu erfüllen vermochten. Gleichzeitig wurden die von den Verbänden übernommenen parastaatlichen Funktionen mit Hilfe ihres Monopols in der Repräsentation von Interessen verteidigt. Dies zeigte sich nicht nur in ihrer Vertretung in der «Eidgenössischen Kommission für elektrische Anlagen», sondern auch darin, dass das Inspektorat der Verbände die im Starkstromgesetz vorgesehene Bundeskontrolle tatsächlich zugewiesen bekam.⁷³ Die Zahl der SEV-Kollektivmitglieder stieg denn auch nach der Jahrhundertwende schneller an, als die Zahl neugegründeter Elektrizitätswerke hätte erwarten lassen (vgl. Grafik 5), d. h. der Organisationsgrad der Branche erfuhr eine beträchtliche Steigerung.⁷⁴

⁷² Zu den Gründen der Krise siehe BHICH (1902) 1903, 157–158 und oben, Anm. 26.

⁷³ Zur Problematik, einem privaten Verein staatliche Funktionen zu überbinden, siehe Meili 1899 und Meili 1900, 16. Dagegen Denzler 1899, 87–88. Auch im Nationalrat wurden «schwere Bedenken» dagegen geäussert, «eine so ungemein wichtige Kontrolle gesetzlich denjenigen zu übertragen, welche in erster Linie kontrolliert werden müssen». AStBuBV, 4. Dezember 1900, 582.

⁷⁴ 1907 waren über 400 Elektrizitätswerke und Einzelanlagen Abonnenten des Technischen Inspektorates. SEV-Jahrbuch 1907, IX–XXVII und 212–228.

Das in der parlamentarischen Debatte als «Industrieförderungsgesetz» apostrophierte Bundesgesetz für Schwach- und Starkstromanlagen war mithin nicht nur für die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, sondern auch für deren Verbände von vitaler Bedeutung, weil in der von ihnen mitgestalteten Ausarbeitung des Bundesgesetzes «schliesslich *die Anerkennung der sachlich richtigen Argumente* grösstenteils durchgedrungen war», wie sich Walter Wyssling erinnerte.⁷⁵

Die bedrohlichen Lücken, welche zwischen dem Anspruch des Technischen Inspektorats und der Katastrophe des Zürcher Telefonzentralenbrandes sowie zwischen dem forcierten Bau von Überlandwerken und den bedrohten Eigentumsrechten von Grundbesitzern aufgeklafft waren, hatten in der Zwischenzeit argumentativ geschlossen und 1902 legislativ versiegelt werden können – «das Expropriationsrecht für Starkstromleitungen ward in dem nächstens in Kraft tretenden Bundesgesetze für elektrische Schwach- und Starkstromanlagen verwirklicht und ist damit der Entwicklung der Leitungsnetze der Werke die Bahn geebnet worden.⁷⁶ Kritische Kommentare prallten an der soliden Phalanx von Verbandsmacht und bundesstaatlicher Legislation ab. So verwies etwa der Zürcher Jurist und Sozialdemokrat Emil Klöti 1905 ohne jedes Echo auf den Umstand, dass auf dem Gebiet des Elektrizitätsrechts, von sicherheitspolizeilichen Vorschriften abgesehen, so ziemlich alles fehle, «was zur Wahrung der öffentlichen Interessen erforderlich wäre. Der Bund hat den Elektrizitätsgesellschaften mit einer geringen Einschränkung das staatliche Machtmittel der Expropriation verliehen und sie damit als öffentliche Anstalten anerkannt. Allein er hat es bis jetzt geradezu unbegreiflicherweise unterlassen, an dieses Geschenk auch nur die geringste Gegenverpflichtung zu knüpfen. Die Elektrizitätsunternehmen können sich nun mit staatlicher Hülfe tatsächliche Monopole schaffen, untereinander die Absatzgebiete abgrenzen und innerhalb der Absatzgebiete autonome Strompreistarife aufstellen.⁷⁷

Es war die vom Verbandsdiskurs aufgebaute und in den Sicherheitsvorschriften bzw. im Technischen Inspektorat abgesicherte technische Definitionsmacht, die unter der «Federführung» der Verbände ins Bundesgesetz von 1902 eingeschrieben worden war – in ein Bundesgesetz, welches die technische Definitionsmacht der Verbände seinerseits durch die Zuweisung staatlicher Kontroll- und Überwachungsaufgaben ausdehnte.

75 Wyssling 1946, 285. Hervorhebung D. G. «Vor allem gebührt eine besondere Anerkennung Herrn Prof. Dr. Wyssling, dem das meiste zu verdanken ist, wie Ihnen zur Genüge bekannt», schrieb der Vorstand des VSE nach gewonnener Schlacht in seinem Jahresbericht, abgedruckt in SEV-Jahrbuch 1903, 65.

76 VSE. Jahresbericht des Vorortes pro 1901/02, in: SEV-Jahrbuch 1903, 65. Zum Bundesgesetz aus juristischer Sicht vgl. auch Bugmann 1943, Ruck 1964, Weltert 1990.

77 Klöti 1905, 26–27.

Die Publizistik oder «le dernier mot de la technique moderne»

Blättert man in jenem virtuellen Konvolut, das uns die Spuren elektrotechnischer und elektrizitätswirtschaftlicher Rede erhalten hat, so stösst man vielleicht auf den Kommentar eines Parlamentariers, der 1894 die Ausarbeitung einer Bundesgesetzgebung zur Monopolisierung der Wasserkräfte für verfrüht gehalten hatte: «C'est justement parce que le dernier mot de la technique moderne n'a pas encore été dit, que je pense que le moment n'est pas encore venu d'aborder l'étude d'une législation fédérale complète sur le transport des forces électriques.»⁷⁸ Blättert man weiter, so fällt einem allenfalls – mitten in der stets dichter werdenden Sammlung von Reden, Berichten, Kommentaren, Erläuterungen, Weissagungen und Berechnungen – wieder eine nationalrätliche Rede auf, in der ganz andere Ansichten zur bundesstaatlichen Wasserrechtsgesetzgebung zum Ausdruck kommen. Im Herbst 1915 nämlich vertrat Nationalrat Paul Mallefer die Meinung, dass die publizistische Entwicklung dem nun zu beratenden Bundesgesetz grosse Schützenhilfe geleistet habe. «Le temps a beaucoup travaillé en faveur de la loi. Depuis le vote populaire de 1908, sept ans se sont écoulés. Dès lors les notions relatives à l'installation des usines, à l'emploi de la force, à la répartition, au transport, à la vente de l'énergie sont répandues, vulgarisées, clarifiées, précisées. Les discussions qui se sont élevées, dans le public et dans la presse, autour des avant-projets de la loi, autour de la loi elle-même, ont contribué à les rendre *plus familières* à beaucoup de monde. La loi rencontrera *des esprits mieux préparés* à la comprendre et sera par conséquent *d'une application plus facile.*»⁷⁹

Das wollte zwar nicht heissen, dass 1915 nun endlich «das letzte Wort über die moderne Technik» gesprochen gewesen wäre. Aber in den sieben Jahren seit der Verfassungsänderung von 1908, welche dem Bund nach dem populistischen Motto «les forces hydraulique suisses au peuple suisse» die Oberaufsicht über die schweizerischen Wasserkräfte zugeteilt hatte,⁸⁰ war etwas Entscheidendes passiert. Die zu diesem Thema gesprochenen und gehörten, geschrieben und gelesenen Worte hatten, unübersehbar, eine perzeptionsvereinheitlichende Wirkung entfaltet. Die elementaren Begriffe der Elektrizitätslehre, an denen Walter Boveri in den 1880er Jahren noch gescheitert war und welche Johannes Pernet und andere in ihren Experimentalvorträgen zu vermitteln gesucht hatten, standen nun dank der Wirkung des elektrowirtschaftlichen Diskurses als Selbstverständlichkeiten zur Verfügung, waren in öffentlichen Debatten, vor allem aber über die Tages-

78 AStBuBV 1894, 327.

79 AStBuBV, 20. September 1915, 175. Hervorhebungen D. G.

80 Siehe dazu Vital 1908; Botschaft des Bundesrats an die Bundesversammlung, betreffend die Bundesgesetzgebung über die Wasserkräfte vom 30. März 1907, Bundesarchiv E56.9 Nr. 3; Trüb 1922, 116–122 sowie Kap. 6, Die «Nationalisierung» der Wasserkraft.

und Fachpresse verbreitet, popularisiert, geklärt und präzisiert worden. Elektrizitätswirtschaftliche Fragen waren deshalb – insbesondere in ihrer nationalistisch-wasserwirtschaftlichen Konfiguration – für weite Kreise zum vertrauten Diskussionsgegenstand geworden.⁸¹

Die von den Verbänden geführte Politik hatte mit Unterstützung der bundesstaatlichen Legislation eine elektrotechnische und elektrowirtschaftliche Definitionsmacht zu begründen beabsichtigt. Es ging dabei vor allem um das Recht, jederzeit bestimmen zu können, welches «le dernier mot de la technique moderne», die «richtige Ausführung» von Anlagen oder die «rechte Ordnung der Dinge» sein sollte. Ohne eine beachtliche Zahl von spezialisierten Publikationskanälen hätten diese Definitionsansprüche jedoch weder begründet noch verteidigt werden können. Nur mit Hilfe der wöchentlich erscheinenden Schweizerischen Bauzeitung, der Schweizerischen Blätter für Elektrotechnik, der Jahrbücher von SEV und VSE, der fortwährenden Belieferung und Sensibilisierung der Tagespresse für elektrotechnische Fragen, der publizistischen Verarbeitung von Landes-, Gewerbe- und Elektrizitätsausstellungen und weiteren Publikationsformen war es überhaupt möglich, die Wahrnehmungshorizonte und Entscheidungsgrundlagen der schweizerischen Öffentlichkeit so zu vereinheitlichen, dass sich die von der Gesetzgebung oder von der Verbandpolitik angestrebte Definitionsmacht erfolgreich aufbauen und in Elektrizitätswirtschaftliches Wachstum ummünzen liess.

Wenn Artikel und Aufsätze Meinungen, Auffassungen, Überzeugungen oder Haltungen ihrer Leserschaft verschieben,⁸² dann sind Publikationsorgane mächtige Apparate, die der Kanalisierung von kollektiven Aufmerksamkeiten dienen. Dies bedeutet keineswegs, dass irgendeine zentrale und/oder okkulte Steuerungsmacht diesem elektropublizistischen «Generalunternehmen» seinen Willen hätte aufzwingen können, um in hinterhältiger Absicht die öffentliche Meinung zu manipulieren.⁸³ Es kann aber nach den bisher besprochenen und analysierten Büchern, Artikeln, Notizen und Kommentaren ebensowenig ein Zweifel daran bestehen, dass das publizistische Konglomerat Elektrizitätswirtschaftlicher Diskurse eine ungeheure Gesamtwirkung entfaltet hat. Zwar braucht man für die Erklärung von deutlich erkennbaren diskursiven Hauptstossrichtungen kein Konzept eines zentralisiert verwalteten Diskurses; der zunehmende, auch legislativ abgestützte Einfluss der Verbände kann jedoch ebensowenig von der Hand gewiesen werden. Nicht zuletzt ist darauf hinzuweisen, dass die Verteilung der ver-

81 Zum schrittweisen Aufbau einer begrifflichen und artefaktischen Alltagskompetenz im Umgang mit Elektrotechnik siehe Kap. 4, «Das Verständnis beim Publikum erleichtern».

82 «An article, especially a scientific one, is a little machine for displacing interests, beliefs, and aligning them in such a way as to point the reader, almost inevitably, in a particular direction.» Latour 1988, 19. Siehe vor allem auch Latour 1987, 108–121.

83 Zum begrenzten heuristischen Wert einer solchen Modellierung siehe auch Jakob Tanners Überlegungen zum Konzept der «Macht der Banken». Tanner 1994.

schiedenen publizistischen Kanäle keineswegs eine auf diskursive Chancengleichheit bedachte Ordnung der Dinge darstellte. Vielmehr liessen sich grosse Gefälle von Darstellungsmöglichkeiten und Darstellungskompetenzen ausmachen, deren aggregierte Wirkungen eben diese Gefälle spiegelten und für die Ausformung charakteristischer Merkmale der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft mitverantwortlich waren.

Die über den ganzen Untersuchungszeitraum hinweg zu beobachtende funktionale Differenzierung jener publizistischer Kanäle, welche dem Elektrizitätswirtschaftlichen Diskurs ein institutionelles Gefüge offerierten, spielte sich im Spannungsfeld von Abstraktion und Konkretisierung einerseits und Spezialisierung und Generalisierung andererseits ab. In dem von diesen Gegensatzpaaren abgesteckten Feld bewegten sich alle einschlägigen Publikationsorgane. Jeder Artikel, den sie abdruckten, jeder Kommentar, jede Nachricht und jede Spekulation musste sich zwischen der lapidaren Ankündigung eines Kraftwerkbaus in der Tageszeitung und dem auf die Spitze getriebenen Abstraktionsgrad von Maxwells «Treatise on electricity and magnetism» von 1873 verorten. Darüber hinaus hatten die Texte ihren Weg zwischen hinreichender Generalisierbarkeit und notwendiger Spezialisierung zu finden – jedenfalls dann, wenn sie bei ihren Lesern eine Verschiebung von Aufmerksamkeiten, eine Veränderung von Wissensbeständen oder auch nur eine Bestätigung bisheriger Erfahrungen bewirken wollten.

Das Publikationsorgan, welches den breitesten Ausschnitt in diesem Feld zu belegen vermochte und das gleichzeitig die grösste Generalisierungsfähigkeit Elektrizitätswirtschaftlicher Themen aufwies, war die Schweizerische Bauzeitung. Sie berichtete seit 1883 kontinuierlich über elektrotechnische und Elektrizitätswirtschaftliche Fragen, mit Artikeln oder Artikelserien, die sich oft sowohl durch analytische Tiefenschärfe als auch durch grosse Verständlichkeit auszeichneten. Einen Teil ihrer Generalisierungsfähigkeit erreichte die Bauzeitung gerade dadurch, dass die Elektrizitätswirtschaft nur eines ihrer Steckenpferde bildete. Artikel über Städtebau, Architektur, Brückenbau und Ausstellungen stellten einem relativ breiten, an technischen Fragen interessierten Publikum den vertrauten Kontext dar, in welchem «vorbildliche» Konstruktionen von Lampen, Dynamos, Motoren oder etwa Isolationsmaterialien und Leitungsbautechniken vorgestellt wurden. Dabei kamen politisch-rechtliche und wirtschaftliche Themen nicht zu kurz, sei es bei der Vorstellung und Kritik von Gesetzesentwürfen oder bei theoretischen Abhandlungen zur physikalischen Ökonomie elektrischer Transmission.

Für das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum der Schweiz war diese Generalisierungsfähigkeit der Bauzeitung von doppelter Bedeutung. Einerseits wirkte die Bauzeitung auf eine Sensibilisierung der Öffentlichkeit für elektrotechnische und Elektrizitätswirtschaftliche Fragen hin, andererseits erhöhten die dort erscheinenden Artikel die Generalisierbarkeit der Elektrotechnik selbst, insbesondere durch die Präsentation von immer neuen

Anwendungsformen elektrotechnischer Apparate, Maschinen und Systemen in immer neuen Kontexten.

Eine wesentlich spezialisiertere Ausrichtung hatten dagegen die seit 1894 bzw. 1895 erscheinenden, gemeinsam vom SEV und vom VSE publizierten Jahrbücher. Sie dienten fachspezifischen Fragen der Verwaltung von Elektrizitätswerken, behandelten juristisch-legislative Probleme, offerierten statistische Informationen und dienten im Rahmen der von den Verbänden verfolgten Professionalisierungspolitik auch der Integration und Vereinheitlichung des Selbstbildes der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. So produzierten sie zu einem wesentlichen Teil die für das Selbstverständnis der Elektrotechniker und den Zusammenhalt ihrer Gemeinschaft relevante Mischung von gemeinsamen Werten, Meinungen und Einstellungen. Dazu zählten neben den ausführlichen Begründungen von politischen Entscheidungen der Verbände auch Nekrologe oder Berichte über den «geselligen» Teil von Verbandsausflügen.

Die zunehmende funktionale Differenzierung der Elektropublizistik der Schweiz lässt sich besonders gut anhand der statistischen Selbstbeschreibung der Elektrizitätswirtschaft darstellen. Die anfänglich in der Schweizerischen Bauzeitung publizierten Statistiken wurden ab 1894 zunächst innerhalb und dann im Anhang der Jahrbücher von SEV und VSE abgedruckt, später in eigenständige Verbandspublikationen und ab 1902 in die offiziellen Statistischen Jahrbüchern des Bundes ausgelagert.⁸⁴ Sie dokumentierten nicht nur Wachstum und Expansion der Elektrizitätswirtschaft, sondern stipulierten, im Sinne einer Selbstdarstellung der Branche, Wachstum und Expansion als Norm schlechthin. Die Elektrizitätswirtschaft unternahm mit ihren institutionellen Neuschöpfungen im Bereich der statistischen Publizistik einen ihrer wichtigsten Schritte zur Entwicklung eines eigenen, generalisierbaren Kommunikationskodes.⁸⁵ Dass dieser Gewinn an Selbstdarstellung auch mit Verlusten verbunden war, versteht sich. Die Statistiken mussten deshalb in zunehmendem Umfang durch detaillierte Kraftwerkbeschreibungen ergänzt werden. Der gegen Ende der 1890er Jahre in der Schweizerischen Bauzeitung zu beobachtende Boom von Artikeln, welche einzelne Anlagen oft in ganzen Artikelserien beschrieben, kompensierte jenen Verlust an Anschaulichkeit, welcher das statistische Aufschreibesystem charakterisierte.

84 Vgl. SBZ, 4. Oktober 1890, 85–87 und SEV-Jahrbuch 1894, 73–91, im Gegensatz zu den losgelösten statistischen Tabellen im Anhang von SEV-Jahrbuch 1898. Siehe ferner, als expliziten Ausdruck publizistischer Differenzierung, die von Walter Wyssling zusammengestellten und publizierten «Resultate der Statistik Schweizerischer Starkstromanlagen. *Separat-Abzug* aus Jahrgang 1902 des Jahrbuch des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins», zu welchem die erwähnten Statistiktabelle*Beilage* bilden. SEV-Statistik 1902. Vgl. schliesslich Statistisches Jahrbuch 1902, wo die «Statistik über Starkstromanlagen der Schweiz. Nach einer Zusammenstellung von Herrn Professor Dr. W. Wyssling in Wädenswil» abgedruckt wurde.

85 Vgl. Kap. 3, Statistische Selbstdarstellung und Wachstumspotentiale.

Eine weitere publizistisch-institutionelle Neuschöpfung mit einer spezialisierten thematischen Orientierung stellte ein den Elektroinstallateuren und ihrer berufspolitischen Orientierung gewidmetes Publikationsorgan dar. Der seit 1905 erscheinende *Elektro-Installateur* war zu einem Gutteil mit Mitteilungen des Verbandes Schweizerischer Elektroinstallateure und mit installationstechnischen Fragen gefüllt, eine Aufgabe, welche die Schweizerische Bauzeitung allein nicht mehr hätte erfüllen können, ohne gleichzeitig ihren generalisierenden Anspruch aufgeben zu müssen.⁸⁶

Ebenfalls ein deutliches Phänomen zunehmender publizistischer Differenzierung war ferner die seit 1908 erscheinende Zeitschrift «Schweizerische Wasserwirtschaft», die zweimal im Monat «Fragen des Wasserrechtes, der Wasserkraftgewinnung, Binnenschifffahrt und allgemeine Verkehrsfragen, sowie alle mit der Gewässernutzung zusammenhängenden technischen und volkswirtschaftlichen Gebiete» behandelte.⁸⁷

Auch diese Anliegen mussten das allgemeiner definierte Interesse der Schweizerischen Bauzeitung sprengen; mit dem etwas einfachen Slogan «Ariston men hydor» – «das Wasser ist das Beste» – konnte nur mehr eine Fraktion der schweizerischen Technikergemeinschaft angesprochen werden. Zwar hätten die technischen Fachblätter dem «grossen und wichtigen Feld der schweizerischen Wasserwirtschaft» ihre Aufmerksamkeit nicht versagt, hiess es im Leitartikel der Erstausgabe der Zeitschrift, aber ihnen seien andere Aufgaben gestellt, «denen sie nicht zu viel Kraft entziehen» dürften. «So blieb es bei gelegentlichen Artikeln, Hinweisen, Notizen, aber es fehlte dies *systematische, zusammenfassende und durchgreifende Bearbeitung der vielen und grossen Fragen dieses Gebietes*. Das bisher mangelnde Organ will unsere Halbmonatszeitschrift Schweizerische Wasserwirtschaft werden.» Gleichzeitig, und nur scheinbar paradoxerweise, meldete die Zeitschrift auch einen integrativen Anspruch an: «Gesetzgebung und Technik, Wissenschaft und Praxis müssen zusammenarbeiten, damit in dieses neue wirtschaftliche Leben Harmonie komme, damit die Interessen der Gemeinschaft ebenso gewahrt werden, wie diejenigen der persönlichen Tatkraft und Initiative. Dazu bedarf es in erster Linie eines *publizistischen Organs*, das der allseitigen Information gleicherweise dient, wie der gegenseitigen Aussprache, eines Organs, das in stande ist, den Gesetzgeber mit dem Techniker, den Theoretiker mit dem Manne der Praxis zusammenzubringen, auf dass ihre Ansichten und Wünsche sich gegenseitig läutern und befruchten.»⁸⁸ Damit hatten die Herausgeber auch ihre Arbeit zwischen Generalisierung und Spezialisierung gestellt. Mit dem Spezialthema «Wasserwirtschaft» wählten

86 Die Bauzeitung war bereits mit den Vereinsnachrichten der Gesellschaft Ehemaliger Polytechniker (GEP) und jenen des Verbandes Schweizerischer Ingenieure und Architekten (SIA) «belastet».

87 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 1.

88 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 1.

sie dafür jedoch ein ganz anderes Gravitationszentrum, als es die Schweizerische Bauzeitung, die Schweizerischen Blätter für Elektrotechnik oder der Elektro-Installateur getan hatten.

Schliesslich erreichte die Differenzierung der schweizerischen Elektropublizistik einen Höhepunkt mit dem seit 1910 vom SEV und vom VSE gemeinsam herausgegebenen, monatlich erscheinenden Bulletin. Es verfolgte den Zweck, «neben der allgemeinen Aufnahme wertvoller literarischer Beiträge technischen und wissenschaftlichen Inhalts [...] unsern Mitgliedern und weitem Kreisen in *einheitlicher Sammlung* ein für Theorie und Praxis wertvolles Material zugänglich machen. Weiter beabsichtigen wir auch, mit dem Beistand des Verbandes schweizerischer Elektrizitätswerke und weiterer *kompetenter Mitarbeiter den industriellen und wirtschaftlichen Tagesfragen der schweizerischen Elektrotechnik die gebührende literarische Auswertung angedeihen zu lassen.*» Die Jahrbücher allein hatten diesen grossen Umfang von Aufgaben nicht mehr zu erfüllen vermocht. Zu umfangreich waren die «Protokolle, Mitglieder-Aufnahmen, Mitteilungen der Vorstände, der Aufsichtskommission und der Spezialkommissionen, sowie Mitteilungen aus dem elektrotechnischen Verkehrs- und Geschäftsleben der Schweiz, Patentnachrichten, Bücherbesprechungen und weitere Materien» geworden, um allein im Jahrbuch Aufnahme finden zu können.⁸⁹

Der vor dem Ersten Weltkrieg erreichte hohe Differenzierungsgrad der elektrotechnischen und elektrowirtschaftlichen Publizistik der Schweiz brachte neue Probleme der Reintegration der vielfach verbreiteten Meinungen und Wissensbestände. Der Elektrizitätswirtschaft war jedoch mit einer Differenzierung wenig gedient, die das Hauptthema «Elektrifizierung» in unzählige Spezialgebiete fraktionierte. Diesem Problem widmeten letztlich alle Zeitschriften einen grossen Teil ihrer Arbeit. Es mussten Formen gefunden werden, um die Kommunikation zwischen den zunehmend spezialisierten Publikationsorganen sicherzustellen.⁹⁰

Eine Möglichkeit der Reintegration stellten die zahlreichen Querverweise auf Artikel anderer, auch ausländischer Zeitschriften dar. Bereits die Bauzeitung hatte wiederholt Artikel vor allem deutscher Fachzeitschriften zusammenfassend wiedergegeben. Darüber hinaus begannen die verschiedenen Blätter, besondere Artikel mit Literaturhinweisen oder thematisch geordnete Bibliographien der neuesten Fachliteratur zu veröffentlichen.⁹¹

89 Bulletin SEV/VSE (1) 1910. Hervorhebungen im Original.

90 Siehe dazu in knapper Form Gugerli 1994b.

91 Die Bauzeitung, der Elektro-Installateur, die Wasserwirtschaft und das Bulletin führten eine regelmässige Rubrik mit Literaturbesprechungen und -hinweisen. Daneben existierte, eine vergleichbare Aufgabe erfüllend, als unabhängige Publikation des «Elektrotechnikers Litterarisches Auskunftsbuch», das um 1900 bereits in sechster Auflage die «Litteratur der Elektrotechnik, Elektrizität, Elektrochemie, des Magnetismus, der Telegraphie, Telephonie, Blitzschutzvorrichtung, Röntgenstrahlen, sowie der Carbid- und Acetylen-Industrie der Jahre 1884 bis 1900» aufführte und erschloss. Schmidt-Hennigker 1900.

Das wichtigste Instrument zur diskursiven Reintegration einer funktional differenzierten Publizistik formte sich jedoch nach der Jahrhundertwende am Ideologem der «schweizerischen Wasserkräfte» heraus. Alle elektropublizistischen Institutionen bezogen sich permanent auf diesen allgemeinverständlichen Themenkomplex und hielten durch ihren nationalistisch besetzten Wasserkräftediskurs die Kommunikation untereinander aufrecht. An allen Zweigen des elektropublizistischen Baumes lassen sich nationalistisch gefärbte Stilblüten entdecken, welche in der «rationellen und vollständigen Ausnutzung unserer Wasserwerke» ein Stück nationaler Wirtschaftspolitik oder «einen neuen Weg zum alten Ziel: die Grösse und das Gedeihen des Vaterlandes» sehen wollten. In der Schweizerischen Wasserwirtschaft wurde die Schweiz als «das Land der Wasserkräfte» schlechthin apostrophiert, welches alle Eigenschaften biete, die eine rationelle Gestaltung der Kraftnutzung verlange.⁹² Von der Neuen Zürcher Zeitung über das Bulletin des SEV und die Schriften des Wasserwirtschaftsverbands bis zum Parlament findet man ähnliche Argumentationsfiguren, deren Topoi die Begriffsfelder rationelle Ausnutzung der Wasserkräfte, Zusammenschluss von Anlagen, nationale oder gar vaterländische Wirtschaftspolitik, allgemeines Volkswohl und Bündelung der Kräfte umfassten.⁹³

Abgesehen von diesem Integrationsproblem hatte die schweizerische Elektropublizistik, vor allem in ihren Anfängen, auch mit erheblichen Problemen der Darstellungskompetenz zu kämpfen, während die Tagespresse zunächst grosse Mühe hatte, die ihr zugespielten Informationen «richtig» wiederzugeben. 1894 blieb ein Appell zum Einreichen von Artikeln für das Jahrbuch des SEV «ziemlich fruchtlos».⁹⁴ Die Elektrotechniker, welche sich auf die Darstellung ihres technischen Wissens verstanden, waren schnell gezählt. Dennoch zeitigte offenbar die schiere Notwendigkeit publizistischer Arbeit gewisse Lerneffekte. Die Schweizerische Wasserwirtschaft konnte 1908 jedenfalls mitteilen, dass ihr «eine stattliche Zahl von hervorragenden Männern der Wissenschaft und Praxis [...] ihre Mithilfe in Aussicht gestellt und durch Einsendung von Beiträgen auch bereits praktisch be[s]tätigt» habe.⁹⁵ Auch das zwei Jahre später gegründete Bulletin der elektrotechnischen Verbände hatte nicht mehr mit denselben Schwierigkeiten bei der Rekrutierung von schreibgewandten Mitarbeitern zu kämpfen wie das Jahrbuch. Dennoch erstaunt es wenig, dass die Artikel der Schweizerischen Bauzeitung, der Schweizerischen Wasserwirtschaft und des Bulletins oft von denselben Autoren verfasst worden sind: allen voran Walter Wyssling, Albert Denzler, Ludwig Thormann, Oscar Wettstein und Emil

92 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Juni 1913, 217.

93 Eine ausführlichere Analyse folgt in Kap. 6, Die «Nationalisierung» der Wasserkraft. Zum mentalitätsgeschichtlichen Hintergrund für diese Entwicklung siehe auch Jost 1992.

94 SEV-Jahrbuch 1894, 15.

95 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 2.

Huber-Stockar. Sie erklärten und definierten mit ihren Artikeln immer wieder von neuem, was gerade als «das letzte Wort der modernen Technik» gelten konnte.

«Ein besonderes Kolleg über Elektrotechnik»

Das von der Elektropublizistik stark unterstützte Zusammenspiel von Verbandspolitik und Legislation des Bundes hatte institutionelle Neuschöpfungen hervorgebracht, welche die Wachstumsgrenzen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft im Bereich der technischen und der juristischen Sicherheit erfolgreich zu verschieben in der Lage waren. Zur gleichen Zeit machte sich allerdings eine Wachstumsgrenze im Bereich der Ausbildung bemerkbar, wenn auch vorerst weit unter der Wahrnehmungsschwelle einer breiteren Öffentlichkeit: Nur den Insidern der Branche konnte auffallen, dass es in der Schweiz an qualifizierten Elektrotechnikern und Elektroingenieuren fehlte. Zu erinnern ist in diesem Zusammenhang nochmals an die Klage von Charles Brown, der im Mai 1890 seinem Onkel geschrieben hatte, es falle ihm schwer, «tüchtige Leute» bzw. «geeignete Techniker» zu finden. In der Maschinenfabrik Oerlikon hätte er dafür Jahre gebraucht⁹⁶ Sowohl im elektrischen Maschinen- und Apparatebau als auch beim Betrieb von Elektrizitätswerken erhöhten sich diese Schwierigkeiten in den 1890er Jahren, war man doch zunehmend auf qualifizierte Techniker angewiesen, welche den neuen und immer komplexer werdenden theoretischen Anforderungen der Elektrotechnik gewachsen sein mussten.⁹⁷ Kenntnisse und Erfahrungen im traditionellen Maschinenbau oder in der Feinmechanik reichten dafür nicht mehr aus. Spezialisierte mathematisch-physikalische und elektromechanische Wissensbestände waren nun gefragt.⁹⁸ Dass dafür die Werkstattlehren allein weder qualitativ noch quantitativ befriedigende Aus-

96 Ms. Brown, 12. Mai 1890, 261. Vgl. auch Anleitungen zum Gebrauch.

97 An der Generalversammlung des SEV von 1894 diskutierte man deshalb die «Veranstaltung von elektrotechnischen Elementar-Kursen für Maschinisten in Central-Stationen». Denzler 1899, 87. «Man kann bei dem Bau von elektr. Zentralen Schneider, Heizer, Tischler, Maurer usw. finden, nur keine gelernten Starkstrommonteure.» Einhart 1906, 51. Nach Einhart hatte sich die Zahl der in der Elektrizitätswirtschaft und in der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie Beschäftigten zwischen 1888 und 1901 beinahe verdreifacht. Einhart 1906, 46. Nach Gruner stieg die Zahl der Arbeitnehmer in der Maschinenindustrie, zu der auch die elektrische Apparate herstellende Industrie zählte, nicht jedoch die Installationswerkstätten für Elektrizität, Gas und Wasser, zwischen 1882 und 1911 von 14272 auf 46435 an. Gruner 1987, 112–114. Die Zahl der Angestellten der BBC wuchs zwischen 1893 und 1904 von 34 auf 365 Arbeiter an, 1904 beschäftigte die BBC in Baden 1890 Arbeiter. Einhart 1906, 15.

98 Vgl. allein die SBZ-Artikel von Hans Behn-Eschenburg «Zur Beurteilung von Wechselstrom Dynamomaschinen» und «Zur Regulierung von Drehstrommotoren», die beide hohe Anforderungen an die Vorbildung ihrer Leser stellten. Vgl. SBZ, 22. Juni 1895, 175–177 bzw. SBZ, 21. März 1896, 78–79. Siehe auch König, Siegrist, Vetterli 1985, 317.

bildungswege offerieren konnten, liess sich schon um 1890 voraussehen: Gezählt waren die Tage jener elektrotechnischen Rede, welche durch den Hinweis auf «Erfahrung und Übung, wie sie nur die Praxis geben kann», über die Tatsache fehlender formalisierter elektrotechnischer Ausbildung der schweizerischen «Elektropioniere» hinwegzugehen gesucht hatte. Auf «angeborenes Talent für Gestaltung, für Erfindung und für Organisation», das sich «Bahn brechen und Früchte tragen [werde], auch ohne dass der Geist eine strenge Schablone höchster mathematischer Disciplinen durchgemacht⁹⁹ habe – auf solche Ausbildungsformen und Wissensbestände allein konnte man sich nicht mehr verlassen.¹⁰⁰

Die Wachstumsgrenze «Humankapital» war keineswegs einfacher zu beseitigen, als diejenige im technisch-juristischen Bereich. Im Gegenteil: Weder kam der Elektrizitätswirtschaft ein in seiner katalytischen Wirkung vergleichbares Ereignis wie der Zürcher Telefonzentralenbrand zu Hilfe, um den Handlungsbedarf für neue Ausbildungsmöglichkeiten öffentlich zu dokumentieren, noch waren diese bloss durch eine legislative Neudefinition von «property rights» zu verbessern. Ein drittes Problem stellte die lange Laufzeit und das relativ hohe Risiko von Investitionen in Schulungskapazitäten dar. Es lag deshalb nahe, nicht den Weg über eigentliche institutionelle Neuschöpfungen zu wählen, sondern vielmehr auf eine funktionale Differenzierung bestehender Technikinstitute zu setzen. Selbst die Verfechter einer vorwiegend praxisorientierten elektrotechnischen Ausbildung hatten ja die Hoffnung formuliert, dass im Eidgenössischen Polytechnikum die «Anlage eines physicalischen Laboratoriums seine baldige Verwirklichung finden» und «sich *daran* eine Anstalt *reihen* [möge], in welcher den Bedürfnissen der elektrotechnischen Praxis in hinreichendem Masse entsprochen werden» könne, dass also elektrotechnischer Unterricht in bestehenden Institutionen abgehalten werden sollte.¹⁰¹ Die Einbindung elektrotechnischer Ausbildungsgänge in das Eidgenössische Polytechnikum in Zürich oder in die Technika in Winterthur, Biel und Burgdorf hätte nicht nur einen schrittweisen Ausbau der fehlenden Schulungskapazitäten erlaubt, sondern gleichzeitig auch die (mittlere und höhere) elektrotechnische Ausbildung der öffentlichen Hand übertragen. Es scheint zunächst nicht ernsthaft diskutiert worden zu sein, elektrotechnisches «Humankapital» durch die Gründung industrie-eigener Techniker- und Ingenieurschulen zu akkumulieren. Diese Umstände – und die Tatsache, dass die funktionale Ausdifferenzierung bestehender

99 SBZ, 17. Juli 1886, 13.

100 Siehe auch die Diskussion, die Ende 1892 in der Schweizerischen Bauzeitung unter dem Titel «Welches ist der geeignetste Bildungsgang für den Electrotechniker» geführt wurde. SBZ, 17. Dezember 1892, 157–158 und SBZ, 24. Dezember 1892, 164–167.

101 Waldner 1885, 2. Hervorhebung D. G. Siehe dazu auch Kap. 4, «Erfahrung und Übung, wie sie nur die Praxis geben kann». Das von Waldner herbeigewünschte Laboratorium wurde zwischen 1886 und 1890 unter der Leitung von Heinrich Friedrich Weber gebaut und ausgerüstet. Siehe dazu weiter unten, S. 215 ff.

Ausbildungsstätten Erfolg hatte – dürften auch dafür verantwortlich sein, dass die Entwicklung der Elektrotechnik in der Schweiz keine eigenständigen Ausbildungsformen hervorgebracht hat.

Anknüpfungspunkte für die institutionalisierte höhere elektrotechnische Ausbildung gab es um 1890 vor allem am Eidgenössischen Polytechnikum.¹⁰² Bereits ein Jahr nach der Gründung dieser Hochschule (1855) hatte R. I. Clausius im Rahmen seiner Vorlesungen über mathematische Physik (die er auch als technische Physik bzw. als Experimentalphysik bezeichnete) über die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus zu lehren begonnen und diesen Unterricht bis 1867 fortgeführt. Acht Jahre später nahm Heinrich Friedrich Weber, ein Schüler von Hermann von Helmholtz, diesen Faden wieder auf und lehrte, ebenfalls in seinen Physikvorlesungen, über Galvanismus und über die mathematische Theorie der elektrischen Ströme. Seit 1881 hielt Weber eine zweisemestrige Vorlesung über die «Principien der Electrotechnik» und las in einer darauf folgenden, ebenfalls zweisemestrigen Vorlesung über die «Theorie und die Verwendung der Dynamo-Maschine».¹⁰³ Das war, im internationalen Vergleich, ein äusserst bescheidener Anfang. Die Deutsche Bauzeitung sprach von einem «stark konservativen Zug in der Verwaltung der Zürcher Schule» in der Einführung des elektrotechnischen Unterrichts.¹⁰⁴ Immerhin wurde «gleich mit Einführung dieser genannten zwei grössern electrotechnischen Vorlesungen [...] ein specifisch electrisches Laboratorium» eingerichtet.¹⁰⁵

Neben dem bis 1893 fast ausschliesslich von Weber dominierten Unterricht in Starkstromtechnik gab es am Polytechnikum einen zweiten, allerdings institutionell weniger soliden Anknüpfungspunkt für eine formalisierte elektrotechnische Ausbildung: die seit den 1870er Jahren an der «Schule für Fachlehrer in Mathematik und Naturwissenschaften» des Polytechnikums gelehrte *Schwachstromtechnik*. 1872 und 1873 hielt dort Heinrich Schneebehi Vorlesungen über Telegrafie und elektrische Sicherheitsvorrichtungen für Eisenbahnen, und 1876 habilitierte sich Adolf Tobler für angewandte Elektrizitätslehre, nach dem Sprachgebrauch der Zeit also ebenfalls für Telegrafentechnik. Es gelang jedoch weder Tobler noch Schneebehi, aus ihrer mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung herauszutreten und sich gegen den tonangebenden Heinrich Friedrich Weber¹⁰⁶ auch an der

102 Das folgende stützt sich auf ETH 1955, 424–443.

103 SBZ, 20. Oktober 1883, 99. Siehe auch ETH 1955, 424–425. Unter den nachgelassenen Schriften von Walter Wyssling (Wissenschaftliche Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, Hs. 559, 1) ist die Nachschrift Wysslings einer Vorlesung Webers über die «Theorie der elektrodynamischen Maschinen» vom Wintersemester 1882/83 erhalten. Vgl. ferner Weber 1880.

104 Deutsche Bauzeitung, 25. August 1883, zit. nach SBZ, 20. Oktober 1883, 99.

105 SBZ, 20. Oktober 1883, 99.

106 Zu Weber siehe neben Cahan 1994 vor allem auch Weiss 1912 sowie den kurzen Nachruf im Schweizer Elektrotechnischen Anzeiger und Elektro-Installateur, 10. Juni 1912, 85–86.

Mechanisch-Technischen Abteilung durchzusetzen.¹⁰⁷ Immerhin verschaffte sich einer ihrer Schüler, der Privatdozent Viktor Wietlisbach, auch bei den Starkstromtechnikern Gehör.¹⁰⁸

Den dritten Anknüpfungspunkt für eine institutionalisierte Elektrotechniker- und Maschinenbauausbildung am Polytechnikum repräsentierte das von Weber in den späten 1880er Jahren aufgebaute physikalische Laboratorium, ein mit grossem finanziellen Aufwand konstruierter Wissenschaftstempel, dessen Architektursprache den Glauben vermittelte, dass hier die Grundlagen gegenwärtiger und zukünftiger Spitzentechnik bereitgestellt würden.¹⁰⁹ Was im Keller- und im Erdgeschoss des physikalischen Laboratoriums in 26 Forschungslabors – 10 davon waren für elektromagnetische Studien ausgerüstet – produziert wurde, konnte im ersten Stockwerk in der praktischen Ausbildung von Physikern verallgemeinert und diffundiert werden. Im zweiten Stock schliesslich befanden sich 13 Laboratorien, von denen jedes einem speziellen Aspekt der Elektrotechnik diene. 180000 Fr. hatten Weber allein für die Ausstattung dieser elektrotechnischen Laboratorien mit Apparaten, Maschinen und Messinstrumenten zur Verfügung gestanden. Sodann enthielt Webers Wissenschaftstempel drei Vorlesungssäle, mehrere Apparateräume, eine Bibliothek und Büros für die Professoren und Dozenten. Hier begann um 1890 die Ausbildung von Physikstudenten des Polytechnikums, denen der Erwerb fundamentaler Kenntnisse in den wichtigsten Bereichen angewandter Physik und zeitgenössischer Technik ermöglicht werden sollte, indem sie sich vom Vorlesungssaal direkt zur intensiven praktischen Arbeit in den verschiedenen Laboratorien und von dort wieder zurück in den Vorlesungssaal bewegten.¹¹⁰

Dies waren ausgesprochen gute Voraussetzungen für die Einrichtung eines eigenständigen Lehrgangs für Elektroingenieure. Im Juni 1893 sandte deshalb die «Gesellschaft ehemaliger Studierender des eidgenössischen Polytechnikums» einen offenen Brief an den Schweizerischen Schulrat. Wie man der Neuen Zürcher Zeitung entnehmen konnte, stellten die ehemaligen Polytechniker die Forderung, es solle *an der mechanisch-technischen Abteilung [...] ein besonderes Kolleg über Elektrotechnik* mit Übungen

107 Tobler war es nur wenige Male gelungen, in der von Weber beherrschten Abteilung über «ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der elektrischen Telegraphie» bzw. über die «electriche Beleuchtung» Vorlesungen halten dürfen. Vgl. SBZ, 20. Oktober 1883, 99 und ETH 1955, 427.

108 Vgl. die in der Bibliographie aufgeführten Artikel Wietlisbachs sowie seine 1883/84 gehaltene einstündige Vorlesung über «Electriche Kraftübertragung». SBZ, 20. Oktober 1883, 98–99.

109 Rund 1,2 Mio. Fr. kosteten allein das Grundstück und der Bau des physikalischen Laboratoriums, 500000 Fr. kamen an Ausrüstungskosten für die Laboratorien und für Instrumente hinzu. Lasius 1905, 336, Guggenbühl 1955, 104, zit. nach Cahan 1994. Zum folgenden siehe ebenfalls Cahan 1994 und ETH 1955. David Cahan sei an dieser Stelle für wertvolle Hinweise gedankt.

110 Cahan 1994, gestützt auf Die Eidgenössische Polytechnische Schule in Zürich 1889.

zur Konstruktion auf elektrotechnischem Gebiet» eingerichtet werden, dessen Unterricht über mehrere Semester zu verteilen sei.¹¹ Ganz offensichtlich stützte sich die Nachricht der Neuen Zürcher Zeitung auf einen nur drei Tage zuvor in der Schweizerischen Bauzeitung erschienenen Artikel, in welchem das Anliegen etwas ausführlicher begründet worden war: «[...] mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der elektrotechnischen Praxis» sollte untersucht werden, ob nicht «*ein weiterer Ausbau* des Unterrichtes auf elektrotechnischem Gebiete am eidg. Polytechnikum wünschbar und möglich sei». Auch sei eine «grössere Berücksichtigung der elektrotechnischen Konstruktionslehre» notwendig. «Die Fragesteller standen offenbar unter dem Eindrucke, an der Schule nicht alles, was sie in der erforderlichen *den Bedürfnissen der Praxis* angepassten Form erhalten zu haben», kommentierte die Redaktion der Schweizerischen Bauzeitung die Eingabe.¹² Dieser Hinweis war äusserst aufschlussreich, stellte er doch den geforderten Ausbildungsweg als Brücke dar zwischen der dringend benötigten theoretisch fundierten Ausbildung von Elektroingenieuren und dem alten, praxisorientierten Ausbildungsmuster. In die – dank des Weberschen Physik Institutes – von höchster wissenschaftlicher Aura umgebene Mechanisch-Technische Abteilung des Polytechnikums solle man *ein besonderes Kolleg* über Elektrotechnik, verbunden mit *Übungen im Projektieren und Konstruieren* auf elektrotechnischem Gebiete, einfügen und den gesamten elektrotechnischen Unterricht auf eine grössere Semesterzahl verteilen.¹³

Neun Monate später traf die, wiederum öffentliche, Antwort des Präsidenten des Schweizerischen Schulrates ein. «Der Präsident des schweizerischen Schulrates weist eingangs darauf hin, dass sich die geäusserten Verlangen im wesentlichen mit den im Schulrat herrschenden Ansichten decken. Der raschen Verwirklichung dieser Bestrebungen setzen sich, neben den Schwierigkeiten, welche jeweils Änderungen in den Studienplänen bei dem zusammengesetzten Organismus der Schule entgegenstehen, noch andere in sonstigen Verhältnissen und Umständen beruhende Hindernisse entgegen, wozu ferner noch die grosse Schwierigkeit kam, die zweckmässige Ergänzung zu den vorhandenen Lehrkräften der Schule zu gewinnen. Diese Ergänzung glaubte der Schulrat in der Gewinnung *eines in der Praxis stehenden Elektrotechnikers* suchen zu sollen, der bereit wäre, aus seiner Praxis heraus einen grösseren Lehrauftrag zu übernehmen. Dank dem Entgegenkommen

111 Gleichzeitig sei an der Ingenieur-Abteilung und an der Chemisch-Technischen Abteilung das Studium der Elektrotechnik zu fördern. NZZ 164 II, 13. Juni 1893. Hervorhebungen D. G.

112 SBZ, 10. Juni 1893, 147.

113 SBZ, 10. Juni 1893, 148. Hervorhebung D. G. Man beachte die fast wörtliche Übereinstimmung zwischen dem Zitat der SBZ und jenem der NZZ. Dies betrifft auch den zweiten Punkt des Forderungskatalogs, «an der Ingenieur-Abteilung und der chemisch-technischen Abteilung ebenfalls dem Studium der Elektrotechnik, mit Berücksichtigung der diesen Fachrichtungen näher stehenden Gebiete, gebührenden Umfang einzuräumen». SBZ, 10. Juni 1893, 148.

von Ingenieur Wyssling sei es endlich gelungen, in diesem Elektrotechniker, dessen Mitwirkung auch für die Zukunft gesichert sei, die gesuchte Lehrkraft zu gewinnen.¹¹⁴ Wyssling vereinigte, als Schüler Webers und als erfolgreicher Elektroingenieur, theoretische *und* praktische Wissensbestände. Eben dies machte ihn zum idealen Kandidaten für die neugeschaffene Stelle: Er erfüllte sowohl die Forderungen der älteren praxisbetonten wie auch jene einer verstärkt theoretischen Schulung verpflichteten Diskurslinie. Durch ihn liessen sich, wie es rückblickend ausgedrückt worden ist, «junge Elektroingenieure in technisch guter Schulung auf ihre praktische Tätigkeit als Erbauer von Kraftwerken, Transformatorstationen, Fernleitungen und Verteilnetzen» vorbereiten.¹¹⁵

Auf Oktober 1894 erliess der Schweizerische Schulrat als Aufsichtsbehörde des Eidgenössischen Polytechnikums eine Neuordnung der Studienregelung für die Mechanisch-Technische sowie für die Chemisch-Technische Abteilung. Sie brachte neben personellen Erweiterungen vor allem eine Flexibilisierung der Fächerbelegung im dritten Studienjahr und damit die Möglichkeit für Maschinenbauingenieure, sich auf Elektromaschinenbau und Elektrotechnik zu spezialisieren. Dies öffnete neue Ausbildungskanäle – die Elektrotechnik hatte sich am Polytechnikum als Studienfach institutionalisieren können. Sie gewann vor allem in den 1890er Jahren an Bedeutung: Wyssling gab Vorlesungen über elektrische Zentralanlagen und unterrichtete zusammen mit Aurel Stodola ab 1895 auch auf dem Gebiet des Dynamomaschinenbaus. Heinrich Friedrich Weber beteiligte sich, nachdem er der Grundlagenforschung schon längere Zeit den Rücken gekehrt hatte,¹¹⁶ ebenfalls an der Ausbildung von Elektroingenieuren und bot ab 1896 Vorlesungen und Laborübungen über Wechselstrom und Wechselstrommotoren an. Ergänzt wurde das Lehrangebot durch ausgewählte Kapitel über den Bau und Betrieb elektrischer Anlagen von Albert Denzler sowie durch die Vorlesungen von A. Schweitzer über spezielle Gebiete der Elektrizitätslehre, unter anderem über die graphische Behandlung von Wechselstromproblemen. Seit 1908 erweiterte sich das Studienangebot um das Fach Elektrische Traktion, welches 1911 obligatorisch erklärt wurde.¹¹⁷ Auf diese Weise differenzierte sich die Elektroingenieurausbildung in einem rund 20 Jahre dauernden Prozess und gewann innerhalb bestehender Strukturen so sehr an institutionellem Gewicht, dass nach dem Tod von Heinrich Friedrich Weber (1912) die theoretische Elektrotechnik vom Lehrstuhl für Physik abgetrennt und dafür ein

114 SBZ, 28. April 1894, 113–114. NZZ 272 A2, 1. Oktober 1895: «Aus dem Bundesrat. Der Unterricht in der angewandten Elektrotechnik an der Mechanisch-Technischen und der Ingenieurschule am eidgenössischen Polytechnikum wird Herrn Walter Wyssling, Direktor des Elektrizitätswerkes an der Sihl, Wädensweil, übertragen.»

115 ETH 1955, 439. Vgl. dazu und zu Wyssling Kap. 4, «Erfahrung und Übung, wie sie nur die Praxis geben kann».

116 Cahan 1994.

117 ETH 1955, 425.

unabhängiger Lehrstuhl eingerichtet wurde. Gleichzeitig wurden für Maschineningenieure und Elektroingenieure getrennte Lehrpläne erstellt.¹¹⁸

Ausser am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich bildeten in den 1890er Jahren auch die Technika mögliche institutionelle Anknüpfungspunkte für eine gründlichere Ausbildung von Elektrotechnikern.¹¹⁹ Das seit 1874 bestehende Technikum in Winterthur spielte hier wie in anderen Fachbereichen eine Vorreiterrolle, indem es bereits 1886 für Maschinentechniker im fünften Semester eine Spezialisierungsmöglichkeit einrichtete, welche das Fach Elektrotechnik mit einem elektrotechnischen und chemischen Praktikum verband.¹²⁰ Die funktionale Differenzierung, die sich am Polytechnikum im Verlauf der 1890er Jahre abzeichnete, setzte in Winterthur bereits in den späten 1880er Jahren ein. So sah eine Lehrplanrevision von 1888/89 für die Elektrotechniker in der vierten Klasse eine partielle und in der fünften Klasse eine vollständige Trennung der Ausbildung von den Maschinentechnikern vor. Bereits zu Beginn der 1890er Jahre war dann die Nachfrage nach diesem spezialisierten Ausbildungsgang so gross, dass das Technikum Winterthur ab 1893/94 eine Parallelklasse einrichten musste. Zudem wurde die Ausbildungszeit jener der Maschinentechniker angeglichen und auf sechs Semester ausgedehnt. Die funktionale Ausdifferenzierung der Elektrotechniker Ausbildung am Technikum Winterthur wurde schliesslich im Wintersemester 1914/15 dadurch weitergeführt, dass der Beruf «Elektrotechniker» als solcher nochmals in Spezialbereiche unterteilt wurde. So konnte man sich nun in Winterthur zum Konstrukteur für elektrischen Maschinen- und Apparatebau, zum Techniker für die Projektierung und den Bau elektrischer Anlagen, zum Betriebsleiter von Elektrizitätswerken und Bahnen sowie zum Techniker für Versuchslokale von Maschinenfabriken ausbilden lassen.¹²¹ Ähnliche Entwicklungen zeichneten sich in den beiden Technika in Biel und in Burgdorf ab, die in den 1890er Jahren gegründet wurden, sowie in den beiden kleineren Technikerschulen in Genf und Freiburg.¹²²

Um 1890 hatte damit ein rund zwei Jahrzehnte dauernder Verschulungsprozess der höheren und mittleren Elektrotechniker- bzw. Elektroingenieurausbildung eingesetzt. Bislang vorwiegend informell erworbene elektrotechnische Wissensbestände und Fähigkeiten wurden im Laufe dieser Entwicklung in zunehmend systematischer Weise von meist schon bestehenden, jedoch fachspezifisch sich ausdifferenzierenden Bildungsinstitutionen vermittelt.¹²³ Die Zahl der vollständig ausgebildeten Schulabgänger aus Polytechnikum und Technika nahm in der Schweiz insbesondere nach der Jahrhundertwende

118 ETH 1955, 425.

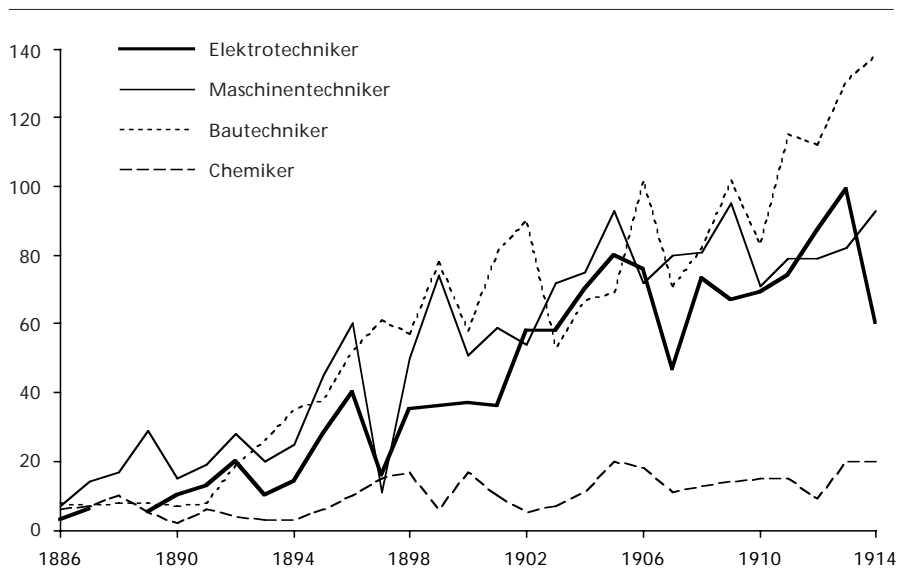
119 Exposition Nationale Suisse, Genève 1896. Rapport Technique 1898, 709; einen Überblick über die Technischen Mittelschulen gibt Genoud 1911.

120 Zum folgenden siehe Calame 1924 und 75 Jahre Technikum Winterthur 1949, 69–72.

121 75 Jahre Technikum Winterthur 1949, 72

122 König, Siegrist, Vetterli 1985, 313–315.

Grafik 6: Zahl der jährlich vollständig ausgebildeten Techniker in der Schweiz, 1886–1914



Quelle: König, Siegrist, Vetterli 1985, 613.

rasant zu (Grafik 6), und der Anteil *andiplomierten* Elektrotechnikern erhöhte sich seit dem letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts massiv¹²⁴ Während sich auf der einen Seite ein Trend zur Mathematisierung der Ausbildung feststellen liess, wurde diese theoretische Schulung der Techniker durch eine stark praxisorientierte Bestimmung der Lehrinhalte aufgewogen. So wurde in den 1890er Jahren das Differential- und Integralrechnen auch an den Technika eingeführt, weil dies für «das richtige Verständnis der höheren elektrotechnischen Disziplinen» unumgänglich war.¹²⁵ Gleichzeitig richteten sich aber die Lehrpläne an den Technika vor allem in den Fächern Konstruktionsübungen sowie Maschinentechnik und Elektrotechnik, die zusammen rund 60% der Wochenstunden betrafen,¹²⁶ sehr stark auf die Bedürfnisse der Elektroindustrie und der Elektrizitätswirtschaft aus, was beispielsweise an der Einführung von Kursen zur Elektrifizierung von Eisenbahnen kurz vor dem Ersten Weltkrieg zu abzulesen ist.

Etwas später als die höhere und mittlere elektrotechnische Ausbildung wurde die traditionelle Werkstattlehre einem Verschulungsprozess unterworfen.

123 König, Siegrist, Vetterli 1985, 312.

124 König, Siegrist, Vetterli 1985, 326.

125 Jahrbuch Technikum Biel 1893/94, 50, zit. nach König, Siegrist, Vetterli 1985, 317.

126 König, Siegrist, Vetterli 1985, 319, Tab. 76.

Hier bewirkte vor allem die Krise der Elektrizitätswirtschaft und des elektrischen Maschinen- und Apparatebaus um 1900 einen Institutionalisierungsschub. So erachtete der «Bericht über Handel und Industrie im Kanton Zürich für das Jahr 1900» die Zukunft der schweizerischen Industrie nur gesichert, «wenn es gelingt, die Arbeitsleistungen durchweg auf eine höhere Stufe zu bringen». Im Hinblick darauf sei es «sehr erfreulich, dass der Besuch der gewerblichen Unterrichtsanstalten immer regelmässiger, mit grösserem Eifer und oft mit sichtlichem Erfolg» stattfinde. «Der vom Verein Schweiz. Maschinen-Industrieller empfohlene Lehrvertrag» schreibt bekanntlich für die Lehrlinge den Besuch dieser mit Hülfe von Kanton und Bund eingerichteten Schulen vor. Aus dem bedeutendsten Centrum der schweizerischen Maschinen-Industrie wird berichtet, dass die Lehrstunden nunmehr statt von 7–9 Uhr abends auf 5–7 Uhr verlegt sind, dass die Firmen das Schulgeld bezahlen und die Schule subventionieren, die letztere dafür den Lehrstoff den Bedürfnissen der Lehrlinge weiter anpasst.¹²⁷

Folge und Reflex dieser auf drei verschiedenen Ebenen zu beobachtenden Institutionalisierung elektrotechnischer Ausbildung (Hochschule, Technikum, Lehrlingsausbildung) war eine deutliche Veränderung der Selbst- und Fremdwahrnehmung der betroffenen Berufsgruppen. Nicht nur die Elektroingenieure und -techniker, sondern auch die Elektroinstallateure entwickelten bis zum Ersten Weltkrieg ein je eigenes berufliches Selbstverständnis und begannen, dieses gegen aussen immer dezidierter zu vertreten. Eine Tendenz zur Professionalisierung elektrotechnischer Berufe hatte sich bereits 1893/94 abzuzeichnen begonnen, als es den Elektroingenieuren gelang, einen einheitlichen Honorartarif aufzustellen. Sie taten dies in direkter Anlehnung an die Tarifstruktur des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins.¹²⁸ Trotz der zunehmenden Akademisierung und Verschulung der elektrotechnischen Ausbildungsformen gehörte jedoch weiterhin die Praxisorientierung zum integralen Bestandteil des angestrebten Selbstbildes der neuen Berufsgruppen. Sie stellten damit ihre Berufe in eine Aura des Nützlichen und betonten gleichzeitig ein traditionalistisches, handwerklich bestimmtes Berufsbild, womit sie sich von den herkömm-

127 BHIZH (1900) 1901, 154–155. Das Zitat entspricht einem Argumentationsmuster, das von Industriellenkreisen bereits in der Wachstumskrise der 1880er Jahre verwendet worden war: «Um der überhandnehmenden Berufslosigkeit unter den Maschinenarbeitern entgegenzuwirken und Lohn und Leistung in ein richtigeres Verhältniss zu bringen, haben wir uns geeinigt, dem Lehrlingswesen – dessen Vernachlässigung wir als zunächst liegende Ursache der Abnahme der Tüchtigkeit der Arbeiter und das wir wiederum als die Grundlage betrachten, auf welcher die Berufstüchtigkeit gefördert werden kann und soll – besondere Aufmerksamkeit zu schenken, in der Hoffnung, dadurch den erforderlichen Nachwuchs an brauchbaren Handwerkern zu erzielen.» BHICH (1885) 1886, 159.

128 SBZ, 21. Oktober 1893, 111. «Der vom Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein für maschinentechnische Arbeiten aufgestellte Honorartarif wird auch für die electrotechnische Branche als Norm adoptiert», hiess es im SEV-Jahrbuch 1894, 17. Siehe auch den Anhang zum SEV-Jahrbuch 1894.

lichen, «unfruchtbaren» akademischen Berufen zu unterscheiden suchten. «Die technischen Hochschulen müssen technisch gebildete Lehrer fordern. ‚Technisch‘ muss ein Ehrentitel werden, muss die von unfruchtbaren Gelehrten unterschobene verächtliche Bedeutung verlieren, ‚techne‘ heisst ‚Kunst‘, heisst Können, und nur um dieses handelt es sich, nicht um Methoden und Wissen.»¹²⁹ Dieses scheinbar paradoxe Selbstbild erlaubte es insbesondere den Ingenieuren, mit der Notwendigkeit einer verstärkt theoretisch ausgerichteten Schulung umzugehen und gleichzeitig ihren Ruf als omnipotente «Macher» zu befestigen. «Ich frage: ohne Ingenieur / Wo käm’ man hin, wo käm’ man her? // Er bannt den Blitz in einen Draht / Und misst sogar den Stärkegrad, / Er schickt – eins-zwei! – von Ort zu Ort / Die Kraft, das Licht, die Schrift, das Wort! / Beleuchtung, Handel und Verkehr – / Wo wär’ das ohne Ingenieur?» hämmerte der «Doktor-Ingenieur» in einem Gedicht vor sich hin, welches um 1900 in der Schweizerischen Bauzeitung – unter dem Strich – veröffentlicht wurde.¹³⁰ Die «Titelfrage» spiegelte das eben angesprochene Paradox eines Selbstbildes, das permanent zwischen akademischer Bildung und praxisorientierter Ausbildung oszillierte. «Soll mit der Kreierung des ‚Doktor-Ingenieurs‘ gleichzeitig eine erhöhte wissenschaftliche technische Ausbildung des Studierenden bezweckt oder soll der neue Titel bloss aus äusserlichen Gründen, also gewissermassen als Dekorationsstück eingeführt werden?» lautete die Frage eines «ehemaligen Polytechnikers» an die Leserschaft der Neuen Zürcher Zeitung, nachdem die deutschen technischen Hochschulen das Recht erhalten hatten, den Dokortitel auch Ingenieuren zu verleihen.¹³¹ Seine Antwort wollte das von Wissenschaftlichkeit und Praxisorientierung geprägte Ingenieurbild um die drei Elemente Charaktereigenschaft, Allgemeinbildung und «gediegene Erziehung» erweitert haben: «Was dem Ingenieur in der Gesellschaft zu Ansehen und vollständiger Gleichberechtigung mit dem Doktor verhilft, ist neben den persönlichen Charaktereigenschaften eine tüchtige allgemeine Bildung und vor allem eine wirklich gediegene Erziehung, welche den Dokortitel oft mehr als aufwiegt.»¹³² Andere Stimmen äusserten die Ansicht, ein Titel besässe, «man mag reden, was man will, einen ganz erheblichen sozialen – und in vielen Fällen auch einen ganz deutlichen Verkehrswert»¹³³ Der Schweizerische Schulrat scheint sich schliesslich dieser Argumentation angeschlossen zu haben: Seit 1908 konnte ein Ingenieur auch am Polytechnikum in Zürich einen Dokortitel erwerben. Das soziale Distinktionspotential, welches schliesslich vom Doktorhut gekrönt werden sollte, wurde vor allem seit der Jahrhundertwende syste-

129 SBZ, 31. August 1895, 56.

130 SBZ, 20. April 1900, 174–175.

131 NZZ 54 M, 23. Februar 1900.

132 NZZ 54 M, 23. Februar 1900.

133 NZZ 51 M, 20. Februar 1900.

matisch auf- und ausgebaut. So wurden etwa akademisch-praxisorientierte Wissensbestände auch mit dem von Hirsch und Wilking herausgegebenen Elektro-Ingenieur-Kalender repräsentiert. Der Kalender erlaubte es dem «acquirierende[n] Ingenieur [...] an Ort und Stelle umgehend einen ungefähren Kostenanschlag zu machen». «Bei der Aufstellung von Projekten, bei der Auswahl der Betriebskraft und Antriebsweise, bei der Bemessung der Maschinengrösse und der Licht- und Kraftverteilung, bei der Ausführung der projektierten Anlagen, sowie bei der Einrichtung und Überwachung des Betriebes» konnte der Ingenieur den jährlich ergänzten Taschenkalender konsultieren – elektrotechnisches Wissen, das auch «im Felde» zur Verfügung stand und das, in elegantem Ledereinband, eine Aura von Können und Kompetenz verbreitete.¹³⁴

Das Distinktionspotential elektrotechnischer Ausbildung begann sich nach der Jahrhundertwende noch stärker zu differenzieren: Auch die seit 1908 in einem Interessenverband zusammengeschlossenen Elektroinstallateure benützten den Ausbildungsgrad der Verbandsmitglieder zur internen Hierarchisierung und zur Distinktion nach aussen. So hiess es in der «Arbeitsordnung für die Arbeiter der Mitglieder» des Verbandes Schweizerischer Elektroinstallateure: «Es werden unterschieden: 1. Monteure, Monteure und Hilfsmonteure. a) Als 1. Monteure werden betrachtet, solche, die *auf Grund vorzulegender Zeugnisse* und nach *vierwöchentlicher Probezeit* oder sonstwie den Beweis geliefert haben, dass sie selbständig grössere Arbeiten ausführen oder leiten können und mit der Anordnung und Durchführung aller nötigen Nebenarbeiten vollständig vertraut sind. b) Als Monteure werden betrachtet, solche, die mit der selbständigen Ausführung aller Montagearbeiten vertraut sind. c) Als Hilfsmonteure werden betrachtet, solche, die nur nach spezieller Anleitung Montagearbeiten ausführen können.» Dabei wurde von den Monteuren «eine dreijährige Lehrzeit in der Metall- oder elektrischen Installationsbranche» und «eine zweijährige Praxis im elektrischen Installationswesen» verlangt.¹³⁵ Dies hatte seine Bedeutung vor allem für den im selben Jahr aufgestellten «Tarif minimum obligatoire du formulaire normal unifié» des Verbandes, welcher für Installationsarbeiten galt, die gemäss den Vorschriften des SEV ausgeführt wurden.¹³⁶

Die in den 1890er Jahren beginnende und über den ganzen Untersuchungszeitraum sich fortsetzende funktionale Differenzierung bestehender Ausbildungsinstitutionen hatte im Zusammenspiel mit den davon abhängigen Professionalisierungsstrategien elektrotechnischer Berufsgruppen die

¹³⁴ Hirsch und Wilking 1904, «Vorwort zur vierten Auflage» bzw. «Vorwort zum 1. Jahrgang».

¹³⁵ Der Elektro-Installateur, 1. März 1908, 42. Hervorhebungen D. G.

¹³⁶ Der Tarif wurde in Der Elektro-Installateur, 1. März 1908, 38–42 publiziert. Er bezog sich, wie bereits der Tarif der Elektroingenieure von 1893, explizit auf den «vom Schweiz. Ingenieur und Architektenverein aufgestellten Honorartarif». Vgl. Der Elektro-Installateur, 15. November 1906, 171. Vgl. auch oben, Anm. 128.

Wachstumsgrenze «Humankapital» stetig nach aussen zu verschieben vermocht. Auch wenn diese Wachstumsgrenze, wie eingangs erwähnt, zunächst nur von Insidern der Branche überhaupt wahrgenommen worden war, spielte Öffentlichkeit auch darin eine herausragende Rolle. Der elektrowirtschaftliche Diskurs erbrachte hier ebenfalls Leistungen, die geeignet waren, die schweizerische Öffentlichkeit für Probleme der elektrotechnischen Ausbildung zu sensibilisieren und die diesbezügliche Wahrnehmungsschwelle allmählich abzusenken. Dies war insofern von Bedeutung, als es die öffentliche Hand war, welche in die Bereitstellung und Akkumulation von «Human-kapital» investieren sollte. Ähnlich wie in andern industrialisierten Ländern spielte die private Finanzierung in der Schweiz im Bereich der beruflichen Ausbildung eine geringe Rolle. Weder von privater noch von industrieller Seite wurden Institutionen geschaffen, die mit den entsprechenden staatlichen Einrichtungen hätten konkurrieren können.¹³⁷ Der im ausgehenden 19. Jahrhundert stark ausgebaute staatliche Aufgabenbereich der Ingenieur- und Techniker-ausbildung sowie des Lehrlingswesens erforderte umfangreiche Mittel und damit eine Öffentlichkeitsarbeit, welche die aus Steuermitteln finanzierten Investitionen zur institutionellen Ausdifferenzierung des Bildungswesens rechtfertigen konnte.¹³⁸

Am Beispiel der Einführung und des Ausbaus einer höheren Elektrotechniker-ausbildung am Eidgenössischen Polytechnikums kann gezeigt werden, wie die schweizerische Öffentlichkeit permanent über die einschlägige Problematik orientiert wurde. Dazu gehörte bereits die Antwort Heinrich Friedrich Webers auf die Vorwürfe der Deutschen Bauzeitung. In Zürich verschlafe man offenbar den Anschluss an die neuesten technischen Entwicklungen, hatte es dort geheissen. In der Weise, «wie man sich zu der Einführung des electro-technischen Unterrichts verhält», müsse man einen «stark konservativen Zug in der Verwaltung der Zürcher Schule» erkennen. Dies war ein Alarmzeichen für eine Schule, die auf ihr internationales Prestige achtgab – besonders schmerzhaft musste der Vergleich empfunden worden sein, den die Deutsche Bauzeitung zwischen den Verhältnissen in der Schweiz und jenen an den österreichischen Hochschulen gezogen hatte.¹³⁹ Kritischen Lesern der Schweizerischen Bauzeitung musste

137 Der Trend lief vielmehr auf eine Verstaatlichung von Ausbildungsinstitutionen hinaus. Die private «Ecole spéciale pour l'industrie, les travaux publics et les constructions civiles» beispielsweise wurde 1869 in die bestehende Akademie integriert und ging 1890 als Ingenieurschule in die neugegründete staatliche Universität Lausanne ein. Vgl. Meylan 1937 und De l'Académie à l'Université de Lausanne 1987.

138 Zu Deutschland siehe Johnson 1990, vom Bruch und Müller 1990 sowie Vierhaus und vom Brocke 1990 bzw. die diesbezügliche «essay review» von Jonathan Harwood, Harwood 1994. Zur Institutionalisierung der Elektrotechnik als wissenschaftliche Disziplin an deutschen technischen Hochschulen siehe König 1995.

139 «Das Programm pro 1883/84 thut Meldung, dass wöchentlich ein dreistündiger Vortrag über «Principien der Electrotechnik» für die Bauingenieure und Maschinen-Techniker

allerdings auch aufgefallen sein, dass die Entgegnung Webers nicht sehr viele Elemente enthielt, die das vernichtende Urteil der Deutschen Bauzeitung hätten korrigieren können. Gerade deshalb erfüllte Webers Verteidigungsartikel eine wichtige Funktion der Sensibilisierung der (technischen) Öffentlichkeit und konnte, dem Schulrat und dem Bundesrat gegenüber, als Argument für eine intensivere Förderung der Elektrotechnik am Eidgenössischen Polytechnikum verwendet werden. In einem «im Auftrage des Schweizerischen Bundesrathes bei Anlass der Weltausstellung in Paris 1889» publizierten Bericht über die «Eidgenössische Polytechnische Schule in Zürich» wurde daher die Gelegenheit nicht verpasst, auf die Bedeutung des Weberschen Physikinstituts auch für die Förderung der elektrotechnischen Ausbildung hinzuweisen und zu betonen, welche hohe finanzielle Investitionen in diesem Bereich getätigt wurden.¹⁴⁰

Die seit Mitte der 1880er Jahre in der Schweizerischen Bauzeitung geführten Diskussionen über elektrotechnische Ausbildungsdefizite sowie die Publikation der Eingabe der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker an den Schweizerischen Schulrat (1893) trugen zu einer weiteren Sensibilisierung der Öffentlichkeit bei,¹⁴¹ während die von Johannes Pernet 1895 gehaltenen Populärvorträge über Elektrotechnik, bei denen der Vortragende «von den vortrefflichen Apparaten und Einrichtungen seines Hörsaales unterstützt» worden war, der schweizerischen Öffentlichkeit eine Rückmeldung erfolgreicher institutioneller Anpassungen und damit sinnvoller Verwendung öffentlicher Gelder im Bereich der Ausbildungsförderung für Elektroingenieure gaben.¹⁴²

Die Notwendigkeit dieser Förderungspolitik dokumentierte schliesslich auch die bereits erwähnte Breitseite der Neuen Zürcher Zeitung gegen die nach dem Brand der Zürcher Telefonzentrale konstatierte mangelnde Professionalität eines Teils der Elektrotechnikerzunft.¹⁴³ Schon vor Jahren hätte sich ein Bedürfnis geltend gemacht, «durch Errichtung besonderer Lehrstühle an technischen Hochschulen und verwandten Lehranstalten tüchtige Elektrotechniker heranzubilden», schrieb die Neue Zürcher Zeitung, welche diesen neueren Bildungsinstitutionen gleichzeitig attestierte, dass sie tatsächlich auch bereits eine grosse Anzahl fähiger Elektrotechniker hervorgebracht hätten. Das galt, ebenso wie die wohlwollende Berichterstattung über Pernet's Populärvorträge, der Bestätigung der bisher verfolgten Bildungspolitik, allerdings

gehalten werden soll – und zwar als nicht obligatorischer Lehrgegenstand. Das ist in der That wenig und nur etwa ebenso viel, als bislang an den österreichischen Hochschulen geschehen ist, die deutschen Fachschulen sind durchgehends weit voraus», schrieb die Deutsche Bauzeitung am 25. August 1883, zit. nach SBZ, 20. Oktober 1883, 99.

140 Die Eidgenössische Polytechnische Schule in Zürich 1889. Vgl. Cahan 1994 und oben, S. 215.

141 SBZ, 10. Juni 1893, 147–148; NZZ 164 II, 13. Juni 1893.

142 NZZ 24 M, 24. Januar 1895, vgl. Kap. 4, «Das Verständnis beim Publikum erleichtern».

143 Siehe oben, S. 193.

verbunden mit dem deutlichen Hinweis darauf, dass in dieser Richtung noch mehr zu tun sei und die «in den ersten Jahren der Entwicklung der Elektrotechnik allen möglichen Berufsarten entstammenden Leute» durch Elektrotechniker ersetzt werden sollten, die eine formalisierte elektrotechnische Ausbildung genossen hatten.¹⁴⁴

Solche Artikel unterstützten und legitimierten indirekt den weiteren Ausbau elektrotechnischer Ausbildungskapazitäten. So gewährte der Schweizerische Schulrat 1899 einen Kredit zur Förderung des elektrochemischen Laboratoriums am Eidgenössischen Polytechnikum, dessen Einrichtungen «den Anforderungen, welche die heutige Entwicklung der Elektrochemie zu stellen berechtigt ist, seit längerer Zeit nicht mehr» genügte.¹⁴⁵ Die zeitliche Koinzidenz des Angriffs auf die mangelnde Professionalität vieler Elektrotechniker und des bewilligten Ausbaus von Schulungskapazitäten mag wenig bedeuten. Schliesslich könnte der Schulratsentscheid gerade auf dem Hintergrund des Brandes der Zürcher Telefonzentrale auch als Fehlallokation von Ressourcen interpretiert werden – man musste nicht die Elektrochemie fördern, wo letztlich der Leitungsbau versagt hatte. Das Beispiel zeigt jedoch, wie publizistische Attacken unter Umständen zu einem Klima niedrigeren Rechtfertigungsdrucks und erhöhter Handlungsfähigkeit der Behörden beim Ausbau von elektrotechnischen Bildungsinstitutionen führen konnten.

Im diskursiven Wechselbad von polemischen Vorwürfen und bedingungsloser Verteidigung bestehender Institutionen sowie von selbstdarstellerischer und anerkennender Bestätigung des bisher Erreichten¹⁴⁶ wurde die Wahrnehmungsschwelle der politischen und technischen Öffentlichkeit für die Problemlage der elektrotechnischen Ausbildung immer weiter abgesenkt. Damit konnte vorerst verhindert werden, dass das Wachstum der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft von der zu Beginn der 1890er Jahre drohenden Knappheit an elektrotechnischem «Humankapital» eingeschränkt wurde.

Kapitalbedarf und die «Ängstlichkeit des Kapitals»

Wie Heinrich Grossmann in seiner 1918 publizierte Studie zu den «Finanzierungen der Bank für Elektrische Unternehmungen» festgestellt hat, gehörte «die Elektrifizierung der Welt [...] zu den kapitalbedürftigsten Umwandlungen

144 NZZ 99 A, 9. April 1898.

145 «[...] in Würdigung der Bedeutung, welche der Verwendung des elektrischen Starkstromes für chemische Zwecke zukommt, und in Zukunft noch zukommen wird», seien daher «die nötigen Mittel für die Herstellung einer grösseren Anlage bewilligt» worden. SBZ, 11. November 1899, 180.

146 Siehe dazu etwa die sechsteilige bebilderte Artikelserie in SBZ, 17. Oktober 1903, 187 ff. über das Maschinenlaboratorium des Eidgenössischen Polytechnikums, dessen Teil VI, von Walter Wyssling verfasst, die elektrische Abteilung beschrieb. Siehe SBZ, 12. Dezember 1903, 279–284.

und Strömungen des modernen Wirtschaftslebens»¹⁴⁷ Welchen Umfang dieser Kapitalbedarf tatsächlich erreicht hat, konnte allerdings damals wie heute nur sehr vage bestimmt werden: Insbesondere über den Investitionsumfang von Elektrizitätsgesellschaften, die vor der Jahrhundertwende gegründet worden sind, existieren nur spärliche Angaben, und die später publizierten Bilanzen der Unternehmen sind wegen der oft willkürlichen Abschreibungspraxis von geringem Aussagewert. Selbst dem SEV ist es nicht gelungen, diese von den schweizerischen Elektrizitätsgesellschaften offenbar als neuralgisch empfundenen Informationen ihres Wirtschaftens transparenter zu machen.¹⁴⁸ Bei manchen Elektrizitätsgesellschaften scheint bereits der Gedanke an eine – auch nur auf Verbandsebene zugestandene – Erhöhung der Transparenz ihrer Betriebsverhältnisse und Tarifstrukturen oder gar der erreichten Renditen wahre Angstgefühle provoziert zu haben.¹⁴⁹ Einige spärliche Angaben zum Umfang der Investitionen sind trotzdem vorhanden. Um 1900 sollen rund 125 Mio. Fr. in Elektrizitätswerke investiert gewesen sein – dies war jedenfalls die Richtgrösse in der parlamentarischen Beratung des Starkstromgesetzes des Bundes.¹⁵⁰ Nach Schätzungen, welche einerseits vom SEV und andererseits von Julius Landmann publiziert worden sind, belief sich das Gesamtinvestitionsvolumen bis 1905 auf 187,87 Mio. Fr., bis 1906 auf 232,38 Mio. Fr., bis 1907 auf 244,71 Mio. Fr. und bis 1909 auf 306,5 Mio. Fr. Am Ende des Untersuchungszeitraums (1914) sollen insgesamt 467,81 Mio. Fr. in elektrische Installationen, Verteilungsnetze, Gebäude, Material und Geräte investiert gewesen sein.¹⁵¹ Diese zeitgenössischen Schätzungen müssen jedoch ihrer stark differierenden Erhebungsverfahren wegen mit äusserster Skepsis bedacht werden. Julius Landmann beispielsweise berücksichtigte das in den Verteilungsnetzen

147 Grossmann 1918, 4.

148 SEV-Statistik 1906, 3.

149 Eine vom SEV 1903 durchgeführte Umfrage über Tarifstrukturen wurde deshalb ausdrücklich «nicht für die Aufklärung des konsumierenden Publikums abgefasst». Von den 268 versandten Fragebogen waren dem SEV lediglich 115 brauchbar zurückgesandt worden, und das Tabellenwerk mit den Einzelzahlen musste «vertrauliche Mitteilung der beteiligten Werke und der Vereinsmitglieder unter sich» bleiben. Wyssling 1904, 4 und 8. Die Furcht vor mehr Transparenz in den Betriebsverhältnissen äusserte sich auch in der Versicherung des Präsidenten der Aufsichtskommission des Technischen Inspektorates für elektrische Starkstromanlagen das Inspektorat würde «die Werke nur auf Grundlage der Sicherheitsvorschriften prüfen», und es würden «durchaus *keinerlei Neben Zwecke* dabei verfolgt». SEV-Jahrbuch 1899, 49. Hervorhebung D. G.

150 «Das in Starkstromanlagen in der Schweiz investierte Kapital beträgt pro 1900 für 180 öffentliche Elektrizitätswerke circa 125 Millionen. Dies ergibt sich aus einer Zusammenstellung von Herrn Prof. Wyssling, die sich allerdings nur auf 1550 [sic! Gemeint sind wohl 155, D. G.] Werke erstreckte. In den elektrischen Bahnen ist ein Kapital von wenigstens 25 Millionen investiert.» AStBuBV, 4. Dezember 1900, 578.

151 Die Angaben zu 1905, 1909 und 1914 entstammen der zurückhaltenden Schätzung von Landmann 1925, 147, die übrigen sind der SEV-Statistik 1906, 2 und SEV-Statistik 1907, 2 entnommen.

investierte Kapital nur insofern, als sie von den Kraftwerken selbst erstellt worden waren, «dagegen nicht auch die Kapitalinvestitionen in blossen Verteilungsanlagen von Unternehmungen, welche lediglich Energie leiten, ohne sie selbst zu produzieren».¹⁵² Im Gegensatz dazu führte der SEV diese strommietenden Werke an. Zudem schloss der Verein auch kleinere Werke in seine Zusammenstellung mit ein, während Landmann nur jene Werke als relevant betrachtete, die 1922 über mindestens 1000 PS Wasserkraft verfügt hatten. Aus demselben Grund fielen bei ihm kalorisch betriebene Werke aus der Rechnung, während der SEV diese anführte. Landmanns Angaben sind deshalb zu niedrig ausgefallen, dies um so mehr, als er sich ausschliesslich auf die bilanzmässig ausgewiesenen, um die Abschreibungen verminderten Investitionen gestützt hatte. Die zum Ausbau der Werke erforderlichen Kapitalien mussten wesentlich grösser gewesen sein – die genauen Summen entziehen sich allerdings unserer Kenntnis!¹⁵³

Die beste Methode, die Angaben zu kontrollieren und sie auf die Zeit vor der Jahrhundertwende zurückzurechnen, bestünde darin, die installierten Produktionskapazitäten schweizerischer Elektrizitätswerke zu schätzen und mit den Grenzkosten der Generierungs- und Verteilkapazitäten zu verknüpfen. Die den laufenden Ausbau der Werke berücksichtigende Nachberechnung des Tabellenwerks von Wyssling würde dafür eine solide Grundlage darstellen.¹⁵⁴ Allerdings ist eine Bestimmung der Grenzkosten der Generierungs- und Verteilkapazitäten aufgrund der Quellenlage nicht möglich. Zu heterogen sind die vorhandenen Angaben, zu unterschiedlich auch die Bedingungen von Kraftwerk zu Kraftwerk. Die den Kraftwerkbau begleitenden Artikel enthielten manchmal Angaben zu den Kosten nur der hydraulischen oder nur der elektrischen Anlage, oder sie vernachlässigten die Kosten der Verteilungskapazitäten. Zudem erstreckte sich die Realisierung von Kraftwerkprojekten oft über mehrere Jahre, was die Zuweisung von Investitionen zu einem bestimmten Jahr verunmöglicht!¹⁵⁵ Darüber hinaus wurde der ursprüngliche, für den Finanzierungsentscheid ausschlaggebende Kostenrahmen nur selten eingehalten, was die spärlich genug publizierten Berechnungen von Kostenstrukturen unbrauchbar macht. Als einziger Anhaltspunkt verbleiben die aufgrund der SEV-Statistiken von 1906 und 1907 nachberechneten durchschnittlichen Kosten pro Kilowatt installierter Generierungs- und Verteilkapazität.

152 Landmann 1925, 146–148.

153 «In Wirklichkeit waren indessen die zum Ausbau der Werke erforderlichen Kapitalien grösser, als es diesen bilanzmässig ausgewiesenen Beträgen entspräche, weil letztere um den Betrag der Abschreibungen bereits vermindert sind.» Landmann 1925, 146.

154 Wyssling 1946, 174–204. Siehe oben, S. 21, Grafik 1 und Anhang, Tab. 9, Kolonne c.

155 Vgl. etwa den Fall des Elektrizitätswerks der Stadt Genf: «Le 31 décembre 1895, le courant électrique de l'usine de Chèvres put être conduit jusqu'à Genève. [...] Ce n'est qu'en décembre 1899 que les travaux pour l'installation complète de l'usine de Chèvres furent terminés.» Favre 1923, 82 und Turretini 1900. Siehe zu diesem Problem auch Wyss 1964, 93.

Tab. 7: *Anlagekosten nach der Leistung der Elektrizitätswerke, 1907*

Werke (n)	Einzel- lei- stung (kW)	Gesamt- lei- stung (kW)	Primärkraft		Elektrischer Teil		Ganze Anlage	
			Total (Fr.)	pro kW (Fr.)	Total (Fr.)	pro kW (Fr.)	Total (Fr.)	pro kW (Fr.)
66	≤100	2575	2498000	970	3323000	1290	5822000	2260
57	101–500	13933	11371000	815	11642000	835	23013000	1650
18	501–1000	13042	8393000	645	7956000	612	16349000	1257
10	1001–2000	14745	9489000	643	11190000	758	20679000	1401
4	2001–3000	9980	8159000	818	7498000	752	15657000	1570
5	3001–4000	16433	8859000	540	8218000	500	17077000	1040
0	4001–5000	–	–	–	–	–	–	–
3	5001–6000	15650	10950000	700	16413000	1048	27363000	1748
6	6001–10000	45930	30663000	805	23675000	623	54338000	1428
3	10001–14000	38075		*				
1	15900	15900		*				

* Keine Angaben.

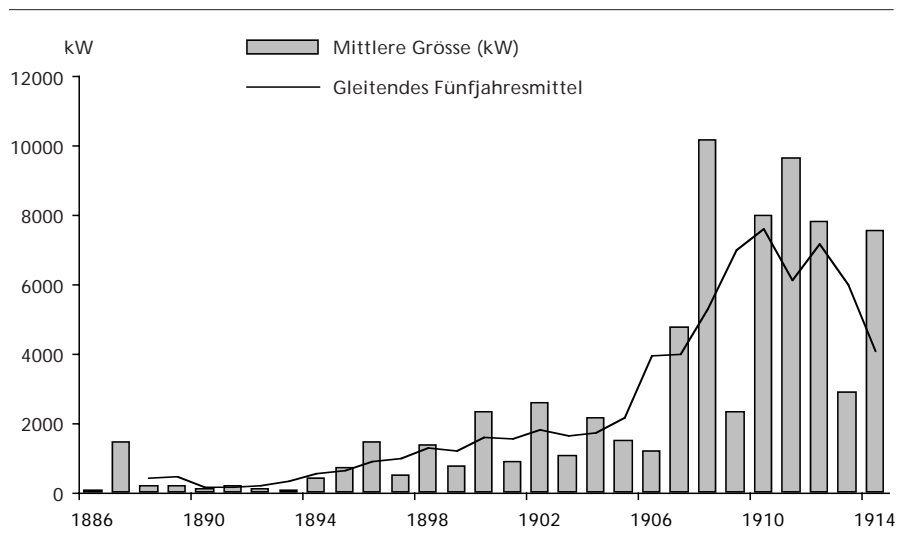
Quelle: SEV-Statistik 1907, 2.

Zur Beurteilung des Trends dieser Kosten bis 1914 waren folgende Überlegungen leitend: Wie Tab. 7 zeigt, erreichten Werke mit einer Primärkraft zwischen 3000 und 4000 kW um 1907 einen Preis von wenig mehr als 1000 Fr./kWh, während kleine und sehr kleine Werke (bis 500 kW) auf 1650 Fr. bzw. 2260 Fr. pro installiertes Kilowatt zu stehen kamen. Wiederum teurer waren jene Kraftwerke, die eine Generierungskapazität von über 5000 kW aufwiesen. Ihre durchschnittlichen Kilowattkosten beliefen sich auf bis zu 1748 Fr.

Die kostenmässig «optimale» Kraftwerkgrösse wurde offensichtlich nicht nur von wasserbautechnischen bzw. elektrotechnischen Bedingungen bestimmt. Die Angaben zu den insgesamt 13 Kraftwerken, welche um 1907 mehr als 5 MW Primärleistung installiert hatten, zeigen gerade, dass die grössten Kraftwerke nicht unbedingt auch diejenigen mit den geringsten Kilowattkosten waren. So sanken zwar bis 1914 die relativen Kosten des Kraftwerkbaus durch Entwicklungen im Bereich der Fundierung von Stauwehren, durch verbesserte Wirkungsgrade von Turbinen und Generatoren sowie durch raffiniertere Regulier- und Messtechniken. Dieser Trend erweiterte andererseits aber auch den Handlungsspielraum der Kraftwerkbauer und ermöglichten damit Bauten, auf die man zuvor aus Kostengründen hatte verzichten müssen. Die Werke wurden damit nicht billiger, aber realisierbar.

Wenn nun, wie Grafik 7 veranschaulicht, die mittlere Grösse der gebauten

Grafik 7: Mittlere Grösse schweizerischer Elektrizitätswerke, 1886–1914



Quelle: Wyssling 1946, 174–204.

Kraftwerke – zuerst in den 1890er Jahren und dann nochmals im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrhunderts – stark angestiegen ist, so folgt daraus keineswegs, dass der durchschnittliche Preis der installierten Generierungs- und Verteilkapazitäten bis 1914 wesentlich unter denjenigen von 1907 sank. Wir können zunächst nur annehmen, dass sich die Grenzkosten der Generierung elektrischer Energie so verschoben hatten, dass der Bau immer grösserer Kraftwerke zu keinem Anstieg der Gestehungskosten elektrischer Energie führte.¹⁵⁶

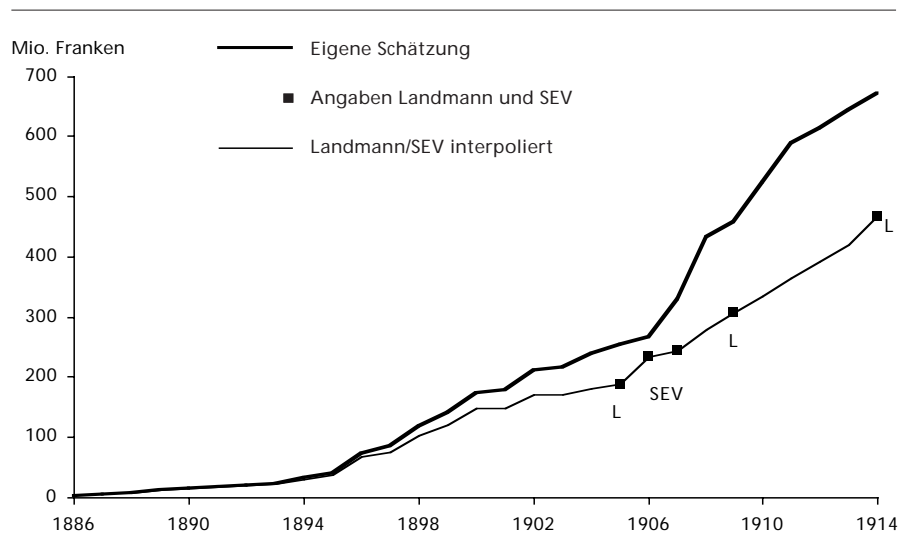
Da um 1907 die relativen Kosten der jeweils grössten Kraftwerke beträchtlich über den tiefstmöglichen Kosten gelegen haben, d. h. dass an der Front der Entwicklung keineswegs die günstigsten Kraftwerke gebaut wurden, nehme ich für meine Schätzung der in der Elektrizitätswirtschaft investierten Kapitalien einen bis 1914 nicht unter 1200 Fr./kW fallenden *mittleren Preis bereits installierter*¹⁵⁷ Generierungs- und Verteilkapazitäten an – 1907 hatte dieser Wert für 169 Werke mit einer gesamten Kapazität von 132288 kW 1360 Fr. betragen.¹⁵⁸ Zu Beginn des Elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums dürfte er

156 Siehe dazu auch Bleuler-Hüni 1903, 36–37, der die Notwendigkeit einer Skalenökonomie im Kraftwerkbau zu Beginn des 20. Jahrhunderts deutlich zum Ausdruck brachte.

157 Dieser ist nicht mit den Grenzkosten für zusätzlich installierter Generierungs- und Verteilkapazitäten zu verwechseln.

158 Berücksichtigt sind in dieser Berechnung lediglich jene Werke, für die Tab. 7 Angaben

Grafik 8: Kumulierte Investitionen in schweizerische Kraftwerke und Verteilanlagen



Quellen: Wyssling 1946, 174–204; SEV-Statistik 1906 und 1907; Landmann 1925, 146–148.

noch bei rund 2300 Fr. gelegen haben.¹⁵⁹ Dabei ist zu beachten, dass das in meiner Schätzung von 2100 Fr./kW (1891) auf 1360 Fr./kW (1907) und auf 1200 Fr./kW (1914) linear sinkende *mittlere* Investitionsvolumen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft deshalb relativ hoch angesetzt werden muss, weil es sich auf alle bereits bestehenden Anlagen bezieht und damit sowohl alte kleine wie auch neue grosse Anlagen einschliesst. Nach Tab. 7 gehörten diese beiden Kraftwerkgruppen zu den kapitalintensivsten Anlagen. Zudem enthalten die genannten Durchschnittskosten pro installiertes Kilowatt auch die dafür notwendigen Investitionen in Verteilkapazitäten, was allein rund die Hälfte der notwendigen Investitionen ausgemacht haben dürfte.¹⁶⁰

enthält. Die SEV-Statistik 1907, 2 gibt dafür, aus welchen Gründen auch immer und nur in der Zusammenfassung, den falsch berechneten Wert von 1265 Fr. pro kW an. – Der mittlere Preis bereits installierter Generierungs- und Verteilkapazitäten ist in der Zwischenkriegszeit stark gesunken. Er betrug 1939, nach dem forcierten Grosskraftwerkbau der 1920er und 1930er Jahre also, 734 Fr. pro kW und stieg danach wiederum massiv an. Härry 1949, 61.

159 Dazu einige Beispiele: Beim 1891 projektierten Kleinkraftwerk in Pfäffikon (ZH) wurde mit Kosten von 2287 Fr. pro kW gerechnet. NZZ 71 II, 12. März 1891. Beim städtischen Kraftwerk in Aarau betrug diese 2038 Fr. pro kW. NZZ 188 I, 7. Juli 1893. In Zürich sind bis 1894 1,186 Mio. Fr. für eine Anlage mit einer auf 1360 PS ausgebauten Kapazität investiert worden, was noch immer Kosten von 2490 Fr. pro kW ergab. Wagner 1896, 53.

160 Vgl. oben, S. 187.

Meine Schätzung des bis 1914 erreichten Investitionsvolumens ergibt unter diesen Voraussetzungen und Annahmen einen Betrag von rund 671 Mio. Fr., d. h. eine Summe, die um 203 Mio. Fr. über dem von Landmann berechneten Betrag liegt (Grafik 8).¹⁶¹ Diese Differenz lässt sich aus folgenden drei Faktoren erklären: 1. die Vernachlässigung der Abschreibungsquoten bei Landmann – bei einer äusserst bescheidenen Amortisation des Anlagekapitals von 3% pro Jahr waren bis 1914 allein schon rund 183 Mio. Fr. abzuschreiben. 2. Landmann vernachlässigt Werke mit weniger als 1 MW Generierungskapazität – zwischen 1886 und 1914 sind immerhin 123 solcher Werke mit einer Gesamtkapazität von 28 MW in Betrieb genommen worden, was einem Investitionsvolumen von 38,1 Mio. Fr. entspricht.¹⁶² 3. Landmann ignoriert die reinen Verteilgesellschaften, welche gerade in den Jahren vor dem Ersten Weltkrieg stark an Bedeutung gewonnen hatten – 1907 repräsentierten diese bereits 8,5 Mio. Fr. oder 3,6% des in Werken mit Primärkraftanlagen investierten Kapitals.¹⁶³ Unter Berücksichtigung dieser drei Faktoren erweist sich meine Schätzung als eine plausible Annäherung.

Die eingangs zitierte Feststellung Grossmanns, und das ist hier entscheidend, wird durch die kontrollierende Nachberechnung zeitgenössischer Schätzungen des Kapitalbedarfs der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft mehr als nur bestätigt: Der Aufbau der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft verschlang tatsächlich gigantische Summen. Wie bereits der Eisenbahnbau der 1850er und 1870er Jahre¹⁶⁴ stellte auch der Bau von Elektrizitätswerken und der dazugehörigen Verteilnetze ganz neue Anforderungen an den Kapitalmarkt. Es kann deshalb nicht überraschen, dass die Finanzierung von Kraftwerkbauten zu den Hauptproblemen des elektrowirtschaftlichen Wachstums in der Schweiz zählte. Vor allem in der ersten Hälfte der 1890er Jahre kam es zu Finanzierungsengpässen. Als nach dem Frankfurter Übertragungsexperiment von 1891 ein neuer, grösserer Typ von Kraftwerken technisch realisierbar wurde, öffnete sich eine Schere zwischen Angebot und Nachfrage auf dem Kapitalmarkt. Genau in dem

161 Noch tiefer als Landmann liegt Jöhr, der die bis 1914 in den Kraftwerkbau investierten Mittel auf 305 Mio. Fr. schätzt, jedoch ohne Angabe von Quellen und Berechnungsgrundlagen. Jöhr 1956, 153. Wyss 1964, 187 gibt für 1914 die gesamten Erstellungskosten der im Betrieb befindlichen Anlagen mit 505 Mio. Fr. an, unter Hinweis auf eine «irgendwo existierende» Finanzstatistik, die aufzufinden ihm «trotz grossen Bemühungen und trotz Rückfragen bei verschiedenen Ämtern, Sekretariaten und Autoren» nicht gelungen sei, worauf er eine in verschiedenen Publikationen abgebildete einschlägige Grafik ausgemessen hat. Vgl. Wyss 1964, 87 und Villard 1938, 12–22; Härry 1935/36, 14 und Bulletin SEV/VSE 1938, 10–12.

162 Die Zahl und die Gesamtleistung dieser Kleinkraftwerke wurde nach Wyssling 1946, 174–204 berechnet. Dem Betrag von 37,8 Mio. Fr. liegt der mittlere Preis von 1360 Fr./kW (1907) zugrunde.

163 SEV-Statistik 1907, 2.

164 Balthasar 1993, 45.

Moment, in welchem sich der Kapitalbedarf der Elektrizitätswirtschaft stark erhöhte, waren jedoch die institutionellen Geldgeber damit beschäftigt, «die Folgen der finanziellen Katastrophen des Jahres 1891» zu verarbeiten. Und kaum war der durch wilde Börsenspekulationen um die Verstaatlichung der Eisenbahnen verursachte Schaden beglichen, machte sich aufgrund von starken Konjunkturerinbrüchen in Frankreich, Italien und den Vereinigten Staaten eine neue «Unsicherheit» und «Ängstlichkeit des Kapitals» bemerkbar.¹⁶⁵ Erst um 1894/95 kehrte das «Vertrauen in die allgemeine Geschäftslage» zurück, und das während mehrerer Jahre «zur Unthätigkeit verurteilte Kapital» war «für solide Anlagen» wieder leicht zu erhalten.¹⁶⁶ Dadurch mochten zwar auch die Finanzierungsprobleme der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft etwas gemildert worden sein, sofern Kraftwerkbauer und -betreiber glaubhaft darzulegen vermochten, dass auch ihre Anlagen «solide» und kreditwürdig seien. Da dies in der oft geradezu euphorisch anmutenden «Nach-Frankfurt»-Stimmung keineswegs die Regel war, verhielten sich die Schweizer Banken durchwegs zurückhaltend und überprüften die Kreditwürdigkeit elektrischer Unternehmen jeweils «auf das Gewissenhafteste».¹⁶⁷ Diese Zurückhaltung der Banken hatte den Erwartungshorizont der Öffentlichkeit so negativ zu prägen begonnen, dass sich die Bank Leu schlicht dem Spott der Presse ausgesetzt sah, als ruchbar wurde, dass sie sich am Bau eines Elektrizitätswerks beteiligen würde. Der Kommentar der Neuen Zürcher Zeitung ging indirekt (aber deutlich genug) dahin, dass sich die Bank von den Initianten des Werks zu einer Finanzierungsgarantie habe überreden lassen. «Wie Ihnen der Telegraph berichtet hat, ist es den Herren Regierungsrat Fellmann, Eduard von Moos und Theodor Bell gelungen, die Ausführung des Elektrizitätswerkes Rathausen zu sichern, indem sie das Bankhaus Leu u. Cie. in Zürich zu *bestimmen gewusst haben*, die Beschaffung des nötigen Kapitals – es dürfte um die zwei Millionen betragen – fest zu übernehmen!»¹⁶⁸ Die

165 Bank Leu (1892) 1893, 3 und Bank Leu (1893) 1894, 3. Der Hinweis auf die «finanziellen Katastrophen» des Jahres 1891 bezog sich auf die Spekulationshause an der Börse, «als die Verstaatlichungspläne des schweizerischen Bundesrathes ruchbar wurden und schliesslich der Ankauf sämtlicher Aktien der Centralbahn zu dem fabelhaften Preis von Fr. 1000 dreiprozentiger schweizerischer Rente für eine Aktie im Nominalbetrag von Fr. 500 in Aussicht stand. Die Spekulation träumte schon von dem Ankauf der Nord-Ost-Bahn und der Vereinigten Schweizer-Bahnen zu ähnlichen Preisen und trieb deren Aktien, sowie diejenigen der bei dem Ankauf der Centralbahn beteiligten Bankinstitute auf eine unsinnige Höhe. Die Syndikats-Vereinigungen zum Zwecke der Spekulation in Aktien und theilweise zur künstlichen Kurserhöhung einzelner Aktiegattungen schossen wie Pilze aus dem Boden und die Betheiligten waren zum grossen Theil weit über ihre Kräfte dabei engagirt. Als daher die im Frühjahr auf die schweizerischen Eisenbahnpolitik gebauten Hoffnungen ins Wanken geriethen und die Verwerfung des Ankaufs der Centralbahn durch den Bund in der Volksabstimmung immer wahrscheinlicher wurde, da fiel das künstliche Kartenhaus der hohen Kurse zusammen.» Bank Leu (1891) 1892, 3–4.

166 BHIZH (1894) 1895, 121.

167 Bank Leu (1893) 1894, 4.

168 NZZ 211 A2, 1. August 1894, Hervorhebung D. G. Der Artikel bezog sich auf NZZ 207 M,

Initianten des Kraftwerks Rathausen liessen nicht lange auf ihre Entgegnung warten: «Wir sollen die Herren Leu u. Co. «zu bestimmen gewusst haben», das nötige Geld zu beschaffen. Das ist zum mindesten eine sehr zweideutige Ausdrucksweise, die offenbar nicht zufällig entstanden ist. Die Herren Leu u. Co. haben sich nicht von uns bestimmen lassen, sondern haben ihre Meinung über unser Unternehmen aus zahlreichen Gutachten ältern und neuern Datums geschöpft, aus Gutachten, die sie selbst veranlasst haben und die alle ohne Ausnahme eben anders lauten als der Herr Einsender es scheints gerne gesehen hätte.»¹⁶⁹ Der Korrespondent der Neuen Zürcher Zeitung räumte darauf zwar ein, dass es bestimmt gutes Recht der Initianten gewesen sei, ein Finanzierungsgesuch an eine Bank zu richten. Er hieb aber nochmals in die gleiche Kerbe, indem er bemerkte, die Bank Leu sei wohl nicht von sich aus auf die Idee gekommen, das Werk zu studieren.¹⁷⁰ – Diese kleine Episode am Rand der Diskussionen um Kraftwerkfinanzierungen zeigt deutlich, dass die Bereitstellung von Bankkrediten für den Aufbau der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft noch um 1894 keineswegs eine Selbstverständlichkeit war. Bestätigt wird auch die Tatsache, dass die Banken mögliche Projekte sehr genau unter die Lupe nahmen und oft mehrere Gutachten erstellen liessen, bevor sie sich für grössere elektrische Anlagen engagierten.

Angesichts der grossen Zurückhaltung der institutionellen Geldgeber stellt sich die Frage, wie die bis Mitte der 1890er Jahre gebauten Kraftwerke finanziert wurden. Immerhin waren in den Jahren 1892–1894 insgesamt 34 Kraftwerke mit einer Generierungs- und Verteilkapazität von 7,6 MW in Betrieb genommen worden, was Investitionen von mehr als 15 Mio. Fr. notwendig gemacht haben dürfte.¹⁷¹

Den grössten Anteil dieses Finanzierungsbedarfs absorbierten zweifelsohne die städtischen Kommunen. Zürich, Genf, Aarau und Chur, aber auch Kleinstädte wie Baden, Brugg und Interlaken begannen in diesen für das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum kritischen Jahren den Bau von eigenen Kraftwerken. Ihre Finanzierung liess sich deshalb leichter bewerkstelligen als diejenige privatwirtschaftlicher Unternehmen, weil die Auftraggeber entweder hinreichende Sicherheiten für Verzinsung und Amortisation des investierten Kapitals bieten oder aber die Werke aus eigenen Mitteln finanzieren konnten. Gleichzeitig waren die Anforderungen an die Rentabilität städtischer Werke relativ gering, da sie als Teil einer umfassenderen Infrastruk-

28. Juli 1894: «Die Ausführung des Wasser- und Elektrizitätswerkes Rathausen ist nun gesichert. Das Bankhaus Leu u. Cie. in Zürich hat die Beschaffung der nötigen Gelder fest übernommen; mit den Bauarbeiten kann sofort begonnen werden.»

169 NZZ 217 M, 7. August 1894.

170 NZZ 218 A1, 8. August 1894.

171 Siehe Wyssling 1946, Tabellenwerk. Da gleichzeitig mehrere andere Werke im Bau standen, darunter allein etwa das auf 8 Mio. Fr. budgetierte Kraftwerk Chèvres der Stadt Genf, belief sich der tatsächliche Kapitalbedarf der Elektrizitätswirtschaft auf einen wesentlich höheren Betrag. Zu Genf siehe NZZ 272 A1, 1. Oktober 1894 und Turretini 1900.

turpolitik zur Förderung der lokalen Wirtschaft aufgefasst werden konnten. Als die vom Gemeinderat Brugg mit dem Studium einer «elektrischen Kraft- und Lichtstation» beauftragte Industriekommission behauptete, die von ihr vorgeschlagene Anlage würde «schon im ersten Betriebsjahre das Anlagekapital mit vier Prozent verzinsen», wurde dies zwar durchaus bezweifelt. Einen Grund zur Aufregung sah man deshalb in Brugg allerdings kaum, war man doch fest davon überzeugt, dass die Anlage «wegen der Stadtbeleuchtung und wegen Hebung der Industrie und des Kleingewerbes unserer Einwohnerschaft so sehr zum Nutzen und Vortheile gereichen wird, dass ein kleiner Zinsverlust beim Anlagekapital die Einwohnergemeinde nicht von der Erstellung der projektirten Licht- und Kraftstation abhalten sollte».¹⁷² Der Gemeinderat war sich seiner Sache gar so sicher, dass er die Frage der «Beschaffung der erforderlichen Geldmittel» erst nach der Genehmigung der Detailpläne für die Kanalanlage einer Diskussion unterziehen wollte.¹⁷³ Ähnliche Überlegungen stellte man zur gleichen Zeit auch in Zürich an. Die Rentabilität des geplanten Elektrizitätswerks im Sinne einer Kapitalrendite wurde zwar von Anfang an diskutiert, sie beschäftigte die das Geschäft vorbereitenden Kommissionen jedoch nicht vordringlich. «Herr Guyer bezweifelt, dass die Rentabilität den Ausschlag gebe», hielt beispielsweise das Protokoll der stadträtlichen Kommission fest.¹⁷⁴ Der wichtigste Grund für diese Einstellung war mit Sicherheit die Möglichkeit, grössere infrastrukturelle Projekte aus eigenen Reserven zu finanzieren. So wies man in der Limmatstadt ausdrücklich darauf hin, dass die finanzielle Situation der Stadt keineswegs gegen das städtische Kraftwerkprojekt spreche.¹⁷⁵ Allein durch Liquidation und Hinterlegung von Schuldbriefen, Obligationen und anderen Vermögensobjekten hätte die Stadt ihre disponiblen Mittel auf einen Betrag von 2,9 Mio. Fr. erhöhen können.¹⁷⁶ Sie war somit beim Aus- und Umbau des Kraftwerks Letten nicht auf eine bestimmte Kapitalrendite angewiesen, was ihre Flexibilität wesentlich erhöhte. Darüber hinaus konnte sie allenfalls auch zur Quersubventionierung zwischen den verschiedenen städtischen Werken greifen, um allzu hohe Verluste eines einzelnen Betriebs aufzufangen. Eine solche Quersubvention stellte etwa die vom städ-

172 NZZ 234 I, 22. August 1890.

173 NZZ 234 II B, 22. August 1890. Das Kraftwerk nahm 1892 seinen Betrieb auf. Wyssling 1946, 178.

174 Protokoll und Akten der stadträtlichen Kommission betr. Einführung der elektrischen Beleuchtung 1890, Stadtarchiv Zürich V Aa 14, Sitzung vom 28. Juni 1890. Die grundsätzliche Frage, ob die städtischen Infrastrukturbetriebe rentieren sollten, wurde auch später immer wieder gestellt. Vgl. etwa Bericht über die Sitzung des Grossen Stadtrates vom 5. September 1896, NZZ 249 A1, 7. September 1896. Wagner 1896 versuchte in seiner Arbeit überhaupt erst zu beweisen, dass eine Rentabilität städtischer Elektrizitätswerke möglich war.

175 NZZ 241 II, 29. August 1890.

176 Disponible Mittel für Errichtung des Elektrizitäts- & Erweiterung des Wasserwerks, Stadtarchiv Zürich V Aa 14 Nr. 1.

tischen Wasserwerk gewährte günstige Abgabe von Primärkraft für den Betrieb der elektrischen Dynamomaschinen im Kraftwerk Letten dar.¹⁷⁷

Wie die Geschichte des Elektrizitätswerks Aarau zeigt, konnten städtische Kommunen die für den Aufbau ihrer Stromversorgung benötigten Kapitalien auch durch Anleihen beschaffen. Dass eine Stadt und nicht ein möglicherweise der Spekulation zu verdächtigendes Privatunternehmen die entsprechenden Anleihen ausgab, erhöhte die Kreditwürdigkeit eines Elektrifizierungsprojektes beträchtlich – ein in der ersten Hälfte der 1890er Jahre nicht unwichtiger Faktor für das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum in der Schweiz.¹⁷⁸

All dies sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Finanzierung von Elektrizitätswerken weiterhin ein grosses Problem blieb. Selbst eine Stadt wie Solothurn sah sich beispielsweise 1893 nicht in der Lage, die für ein städtisches Elektrizitätswerk notwendigen Kapitalien zu mobilisieren, obwohl dies entsprechende Vorstudien der Behörden als wünschenswert erwiesen hatten. «Die ungünstige Situation der Gemeindefinanzen [...] bewogen den Gemeinderat zu einer sehr vorsichtigen Stellungnahme in bezug auf Planung und Finanzierung der vorgesehenen Beleuchtungsanlage. Diese durfte daher das Budget in keiner Weise ungebührlich belasten, sondern es sollte im Gegenteil durch die zweckmässige Einführung des Regiebetriebes eine Verbesserung der Gemeindefinanzen angestrebt werden.»¹⁷⁹

Was oft nicht einmal grösseren Städten gelang, stellte auf der Landschaft die Ausnahme schlechthin dar. Eine solche war die erfolgreiche Finanzierung des Kraftwerks La Goule. Als die «Société des forces électriques de la Goule» einigen Gemeinden in den Berner Freibergeren und im Tal von St-Imier 1892 das Angebot machte, eine Versorgung «mit Kraft und Licht mittels elektrischer Transmission»¹⁸⁰ aufzubauen, waren vor allem die in der Uhrenindustrie beschäftigten Heimarbeiter begeistert. Die «Société» stiess mit ihrem Projekt – von dem man sich einen «neuen Aufschwung» für die Uhrenfabrikation versprach – auf eine so grosse «Sympathie der Bevölkerung», dass die Gemeinden St-Imier, Noirmont, Breuleux und Tramelan gleich die Verzinsung und die Amortisation des Obligationenkapitals garantierten.¹⁸¹

177 Vgl. Grossmann 1909, 12 und Gugerli 1995a. Siehe auch Kap. 6. Im Gegensatz zur Stadt Zürich wurde 1895 in St. Gallen der Bau eines grösseren Kraftwerks ausdrücklich an die Bedingung geknüpft, «dass das Unternehmen Verzinsung, Amortisation und Betrieb durch seine Einnahmen decke». 75 Jahre Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen 1972, 9.

178 Das Elektrizitätswerk der Stadt Aarau 1913, 3–9.

179 Zum fünfzigjährigen Bestehen des Elektrizitätswerkes der Stadt Solothurn 1946, 9–10.

180 Man beachte die programmatisch wirkende Reihenfolge «Kraft und Licht» sowie das zugefügte Modernitätsetikett «mittels elektrischer Transmission». NZZ 340 I, 6. Dezember 1893.

181 NZZ 340 I, 6. Dezember 1893. Zur Zinsen- und Amortisationsgarantie des Obligationenkapitals durch die Gemeinden St-Imier, Noirmont, Breuleux und Tramelan vgl. auch SBZ, 30. November 1895, 145. Zum Werk La Goule selber siehe die ganze Artikelserie der Schweizerischen Bauzeitung SBZ, 30. November 1895, 144–146; SBZ, 7. Dezember 1895,

Eine zweite Ausnahme bildete das in Faido erprobte genossenschaftliche Finanzierungsmodell. Als zukunftsweisend hatte die Schweizerische Bauzeitung 1890 die Elektrifizierungs-Genossenschaft von Faido begrüsst, weil dort erstens «neben dem «Herrn» [...] auch der Bauer und der Handwerker sein electricisches Licht im Hause» habe und weil, zweitens, die ganzen Anlagekosten von 40000 Fr. allein «durch die Ausgabe von 4%igen Obligationen zu 250 Fr.» hätten beschafft werden können. Drittens befand sich dieses Obligationenkapital «zum grössten Theil in Händen der Genossenschaftsmitglieder selbst». Aufgrund der in Faido erzielten Resultate, wo «unter allerdings nicht besonders ungünstigen Verhältnissen eine electricische Lichtanlage mit vorzüglichem Erfolg und zur Befriedigung aller Betheiligten» betrieben werde, könne die oft gehörte Behauptung, «dass das electricische Licht nur ein Luxusartikel sei und bleibe, glänzend widerlegt» werden und es dürfe angenommen werden, «dass dieser Erfolg auch noch andere Gemeinden und Corporationen zur Einführung dieses Lichtes veranlassen werde», schrieb die Schweizerische Bauzeitung.¹⁸² Sie sollte sich in dieser Annahme täuschen. Das genossenschaftliche Finanzierungsmodell hat für die Elektrifizierung der Schweiz in der ersten Hälfte der 1890er Jahre keine Bedeutung erhalten.¹⁸³ Dennoch ist das Beispiel von Faido aufschlussreich, und sei es auch nur in der Interpretation der Schweizerischen Bauzeitung, denn es veranschaulicht die vielfältigen Bemühungen, den Finanzierungsspielraum von elektrischen Anlagen zu erweitern – sowohl in den Städten wie auch in ländlichen Gebieten.

Der Bau von Kleinstkraftwerken im Besitz ihrer Abonnenten zählte zu jenen (seltenen) soziotechnischen Utopien der Schweizerischen Bauzeitung, deren Zeit bereits abgelaufen war, als sie formuliert wurden. Mit dem nach 1891 möglich gewordenen Übergang zu einer Skalenökonomie im Kraftwerksbau¹⁸⁴ gehörten Kleinstkraftwerke der Vergangenheit an. Insbesondere für ländliche Versorgungsgebiete kamen aus wirtschaftlich-technischen Gründen fast nur noch Kraftwerke in Frage, die ganze Regionen mit Strom versorgten. Wegen der geringen ländlichen Bevölkerungsdichte mussten solche Überlandwerke jedoch mit – im Verhältnis zur verkaufbaren Energiemenge –

150–153; SBZ, 14. Dezember 1895, 156–158. Vgl. ferner 75e anniversaire de la Société des forces électriques de la Goule 1968.

182 SBZ, 29. November 1890, 139–140.

183 Die einzige Ausnahme für eine erfolgreiche genossenschaftliche Finanzierung elektrischer Unternehmen stellten die zu Beginn des 20. Jahrhunderts auf der Basellandschaft entstehenden «Elektra Genossenschaften» dar, die sich vorwiegend als Einkaufs- und Verteilgenossenschaften für elektrische Energie konstituierten. Als Verwerterinnen von Überkapazitäten bewegten sich jedoch alle im Windschatten grösserer Unternehmen. Siehe dazu Sarasin-Iselin 1904; Nochimson 1909; Felber-Nyffenegger 1949; Müller 1984; Blumer 1994a.

184 Vgl. oben S. 229, Grafik 7 und Kap. 3, Ausstellungsfolgen und neue physikalische Ökonomie der Übertragung.

hohen Leitungsbaukosten rechnen. Dies führte im Vergleich zu städtischen Verhältnissen zu einer noch ausgeprägteren Skalenökonomie des Kraftwerksbaus und gleichzeitig zu einem noch höheren Kapitalbedarf.¹⁸⁵ Fast unüberwindbare Finanzierungsschwierigkeiten waren die Folgen, um so mehr als es auf der Landschaft an politischen Instanzen fehlte, die eine gemeindeübergreifende Infrastrukturpolitik hätten führen können und die gleichzeitig über die notwendigen finanziellen Reserven verfügten.¹⁸⁶ Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, dass beim Bau von hydroelektrischen Kraftwerken «in der Regel schon für die erste Anlage nahezu der ganze, für den vollen Ausbau notwendige Kapitalbetrag aufgewendet werden» musste, während beim Bau von dampfbetriebenen Zentralen die Erstellungskosten in der ersten Betriebsperiode dem tatsächlich nachgefragten Konsum durch sukzessiven Ausbau der Anlagen angepasst werden konnten.¹⁸⁷

Zahlreiche Überlandwerke mussten daher bloss Schubladenprojekte bleiben. Von den «grossen Wasserkraftcentralen, die an vielen Orten projektiert worden sind», habe selten eine ihre Verwirklichung gefunden, konstatierte Fritz Jenny in seiner Schrift von 1893 über die Kostenstruktur der Betriebskräfte in der Schweiz. «Sobald man genaue Berechnungen anstellt, so erschrickt man über die Höhe der Kosten.¹⁸⁸ Jenny dürfte mit seiner pauschalen Behauptung nicht ganz unrecht gehabt haben.¹⁸⁹ So konnte man beispielsweise Ende 1893 den Zeitungen entnehmen, dass ein im Klöntal projektiertes Kraftwerk «nicht schon im nächsten Winter ausgeführt» werde, weil sich die Kosten als «erheblich höher als angenommen» herausgestellt hatten.¹⁹⁰ An seiner Stelle sollte erst 1908 das Kraftwerk Löntsch den Betrieb aufnehmen. Ebenfalls Ende 1893 musste auch ein bei Laufenburg geplantes Elektrizitätswerk wieder auf Eis gelegt werden. «Dass sich bei Laufenburg eine grosse Wasserkraft gewinnen lässt, unterliegt keinem Zweifel. Es hat aber den Anschein, dass das Kapital vorläufig noch etwas spröde ist, da eine nutzbare Verwertung der Kraft nicht in naher Sicht steht», schrieb die

185 Zur relativen Kostensteigerung auch bei dünnbesiedelten städtischen Wohnquartieren siehe bereits Wyssling 1894, 40. Dieselben Überlegungen lassen sich auch auf ländliche Gebiete anwenden. Vgl. Trüb 1922, 52 Tab. III (Wirtschaftlichkeit ländlicher Anschlüsse).

186 Nach der Jahrhundertwende würden die Kantone diese Funktion zu übernehmen beginnen. Vgl. dazu Trüb 1922, 70–76, Müller 1991, Müller 1994, Gugerli 1995a sowie Kap. 6, Die «vorsorgliche Pflicht des Staates» und das Recht der Bürger auf Strom.

187 Motor AG Bericht des Verwaltungsrates 1902. Ähnlich bereits, ohne jedoch den spezifischen Unterschied von hydraulisch und kalorisch betriebenen Elektrizitätswerken zu betonen, SBZ, 21. April 1894, 104–106 (Über die Beurteilung der Rentabilität elektrischer Anlagen).

188 Jenny 1893, 1.

189 Aus leicht einsehbaren Gründen ist es schwieriger, nicht gebaute Kraftwerke in der zeitgenössischen Publizistik dokumentiert zu finden – Ereignisse lassen sich besser darstellen als Nichtereignisse.

190 NZZ 313 I, 9. November 1893.

Neue Zürcher Zeitung dazu. Die Realisierung dieses Bauvorhabens sollte sich bis in die Zeit vor dem Ersten Weltkrieg hinauszögern¹⁹¹

Eine äusserst schwierige Finanzierungsgeschichte durchlief schliesslich auch ein in verschiedenen Varianten seit 1888 bei Rheinfelden geplantes Grosskraftwerk,¹⁹² obwohl so finanzkräftige Unternehmen wie die AEG, Escher Wyss & Cie., das Bauunternehmen Zschokke & Cie. und die Maschinenfabrik Oerlikon hinter dem Projekt standen. Die von diesen Firmen im Juli 1889 gegründete Vorbereitungsgesellschaft, «deren Zweck es war, die bisherigen Vorarbeiten für die Wasserwerksanlagen zu vollenden, um den Erfolg der Unternehmung in Bezug auf Kosten, Absatz und Verwertung der erzeugten Kraft zu ermitteln, sämtliche erforderlichen Konzessionen zu erwerben [sowie] *durch Gründung einer Betriebsgesellschaft die Kapitalien zur Ausführung des Unternehmens zu beschaffen*», stiess bei ihren Bemühungen auf sehr steinigem Boden, obwohl sie sich noch vor Ende 1889 «die Geneigtheit der beteiligten Uferstaaten» für die Erteilung der gewünschten Konzession sichern konnte. Die Vorbereitungsgesellschaft ging zwar «sofort an die finanzielle Sicherung des Unternehmens; aber alle Schritte, die in dieser Richtung gethan wurden, erwiesen sich als erfolglos»¹⁹³

Olivier Zschokke konnte der Vorbereitungsgesellschaft in seinem Bericht vom April 1893 keine guten Nachrichten überbringen. In London, wo man zuerst mit elektrotechnischen Firmen unterhandelt habe, sei man zwar wohlwollender Gesinnung begegnet, «aber es wurden so horrend Provisionsforderungen gestellt, dass dadurch die Rentabilität des Unternehmens geradezu in Frage gestellt worden wäre. Auch die Banque Internationale de Paris, und der kürzlich verstorbene Baron Hirsch interessierten sich für das Projekt; die Unterhandlungen zerschlugen sich jedoch beim Eintritt der Derooute auf dem französischen Geldmarkte im April 1892. Ebenso wenig Erfolg hatten die Unterhandlungen mit Thomson Houston in Paris und London, da es dieser Firma mehr um die Ausführung der elektrischen Installation als um die Finanzierung des Unternehmens zu thun war. Verhandlungen, die mit deutschen Banken und schweizerischen Privaten angeknüpft wurden, führten ebenfalls zu keinem Erfolg.»¹⁹⁴ Die Konzession des Unternehmens lief ab, bevor mit dem Bau des Kraftwerks begonnen wurde.

Die am Bau des Kraftwerks Rheinfelden interessierte Gruppe von Unternehmen sah sich nun der Gefahr ausgesetzt, «durch die *Interesselosigkeit des*

191 NZZ 306 I, 2. November 1893. Vgl. ferner Trautweiler 1902 und Trautweiler 1904 sowie Rennhard und Malleis 1983. Das Kraftwerk, für das bereits 1886 erste Projektstudien unternommen worden waren, sollte auch noch nach der Erteilung der Konzession im Jahre 1906 «grosse Schwierigkeiten» bei der «endgültigen Finanzierung des Unternehmens» haben. Laufenburg Geschäftsberichte 1908, 3.

192 NZZ 4 I, 4. Januar 1888 kündigte bereits ein von Ingenieur Georg von Struwe ausgearbeitetes Projekt für Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Rheines bei Rheinfelden an.

193 SBZ, 4. Juli 1896, 1–2.

194 SBZ, 4. Juli 1896, 2.

Kapitals der bereits aufgewandten Arbeit verlustig zu gehn» und schlug deshalb in einem neuen Konzessionsgesuch eine drastische Reduktion des Projekts vor.¹⁹⁵ Statt 12 Mio. Fr. waren nun noch 6,1 Mio. Fr. aufzubringen, wobei ein vollständiger Ausbau der ganzen Strecke mit weiteren 6,2 Mio. Fr. auf eine zweite Bauperiode verschoben wurde. Jetzt endlich konnte sich «das Kapital» für das Projekt erwärmen – auch wenn sich die Schweizer Banken noch immer nicht rühren wollten. Von einer kleinen Beteiligung der Schweizerischen Kreditanstalt abgesehen,¹⁹⁶ wurde das Kraftwerk fast ausschliesslich mit deutschem Kapital finanziert: «Eine deutsche Gesellschaft, an der sich neben der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft die Deutsche Bank, die Berliner Handelsgesellschaft, Jakob Landau und Gebrüder Sulzbach beteiligten,¹⁹⁷ verpflichtete sich zur Aufbringung von 2/3 des Kapitals in Aktien und 1/3 in Obligationen. Als Voraussetzung zu dieser Gründung galt neben anderen Bestimmungen auch die eines Pachtvertrages mit der Aluminium-Industrie-Gesellschaft in Neuhausen, wonach sich dieselbe auf 15 Jahre verpflichten sollte, 10000 P. S. zum Einheitspreise von 45 Mark per Jahr abzunehmen.» Der Realisierung des Kraftwerks Rheinfelden standen nun nur noch die «Einsprüche der Rheinfischer und Flösser» entgegen; sie konnten jedoch «gütlich erledigt werden».¹⁹⁸ 1898 nahm das Werk seinen Betrieb auf.

Der in Rheinfelden gefundene Weg zur Beschaffung des notwendigen Kapitals stellte eine zukunftsweisende Innovation der Finanzierungsformen von Elektrizitätswerken dar: die gemeinsame Beteiligung von Banken und Unternehmen der Elektroindustrie an branchenspezifischen Finanzierungsgesellschaften.¹⁹⁹ Nicht umsonst wurde die Entwicklung des Rheinfelder Unternehmens von zahlreichen Kommentaren und Berichten in der Tages- und Fachpresse begleitet,²⁰⁰ nicht umsonst war das Kraftwerk Rhein-

195 SBZ, 4. Juli 1896, 2. Hervorhebung D. G.

196 Die Kreditanstalt hatte am Kapital der den Kraftwerkbau vorbereitenden «Studiengesellschaft» einen Anteil von 20% übernommen. Am Kraftwerk Rheinfelden selbst beteiligte sie sich mit 7%. Siehe Jöhr 1956, 191–197. Nach einem Bericht der AEG hatten die kontaktierten Schweizer Banken nicht einmal dieses «platonische Interesse» an den Tag gelegt.» AEG 1896, zit. nach Strobel 1974, 310.

197 Es handelte sich um ein die AEG seit 1887 unterstützendes Finanzkonsortium unter der Führung der Deutschen Bank und der Berliner Handels-Gesellschaft. Siehe Strobel 1974, 305.

198 SBZ, 4. Juli 1896, 2. Es ist anzunehmen, dass die Fischer und Flösser mit einem kleinen Teil der nun reichlich vorhandenen Mittel zum Rückzug ihrer Einsprache bewegt werden konnten.

199 Vgl. Strobel 1974; Ritzmann 1973.

200 «Endlich scheint es mit der Ausführung dieser schon längst geplanten bedeutenden Unternehmung vorwärts gehen zu wollen. Laut der Frankfurter Zeitung findet am 31. d. M. in Rheinfelden die Konstituierung der neuen Gesellschaft statt, bei welcher neben einer Reihe von Bankhäusern die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin beteiligt ist.» SBZ, 27. Oktober 1894, 120. Siehe auch SBZ, 4. Juli 1896, 1–3; SBZ, 25. Juli 1896, 28–31; SBZ, 1. August 1896, 38–41. «Die Entstehung, Baugeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der nach jeder Richtung hin hochinteressanten Rheinfelder Kraftanlage und ihre einzelnen

felden 1899 das erste Ziel einer Schweizerreise englischer Elektroingenieure²⁰¹ und gehörte zu jenen 14 ausgewählten Kraftwerken, welche an der Weltausstellung von 1900 in Paris dem Publikum in einem «sehr gut wirkenden und würdigen dekorativen Rahmen» als «typische Schweizer Kraftwerke» vorgeführt wurden.²⁰² Rheinfelden war nicht nur das weitaus grösste der in der zweiten Hälfte der 1890er Jahre gebauten Kraftwerke, es war auch ein Symbol für die Überwindung der oben geschilderten Finanzierungsschwierigkeiten der Schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.²⁰³

Jene Funktionen, welche die Rheinfelder Vorbereitungsgesellschaft für die Planung und Vorfinanzierung des Unternehmens übernommen hatte, sollten bereits 1895 und 1896 durch die von Elektronternehmungen und Banken gemeinsam gegründeten branchenspezifischen Finanzierungsgesellschaften institutionalisiert werden.²⁰⁴ Die als Gesellschaften bzw. Banken für elektrische Unternehmungen sowie als Trusts bezeichneten Finanzierungsgesellschaften²⁰⁵ erfüllten einerseits für die Geschäftsbanken die Funktion einer Risikostreuung, während sie andererseits der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie eine schnellere Refinanzierung ihrer im «Unternehmergeschäft» gebundenen Kapitalien ermöglichten. Durch die von den Finanzierungsgesellschaften übernommenen Vorfinanzierungen von Kraftwerkbauprojekten konnte mit der öffentlichen Emission von Obligationen so lange zugewartet werden, bis ein Elektrizitätswerk eine akzeptable Rendite vorzuweisen hatte. Gleichzeitig sicherten sich die an einer Finanzierungsgesellschaft beteiligten Firmen der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie vorteilhafte Bestellungen für ihre Maschinen.²⁰⁶

Bauausführungen sind *bekanntlich* in einer von der «Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin» im Jahre 1896 herausgegebenen Broschüre und im Jahrgang 1896 der Elektrotechnischen Zeitschrift Seite 402 durch einen Aufsatz des Generaldirektors Rathenau in *vortrefflicher und übersichtlicher Weise geschildert.* SBZ, 7. Oktober 1899, 127–131. Hervorhebungen D. G. Vgl. AEG 1896 und Rathenau 1896 sowie Strobel 1974, 310.

201 The Electrical Engineers' Swiss Tour, in: The Electrical Review, 22. September 1899, 467. Siehe auch NZZ 247 A2, 6. September 1899.

202 Wyssling 1901, 30.

203 Vgl. auch Ott 1987.

204 Als eine vergleichbare Vorbereitungsgesellschaft ist die 1887 mit bloss 200000 Fr. gegründete Schweizerische Metallurgische Gesellschaft zu erwähnen, welche unter der Führung der Maschinenfabrik Oerlikon und der Escher Wyss & Cie. ein französisches Patent zur Aluminiumherstellung von Paul Héroult erwarb und erprobte. Die Metallurgische Gesellschaft wurde im November 1888 von der Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft in Neuhausen, an deren Aktienkapital von 10 Mio. Fr. sich vor allem die AEG beteiligte, abgelöst. Bemerkenswert ist insbesondere die vergleichbare Zusammensetzung der in Neuhausen und Rheinfelden beteiligten Firmen. Geschichte der Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft Neuhausen 1942, 63–76.

205 Hafner 1912, 10.

206 Strobel 1974, 305, 311 und 312. Zum Unternehmerngeschäft Grossmann 1918, 1–8. Siehe auch die 1894 zugesagte Beteiligung der BBC an der Finanzierung des Kraftwerks Ruppoldingen. Die BBC verpflichtete sich, die Hälfte des Aktienkapitals und die Beschaffung des ganzen Obligationenkapitals zu übernehmen. Der Anteil der BBC am Obligationen-

Dass sich in der Schweiz um 1895 die Bedingungen für den Kraftwerkbau deutlich verbesserten, wird oft auf die Gründungswelle schweizerischer Finanzierungsgesellschaften für «angewandte Elektrizität» zurückgeführt. Allein drei solche Gesellschaften wurden in 1895 und 1896 gegründet. Die Erklärung, in der Tätigkeit der Finanzierungsgesellschaften liege der Hauptgrund für die in der zweiten Hälfte der 1890er Jahren verbesserte Realisierungschancen schweizerischer Kraftwerkprojekte, wird relativiert durch die tatsächlichen Beteiligungen dieser branchenspezifischen Finanzierungsinstrumente: Im wesentlichen hat nur gerade eine von insgesamt fünf bis um 1902 gegründeten Finanzierungsgesellschaften einen substantiellen Beitrag zum Kraftwerkbau in der Schweiz geleistet. Es handelte sich um die von der BBC, der Allgemeinen Deutschen Kreditanstalt in Leipzig, der Bank Leu & Cie. sowie einigen kleineren Schweizer Banken 1895 gegründete *Motor AG für elektrische Unternehmungen* in Baden.²⁰⁷ Gemäss ihren Statuten konnte sie «Finanzgeschäfte aller Art» tätigen, «soweit sie die Konzessionierung, den Bau, den Betrieb, die Umwandlung, wie auch den Erwerb oder die Veräusserung von Unternehmungen oder Verfahren im Gebiete der angewandten Elektrotechnik oder Elektrochemie betreffen».²⁰⁸ In enger Zusammenarbeit mit der BBC hat sie sich vorwiegend dem Kraftwerkbau in der Schweiz gewidmet. Die Elektrizitätswerke Grindelwald (Betriebsaufnahme 1897), Elektrizitätswerk Schwyz (1897), Kander (1899), Hagneck (1900), Beznau (1902), Löntsch (1908) und an der Biaschina (1911) sind die wichtigsten jener Anlagen, welche die Motor AG ganz oder teilweise geplant, gebaut und finanziert hat.²⁰⁹

Im Unterschied zur Motor AG war jedoch die grösste aller schweizerischen Finanzierungsgesellschaften – die 1895 mit einem Aktienkapital von 30 Mio. Fr. ausgestattete *Bank für elektrische Unternehmungen* – vornehmlich mit der Förderung von ausländischen Projekten beschäftigt;²¹⁰ auch wenn dies den ursprünglichen Erwartungen der beteiligten Schweizer Banken widersprach. Bereits zwei Jahre nach der Gründung der Elektrobank übernahm jedoch die AEG beinahe das gesamte Aktienkapital dieser Finanzierungs-

nenkapital wurde von der Bank in Baden fest übernommen. Er gelangte im November 1894 zur öffentlichen Zeichnung. Dietschi 1945, 6–8 und Aare-Tessin 1946, 8. Die Erfahrungen der BBC mit dem Kraftwerk Ruppoldingen, das statt der geplanten 2,5 Mio. Fr. auf 3,8 Mio. Fr. zu stehen kam, sollen Walter Boveri dazu veranlasst haben, zum Unternehmersgeschäft alternative Finanzierungsformen zu suchen. Dies führte mit zur Gründung der Motor AG. Paquier 1993, 256, gestützt auf ein Typoskript von Fritz Funk.

207 Vgl. Hafner 1912, 73–90; Ziegler 1937, 14; Segreto 1994; Paquier 1993, 256.

208 Hafner 1912, 74.

209 Hafner 1912 Tab. 11. Ziegler 1937; 50 Jahre Motor-Columbus 1945; Schnitter 1990.

210 1914 entfielen nur 8,6% der Gesamtaktiven der Elektrobank auf die Schweiz, dagegen 53% auf Deutschland und 18,1% auf Italien. Vgl. 50 Jahre Bank für elektrische Unternehmungen 1945, 33; Grossmann 1918, 139–143 und Tab. «Effekten-Beteiligungen der Bank für Elektrische Unternehmungen, Zürich, 1895/96–1916/17». Siehe ferner auch Segreto 1994 und Steigmeier 1995a, 6–30.

gesellschaft und benützte sie danach vorwiegend für ihre deutschen und italienischen Unternehmungen.²¹¹ Noch bescheidener – wenn nicht gar marginal – war der Effekt der *Schweizerischen Gesellschaft für Elektrische Industrie (Indelec)* auf den schweizerischen Kraftwerkbau. Sie war 1896 unter der Führung von Siemens & Halske in Zusammenarbeit mit deutschen und schweizerischen Banken gegründet worden und finanzierte in der Schweiz einzig das zwischen 1894 und 1896 gebaute Kraftwerk Wynau.²¹² Ohne jede Bedeutung für das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum der Schweiz blieben schliesslich auch die 1898 in Genf gegründete *Société Franco-Suisse pour l'Industrie Electrique*²¹³ und die *Société Italo-Suisse*, 1902 ebenfalls in Genf gegründet.²¹⁴ Den Ausschlag für die Ansiedlung dieser Finanzierungsgesellschaften in der Schweiz dürften lediglich einige im Vergleich zu deutschen und französischen Bestimmungen vorteilhafte Regelungen des schweizerischen Aktien- und Obligationenrechts gegeben haben.²¹⁵

Die Tatsache, dass die Finanzierungsgesellschaften den überwiegenden Anteil ihrer Aktivitäten im Ausland entfaltet haben, relativiert deshalb zunächst die ihnen zugeschriebene Wirkung auf den bislang «spröden» Kapitalmarkt. Die Bedeutung dieser institutionellen Neuschöpfungen für das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum der Schweiz ist jedoch nicht

211 Die Schweizerische Kreditanstalt hatte anlässlich der Gründung der Bank ausdrücklich die Bedingung gestellt, dass der Trust seine Mittel auch den mit der SKA in Geschäftsverbindung stehenden Unternehmungen BBC, MFO und Escher Wyss & Cie. zur Verfügung stellen sollte. Strobel 1974, 321 und 323. Nach Hafner 1912, 33 waren folgende Banken am Aktienpaket beteiligt: auf deutscher Seite die Deutsche Bank, die Berliner Handelsgesellschaft, die Nationalbank für Deutschland, die Bankhäuser Delbrück & Cie. und Jakob Landau in Berlin sowie die Gebrüder Sulzbach in Frankfurt a. M., auf schweizerischer Seite die Schweizerische Kreditanstalt, die Eidgenössische Bank, die Bank in Zürich, der Zürcher Bankverein sowie die Union Financière in Genf.

212 An der Indelec beteiligten sich die Basler Handelsbank, die Bankhäuser Dreyfus Söhne & Cie., und Riggenbach in Basel, d'Epine Fatio & Cie. in Genf, die Bank Leu & Cie. in Zürich, die Bankhäuser Robert Warschauer & Cie. in Berlin und Rosenthal in Wien sowie die Rheinischen Kreditanstalt in Mannheim. Hafner 1912, 57–58. Elektrizitätswerke Wynau 1945, 16–29.

213 An der Société Franco-Suisse waren Schneider in Le Creusot, die Union Financière in Genf, die Banque de Paris et des Pays-Bas, die Schweizerische Kreditanstalt und der Schweizerische Bankverein beteiligt. Hafner 1912, 90.

214 Diese Gesellschaft stellte eine Tochtergesellschaft der Société Franco-Suisse dar, an der sich auch die Union Financière und die Société Napolitaine d'Eclairage et de Chauffage par le Gaz beteiligten. Hafner 1912, 104. Die 1905 von der Handelsgesellschaft Elektrizitätswerke Jenny und Schindler in Rieden bei Bregenz zusammen mit der Schweizerischen Kreditanstalt gegründete *Watt Gesellschaft für Elektrische Unternehmungen* in Glarus beteiligte sich während drei Jahren (1908–1911) an einem Kraftwerk in der Schweiz (Kraftwerk Kubel in Herisau). Hafner 1912, 111.

215 Siehe Hafner 1912, 30–32. 1897 hob diesen Aspekt auch Emil Rathenau in seinem Bericht an die Generalversammlung der AEG hervor. Die Elektrobank sei «auf einem politisch neutralen Gebiet, unter dem Schutze einer für Trustgesellschaften günstigen Gesetzgebung» gegründet worden. Zit. nach Grossmann 1918, 2, ebenfalls zitiert in Hafner 1912, 31–31. Siehe auch die auf Hafner 1912 gestützte Zusammenfassung der aktienrechtlichen Vorteile der Schweiz in Paquier 1993, 241–266.

ausschliesslich in ihrer direkten Investitionstätigkeit zu suchen, sondern ebenso sehr in ihrem vertrauensbildenden Rückkoppelungseffekt auf die schweizerischen Finanzinstitute. Indem Banken in den Verwaltungsräten der in der Schweiz angesiedelten, aber international operierenden Finanzierungsgesellschaften äusserst gut vertreten waren,²¹⁶ erzielten sie einen branchenspezifischen Lerneffekt von nicht zu unterschätzendem Ausmass. Die Finanzierung von relativ grossen Überlandwerken wurde auf diese Weise für Banken salonfähig. «Wir haben uns auch im Verein mit mehreren befreundeten Bankinstituten an einigen Syndicaten zur Gründung von Unternehmungen auf dem Gebiet der Electricität etc. beteiligt und hoffen, dass dieses Vorgehen sowohl direct wie indirect von günstigen Einfluss auf unsere Geschäftsthätigkeit sein werde», vermerkte der Geschäftsbericht 1895 der Bank Leu. Ein Jahr später waren diese Hoffnungen sogar noch grösser: «Unsere schon im letzten Jahresbericht erwähnte Beteiligung an elektrischen und andern Unternehmungen hatte den gehofften Erfolg. Nicht nur war sie direkt gewinnbringend, sondern sie setzt uns auch in den Stand, unsern Kunden Obligationen von Unternehmungen anzubieten, über welche uns dauernd eine gewisse Kontrolle zusteht.»²¹⁷ Und der Geschäftsbericht von 1899 schliesslich las sich beinahe wie ein Werbeprospekt für elektrische Energieverwendung: «Unter den oben aufgeführten Syndicats-Beteiligungen [von rund 437000 Fr.] betrifft der grösste Posten Fr. 365000.– Aktien des Elektrizitätswerkes Hagneck (Aktienkapital 2 1/2 Millionen.), welches dazu bestimmt ist, die industriereichen Ortschaften jenes Landestheils mit elektrischer Kraft und Licht zu versehen und eine eigene Calcium-Carbid-Fabrik zu betreiben. Letztere wird Ende März betriebsbereit sein, und es darf die Eröffnung des ganzen Betriebes des Elektrizitätswerkes mit Lieferung von 4000 Pferdekraften im Laufe des Monats April in Aussicht gestellt werden. [...] Die beiden Trust-Gesellschaften für elektrische Industrie, von welchen wir Aktien besitzen und in deren Verwaltung wir vertreten sind, haben im Berichtsjahre befriedigende Resultate geliefert.»²¹⁸ Diesmal wurden die hohen Erwartungen getäuscht. Der schweizerische Kapitalmarkt hatte sich so stark «elektrisieren» lassen, dass bereits um 1900 erste Anzeichen einer Überhitzung zu spüren waren. Die im Jahresbericht der Bank Leu erwähnte Karbidfabrik war ebenso eine Fehlallokation von Ressourcen wie andere Investitionen, die wenigstens einen Teil der entstandenen Überkapazitäten verwerten sollten.²¹⁹ Mit Ausnahme

216 Vgl. Hafner 1912 passim.

217 Bank Leu 1895 und 1896.

218 Bank Leu 1899, 9–10.

219 So hiess es im Jahresbericht des Hagneckwerks zum Geschäftsjahr 1900, die Karbidpreise seien «gegen den Herbst des Jahres 1900» auf ein Niveau gesunken, «bei welchem selbst bei einem regulären Betrieb die Selbstkosten kaum gedeckt werden konnten». BKW Berichte des Verwaltungsrates (1900) 1901, 6. Ähnlich BBC Geschäftsberichte 1900/1901, 5.

der Elektrobank konnten die Finanzierungsgesellschaften keine Dividenden mehr ausschütten.²²⁰

Der Vorstand der Kaufmännischen Gesellschaft Zürich sah die «hinlänglich» bekannten «Ursachen dieser Stockung [...] nicht nur in der allgemeinen wirtschaftlichen Depression, sondern in der übermässigen Ausdehnung der Produktion, der Engagierung zu grosser Kapitalien, und der unüberlegten Kreditgebung seitens der elektrotechnischen Firmen».²²¹ Das Unternehmergeschäft war an seine eigenen Grenzen gestossen. Nicht einmal die wichtigste Vertreterin des Unternehmergeschäfts in der Schweiz, die BBC, konnte sich dieser Einsicht ganz verschliessen; ihre Analyse der erneuten Misere im Kraftwerkbau um die Jahrhundertwende ging sogar noch einen Schritt weiter und erkannte die Ursachen, «abgesehen von dem Mangel einer lebhafteren industriellen Entwicklung in der Schweiz», hauptsächlich darin, «dass an sich das Bedürfnis nach Elektrizitätswerken heute ziemlich befriedigt ist, abgesehen von der Erschwerung, die die Finanzierung neuer Anlagen erfahren hat».²²²

Zwar vermochte der Verlauf der Beratungen zum Starkstromgesetz einigen Optimismus zu verbreiten und konnte durchaus als jene «Aufmunterung» verstanden werden, deren «das schweizerische Kapital [...] bedarf, [um] der elektrischen Fabrikations-Industrie seine Aufmerksamkeit und sein Wohlwollen [wieder] zu schenken»²²³ – die Nachwirkungen des Investitionsbooms sollten jedoch so schnell nicht verschwinden. Selbst nachdem sich 1903 «eine Gesundung der Verhältnisse nach dem wirtschaftlichen Niedergange der vorausgehenden Jahre erkennen» liess und «eine lang andauernde Periode billigen Geldes» zur Vermutung veranlasste, die «Unternehmungslust» würde sich beleben und «Verwendung für das sich ansammelnde Kapital [...] suchen», musste die Motor AG «eine grosse Zurückhaltung des Kapitals» konstatieren. «Dies gilt in besonderem Masse gegenüber Unternehmungen der elektrotechnischen Industrie, bei welcher die ablehnende Haltung des Kapitals wohl hauptsächlich dem nachhaltigen Eindrucke der in den Jahren 1900 und 1901 auf diesem Gebiete erlittenen Verluste zuzuschreiben sein dürfte. An Stelle des in früheren Jahren fast unbegrenzten Optimismus trat eine Abneigung gegen derartige Werke, welche in vielen Fällen nicht in dem eingetretenen Umfange berechtigt war. Diese Zurückhaltung ist auch heute noch nicht geschwunden.»²²⁴

Schwinden würde diese Zurückhaltung erst nach einer tiefgreifenden Rekonfigurierung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft in den nachfolgenden Jahren. Wie das letzte Kapitel der vorliegenden Studie zeigen

220 Hafner 1912, 126.

221 BHIZH (1901) 1902, 155.

222 BBC Geschäftsberichte 1900/1901, 4.

223 Wyssling 1901, 45. Siehe auch oben, Verbandspolitik als «Ordnung der Dinge».

224 Motor AG Berichte des Verwaltungsrates 1903.

wird, lässt sich die Verlangsamung und anschliessende Erholung des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums zu Beginn des 20. Jahrhunderts keineswegs einzig auf das Problem der Verfügbarkeit von Investitionsgeldern reduzieren. Dennoch kann schon hier festgehalten werden: Was die von den Finanzierungsgesellschaften vermittelte Verflechtung zwischen der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie, der Elektrizitätswirtschaft und dem Bankensektor noch zu leisten vermocht hatte, konnte den Bedingungen einer verschärften Skalenökonomie des Kraftwerkbaus nicht mehr genügen. Die Deckung des insbesondere unmittelbar vor dem Ersten Weltkrieg nochmals gewaltig ansteigenden Kapitalbedarfs der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft setzte angesichts der zunehmenden nationalistischen Ideologisierung der Stromproduktion auch eine solidere politische Legitimation ihres Wachstums voraus.

6. Politisierung der Elektrifizierung

Eine Vielzahl soziotechnischer Anpassungsleistungen säumte den langen und beschwerlichen Weg der elektrischen Utopie in ihre institutionelle Verfestigung.¹ Geradlinig konnte dieser schmale und abschüssige Pfad schon immer nur jenen erscheinen, die den Blick nie von der blendenden Heiligenfigur wandten, die sie vor sich her trugen.² Dennoch hat ihre Prozession an mehreren Stationen angehalten, um sowohl über den bisherigen als auch über den zukünftigen «Fort-Schritt» der Elektrotechnik nachzudenken. Für den Verlauf der schweizerischen Elektrifizierung waren diese Reorientierungsphasen von grosser Bedeutung. Sie führten jedoch nicht nur zu einem Konsens über die Ausgestaltung der Elektrizitätswirtschaft, sondern haben diese zunehmend mit politischen und ideologischen Elementen aufgeladen. In diesem Sinne ist der Titel des letzten Kapitels zu verstehen: Keineswegs geht es darum, die der Elektrotechnik *innewohnenden* politischen Dimensionen aufzudecken, denn dies hiesse, den Teufel des autodynamischen Technikmodells mit dem Belzebub seiner soziologischen Reduktion auszutreiben. Vielmehr möchte ich zeigen, wie sowohl die Elektrotechnik als auch die Elektrizitätswirtschaft der Schweiz bis zum Ersten Weltkrieg von zunehmend kohärenteren politischen und ideologischen Bedeutungen *belegt* wurden und zu welchen Konsequenzen diese Koordination und Normierung von Technik für elektrifizierungsrelevante Entscheidungsprozesse führten.³ Dass sich hier Überschneidungen mit den zu institutionellen Neu-

1 Vgl. die unten, S. 256–257 zitierte Rede von Armin Kellersberger, welche von einer «unendlichen Menge von finanziellen und technischen Hindernissen und Schwierigkeiten» sprach, die in die elektrotechnische Zukunft führen sollte. AStBuBV, 13. Dezember 1894, 322. Siehe auch Kap. 5.

2 Zur Mythologisierung des elektrischen Lichtes in Gestalt der eine Glühlampe tragenden Siegesgöttin siehe Wüest 1892, 33–34; Glaser 1981, 61; Monnier-Raball, Kaenel, Fonio 1990, 86–87. Zur Anthropologie des «Fortschrittmenschen» siehe die Charakterisierung Arnold Böcklins im Nachruf der Schweizerischen Bauzeitung: «*Nicht beeinflusst von der Strömung des Tages*, ging er aufrecht seinen Weg durchs Leben, unbekümmert um äussern Erfolg und materiellen Gewinn, *immer sein hohes Ziel vor Augen* und sich auf dieses konzentrierend, im Herzen *erfüllt von Idealen*, denen er nie untreu ward. [...] Er wusste, dass seine Zeit kommen müsse und *verfolgte geduldig und unbeirrt sein Ideal*, pflegte seine hohe Kunst und bewahrte Ruhe und Gleichmut gegenüber den Schlägen des Schicksals und den äussern Anstürmen.» SBZ, 16. Februar 1901, 65–68. Hervorhebungen D. G.

3 Die Modellierung von technischen Artefakten und Systemen als Untersuchungsgegenstände, die eigene politische *Qualitäten* aufweisen, dürfte für die missglückte Selbstbefreiung der Techniksoziologie von technikimmanenten Erklärungsmustern verantwortlich sein. Siehe dazu Winner 1985 und Rammert 1988, 748. Vgl. auch Winner 1977. Zur m. E. plausibleren

schöpfungen führenden Entwicklungen ergeben, ist unvermeidlich. Verscho-
ben sind allerdings die Akzente, geht es hier doch vor allem um die Frage
nach den Legitimationsgewinnen, welche sowohl dem politischen als auch
dem technischen System aus ihrer wechselseitigen Kompatibilisierung er-
wachsen sind. Als Leitfaden im Labyrinth dieses äusserst komplexen Zusam-
menhangs werden die stereotype Rede von den «schweizerischen Wasser-
kräften» sowie der immer wichtiger werdende Topos vom «gemeinnützigen
Charakter elektrischer Stromversorgung» dienen.

«Staatssozialismus» oder «belebende Schaffenskraft der wagenden Spekulation»?

Einen ersten, gewaltigen Politisierungsschub erfuhr die Elektrifizierung der
Schweiz zu Beginn der 1890er Jahre, als der Öffentlichkeit jene Übertragungs-
experimente bekannt wurden, welche die Maschinenfabrik Oerlikon auf
ihrem Werkgelände mit hochgespanntem Wechselstrom angestellt hatte. Plötz-
lich war es denkbar geworden, Wasserkraft schon in absehbarer Zukunft auf
elektrischem Weg und über grössere Distanzen zu transportieren.⁴ In diesem
Kontext beschloss die Jahresversammlung der Frei-Land-Gesellschaft eine
Petition auszuarbeiten, welche die Monopolisierung aller Wasserkräfte durch
den Bund fordern sollte. Im Februar 1891 – mehrere Berichte über erfolg-
reiche Experimente in Oerlikon waren in der Zwischenzeit veröffentlicht
worden⁶ – erschien in der Tagespresse ein breitgestreuter Artikel von
J. Fr. Schär, der das Anliegen ausführlich begründete. Mit dem Wahlspruch
«Das Schweizerland dem Schweizervolk» hatte der Präsident des Zentral-
vorstands von Frei-Land seinen populistischen Appell unterschrieben und
damit eine grosse Resonanz erzeugt. Schon im April wurde dem Bund eine
entsprechende Petition eingereicht, deren Kernstück nichts geringeres als
einen neuen Verfassungsartikel forderte, der den Wortlaut haben sollte:
«Sämtliche noch unbenützten Wasserkräfte der Schweiz sind Eigentum des
Bundes. Die Gewinnung und Ausbeutung derselben, sowie deren Fortleitung
durch Elektrizität, Druckluft u. s. w. sind Bundessache. Über die Durch-

Modellierung von Technik als ein Wirkungszusammenhang, der von unterschiedlichen
politischen Bedeutungen belegt werden kann, siehe – für das Beispiel der Elektrifizierung
– Wengenroth 1984; Todd 1984; Armstrong 1985; Stahl 1986; Todd 1987; Zängl 1989;
Müller 1991; Nye 1991; Coopersmith 1992; Müller 1994.

⁴ Siehe dazu Kap. 3, Die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung. Vgl. auch SBZ, 2. Au-
gust 1890, 32.

⁵ Die Jahresversammlung fand am 26. November 1890 statt. Zur Frei-Land-Gesellschaft,
deren Ziel die Verstaatlichung der Produktivkräfte der Schweiz war, vgl. auch Furrer IV
1892, 173–74 und Furrer III 1891, 99–102. Vgl. ferner Schär 1905, 7–13.

⁶ NZZ 26, 26. Januar 1891; Electrotechnischer Anzeiger 5., 8. und 12. Februar 1891; Electro-
technische Zeitschrift, 6. Februar 1891.

führung dieses Monopols, sowie über die Verteilung des Reinertrages aus demselben wird ein Bundesgesetz das Nötige bestimmen.⁷

Von einer bundesstaatlichen Monopolisierung sämtlicher Wasserkräfte der Schweiz versprach sich die Frei-Land-Bewegung nicht nur einen «unübersehbaren Zuwachs unseres Nationalreichthums», sondern auch «eine gründliche Besserung der sozialen Missstände» sowie «ein allmähliges Verschwinden der wirtschaftlichen Krisen». Die Begründung dafür lautete: «Wenn es wahr wird, dass die nie versiegende gewaltige Kraft unserer Alpenströme durch Turbinen gefesselt, mittels Dynamo-Maschinen in Elektrizität umgewandelt und fortgeleitet und an einem entfernten Ort zum Betrieb von Fabriken, ja selbst von Lokomotiven verwendet werden kann, wenn es thatsächlich möglich ist, z. B. die Wasserkräfte der Reuss von Andermatt bis Flüelen in die industriereichen Städte der schweizerischen Hochebene, nach Zürich und Basel, zu leiten und daselbst technisch zu verwerthen, dann gehört ja unser Land plötzlich zu den reichsten der Erde.» Der Initiativtext blickte in die Zukunft und malte das Bild einer vollständig elektrifizierten Schweiz: «Wir sehen die Zeit kommen, da die elektrischen Kraftleitungen unseren Erdboden durchziehen werden, wie jetzt die Telegraphendrähte die Luft, die Gas- und Wasserleitungen den Untergrund der Städte, da jedem Handwerker, Gewerbetreibenden und Fabrikanten die Möglichkeit geboten ist, mittels Druck auf den elektrischen Knopf die ihm nothwendige und nützliche Krafterleistung zu erhalten, Lasten zu heben, Maschinen in Bewegung zu setzen, Vehikel mit elektromotorischer Triebkraft zu versehen.» Damit es aber soweit kommen könne, müsse man jetzt jenem «Laisser faire et laisser aller», das die Dampfmaschine und den Eisenbahnbau regiert habe, frühzeitig Einhalt gebieten. Es sei «für jeden wahren Patrioten die Frage wohlberechtigt, ob dieser neueste Fortschritt des menschlichen Erfindungsgeistes dazu dienen wird, das ganze Schweizervolk zu beglücken oder ob derselbe [...] bewirken wird, dass nur wenige auf Kosten des ganzen Volkes reich werden». Die erschreckende Zahl von Konzessionsgesuchen, hinter denen häufig ausländische Kapitalgesellschaften stünden, mache die Verstaatlichung zur dringenden Sache, denn die Kantone würden Konzessionen «gegen ein Linsengericht einer jährlichen Konzessionsgebühr» hergeben.⁸

Dies war ein rhetorisches Feuerwerk: Fast in einem Atemzug wurden die sozialen Kosten unregelmässigen Wirtschaftswachstums angesprochen, die zukünftigen mit den bestehenden technischen Netzwerken verbunden, die Ubiquität und sozioökonomische Anwendungsvielfalt elektrischer Energie evoziert, technischer Fortschritt als Naturbeherrschung angepriesen sowie gegen «ausländische» Kapitalgesellschaften ein Patriotismus zur Wahrung der nationalen Unabhängigkeit mobilisiert. Die von Schär an Bundesrat Schenk

7 Zit. nach Schär 1905, 13.

8 Zit. nach Furrer Bd. IV 1892, 406 ff.

gesandten «ergänzenden Erläuterungen» gingen in mancher Hinsicht noch weiter. Die Dampfmaschine habe «den Menschen selbst zur Maschine gemacht», schrieb Schär, und die Elektrizität werde nun «wesentlich dazu beitragen, ihn wieder zu befreien». Aus Wasserkraft gewonnene Elektrizität sei «die höchste Potenz aller in der Volkswirtschaft zur Verwendung kommenden Naturkräfte», denn aus ihr liessen sich nach Belieben «mechanische Betriebskraft, Wärme, Schall, Licht, chemische Reaktionen zur Trennung & zur Verbindung der Elemente» erzeugen. Es kann Bundesrat Schenk nicht schwergefallen sein, sich dieser Sicht der Dinge anzuschliessen. Weniger erfreut dürfte ihn allerdings der zweite Teil von Schärs ergänzenden Bemerkungen haben, auch wenn dieser offensichtlich bemüht war, dem Anliegen der Verstaatlichung der Produktivkräfte eine auch Schenk vertraute nationalistische Patina zu verleihen: «Lässt man den privaten Ausbeutern der Wasserkräfte nach dem manchesterlichen *Laisser faire et laisser aller* freien Lauf, so werden in absehbarer Zeit sämtliche Wasserkräfte, wie heute die Mutter Erde, der Grund & Boden, in Privatbesitz übergegangen sein und die damaligen Eigentümer werden von ihren Mitmenschen Tribut erheben von jeglicher Arbeit, wie heute der englische Lord von seinen Pächtern, der Kapitalist in der Schweiz & anderswo mittels den Hypotheken von armen Schuldbauern solchen Tribut erhebt & dem Arbeiter auf diese Weise den Grossteil des Arbeitsproduktes vorweg nimmt. Möge unser *Vaterland* von weiteren solchen Tributrechten resp. Pflichten, welche das ganze arbeitende Volk an die Inhaber von «verbrieften Rechten» kettet, verschont bleiben; möge vor allem unser neu entdeckter, *unberechenbarer Nationalreichtum*, die Wasserkräfte, *Gemeingut des Schweizerischen Volkes* bleiben & damit zur *Quelle unseres Wohlstandes* & unserer *ökonomischen Freiheit* werden.»⁹

Solche geballte Wortladungen zu beantworten war keine leichte Sache. Vor allem der von Frei-Land mehrfach formulierte Hinweis auf das Debakel des spekulativen Eisenbahnbaus in der Schweiz hatte grosses Gewicht. Wer zu Beginn des Jahres 1891 die Verstaatlichung der Eisenbahnen befürwortete, konnte sich dem Argument der Initianten nicht verschliessen, dass eine ähnliche Entwicklung des Kraftwerkbaus nur verhindert werden konnte, falls man auf Bundesebene und früh genug eine hinreichende Koordination des neuen Technisierungsschubes sicherstellte. Der Petition mit dogmatischen Argumenten des Liberalismus zu begegnen, hätte eines der grossen wirtschaftspolitischen Projekte des Bundes der 1890er Jahre torpediert, und die für die Verstaatlichung der Eisenbahnen notwendige Öffentlichkeitsarbeit der Bundesbehörden wäre damit widersprüchlich oder schlicht unglaubwürdig geworden.¹⁰

9 J. Fr. Schär an Bundesrat Schenk, 20. Mai 1891, Bundesarchiv BA E 56.3 Nr. 1. Hervorhebungen D. G.

10 Zum sogenannten Rückkauf der schweizerischen Privatbahnen durch den Bund siehe Strebel 1980.

Diesen Argumentationsnotstand bürgerlicher Politiker spiegelte denn auch die Stellungnahme des Justiz- und Polizeidepartements. Es fand die Sache zumindest einer gründlichen Prüfung wert und schrieb im Einklang mit dem Industriedepartement: «A première vue l'introduction d'un pareil monopole fédéral *paraît si contraire au courant actuel des idées* et d'ailleurs hérissée de tout de difficultés d'ordre juridique, technique ou financier, qu'on serait tenté de paper sans autre à l'ordre du jour. Mais après réflexion on doit reconnaître que l'idée émise par le Frei-Land découvre des horizons si grands, fait naître des perspectives si vastes, qu'on ne peut la mettre purement et simplement ad acta. Il nous paraît donc, avec le Département de l'Industrie, que le Conseil fédéral fera bien d'aborder l'examen du sujet et nous sommes d'accord avec lui pour débiter par une circulaire demandant aux gouvernements cantonaux quelques renseignements sur la matière.¹¹

Dieser Sicht standen zwar die Kassandrarufer des Finanzdepartements entgegen,¹² die man nicht einfach ignorieren konnte. Die Bundesfinanzen würden schon jetzt wegen der anstehenden Verstaatlichung der Eisenbahnen arg in Nöte geraten, zudem würde die Einführung des Monopols «ohne Zweifel eine ungezählte Menge von Expropriationen und Prozessen im Gefolge haben, deren Dauer und finanzielle Konsequenzen jeglicher Vorberechnung sich entziehen». Vor allem der erste Einwand des Finanzdepartements unterstützte die Petition jedoch auf indirekte Weise: Die Belastung des Budgets durch den «Rückkauf» der Eisenbahnen war ja gerade eine Folge zu geringer bundesstaatlicher Aufsicht. Hätte man in den 1850er Jahren nicht eine zu liberale Politik gegenüber dem Eisenbahnbau verfolgt und dem Bund mehr Kompetenzen in der Bahnbaupolitik zugestanden, wäre es möglicherweise nicht zu einem Zusammenbruch der privaten Eisenbahngesellschaften gekommen und ihre Übernahme durch den Bund wäre nicht notwendig geworden. «Wohin in solchen Dingen das *Laisser faire et laisser aller* führt, hat das Schweizervolk in den letzten vierzig Jahren genügend erfahren», hatte die Frei-Land-Gesellschaft dazu erklärt. «Es gibt heute wohl keinen einzigen Staatsmann und Patrioten, der nicht einsähe, dass es ein gewaltiger Fehler war, als man den Bau und Betrieb der Eisenbahnen der Privatspekulation überlassen hat. Die ungezählten Millionen, welche uns diese Erfahrung gekostet hat, sollten uns nun auch davor bewahren, bei der Nutzbarmachung der Wasserkräfte in den gleichen Fehler zu verfallen.¹³

11 Justiz- und Polizeidepartement an den Bundesrat, 3. Juli 1891, BA E 56.3 Nr. 1.

12 Schweizerisches Finanzdepartement an den Bundesrat, Mai 1891, Bundesarchiv BA E 56.3 Nr. 1.

13 «Es ist sicherlich die höchste Zeit, dass die kantonalen und eidgenössischen Vertreter und Führer des Volkes jetzt schon mit aller Energie zu verhüten suchen, dass der Reichtum, der in den Wasserkräften liegt, in die Hände gewinnsüchtiger Privatspekulation, an das tributheischende Grosskapital, an die Börse veräussert werde, und alles aufbieten, dass dieser Reichtum dem ganzen Volke für alle Zukunft erhalten bleibt.» Frei-Land, zit. nach Schär 1905, 9–10.

Historia magistra vitae – nicht nur als rhetorische Figur in der Eingabe von Frei-Land hatte sie wirtschaftspolitisch sensibilisiert: die Freisinnige Partei diskutierte, unabhängig von der Frei-Land Petition, bereits im Herbst 1890 ernsthaft über die Aufnahme eines Postulates ins Parteiprogramm, welches «eidgenössisches Hoheitsrecht über die Gewinnung und Benützung von Wasserkräften» verlangte. Dieser Vorschlag wurde zwar klar abgelehnt, er verdeutlicht aber, dass um 1890/91 die wirtschaftspolitische Frage der Wasserkräftekontrolle auch über die Parteigrenzen hinweg recht offen war!¹⁴

Nur so lässt sich auch die zurückhaltende bis erstaunlich widersprüchliche Haltung der Neuen Zürcher Zeitung zur Monopolisierung der Wasserkräfte erklären. Kommentare müssen fast mit der Lupe gesucht werden, so vorsichtig war die sonst stark an Meinungsbildungsprozessen beteiligte Zeitung in dieser Frage. Angesichts des allgemeinen Argumentationsnotstandes zog sie sich auf die Beobachterposition einer möglichst neutralen Berichterstattung zurück. Als dann im Herbst des Jahres 1891 die Berichte und Erfolgsmeldungen aus Frankfurt eintrafen und als sich auch die bevorstehende Abstimmungsniederlage der bundesrätlichen Verstaatlichungspläne für die Eisenbahnen abzuzeichnen begann, erschienen einige, allerdings noch immer widersprüchliche Kommentare. Einerseits befürwortete das Blatt durchaus eine aktive, kontrollierende Infrastrukturpolitik der öffentlichen Hand: «Man mag der Verstaatlichung der Eisenbahnen kühl oder selbst feindlich gegenüberstehen und kann doch unter Umständen zu dem Schlusse kommen, es sei am *rationellsten* und *den Gesamtinteressen am meisten gedient*, wenn die Strassenbahnen in städtischen Betrieben stehen.» Zürich werde «nicht umhin können», sich an den Wasserkräften zu beteiligen, die elektrisch nach Zürich übertragen werden sollen!¹⁵ Andererseits druckte die Zeitung auch einen ebenso ausführlichen wie wirren Artikel des Sekretärs der Stuttgarter Handelskammer ab, dessen klarste Aussage die einleitende Bemerkung der Zeitungsredaktion enthielt, der «Professor der Nationalökonomie an der dortigen technischen Hochschule, Dr. Huber, ein Volkswirth von Ruf» würde im folgenden sein «Votum gegen eine staatliche Monopolisierung der Wasserkraft» abgeben. Auch wer bis zum Schluss des Artikels durchhielt, dürfte vor allem diese Erklärung im Kopf behalten haben, es sei denn, er liess sich durch den Schluss nochmals verwirren: «Das gemeine Interesse erheischt eine rasche Ausnützung der neu entdeckten Kraftquelle, aber ebenso einen Schutz öffentlicher Verkehrs- und Beleuchtungswerke gegen unbillige Übervorteilung seitens der privaten Spekulation; letztere ist daher *rechtzeitig einzudämmen*, aber *ebenso auch zu ermuthigen*. Es widerspricht dem gemeinen Interesse, wollte man den Schutz soweit ausdehnen, dass *die wagende Spekulation in ihrer belebenden Schaffenskraft* zu sehr

14 Schär 1905, 6.

15 NZZ 253 I, 10. September 1891. Hervorhebung D. G.

gehemmt oder gar ganz unterdrückt würde.¹⁶ Das Stimmengewirr des Systemstreites¹⁷ schien die Meinungen über die politischen Konsequenzen der Frankfurter Übertragungstechnik zu verwirren, und in der zeitgenössischen Publizistik wie in der parlamentarischen Debatte über die Frei-Land-Petition im Winter 1894/95 häuften sich ambivalente Stellungnahmen dieser Art. Recht geschickt agierte der Bundesrat in der Behandlung der Initiative: Er schob eine Entscheidung hinaus und übertrug die politische Verantwortung in einem aufwendigen Vernehmlassungsverfahren den kantonalen Behörden sowie den zahlreichen Experten, die er mit der Ausarbeitung von Gutachten betraut hatte. Besonders auffallend ist die Tatsache, dass die von Robert Lauterburg 1891 publizierte Statistik einer nochmaligen Prüfung unterzogen wurde, wohl deshalb, weil sich Frei-Land explizit auf diese erstmalige Schätzung des Brutto- und Nettowasserkraftpotentials der Schweiz berief und behauptete, die Wasserkräfte der Schweiz würden «viele Millionen von Pferdekraften darstellen».¹⁸ Lauterburg hatte als Leiter des Hydrometrischen Zentralbureaus des Bundes in jahrelanger Kleinarbeit die effektiv nutzbaren Wasserkräfte der Schweiz zu schätzen versucht. Seine Statistik enthielt die sicher wertvollsten Informationen für die Diskussion der Frei-Land-Petition.¹⁹ Trotz Lauterburgs bekannter Akribie und trotz seines wissenschaftlichen Renommées gab der Bundesrat aber weitere Expertisen in Auftrag. Ausschlaggebend würde ja die Kostenfrage der neuen Energiequelle sein. Ingenieur Ludwig erarbeitete deshalb ein Gutachten über die Frage des Verhältnisses der Kosten der Dampfkraft und der Wasserkraft in der Schweiz; zum selben Thema äusserte sich 1893 auch der Glarner Unternehmer Fritz Jenny-Dürst in einer kleinen Schrift.²⁰ «Das Departement des Innern wandte sich sodann auch an Herrn Ingenieur Zschokke, um von ihm ein Gutachten zu erhalten über die Anlage einer schweizerischen Wasserkraftestatistik, und im

16 NZZ 314 B, 10. November 1891. Hervorhebung im Original.

17 Siehe Kap. 3, Der Systemstreit sowie Kap. 3, Ausstellungsfolgen und neue physikalische Ökonomie der Übertragung.

18 AStBuBV, 12. Dezember 1894, 309.

19 Lauterburg 1891. Nach Lauterburg betrug die gesamte Bruttowasserkraft der Schweiz 4,48 Mio. PS (circa 33000 MW). Produktiv nutzbar seien davon allerdings lediglich 620000 PS. Unter Annahme eines mittleren Wirkungsgrades von 70% erhalte man damit eine produktive Nettowasserkraft von 434000 PS, was ziemlich genau dem Ausbaustand der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1908 entsprach. Lauterburgs Schätzung war damit – im Rückblick – erstaunlich realistisch und konnte seine Gültigkeit über einen längeren Zeitraum bewahren. Vgl. Vischer 1988 und Tab. 9 im Anhang. Vgl. auch den erst Ende Juni veröffentlichten Bericht der Neuen Zürcher Zeitung über die Statistik Lauterburgs. NZZ 176 B, 25. Juni 1891 (Die nutzbaren Wasserkräfte der Schweiz). Zu Lauterburg siehe Kap. 4, Das Systemsyndrom.

20 AStBuBV, 12. Dezember 1894, 308; Jenny 1893; Schär 1905, 17. Siehe auch SBZ, 30. April 1892, 125; SBZ, 10. September 1892, 67–69. Zu spät für die Vernehmlassung, nicht aber für die Diskussion im Parlament, erschien der offizielle wissenschaftliche Bericht über den Nutzeffekt der Übertragungseinrichtung zwischen Lauffen und Frankfurt. Vgl. Offizieller Bericht 1893/1894.

fernern liess es sich von ihm Mitteilungen machen über die Wasserkraftstationen, sowohl über die konzedierte als über die wichtigsten noch ausnützbar. Das Gutachten Zschokkes über die Erstellung einer schweizerischen Wasserkraftstatistik wurde sodann Herrn Ingenieur Epper, Chef der hydrometrischen Abteilung des Oberbauinspektorates, zur Anbringung seiner etwas abweichenden Bemerkungen unterbreitet [...]. Endlich wurde dieses gesamte Material mit den Arbeiten von Ingenieur Lauterburg dem Herrn Ingenieur Jegher in Zürich übergeben, *damit er es sichte und im Zusammenhange begutachte.*²¹

Es brauchte schon einen Wortgewaltigen wie den Redaktor der Schweizerischen Bauzeitung, um gegen die Feder von J. Fr. Schär anschreiben zu können. Auf mehr als 100 engbedruckten Seiten sezierte Jegher die Eingabe von Frei-Land, oft Satz für Satz;²² synthetisierte die verschiedenen (Gegen-) Gutachten, erarbeitete Argumentationslinien und konstruierte Zusammenhänge. Auf den flammenden, populistischen Appell von Frei-Land antwortete hier ein mit Fakten ebenso reichbefrachteter wie mit Argumenten gut ausgerüsteter Expertenbericht, der sich einem technisch-analytischen Diskurs verpflichtet wusste.²³ Knappe vier Seiten von Jeghers Bericht genügten, um die «vielen Millionen von Pferdekräften» in der Eingabe von Frei-Land auf die von Lauterburg ausgewiesenen 4,48 Mio. PS Bruttowasserkraft zurückzustufen und die 620000 PS Nettowasserkraft Lauterburgs auf «rund 100000 Pferdekräfte an noch nicht ausgenützten Wassergefällen» der Schweiz zu reduzieren.²⁴ Fast ebenso schnell entledigte sich Jegher der Frage nach den relativen Kosten elektrischer Kraftübertragung. Jenny hatte dazu einen soliden Bericht geschrieben, aus dem klar hervorging, dass selbst unter Bedingungen teurer Kohleimporte Dampfmaschinen sehr wirtschaftlich arbeiteten.²⁵ Wesentlich länger hielt sich der Redaktor der Schweizerischen Bauzeitung jedoch bei den verschiedenen kantonalen Regelungen der Konzessionierung von Wasserkraften auf. Über 50 Seiten seines Berichtes waren allein dieser Zusammenstellung gewidmet, und man hätte daraus auch den Schluss ziehen können, dass in diesem Bereich ein schreckliches Durcheinander herrschte.²⁶ Aber wer von den National- und Ständeräten würde sich schon die Mühe nehmen, die Verhältnisse *in allen* Kantonen zu studieren?

21 AStBuBV 1894, 308. Hervorhebung D. G.

22 «Der erste Satz der Petition fordert [...]; «Die Petition führt weiter aus [...]; «Der zweite Satz der Petition stellt das Verlangen auf [...]; «Aus dem Schlusssatz des zweiten Teiles des Petitionsbegehrens [...] geht hervor [...]». Jegher 1894, 69, 71, 73, 75.

23 Vgl. dagegen den Kommentar des Berichterstatters der ständerätlichen Kommission: «Wie die Fassung des Begehrens selbst, so ist auch die Begründung der Eingabe zum grösseren Teil mit überfliegendem Idealismus und ohne hinlängliches Eindringen in die Sache verfasst.» AStBuBV, 12. Dezember 1894, 309.

24 Jegher 1894, 58–61. Siehe auch oben, Anm. 19.

25 Jenny 1893; Jegher 1894, 61–67.

26 Jegher 1894, 5–58.

Jegher hatte mit der ermüdenden Beschreibung juristischer Verhältnisse in den Kantonen gerade verhindert, dass deren Heterogenität auffallen konnte: Je länger dieser Abschnitt wurde, desto mehr Gewicht erhielt Jeghers zusammenfassender Kommentar, «dass im allgemeinen die Wahrnehmung des öffentlichen Interesses durch die Kantone auf diesem Gebiete der Wichtigkeit der Sache» entspreche, dass «die Möglichkeit späterer Verfügung über die Wasserkräfte für den Staat auch durch die kantonale Gesetzgebung gesichert werden kann» und dass «im allgemeinen die kantonalen und örtlichen Behörden besser als die Bundesverwaltung in der Lage sind, über die ökonomisch und wirtschaftlich den öffentlichen und industriellen Interessen am besten dienende Ausnutzung der Wasserkräfte zu wachen».²⁷

Der Bericht Jeghers kann hier nicht in allen Facetten kritisch beleuchtet werden. Es muss genügen, ihn als eine ebenso solide wie manipulatorische Entscheidungsgrundlage der Bundesversammlung zu bezeichnen.²⁸ Mit grossem Aufwand und Können hat Jegher, wie er an Bundesrat Schenk schrieb, «bei der Durchführung der mir übertragenen Arbeit [...] die Erwägungen zu Grunde gelegt, welche bei den mit Ihnen gepflogenen eingehenden Besprechungen erörtert worden sind».²⁹

Dank Jeghers diskursiven Parforceleistung war es nun auch technikbegeisterten Parlamentariern möglich, sich für die Elektrotechnik und gegen eine Monopolisierung der Wasserkräfte auszusprechen und damit das den meisten doch recht ungemütliche «Fahrwasser des Staatssozialismus» zu verlassen.³⁰ Ständerat Kellersberger etwa nahm die schwierige Aufgabe auf sich, in derselben parlamentarischen Rede einerseits Versuche zur Verstaatlichung der Produktivkräfte zu bremsen und andererseits eine für die ungehemmte Entwicklung der Elektrotechnik günstige Stimmung zu schaffen!³¹

27 Jegher 1894, 81. Vgl. auch den direkt aus Jegher 1894 abgeleiteten Kommentar der Neuen Zürcher Zeitung, dass «der relativ nicht sehr grosse Umfang des gesamten in Frage kommenden Objektes und die oft schwierige und richtige Verwendung der einzelnen Gefälle ebenfalls der Mitwirkung der speziell zur Förderung und zum Schutze der Gewerbe und der Industrie in den Kantonen berufenen kantonalen Behörden erheischt». NZZ 154 A1, 5. Juni 1894.

28 Der Bericht Jeghers wurde der Bundesversammlung mit der Botschaft des Bundesrates vom 4. Mai 1894 ausgeteilt. Der Redaktor der Schweizerischen Bauzeitung sass damit, im Auftrag des Bundesrats, mitten im Stellwerk der Gesetzgebungsmaschine und wusste diesen Vorteil auch zu nutzen. Vgl. auch NZZ 154 A1, 5. Juni 1894 und Schär 1905, 18–19.

29 Jegher 1894, Vorwort.

30 «Wir bewegen uns allerdings im Fahrwasser des Staatssozialismus. Aber darum haben wir nur um so sorgfältiger zu prüfen, ob im einzelnen Falle die wirtschaftliche Prosperität damit gefördert werde», kommentierte Nationalrat Meister die Debatte in der Grossen Kammer. NZZ 86 A2, 27. März 1895.

31 Armin Kellersberger (1838–1905), Ständerat (1881–1905), wirkte unter anderem 1880–94 als Stadtammann von Baden. Politisch war er dem liberalen, später dem freisinnig-demokratischen Flügel zuzurechnen. Als juristischer Berater der in Baden ansässigen Brown Boveri & Cie., als Verwaltungsrat des Elektrizitätswerks Baden (1903–04), der Motor AG (1896–1902) sowie als Verwaltungsratspräsident der Hagneck-Werke seit 1898

Zwar habe die Ausstellung in Frankfurt das Zukunftsbild einer Schweiz entstehen lassen, in der von drei bis vier grossen Kraftwerken «das ganze Land und noch das Ausland mit billigen und genügenden motorischen Kräften» versorgt werden könnte.³² Trotz der ungemainen Faszination der Frankfurter Übertragungstechnik müsse man als Realpolitiker aber Bedenken gegenüber einer allzu optimistischen Beurteilung der Lage anmelden – Bedenken, die sich im Grunde jedoch nur gegen die von Frei-Land vertretene Interpretation des Frankfurter Ergebnisses wendeten. So verkündete auch Kellersberger mit der Zuversicht eines fortschrittsgläubigen Bürgers und Politikers seinen Ratskollegen: «[Die] Zeit, wo unsere Wasserkräfte in den Dienst der Allgemeinheit und des Gemeinwesens gestellt werden, wird einmal kommen und sie wird zu der Zeit kommen, wo die elektrischen Kräfte die gesamte Technik und den mechanischen Weltbetrieb beherrschen werden.» Das Ziel des «mechanischen Weltbetriebes» auf elektrischer Basis sei erkannt, aber es gelte, den Fortschritt in die richtigen politischen Bahnen zu lenken, da «dieses schöne Bild nur wie eine Fata morgana aus weiter Ferne in unsere Gegenwart hineinschaut und [...] was wir heute schon erreichen zu können glauben und was die Frei-Land-Gesellschaft durch die Monopolisierung der Wasserkräfte schon heute in Erfüllung zu bringen vermeint, für uns nur ein Zukunftsbild ist und zwar einer Zukunft, vor der noch eine unendliche Menge von finanziellen und technischen Hindernissen und Schwierigkeiten liegen, die vorerst zu überwinden sind.»³³

Und dann kam endlich die wirtschaftspolitische Begründung für die Ablehnung der Petition zur Sprache: «Würde der Bund nun einige grosse Centralstationen errichten und die Kraft von derselben aus abgeben, so würde damit *eine grosse Zahl kleiner Werke*, wie sie jetzt zum Segen des Landes über dasselbe zerstreut liegen, geschädigt. *Unser Interesse liegt darin*, dass unsere findige, energische und umsichtige Industrie überall im Lande die Wasserkräfte in Produktion umsetzt und so überall die Wasserkräfte ausnützt und zahlreiche Fabrikanlagen schafft, welche die Wasserkräfte in Werte umwandeln. Damit sind einer Landesgegend unendlich mehr Wohlthaten und Vorzüge geboten, als wenn der Bund von ein paar grossen Centralanlagen aus die Gegend mit Stromleitungen durchzieht und die kleinen Wasserwerke konkurrenzieren hilft.»³⁴ Das war nicht nur eine diskursive Kompatibilisierung von Elektrotechnik, Föderalismus und Gemeindeautonomie, das war auch «his masters voice»: Schon 1888 hatte Walter Boveri «die Ausnützung der grossen, vorhandenen Wasserkräfte *richtig [zu] cultivieren*» als sein Haupt-

stand er im Schnittpunkt von elektrotechnischer Privatwirtschaft, halböffentlichen Elektrizitätswerken sowie bürgerlicher Vertretung auf nationaler und kommunaler Ebene. Im Militär bekleidete er den Rang eines Majors der Infanterie. Gruner und Frei 1966, 660.

32 AStBuBV, 13. Dezember 1894, 322.

33 AStBuBV, 13. Dezember 1894, 322.

34 AStBuBV, 13. Dezember 1894, 323. Hervorhebungen D. G.

anliegen und «die ungeheuren, unbenützten Wasserkräfte der Schweiz an allen Zweigen der Industrie nutzbar zu machen» als oberstes Ziel einer mit Charles Brown noch zu gründenden Firma bezeichnet.³⁵

Was jetzt noch fehlte, war eine Antwort auf eine mögliche Wiederholung des Debakels im Eisenbahnbau. Sie bildete, nicht zufällig, den Schlusspunkt von Kellersbergers Rede: «Wenn wir den Bundesrat einladen, dafür zu sorgen, dass die Kantone auf diesem Gebiete einheitlich legislieren, so werden sich alle Interessenten in dieser Frage beruhigen und sagen: *Es geht hier nicht wie bei den Eisenbahnen*; hier hat der Bund rechtzeitig dafür gesorgt, dass in Zukunft diese wichtigen und bedeutungsvollen Kräfte, wenn es die *öffentlichen Interessen* verlangen, dem Bunde, den Kantonen und den Gemeinden zu Gebote stehen, dass sie freie Hand haben *im Interesse des Landes* und der *öffentlichen Wohlfahrt*, die Wasserkräfte an sich zu ziehen und über dieselben zu verfügen.»³⁶

Wie auf Jeghers Bericht hin zu erwarten war, lehnte der Ständerat die Petition von Frei-Land ab und der Nationalrat schloss sich im Frühjahr 1895 diesem Entscheid an. So blieb denn vom Monopolisierungsanliegen scheinbar nichts Greifbares mehr übrig. Nur die Forderung nach Ausarbeitung einer schweizerischen Wasserkräftestatistik wurde umgehend an die Hand genommen – der Bund lieferte damit den Elektrizitätsgesellschaften und Kraftwerkbauern kostenlose Information darüber, wo und in welchem Umfang ausnützbare Wasserkräfte vorhanden waren.³⁷

Das Scheitern der Frei-Land-Petition ist jedoch zu relativieren; die langfristige Wirkung der durch die Eingabe eröffneten, fast vier Jahre anhaltenden politischen Debatte darf nicht unterschätzt werden. Nachdem sich der Bund bis dahin nur defensiv mit der neuen Starkstromtechnik auseinandergesetzt hatte, um sich vor allem gegen Störungen in seinem Telefon- und Telegrafennetz zu wehren (Gesetz über die Erstellung von Telegrafennetzen und Telefonlinien vom 26. Juni 1889), musste er nun zum erstenmal grundsätzliche Entscheide über die politische und rechtliche Verwaltung der schweizerischen Wasserkräfte bzw. der Starkstromtechnik fällen und zukunftsweisende Bestimmungen ausarbeiten.³⁸ Die Diskussion der Petition bot der

35 Walter Boveri an seinen Vater Ms. Boveri, 12. März 1888, 86–87 und Walter Boveri an Johannes Scharrer in Nürnberg, Ms. Boveri, 26. Februar 1888, 72–73. Hervorhebung D. G.

36 AStBuBV, 13. Dezember 1894, 325. Hervorhebungen D. G.

37 NZZ 85 A2, 26. März 1895; NZZ 86 A2, 27. März 1895. «Wir wissen zur Zeit noch nicht, wo sich diese unbenützten Wasserkräfte befinden und wie viele solcher überhaupt noch vorhanden sind.» AStBuBV, 12. Dezember 1894, 309.

38 «Der Bundesrat wurde durch diese Eingabe zum erstenmale der ganzen Frage der Ausnützung der Wasserkräfte gegenübergestellt. Bis jetzt hatte er bei der Erteilung von Konzessionen für Wasserkräfte nur mitzusprechen mit Rücksicht auf das Gesetz über die Wasserbaupolizei im Hochgebirge, welches in Bezug auf die Erstellung von Wasserwerkenanlagen an Gewässern, die mit Bundessubventionen korrigiert worden sind, die Mitwirkung des Bundesrates vorbehalten hat, und sodann auf Grundlage des Bundesbeschlusses vom

schweizerischen Öffentlichkeit vor allem Gelegenheit für grundsätzliche Überlegungen zum Problem der Elektrifizierung des Landes. Denn auch der Verzicht auf ein bundesstaatliches Monopol hatte die Elektrizitätswirtschaft politisch definiert. Vor allem aber wurde die Elektrizitätswirtschaft – und dies war für die weitere Entwicklung von ausschlaggebender Bedeutung – zu einem politikfähigen Thema.

Die aufmerksame Lektüre der zitierten Voten zeigt deutlich, dass hier eine diskursive Konstellation geschaffen wurde, auf die auch spätere Debatten zurückkommen würden. Die Diskussion der Frei-Land-Petition schuf einen diskursiven Horizont, der sich als zukunftsweisend herausstellen würde. Die zunehmend standardisierte Rede von den «Wasserkräften als Gemeingut des schweizerischen Volkes», die als «*Quelle unseres Wohlstandes*» zu «*ökonomischer Freiheit*» führe, die stereotype Verbindung der Elektrifizierung der Schweiz mit dem «*Interesse des Landes*» und der «*öffentlichen Wohlfahrt*» waren trotz der Ablehnung der Petition nicht mehr aus der Welt zu schaffen. Sie strukturierten bis weit ins 20. Jahrhundert hinein die politischen Konnotationen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft und schufen ein diskursives Feld, auf das immer wieder rekurriert wurde, um die wirtschafts- und sozialpolitische Rolle der Elektrizitätswirtschaft zu definieren.

Stromversorgung und städtische Infrastrukturpolitik

Die Politisierung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft hat in den 1890er Jahren nicht nur im Zeichen der gescheiterten Frei-Land-Petition gestanden. Vielmehr wurde die Elektrotechnik in den meisten grösseren Städten von einer komplementären Politisierungswelle erfasst, die sich in langfristiger Perspektive sogar als die bedeutendere erweisen sollte. Diese auf den städtischen Raum ausgerichtete Politisierung der Elektrotechnik wurde von zwei ganz unterschiedlichen Momenten bestimmt. Erstens wirkten sich die negativen Erfahrungen mit den privaten Gasversorgungsgesellschaften zugunsten einer Kommunalisierung der Elektrizitätsversorgung aus, und zweitens liess sich die Elektrotechnik der 1890er Jahre besonders gut in die sozialpolitische bzw. infrastrukturpolitische Agenda vieler Städte einbinden. Die daraus resultierenden Synergieeffekte erhöhten die Legitimationschancen einer städtisch kontrollierten Stromversorgung beträchtlich.³⁹

Zur Ausgangslage: Die überwiegende Mehrheit der Schweizer Städte hatte

26. Juni 1889 bei Errichtung von elektrischen Starkstromleitungen, jedoch nur zu dem Zwecke, um Störungen des Telegraphen- und Telephonnetzes zu verhüten.» AstBuBV 1894, 308.

39 Zur historischen Dimension der Kommunalisierungsfrage bzw. zur Diskussion um Regulierung und Deregulierung siehe Wsocki 1995. Zur Frage der öffentlichen Stromversorgung Gugerli 1995a.

den Aufbau ihrer Gasversorgungen um die Mitte des 19. Jahrhunderts an private Gasgesellschaften konzessioniert.⁴⁰ Die Erfahrungen, welche Konsumenten, Behörden und Verwaltungen mit dieser Organisationsform machen mussten, sprachen nun deutlich gegen eine privatwirtschaftliche Lösung städtischer Stromversorgung. Die zur Wahrung der öffentlichen Interessen mit den Gasgesellschaften ausgehandelten Konzessionsbestimmungen bezüglich der Versorgungssicherheit, Tarifpolitik, Maximalrendite und Abschreibungspraxis hatten ihren Zweck kaum erfüllt. Als besonders problematisch erwies sich etwa die auch in Zürich gewählte Festlegung einer Maximalrendite. Wurde sie überschritten, musste der Gaspreis gesenkt werden. Die Klausel hatte beabsichtigt, allfällige Rationalisierungsgewinne zwischen Aktionären und Konsumenten aufzuteilen. Tatsächlich behinderte sie jedoch den Ausbau der städtischen Gasversorgung. 1878 schrieb dazu die Zürcher Gasgesellschaft in ihrem Geschäftsbericht: «Leider werden wir in die Notwendigkeit versetzt, den Gaspreis wieder um 2 Cts (auf 31 Cts) per m³ zu ermässigen, was eine Mindereinnahme von ca. Fr. 35000 zur Folge hat. Bei den jetzigen niederen Kohlenpreisen wird die Rendite immer noch eine ordentliche sein; sollten jedoch die Kohlen im Preise steigen, dann wird unser Gewinn ein sehr bescheidener werden, da wir vertragsgemäss mit dem Gaspreise nicht in die Höhe gehen können, sondern bei weiterer Vermehrung des Konsums den Preis immer ermässigen müssen. Unter diesen Umständen liegt eine weitere Ausdehnung des Geschäftes gar nicht in unserem Interesse.»⁴¹

Darüber hinaus zeichnete sich das Konzessionssystem durch einen nachgerade innovationsfeindlichen Charakter aus. Technische Neuerungen bargen die Gefahr in sich, dass sie wesentliche betriebswirtschaftliche Parameter verändern und damit wichtige Bestimmungen des Konzessionsvertrags unterlaufen konnten. So sabotierten die Zürcher Stadtbehörden die Gaslieferung auch für den Motorenbetrieb, weil sie befürchteten, dies hätte eine zu starke Wertsteigerung der Gasgesellschaft zur Folge. Der aus fiskalischen Gründen interessante Rückkauf der Gasgesellschaft nach Ablauf ihrer Konzession wäre dadurch gefährdet gewesen.⁴²

Da viele Gasversorgungskonzessionen in den 1850er Jahren für 30 oder 40 Jahre erteilt worden waren, stellte sich den Städten zwischen 1885 und 1890 die Frage nach der Konzessionsverlängerung oder des Rückkaufs der Gasgesellschaft. Für die Elektrifizierung der Städte hatte dies insofern seine

40 Zollikofer 1928, 4–8. Vgl. auch 100 Jahre Gas in Basel 1952; Hundert Jahre Schweizerischer Verein von Gas- und Wasserfachmännern 1973; Schilling 1992; Von der Gaslaterne zum Erdgas 1993.

41 Bericht der Gasgesellschaft Zürich 1877/78, 8, zit. nach Gitermann 1927, 119.

42 Die Versorgung mit Motorengas wussten die Behörden dadurch zu verhindern, dass sie auf einer Bewilligungspflicht für den Bau jeder einzelnen Motorengasröhre bestanden. Vgl. Gitermann 1927, 123–124.

Auswirkungen, als städtische Behörden in diesen Jahren Versuchsbetriebe zur elektrischen Beleuchtung bewilligten, denn dies würde ihnen ein Druckmittel in die Hand geben bei den Verhandlungen um den Rückkauf der Gasgesellschaften. Andererseits führte der bevorstehende Rückfall der Gas Konzessionen aber auch dazu, dass sich die Stadtbehörden bei der Vergabe von langfristigen Konzessionen für den elektrischen Betrieb äusserst zurückhielten. In Zürich kommentierte der Stadtrat diese Politik wie folgt: «Binnen Kurzem geht der bestehende Vertrag mit der Gasactiengesellschaft zu Ende, und während die Stadt bald in dieser Branche der Beleuchtung ihr freies Verfügungsrecht zurückerhält, kann sie sich nicht kurz vorher in der Branche der elektrischen Beleuchtung binden, sondern muss dannzumal freie Hand haben, das städtische Beleuchtungswesen nach beiden Richtungen hin in seiner Gesamtheit nach Gutfinden zu gestalten.»⁴³

Aber selbst wenn eine Stadt bereits in den Besitz der Gasgesellschaft gekommen war und deshalb deren Betrieb vor der Konkurrenz elektrischer Beleuchtung schützen wollte, konnte dies zur Kommunalisierung der Stromversorgung führen, denn die einfachste und sicherste Art, Konkurrenz für die *städtische* Gasversorgung zu vermeiden, war die Gründung eines *städtischen* Elektrizitätswerks. Es brauchten also nicht unbedingt positive finanzielle Erwartungen über die elektrische Beleuchtung zur Gründung kommunaler Elektrizitätswerke zu führen; der Schutz einer stadteigenen Gasversorgung konnte ein hinlängliches Motiv darstellen. Eben diesen Standpunkt vertrat der Zürcher Stadtgenieur in einem 1887 publizierten Bericht: «Nachdem das Wasserwerk schon längst städtische Unternehmung ist, das Gaswerk eben von der Stadt angekauft wurde, somit Wassermotoren und Gasmotoren sich keine Konkurrenz mehr machen, sondern sich im Gegenteil zum Vorteil der Gewerbetreibenden wie des Gemeinwesens ergänzen, wird man nicht dem Gaslicht durch Vernachlässigung des elektrischen Lichtes und Überlieferung desselben in fremde Hände eine Konkurrenz neu schaffen wollen. Es muss also die elektrische Lichtabgabe eine öffentliche Unternehmung sein.»⁴⁴ Der Anfang der 1890er Jahre in den Städten einsetzende Bau von kommunalen Elektrizitätswerken erfolgte somit auf dem Erfahrungshintergrund städtischer Verwaltungen und Behörden mit einem früheren Technisierungsschub urbaner Infrastruktur. «Der Antrag, dass die Stadtgemeinde das Unternehmen auf ihre Rechnung erstelle und betreibe, wird *namentlich unterstützt durch den Hinweis auf die Erfahrungen, welche man mit dem Gaswerk gemacht hat*, welches nun ebenfalls von der Stadt übernommen wird, nachdem es durch dreissig Jahre einer Privatgesellschaft goldene Eier gelegt hat», berichtete die Neue Zürcher Zeitung aus Luzern.⁴⁵

43 Stadtarchiv Zürich V Bc 5 Nr. 13, Protokoll des Stadtrathes von Zürich vom 29. Dezember 1882.

44 Bürkli-Ziegler 1887, 14, zit. nach Gitermann 1927, 279–280.

45 NZZ 99 M, 10. April 1894. Hervorhebung D. G.

So unattraktiv sich einerseits das Konzessionssystem für die Elektrifizierung der Städte präsentierte, so vielversprechend waren andererseits die Möglichkeiten, Elektrotechnik in die grossstädtische Infrastrukturpolitik einzubinden. Dies kann an der elektrischen Strassenbahn in Zürich und an der Nutzung elektrischer Kleinmotoren dargestellt werden.⁴⁶

Die neuen soziotechnischen Konnotationen und kollektiv verfügbaren Assoziationsfelder, welche elektrische Strassenbahnen zu Bestandteilen öffentlicher Infrastruktur machten, entwickelten sich nicht kontinuierlich. Vielmehr muss eine Rekonstruktion dieses «discursive bargaining» auch mögliche Querverbindungen unter den verschiedenen Teilkonnotationen berücksichtigen, aus denen sich die neue infrastruktur- und sozialpolitische Bedeutung des technischen Systems schliesslich zusammensetzte. Wird im folgenden die diskursive Festlegung der infrastrukturpolitischen Rolle von (elektrischen) Strassenbahnen dennoch in einzelne Schritte unterteilt, dient dies der übersichtlichen Gestaltung der Bedeutungsvielfalt von «städtischen Strassenbahnen».

Ein erster Schritt zu diesem Bedeutungskomplex stellte die immer häufigere Verbindung von Urbanisierungsdruck, effizienten Transportmitteln und Verbesserung der Wohnverhältnisse dar.⁴⁷ Dieser Schritt war weniger banal, als er rückblickend erscheinen mag, schloss er doch eine ganze Reihe von alternativen politischen Antworten auf den Urbanisierungsdruck des ausgehenden 19. Jahrhunderts aus. Wenn Emil Huber-Stockar erklärte, Strassenbahnen seien «ausgezeichnetste Mittel, die Wohnungsverhältnisse einer Stadt zu verbessern», weil sie ihren Bewohnern ermöglichten, «in äussern gesunden Stadtteilen zu wohnen» und weil sie durch die Erweiterung der Städte «dem Lande um sie herum zur Blüte» verhelfen, dann hatte er sich bereits für eine der möglichen Strategien entschieden, um das Problem des städtischen Bevölkerungswachstums zu lösen. Indem er einerseits den Bau von Strassenbahnen in die begriffliche Nähe von Hygienebewegung und «Wohnungsfürsorge» stellte, und andererseits seinen Zuhörern und Lesern⁴⁸

46 Zum folgenden siehe Stadtarchiv Zürich 1990; Trüb, Balen, Kamm 1982; Elektrische Strassenbahnen Zürich 1893–1897, in: Stadtarchiv Zürich VII 28. Zum Strassenbahnbau in Basel SBZ, 30. Oktober 1897, 132–134; SBZ, 6. Oktober 1897, 141–142; SBZ, 13. November 1897, 148–153; SBZ, 20. November 1897, 156–159. Zum Strassenbahnbau in Bern siehe den Baubericht in Wyssling 1900. Zur elektrischen Strassenbahn in Schaffhausen vgl. SBZ, 27. Dezember 1902, 281 ff.

47 SBZ, 6. Juli 1895, 6–8 (Die elektrischen Strassenbahnen und ihre Bedeutung für den Verkehr der Städte).

48 Emil Huber-Stockar hatte sich in zahlreichen, manchmal identischen Vorträgen für den Ausbau des (elektrischen) Strassenbahnwesens eingesetzt. Vgl. auch Wyssling 1946, 230 und 538. Hubers Vortrag vor dem Freisinnigen Verein Neumünster wurde in NZZ 31 B, 31. Januar 1893 und NZZ 33 B, 2. Februar 1893 abgedruckt, während seine Ausführungen vom 28. Dezember 1892 vor dem Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein in SBZ, 18. März 1893, 66–68 publiziert wurden. Huber sollte auch für die *Elektrifizierung der Vollbahnen* eine wegweisende publizistische Tätigkeit entfalten. Siehe etwa SBZ, 8. März

eine Assoziation zwischen Strassenbahn und Villenvororten, wirtschaftlicher Prosperität und positiv konnotiertem städtischem Wachstum nahelegte, wurde der Bau von Strassenbahnen tatsächlich zu einer Angelegenheit von öffentlichem Interesse.⁴⁹ Anders ausgedrückt: Sobald der Bau von Strassenbahnen als Antwort auf Probleme städtischen Wachstums verstanden werden konnte, wurde er als sozialpolitisches Instrument auch für die politische Elite einer Stadt interessant.⁵⁰

Ein zweiter Schritt in der Modellierung städtischer Strassenbahnen als Teil der öffentlichen Infrastruktur war die Forderung nach einer einheitlichen Netz- und Fahrordnung. Der rationelle Betrieb eines Strassenbahnnetzes sei nur dann vorstellbar, wenn er in möglichst wenig Händen liege. «Das ist nöthig zur *Durchbildung eines ineinander greifenden Tax- wie Fahrordnungssystemes*, und es wäre unbedingt zum Schaden des die Strassenbahn benützenden Publikums, wollte man die einzelnen Linien verschiedenen Interessenten übergeben», war eine Meinung, die man schon 1891 der Zeitung entnehmen konnte.⁵¹ Auch in der Zürcher Kommunalisierungsdebatte von 1894 war diese Meinung präsent: «Die einheitliche Gestaltung des Strassenbahnwesens ist absolut notwendig, was bei Fortdauer des jetzigen Betriebes nicht möglich ist.»⁵² Einheitliche Gestaltung, Durchbildung eines ineinander greifenden Ordnungssystems – diese Topoi waren in Zürich ohne weiteres mit der zur Eingemeindung von 1893 führenden Grossstadtpolitik kompatibel. «Gross-Zürich und die Strassenbahnen» war der Titel jenes zweiteiligen Artikels von 1891, aus dem die obigen Zitate entnommen sind.⁵³ Der Bau von Strassenbahnen wurde hier recht eigentlich zur *Conditio sine qua non* einer grossstädtischen Wohlfahrtspolitik erhoben, deren Ziel die Homogenisierung des städtischen Lebensraums sein sollte. «Diese durch geeignet angelegte Strassenbahnen erreichbaren Wohlthaten sind so gross und so greifbar, dass keine fortschrittlich gesinnte und geleitete Stadt Zeit verlieren sollte, indem sie auf ein System der Zukunft wartet.» Erst durch ein vereinheitlichtes Strassenbahnnetz würden die Städte «der *Wohlthaten* ganz theilhaftig werden, welche ihnen die Lage ihrer Stadt bietet, erst dann werden

1902, 107; SBZ, 15. März 1902, 113; SBZ, SBZ, 22. März 1902, 129; Huber Stockar 1905; Huber-Stockar 1911. Zur Person Emil Huber-Stockars siehe Staffelbach 1943 und Wartenweiler 1956.

49 «Da die Hebung und Ausdehnung des modernen Städteverkehrs durch die Anlage von Strassenbahnen ein allerwärts anerkanntes Bedürfnis ist, das sich mehr und mehr geltend macht [...], hiess es in der Schweizerischen Bauzeitung dazu. SBZ, 18. März 1893, 66–68.

50 NZZ 33 B, 2. Februar 1893. Zur sozialpolitischen Rolle der Wohnungsfürsorge im 19. Jahrhundert siehe Fritzsche 1990; Koller 1995.

51 NZZ 253 I, 10. September 1891. Siehe auch NZZ 252 I, Mittwoch 9. September 1891.

52 NZZ 251 A1, 10. September 1894.

53 Vgl. oben, Anm. 51. Siehe auch die Artikelserie der Schweizerischen Bauzeitung zur grossstädtischen Entwicklung Basels: «Die bauliche Entwicklung Basels von 1881–1897» in: SBZ, 2. Oktober 1897, 101–103; SBZ, 9. Oktober 1897, 107–111; SBZ, 16. Oktober 1897, 115–118; SBZ, 23. Oktober 1897, 124–126.

auch die ehemaligen Ausgemeinden ganz mit ihrem Centrum, der alten Stadt *zusammenwachsen, wenn ein Netz von Verkehrsadern das Ganze durchwebt*. Wir hoffen, dass diese Entwicklung *zur Ehre und zum Wohl der Stadt* vor sich gehe. Möge der modernen Technik vergönnt sein, an diesem Werk mitzuwirken.»⁵⁴

Nachdem einmal die Verbesserung der Wohnverhältnisse an den Bau eines einheitlichen Strassenbahnnetzes gebunden war, weil dies mit zur politischen Vereinheitlichung des städtischen Lebensraums führen würde, stellte sich die Frage, warum dafür nicht auch privatwirtschaftliche Lösungen in Betracht gezogen werden könnten.⁵⁵ Da es jedoch oft «aussichtslos» war, «das Kapital für die verkehrsrärmern und weitaus betriebsschwierigeren Linien zu finden», liess sich die gewünschte Einheitlichkeit des Netzes und der Fahrordnungen privatwirtschaftlich nicht realisieren, vor allem auch weil man damit rechnen musste, dass das Baukapital «für eine Anzahl Jahre keine Zinsen abwerfen» und «bei verschiedenen Linien in der ersten Zeit noch mit direkten Betriebsdefiziten zu rechnen» sein würde.⁵⁶

Einen letzten Schritt zur Einbindung der Strassenbahnen in die städtische Infrastrukturpolitik stellte die zunehmende Gleichsetzung von Strassenbahnen mit jenen elektrisch betriebenen «Tramways» dar, die sich «in unserer Schwester-Republik Nord-Amerika»,⁵⁷ in Städten wie Boston, New York, Philadelphia, Minneapolis und St. Paul durchgesetzt hatten.⁵⁸ «Immerhin ist aber das sicher, dass in absehbarer Zeit der Pferdebetrieb für Strassenbahnen durch den Betrieb mittels des elektrischen Stromes verdrängt und dass es dadurch den städtischen Behörden wesentlich erleichtert wird, den Betrieb der Strassenbahnen selbst an die Hand zu nehmen.»⁵⁹

In den stadträtlichen Begründungen für die Kommunalisierung der Strassenbahnen in Zürich finden sich wieder alle bisher zitierten Argumente für eine Modellierung der Strassenbahnen als städtischer Aufgabenbereich. Zwischen elektrischen Strassenbahnen und ihrem kommunalen Bau und Betrieb hatte sich von 1891 bis 1894 ein fester Bedeutungs- und Assoziationscluster⁶⁰ gebildet: «Die Stadt muss danach streben, *dass die städtische Bevölkerung nebeneinander und nicht übereinander wohnt*. Dabei muss man aber einen grossen Nachteil, die grossen Distanzen in Kauf nehmen.

54 NZZ 33 B, 2. Februar 1893. Hervorhebungen D. G. Siehe auch SBZ, 18. März 1893, 66–68.

55 «[...] legt die Entwicklung des Strassenbahnwesens die Frage nahe, ob dasselbe weiterhin privaten Unternehmungen zu überlassen oder der Gemeindeverwaltung vorzubehalten sei.» NZZ 242 B, 30. August 1891.

56 NZZ 253 I, 10. September 1891.

57 NZZ 252 I, 9. September 1891.

58 NZZ 31 B, 31. Januar 1893.

59 NZZ 253 I, 10. September 1891.

60 In Joan Fujimuras Begrifflichkeit entspräche dies dem aus der «articulation work» resultierenden «packaging» von sozialen Welten, technischen Praktiken, Märkten und politischen Programmen, vgl. Fujimura 1992.

Transportmittel werden *allgemeines Bedürfnis*, erklärte Stadtrat Usteri seinen Ratskollegen. Die Zukunft des Betriebs liege «in *dereinheitlichen Kraftgewinnung* und wenn die Stadt die Kraft liefern soll, liegt es nahe, dass auch der Betrieb an sie übergehe».⁶¹ Die Strassenbahnen würden *eine Aufgabe des öffentlichen Lebens* vollziehen, «die *für die städtische Entwicklung* und für grosse Kreise der Stadtbevölkerung von wesentlicher Bedeutung» sei, hatte es in der stadträtlichen Weisung an den Grossen Stadtrat vom 23. August 1894 geheissen. «Hat die Stadt sie in der Hand, so kann sie durch ein neues Mittel bestimmend auf die städtische Entwicklung einwirken.» Darüber hinaus sei es «als sicher anzunehmen, dass die *mechanische Bewegung* der Strassenbahnwagen in Zukunft die Regel bilden» werde. «Die benötigte Kraft kann durch eine grössere Kraftanlage am billigsten beschafft werden, für deren Ausführung in Anbetracht der ihr zu gebenden Ausdehnung und ihres *öffentlichen Zweckes* nur die Stadt selbst in Frage kommen kann.»⁶² – All diese soziotechnischen Assoziationen führten in der zweiten Hälfte der 1890er Jahre tatsächlich zur Kommunalisierung der Strassenbahnen, nicht nur in Zürich.⁶³ In La Chaux-de-Fonds, Freiburg und St. Gallen nahmen 1897 städtische Strassenbahnen den Betrieb auf, in Neuenburg 1899 und in Bern 1900.⁶⁴

Der zweite Assoziationskomplex, der Elektrotechnik in die Agenda städtischer Infrastrukturpolitik einband, kristallisierte sich am kleinen Elektromotor und war nicht weniger als die Kommunalisierung der Strassenbahn von sozialpolitischen Themen besetzt. Was bei der Strassenbahn die zunehmend stereotype Rede vom «öffentlichen Zweck» und von der «allgemeinen Wohlfahrt» darstellte, bildete beim Elektromotor der Topos von der «Hebung des Kleingewerbes». Ganz unterschiedlich motivierte diskursive Überformungsprozesse rückten kleinere Elektromotoren mit einer Leistung von höchstens 3–4 kW in ein letztlich auch die Kommunalisierung der Elektrizitätswirtschaft legitimierendes Assoziationsfeld.⁶⁵

Hier ist zunächst auf die von Handwerkern und Kleingewerbetreibenden mindestens seit den 1880er Jahren formulierte Erwartung zu verweisen, dass

61 NZZ 251 A1, 10. September 1894. Bericht über die Sitzung des Grossen Stadtrates vom 8. September 1894. Als weiteres Argument wurde der Entschluss Basels «zum Selbstbau und Selbstbetrieb» angeführt. Hervorhebungen D. G.

62 NZZ 243, 2. September 1894. Hervorhebungen D. G.

63 1896 erfolgte die Übernahme der Hottinger Strassenbahn durch die Stadt Zürich und die Gründung der Städtischen Strassenbahn Zürich als eines kommunalen Betriebs. Stadtarchiv Zürich 1990, 35.

64 Wyssling 1946, 232. Vgl. auch Wyssling 1900 und Maschinenfabrik Oerlikon 1901.

65 «Eine Abgabe von elektrischem Strom zu motorischen Zwecken kann sich daher bei einer städtischen Lichtzentrale nur auf ganz kleine Motoren bis circa 5 Pferdekkräfte erstrecken, da für solche Betriebe der Elektromotor trotz der höhern Betriebskosten andere wesentliche Vorteile besitzt, wie geringer Raumbedarf, niedrige Anschaffungs- und Installationskosten, die Möglichkeit der Aufstellung in beliebigen Räumlichkeiten in Folge Geruchslosigkeit und geringer Wärmeentwicklung, etc.» Wagner 1896, 38.

kleine, flexibel anwendbare und billige Antriebskräfte die Wettbewerbsvorteile mechanisierter industrieller Produktionsweisen mildern könnten. 1885 etwa hielt die Illustrierte Schweizerische Handwerker Zeitung in einem programmatischen Artikel fest, es würde in Zukunft vor allem darum gehen, «kleine, mit geringen Kosten betreibbare Kraftmaschinen zu beschaffen und für ihre allgemeinere Benutzung zu sorgen». Hier lägen «die Keime zu einer völligen Umgestaltung eines Theiles der Industrie». Mit Hilfe der kleinen Kraftmaschinen lasse sich «allmählig eine grosse Anzahl kleiner industrieller Organismen schaffen, die zwischen den grossen Organisationen verstreut, der übermässigen Zentralisation der Grossindustrie ein gesundes Gegengewicht bieten würden».⁶⁶

Die von sozialutopischen Elementen keineswegs freie Hoffnung auf eine *technische Lösung* struktureller Engpässe der handwerklichen Produktionsweise existierte also bereits vor der Entwicklung betriebstauglicher Elektromotoren. Es ist daher kein Zufall, dass die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung von 1891 den Elektromotor gerade als das vom Handwerk erhoffte Missing link präsentierte: «Zum ersten Male werden hier elektrische Kraftvertheilung und Kraftübertragung im grossen Massstabe für die verschiedenartigsten Gewerbe in wirklichen Betrieben zur Darstellung kommen, und hoffentlich den Anstoss dazu geben, dass der Elektromotor – als der einfachste Betriebsmotor für das Kleingewerbe – allgemeinen Eingang in den Werkstätten unserer Gewerbetreibenden findet.»⁶⁷ Da es, wie die Schweizerische Bauzeitung schrieb, «theoretisch und practisch [...] als erwiesen zu betrachten» sei, «dass sich die Electricität als secundärer Betriebs-Motor nur bei kleinen Krafterfordernissen als rentebringend» sein werde, schien der Elektromotor auch in einer elektrowirtschaftlichen Sicht für kleingewerbliche Verwendungsformen prädestiniert.⁶⁸ Noch deutlicher wurde der kleine Elektromotor von Albert Denzler auf die im Kleingewerbe herrschende Erwartungshaltung zugeschnitten. In einem längeren Grundsatzartikel «über elektrische Kraftvertheilung und Krafttransmission» schrieb Denzler, dass «die Schwierigkeit der Beschaffung kleiner, billiger Betriebskräfte» die Hauptursache sei, «welche die Concurrentz des Kleingewerbes mit dem fabrikmässigen Grossbetriebe» erschwere. «Erst wenn dem Handwerker gute, einfach zu bedienende und überall leicht aufstellbare Motoren zur Verfügung stehen, wird es ihm möglich werden, der jetzt so häufig vorkommenden Zeit- und Kraftvergeudung vorzubeugen und durch Anwendung rationeller Werkzeugmaschinen für denjenigen Theil der Arbeit mehr Zeit und frische Kraft zu reserviren, wo auch die Grossindustrie nicht mehr mit maschinellen Einrichtungen, sondern bloss noch mit der manuellen Geschicklichkeit der

⁶⁶ Illustrierte Schweizerische Handwerker Zeitung (1) 1885, 14. Vgl. auch Morger 1902 sowie Gutersonn und Weibel 1954.

⁶⁷ Elektrizität 1891, 9. Siehe auch Historisches Museum Frankfurt 1991, 149–156.

⁶⁸ SBZ, 3. Oktober 1891, 90.

einzelnen Arbeiter concurriren kann und in dieser Beziehung in viel ungünstigeren Bedingungen sich befindet als ein tüchtiger, selbst mitarbeitender Kleinmeister.» Die Frage der «Kraftbeschaffung für die Bedürfnisse der Kleinindustrie» werde überall «eifrig studirt». Abgesehen von wenigen, «durch locale Ausnahmeverhältnisse bedingte Fälle, wo sich Einzelanlagen empfehlen», komme jedoch «nur die Vertheilung der Energie von einer Centralstelle aus» in Betracht, vor allem wenn es sich «um Kräfte von weniger als 5 HP., eventuell nur um Bruchtheile einer Pferdekraft» handle. «Während Gas- und Wasserwerksanlagen schon seit langer Zeit über eine bis in alle Details ausgebildete Technik verfügen, gewinnt das electriche Vertheilungssystem erst Beachtung, seitdem *in zahlreichen Städten Centralen für electriche Beleuchtung* eingerichtet werden und mehrjährige Versuche bewiesen haben, dass auch selbständige Centralstationen ausschliesslich für Kraftvertheilung eingerichtet, practisch lebensfähig, d. h. rentabel sein können. Trotzdem damit zugegeben wird, dass dieses jüngste System noch in der Entwicklung begriffen ist, soll in Nachstehendem dennoch gezeigt werden, dass seine zahlreichen werthvollen Eigenschaften ihm jetzt schon beinahe gleiche Bedeutung mit den zwei übrigen und *für die Zukunft voraussichtlich die unbedingte Priorität* sichern.»⁶⁹

Was Albert Denzler zu den Vorteilen zentraler Produktion und dezentralen Konsums von gewerblich nutzbarer Betriebskraft zählte, machte den Elektromotor bereits in einer sehr frühen Entwicklungsphase zum Rettungsanker für das von der Grossindustrie bedrohte Kleingewerbe: «1. Die Energie lässt sich im Grossen unter allen Umständen einfacher und billiger in die Form bringen, in welcher sie verwendet wird als in kleinen Einzelanlagen. 2. Die Installationskosten sind pro Einheit der Production für eine grosse Anlage geringer als die Summe vieler kleiner von der nämlichen Gesamtcapazität. 3. Die im Verkaufspreis der Energie enthaltene Quote für Zins und Amortisation wird demnach niedriger sein als das Betreffniss einer Einzelanlage. 4. Der Handwerker braucht weniger Betriebscapital zu immobilisiren, wenn er nur einen Motor, nicht aber eine ganze Kraftstation zu kaufen hat. 5. Der Raumbedarf und damit die Platzmiete fällt kleiner aus. 6. Ein Motor allein lässt sich immer leichter dislociren, während z. B. eine ganze Dampfanlage schon wegen feuer- und baupolizeilichen Vorschriften der Localverhältnisse wegen an bestimmte Orte gebunden ist.»⁷⁰

Es sollte nicht lange dauern, bis auch handwerkliche Kreise diese Ansicht vertraten und den Elektromotor als die zukunftsweisende technische Einrichtung zu ihrer der Rettung erachteten. Die Überlegenheit der Grossindustrie gegenüber dem Kleingewerbe beruhe hauptsächlich auf der Anwendung von Maschinen bzw. in der Ersparnis von Arbeitslöhnen, erklärte die

69 SBZ, 4. Januar 1890, 4–6. Hervorhebungen D. G. Vgl. auch Jegher 1896.

70 SBZ, 4. Januar 1890, 4.

Ausstellungszeitung der kantonalen Gewerbeausstellung in Zürich. «Je höher diese letztern steigen und je schwieriger sich die Arbeiterverhältnisse gestalten, desto mehr hat das Handwerk von der Konkurrenz zu leiden. Es ist daher dringend notwendig, dass auch dem Handwerker die Verwendung der billigen Elementarkräfte ermöglicht werden. Die Lösung dieser Aufgabe ist nun teilweise gelungen, indem die Erstellung von Kleinmotoren, die auch dem Kleingewerbe dienen, mit Hülfe der Fortschritte in der Technik im verflossenen Dezenium eine vorher nie geahnte Entwicklung erreicht hat.⁷¹

Die «Hebung des Kleingewerbes», welcher sich der Anfang 1893 gegründete Genossenschaftsverband schweizerischer Kleingewerbetreibender verschrieben hatte,⁷² wurde nun zur stehenden Redewendung im Elektrizitätswirtschaftlichen Diskurs. Es gab kaum ein Kraftwerkbauprojekt, dem dieses Argument nicht zur Rechtfertigung gedient hätte. Entweder war die Rede vom «Bedürfniss nach mechanischer Kraft, welches namentlich vom Kleingewerbe gefühlt wird», und dem man «durch Schaffung einer elektrischen Kraftstation gerecht zu werden» beabsichtige, oder es hiess wenigstens, wie beim Bericht über die Gründung des Elektrizitätswerks Baden, die Stadt erhalte «hiedurch nicht nur die Annehmlichkeit des elektrischen Lichtes, sondern auch eine in Bezug auf Erstellung und Betrieb gleich billige und rationelle Betriebskraft für Gross- und Kleinindustrie».⁷³

Für den Bau städtischer Kraftwerke hatte dies eine wichtige sozialpolitische Bedeutung. Immerhin betrug der Anteil von Kleingewerbetreibenden an der erwerbstätigen Bevölkerung noch um die Jahrhundertwende beachtliche 40%.⁷⁴ Städtische Werke unterliessen es deshalb nie, auf ihre das Kleingewerbe fördernde Tätigkeit hinzuweisen. Stolz verkündete das 1892 in Betrieb genommene Elektrizitätswerk der Stadt Chur: «Die Benützung des elektrischen Stromes zum Betriebe von *Motoren für die Kleinindustrie* hat in Chur bereits Eingang gefunden. Schon sind *einige kleinere Wechselstrommotoren* von 1–9 PS und ein solcher von 100 PS zur Aufstellung gekommen. [...] Das Elektrizitätswerk der Stadt Chur wurde im Nov. 1892 eröffnet. Motoren kamen im Laufe des Dezember in Betrieb und zwar zuerst ein solcher von 2 PS in der Druckerei der neuen Bündnerzeitung. Dieser Motor, den die Maschinenfabrik Oerlikon liefert, ist zugleich der erste praktisch verwendete Einphasenwechselstrommotor, wenigstens in der Schweiz, welcher ohne Bürsten und Kollektor funktioniert.» Dokumentiert wurde die praktische Verwendbarkeit elektrischer Kleinmotoren auch durch die Ab-

71 Ausstellungszeitung. Offizielles Organ der kantonalen Gewerbeausstellung in Zürich, 15. Oktober 1894. Eine den Fortschritt in Technik und Wissenschaft ausnützende Haltung forderten auch die Fachberichte aus dem Gebiete der Schweizerischen Gewerbe 1896, 254–255. Vgl. zu diesem Themenkomplex auch Hiltbold 1934.

72 NZZ 9 II, 9. Januar 1893.

73 NZZ 71 II, 12. März 1891; NZZ 355 II, 21. Dezember 1891.

74 Siegenthaler 1985, 455. Gruner 1987, 173.

bildung eines «einpferdigen» Motors «zum Betriebe von Hack- und Knetmaschinen».⁷⁵

Die diskursive Assoziation von Kleinhandwerk und Elektromotor wurde natürlich nicht nur von städtischen Elektrizitätswerken gepflegt. Auch im Rahmen der vorbereitenden Öffentlichkeitsarbeit für das Elektrizitätswerk Wynau, einer der ersten Überlandzentralen der Schweiz, trat «Herr [Nationalrat] Bangerter [...] mit grosser Wärme für die durch das Projekt bedingte Hebung der kleinen Gewerbetreibenden und Handwerker ein, die im Kampfe mit der Grossindustrie kräftige Unterstützung bedürfen».⁷⁶ Wurde der Topos jedoch im städtischen Kontext verwendet, dann kam ihm eine zusätzliche, politische Legitimation zu: Die «Hebung der kleinen Gewerbetreibenden und Handwerker» war Beweis stadtväterlicher Fürsorge und infrastrukturpolitischer Remedur gegen die sozialen Kosten des industriellen Wachstums.⁷⁷

Im Gegensatz zum elektrischen Betrieb der Strassenbahnen hatte der Betrieb von Kleinmotoren für Elektrizitätswerke unübersehbare betriebswirtschaftliche Vorteile, insbesondere bei Werken, die mit hydraulischer Primärkraft arbeiteten.⁷⁸ «Durch den Anschluss und Betrieb von Motoren der angegebenen Art wird eine Vergrösserung der Anlage nicht notwendig. Die Verwaltungs- und ein Teil der Betriebskosten sind bei grosser oder geringer Tagesbelastung genau dieselben; ebenso bleiben die Ausgaben für Verzinsung und Amortisation die nämlichen.»⁷⁹ Der extrem schlechte Auslastungsgrad reiner Lichtwerke, der oft unter 10% ihrer Produktionskapazität lag, konnte durch den Betrieb von Elektromotoren verbessert werden. «Von dem Bestreben geleitet, die Tagesbelastung der Maschinenanlage zu verbessern, beschloss der Stadtrat gegen Ende des Jahres, für Motorenstrom eine Taxermässigung eintreten zu lassen», schrieb der Zürcher Stadtrat in seinem Geschäftsbericht von 1894. Für Motoren, *welche lediglich ausserhalb der Hauptbeleuchtungszeit betrieben wurden*, verzichtete man auf die Grundtaxe und setzte die Konsumtaxe auf rund 50% des Lichtstromtarifs herab.⁸⁰

75 SBZ, 8. Juli 1893, 4–5. Hervorhebungen D. G.

76 NZZ 231 II, 18. August 1892. Hervorhebung D. G.

77 Vgl. dagegen die kritischen Bemerkungen Wagners: «Der oft gehegte fromme Wunsch, der in dem schönen Satz ‚Hebung des Kleinhandwerks‘ seinen Ausdruck findet, wird auch durch Einführung der elektrischen Kraft nicht in Erfüllung gehen, denn das Kleinhandwerk krankt an ganz andern Ursachen, als nur an der Kraftbeschaffung. Es darf daher als begründet angenommen werden, dass in grossen Industriezentren das Kleingewerbe, mit seinem für solche Lichtzentralen günstigen Kraftbedarf, mit der Zeit gänzlich verschwinden wird, vernichtet durch die grossen Fabriken.» Wagner 1896, 39.

78 Der beim Anfahren überproportional hohe Leistungsbedarf von elektrischen Strassenbahnen stellte für die Regulierung der Netzladung ein grosses Problem dar und musste mit teuren Akkumulatorenstationen ausgeglichen werden. Wyssling 1946, 238–239 und 246.

79 EWZ 1894, 203. Man kann diese Einsicht auch als das Resultat eines «learning by operating» verstehen. Vgl. auch Nathan Rosenbergs Begriff des «learning by using», das entscheidend für den Verlauf technischen Wandels ist. Rosenberg 1982, 120–140

80 «In den meisten Städten ist der Strom für motorische Zwecke circa 50% billiger angesetzt als für Beleuchtung.» Wagner 1896, 38. In Zürich wurden für den Anschluss von sogee-

Der Erfolg dieser Tarifpolitik stellte sich sofort ein: innerhalb von nur drei Monaten wurden «19 Motoren mit annähernd 30 effektiven Pferdekraften in Betrieb gesetzt» und «Bestellungen auf weitere» gemacht. «Die Grösse der Motoren schwankt von 1/10–6 HP, meistens sind es aber solche von 1 und 2 HP. Hauptsächlich die mit Maschinen arbeitenden Metzger benutzen die für Zürich neue Betriebskraft mit Vorliebe.⁸¹ Zwar kostete der Betrieb dieser Elektromotoren noch immer rund doppelt soviel wie jener von Gasmotoren, aber ihr geringerer Raumbedarf, die «Vermeidung der Erzeugung schlechter Luft», ihr um 60% billigerer Anschaffungspreis sowie die «bequeme und rasche Inbetriebsetzung» machten die höheren Betriebskosten des Elektromotors wett.

Auch in den folgenden Jahren wurden vermehrt Elektromotoren in Betrieb genommen: «Die Zunahme an Elektromotoren war auch im Berichtsjahre [1896] wieder eine erfreuliche. Die Zahl derselben ist von 54 auf 91 gewachsen und es liegen immer noch viele Bestellungen vor. Die meisten dieser Motoren besitzen eine Leistung von 1–3 Pferdestärken. Die Betriebszeit beträgt durchschnittlich 300 Std. im Jahr bei Vollbelastung. Es zeigt dies, da es sich in der Mehrzahl um Motoren mit sehr veränderlicher und geringer Betriebszeit handelt, dass demnach im grossen und ganzen die infolge des Stromsystems notwendige Einschränkung der Betriebszeit nicht störend wirken kann. Dass der elektrische Betrieb sich *in den Kreisen der Gewerbetreibenden* gut eingeführt hat, beweisen sodann die Nachbestellungen weiterer Motoren von Besitzern bestehender Elektromotoren-Anlagen.⁸²

Einen graphischen Beweis für den betriebswirtschaftlichen Effekt publizierte der Stadtrat in seinem Geschäftsbericht von 1895. In der kurzen Zeit von nur einem Jahr hatte sich der Verlauf der Ladekurven deutlich verbessert, auch wenn das Problem des wachsenden Spitzenkonsums von Lichtstrom in den frühen Abendstunden damit nicht gelöst war (Grafik 9, S. 270).

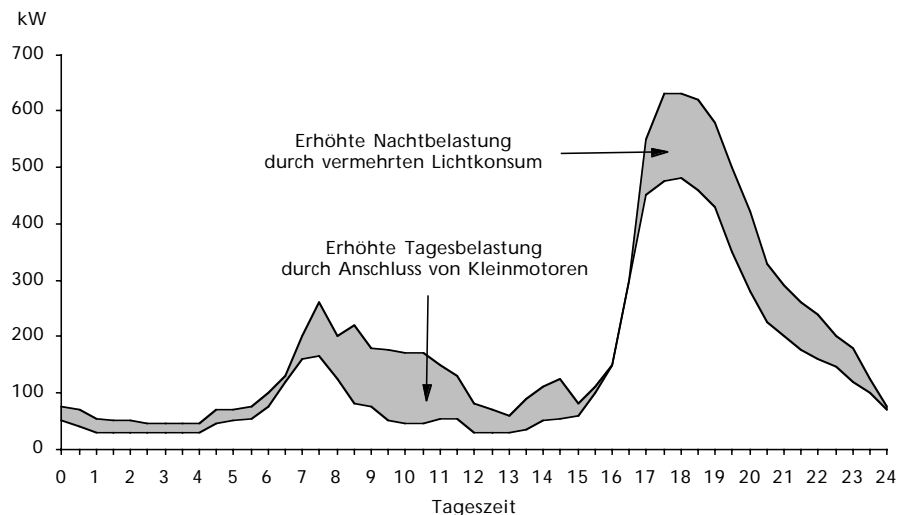
Die Erfahrungen mit dem Konzessionssystem, die stadtplanerische Interpretation eines kommunalisierten Strassenbahnwesens sowie die diskursiven Überformungen des kleinen Elektromotors haben seit den frühen 1890er Jahren einen solch stabilen Assoziationscluster gebildet, dass selbst in jenen Städten, die sich ursprünglich gegen eine Kommunalisierung der

nannten Tagesmotoren 45 Rp./kWh verrechnet. EWZ 1894, 203. Vgl. auch den Bericht der Schweizerischen Bauzeitung zur gleichen tarifpolitischen Massnahme der Berliner Elektrizitätswerke, die 1894 den Motorenstrompreis auf 20 Rp./kWh senkten. SBZ, 27. Oktober 1894, 120. Auf den betriebswirtschaftlichen Erfolg, den die Berliner Elektrizitätswerke dank dem vergünstigten Betrieb von Elektromotoren hatten erzielen können, verwies SBZ, 24. August 1895, 52. Vgl. dazu auch Wengenroth 1987, 360.

81 EWZ 1894, 204.

82 EWZ 1895, 254. Vgl. auch den Bericht für 1895: «Die Verwendung von Elektromotoren findet immer mehr Anklang und zwar werden vorzüglich solche von 1/3–3 Pferdekraften Leistung aufgestellt. Einfachheit und Sauberkeit in der Bedienung, geringer Raumbedarf und nicht allzuhohe Betriebskosten sind die guten Eigenschaften, durch welche sich der Elektromotor beim Publikum rasch beliebt gemacht hat.» EWZ 1895, 208.

Grafik 9: Ladekurven im Elektrizitätswerk Zürich, 1894 und 1895



Quelle: EWZ 1895. Der schraffierte Bereich stellt die Differenz zwischen der Ladekurve vom 29. November 1894 und jener vom 29. November 1895 dar.

Stromversorgung ausgesprochen hatten, schliesslich stadteigene Elektrizitätswerke gebaut und betrieben wurden. Während man sich z. B. in Genf – nach einer heftigen politischen Auseinandersetzung – noch 1888 dafür entschied, eine private Gesellschaft mit der elektrischen Beleuchtung zu beauftragen, kam man schon wenige Jahre später auf diesen Entscheid zurück und baute zwischen 1894 und 1897 ein städtisches Werk⁸³. Auch in Luzern gab es einen solchen Wandel der öffentlichen Meinung zu verzeichnen: In der «Leuchtenstadt» erhielten 1886 die Gebrüder Troller eine Konzession zur elektrischen Beleuchtung der Stadt. Nach einer als grosses «Redeturnier»⁸⁴ apostrophierten Debatte, an der die Presse lautstark teilnahm, sprach sich 1894 «bei der Bürgerschaft» eine Mehrheit für die «Erstellung eines Elektrizitätswerkes auf Stadtkosten» aus⁸⁵ – «Redeturniere» über den Aufbau der städtischen Elektrizitätsversorgung waren in den 1890er Jahren durchaus die Regel. Aussergewöhnlich war nur, wenn sich eine Stadt im Anschluss an «ihre» Version der Kommunalisierungsdebatte nicht für ein städtisches Elektrizitätswerk aussprach. Spätestens um die Jahrhundertwende hatten sich

83 NZZ 272 A1, 1. Oktober 1894.

84 NZZ 124 M, 5. Mai 1894.

85 NZZ 54 I, 23. Februar 1894; NZZ 99 M, 10. April 1894. NZZ 124 M, 5. Mai 1894; NZZ 107 A, 17. April 1897. Siehe auch Hodel 1994.

die oben beschriebenen soziotechnischen Assoziationen als infrastrukturpolitische Perzeptions- und Handlungsmuster etabliert. Stromversorgung war ein fester Bestandteil der städtischen Infrastrukturpolitik geworden.⁸⁶

Die «vorsorgliche Pflicht des Staates» und das Recht der Bürger auf Strom

Der dritte Politisierungsschub der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft war eine Folge ihrer strukturellen Wachstumskrise um 1900, und er war gleichzeitig eine Voraussetzung für den Übergang zur drastisch verschärften Skalenökonomie des nachfolgenden Wachstumsschubes. Dass die Krise der Jahrhundertwende nicht bloss auf den allgemeinen Konjunkturereinbruch zurückzuführen war, sondern branchenspezifische, strukturelle Wachstumsprobleme spiegelte, blieb weder den Elektrizitätswirtschaftlichen Finanzierungsgesellschaften noch der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie verborgen: «Allgemein haben die elektrischen Betriebsunternehmungen, soweit es sich nicht um solche in ganz grossen Städten handelt, hinsichtlich der Rentabilität wenig erfreuliche Resultate gezeitigt. Infolgedessen ist das Interesse für dieselben auf dem Kapitalmarkte stark erkaltet und dadurch sowohl die Finanzierung neuer Unternehmungen wie die Abstossung bestehender, augenblicklich wesentlich schwieriger geworden», schrieb die Motor AG in ihrem Geschäftsbericht.⁸⁷ Bei Brown, Boveri & Cie. ging man sogar davon aus, dass der Markt gesättigt und das Bedürfnis nach Elektrizitätswerken weitgehend befriedigt sei.⁸⁸ Aber auch die Elektrizitätswerke schätzten die Lage nicht wesentlich anders ein. «Die Nachfrage nach elektrischer Energie hat etwas nachgelassen, da im Grossen und Ganzen dem Bedürfnisse nach derselben jetzt so ziemlich entsprochen ist», war im Geschäftsbericht des Elektrizitätswerks Olten-Aarburg zu lesen.⁸⁹ Während die bestehenden städtischen Elektrizitätswerke mit zunehmendem Erfolg betrieben werden konnten,⁹⁰ machten sich die Grenzen des Wachstums vor allem bei Überlandwerken bemerkbar, deren Leitungsnetze im Verhältnis zum möglichen Absatz überproportional gross waren und deren Generierungskapazitäten wesentlich schlechter ausgenützt wurden, als diejenige von städtisch-kommunalen Betrieben (Tab. 8).⁹¹

86 Städtische Werke entstanden in den 1890er Jahren in Schaffhausen (1890), Bern (1891), Bellinzona (1891), Chur (1892), Zürich (1892), Aarau (1893), Luzern (1894–97), Genf (1894–97) und St. Gallen (1897). Wyssling 1946, 174–191.

87 Motor AG 1902. Siehe auch BBC Geschäftsberichte 1900/01, 4, und Kap. 5, Kapitalbedarf und die «Ängstlichkeit des Kapitals».

88 BBC Geschäftsberichte 1900/01, 4.

89 Olten-Aarburg 1899/1900; ähnlich wie Olten-Aarburg 1900/01.

90 Grossmann 1909, 34–39; Trüb 1946.

91 Zu den Absatzschwierigkeiten der Überlandwerke vgl. auch Moll 1951, 30. Von «Elektricitäts-

Tab. 8: *Kapazitäten und Abonnemente verschiedener Kraftwerktypen, 1902*

Kraftwerktyp	Lichtstromabonnemente		Motorenstromabonnemente	
	Kapazität pro Anschluss (kW)	Netzgrösse pro Anschluss (km)	Kapazität pro Anschluss (kW)	Netzgrösse pro Anschluss (km)
Stadtwerk	1,65	0,05	40,1	1,08
Gemeindewerk	2,68	0,09	61,5	1,43
Überlandwerk	5,61	0,24	88,9	3,03

Quelle: SEV-Statistik 1902. Von 76 untersuchten Werken sind 30 Gemeindewerke, 22 Stadtwerte und 24 Überlandwerke. Die berechneten Werte sind keine Anschlusswerte, sondern geben das Verhältnis der bereitgestellten Generierungs- und Verteilkapazität zur Anzahl der Abonnenten wieder. Je höher der Wert, desto grösser der Investitionsaufwand pro Abonnement.

Bevor die Überlandwerke nicht befriedigendere betriebswirtschaftliche Resultate zeigten und vor allem ihre Überkapazitäten abgebaut hatten, musste der Bau von weiteren Kraftwerken dieses Typs aufgeschoben werden. Aber auch bei den besser rentierenden städtischen Werken, die sich für einen Ausbau ihrer Kapazitäten hätten interessieren können, sah man sich nach der Jahrhundertwende nicht in der Lage, diesen zu realisieren. Wo zusätzliche externe Kraft durch den Bau eines eigenen Grosskraftwerks beschafft werden musste und nicht von einem bereits bestehenden Überlandwerk bezogen werden konnte, war man mit denselben Problemen konfrontiert wie die neuen Überlandwerke: Probleme der Finanzierung, des Leitungsbaus, des Absatzes oder der Konzessionierung von Wasserkraften.⁹² Die schiere Grösse städtischer Fernkraftwerke und die zunehmende Distanz zwischen Produktionsort und Konsumgebiet sprengten in der Regel sowohl die organisatorischen als auch die finanziellen Mittel einer Stadt.⁹³

werken, welche nur zu häufig nicht wissen, wo sie ihre überschüssige Kraft absetzen sollen», hatte Albert Denzler schon 1896 gesprochen. SBZ, 20. Juni 1896, 179. Siehe ferner Kap. 5, Die Grenzen des Wachstums.

92 Siehe den Bericht des Zürcher Bauvorstandes Johannes Süss über «Die Kraftbeschaffung bzw. Erstellung eines neuen Wasserwerkes für die Stadt Zürich» 1902. Dazu auch Wagner 1899 und die Debatte in NZZ 32 M, 1. Februar 1902; NZZ 44 A2, 13. Februar 1902; NZZ 49 A2, 18. Februar 1902; NZZ 50 A2, 19. Februar 1902; NZZ 54b, 23. Februar 1902; NZZ 71 M, 12. März 1902.

93 Vgl. Moser 1902. Die Stadt Zürich begann 1903, zusammen mit kantonalen Behörden, ein Kraftwerkprojekt am Etzel zu studieren. Der Investitionsaufwand für dieses Werk wurde jedoch von Wyssling auf 28,7 Mio. Fr. für den ersten Ausbau von 17 MW und auf 46 Mio. Fr. für den zweiten Ausbau von 34 MW geschätzt. Wyssling 1905a, 19. Siehe auch Kommission zum Studium des Etzelwerkprojekts 1903–1906, Stadtarchiv Zürich V Ga 24.

Zwar konnten einige der strukturellen Wachstumsprobleme der Jahrhundertwende vom Bundesgesetz über Starkstromanlagen von 1902 gelöst werden. So wurde beispielsweise der Leitungsbau von den administrativ äusserst aufwendigen Entschädigungsverfahren entlastet. Ferner waren auch die vom Gesetz unterstützte Konsolidierung der Verbandsmacht sowie die Bestimmungen zur technischen Sicherheit der Anlagen geeignet, neuen Investitionen den Weg zu ebnet.⁹⁴ All diese Rahmenbedingungen führten jedoch erst dann zu neuen Kraftwerkbauten, wenn für deren Stromproduktion auch neue Märkte gefunden werden konnten. Wie aussichtslos die Lage für die Ausrüstungsgüterindustrie zunächst beurteilt wurde, zeigt eine von Eduard Tissot im SEV vorgeschlagene «handelsimperialistische» Alternative zum Kraftwerkbau der Schweiz, welche den Ausbau und die Professionalisierung des schweizerischen Konsulatsnetzes ins Auge fasste.⁹⁵ Ferner wurde auch bereits die Möglichkeit diskutiert, in einem Antrag an die Bundesbehörden diese zur Förderung der Elektrifizierung der Vollbahnen zu bewegen.⁹⁶ Deutlich ging aus der Krisendiskussion des SEV hervor, dass sich die Situation ohne eine massive Erhöhung der Investitionen nicht ändern würde. Vor allem sei auch der Übergang zur Massenfabrikation von elektrischen Apparaten voranzutreiben. In dieser Hinsicht sei in der Schweiz «noch Vieles zu tun», vor allem im Vergleich zu Deutschland oder den Vereinigten Staaten. «Wenn auch der praktische Geist der Amerikaner hiebei eine grosse Rolle spielt, so hat doch die Thatsache, dass sich die Vereinigten Staaten für ihre Industrien einen eigenen grossen Markt geschaffen haben, der ihnen Gelegenheit bot, die in grossen Mengen hergestellten Gegenstände zu vertreiben, noch mehr dabei geholfen.»⁹⁷

94 Vgl. Kap. 5, Die Grenzen des Wachstums sowie Kap. 5, Verbandspolitik als «Ordnung der Dinge».

95 Dass das Adjektiv «handelsimperialistisch» für den Vorschlag Tissots seine Berechtigung hat, zeigt sein Vergleich zwischen den Kosten des Ausbaus des Konsulatswesens und der Landesverteidigung: «Wir geben ca. 27 Millionen jährlich für die Armee aus, welche unser Land beschützen soll und wir sollen nicht die 400000 Franken, die noch zu einer Million fehlen, daran wagen, um unsere Handelsinteressen und das Gedeihen unserer Industrie zu schützen?» SEV-Jahrbuch 1902, 58. Zur ganzen Krisendiskussion des Elektrotechnischen Vereins SEV-Jahrbuch 1902, 54–58.

96 Siehe auch die in der Schweizerischen Bauzeitung veröffentlichte Artikelserie von Ludwig Thormann zum elektrischen Normalbahnbetrieb. SBZ, 9. November 1901; SBZ, 16. November 1901; SBZ, 23. November 1901; SBZ, 30. November 1901. Im März 1903 konstituierte sich die schweizerische Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, die im Mai 1904 ein eigentliches Arbeitsprogramm erhielt, um «die technische und finanzielle Grundlage des elektrischen Betriebes auf den schweizerischen Eisenbahnen zu studieren und abzuklären». Welti 1927, 85. Vgl. auch Mitteilungen der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb 1906–1912; Die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen 1912; Eidgenössisches Amt für Verkehr 1947–1964. Die Elektrifizierung der schweizerischen Eisenbahnen ist Gegenstand eines Forschungsprojekts von Peter Staudacher an der Universität Salzburg. Sie wird zudem im Rahmen der Neugestaltung der Ausstellung Schienenverkehr des Verkehrshauses der Schweiz in Luzern neu aufgearbeitet. Siehe Gugerli 1996b.

97 SEV-Jahrbuch 1902, 50. Siehe auch Wyssling 1901.

Ein solcher Markt liess sich in der Schweiz nur «schaffen» über die Elektrifizierung auch der ländlichen Gegenden. Was den Überlandwerken der ersten Generation nicht oder nur unvollständig gelungen war, mochte durch einen erhöhten Kapitaleinsatz und durch eine umfassendere, systematischere Elektrifizierungsform verwirklicht werden. Eine verbesserte administrative Koordination von Elektrifizierungsvorhaben war dafür ebenso Voraussetzung wie die Entwicklung neuer Finanzierungsmodelle und die Implementierung technischer und betriebswirtschaftlicher Innovationen.

Die technikpolitische Überformung der Elektrizitätswirtschaft nach der Jahrhundertwende übertrug nicht zuletzt auch deshalb die Stromversorgung ländlicher Gebiete in die Agenda *kantonal*er Infrastrukturbereitstellung. Nur unter Ausnützung der kantonalen Finanzierungs- und Organisationspotentiale konnte der Übergang zu erneutem Elektrizitätswirtschaftlichem Wachstum gelingen. Man würde die Komplexität dieses dritten Politisierungsschubes jedoch unterschätzen, wollte man ihn als eine bloss instrumentale Instrumentalisierung kantonaler Wirtschaftspolitik darstellen.⁹⁸ Ebenso wenig kann die diskursive Einbindung der Elektrizitätsversorgung in den infrastrukturpolitischen Aufgabenbereich der Kantone als eine propagandistische, die «realen» Vorgänge lediglich tarnende Legitimationsstrategie wirtschaftlicher und politischer Eliten verstanden werden.⁹⁹

Die nach der Jahrhundertwende sich herausbildende Kooperation zwischen der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie, Finanzierungsgesellschaften, Städten und Kantonen entsprang vielmehr einem diskursiv vermittelten und äusserst komplexen soziotechnischen Interessenkonglomerat, das auf kantonaler Ebene seine Wirkung entfaltete. In der Vielfalt seiner Interessenverbindung stand es jenem der städtischen Kommunalisierungsbewegung in nichts nach – ganz unterschiedliche Motivationen führten auch hier zu einem neuen sozioökonomischen, technischen und infrastrukturpolitischen Assoziations- und Interessenkomplex. Während die elektrotechnische *Ausrüstungsgüterindustrie* das privatwirtschaftliche Organisations- und Finanzierungspotential erschöpft sah und sich von den Kantonen einen neuen Elektrifizierungsimpuls erhoffte, waren die branchenspezifischen *Finanzierungsgesellschaften* daran interessiert, im Rahmen einer engeren Zusammenarbeit mit den Kantonen ihre Investitionen in absehbarer Zeit refinanzieren zu können.¹⁰⁰ Für *Städte* war die Beteiligung an

98 Zu stark war dafür auch die anfängliche Opposition der Ausrüstungsgüterindustrie, die sich darüber beklagte, dass die Konzessionsbedingungen für die Einrichtung neuer Werke «je länger je mehr eine so grosse Erschwerung [erfahren], dass das Privatkapital kaum mehr an das Risiko solcher Unternehmungen herantreten kann. Den Nachteil wird schliesslich das schweizerische Nationalvermögen in seiner Gesamtheit zu tragen haben, indem sich die Verallgemeinerung billiger elektrischer Energie nicht so rasch entwickeln wird, wie es bei dem freien Spielraum der Privatindustrie möglich und wahrscheinlich gewesen wäre.» BHICH (1905) 1906, 119–119.

99 Vgl. Müller 1994, 38–39.

grossen kantonalen Werken eine verlockende Alternative zu dem ihre finanziellen und organisatorischen Kräfte oft übersteigenden Bau von Grosskraftwerken. Die *Kantone* selbst waren an der Gründung von eigenen Elektrizitätsgesellschaften interessiert, weil sie durch eine forcierte Elektrifizierung der Landschaft das elektrowirtschaftliche Entwicklungsgefälle zwischen Stadt und Land ausgleichen konnten und über die Einbindung der Stromversorgung in ihren Zuständigkeitsbereich ein neues infrastruktur- und wirtschaftspolitisches Instrument erhielten. Die *ländlichen Gemeinden* schliesslich setzten darauf, nicht nur ihr eigenes Infrastrukturangebot ausbauen können, sondern erhofften sich vom Detailverkauf elektrischer Energie fiskalische Vorteile. Mit der Gründung von eigenen Verteilgesellschaften würden sich ländliche Gemeinden, wie bislang lediglich grosse Städte, eine «eigene» Elektrizitätsversorgung leisten können. Dies veranschaulicht die Tatsache, dass sie ihre strommietenden Verteilgesellschaften oft «Elektrizitätswerke» nannten, ohne dass diese Strom generierten.

Dass all dies sowohl auf kantonaler wie auf kommunaler Ebene auch mit einem sozialpolitischen Ansinnen verbunden war, ist nicht von der Hand zu weisen und geht aus der zeitgenössischen Publizistik deutlich genug hervor. Die Kommunalisierung der Elektrizitätswirtschaft in den 1890er Jahren hatte diesbezüglich Standards geschaffen. Als Regierungsrat Bleuler-Hüni im Oktober 1903 vor der Delegiertenversammlung des Handwerks- und Gewerbevereins des Kantons Zürich über die Versorgung des Kantons mit elektrischer Kraft sprach, verwendete er eine ganze Reihe von Ausdrucksweisen, die sich 10 Jahre früher in den städtischen Kommunalisierungsdebatten eingebürgert hatten. Gleich zu Beginn seines Vortrags wies Bleuler darauf hin, dass die kantonale Elektrifizierung eine «für die *industrielle und gewerbliche* Entwicklung» des Kantons «hochwichtige» Angelegenheit sei. Schon 1897 habe eine kantonsrätliche Kommission die Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Rheins längs der zürcherischen Kantonsgrenze geprüft, insbesondere die Frage, ob es «vom kommerziellen, technischen und allgemein öffentlichen Standpunkt aus wünschenswert» sei, «dass die Ausbeutung der grössern Wasserkräfte auf dem Gebiete des Kantons durch den Staat direkt geschehe».¹⁰¹ Man habe schon damals angenommen, «dass die Anlage als Ganzes zu betrachten sei und dass die gewonnenen Kräfte, soweit sie öffentlichen Zwecken dienen und noch mit Vorteil zugeleitet werden kön-

100 Die Maschinenfabrik Oerlikon führte 1897 und 1901 Studien über den möglichen Kraftabsatz in ländlichen Gebieten der Ostschweiz durch, ohne jedoch entsprechende Kraftwerksbauten realisieren zu können. Die Resultate dieser Enqueten standen aber offensichtlich den staatlichen Untersuchungskommissionen zur Verfügung. Vgl. Bleuler-Hüni 1903b, 3 und Bleuler-Hüni 1903a, 43. Zur Refinanzierung der von branchenspezifischen Finanzierungsgesellschaften betriebenen Kraftwerke siehe Müller 1994.

101 Die Kommission setzte sich aus P. E. Huber-Werdmüller, Walter Wyssling, Städtingenieur Burkhard-Streuli und Kantonsingenieur Schmid zusammen, d. h. aus je einem Vertreter der Industrie, der Hochschule, der Stadt und des Kantons. Bleuler-Hüni 1903b, 12.

nen, *den Abnehmern überall zu gleichen Preisen* zur Verfügung gestellt werden sollen». Dann sei nämlich «die Nutzbarmachung der Wasserkräfte durch den Staat ein *hochbedeutsamer Akt weitsichtiger Fürsorge*».¹⁰²

Dies waren bekannte soziotechnische Assoziationen, allerdings in einem ganz neuen Kontext: Die in den Städten präformierte Trias «Fürsorge, Gewerbe, Einheitlichkeit» wurde um die Industrieförderung ergänzt und auf das ganze Kantonsgebiet ausgedehnt. Bleuler entwickelte damit keineswegs bloss Utopien. Schon im März 1900 hatte der Kantonsrat eine Wegleitung an den Regierungsrat erlassen, wonach die Nutzbarmachung der Rheinwasserkräfte durch Erteilung von Konzessionen an private Unternehmen zu ermöglichen sei. Vorgesehen wurde darin bereits die Möglichkeit, dass der Staat die Initiative zu solchen Unternehmen selbst ergreifen könne.¹⁰³ Und im November 1902 verlangte Oscar Wettstein in einer Motion vom Regierungsrat zu prüfen, ob ein Kraftwerkbau am Etzel nicht durch den Staat durchzuführen sei und ob nicht der Bund, der Kanton Schwyz, möglicherweise auch der Kanton St. Gallen und die Städte Zürich und Winterthur einzuladen seien, sich daran zu beteiligen.

Bleulers Rede von der Versorgung des Kantons mit elektrischer Energie stand also in einem wohldefinierten Kontext. Auch bei den in Wetzikon versammelten Handwerkern und Gewerbetreibenden sowie bei den Vertretern des «Kantonalzürcherischen Gemeinde- und Genossenschaftsverbandes für die Beschaffung elektrischer Kraft» mussten die Ausführungen Bleulers auf offene Ohren gestossen sein. Der Genossenschaftsbund hatte sich seit seiner Gründung intensiv um die Lieferung elektrischer Energie an Gemeinden und Genossenschaften bemüht und dafür einen sogenannten Normalvertrag ausgearbeitet, der *einheitliche Bedingungen* für die Stromlieferungen aus dem von der Motor AG betriebenen Kraftwerk Beznau garantieren sollte.¹⁰⁴

Knappe zwei Monate später hielt Bleuler schon wieder einen Vortrag zu diesem Thema, diesmal – im eleganten Ambiente der Zürcher Tonhalle – vor der ausserordentlichen Versammlung der Kaufmännischen Gesellschaft. Die Tatsache, dass er sich hier auf das am Etzel geplante Kraftwerkprojekt konzentrierte, rechtfertigte es wohl, diesen Vortrag ebenfalls zu publizieren. Wie bereits in Wetzikon betonte Bleuler auch in der Tonhalle die «vorsorgliche Pflicht des Staates» zur Stromversorgung sowie die Notwendigkeit einer einheitlichen Tarifstruktur, und er stellte den Gemeinden eine Beteiligung an den Gewinnen einer kantonalen Elektrizitätsversorgung in Aussicht: «Wenn der Staat erreicht, dass in dem wirtschaftlich von den Rheinwasserkraften

102 Bleuler-Hüni 1903b, 13–15. Hervorhebungen D. G.

103 Fehr 1945, 576. Trüb 1922, 72.

104 Bleuler-Hüni 1903b, 8. Zum Kraftwerk Beznau siehe die detaillierte Beschreibung in SBZ, 9. Februar 1907, 67–73; SBZ, 16. Februar 1907, 85–89; SBZ, 23. Februar 1907, 93–116; SBZ, 16. März 1907, 138–141; 23. März 1907, 145–147; SBZ, 30. März 1907, 157–163.

erreichbaren Kantonsteil solche *in sicherer und rationeller* Weise, soweit praktisch möglich, *überall und an allen Orten* zum gleichen Engrospreis abgegeben würden, wobei die konsumierenden Gemeinden nach Massgabe des Konsums am Gewinn partizipieren, und dass dabei ausserdem ein erheblicher Wasserzins an den Staat fällt, so wird die überwiegende Mehrheit *die vorsorgliche Pflicht des Staates* für vollauf erfüllt erklären.¹⁰⁵

Voraussetzung für die Erfüllung der «vorsorglichen Pflicht des Staates» waren Skaleneffekte durch den Grosskraftwerkbau und eine drastische Senkung der Strompreise. «Es unterliegt nun keinem Zweifel, dass das Etzelwerk nur dann zustande kommen kann, wenn von vornherein genügender Absatz der gewonnenen Kräfte gesichert ist. Als für einmal genügend dürften die vorhin genannten 25000 elfstündigen Turbinenpferde bezeichnet werden, indem bei dieser Annahme nach den vorliegenden Kostenberechnungen das elfstündige Turbinenpferd am Transformator an der Gemeindeperipherie auf 77 Fr. oder die Kilowattstunde auf 3,2 Cts. zu stehen käme, Preise, die, wie wir gesehen haben, in dieser Tiefe bis jetzt nirgends erreicht worden sind.» Um das Ziel eines erhöhten Kraftabsatzes bei niedrigen Preisen erreichen zu können, sei es jedoch «notwendig, *dass alle Interessenten sich für das Zustandekommen des Werkes zusammentun und sich die Hand reichen, und dass Sonder- und Lokalinteressen in den Hintergrund treten*».¹⁰⁶ Lediglich durch eine verstärkte Kooperation von Firmen der elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie, der Finanzierungsgesellschaften, der Gemeinden und des Kantons liessen sich die öffentlich-rechtliche, technische und finanzielle Hindernisse so beseitigen, dass «das hochwichtige Unternehmen in möglichst kurzer Zeit *zum Nutzen und Wohle auch unseres Kantons, seiner Industrie und seiner Gewerbetreibenden* in Betrieb» gesetzt werden konnte.¹⁰⁷

Die Bedeutung dieser am Etzel- und Rheinkraftwerk debattierten Politisierung der Elektrizitätswirtschaft ist nicht an ihren unmittelbaren Folgen zu messen. Sowohl die Rheinwerke als auch das Etzelwerk wurden erst viele Jahre nach dieser diskursiven Überformung der Elektrizitätswirtschaft gebaut.¹⁰⁸ Dennoch war die Zuweisung der Stromversorgung in den infrastrukturellen Aufgabenbereich des Kantons bedeutsam: Kantonale Stromversorgungen entwickelten sich in den folgenden Jahren entlang der von Bleuler, Wettstein, Wyssling und anderen präformierten Argumentationslinien. Man brauchte, so Oskar Schär, um 1905 gar nicht mehr darauf hinzuweisen, «welchen Nutzen die Elektrizität für die Erhaltung und Weiterentwicklung

105 Bleuler-Hüni 1903a, 19–20.

106 Bleuler-Hüni 1903a, 29. Hervorhebungen D. G.

107 Bleuler-Hüni 1903a, 32. Hervorhebungen D. G.

108 Das Grosskraftwerk Eglisau nahm 1920 seinen Betrieb auf; das Etzelwerk erst 1937. Wyssling 1946, 205 und 211. Zur langen Entstehungsgeschichte des Etzelwerks vgl. Schwager 1991. Siehe auch SBZ, 22. April 1899, 138–140; SBZ, 1. Oktober 1904, 159–162; Wyssling 1905a; Wyssling 1905b; Bericht des Regierungsrates 1906; Kommission zum Studium des Etzelwerkprojekts 1903–1906, Stadtarchiv Zürich V Ga 24.

des Handwerkes und des Kleingewerbes haben könnte», denn dies sei «als allgemein bekannte» Tatsache zu betrachten.¹⁰⁹ Niemand zweifelte mehr daran, dass die Elektrizität «in erster Linie ins Haus» gehörte und «dem Einzelnen wie der Familie dienstbar gemacht werden» musste;¹¹⁰ ja man konnte sich «ein modernes Gemeinwesen ohne Elektrizität gar nicht mehr vorstellen». Das Bestreben, Elektrizität «nicht nur einer kleinen Zahl bemitelter Personen, sondern *allen Volkskreisen in gleicher Weise zugänglich zu machen*», war zu einer Redewendung im elektrowirtschaftlichen Diskurs geworden.¹¹¹ Selbst die von Jegher herausgegebene Schweizerische Bauzeitung behauptete 1904, dass für jede Gemeinde «nach der Trinkwasserzuleitung die Erstellung eines Stromnetzes die bedeutendste, am tiefsten einschneidende Frage» bilde. Die Frage nach «Licht und Kraft» sei «ebenso wichtig in materieller, wie in kultureller Beziehung zur Fortentwicklung in modernem Sinne», und zwar «für das kleine wie für das grosse Gemeinwesen». «In der neuesten Zeit», führte die Bauzeitung weiter aus, seien es «hauptsächlich der Staat und die Gemeinden» gewesen, «denen die Beschaffung von elektrischem Strom als eine Notwendigkeit ersten Ranges zur Pflicht gemacht» worden sei.¹¹² Dass es damit auch seine Richtigkeit hatte, war eine von vielen geteilte Meinung. So forderte nicht nur der Zürcher Sozialdemokrat Emil Klöti, dass «alle Unternehmungen, welche sich mit der Erzeugung, Fortleitung und Abgabe elektrischer Energie» befassten, «unter Staatsaufsicht» zu stellen seien;¹¹³ auch die Neue Zürcher Zeitung sprach von der eigentlichen «Aufgabe und Pflicht des Staates», «Unternehmungen wie diejenige der Versorgung des Kantons mit elektrischer Energie selbst an die Hand zu nehmen», weil man nur so «der Privatindustrie wirksam Konkurrenz machen und sie an weiterer Ausdehnung hindern» könne.¹¹⁴

Taten folgten solchen Überzeugungen zuerst im Kanton Bern. Hier übernahm die Kantonalbank 1905, obwohl sie damit gegen einschlägige Bestimmungen der bernischen Kantonalbankengesetzgebung versties, die Aktienmehrheit an den von der Motor AG betriebenen Vereinigten Kander- und Hagneckwerken (VKHW).¹¹⁵ Der Regierungsrat begründete diesen Schritt vor dem Grossen Rat damit, dass es «die Aufgabe des Staates» sei, «dafür zu sorgen, dass er seinen Einfluss in einer Weise geltend machen»

109 Schär 1905, 77.

110 Züricher Post 222, 21. September 1902.

111 Schär 1905, 76. Hervorhebungen D. G.

112 SBZ, 2. Januar 1904, 4.

113 Klöti 1905, 28.

114 NZZ 73 M1, 13. März 1908.

115 Will 1924, 16; Müller 1994, 28. Vgl. auch Parizot 1918; Moll 1946a und Moll 1946b; Moll 1951. 75 Jahre Bernische Kraftwerke AG 1973. Obwohl schon 1905 kantonalisiert, wurden die VKHW erst 1908 in Bernische Kraftwerke (BKW) umbenannt. Ich verwende den jeweils geltenden Namen. In den Quellenangaben verwende ich jedoch durchweg BKW, weil die Geschäftsberichte einen geschlossenen Quellenbestand bilden (Wirtschaftsdokumentation der Universität Zürich, WDUZ i-331/20).

könne, wie es *«das Wohl der Öffentlichkeit»* erfordere. «Es kann dem Staate nicht gleichgültig sein, wie ein Unternehmen, dessen Zustandekommen er durch die Konzessionserteilung ermöglicht hat, und *das einen grossen Teil des Kantons mit Licht und Kraft* versorgt, geleitet wird, ob dabei das konsumierende Publikum geschädigt wird oder ob die *Interessen der Gesamtheit gewahrt* bleiben.»¹¹⁶

Aber auch im Kanton Zürich zeitigte der auf eine Kantonalisierung der Stromversorgung hin laufende Elektrizitätswirtschaftliche Diskurs schliesslich einen Erfolg.¹¹⁷ Im März 1908 wurde die Gründung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) in einer Volksabstimmung beschlossen. Über 98% aller Stimmbürger standen hinter diesem Unterfangen.¹¹⁸ Die Leiter des neugeschaffenen staatlichen Unternehmens erklärten umgehend zu ihrem Ziel, «eine möglichst allgemeine Versorgung des Kantons mit elektrischer Energie herbeizuführen».¹¹⁹ Je mehr die Elektrizitätsversorgung den Charakter einer Luxusbeleuchtung verliere, desto mehr werde sie «auch dem kleinen Manne zugänglich» sein.¹²⁰ Die *Pflicht des Staates zur Stromversorgung*, von welcher die Schweizerische Bauzeitung 1904 gesprochen hatte, begann sich nun in das implizite *Recht eines jeden Bürgers* auf Strom zu wandeln.

Dem Beispiel Berns und Zürichs folgten in kurzen Abständen weitere Kantone: Ein im Kanton Schaffhausen – nur wenige Wochen nach der Zürcher Abstimmung – verabschiedetes Gesetz legte den Grundstein zum Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen, welches sowohl die Gemeinden des Kantons als auch einige angrenzende Thurgauer Gemeinden mit Strom versorgen sollte.¹²¹ Ende 1909 wurde in St. Gallen ein kantonales Elektrizitätswerk gegründet, das von der AG Beznau-Löntsch die bestehenden Verteilnetze im Linthgebiet übernahm, kleinere Kraftwerksanlagen mit ihren Verteilnetzen im Rheintal aufkaufte und 1911 von der Elektrizitätsversorgung Bodensee-Thurtal AG einen Teil des Verteilnetzes übernahm sowie die Aktienmehrheit am Elektrizitätswerk Kubel erwarb. In diesem Jahr wurde auch im Thurgau die Gründung eines kantonalen Elektrizitätswerks beschlossen, das ebenfalls von der Elektrizitätsversorgung Bodensee-Thurtal AG Verteilnetze und Lieferverträge übernahm.¹²² Dieselbe Strategie hatten bereits 1908 die mit einem Aktienkapital von 10 Mio. Fr. ausgestatteten Elektrizitätswerke des

116 Tagblatt des Grossen Rates des Kantons Bern 1905, 188, zit. nach Müller 1994, 28–29.

117 Siehe Heusser 1958 und Farner 1983.

118 Das Gesetz betreffend die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich wurde am 15. März 1908 mit 61735 Jastimmen gegen nur 850 Neinstimmen angenommen. Vgl. EKZ 1908/09, 3.

119 EKZ 1908/09, 5.

120 EKZ 1910/11, 14.

121 Das Gesetz wurde am 12. April 1908 verabschiedet. Die Zürcher Abstimmung hatte am 15. März 1908 stattgefunden. Fehr 1945, 577. Das folgende stützt sich auf Fehr 1945 und Trüb 1922.

122 Die Bodensee-Thurtal AG war eine Tochtergesellschaft der Aktiengesellschaft Kraftwerke Beznau-Löntsch, welche von der Motor AG gegründet worden war. Fehr 1945.

Kantons Zürich verfolgt. «Die Verhältnisse, unter denen die kantonalen Elektrizitätswerke ins Leben traten, erforderten einmal die möglichst rasche Beschaffung von Stromquellen, um mit den bestehenden privaten Unternehmungen zur Verteilung elektrischer Energie bei Versorgung der noch nicht mit Elektrizität versehenen Kantonsgebiete in Mitbewerb treten zu können und sodann, *im Interesse eines das ganze Kantonsgebiet umfassenden einheitlichen Verteilungsnetzes*, die Erwerbung der wichtigsten im Kanton arbeitenden privaten Elektrizitätswerke bzw. deren Netzanlagen.¹²³

Wie es Bleuler vorausgesagt hatte, mussten sich auch im Kanton Zürich «alle Interessenten die Hand reichen» und «die Sonder- und Lokalinteressen in den Hintergrund treten».¹²⁴ Die EKZ schlossen mit der Stadt Zürich einen Energielieferungsvertrag ab und erhielten ab Herbst 1909 Strom aus dem neu gebauten Albulawerk, womit dieses Kraftwerk zu einem grossen Teil ausgelastet war.¹²⁵ Knapp zwei Wochen nach der Volksabstimmung wurde das Elektrizitätswerk an der Sihl für 3,45 Mio. Fr. übernommen. Neben dem Kraftwerk Waldhalde umfasste das Paket die Dampferreserven und Umformerstationen in Rüslikon, sämtliche Transformatorstationen und circa 139 km Leitungsnetze, ferner Konzessionen, Liegenschaften und alle Abonnemente und schliesslich den mit der Motor AG bestehenden Stromlieferungsvertrag.¹²⁶ Im Oktober 1908 ging das private Elektrizitätswerk Dietikon in den Besitz der EKZ über, und mit dem von der Motor AG betriebenen Elektrizitätswerk Beznau-Löntsch konnte man sich, wenn auch in offenbar aufreibenden Verhandlungen, über die Abtretung von Unterzentralen, Transformatorstationen, Hoch- und Niederspannungsleitungen sowie von bestehenden Abonnementen einigen. Gleichzeitig wurde mit Beznau-Löntsch ein solcher Stromlieferungsvertrag abgeschlossen, dass die EKZ «an dem sukzessiven Ausbau der zürcherischen Wasserkräfte nicht gehindert» würden.¹²⁷

Conditio sine qua non für diese gewaltige *Konzentration von Generierungs- und Verteilkapazitäten* waren die bei kantonalen Elektrizitätsgesellschaften besonders günstigen Finanzierungsmöglichkeiten. Während die EKZ die «vom Staate zur Verfügung gestellten Kapitalien zu einem den Selbstkosten entsprechenden Zinsfusse» erhielten,¹²⁸ stützten sich die Vereinigten Kander- und Hagneck-Werke (VKHW)¹²⁹ auf die direkte staatliche Beteiligung am Aktienkapital und auf das von der Kantonalbank beschaffte Obligationen-

123 EKZ 1908/09, 4.

124 Vgl. oben, S. 277.

125 Siehe Die Erstellung einer elektrischen Kraftübertragungsanlage an der Albula 1904–1906; Baukommission für das Albulawerk, Stadtarchiv Zürich V Ga 34; Kommission für das Albulawerk 1906, Stadtarchiv Zürich V Aa 70; Peter und Wagner 1910; Baumann, Roth und Schär 1981.

126 EKZ 1908/09, 5.

127 Die Vertragssumme betrug 2,6 Mio. Fr. EKZ 1908/09, 5.

128 EKZ 1908/09, 3.

129 Vgl. oben, Anm. 115.

kapital. Die Erweiterung des Kanderwerks, die Zuleitung der Simme zum Kanderwerk, die Erstellung einer Verbindungsleitung zwischen den beiden Werken sowie der Bau eines neuen Elektrizitätswerks an der oberen Kander liessen sich durch Aktienkapitalerhöhungen problemlos finanzieren.¹³⁰ Die bei den EKZ vorherrschende Ansicht, «dass unsere Unternehmung den Bau neuer Netze nicht einseitig vom finanziellen Standpunkt, sondern aus ihrer Aufgabe heraus eine möglichst allgemeine Versorgung des Kantons mit elektrischer Energie herbeizuführen, zu beurteilen» habe,¹³¹ wurde ebenfalls dank der günstigen Staatskredite ermöglicht. Sie erlaubte den EKZ eine äusserst grosszügige Leitungsbaupolitik, die sich langfristig bezahlt machen würde. Man kann den Erfolg der kantonalen Elektrizitätsgesellschaften jedoch nicht bloss mit ihren günstigen Finanzierungsbedingungen erklären. Mindestens ebenso wichtig waren ihre betriebswirtschaftlichen und technischen Innovationen. Dazu zählte erstens der Aufbau einer Verwaltungsstruktur, wie sie private Gesellschaften bislang nicht gekannt hatten. «Der Umstand, dass wir, entgegen der Praxis der Beznau-Löntschi-Werke, den Strom in neu anzuschliessenden Gemeinden, *im Interesse möglichst billiger Preise*, direkt an die Einzelkonsumenten abgeben, machte eine *Erweiterung der personellen Organisation im Sinne einer Dezentralisation der technischen und kommerziellen Verwaltung notwendig.*»¹³² Das Absatzgebiet der EKZ wurde in Kreise eingeteilt, in denen ein Kreischef den laufenden Verkehr mit den Detailabonnenten besorgte. Auch die VKHW sahen sich angesichts der «ausserordentlichen Entwicklung und zunehmenden Komplizirtheit unserer Unternehmung» dazu veranlasst, ein neues Reglement einzuführen, welches die bestehende Verwaltung gründlich reorganisierte.¹³³ Zweitens erhöhten die kantonalen Elektrizitätswerke mit Hilfe einer aggressiven Tarifpolitik und Zahlungserleichterungen für Installationsarbeiten ihren Kundenkreis. «Unsere Unternehmung wird durch Gewährung von Erleichterung, hinsichtlich der Zahlung der Installationen und durch eine im Gange befindliche Tarifrevision die *Verdichtung der Anschlüsse in den Ortsnetzen* zu fördern suchen», liessen die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich verlauten.¹³⁴ Man sei fest davon überzeugt, dass «jede Massnahme, welche den Bezug elektrischer Energie von lästig empfundenen Fesseln befreit, [...] eine Ausdehnung der Elektrizitätsverwendung zur Folge haben» werde. Ihre Tarifpolitik werde deshalb stets von dieser Überzeugung geleitet sein.¹³⁵ Auch die

130 Zur Aktienkapitalerhöhung von 4,5 Mio. Fr. siehe BKW 1906/07, 3. Das gesamte Aktien- und Obligationenkapital der BKW stieg zwischen 1905 und 1913 von 11,50 Mio. Fr. auf 30 Mio. Fr. an. Müller 1994, 29.

131 EKZ 1908/09, 5.

132 EKZ 1908/09, 11.

133 BKW 1907, 7.

134 EKZ 1911/12, 3. Hervorhebung D. G.

135 EKZ 1910/11, 16. Siehe auch BBC Geschäftsberichte 1911/12, 4: «In der Schweiz sind die Anschlüsse an die elektrischen Kraftwerke nach wie vor in regelmässiger Zunahme

VKHW vertraten diese Meinung in ihren Geschäftsberichten¹³⁶ und führten zwischen 1907 und 1910 den Zählertarif ein, womit sie die Tarifstruktur im ganzen Versorgungsgebiet homogenisieren konnten.¹³⁷ Die Abschaffung von Pauschaltarifen ermöglichte nun auch Kleinstverbrauchern den Stromkonsum und führte im Kanton Bern ebenfalls zu einer «Verdichtung der Anschlüsse». Mit der Einführung des Zählertarifs konnten die Elektrizitätswerke den Stromkonsum zeitlich differenziert tarifieren, womit sie ihre Probleme mit der Spitzenbelastung verminderten. Gleichzeitig wurden die bisher üblichen Kontrollgänge bei den Motorenstromabonnenten überflüssig – diese konfliktträchtigen administrativen Kontrollen wurden also durch ein billigeres und effizienteres Sanktionssystem abgelöst.¹³⁸

Drittens förderten die kantonalen Elektrizitätswerke die Diversifikation elektrischer Konsumformen. Es gab kaum einen Bereich des Kleingewerbes, in welchem nicht kleine und oft kleinste Elektromotoren Anwendung fanden: Bäcker, Drechsler, Gerber, Hafner, Küfer, Inhaber von Lebensmittelgeschäften, Metzger, Käser, Schmiede, Schreiner, Schuhmacher, Seiler, Zahnärzte und Zimmerleute verwendeten elektrische Kleinmotoren in ihren Betrieben. 1909 lieferten die Bernischen Kraftwerke (BKW) für 1088 Motoren Strom, 1910 waren es bereits 1370 und 1911 1709 Motoren, 1914 schliesslich 3288¹³⁹. Eine ansehnliche Zahl von Motoren wurde auch in industriellen Betrieben, im Gruppen- oder im Einzelantrieb¹⁴⁰ verwendet: in Biskuitfabriken, Brauereien, Cementfabriken, Druckereien, Etikettenfabriken, Giessereien und Gipsfabriken, aber auch in Möbelfabriken, Mühlen und Papierfabriken fanden sich kleine bis mittelgrosse Elektromotoren im Einsatz, die mit BKW-Strom betrieben wurden.¹⁴¹ Selbst die «Landwirtschaft machte von der gebotenen

begriffen und einzelne Werke zeigen sogar sehr beträchtliche Neuanschlüsse. Besonders die Einführung der Metallfadenlampen, durch welche die elektrische Beleuchtung die erhoffte billige Lichtquelle geworden ist, fördert diese Anschlussbewegung wesentlich und die Erweiterung der Netze führt auch zur Aufstellung neuer Elektromotoren. Die vermehrten Anschlüsse werden auch Vergrösserungen oder den Neubau von Kraftwerken zur natürlichen Folge haben und zum Teil sind hiezu Anfänge schon vorhanden.»

136 BKW 1906, 7.

137 BKW 1907, 18; BKW 1910, 3.

138 Zum Zählertarif siehe Wyssling 1904, 15–25 und Wyssling 1946, 511–519. Zum älteren Kontrollsystem siehe auch den Kommentar der BKW 1906/07, 8: «Es hat sich erwiesen, dass diese Revisionen eine absolute Notwendigkeit sind. Im Verlaufe der Jahre haben eine ziemliche Anzahl Abonnenten kleinere Lampen durch grössere ersetzt, aus Versehen oder aus Irrtum, in keinem Falle in böswilliger Absicht, wie man unsern Kontrolleuren erklärt hat. In mehreren Fällen sind auch die Motoren für eine grössere Beanspruchung benützt worden, als vertraglich vereinbart war.»

139 BKW 1909, 21; BKW 1910, 17; BKW 1911, 18; BKW 1914, 19. Von den 3288 Motoren, die 1914 mit BKW-Strom betrieben wurden, wiesen 267 eine Leistung von 1 PS oder weniger auf. Insgesamt 1267 Motoren lagen in einem Leistungsbereich von höchstens 5 PS. BKW 1914, 19.

140 Vgl. Elektroinstallateur, 1. Juli 1908, 105–106. Maschinenfabrik Oerlikon 1914a.

141 BKW 1909 bis BKW 1914.

Gelegenheit, die immer schwerer zu beschaffende menschliche Arbeitskraft durch den elektrischen Motor zu ersetzen, ausgiebigen Gebrauch. [...] Der grosse Wert dieser Motoren für die Landwirtschaft liegt in dem Umstande, dass wenn einmal die ersten Einrichtungskosten bezahlt sind, dem Landwirt die mechanische Antriebskraft nach unserm Tarif gegen eine minimale Auslage zur Verfügung steht, während er früher pro PS und Jahr mit einer Strommiete von mindestens 100–150 Fr. zu rechnen hatte. Dass angesichts der vorstehenden Zahlen beim Anschluss dieser landwirtschaftlichen Motoren der Vorteil ganz auf Seite der Abonnenten und die Opfer auf Seite der Unternehmung liegen, bedarf kaum eines weitem Nachweises. Wohl bei keiner Art der Energieabgabe kommt *der gemeinnützige Charakter unserer Unternehmung* stärker zum Ausdruck, als bei der Kraftlieferung an die Landwirtschaft.¹⁴² Die Einnahmen, welche sich die Kantonswerke mit landwirtschaftlichen Motoren sicherten, waren zwar vorerst äusserst gering, aber die Erfahrung zeigte, dass «die Besitzer neuer Motoren erst nach und nach deren vielseitige Verwendbarkeit kennen lernen und sie entsprechend benützen».¹⁴³ Über die tarifpolitisch gestützte Diversifikation im Bereich der gewerblichen, landwirtschaftlichen und industriellen Anwendung des Elektromotors hinaus begannen die kantonalen Elektrizitätsgesellschaften aber auch die Möglichkeiten des elektrischen Wärmemarktes abzutasten. War bislang von den Werken «die allgemeine Benützung von Wärmeapparaten» als «stets unwirtschaftlich» bezeichnet worden,¹⁴⁴ so kamen nun, unter den Bedingungen eines nach Zeit und Anwendungsform differenzierten Stromtarifs, einige erste Wärmeapparate zur Verwendung. Unter den neuen betriebswirtschaftlichen Bedingungen eines kantonalen Grosskraftwerkbaus bzw. der in Verbundwirtschaft arbeitenden, bereits bestehenden Kantonswerke wurden selbst die äusserst energieaufwendigen Wärmeapparate anschlussfähig, besonders dort, wo bei schlechter Auslastung der Werke Abfallenergie zu verwerten

142 EKZ 1909/10, 11 und 16. Hervorhebung D. G. «Die grosse Ausbreitung dieser Motoren darf aber auch auf die ausserordentlich günstigen Strombezugs-Bedingungen zurückgeführt werden, welche den Abonnenten ohne jede Minimalgarantie die erforderliche Betriebskraft zur Verfügung halten. Freilich ist der Anschluss dieser Motoren für uns kein rentables Geschäft, da deren Benutzung eine sehr geringe ist und die Stromkosten oft unter denjenigen der Zählermiete stehen. Die Gesamtleistung der Tagesmotoren ist von 2682 auf 4673 KW, d. h. um 74% gestiegen.» EKZ 1909/10, 14. Vgl. auch Maschinenfabrik Oerlikon 1911; Brown, Boveri und Cie. 1922.

143 «Sehr stark zugenommen hat auch im letzten Geschäftsjahr die Zahl der landwirtschaftlichen Motoren. Sie ist gegenüber dem Vorjahr um 246 Stück gestiegen, mit einem Anschlusswert von 757 KW. Dagegen ist die daraus fliessende Energiemiete ausserordentlich gering. Aus der Stromlieferung an die gesamten 553 landwirtschaftlichen Motoren mit einem Anschlusswert von 1785 KW bezogen wir nur eine Strommiete von Fr. 15098.– d. h. pro Motor Fr. 27.30 und pro KW Fr. 8.46.» EKZ 1912/13, 1. Zur Verwendung des Elektromotors in der Landwirtschaft siehe auch BKW 1906, 23 sowie Jordi 1909; Marti 1913; Maschinenfabrik Oerlikon 1914b; Buschkiel 1927; Günthart 1936; Hupfauer 1971; Nadau 1986.

144 BKW 1905, 11.

war. «Solche Abfall-Energie steht uns in den vorhandenen hydro-elektrischen Werken heute schon in grossen Mengen zur Verfügung; denn leider übersteigen ja heute die insgesamt in unsern bestehenden Schweizer Wasserkraftwerken nutzlos abgehenden Energiemengen die ab den Werken abgegebenen Mengen noch bei weitem.¹⁴⁵ Bügeleisen, Milchwärmer, Leim- und Teekoher – was immer Strom verbrauchen konnte – wurde von den kantonalen Elektrizitätswerken versorgt, wenn auch bis zum Ersten Weltkrieg in eher bescheidenem Umfang.¹⁴⁶ Sogar die elektrische Küche und die elektrische Raumheizung verwandelten sich nun in einen «Zukunftstraum», dem man nicht mehr jeden Realitätsgehalt absprechen konnte.¹⁴⁷

Als vierter Bereich, in welchem die kantonale Elektrizitätswirtschaft innovativ gewirkt hat, ist schliesslich der stetige Kapazitätenausbau in der Generierung und Verteilung von elektrischer Energie zu erwähnen. Zu erinnern ist an die Vertragsklausel zwischen den Kraftwerken Beznau-Löntsch und den EKZ, welche diesen die Möglichkeit eines «sukzessiven Ausbaus der zürcherischen Wasserkraft» garantieren sollte.¹⁴⁸ Es sei ihre Aufgabe, «allen Erscheinungen auf dem Gebiete der Gewinnung von elektrischem Strom mit Aufmerksamkeit zu folgen, um dem stets vorhandenen Bedürfnis nicht nur entsprechen, sondern demselben voranschreiten zu können», liessen die

145 Wyssling 1915, 59.

146 Unter der kriegswirtschaftlich bedingten Verschiebung des relativen Preisgefüges (stark steigende Kohlepreise bei konstanten oder sinkenden Strompreisen) erhielten elektrische Wärmeapparate, auch über ihre «bestechende Einfachheit und Bequemlichkeit» (BKW 1905, 11) hinaus, komparative Vorteile. Vgl. dazu auch Wyssling 1915 sowie Will 1924, 50–53, insbesondere die Tabellen zur Entwicklung der Verbraucherstruktur 1905–1923 und zur Energieproduktion 1904–1923. Nach Will hat sich die Zahl der Heiz- und Kochapparate zwischen 1915 und 1920 um einen Faktor 14 erhöht. Vgl. auch NZZ 59 M3, 28. Februar 1912.

147 Frei 1912, 129. Ferner Die Elektrizität im Haushalt 1913; Wyssling 1916 und Wyssling 1919. Siehe auch bereits BHIZH (1904) 1905, 93 bzw. BHICH (1906) 1907, 138, wo die Ausbreitung elektrischer Wärmeapparate in direkte Beziehung zur flächendeckenden Elektrifizierung gestellt und an einen technischen Lernprozess bei den Konsumenten geknüpft wird. «Die Fabrikation elektrischer Heiz- und Kochapparate findet für ihre Erzeugnisse um so grösseren Absatz, je weiter sich die Netze der elektrischen Kraftanlagen ausbreiten und je näher sich der einzelne Stromabnehmer mit dem Wesen der Elektrizität vertraut macht.» Interessant ist in diesem Zusammenhang die Steigerung des Vertrautheitsgrades neuer elektrischer Apparate durch permanente Apparateausstellungen in den Verkaufslökalen der Kantonswerke. Vgl. Der Elektro-Installateur, 1. Februar 1907, 21.

148 Vgl. oben, S. 280. Zur planerischen Antizipation von zukünftigem Bedarf schrieben die EKZ in ihrem zweiten Geschäftsbericht: «Mit 61 weiteren Ortschaften oder Genossenschaften waren auf Schluss des Berichtsjahres die Verträge vereinbart, die Netze sind zum grössten Teil im Bau, zum grösseren Teil vollendet, sodass auch für das kommende Jahr eine wesentliche Anschlussvermehrung zu gewärtigen ist. [...] Neben der Ausdehnung des Energieabsatzes wurden die Arbeiten für die Beschaffung von Energiequellen weiter gefördert. Das Projekt der gemeinsam mit dem Kanton Schaffhausen zu erbauenden Wasserwerkanlage bei Eglisau wurde fertiggestellt und das Konzessionsgesuch eingereicht. Das Studium des Projektes einer Wasserwerkanlage im Wägital führte uns zum Ankauf der im Besitze der Maschinenfabrik Örlikon befindlichen Vorarbeiten für dieses Projekt und einer Reihe darauf bezüglicher dinglicher Rechte.» EKZ 1909/10, 3.

VKHW dazu verlauten. «Nachdem der Staat Bern als Hauptaktionär in engste Fühlung zu unserer Gesellschaft getreten ist, wird uns diese Aufgabe erst recht zur Pflicht.»¹⁴⁹ Eingeengt zwischen den durch zu hohe Spitzenlasten notwendig gewordenen Kapazitätserweiterungen und den auf einen Ausbau unmittelbar folgenden Verwertungsschwierigkeiten der neuen Produktionskapazitäten, traten die Elektrizitätsgesellschaften ihre Flucht nach vorne an, den Bedürfnissen des Marktes «vorausschreitend», um dieselben anschliessend umzugestalten.¹⁵⁰ Eine technische Innovation, welche die prekäre Situation in Spitzenbelastungszeiten milderte, war die zwischen den Werken Kander und Hagneck (1907) bzw. Beznau und Löntsch (1908) eingerichtete Verbundwirtschaft. Besonders die Kombination von Laufkraftwerken mit Speicherkraftwerken ergab eine stark erhöhte Flexibilität in der Verwaltung der Ladung. Sie löste nicht nur einen Teil der Spitzenbelastungsprobleme, sondern erhöhte auch die Betriebssicherheit des Netzes, indem die Werke sich gegenseitig Generierungskapazitäten zur Verfügung stellten. «Durch die Parallelschaltung der beiden Werke [Kander und Hagneck] vermittelt einer eigenen Verbindungsleitung wird die Leistungsfähigkeit der beiden Zentralen um ca. 2500 HP erhöht. Die beiden Zentralen können sich gegenseitig als Ergänzung und Reserve dienen, wodurch der ununterbrochene Betrieb auch in Zeiten gelegentlicher Störungen sichergestellt wird.»¹⁵¹ Der Aufkauf und Zusammenschluss von mehreren Werken, wie er von allen kantonalen Werken in die Wege geleitet wurde, war mit denselben Vorteilen verbunden.

Es waren diese Überlegungen, welche kurz vor dem Ersten Weltkrieg auch zur Gründung der Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK) führten. Am 24. März 1914 schlossen die Kantone Aargau, Zürich, Schaffhausen, Thurgau, Glarus und Zug mit der Motor AG einen Vertrag für die Übernahme sämtlicher Aktien der Kraftwerke Beznau-Löntsch durch die NOK.¹⁵² Diese inter-

149 BKW 1905, 5.

150 Siehe dazu auch die Bemerkung Heinrich Grossmanns, es sei «ein Kennzeichen der modernen, unternehmungsweisen Organisation der Volkswirtschaft», «dass die sich entwickelnde Nachfrage nach neuen Mitteln der Bedarfbefriedigung aufgesucht und angeregt werden will». Grossmann 1918, 3.

151 BKW 1903, 4. Die Verbindungsleitung wurde im September 1907 fertiggestellt. BKW 1907, 5.

152 Fehr 1945, 578 und Trüb 1922, 76–82. Zwei vergleichbare Kooperationsgesellschaften kamen 1919 bzw. 1925 zustande. In Lausanne wurde 1919 die S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS) gegründet, der die Städte Lausanne und Genf, die Entreprises Electriques Fribourgeoises, die Compagnie Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, der Kanton Wallis, die Société Romande d'Electricité, die Electricité Neuchâteloise, die Société de l'Usine Electrique des Clées, die Société des Forces Electriques de la Goule, St-Imier und die Stadt Basel angehörten; 1925 gründeten die BKW zusammen mit den Städten Basel und Bern die Gemeinschaftsunternehmung Kraftwerke Oberhasli AG (KWO), welche in den Jahren 1925–1932 die Akkumulieranlagen Grimsel-Gelmer und das Kraftwerk Handeck erstellten. Fehr 1945, 579. Zur EOS siehe Paquier 1988, zu den KWO Moll 1955.

kantonale Kooperation bildete die Grundlage für die gemeinsame, langfristige Projektierung der Kraftwerke Eglisau (1920), Wägital (1924), Ryburg-Schwörstadt (1931) und Etzel (1937). Sie leistete damit einen wichtigen Beitrag zur Verstetigung des elektrowirtschaftlichen Wachstums bis weit in die Zwischenkriegszeit hinein. Aufschlussreich bleibt der Kommentar der EKZ zu diesem Zusammenschluss, da er die Motive der Kantonalisierung der Elektrizitätswirtschaft auf die interkantonale Kooperation übertrug. «Der Gründung der kantonalen Elektrizitätsunternehmung lag der Gedanke zu Grunde, die einheimischen Wasserkraft zur Deckung des vielseitigen Energiebedarfs des Kantonsgebiets nutzbar zu machen. Die seitherigen Erfahrungen haben indessen gezeigt, dass die Beschränkung der Energieproduktion auf den Bedarf des Kantonsgebietes die Bestrebungen nach Verbilligung der Elektrizität nachteilig beeinflussen und die Konkurrenzfähigkeit mit andern grossen Elektrizitätslieferungsunternehmungen beeinträchtigen müssten. Sowohl die Anlagekosten als die Betriebsausgaben stellen sich in kleinen Wasserwerken erheblich höher als in grossen Anlagen. Diese Tatsache nötigt zu einer *möglichsten Konzentration der Energieproduktion*. Dazu kommt, dass durch die elektrische Kuppelung mehrerer grosser Werke die Ausnutzungsfähigkeit der einzelnen Anlage eine wesentliche Steigerung erfährt.¹⁵³

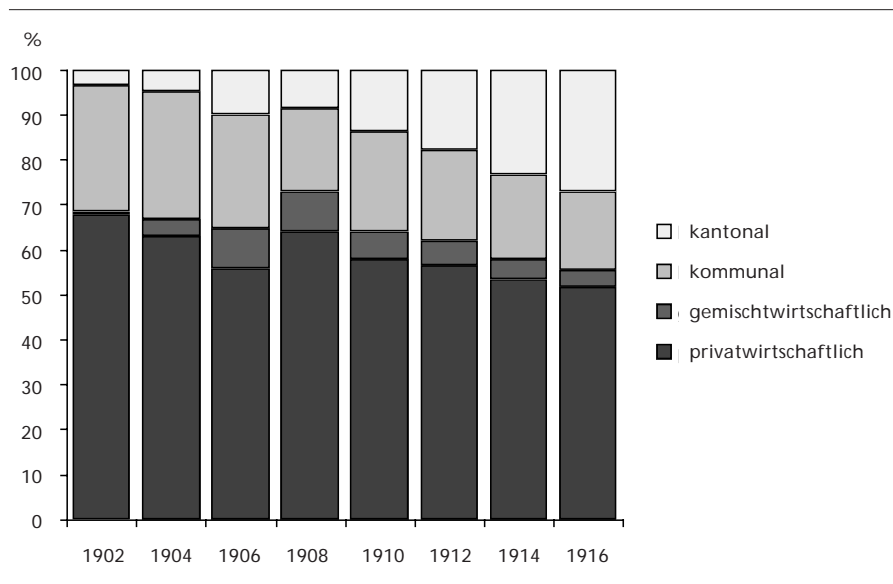
Was Emil Huber-Stockar schon 1901 für die Elektrizitätswirtschaft der Städte als eine «unabweisbare Notwendigkeit» bezeichnet hatte, nämlich «auf einen grossen, vielleicht fortwährenden rationellen Ausbau ihrer Elektrizitätswerke bedacht zu sein»,¹⁵⁴ wurde über die Kantonalisierung der Elektrizitätswirtschaft schliesslich auf die interkantonalen Elektrizitätsunternehmen übertragen: Sie alle verstetigten das elektrowirtschaftliche Wachstum der Schweiz, wie man es um die Jahrhundertwende mit Sicherheit nicht für möglich gehalten hätte. Gute zwei Jahrzehnte nach der Ablehnung der Petition von Frei-Land befand sich das Gravitationsfeld des damals herrschenden technikalpolitischen Meinungsspektrums an einem ganz andern Ort. Der Gedanke, dass eine städtische oder gar staatliche Lenkung der Elektrizitätswirtschaft das Richtige sei, habe auch in bezug auf die elektrische Industrie grosse Fortschritte gemacht, hielt der Jurist Gregor Bienstock in seiner 1912 veröffentlichten Dissertation fest. Viele Kantone und Gemeinden hätten eigene Elektrizitätswerke bereits erstellt oder geplant, und man stehe «nur am Anfange einer neuen Entwicklung, die wohl im wesentlichen in der Richtung des Municipal- resp. Staatssozialismus sich vollziehen» würde.¹⁵⁵ Das war zwar eine voreilige Schlussfolgerung; die «Fortleitung und Verteilung der elektrischen

153 EKZ 1913/14, 3.

154 Huber-Stockar 1901, 44.

155 Bienstock 1912, VII. Vgl. auch die Behauptung von Nationalrat Vital: «Es wird überhaupt die Zeit kommen, da die privaten Elektrizitätsgesellschaften von der Bildfläche verschwinden und durch kantonale oder kommunale Organisationen ersetzt werden.» Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 6.

Grafik 10: Anteile der öffentlichen und privaten Generierungskapazitäten



Quellen: Trüb 1922, Tab. IVa. Vgl. auch Härry 1949, 60.

Energie zu verstaatlichen» war eine Idee, wie Bienstock selbst bemerkte, die «bis jetzt noch in massgebenden Kreisen wenig Verständnis» finde. Immerhin stieg aber der Anteil der kantonalen Elektrizitätsgesellschaften an der gesamten elektrischen Generierungskapazität der Schweiz zwischen 1902 und 1916 von 3,5% auf 27%. Kantonale, kommunale und gemischtwirtschaftliche Elektrizitätsgesellschaften verfügten zusammen über mehr als 48% der gesamten Generierungskapazität der Schweiz (Grafik 10).

Der dritte Politisierungsschub der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft hatte im Zeichen der «vorsorglichen Pflicht des Staates» und des impliziten Rechts der Bürger auf Strom gestanden. Er erhöhte nicht nur den Anteil der Beteiligung der öffentlichen Hand an der schweizerischen Stromversorgung, sondern war vielmehr ein eigentlicher Motor für den Grosskraftwerkbau und die Elektrifizierung ländlicher Gegenden. Was die Kantonswerke in der Verbundwirtschaft, in der Tarifpolitik, in der Diversifizierung der Konsumformen und schliesslich auch im Kraftwerkbau vorexerzierten, hatte Leitbildcharakter für die gesamte Elektrizitätswirtschaft der Schweiz. Der Politisierungsschub, welcher die Einbindung der Stromversorgung in den Aufgabenbereich der Kantone zum Ziel hatte und den «gemeinnützigen Charakter» kantonalen Unternehmungen zu betonen nicht müde wurde,¹⁵⁶ führte tatsächlich zu

156 EKZ 1910/11, 16; BKW 1911, 4.

einer erstaunlich «einheitlichen Versorgung der Kantonsgebiete» und war Bedingung und Möglichkeit eines gewaltigen Wachstumsschubes. Er sollte darüber hinaus jedoch auch Rückwirkungen auf den privatwirtschaftlichen Kraftwerkbau haben: Die ganz oder teilweise auf den Stromexport ins benachbarte Ausland ausgerichteten Werke wie Brusio-Campocologno (1907), Robbia-Brusio (1911), Biaschina (1911) und Laufenburg (1914) wurden in einer erneuten Debatte über die Verstaatlichung der schweizerischen Wasserkräfte zu Zielscheiben heftiger Polemiken und publizistischer Attacken. Diese Auseinandersetzungen, die auch die kantonale und städtische Elektrizitätswirtschaft einbezogen, markieren den vierten Politisierungsschub.

Die «Nationalisierung» der Wasserkraft

Im September 1915, mitten in «diesem fürchterlichen Krieg, der noch immer wütet und dessen Ende noch jetzt nicht abzusehen ist», eröffnete Nationalrat Vital die Eintretensdebatte zu einer Gesetzesvorlage, welche dem Bund die Oberaufsicht über die Nutzbarmachung der öffentlichen und privaten Gewässer zusprechen wollte.¹⁵⁷ Nach einem ganzen Vierteljahrhundert elektrizitätswirtschaftlichen Debattierens schien die schweizerische Wasserrechtsgesetzgebung nun doch dort angelangt zu sein, wo sie sich nach den Vorstellungen der Frei-Land-Gesellschaft bereits 1891 hätte befinden sollen.¹⁵⁸

So verlockend eine direkte Linie von der Frei-Land-Petition bis zum Bundesgesetz von 1916 auch erscheinen mag, so wenig vermag eine solche Interpretation der komplexen Entwicklung des elektrizitätswirtschaftlichen Diskurses gerecht zu werden. «Le temps a beaucoup travaillé en faveur de la loi».¹⁵⁹ Ungezählte Schriften und Reden haben – während mehr als zwei Jahrzehnten – die «Monopolisierung sämtlicher Wasserkräfte beim Bund» Schritt für Schritt in eine «Oberaufsicht des Bundes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte» übersetzt. Populistische Pamphlete, gelehrte juristische Abhandlungen, elektrotechnische Artikel, betriebswirtschaftliche Analysen wasserwirtschaftliche Expertenberichte, Vorträge, Ausstellungen, Propagandaschriften und Rechenschaftsberichte der städtischen, kantonalen und privaten Elektrizitätsgesellschaften – sie alle nahmen sich in der einen oder andern Form jener Rückstände an, welche die Debatte über die Monopolisierung der Wasserkräfte im Filter der öffentlichen Meinung hinterlassen hatte. Sie taten dies jedoch stets in bezug auf den je geltenden politischen, wirtschaftlichen, sozialen und technischen Kontext und kei-

157 AStBuBV, 20. September 1915, 165.

158 Zum folgenden siehe Trümpy 1919 sowie den Überblick in Trüb 1922, 116–122.

159 AStBuBV, 20. September 1915, 175. Vgl. auch Kap. 5, Die Publizistik oder «le dernier mot de la technique moderne».

neswegs im Hinblick auf eine verborgene Agenda, welche «eigentlich» die Nationalisierung der Wasserkräfte schon lange vorgesehen hätte. Die Konvergenz von populistischen, elektrizitätswirtschaftlichen, infrastrukturpolitischen und nationalistischen Diskurselementen im Wasserrechtsgesetz von 1916 war das Resultat eines komplexen diskursiven Kräftespiels und weniger ein krönender Abschluss einer langjährigen, zielgerichteten Entwicklung. Auch in der zweiten bundespolitischen Überformung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft lassen sich unterschiedlich motivierte Interessenverbindungen ausmachen.

Zunächst entstand im Anschluss an die elektrizitätswirtschaftliche Krise der Jahrhundertwende eine populistische Neuaufgabe der Frei-Land-Debatte, die sich jedoch in einem völlig veränderten Umfeld entwickelte. Die in der Krise offenbar gewordenen Probleme eines überhitzten Kraftwerkbaus hinterliessen in der Öffentlichkeit den Eindruck, eine zu liberale Politik der Bundesbehörden trage die Verantwortung auch für die strukturellen Probleme der Elektrizitätswirtschaft. Im September 1902 publizierte die Züricher Post eine vielbeachtete Artikelserie, welche einen erhöhten bundesstaatlichen Regulierungsbedarf anmeldete. «Die Zukunft der Schweiz liegt in ihren Gewässern» waren die programmatischen Artikel des Blattes überschrieben. Es sei «Aufgabe und Pflicht des Bundes, sich das Wasserregal zuzusprechen, die private Kraftproduktion seiner Kontrolle zu unterwerfen, nach und nach die Krafterzeugung in eigenen Betrieben zu übernehmen». Für eine Verstaatlichung der Wasserkräfte brauche es «weder grossen Mut noch besonderen Willen, sondern nur weitsichtige Einsicht und einsichtige Weitsicht», lautete die Quintessenz der ausführlichen Diskussion der Züricher Post.¹⁶⁰ Kurze Zeit später stellten sich Nationalrat Müri und 15 seiner Kollegen hinter diese Forderungen und reichten im Dezember 1902 eine Motion ein, welche vom Bundesrat Massnahmen zur «Wahrung der öffentlichen Interessen» bei der «Nutzbarmachung der Wasserkräfte unseres Landes» forderte.¹⁶¹ Oscar Wettstein, Emil Klöti, Oskar Schär und andere machten sich an die Arbeit und zeichneten in mitunter recht polemischer Weise die entsprechenden Lücken der Bundesgesetzgebung nach.¹⁶² «Die Übelstände im geltenden Wasserrecht liegen in erster Linie darin, dass fast alle kantonalen Wassergesetze die

160 Züricher Post 229, 30. September 1902. Vgl. auch Züricher Post 222, 21. September 1902 und Züricher Post 225, 25. September 1902. Siehe auch den Bericht der Neuen Zürcher Zeitung über den Vortrag, den Oberst Affolter am Uster-Tag der Zürcher Demokraten (16. November 1902) über die «Gesetzliche Regelung der Ausnützung der Wasserkräfte unter Wahrung der staatlichen und nationalen Interessen» gehalten hatte. NZZ 350, 18. November 1902.

161 NZZ 345 M, 13. Dezember 1902. Vgl. auch Schär 1905, 32 und 37.

162 Eugen Huber hatte in seiner 1900 in Basel erschienenen «Abhandlung zur Gestaltung des Wasserrechtes im künftigen schweizerischen Rechte» in gewohnt präziser Art einige juristische Lücken der Wasserrechtsgesetzgebung bereits aufgezeigt. Huber 1900. Vgl. auch Rellstab 1902 und Pflughart 1905.

nationalökonomische Bedeutung, welche die Wasserkraft in den letzten 15 Jahren infolge der Möglichkeit der Übertragung der elektrischen Energie auf grössere Entfernungen erlangt hat, zum Schaden der Allgemeinheit noch nicht in genügendem Masse berücksichtigen», schrieb Emil Klöti in seinen kritischen Vorschlägen zur Neuordnung des Wasser- und Elektrizitätsrechtes in der Schweiz.¹⁶³ Und Oskar Schär meldete sich mit einer Studie zur «Verstaatlichung der schweizerischen Wasserkräfte» zu Wort, die nicht minder scharf das einzige konkret fassbare Resultat aus der Frei-Land-Petition kritisierte. 1894 hatte der Bund ein hydrometrisches Büro eingerichtet und mit der Ausarbeitung einer verlässlichen Wasserkraftestatistik betraut. Die Arbeit eben dieses Büros wurde nun von Oskar Schär äusserst polemisch angegriffen. Dessen «wertvolle wissenschaftliche Arbeit» sei «vom Standpunkt der Wahrung der allgemeinen Interessen insofern als gefährlich zu taxieren, als sie Spekulanten auf Wasserkräfte der eigenen Tätigkeit und des eigenen Suchens nach geeigneten Wasserkraften enthebt und ihnen gegen geringe Mühe erlaubt, die günstigsten Risiken zum Nachteil des allgemeinen Wohls auszusuchen und zum Gegenstand der Spekulation zu machen und eventuell Raubbau zu treiben».¹⁶⁴

Sowohl Schär als auch Klöti bedienten sich damit einer Redeweise, mit der die Frei-Land-Gesellschaft bereits ein gutes Jahrzehnt früher die schweizerische Öffentlichkeit von der Notwendigkeit einer Monopolisierung der Wasserkräfte hatte überzeugen wollen. Neu an den Schriften von Schär, Klöti, aber auch von Wettstein und Rellstab, war also nicht die Argumentationsweise. Geändert hatte sich jedoch das Publikum, an das sie sich wandten. Die elektrizitätswirtschaftliche Krise und die sich abzeichnende Kantonalisierung von Stromversorgungsunternehmen hatten ein breites Publikum derart sensibilisiert, dass es nur mehr wenig brauchte, um es auch für politische Massnahmen zu mobilisieren. Der erhöhte Grad an Vertrautheit, mit dem die schweizerische Öffentlichkeit elektrizitätswirtschaftlichen Fragen begegnete, zeitigte politische Konsequenzen – nicht nur bei der Demokratischen Partei des Kantons Zürich, welche im Februar 1905 in einer Eingabe an den Bundesrat die Vorbereitung einer Verfassungsrevision und einer bundesstaatlichen Wasserkraftgesetzgebung verlangte.¹⁶⁵

Eine neue Absatzstrategie der Elektrizitätsgesellschaften verlieh der Bewegung zusätzlichen Schwung: Um überschüssige Kapazitäten besser ausnützen zu können, begannen nicht wenige Kraftwerke mit Stromlieferungen ins benachbarte Ausland.¹⁶⁶ Den Stein des Anstosses bildete kaum der tatsäch-

163 Klöti 1905, 25.

164 Schär 1905, 24.

165 Klöti 1905, 37.

166 Der Anteil der exportierten Stromproduktion erreichte 1908 10%, reduzierte sich während des ersten Weltkrieges auf 6% und stieg danach kontinuierlich an; er betrug 1936 33%. Wyssling 1946, 500.

liche Umfang dieser Exporte. Beunruhigend wirkte jedoch, dass sich einige grosse Werke im Bau befanden, die ganz für den Export von Strom konzipiert worden waren.¹⁶⁷ Ihren «gemeinnützigen Charakter» konnten diese Werke kaum noch als legitimatorisches Argument anführen. Der bisherige Elektrizitätswirtschaftliche Diskurs war hier an eine Grenze gestossen. Auch der seit den 1890er Jahren latente Topos von der Wahrung der (energetischen) Unabhängigkeit der Schweiz, welche dank der Ausbeutung inländischer Wasserkräfte gesichert werden sollte, konnte nicht mehr zur Rechtfertigung von Kraftwerkprojekten verwendet werden. Vielmehr stellte er nun die argumentative Grundlage für einen Ausbau der politischen Aufsicht des Bundes über die Elektrizitätswirtschaft dar. Der dringliche Bundesbeschluss vom 4. Dezember 1905, welcher die Ausfuhr von elektrischer Energie von einer bundesrätlichen Bewilligung abhängig machte, war zwar verfassungsrechtlich kaum oder nur schlecht fundiert. Dennoch wurde er vom Parlament unterstützt – eben mit einer Begründung, welche die Wasserkräfte der Schweiz wie nie zuvor als Möglichkeit und Bedingung nationaler Unabhängigkeit modellierte: «Eine der vornehmsten Aufgaben des Bundes ist es, seine völkerrechtliche Stellung zu wahren und *nicht in Abhängigkeit vom Ausland* zu geraten. Durch das Ausfuhrverbot will man nun nichts anderes, als die Wasserkräfte für die eigenen *Bedürfnisse des Landes* erhalten, und damit die Abhängigkeit von den ausländischen Kohlen, im Kriege und Frieden, fern halten. Und so darf man sich auf Art. 2 [der Bundesverfassung] berufen, insoweit als er die *Unabhängigkeit des Vaterlandes* als Zweck der Eidgenossenschaft anführt und auch insofern als er die *Wohlfahrt des Landes* zum Zwecke hat. Es wäre ein schwerer Verstoss gegen die Wohlfahrt des Landes, wenn wir die Ausfuhr dessen, was wir absolut für uns brauchen, gestatten wollten.»¹⁶⁸ Stromversorgung wurde damit, wenn auch noch nicht als eine Aufgabe des Bundes, so doch zu einer vom Bund zu kontrollierenden Angelegenheit erhoben. Mehr noch: Sie wurde, auf dem Umweg einer nationalistischen Ideologisierung, in das bundesstaatliche Selbstverständnis integriert.

Die Debatte zog damit immer weitere Kreise, ja man konnte von einer eigentlichen Volksbewegung sprechen, die sich dem Anliegen einer bundesstaatlichen Regelung des Wasserrechtes verschrieb. Ein von Oscar Wettstein gegründetes Initiativkomitee lud Anfang 1906 zu einer Versammlung in die Tonhalle in Zürich ein und sammelte, mit dem Schlachtruf «Die

167 Vgl. das Votum von Nationalrat Müri in der parlamentarischen Debatte zum Export von Elektrizität: «Allein das sei konstatiert, dass uns in der Kommission anhand einzelner Beispiele dargetan worden ist, es sollen wirklich bedeutende Mengen von Kraft schon in nächster Zeit abgeleitet werden; die Verträge dazu liegen bereits vor. Es ist auch ganz wohl möglich, dass das gleiche an der Nordgrenze versucht wird.» AStBuBV, 19. März 1906, 15.

168 AStBuBV, 19. März 1906, 6. Hervorhebungen D. G.

schweizerischen Wasserkräfte dem Schweizer Volk!», in kürzester Zeit über 95000 Unterschriften für eine Verfassungsänderung.¹⁶⁹ Ihr Vorschlag, die gesamte Gesetzgebung über die Ausnützung der Wasserkräfte dem Bund zuzuweisen, stiess in der Bundesversammlung zwar auf starke föderalistische Opposition, aber der Gegenvorschlag des Parlamentes hielt immerhin an der Oberaufsicht des Bundes für die Nutzbarmachung der Wasserkräfte fest. Mit 304000 gegen 56000 Stimmen wurde der Artikel 2⁴ in die Bundesverfassung aufgenommen.¹⁷⁰

Die im Dezember 1905 auf dem Weg eines dringlichen Bundesbeschlusses eingeführte Bewilligungspflicht für Stromexporte erhielt mit dieser Volksabstimmung eine tragfähige verfassungsrechtliche Grundlage nachgeliefert, welche zusammen mit der nationalistisch gefärbten Integration der Wasserkräfte in den Aufsichtsbereich des Bundes eine solide Operationsbasis für die weitere «Nationalisierung» der Elektrizitätswirtschaft darstellte. Diese hing nun jedoch von der konkreten Ausformulierung eines entsprechenden Bundesgesetzes ab, und sie war auf eine sorgfältige Abstimmung mit bestehenden Interessen angewiesen.¹⁷¹ «Es ist ein vollständiges Wirrwarr von Interessenkonflikten zu beseitigen, und das ist eine Arbeit, die lange Zeit in Anspruch nehmen wird.»¹⁷²

Auf verschiedenen Ebenen wurde diese Arbeit geleistet, von Parlamentariern, Technikern, städtischen und kantonalen Beamten, Publizisten, Juristen und Vertretern der privaten Elektrizitätswirtschaft.¹⁷³ Damit die vom Verfassungsartikel vorgesehene Bundesgesetzgebung auch in der parlamentarischen Debatte eine Chance hatte, musste sie, im Gegensatz zum polarisierenden Abstimmungskampf, auf die Integration möglichst vieler, oft konträrer Interessen achten. So betonte Oscar Wettstein denn umgehend, «dass die Initiative auf Grund eingehender Beratung und unter *Berücksichtigung der allseitigen Interessen* formuliert worden» sei. Insbesondere suche sie auch «den Interessen der Privatindustrie zu dienen, indem sie an Stelle des gegenwärtigen Rechtswirrwarrs eine einheitliche Gesetzgebung bringen will».¹⁷⁴

169 Die Initiative wurde am 27. Juni 1906 mit 95290 gültigen Unterschriften eingereicht. AStBuBV, 30. März 1907, 397.

170 AStBuBV, 20. September 1915, 166.

171 Zum folgenden siehe auch Pflughart 1909 und Grünberg 1911.

172 AStBuBV, 19. März 1906, 5.

173 Die Expertenkommission für die Bundesgesetzgebung über die Wasserkräfte gehörten an: J. Epper, der Chef des Hydrometrischen Büros, E. Frey, Direktor der Kraftübertragungswerke Rheinfelden, P. Miescher, Direktor des Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerks Basel, die Juristen Eugen Huber und Adolf Pflughart, Emil Klöti, Oscar Wettstein, die Ingenieuren L. Kürsteiner, G. Rusca und A. Palaz sowie die Stände- bzw. Nationalräte Lachanal, Müri, Munzinger, Scherb, Vital, Will und Zürcher. Protokoll über die Verhandlungen der Expertenkommission für die Bundesgesetzgebung über die Wasserkräfte, 9.–11. Januar 1907, in: Bundesarchiv BA E56, 9–15.

174 Protokoll über die Verhandlungen der Expertenkommission für die Bundesgesetzgebung über die Wasserkräfte, 9.–11. Januar 1907, 6, in: Bundesarchiv BA E56, 9–15.

Auf dem Hintergrund der Beratungen des Starkstromgesetzes konnten selbst Vertreter der privaten Elektrizitätswirtschaft einer bundesstaatlichen Aufsicht nicht abgeneigt sein. So betonte beispielsweise Emil Frey, der mit der Ausarbeitung eines Gesetzesentwurfs betraute Direktor der Kraftwerke Rheinfelden, die Bedeutung der Einheitlichkeit des zukünftigen Wasserrechts: «Das *allgemeine Interesse*, das mit Recht der Nutzbarmachung unserer schweizerischen Wasserkräfte entgegengebracht wird, erfordert dringend die Schaffung eines *einheitlichen Rechts* gegenüber der vielgestaltigen, zum Teil in bezug auf diesen Gegenstand noch sehr mangelhaften Gesetzgebung der Kantone.» Man könne sich keineswegs «mit dem Standpunkte befreunden, welcher in einer volkswirtschaftlich so wichtigen Angelegenheit dem *laissez faire, laissez aller* das Wort» rede. «Uns hat bei Ausarbeitung des Gesetzesentwurfes vor allem die Überzeugung geleitet, dass durch eine zweckmässige Ausnützung der Wasserkräfte entschieden eine Verbesserung der wirtschaftlichen Lage unseres kohlenarmen Landes herbeigeführt werden kann und dass der Vorteil für das Nationalvermögen und das Gemeinwohl des Landes um so grösser sein wird, je rascher der Ausbau unserer zahlreichen Wasserkräfte erfolgt und je eher wir unsere einheimische Industrie von der Kohle des Auslandes unabhängig machen. Es ist daher die Pflicht des Gesetzgebers, die Ausnützung unserer Wasserkräfte in jeder Weise, insbesondere durch Wegräumung der sich heute ihr entgegenstellenden Hindernisse, zu erleichtern und zu fördern.»¹⁷⁵

Freys Kommentar wirkte wie eine Variation auf J. Fr. Schärs Petition von 1891. Diskursive Versatzstücke wie das negativ konnotierte «laissez faire, laissez aller», die zu erwartende «Verbesserung der wirtschaftlichen Lage», der «Vorteil für das Nationalvermögen», das «Gemeinwohl des Landes», die «einheimische Industrie», die «zahlreichen Wasserkräfte», die «Pflicht des Gesetzgebers» und die «mangelhafte Gesetzgebung der Kantone» tauchten hier wieder auf.¹⁷⁶ Aber sie waren nun neu konfiguriert und standen in einem neuen soziotechnischen Kontext.

Erstens war, durch neue Berechnungen¹⁷⁷ sowie durch den Bau von Spei-

175 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. März 1909, 171–172. Hervorhebungen D. G. Siehe auch den Kommentar der VKHW zu einem am 26. Mai 1907 im Kanton Bern vom Volk angenommenen Gesetz, welches die wasserrechtliche Situation wenigstens auf Kantons-ebene klärte und den Kraftwerken ein bedingtes Expropriationsrecht für Wasserkräfte zugestand: «Der Grosse Rat kann den Wasserwerken das Recht der Expropriation erteilen, wenn seitens der beteiligten Grundeigentümer übertriebene Forderungen gestellt werden. Das Gesetz *wird die rationelle Nutzbarmachung der Wasserkräfte erleichtern*, den Wasser- und Elektrizitätswerken viele *Schwierigkeiten und Hindernisse*, mit denen sie bisher zu kämpfen hatten, *aus dem Wege räumen* und also auch die Bestrebungen unserer Gesellschaft fördern.» BKW 1907, 5. Hervorhebungen D. G. Vgl. auch Schulthess-Rechberg 1923.

176 Vgl. oben, S. 248–250.

177 Die Wahl einer Berechnungsweise für die Bestimmung der Bruttowasserkraft hing, wie bereits oben gezeigt, in starkem Masse von der politischen Opportunität des Resultats ab

cherkraftwerken, die verfügbare Menge an Wasserkraft massiv erhöht worden. «Das eidgenössische statistische Bureau berechnet, dass die Schweiz 750000 HP. an nutzbarer Wasserkraft besitze. Dazu lässt sich auf mancherlei Weise die Stärke der Wasserkräfte vermehren oder ganz neue Kraft gewinnen. Es ist daher in allem Ernste berechnet worden, dass die Schweiz in einigen Jahrzehnten über mehr als 1000000, ja vielleicht über 2000000 HP. verfügen könne.»¹⁷⁸ Robert Lauterburg kam nun plötzlich wieder zu Ehren.¹⁷⁹ Obwohl man «für einen solchen Reichtum [...] augenblicklich im Lande keine Verwertung» habe, so würden sich doch einige neue Anwendungsformen «in gar nicht so ferner» Zeit finden, schrieb Nationalrat Vital in der Schweizerischen Wasserwirtschaft und wies damit auf eine zweite Veränderung im soziotechnischen Kontext der Elektrizitätswirtschaft seit den 1890er Jahren hin. «Denken wir zunächst an den elektrischen Betrieb der Eisenbahnen, *der früher oder später kommen muss* und mindestens 400000 HP., vielleicht auch das Doppelte, absorbiert. [...] Mit grosser Aufmerksamkeit folgt daher das ganze Land dem Bundesrat in seinen Bestrebungen, dieser Aufgabe gerecht zu werden, um zu gegebener Zeit die schwarze Kohle des Auslandes durch die inländische weisse Kohle zu ersetzen und uns vom Ausland in dieser Richtung unabhängig zu machen.»¹⁸⁰ Diese Erwartungsgewissheit von Nationalrat Vital über die Elektrifizierung der Bundesbahnen musste bei der MFO und bei der BBC ein positives Echo ausgelöst haben, arbeiteten doch diese Firmen seit Jahren an der technischen und wirtschaftlichen Lösung der elektrischen Vollbahntraktion.¹⁸¹ Ein gewaltiger Absatzmarkt für elektrotechnische Apparate und Maschinen würde sich ihnen erschliessen, falls die Schweizerischen Bundesbahnen ihren Betrieb

und reflektierte nicht nur gewandelte technische Möglichkeiten. Siehe auch die Angaben von Bruno Bauer von 1939: «Die gesamten Rohwasserkräfte betragen gemäss diesen Erhebungen im Durchschnitt vieler Jahre 16,4 Mio. kW, fallen aber gewöhnlich im Februar unter 5 Mio. kW und steigen im Juli über 35 Mio. kW.» Bauer 1939, 291. Ähnliche Differenzen lassen sich übrigens auch bei den zeitgenössischen Berechnung von Renditen der in Kraftwerke investierten Kapitalien feststellen: Je nachdem, ob die ganzen Anlagen oder nur Teile derselben berücksichtigt bzw. ob Durchschnittswerte gesucht oder extreme Beispiele herausgegriffen wurden, änderte sich das Resultat und damit seine politische Instrumentalisierbarkeit. Vgl. etwa die Angaben zur Rendite schweizerischer Kraftwerke von Eduard Will (3,2%) mit jenen von Emil Klöti (17,3%). Trüb 1922, 23 bzw. Protokoll über die Verhandlungen der Expertenkommission für die Bundesgesetzgebung über die Wasserkräfte, 9.–11. Januar 1907, in: Bundesarchiv BA E56, 9–15.

178 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 5.

179 «Der planmässige Ausbau der Akkumulations- und Regulierungsanlagen wird unsere verfügbaren Wasserkräfte zweifellos in einer Weise vermehren, die sich noch der Berechnung, wenigstens einer genauen Berechnung entzieht. Eine sehr interessante Schätzung hat das Amt für Landeshydrographie unternommen; es kommt dabei zum sehr erfreulichen Ergebnis, dass die verfügbaren 884000 HP vermehrt werden können auf 2225600 HP.» AStBuBV, 20. September 1915, 170. Zu Lauterburgs Schätzung und zu Jegers Korrektur derselben siehe oben, S. 253, Anm. 19 bzw. S. 254.

180 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 5.

181 Siehe Wyssling 1946, 260–269. Gugerli 1996b.

elektrifizierten.¹⁸² Während die elektrotechnische Industrie in den 1890er Jahren kategorisch eine bundesstaatliche Einmischung in ihre Branche ablehnte, konnte sie sich in den Jahren vor dem Ersten Weltkrieg durchaus mit dieser Vorstellung abfinden. Vor allem aber war ihr seit der Krise um die Jahrhundertwende klargeworden, dass eine «Ordnung der Wasserkonzessionsrechte auf dem Wege der eidgenössischen Gesetzgebung nicht mehr zu umgehen sein [würde], um wenigstens die Möglichkeit der Einführung des elektrischen [Bahn-]Betriebes zu sichern».¹⁸³

Drittens war der soziotechnische Kontext, in welchem sich die bundesstaatliche Wasserrechtsdebatte bewegte, auch durch die Kantonalisierung von Stromversorgungsunternehmen verändert worden, und diese Entwicklung offerierte argumentative Ressourcen auch für die bundesstaatliche Überformung der Elektrizitätswirtschaft. So konnte Nationalrat Vital auf «den steigenden Kraftbedarf für die Beleuchtung, [...] für die Hausindustrie, die Landwirtschaft, das Handwerk, das Kleingewerbe und – bei genügend heruntergesetztem Preis – für Heizungs- und Kochzwecke» hinweisen und sich dabei soziotechnischer Assoziationsmuster bedienen, die direkt dem Elektrizitätswirtschaftlichen Diskurs der kantonalen Kraftwerke entstammten.¹⁸⁴

Umgekehrt konnten die Kantonswerke von einer bundesstaatlichen Oberaufsicht Koordinationseffekte erwarten, die trotz der Beschneidung von kantonalen Souveränitätsrechten in ihrem Interesse lagen. Es liess sich für die Entwicklung kantonalen Elektrizitätsgesellschaften unschwer feststellen, «dass die Gewässer keine Kantons Grenzen kennen. [...] Noch mehr verschwinden die Kantons Grenzen bei der Verteilung der gewonnenen elektrischen Energie.»¹⁸⁵ Einzig der Bund würde in der Lage sein, bei der «Lösung interkantonalen Konflikte» behilflich zu sein.¹⁸⁶ «Es kann vorkommen, dass eine Gewässerstrecke, die für die Errichtung eines zweckmässigen und

182 Zeitgenössische Schätzungen zum Investitionsbedarf für die Elektrifizierung der Vollbahnen blieben zwar optimistisch tief, es konnte jedoch kein Zweifel bestehen, dass dafür sehr grosse Kapitalien zu mobilisieren sein würden. Ein erster Kredit wurde mit 38,5 Mio. Fr. beziffert. NZZ 309 M1, 7. November 1913. «Hatten die Ausgaben für die Elektrifikation der Bundesbahnen von 1907 bis 1918 die Summe von Fr. 34108536 erreicht, so stiegen sie bereits ein Jahr später auf Fr. 71805145; 1920 waren es Fr. 122952219, im Jahre 1921 erhöhten sie sich auf Fr. 175260363 und 1922 auf Fr. 220179909. In diesen Beträgen sind die Kosten für die Anschaffung elektrischer Lokomotiven und elektrischer Motorpersonenzüge nicht inbegriffen; für die ersteren betragen die Ausgaben bis Ende 1922 Fr. 89098649, für die letzteren Fr. 767848.» Welti 1927, 89–90.

183 SBZ, 30. November 1901. Ferner Klöti 1905, 10–11.

184 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 5. Die gleiche Argumentationsweise wie Vital verwendete ganze sechs Jahre später auch noch Härry in einem zweiteiligen Artikel über «Die wirtschaftliche Bedeutung unserer Wasserkräfte». NZZ 1681, 18. Dezember 1914 und NZZ 1683, 19. Dezember 1914. Vgl. oben, Die «vorsorgliche Pflicht des Staates» und das Recht der Bürger auf Strom.

185 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 3–4.

186 Zu diesem Argument siehe auch Klöti 1905, 26 und SBZ, 31. März 1906.

gewinnbringenden Wasserwerkes ungeteilt notwendig ist, unter der Hoheit mehrerer Kantone steht. Können sich diese nun nicht zur Erteilung einer gemeinsamen Konzession verständigen, oder will einer der beteiligten Kantone eine angemessene Konzession überhaupt nicht erteilen, so liegt die Wasserkraft brach. Das widerspricht jedoch dem öffentlichen Interesse.» Den Modellfall für einen solchen interkantonalen Konflikt bildete das Etzelkraftwerk, weil es «wohl das zutreffendste» Beispiel sei, «um darzutun, dass gewisse Gewässerstrecken nur durch die gemeinsame Mitwirkung mehrerer Kantone in zweckmässiger Weise ausgenutzt werden können, und dass in Ermangelung einer richtigen Erledigung durch die Inhaber der Gewässerhoheit die Intervention des Bundes angezeigt ist».¹⁸⁷ Eine Bundesaufsicht über die Nutzung der Wasserkräfte konnte deshalb durchaus als wirksame Massnahme zur Stützung elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums dargestellt werden, selbst über die in Aussicht gestellte Elektrifizierung der Bundesbahnen hinaus. «Wir sind ganz mit dem Grundgedanken des Gesetzes einverstanden», schrieb der SEV in seinem Jahrbuch von 1910, «dass eine *zweckmässige Nutzbarmachung* der in unserm Lande noch brachliegenden vielen Wasserkräfte durch die künftige Gesetzgebung gefördert und beschleunigt werde und dass die aus den Wasserkräften zu gewinnende Energie aus allgemein volkswirtschaftlichen Erwägungen nach Möglichkeit verbilligt werde. Wir begrüssen es daher, dass Vorschriften aufgestellt werden, welche darauf hinausgehen, alle diejenigen Schwierigkeiten zu beseitigen, welche einer *zweckmässigen und baldigen Ausnützung* der Wasserkräfte hindernd im Wege stehen. Insbesondere begrüssen wir allgemein verbindliche Vorschriften über die Wasserrechtskonzession und wünschten nur, dass es gelingen möchte, auch *einmöglichst einheitliches Konzessionsverfahren* für die Zukunft zu schaffen.»¹⁸⁸

Die soziotechnischen Kontexte, in welchen sich der erste und der zweite bundesstaatliche Politisierungsschub der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft bewegten, könnten unterschiedlicher nicht gewesen sein. Die Tatsache, dass sich die Wasserrechtsdebatte immer wieder der Topoi aus der Frei-Land-Debatte bediente, ändert daran nichts. Von den Vertretern kantonalen Elektrizitätswerke über die Verwaltung der Schweizerischen Bundesbahnen bis zur elektrotechnischen Ausrüstungsgüterindustrie und ihrer Interessenverbände, von den besorgten Demokraten über die bewegten Populisten bis zu den feurigen Patrioten – alle waren sie an der Oberaufsicht des Bundes über die Verwertung der Wasserkräfte interessiert. Die unübersehbare Heterogenität ihrer Motive schloss eine Homogenität des technikalpolitischen Meinungsspektrums nicht aus.

187 Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 5. Ferner AStBuBV, 20. September 1915, 168. Siehe ferner oben, S. 276 ff. sowie Anm. 108.

188 SEV-Jahrbuch 1909/10, 117–118. Hervorhebungen D. G.

Ermöglicht wurde diese Homogenität nicht zuletzt durch die Bildung einer äusserst starken Assoziation zwischen dem, was zeitgenössisch als «zweckmässige» oder «rationelle Gestaltung der Krafternutzung» einerseits und als «Förderung der nationalen Wohlfahrt» andererseits bezeichnet wurde. Beides erforderte eine Bündelung von Kräften. Am Vorabend des Ersten Weltkrieges hiess «rationelle Gestaltung der Krafternutzung», sich beim Bau von Kraftwerken von der Einsicht leiten zu lassen, «dass unser Wasserkräftebesitz zwar bedeutend, aber keineswegs unendlich ist, und dass sich eine kleinliche Zerstückelung auf Jahrzehnte hinaus schwer rächen würde».¹⁸⁹ Während des Kriegs wurde dieser Aspekt noch deutlicher formuliert. «Rationelle Gestaltung der Krafternutzung» hiess nun, «*die gesamte Energieversorgung des Landes unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zu stellen, die rationelle und vollständige Ausnutzung unserer Wasserwerke durch Bildung von interkantonalen Versorgungssystemen zu ermöglichen und die Konkurrenzfähigkeit der Elektrizität durch Einhaltung einer vernünftigen Tarifpolitik zu sichern*».¹⁹⁰ Auch Walter Wyssling befand, man müsse nun nationale, politische, wissenschaftliche und natürliche Kräfte vereinigen: «Uns scheint, es wäre gerade jetzt die Zeit, *walle interessierten Kreise sich vereinigen* sollten, um die Mittel zu grosszügiger Lösung des Problems *zusammenzubringen* und zu organisieren. Das gehört zu *unserem vaterländischen Wirtschaftsprogramm*».¹⁹¹ Je mehr sich der aussenpolitische Horizont verdüsterte, desto mehr entfernte sich die Debatte von ihrem populistischen Ursprung und erhielt eine nationalistische Überformung. Ihre Wurzeln im Elektrizitätswirtschaftlichen Diskurs reichten zwar weit zurück. Man müsse Starkstromanlagen als «einen *Nationalreichtum unseres Landes* betrachten», hatte bereits Nationalrat Köchlin um 1900 verlauten lassen und die vollständige Ausbeutung der Wasserkräfte für die «nationale Wohlfahrt» als einen «schweizerischen Grundsatz» schlechthin bezeichnet: «Wir sollten einmal so weit kommen, dass kein Wässerlein vom Berge läuft, ohne dass es für die *nationale Wohlfahrt* seine Arbeit leistet. Das ist ein schweizerischer Grundsatz, den wir nicht hintanhaltend dürfen».¹⁹² Auch die Initiativebewegung des Jahres 1906 wollte die Wasserkraft, als ein «nationales Gut» der Schweiz, «im Interesse des allgemeinen Volkswohles» und «zur Förderung

189 NZZ 928, 17. Juni 1914.

190 NZZ 1683 M1, 19. Dezember 1914. Hervorhebungen D. G. Vgl. auch den ersten von zwei Artikeln der Neuen Zürcher Zeitung mit dem Titel «Was bringt uns das eidgenössische Wasserrechtsgesetz?» in NZZ 1059 M2, 10. Juli 1914.

191 Bulletin SEV/VSE 1915, 60. Hervorhebungen D. G. Die Tatsache, dass Wyssling diese emotionsgeladenen Worte selbst in einem banalen Artikel über «Kochen und Heizen mit Gas oder Elektrizität» äusserte, zeigt nur, wie sehr nationalistische Elemente den elektrowirtschaftlichen Diskurs bereits durchdrungen hatten. «Wir müssen daher die Verwendung der noch brach liegenden Wasserkraftenergie auch zu Wärmeezwecken als eine nationale Aufgabe betrachten.» Wyssling 1915, 60.

192 AStBuBV, 5. Dezember 1900, 606. Hervorhebungen D. G.

der nationalen Volkswirtschaft» verwertet wissen. Dass man sich jedoch mitten im Krieg solche Aussagen wieder in die kollektive Erinnerung zurückholte¹⁹³ und gleichzeitig von der Elektrifizierung als einem «vaterländischen Wirtschaftsprogramm» sprach bzw. den Bau von «Sammelbecken» und die «Verkettung von Hochdruckwerken mit einem oder mehreren Niederdruckwerken» vorantreiben wollte,¹⁹⁴ verdeutlicht die politische Brisanz nationalistisch aufgeladener elektrowirtschaftlicher und elektrotechnischer Redeströme – bis hin zu ihrer Revitalisierung im Zeitalter der geistigen Landesverteidigung (Abb. 8).

Als das Amt für Wasserwirtschaft 1916 seine statistische Übersicht über die Wasserkräfte der Schweiz publizierte, konnte man den Ausgang der parlamentarischen Debatte zum Wasserrechtsgesetz¹⁹⁵ ohne Schwierigkeiten voraussehen: «Für unser Land ist *die Frage der Energiequelle einwandfrei erledigt*. Der ganze Entwicklungsgang von Technik und Volkswirtschaft führt endlich zur Erkenntnis, dass die Natur uns mit den Wasserkraften für die Kohlenarmut entschädigt.» Das Vorwort zur Wasserkraftstatistik macht deutlich, wie stark sich die elektrizitätswirtschaftlichen Redeströme seit dem ersten bundesstaatlichen Politisierungsschub von 1891 verändert und ins Nationalistische gewandelt hatten: «Um das einmal erkannte Ziel zu erreichen, bedarf es einer *energischen, vorwärtsdrängenden Wirtschaftspolitik*, bedarf es eines *kräftigen Herausringens* aus dem trägen Sichzufriedengeben. Das Aufbieten der *ganzen Kraft* und *das Sicheinfügen in ein grosses Ganzes* ist unumgänglich notwendig. Eine *nationale Pflicht jedes Einzelnen* ist es, sich dieser Erkenntnis zu erschliessen und die leitenden Grundsätze eines emporstrebenden Wirtschaftslebens in allen Gebieten des Gewerbes und Erwerbes zu verkörpern. Denn mit *derrationellen Ausnutzung der Wasserkräfte* allein ist es nicht getan: ein vielgestaltiges Aufnahmevermögen ist auszubilden und *mit unbegrenzten Bedürfnissen zu verketteten*. Auch der Staat muss von diesem Unternehmungsgeist beseelt sein.¹⁹⁶

Damit war der Ausbau der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft bis weit in die Zwischenkriegszeit hinein diskursiv abgesichert. Der Bau von interkantonalen Grosskraftwerken, der Ausbau der von der NOK, den EKZ, den EOS und den BKW angestrebten Verbundwirtschaft sowie die vollständige Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen konnte sich auf diesen nationalistisch aufgeladenen und ideologisch gut verankerten elektrizitätswirtschaftlichen Diskurs abstützen. Die auf eine soziopolitische Bündelung der Kräfte hinlaufenden Redeströme hatten den Weg zu einer elektrotechnischen und elektrowirtschaftlichen Konzentration geebnet. Sie brauch-

193 AStBuBV, 20. September 1915, 170.

194 NZZ 1691 A1, 18. Dezember 1914.

195 Das Bundesgesetz wurde am 22. Dezember 1916 verabschiedet und trat auf den 1. Januar 1918 in Kraft.

196 Amt für Wasserwirtschaft 1916, V–VI. Hervorhebungen D. G.

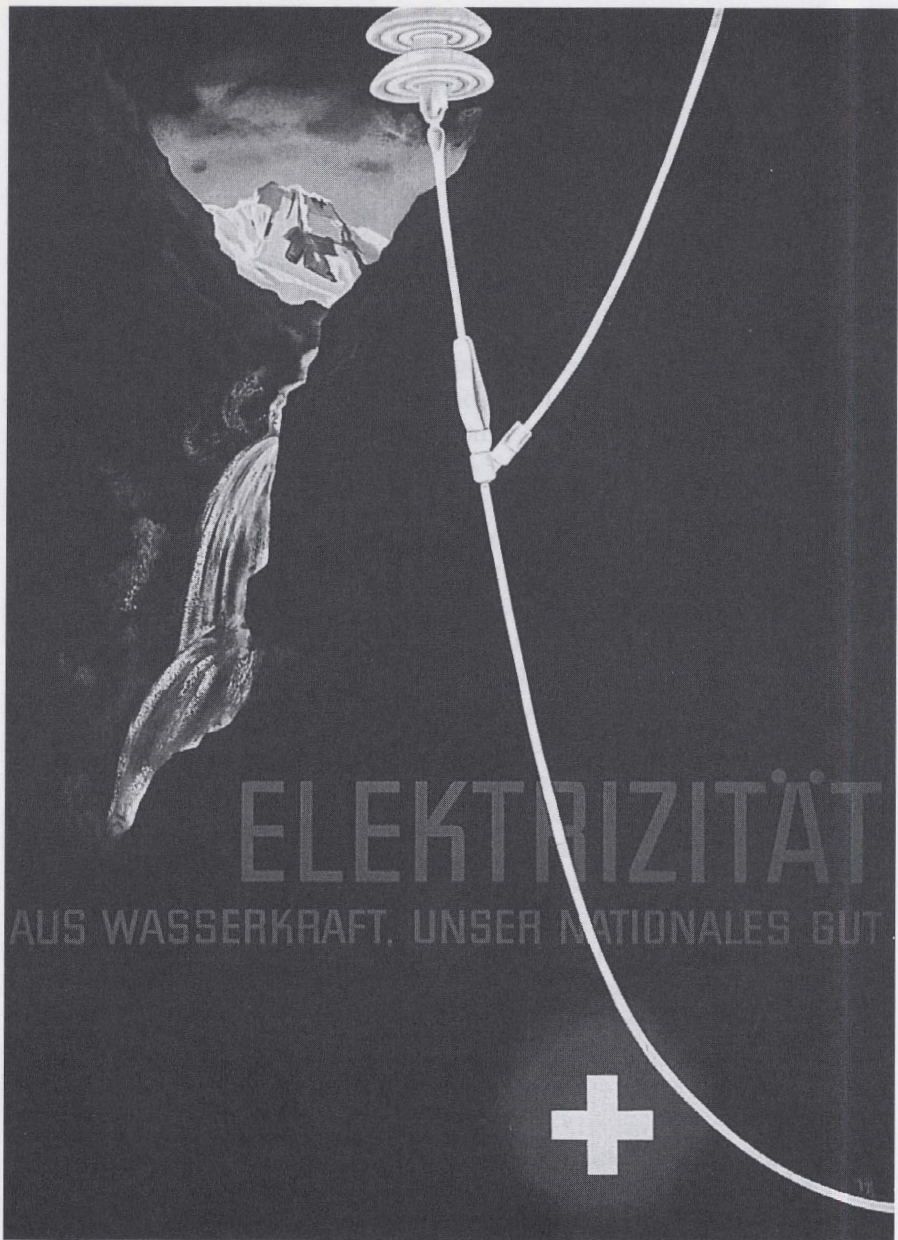


Abb. 8: *Elektrizität aus Wasserkraft, unser nationales Gut*. Alex W. Diggelmann, Plakat *Elektrizität*, 1936. Plakatsammlung Museum für Gestaltung, Zürich.

ten sich – jedenfalls für längere Zeit – kaum mehr um föderalistische und lokale «Sonderinteressen» zu kümmern: Die Elektrizitätswirtschaft war zu einem integralen Bestandteil des schweizerischen Selbstverständnisses geworden.

Warnung vor Kurzschlüssen

Eine problemorientierte Bestimmung des Verhältnisses von Gesellschaft und Elektrotechnik im Medium ihrer diskursiven Vermittlung war das Ziel meiner Studie. Das Projekt würde sich nun allerdings dort kurzschliessen, wo es der Entwicklung einen endgültigen Schlusspunkt setzen wollte. Auch die «Nationalisierung» der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft kurz vor und während des Ersten Weltkriegs kann nicht als ein solches Ende verstanden werden. Sowohl die Rede als auch ihre Ströme sind bis heute weitergeflossen: «There is no off switch to the technological.» – Diese Beobachtung, die nicht nur telefonische, eben: genuin elektrische Rede charakterisiert,² wirft ein indirektes Licht auch auf jenen diffusen Beginn der Elektrifizierung der Schweiz, auf den unbekanntem, von der Publizistik aber immer wieder rekonstruierten und nur so fassbaren Tag, an dem der (elektrische) Strom zum ersten Mal eingeschaltet³ und damit – in den Worten Walter Boveris – «die Hauptsache, der Anfang»⁴, geschafft worden ist. Einen solchen eindeutigen Anfang der Elektrifizierung der Schweiz hat es jedoch ebensowenig gegeben, wie sich ein Ende der Redeströme feststellen lässt.⁵ Um so wichtiger scheint es mir, die diskursiv konstruierten Anfänge und in die Zukunft projizierten Erwartungen zum Gegenstand unserer Reflexion zu machen und auf ihre orientierungstiftende Funktion hin zu überprüfen.

Die von der technikgeschichtlichen Konstruktion des Schalters und des Anfangs gewährleistete kollektive Absicherung gegen die Unübersichtlichkeit des technischen Wandels wurde nämlich selbst dann nicht überflüssig, als man «für unser Land die Frage der Energiequelle» für «einwand-

1 Ronell 1989, User's Manual.

2 In «The Telephone Book. Technology, Schizophrenia, Electric Speech» konstruiert Avital Ronell Diskurse um und durch das Telefon: «Lodged somewhere among politics, poetry, and science, between memory and hallucination, the telephone necessarily touches the state, terrorism, psychoanalysis, language theory, and a number of death-support systems.» Ronell 1989, 3.

3 «[...] the day current was first switched on». The Electrical World, 9. Juni 1894, 767. Siehe auch den Titel (Power on) der Elektrowatt-Festschrift. Steigmeier 1995b.

4 Ms. Boveri, 26. Februar 1888, 72–73.

5 Während ich diese Zeilen schreibe, wird im Aushang einer Tageszeitung ein Artikel mit dem Titel «Stromtarife jenseits der Marktregeln» angekündigt, der mit einem postmodernistischen «anything goes» anhebt: «Was kostet eine Kilowattstunde (kWh) Strom? 6 bis 7 Rappen? 18 Rappen? oder 3 Rappen? *Alles ist richtig, aber nichts ist klar* [...]». Tages-Anzeiger, 21. November 1994, 31. Hervorhebung D. G.

frei erledigt» hielt.⁶ So wie bereits die Utopie der Engadiner Elektrosonne als letzte Stufe einer von der Kerze über die Öl- und Petrollampe bis zum Neolin- und zum Gaslicht führenden Leiter modelliert worden war,⁷ so hatten sich auch um 1914 die Bedingungen einer elektrifizierten Welt als eine Sequenz technikgeschichtlicher Hauptereignisse zu präsentieren, mit dem einzigen Unterschied, dass sich nun jeder dieser kanonischen Augenblicke mit einem exakten Datum verbinden liess: «Als markanteste Punkte dieser Entwicklung gelten der Bau der erstenpraktisch gut arbeitenden Stromerzeugungs-Maschine durch Werner von Siemens im Jahre 1866, die Eröffnung der ersten elektrischen Bahn in Berlin im Jahre 1879, und die Inbetriebsetzung der ersten elektrischen Kraftübertragung auf grosse Distanzen», schrieb der Oberingenieur der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich im Vorwort seiner Schrift zum Verhalten gegenüber elektrischen Anlagen und verwies «selbstverständlich» auch auf die kanonische Kraftübertragungseinrichtung zwischen Kriegstetten und Solothurn von 1886 sowie auf das Frankfurter Übertragungsexperiment von 1891.⁸

Eine solche Modellierung technikhistorischer Entwicklung stellte weiterhin die Grundlage sowohl für die Generalisierung der Anwendbarkeit elektrischer Energie als auch für die Bestimmung des richtigen «Verhaltens gegenüber elektrischen Anlagen» dar: «Jetzt konnte die in ihrer vortrefflichen Gefügigkeit und Anpassungsfähigkeit einzig dastehende Energieform Elektrizität ihren Siegeszug in alle Welt antreten, um in tausenderlei Form dem Menschen in allen Lebensphasen ihre Erzeugnisse, ihre Einwirkungen, ihre Mitarbeit darzubieten. Heute können wir die Elektrizität nicht mehr missen, auf Schritt und Tritt begegnen wir ihren Anwendungen.⁹ Elektrotechnische Redeströme brechen nicht ab und erreichen in diesem Sinne auch kein Ziel: aber sie werden, wie ihre Technik, allgegenwärtig.

In der offiziösen Darstellung des Oberingenieurs führt der Siegeszug der Elektrizität durch alle Welt direkt in die von Armin Kellersberger schon 1894 vorausgeahnte Zeit, in der die Versorgung mit Elektrizität ein «unentbehrliches Weltbedürfnis» geworden ist.¹⁰ Bertschingers Bild vom Siegeszug

6 Amt für Wasserwirtschaft 1916, V.

7 Vgl. Kap. 1, Die Engadiner Kunstsonne.

8 Bertschinger 1914, 2–3. Zur Konstruktion von Technikgeschichte als eine feste Abfolge wichtiger Ereignisse siehe oben Kap. 3, Die Frankfurter elektrotechnische Ausstellung.

9 Bertschinger 1914, 3. Siehe auch EKZ 1911/12, 15 «Die Herstellung der Metalldrahtlampe auch für geringere Kerzenzahl bedeutet den *endgültigen Sieg* des elektrischen Lichts über die Petroleumbeleuchtung.» Für eine Kritik an diesem «behaupteten Siegeszug» seitens der Gasgesellschaften vgl. NZZ 128 A3, 9. Mai 1911. Zur imperialistischen Konnotation des Bildes vom Siegeszug der Elektrotechnik sei als Beispiel die Schrift von Schulz und Kahl 1910 angeführt («Deutsche Elektrotechnik im Ausland. Ein Siegeszug der deutschen Industrie»).

10 «[...] wenn [die Elektrizität] einmal so sehr alle täglichen Bedürfnisse und Verhältnisse beherrscht, dass wir sie im Gilettäschchen, wie die Uhr, für den Kleingebrauch in den verschiedensten Dingen nötig haben, kurz, wenn sie allgemeines und unentbehrliches Weltbedürfnis geworden ist [...]» AStBuBV, 13. Dezember 1894, 322.

entlastet dabei die Elektrotechnik ganz von Problemen der Vermittlung. All die oben nachgezeichneten Anpassungsleistungen der schweizerischen Gesellschaft an die Bedingungen elektrowirtschaftlichen Wachstums bleiben ebenso unerwähnt wie die von dieser Gesellschaft betriebenen Remodelierungen der Elektrotechnik.

Dass ein tieferes historisches Verständnis der Elektrifizierung der Schweiz jedoch nur möglich ist, wenn sowohl die Rede vom Siegeszug als auch dieser selbst problematisiert und in der ganzen Komplexität rekonstruiert wird, sollte die vorliegende Studie deutlich genug gezeigt haben; selbst der nachfolgende Versuch einer Zusammenfassung kann sich dieser Tatsache nicht ganz entziehen.

Die erste Phase elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums in der Schweiz war eine von der elektrischen Beleuchtung als Luxuskonsum gekennzeichnete, in der vor allem in Zentren des europäischen Nobeltourismus, aber auch in einigen repräsentationsbewussten Städten wie Genf, Zürich und Luzern elektrische Beleuchtungseinrichtungen installiert wurden. Die fulminante Beleuchtung der Landesausstellung von 1883 mit elektrischen Bogenlampen stellte einen wichtigen, während vieler Jahre im kollektiven Gedächtnis bewahrten Referenzpunkt dar, nicht zuletzt auch deshalb, weil sie in der praktischen Gestaltung der Beleuchtungseinrichtung den expansiven Anspruch elektrischen Lichts demonstrierte. Die Assoziationsangebote elektrischer Beleuchtungseinrichtungen richteten sich zu Beginn der 1880er Jahre über die schweizerische Festkultur, die städtischen Repräsentationsbedürfnisse sowie den touristischen Luxuskonsum hinaus auch bereits an eine elegante bürgerliche Wohnkultur. Voraussetzung dafür war die Zivilisierung der Bogenlampe zur elektrischen Glühbirne. Sie erst machte Elektrotechnik im wahren Sinne des Wortes salonfähig. Ihr hoher Preis, der die Kosten alternativer Beleuchtungstechniken mehrfach überstieg, war einer punktuellen Implementierung deshalb nicht abträglich, weil sich damit neue soziale Distinktionspotentiale aufbauen liessen. Dem elektrotechnischen Diskurs kam in dieser Phase der Versuche und Experimente die Aufgabe zu, ein möglichst breites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten elektrischer Beleuchtung aufzuzeigen und die Technik selbst als an die bestehende technische Praxis anschlussfähig zu modellieren.

Seit Mitte der 1880er Jahre beschäftigten sich Ingenieure und Techniker, auch in der Schweiz, zunehmend mit dem Problem der Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. Am Beispiel der Kraftübertragungseinrichtung zwischen Kriegstetten und Solothurn (1886) wurde dargestellt, wie die von Charles Brown und seinen Mitarbeitern entwickelte Einrichtung in einem aufwendigen publizistischen Verfahren von der Werkstatt nach Kriegstetten und von dort wieder zurück in die technischen Büros und Fabrikhallen geführt wurde, um danach den Elektrotechnikern als generalisiertes Handlungsmuster, als Paradigma, zu dienen. Einen zweiten Prozess

diskursiver Generalisierung stellte die publizistische Verarbeitung des Kraftwerks Thorenberg-Luzern dar, welches das Paradigma der Übertragbarkeit um das Paradigma der zentralen Produktion und des dezentralen Konsums elektrischer Energie ergänzte. Auch hier wurde deutlich, wie der elektrotechnische Diskurs Anschlussfähigkeiten verwaltete und elektrische Beleuchtung als ubiquitäre, in beliebigen Kontexten der städtischen Lebenswelt verwendbare Technik modellierte, nicht zuletzt unter Benützung einer technikreligiösen Metaphorik. Paradigmen sind generalisierte Handlungsmuster, aber keine Vorschriftenkataloge. Sie bedürfen deshalb der permanenten Übersetzung und Rekontextualisierung. Der Prozess einer Übertragung des Luzerner Paradigmas in einen neuen Kontext – vorgeführt am Beispiel der Vorbereitung einer umfassenderen elektrischen Beleuchtung der Stadt Zürich – öffnet den Blick auf Prozesse des technischen Lernens und technischen Wandels. Kraftwerke und Verteilanlagen sind auch dort, wo die Techniker-gemeinschaft über stark standardisierte Vorstellungen darüber verfügte, wie solche Anlagen zu projektieren, zu bauen und zu betreiben waren, nicht als Klone des Paradigmas erstellt worden. Die notwendigen Anpassungsleistungen der Technik an den jeweiligen Kontext sowie die Modellierung eines technikkompatiblen Kontextes waren an soziotechnische Lernprozesse gebunden und beschleunigten den technischen Wandel.

Dieser technische Wandel offenbarte gegen Ende der 1880er Jahre schier unüberwindbare Probleme, die zur eigentlichen Spaltung der Elektrotechniker-gemeinschaft in ein Gleichstrom- und in ein Wechselstromlager führte. Bisher als gesichert geltende Bestände elektrotechnischen Wissens wurden von der einen Seite ebenso vehement verteidigt, wie die andere sie angriff und in Zweifel zog. Der Systemstreit führte insbesondere bei städtischen Behörden zur völligen technischen Orientierungslosigkeit und damit zur Blockierung ihrer Elektrifizierungsvorhaben. In diesem Kontext hat die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung von 1891 Wesentliches zur Lösung des Systemstreites beigetragen, indem sie ein Forum für einen kollektiven technischen Lernprozess bildete. Das anlässlich der Ausstellung von der Maschinenfabrik Oerlikon und der AEG durchgeführte Übertragungsexperiment mit hochgespanntem Wechselstrom und sein für Hunderttausende sichtbar gemachter Erfolg war allerdings mehr als bloss ein gigantischer Werbefeldzug der Wechselstrompartei. Der Ausgang des Experimentes war keineswegs mit jeder Sicherheit vorauszusagen; die Gleichstromanhänger hatten sich gerade deshalb ebenfalls für den Versuch interessiert – in der nicht unberechtigten Hoffnung, das gewagte Joint-venture der MFO und der AEG würde irgendwo zwischen Lauffen und Frankfurt in einem elektrischen Lichtbogen verglühen. Die diskursive Verarbeitung des experimentellen Erfolgs – darin ist die eigentliche Bedeutung des Ereignisses zu suchen – führte zu einer grundsätzlichen Neuorientierung der technischen Öffentlichkeit in der Schweiz. «Frankfurt» wurde zu einem Markstein in der Geschichte der Elektrotechnik,

definierte neue Wahrnehmungsregeln und steckte kollektive Erwartungshorizonte ab, in denen eine veränderte physikalische Ökonomie der Übertragung sowie die Anfänge einer elektrizitätswirtschaftlichen Skalenökonomie Platz hatten. Die von der Ausstellung am Main ausgehenden Redeströme stifteten ein neuartiges Vertrauen in die Zukunftsträchtigkeit der Elektrotechnik, indem sie eine im Vertrauen auf die kommunikative Überwindbarkeit von soziotechnischen Krisen und Engpässen abgestützte kollektive Sicherheit begründeten. Auch bei zukünftigen diskursiven Kurzschlüssen, so war nun anzunehmen, konnte man in letzter Instanz mit der Funktionstüchtigkeit einer «kommunikativen Schmelzsicherung» rechnen – die Frankfurter Erfahrung zeigte, dass es Mittel und Wege der intersubjektiven Verständigung gab, welche das Schlimmste verhüten konnten.

Die wechselseitige Kompatibilisierung von Elektrotechnik und Gesellschaft fand in der Schweiz in einem Kontext statt, der weitgehend von technischen Netzwerken geprägt war. Das Systemsyndrom des 19. Jahrhunderts hat die Spielräume des elektrizitätswirtschaftlichen Diskurses ebenso stark eingeschränkt, wie es die elektrotechnische Praxis vorgeformt hat: Die im Wasserbau, im Strassenbau, im Eisenbahnbau, in der Telegrafie, aber auch in der Kartographie und in der Hydrometrie zu beobachtende technisch-wissenschaftliche Vernetzung natürlicher Räume stellte einen wichtigen Erfahrungshintergrund für den Aufbau elektrischer Versorgungsnetze dar. Noch prägender waren diese Vorgaben im städtischen Lebensraum. Trinkwasserversorgung, Druckwasserversorgung, Stadtentwässerung, Gasversorgung und elektrische Telekommunikation hatten technische Handlungsmuster hervorgebracht, an denen sich der Aufbau städtischer Stromversorgungen orientieren konnte, aber auch orientieren musste.

Elektrotechnische Entwicklung hat sich jedoch keineswegs einfach mit den vorgegebenen Bedingungen abgefunden, sondern schon in den 1880er Jahren ihren eigenen Kontext zu verändern begonnen. Die wichtigsten und frühesten Veränderungen betrafen erstens den Aufbau einer praxisorientierten elektrotechnischen Fachkompetenz und zweitens den Aufbau eines elektrotechnischen Alltagsverständnisses «beim Publikum». Der elektrotechnische Diskurs modellierte seit Mitte der 1880er Jahre einen Idealtyp des Elektroingenieurs, der sowohl alte wie auch neue technische Wissensbestände und Fähigkeiten kombinieren sollte und der sich selbst und seiner Umwelt als «Macher» vorgestellt wurde. Der Aufbau eines solchen Selbst- und Fremdverständnisses war nicht zuletzt ein Reflex der Notwendigkeit, Elektrotechnik in bereits bestehende technische Kontexte einzubetten und sie mit diesen zu kompatibilisieren. Die Kombination von Wissensbeständen und Fähigkeiten aus ganz unterschiedlichen technischen Bereichen (Maschinenbau, Feinmechanik, Schwachstromtechnik) bot einerseits die Möglichkeit, solche Anpassungsleistungen zu erbringen und erlaubte andererseits die Rekrutierung von Technikern und Ingenieuren, bevor eigenständige elek-

trotechnische Ausbildungsgänge existierten. Auch durch den Aufbau eines kollektiven Grundverständnisses mit elektrotechnischen Vorgängen, Maschinen und Apparaten veränderte sich der Kontext, in welchem sich Elektrotechnik zu entfalten begann. Populärwissenschaftliche Experimentalvorträge, Ausstellungen und Artikel in der Tagespresse erhöhten den Vertrautheitsgrad der schweizerischen Gesellschaft mit Elektrotechnik in einer Weise, die geeignet war, Angst vor dem Neuen abzubauen und seine Akzeptanz zu erhöhen.

Die zweite Wachstumsphase der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, die um 1893/94 einsetzte und bis zur Jahrhundertwende andauerte, zeichnete sich durch einen Ausbau branchenspezifischer Institutionen und durch eine doppelte Politisierung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft aus. Komplementär zur Ablehnung einer Petition der Gesellschaft Frei-Land, welche die Monopolisierung der schweizerischen Wasserkräfte beim Bund gefordert hatte, wurde Elektrizitätsversorgung zum integralen Bestandteil städtischer Infrastrukturpolitik. Dies war für das Elektrizitätswirtschaftliche Wachstum insofern von Bedeutung, als dadurch die Finanzierung von Elektrizitätswerken trotz der fehlenden Investitionsbereitschaft des Bankensektors möglich wurde. Der zunehmend politisierte Elektrizitätswirtschaftliche Diskurs integrierte nun so unterschiedlich motivierte Interessen wie Grossstadtpolitik, städtische Sozialpolitik («Hebung des Handwerks und des Kleingewerbes») und den Ausbau und die Vereinheitlichung des binnenstädtischen Verkehrswesens (elektrische Strassenbahnen). Das betriebswirtschaftliche Überleben dieser städtischen Stromversorgungsunternehmen ermöglichte sowohl die Quersubventionierung zwischen verschiedenen städtischen Betrieben als auch die Abgabe von verbilligtem Strom für kleine, nur ausserhalb der Beleuchtungszeiten betreibbare Elektromotoren, welche die Ladungsverhältnisse in städtischen Kraftwerken verbesserte.

Elektrizitätswirtschaftliches Wachstum wurde in den 1890er Jahren nachhaltig durch den Aufbau einer soliden Definitionsmacht der Interessenverbände (SEV/VSE) gefördert, deren Anspruch auf Selbstkontrolle sich im sicherheitstechnischen Bereich (Technisches Inspektorat) durchsetzen konnte und 1902 vom Bundesgesetz über Starkstromanlagen gestützt wurde. Das gleiche Gesetz verschob zudem Wachstumsgrenzen im Bereich des Leitungsbaus, indem es den Elektrizitätsgesellschaften dafür nicht nur Expropriationsrechte zugestand, sondern die entsprechenden Verfahren auch stark vereinfachte.

Ebenfalls in den 1890er Jahren wurde die elektrotechnische Ausbildung in den Aufgabenbereich des Eidgenössischen Polytechnikums bzw. der technischen Mittelschulen (Technika) integriert und damit ein akuter Mangel an qualifizierten Elektrotechnikern und Elektroingenieuren beseitigt. Hier zeigte sich ein weiteres Mal, wie stark elektrotechnische und Elektrizitätswirtschaftliche Entwicklung von Vorleistung abhängig war. So erfolgte der

Aufbau elektrotechnischer Ausbildungsgänge durch eine funktionale Differenzierung der bestehenden Ausbildungsmöglichkeiten und schloss sowohl institutionell als auch inhaltlich an Ausbildungsformen des Maschinenbaus und der angewandten Physik an.

Entgegen den zeitgenössischen Erwartungen haben Banken bis zur Mitte der 1890er Jahre keine Direktinvestitionen in die schweizerische Elektrizitätswirtschaft getätigt; als Risikokapitalgeber spielten sie bei der Elektrifizierung der Schweiz keine Rolle. Selbst die Gründung einer Reihe von branchenspezifischen Finanzierungsgesellschaften um 1895/96 blieb in ihrer direkten Wirkung relativ bescheiden. Als folgenreicher sollte sich dagegen die Beteiligung der schweizerischen Banken an diesen meist im Ausland operierenden Gesellschaften erweisen, weil die Banken damit Einblick in die wirtschaftlichen Bedingungen gewannen, unter denen Elektrizitätswerke zu operieren hatten. Gestützt auf ihr so erworbenes Know-how haben die grossen Geschäftsbanken in der zweiten Hälfte der 1890er Jahre damit begonnen, einen Teil des Kapitalbedarfs der Elektrizitätswirtschaft abzudecken. Dieser Bedarf an Kapital muss wesentlich grösser gewesen sein, als man bisher annahm. Das ist insofern ein wichtiges Ergebnis, als es indirekt auf die grosse Bedeutung verweist, welche städtisch kommunalen Investitionen für die Elektrifizierung der Schweiz zukam.

Alle institutionellen Neuschöpfungen oder Veränderungen institutioneller Sicherheiten der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft in den 1890er Jahren wurden von einer hochdifferenzierten Publizistik gefördert, die sich durch einen immer kohärenteren elektrizitätswirtschaftlichen Diskurs auszeichnete. Die von den Verbänden angestrebte «Ordnung der Dinge» liess sich nur mit dieser Unterstützung etablieren. Darüber hinaus trug der elektrizitätswirtschaftliche Diskurs wesentlich dazu bei, die «Ängstlichkeit des Kapitals» zu überwinden. Beide Phänomene basierten zu einem nicht geringen Teil auf der Ausweitung des diskursiven Aktionsraums der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Die zweite Hälfte der 1890er Jahre erlebte unter dem Einfluss dieses Diskurses eine eigentliche Elektroephorie, welche schliesslich zu einer Überhitzung des Kraftwerkbaus führte.

Um die Jahrhundertwende kam es deshalb zu einer tiefen strukturellen Absatzkrise der Elektrizitätswirtschaft sowie zu einem vorläufigen Ende des Kraftwerkbaus. Die dritte und letzte Wachstumsphase der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, welche die vorliegende Studie behandelt, setzte erst wieder um 1904 ein und stand ganz im Zeichen einer verstärkten Politisierung der Stromversorgung. Bereits während der Krise begannen sich die Diskurse auf eine Kantonalisierung der Elektrizitätswirtschaft zuzubewegen. Neu an diesem Politisierungsschub war das explizit formulierte Ziel einer einheitlichen Versorgung auch ländlicher Gebiete mit elektrischem Strom. Die um 1905 einsetzende Gründungswelle von kantonalen Elektrizitätsgesellschaften lösten diesen Anspruch vor allem durch eine aggressive Tarif-

politik und einen intensivierten Bau von Verteilungsnetzen ein. Das Recht der Bürger auf Strom schlug sich in massiven Strompreissenkungen nieder, ermöglicht durch eine gesteigerte Skalenökonomie im Kraftwerkbau einerseits und eine aktive Förderung eines immer breiteren Spektrums von stromkonsumierenden Apparaten andererseits.

In die Gründungszeit der ersten kantonalen Elektrizitätsgesellschaften fiel auch ein weiterer, bundesstaatlicher Politisierungsschub der Elektrizitätswirtschaft, in welchem sich die Elektrizitätswirtschaftliche Rede stark nationalistisch einfärbte. Diese politische Überformung kombinierte diskursive Elemente der Frei-Land-Petition in einem gewandelten Kontext und führte 1908 zur verfassungsmässigen Oberaufsicht des Bundes über die Ausnutzung der Wasserkräfte. Während des Ersten Weltkriegs wurde sie in einem Bundesgesetz konkretisiert, das den interkantonalen Grosskraftwerkbau und die noch während des Kriegs einsetzende Elektrifizierung des Eisenbahnnetzes ermöglichte.

Diese technische Verschränkung von Eisenbahn und Elektrizität liesse sich vielleicht als Sinnbild lesen für die vollendete Einbindung der Elektrotechnik in die soziotechnische Lebenswirklichkeit des «langen» 19. Jahrhunderts. Nur gerieten wir dann wieder in gefährliche Nähe zum vielzitierten «Siegeszug der Elektrizität» und der Apotheose einer total elektrifizierten Welt. Diese Sicht verstellte wiederum den Blick auf alles, was sich seit den 1880er Jahren im Hin und Her zwischen Begriffen und Artefakten, Argumentationsfiguren und Maschinen, Metaphern und Gemeinplätzen verknüpft, gekreuzt, verschoben, überworfene und verstärkt hatte, und wir müssten darauf verzichten, die faszinierende Assoziationsleistung elektrotechnischer und elektrowirtschaftlicher Redeströme verstehen zu wollen.

Dank

Walter Boveris Behauptung, «dass man nur den Anfang schaffen müsse», kann mich auch im Rückblick auf die letzten Jahre intensiver Arbeit an historischen Texten nicht überzeugen. «Angefangen» hat es nämlich ganz gemütlich, mit einem Nachtessen bei Rudolf Braun, wo wir eine seiner so zahlreichen Ideen für spannende Forschungsthemen besprachen. Gemeinsam mit Hansjörg Siegenthaler und Bettina Heintz diskutierten wir im Herbst 1988 erstmals das Projekt, eine Geschichte der Elektrifizierung der Schweiz zu schreiben. – «Wenn nur einmal der Anfang gemacht ist, dann kommen die Schwierigkeiten von allein», möchte ich Boveri heute sagen hören. Es waren Schwierigkeiten, bei denen ich auf Hilfe und Unterstützung jeder Art angewiesen war. Verschiedene Institutionen haben mir für die Durchführung der im wesentlichen vom Schweizerischen Nationalfonds finanzierten Forschung Gastrecht gewährt: das Programa sobre Ciencia y Tecnología am Colegio de México, das Maison des Sciences de l'Homme in Paris, das History of Science Program der Stanford University, das Internationale Forschungszentrum Kulturwissenschaften in Wien, das Centro para la Innovación Tecnológica der Universidad Nacional Autónoma de México und immer wieder die Forschungsstelle für Schweizerische Sozial- und Wirtschaftsgeschichte an der Universität Zürich. Eine Einladung als Fellow ans Wissenschaftskolleg zu Berlin hat es mir ermöglicht, den grössten Teil der Arbeit unter Bedingungen zu schreiben, von denen man sonst nur träumen kann. Freunde und Bekannte haben oft genug grössere Wechsel auf meine Durchhaltefähigkeit und Schreibkraft gezogen, als ich immer hätte decken können, und die vorliegende Studie kann nur die symbolische Einlösung einer langjährigen Dankeschuld für ihre Unterstützung sein. Mit scharfer, weil wohlgemeinter Kritik oder mit sanftem Druck und hartnäckiger Aufmunterung halfen sie mir, auch in schwierigen Monaten das Ziel immer wieder neu zu suchen. Sie haben Texte gelesen und kommentiert, und sie haben den neuesten Archivnachrichten zugehört, beim Bier, im Café oder im Seminar, in Briefen, Telefonaten und «e-mails». Ulrich Pfister, Erich Projer, Heinz Lipuner, Timothy Lenoir, Hans-Jörg Rheinberger, Kurt Wölfel, Bruno Fritzsche, Hansjörg Siegenthaler und Yehuda Elkana, aber auch meinen Eltern und Geschwistern bin ich dafür zu grossem Dank verpflichtet. Herzlichen Dank für ihr Interesse und ihre offene Gesprächsbereitschaft schulde ich ebenfalls José Alejos, Sebastian Brändli, Markus Bürgi, Rivka Feldhay, Barbara Helbling, Thomas P. Hughes, Rudolf Jaun, Friedrich Kittler, Jürgen Kocka, Norbert

Lang, Margrit Müller, Lutz Musner, Alejandro Nadal, Joachim Nettelbeck, Helga Nowotny, Tobias Straumann, Daniel Vischer, Lukas Vogel und Stanislaus von Moos. Max Epper, Roman Pargätzi und Hans-Rudolf Wiedmer haben viel dazu beigetragen, dass das Manuskript einer Habilitationsschrift schliesslich als Buch erscheinen konnte.

Wie sehr ich, bei all dieser Unterstützung, immer auch auf die Hilfe von Elena Lazos Chavero angewiesen war, lässt sich ebensowenig in Worte fassen, wie ich die aufmunternd schelmischen Blicke unserer Tochter Anna und die verschmitzte Zufriedenheit ihrer Schwester Julia beschreiben könnte. Ihnen sei diese Arbeit in tiefer Dankbarkeit gewidmet, am einfachsten mit den Worten Violeta Parras: Gracias a la vida.

Tepepan-Xochimilco, im Februar 1996

Anhang

Quantitative Beschreibung des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums bis 1914

Die in Tab. 9 (S. 312 f.) zusammengestellten Daten beruhen auf einer Nachberechnung der in Wyssling 1946, 174–204 publizierte Tabelle «Schweizer elektrische Kraftwerke in ihrer Entwicklung, ihren Anfängen und Wandlungen und heutiger Stand der Werke und Verteilanlagen». Im Unterschied zu Wysslings eigener Zusammenfassung dieses Tabellenwerkes (Wyssling 1946, 498–501) wurde der laufende Ausbau bestehender Elektrizitätswerke mit berücksichtigt.

Zur Berechnung der einzelnen Kolonnen in Tab. 9:

- c Jährlich neu installierte Primärkraft in PS, mit Berücksichtigung des Ausbaus bestehender Werke.
- d Unter Einrechnung der 1882 in Lausanne installierten Primärkraft von 180 PS. Gilt ebenso für die Kolonnen f, g, h, j, k.
- e Geschätzt nach Wyssling 1946, 164–165.
- f $0,736 * d$
- g $24 * 365 * f / 1000000$. Die hypothetische Generierungskapazität bei einem ununterbrochenen, 8760 Std. im Jahr dauernden Betrieb aller Anlagen und unter vollkommener Ausnützung der installierten Primärkapazität, ohne Berücksichtigung des tatsächlichen Nutzeffektes der hydroelektrischen Anlagen und bei optimalen, konstanten Wasser-Verhältnissen.
- h $e * g$. Schätzung der effektiven Jahresproduktion.
- j h / i
- k Zur Berechnungsweise vgl. Kap. 5, Kapitalbedarf und die «Ängstlichkeit des Kapitals», S. 225–231.

Um Scheingenaugkeiten zu vermeiden, wurden alle Angaben gerundet, mit Ausnahme der Kolonnen c, d und f. Zu den verwendeten Einheiten siehe auch Bairoch 1987, 42.

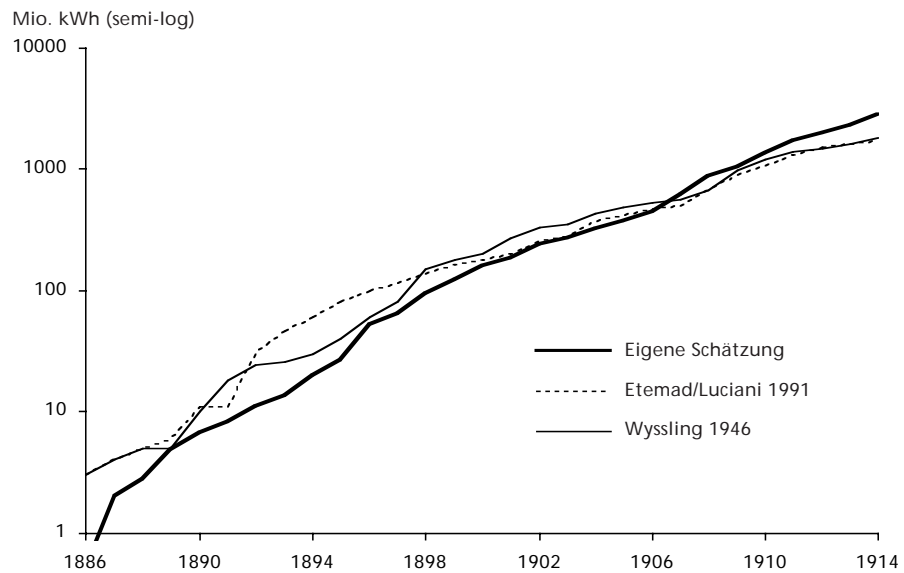
Tab. 9: *Quantitative Beschreibung des Elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums in der Schweiz, 1886–1914*

	Neue Kraftwerke	Mittlere Grösse neu installierter Primärmotoren	Jährlich neu installierte Primärkraft	Kumulierte Primärkraft	Auslastungsfaktor der installierten Primärkraft	Kumulierte Primärkraft	Kumulierte maximale Jahresproduktion	Effektive Jahresproduktion	Bevölkerung der Schweiz	Jährliche effektive Produktion	Kumulierte Gesamtinvestitionen
(n)	(PS)	(PS)	(PS)	(PS)	(PS)	(kW)	(Mio. kWh)	(Mio. kWh)	(Mio. n)	(kWh)	(Mio. Fr.)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	
1886	4	129,5	518	698	0,11	514	4,5	0	2,83	0	1
1887	1	2000	2000	2698	0,114	1986	17,3	2	2,91	1	5
1888	3	306,7	920	3618	0,119	2663	23,3	3	2,92	1	6
1889	8	286,9	2295	5913	0,125	4352	38,1	5	2,95	2	10
1890	9	219,8	1978	7891	0,13	5808	50,8	7	2,98	2	12
1891	5	310	1550	9441	0,136	6949	60,8	8	3	3	15
1892	14	192,5	2695	12136	0,142	8932	78,2	11	3,03	4	18
1893	10	176,8	1768	13904	0,15	10233	89,6	13	3,04	4	21
1894	15	393,8	5907	19811	0,155	14581	127,7	20	3,08	6	29
1895	7	792,1	5545	25356	0,16	18662	163,4	26	3,11	8	36
1896	13	1771,5	23030	48386	0,166	35612	311,9	52	3,15	16	67
1897	19	507,2	9637	58023	0,172	42705	374,1	64	3,19	20	78
1898	17	1440,6	24490	82513	0,176	60730	532	94	3,23	29	108
1899	10	1980	19800	102313	0,184	75302	659,6	121	3,26	37	130

Tab. 9: *Quantitative Beschreibung des elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums in der Schweiz, 1886–1914 (Fortsetzung)*

	Neue Kraftwerke	Mittlere Grösse neu installierter Primärmotoren	Jährlich neu installierte Primärkraft	Kumulierte Primärkraft	Auslastungsfaktor der installierten Primärkraft	Kumulierte Primärkraft	Kumulierte maximale mögliche Jahresproduktion	Effektive Jahresproduktion	Bevölkerung der Schweiz	Jährliche effektive Produktion	Kumulierte Gesamtinvestitionen
(n)	(PS)	(PS)	(PS)	(PS)	(kW)	(kWh)	(Mio. kWh)	(Mio. kWh)	(Mio. n)	(kWh)	(Mio. Fr.)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	
1900	14	2031,8	28445	130758	0,19	96238	843	160	3,32	48	162
1901	23	423,7	9745	140503	0,202	103410	905,9	183	3,33	55	169
1902	20	1577	31540	172043	0,214	126624	1109,2	237	3,38	70	201
1903	12	927,2	11126	183169	0,226	134812	1181	267	3,39	79	208
1904	15	1682,3	25235	208404	0,238	153385	1343,7	320	3,47	92	230
1905	16	1490,6	23850	232254	0,25	170939	1497,4	374	3,52	106	248
1906	18	1228,9	22120	254374	0,27	187219	1640	443	3,56	124	263
1907	18	4095	73725	328099	0,29	241481	2115,4	613	3,6	170	328
1908	23	4845,9	111455	439554	0,31	323512	2834	879	3,65	241	433
1909	18	1786,6	33945	473499	0,345	348495	3052,8	1053	3,69	285	458
1910	13	5851,2	76065	549564	0,38	404479	3543,2	1346	3,75	359	522
1911	12	6667,3	80007	629571	0,42	463364	4059,1	1705	3,78	451	588
1912	12	3296,3	39555	669126	0,46	492477	4314,1	1984	3,83	518	613
1913	8	5692,5	45540	714666	0,5	525994	4607,7	2304	3,88	594	643
1914	8	5660	45280	759946	0,58	559320	4899,6	2842	3,89	731	671

Grafik 11: *Stromproduktion schweizerischer Kraftwerke, 1886–1914*



Quellen: Wysling 1946, 500; Etemad und Luciani 1991; Tab. 9, Kolonne h.

Bibliographie

Handschriften, Protokolle und Akten

- Baukommission für das Albulawerk, Stadtarchiv Zürich V Ga 34
Elektrische Strassenbahn Zürich-Oerlikon-Seebach 1897–1931, Stadtarchiv Zürich V Ga 35
Elektrische Strassenbahnen Zürich 1893–1897, Stadtarchiv Zürich VII 28
Kommission Erweiterung Maschinenstation Elektrizitätswerk Letten 1901–1902, Stadtarchiv Zürich V Aa 70
Kommission für das Albulawerk 1906, Stadtarchiv Zürich V Aa 70
Kommission für die Beschaffung neuer Kraftquellen 1914–1916, Stadtarchiv Zürich V Ga 35
Kommission für die Vorbereitung der elektrischen Beleuchtung 1888–1890, Stadtarchiv Zürich V Bc 5
Kommission für elektrische Beleuchtung, Protokolle, Stadtarchiv Zürich V Ba 12
Kommission Reglemente für die Abgabe von Wasser, Gas und Strom 1893, Stadtarchiv Zürich V Aa 29
Kommission zum Studium des Etzelwerkprojekts 1903–1906, Stadtarchiv Zürich V Ga 24
Licht- und Wasserkommission 1891–1892, Stadtarchiv Zürich V Ga 10 und V Ga 11
Ms Boveri: Boveri Walter, Korrespondenzbuch, Firmenarchiv ABB Baden
Ms Brown: Brown Charles E. L., Copie de Lettres, Firmenarchiv ABB Baden
Protokoll der Kommission für die Erweiterung des Elektrizitätswerkes Letten 1897, Stadtarchiv Zürich V Aa 37
Protokoll der Schlussitzung der Expertenkommission für die Untersuchung der Massnahmen gegen die aus dem Bestande der elektrischen Anlagen resultierenden Gefahren, Bern 1899
Protokoll über die Verhandlungen der Expertenkommission für die Bundesgesetzgebung über die Wasserkräfte 9.–11. Januar 1907, Bundesarchiv BA E56, 9–15
Protokoll und Akten der gossstadträtlichen Kommission betr. Einführung der elektrischen Beleuchtung 1890, Stadtarchiv Zürich V Aa 14
Stadtpräsident Akten, Industrielle Betriebe 1893–1952, Stadtarchiv Zürich V Bc 60
Verhandlungsprotokoll Meiringen: Verhandlungsprotokoll für die Dorfbeleuchtungskommission Meiringen, Archiv der Dorfgemeinde Meiringen
Wasserkommission 1870–1891, Stadtarchiv Zürich V Ga 7
Weber Heinrich Friedrich, Technische Physik. Die electrischen und magnetischen Kräfte. Autographie der Vorlesung an der Eidgenössischen Polytechnischen Schule in Zürich, ausgearbeitet von Gustav von Schmidegg, François R. Fava, Zürich ca. 1880–81, Wissenschaftliche Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule
Wyssling Walter, Nachlass in der Wissenschaftlichen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule Hs. 559–561

Bis 1917 erschienene Publikationen

- Abschätzungs-Protokoll in Sachen der Ortsgemeinde Amrisweil gegen Gemeinderat Müller in Holzenstein und Mitbeteiligte vom 10. Mai 1899, in: Jahresberichte und Rechnungen des Wasser- und Elektrizitäts-Werkes Romanshorn 1899, 28–33 (Anhang)
- AEG: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin, Elektrische Kraftübertragung und Kraftverteilung, zweite Ausgabe, Berlin 1896
- Amt für Wasserwirtschaft, Die Wasserkräfte der Schweiz, 2. Teil: Ausgenutzte Wasserkräfte (1. 1. 1914), Bd. 4, Bern 1916
- AStBuBV: Amtliches Stenographisches Bulletin der Bundesversammlung, Bern Ausstellungs-Zeitung. Offizielles Organ der schweizerischen Landesausstellung, Zürich 1883
- Ausstellungszeitung. Offizielles Organ der kantonalen Gewerbeausstellung in Zürich 1894
- Avançon: Société des forces Motrices de l'Avançon, à Bex. Chemin de fer électrique Bex-Gryon-Villars. Rapports du conseil d'administration, 1898 ff.
- Bank Leu: Geschäftsberichte des Verwaltungsrates der Bank Leu AG, 1886 ff.
- Bathurst F., Switzerland as the present electrical centre of Europe. Electrical World (23) 1894
- Bauer Bruno, Die Schweizerische Elektrizitäts-Industrie an der Landesausstellung in Bern 1914, in: Bulletin SEV/VSE 1914, 289–302 und 337–446
- BBC: Geschäftsberichte der Aktien-Gesellschaft Brown, Boveri & Cie in Baden, 1900/01 ff.
- Behn-Eschenburg H., Zur Beurteilung von Wechselstrom Dynamomaschinen, in: SBZ 22. Juni 1895, 175–177
- Behrend B. A., The Debt of Electrical Engineering to C. E. L. Brown, Artikelfolge in 11 Teilen, in: Electrical World and Engineer, November 1901 bis März 1902
- Bericht der eidgenössischen Militäraufsichtsbehörde an die H. Tagsatzung über den Zustand der trigonometrischen Arbeiten auf Mitte des Jahres 1835, in: Abschiede der eidgenössischen Tagsatzung des Jahres 1835, Beilage Litt. E
- Bericht der Gesetzgebungs-Kommission über das Gesuch der Ortsgemeinde Amrisweil um Bewilligung des Expropriationsrechtes für eine Verbindung des Wasser- und Elektrizitätswerkes Romanshorn durch eine Starkstromleitung mit Amrisweil, Frauenfeld 1899, in: Jahresberichte und Rechnungen des Wasser- und Elektrizitäts-Werkes Romanshorn 1899, 20–24 (Anhang)
- Bericht des Regierungsrates an den Kantonsrat betreffend die Prüfung des Etzelwerk-Projektes vom 16. Juni 1906, Zürich 1906
- Bericht über die Internationale Elektrische Ausstellung Wien 1883, Wien 1885
- Bericht über die Verhandlungen des internationalen Electrotechniker-Congresses in Frankfurt a. M. vom 7. bis 12. September 1891. Nach den stenographischen Aufzeichnungen herausgegeben unter Mitwirkung der Geschäftsführer des Congresses und der Schriftführer der Sectionen von der Electrotechnischen Gesellschaft in Frankfurt a. M., Frankfurt a. M. 1892
- Bertschinger J., Das Verhalten gegenüber elektrischen Anlagen, Kilchberg-Zürich 1914
- BHICH: Berichte über Handel und Industrie der Schweiz, erstattet vom Sekretariat des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins, Zürich 1882 ff.
- BHIZH: Bericht über Handel und Industrie im Kanton Zürich. Erstattet an die Kaufmännische Gesellschaft Zürich von dem Vorstande derselben, Zürich 1882 ff.

- Bienstock Gregor, Die zivilrechtliche Verantwortlichkeit nach dem Bundesgesetz über die elektrischen Stark- und Schwachstromanlagen vom 24. Juni 1902, Diss. Zürich 1911, Zürich 1912
- BKW: Berichte des Verwaltungsrates der Aktiengesellschaft Elektrizitätswerk Hagneck in Biel, 1900–1902, ab 1903 Vereinigte Kander- und Hagneck-Werke A. G., ab 1908 Bernische Kraftwerke A. G. in Bern
- Bleuler-Hüni C., Das Etzelwerk. Vortrag gehalten in der Tonhalle am 1. Dezember 1903 vor einer ausserordentlichen Versammlung der Kaufmännischen Gesellschaft Zürich, Zürich 1903a
- Bleuler-Hüni C., Die Versorgung des Kts. Zürich mit elektrischer Kraft unter besonderer Berücksichtigung der projektierten Wasserwerkanlagen am Rhein und am Etzel, Vortrag, gehalten in der Delegiertenversammlung des Handwerks- & Gewerbevereins des Kantons Zürich am 4. Oktober 1903 in Wetzikon, Zürich 1903b
- Boulanger J, Expériences de M. Marcel Deprez à Grenoble sur le transport et la distribution de la force par l'électricité, in: *La lumière électrique* (10) 1883, 327–337
- Braun Ferdinand, Über elektrische Kraftübertragung insbesondere über Drehstrom; ein gemeinverständlicher Experimentalvortrag, Tübingen 1892
- Brown Charles E. L., Hohe Spannungen, Erzeugung, Fortleitung und Verwendung derselben, in: *Elektrotechnische Zeitschrift* (11) 1891, 146–148
- Brown Charles E. L., Kraftübertragung Kriegstetten-Solothurn. Ausgeführt von der Maschinenfabrik Oerlikon, in: *Centralblatt für Elektrotechnik. Erste deutsche Zeitschrift für Angewandte Elektrizitätslehre* (9) 1887, 169–172
- Bulletin SEV/VSE: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins / Bulletin des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke 1910 ff.
- Burkhard-Streuli Werner, Das städtische Wasserwerk, mit Rücksicht auf Kraftlieferung für elektrische Beleuchtung. Bericht des Stadtgenieurs an Herrn Stadtrath C. C. Ulrich, Präsident der Wasserkommission, Zürich 1888
- Burkhard-Streuli Werner, Projekt für die Einführung der elektrischen Beleuchtung in Zürich im Anschluss an die Wasserwerksanlage. Bericht des Stadtgenieurs, Zürich 1890
- Bürkli-Ziegler Arnold, Anlage und Organisation städtischer Wasserversorgungen, Zürich 1867
- Bürkli-Ziegler Arnold, Die elektrische Beleuchtung des Quaigebietes in Zürich, Zürich 1887
- Bürkli-Ziegler Arnold, Übersicht des Wasserversorgungswesens in der Schweiz, Zürich 1878
- Cabanelas G., Le transport à grande distance par l'électricité en vue de distribuer automatiquement l'énergie sous ses différentes formes: chaleur, lumière, électricité, action chimique, action mécanique, in: *Bulletin de la Société internationale des électriciens* (2) 1885, 258–281
- Carte des lignes et bureaux des télégraphes suisses par la Direction des télégraphes suisses 1858, Winterthur 1858 (Zentralbibliothek Zürich 4 Hb 46, 36)
- Centralblatt für Elektrotechnik. Erste deutsche Zeitschrift für Angewandte Elektrizitätslehre, München und Leipzig 1878 ff.
- Colombo G., Le système Gaulard et Gibbs à l'exposition de Turin, in: *La lumière électrique* (14) 1884, 43–46
- Das Elektrizitätswerk der Stadt Aarau 1893–1913, Aarau 1913
- de Parville Henry, *L'Electricité et ses applications*, Paris 1883
- Denzler Albert, Gutachten über den Entscheid des Tit. Bezirksrates Arbon in Sachen der von der Ortsgemeinde Amrisweil nachgesuchten Expropriations-

- bewilligung für eine Starkstromleitung von Romanshorn nach Amrisweil, in: Jahresberichte und Rechnungen des Wasser- und Elektrizitäts-Werkes Romanshorn 1899, 9–12 (Anhang)
- Denzler Albert, Über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der electrischen Energieübertragung mittelst hochgespannter Ströme, in: SBZ 7. März 1891, 57–59 und SBZ 14. März 1891, 63–66
- Denzler Albert, Über die Unterführung von Starkstromleitungen bei Bahnkreuzungen und die Überwachung von Hochspannungsanlagen, in: SBZ 9. Juni 1894, 152
- Denzler Albert, Über einige aktuelle Rechtsfragen aus dem Gebiete der Elektrotechnik, in: SBZ 11. März 1899, 87–91 und 18. März 1899, 94–96
- Deprez Marcel, Sur les générateurs secondaires de MM. Gaulard et Gibbs, in: *La lumière électrique* (14) 1884, 41–43
- Der Elektro-Installateur. Schweizer Elektrotechnischer-Anzeiger. Offizielles obligatorisches Organ des Verbandes schweiz. Elektro-Installateure [unter wechselnden Titeln erschienen], Zürich 1905 ff.
- Die Eidgenössische Polytechnische Schule in Zürich, hg. im Auftrage des Schweizerischen Bundesrathes bei Anlass der Weltausstellung in Paris 1889, Zürich 1889
- Die Elektrifizierung der schweizerischen Bahnen mit besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Gotthardbahn. Sonderbericht der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb an die Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen, Bern 1912
- Die Elektrizität im Haushalt, herausgegeben von den Vereinigten elektrotechnischen Installations-Firmen von Basel gelegentlich der Elektrizitäts-Ausstellung in Basel 1913, 9. August bis 14. September, Basel 1913
- Die Erstellung einer elektrischen Kraftübertragungsanlage an der Albula für die Stadt Zürich; Projekt der Ingenieure der Wasserversorgung und des Elektrizitätswerkes vom Oktober 1904, mit Nachtrag vom Januar 1906, Zürich 1904–1906
- Droz Numa, Discours de M. Numa Droz, in: Offizielle Zeitung der schweizerischen Landes-Ausstellung 17. Mai 1883, 135
- Du Bois-Reymond, A., Über die Schwierigkeiten, welche der Arbeitsübertragung durch Wechselstrom im Wege stehen, in: *Elektrotechnische Zeitschrift* (10) 1889
- Ehrenberg J., Die elektrische Beleuchtung in Luzern und Umgebung, in: *Zürcher Post* 71, 24. März 1889
- Einhart Julius G., Die wirtschaftliche Entwicklung und Lage der Elektrotechnik in der Schweiz, Worms 1906
- EKZ: Geschäftsberichte der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich 1908 ff.
- Electrical World and Engineer* 1883–1902
- Elektricität. Offizielle Zeitung der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung Frankfurt am Main 1891, Frankfurt a. M. 1891
- Elektrische Beleuchtung der Stadt Zürich. Konkurrenz-Eröffnung über die Feststellung des Projektes und die Ausführung, Zürich 1889
- Epper Josef, Eidgenössisches Hydrometrisches Bureau. Die Entwicklung der Hydrometrie in der Schweiz, Bern 1907
- EWZ: Geschäftsberichte des Stadtrates der Stadt Zürich. Elektrizitätswerk, 1894 ff.
- Exposition Nationale Suisse, Genève 1896. Rapport Technique publiée par order du Haut Conseil Fédéral, Genf 1898
- Fachberichte aus dem Gebiete der Schweizerischen Gewerbe in den Jahren 1890–1895, Bern 1896
- Ferraris Galileo, Rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo di correnti alterate, in: *Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino* (23) 1887–1888, S. 360 ff.

- Föppl August, Die Electricität als elastisches Fluidum, in: Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie (31) 1887, 306
- Föppl August, Die Vertheilung der electricischen Ladung in den Leitern. in: Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie (29) 1886, 591
- Föppl August, Einführung in die Maxwell'sche Theorie der Electricität, Leipzig 1894
- Frei Heinrich, Elektrisches Kochen und Heizen, in: Bulletin SEV/VSE 1912, 129–142
- Furrer A., Volkswirtschafts-Lexikon der Schweiz, Bern 1891 ff.
- Galvani Aloisius, Abhandlung über die Kräfte der Elektrizität bei Muskelbewegung (1791), Leipzig 1894
- Garvey Michael Angelo, The Silent Revolution, or The future effects of steam and electricity upon the condition of mankind, London 1852
- Gaulard Lucien, Le générateur secondaire de MM. Gaulard et Gibbs, in: Bulletin de la Société internationale des électriciens (1) 1884, 78–85
- Genoud L., Technische Mittelschulen, in: Reichesberg (Hg.), Handwörterbuch der Schweizerischen Volkswirtschaft, Sozialpolitik und Verwaltung (HWSV), Bd. 4, Bern 1911, 996–1017
- Graf Johann Heinrich, Die schweizerische Landesvermessung 1832–1864. Geschichte der Dufourkarte, Bern 1896
- Grünberg M., Die staatliche Ausnutzung der Wasserkräfte in der Schweiz, Zürich 1911
- Hafner Kurt, Die schweizerischen Finanzierungsgesellschaften für elektrische Unternehmungen, Genf 1912
- Hirsch Arthur H. und Franz Wilking, Elektro-Ingenieur-Kalender, IV. Jahrgang, Berlin 1904
- Hofmeister, Über verschiedene Beleuchtungssysteme, in: Verhandlungen der Technischen Gesellschaft in Zürich vom 16. Oktober 1877 bis 6. April 1886, Zürich 1887, 222–235
- Huber Eugen, Abhandlung zur Gestaltung des Wasserrechtes im künftigen schweizerischen Rechte, Basel 1900
- Huber-Stockar Emil, Electric Traction in Switzerland, in: Excerpt Minutes of proceedings of the Meeting of The Institution of Mechanical Engineers in Zürich, 25th July 1911, London 1911, 449–537
- Huber-Stockar Emil, Über den elektrischen Betrieb von Normalbahnen, Vortrag [...] gehalten an der Generalversammlung des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller in Zürich am 29. Juni 1904, Zürich 1905
- Huber-Stockar Emil, Versorgung grösserer Städte mit elektrischer Kraft, in: Bericht über Handel und Industrie im Kanton Zürich für das Jahr 1900, Zürich 1901, 44–62
- Illustrierte Schweizerische Handwerker Zeitung, St. Gallen 1885 ff.
- Jegher A., Bericht über die Wasserverhältnisse der Schweiz, Bern 1894
- Jegher A., Über Beschaffung und Verwendung motorischer Kraft für Industrie und Gewerbe, Zürich 1896
- Jenny Fritz, Die Kosten der Betriebskräfte der Schweiz unter Hinweisung auf die elektrische Kraftübertragung, Wetzikon 1893
- Jordi Ernst, Der Elektromotor in der Landwirtschaft der Schweiz, Zürich 1909
- Katalog für die Basler Elektrizitätsausstellung für Handel und Gewerbe, Basel 1913
- Klöti Emil, Die Neuordnung des Wasser- und Elektrizitätsrechtes in der Schweiz. Kritik und Vorschläge, Zürich 1905
- Kolbe Josef, Die Elektrischen Maschinen, in: Bericht über die Internationale Elektrische Ausstellung Wien 1883, Wien 1885, 61–110
- Kundt August, Die neuere Entwicklung der Electricitätslehre, Rede, Berlin 1891
- La Feuille d'Avis de Lausanne et résumé des nouvelles
- Lasius G., Die Gebäude der Eidgenössischen polytechnischen Schule, in: Fest-

- schrift zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens des Eidg. Polytechnikums, Zürich 1905, 321–346
- Laufenburg Geschäftsberichte der Aktiengesellschaft Kraftwerk Laufenburg, 1908 ff.
- Lauterburg Robert, Bericht zu den Pegelbeobachtungen an der Aare in Bern und Thun, vom 1. Mai 1864 bis 1. Mai 1865, Bern 1866
- Lauterburg Robert, Die schweizerischen Wasserkräfte eingetheilt in grössere und kleinere Stromsektionen und berechnet nach der durchschnittlichen Wassermenge der Klein- und Mittel-Wasserstände, in: Zeitschrift für schweizerische Statistik, Bern 1891
- Lauterburg Robert, Versuch zur Aufstellung einer allgemeinen Übersicht der aus der Grösse und Beschaffenheit der Flussgebiete abgeleiteten Schweizerischen Stromabflussmengen, gestützt auf die meteorologischen und hydrometrischen Beobachtungen der Schweiz, nebst Anleitung zur Behandlung dieser Aufgabe im allgemeinen, 2. sehr vermehrte und mit Formeln versehene Auflage, Bern 1876
- Levison Wallace Goold, Note on the Temperature of Incandescence and its Bearing upon Solar Physics, in: Annals of the New York Academy of Sciences, (3) New York 1885, 221–227
- Lévy, Rapport sur les expériences de M. Marcel Deprez relatives au transport de la force entre Creil et Paris, présenté par M. Lévy à l'Académie des sciences, in: La lumière électrique (22) 1886, 577–592
- Lodge O. J., Modern Views of Electricity, London und New York 1889
- Lodge O. J., Neueste Anschauungen über Elektrizität, Leipzig 1896
- Marti F., Der Elektromotor in der Landwirtschaft, Vortrag, gehalten in der Diskussionsversammlung des VSE in Basel, in: Bulletin SEV/VSE 1913, 321–344
- Maschinenfabrik Oerlikon (Hg.), Der Elektromotor im landwirtschaftlichen Betriebe, Zürich 1911
- Maschinenfabrik Oerlikon (Hg.), Der Elektromotor in der Textilindustrie, speziell für Spinnerei, Weberei, Stickerei, Stoffdruckerei, Oerlikon 1914a
- Maschinenfabrik Oerlikon (Hg.), Die Elektrizität im Dienste der Textilindustrie, Oerlikon 1902
- Maschinenfabrik Oerlikon (Hg.), Die Elektrizitätswerke und die Strassenbahn der Stadt St. Gallen. Erstellt durch die Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon 1901
- Maschinenfabrik Oerlikon (Hg.), Die Fabrikate der Maschinenfabrik Oerlikon auf der Schweizerischen Landesausstellung, Bern 1914b
- Maschinenfabrik Oerlikon (Hg.), Die Werkstätten für Kleinmotorenbau, Oerlikon 1908
- Maschinenfabrik Oerlikon (Hg.), Electrotechnische Abtheilung, Oerlikon 1891
- Maxwell James Clerk, A treatise on electricity and magnetism, 2 Bde., Oxford 1873
- Meili Friedrich, Der schweizerische Gesetzesentwurf über die elektrischen Stark- und Schwachstromanlagen, Zürich 1900
- Meili Friedrich, Die elektrischen Stark- und Schwachstromanlagen und die Gesetzgebung, Zürich 1899
- Meister Ulrich, Der heutige Standpunkt der schweizerischen Kartographie und die Lesbarkeit unserer Karten, Zürich 1883
- Meyer H., Die Einführung des elektrischen Betriebes in die Hausweberei, Zürich 1909
- Miller Oscar von, Kraftübertragung, in: Offizieller Bericht über die im königlichen Glaspalaste zu München 1882 unter dem Protektorate Sr. Königlichen Majestät des Königs Ludwig II. von Bayern stattgehabte Internationale Elektrizitäts-Ausstellung verbunden mit elektrotechnischen Versuchen, München 1883
- Mitteilungen der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, Zürich 1906–1912

- Morel K., Das schweizerische Eisenbahnnetz und seine nationalökonomische, politische und sociale Bedeutung, Bern 1851
- Morger Robert, Die Elektrizität und das Gewerbe. Von einem der Gewerbetheile zugehörigen Grossratsmitglied, Separatabdruck aus der Aargauischen Gewerbezeitung, Aarau 1902
- Moser Robert, Gutachten über die Anlage oder den Kauf eines neuen Kraftwerkes; erstattet an den Stadtrat von Zürich von der bestellten Experten-Kommission, Zürich 1902
- Motor AG Berichte des Verwaltungsrates des Motor, Aktiengesellschaft für angewandte Elektrizität 1897 ff.
- Nochimson M., Die elektrotechnische Umwälzung der Gegenwart, Oerlikon 1909
- Nollet J. A., Essai sur l'électricité des corps, Paris 1746
- NZZ: Neue Zürcher Zeitung und schweizerisches Handelsblatt
- Offizieller Bericht über die Internationale Elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt am Main 1891, 2 Bde., Frankfurt a. M. 1893/94
- Olten-Aarburg Elektrizitätswerk Olten-Aarburg, Geschäftsberichte an die Aktionäre, 1894 ff.
- Parizot G., Die Entwicklung der Bernischen Kraftwerke A.-G. in Bern, Bern 1918
- Peter H. und H. Wagner, Bericht über die Erstellung des Albulawerkes, erstattet von den Direktoren der Wasserversorgung und des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, Zürich 1910
- Peter H., Die Wasserversorgung der Stadt Zürich, in: Die industriellen Unternehmungen der Stadt Zürich, Zürich 1903
- Pfleghart Ad., Das Recht zur Erstellung elektrischer Leitungen nach der schweizerischen Bundesgesetzgebung, Basel 1904
- Pfleghart Ad., Die Rechtsverhältnisse der elektrischen Unternehmungen im Auftrag der Direktion der öffentlichen Bauten des Kt. Zürich vom gesetzgebungspolitischen Standpunkt aus erörtert, Zürich 1905
- Pfleghart Ad., Grundzüge einer Bundesgesetzgebung über die Ausnutzung und Verwertung der Wasserkräfte, Zürich 1909
- Pinner Felix, Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter, in: Grosse Männer Bd. 6, Leipzig 1918
- Prasil F., Die Wasserturbinen an der schweizerischen Landesausstellung in Bern 1914, Zürich 1915
- Protokoll der Schlussitzung der Expertenkommission für die Untersuchung der Massnahmen gegen die aus dem Bestande der elektrischen Anlagen resultierenden Gefahren, Bern 1899
- Rathenau Emil, Die Kraftübertragungswerke zu Rheinfelden, in: Elektrotechnische Zeitschrift 1896, 402–409
- Realbuch für die dritte Stufe der Primarschulen des Kantons Bern, Bern 1906
- Reding A., Das Wichtigste aus der Elektrotechnik. In leicht verständlicher Weise erläutert, in: Gewerbe-Bibliothek Nr. 3, Bern 1899
- Rellstab A., Beitrag zur Verstaatlichung der Wasserkräfte in der Schweiz, Zürich 1902
- Roh R., Das Theodolith-Verfahren für den Kataster, Bern 1866
- Romanshorn Jahresberichte und Rechnungen des Wasser- und Elektrizitäts-Werkes Romanshorn, 1897 ff.
- Sarasin-Iselin W., Hausindustrie und Elektrizität in der Basler Bandweberei, Basel 1904
- SBZ: Schweizerische Bauzeitung. Wochenschrift für Bau-, Verkehrs- und Maschinentechnik. Organ des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und der Gesellschaft ehemaliger Studirender des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich, Zürich 1883 ff.

- Schär Oskar, Die Verstaatlichung der schweizerischen Wasserkräfte, Basel 1905
- Schilling, Bemerkungen über den gegenwärtigen Stand der elektrischen Beleuchtung (im Auftrage des Aufsichtsrathes der Gasbeleuchtungs-Gesellschaft für die Generalversammlung der Actionäre am 26. September 1885), München 1885
- Schmidt-Hennigker Fr., Elektrotechnikers Litterarisches Auskunftsbuch. Die Litteratur der Elektrotechnik, Elektrizität, Elektrochemie, des Magnetismus, der Telegraphie, Telephonie, Blitzschutzvorrichtung, Röntgenstrahlen, sowie der Carbid- und Acetylen-Industrie der Jahre 1884 bis 1900, 6. ergänzte Auflage, Leipzig 1900
- Schnitzler Arthur, Jugend in Wien. Eine Autobiographie, Wien, München, Zürich 1968
- Schrader W., Die Lage der elektrischen Beleuchtung am Ende des Jahres 1891, Magdeburg 1892
- Schulz O. und F. Kahl, Deutsche Elektrotechnik im Ausland. Ein Siegeszug der deutschen Industrie, in: Technische Monatshefte (1) 1910
- Schweizerische Blätter für Elektrotechnik und das gesamte Beleuchtungswesen, Bern 1897 ff.
- Schweizerische Wasserwirtschaft. Zentralorgan für Wasserrecht, Wasserkraftgewinnung, Binnenschifffahrt und allgemeine Verkehrsfragen, sowie alle mit der Gewässernutzung zusammenhängenden technischen und volkswirtschaftlichen Gebiete, Zürich 1908 ff.
- Schweizerisches Post- und Eisenbahndepartement, Officielle Übersichtskarte der Schweizerischen Eisenbahnen, Bern 1880 (Zentralbibliothek Zürich, 4 Hb 46, 11)
- SEV-Jahrbuch: Jahrbuch des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Zürich 1894 ff.
- SEV-Statistik: Statistik über Starkstromanlagen, Beilage zum Jahrbuch des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Zürich 1902 ff.
- Sicherheitsvorschriften des Schweizerischen elektrotechnischen Vereins über Bau und Betrieb elektrischer Starkstromanlagen, Zürich 1900
- Siemens Charles William, On the Conservation of Solar Energy, in: The Observatory (6) 1883, 293–295
- Siemens Charles William, On Waste, in: E. F. Bamber (Hg.), The Scientific Works of C. William Siemens. A Collection of Papers and Discussions, Bd. 3, London 1889, 359–365
- Siemens Charles William, Some of the Questions Involved in Solar Physics (1883), in: Bernard Lovell (Hg.), The Royal Institution Library of Science: Astronomy, Bd. 1, London 1970, 207–213
- Statistisches Jahrbuch der Schweiz, herausgegeben vom Statistischen Bureau des eidg. Departements des Innern, Bern 1902 ff.
- Süss Johannes, Die Kraftbeschaffung bezw. Erstellung eines neuen Wasserwerkes für die Stadt Zürich. Bericht des Bauvorstandes II an den Stadtrat vom 29. Januar 1902, Zürich 1902
- Tesla Nikola, A new System of Alternate Current Motors and Transformers, in AIEE Transactions (5) 1888, 308–324
- The Electrical Engineers' Swiss Tour, in: The Electrical Review (45) 1899
- Thompson Silvanus P., Polyphase Electric Currents and Alternating Current Motors, London 1895
- Tobler Adolf, Die Anwendungen des elektrischen Stromes, Zürich 1883
- Tobler Adolf, Die Entwicklung der elektrischen Schwachstromtechnik in der Schweiz, Zürich 1909
- Tobler Adolf, Neukonstruktionen auf dem Gebiete der militärischen Elektrotechnik, in: Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie (44) 1908, 393–400
- Trautweiler A., Die Wasserkraftanlagen am Rhein bei Laufenburg. Beschreibung

- der Stromverhältnisse und der projektierten flussbaulichen und hydraulischen Anlagen, Strassburg 1902
- Trautweiler A., Die wirtschaftliche Bedeutung der projektierten Wasserkraftanlage bei Laufenburg, Strassburg 1904
- Turretini Théodore, Usine de Chèvres, Genf 1900
- Verhandlungen der Technischen Gesellschaft in Zürich, Zürich 1887
- Verhandlungen der Technischen Gesellschaft in Zürich, Zürich 1889
- Vital A., Die Bundesgesetzgebung über die Wasserkräfte, in: Schweizerische Wasserwirtschaft, 10. Oktober 1908, 3–6
- Vorschriften betreffend Erstellung und Instandhaltung elektrischer Hausinstallatio-
nen, o. O. 1909 (Vorwort)
- Wagner H., Die Erweiterungsbauten des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich,
Zürich 1899
- Wagner H., Über die Rentabilität elektrischer Wechselstrom-Lichtzentralen, in: SEV
Jahrbuch 1896, 37–54
- Waldner A., Über den Studiengang des einen höhere Ausbildung anstrebenden
Technikers, in: Schweizerische Bauzeitung 4. Juli 1885, 1–5
- Weber Heinrich Friedrich, Absolute elektromagnetische und calorische Messun-
gen, in: Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich (22)
1877, 273–322
- Weber Heinrich Friedrich, Berücksichtigung der Formen der Wechselstrom-
Spannungen und Wechselstrom-Intensitäten bei den Messungen von Capazi-
täten und Induktionscoefficienten mittelst Wechselstrom, in: Annalen der
Physik (63) 1897, 366–375
- Weber Heinrich Friedrich, Der absolute Wert der Siemensschen Quecksilberein-
heit, Zürich 1884a
- Weber Heinrich Friedrich, Die Beziehung zwischen dem Wärmeleitungsvermögen
und dem elektrischen Leitungsvermögen der Metalle, in: Monatsberichte der
königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Berlin 1881,
457–478
- Weber Heinrich Friedrich, Die Inductions Vorgänge im Telephon, in: Vierteljahres-
schrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich (23) 1878, 265–272
- Weber Heinrich Friedrich, Die Selbstinduktion bifilar gewickelter Drahtspiralen,
Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu
Berlin, 1886, 511–524
- Weber Heinrich Friedrich, Schweizerische Landesausstellung Zürich 1883. Bericht
über Gruppe 32: Physikalische Industrie. Wissenschaftliche Instrumente,
Zürich 1884b
- Weber Heinrich Friedrich, Untersuchung über die Strahlung fester Körper, in: Sit-
zungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu
Berlin, 1888, 933–957
- Weiss A., Das Gaswerk der Stadt Zürich. Rückblick auf die Entwicklung in den
letzten zehn Jahren und Beschreibung des neuen Werkes in Schlieren, in: Die
industriellen Unternehmungen der Stadt Zürich, Zürich 1903
- Weiss Pierre, Prof. Dr. Heinrich Friedrich Weber. 1843–1912, in: Verhandlungen
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (95) 1912, 44–53
- Wietlisbach Viktor, Die Canalisation der Electricität zu besonderen Zwecken, in:
Verhandlungen der Technischen Gesellschaft in Zürich vom 16. Oktober 1877
bis 6. April 1886, Zürich 1887, 203–207
- Wietlisbach Viktor, Die electricischen Motoren, in: SBZ 1887, 141–142
- Wietlisbach Viktor, Die Telephonie auf weite Distanzen, in: SBZ 17. Juli 1886, 14–16

- Wietlisbach Viktor, Über die neuere Gestaltung der electricischen Beleuchtung und der Kraftübertragung in der Praxis, SBZ 13. August 1887, 40–43
- Wilde Oscar, The Decay of Lying (1889), in: Richard Ellmann (Hg.), The artist as critic, Chicago 1982, 290–320
- Wüest Conrad, Abriss der Geschichte der Elektrizität, Aarau 1886
- Wüest Conrad, Elektrische Ausstellung in Frankfurt a. M., Aarau 1892
- Wynau Geschäftsberichte der Actien-Gesellschaft Electricitätswerke Wynau, 1896 ff.
- Wyssling Walter, 1900. Weltausstellung in Paris. Schweiz, Klasse 23, «Production et utilisation mécaniques de l'électricité». Bericht an das Schweizerische Handelsdepartement, Bern 1901
- Wyssling Walter, Anlagekosten, Betriebskosten und Rentabilität des projektierten Etzelwerkes. Gutachten und Bericht erstattet an die Etzelwerkkommission nach den bei derselben eingegangenen Einzelgutachten und Vorschlägen, Zürich 1905a
- Wyssling Walter, Bericht über die Untersuchungen betreffend die Möglichkeit des Kraftabsatzes für das projektierte Etzelwerk, Zürich 1905b
- Wyssling Walter, Das Electricitätswerk an der Sihl, Sonderdruck, Zürich 1897
- Wyssling Walter, Der gegenwärtige Stand der Technik der elektrischen Kochapparate. Erster Bericht der Kommission für Koch- und Heizapparate des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Electricitätswerke. Erstattet (nach Ergebnissen von Versuchen und Erfahrungen der Praxis) vom Generalsekretariat des SEV, in: Bulletin SEV/VSE 1917
- Wyssling Walter, Die Tarife Schweizerischer Electricitätswerke für den Verkauf elektrischer Energie, Zürich 1904
- Wyssling Walter, Einige Resultate vom Bau und Betrieb des Electricitätswerks der Stadt Zürich, in: SEV Jahrbuch, Zürich 1894, 27–65
- Wyssling Walter, Elektrische Strassenbahnen der Stadt Bern. Berichte der Bauleitung, Bern 1900
- Wyssling Walter, Karte der Electricitätswerke der Schweiz, Bern 1902
- Wyssling Walter, Kochen und Heizen mit Gas oder Electricität, in: Bulletin SEV/VSE 1915, 59–60
- Wyssling Walter, Resultate der Statistik Schweizerischer Starkstromanlagen, Zürich 1903
- Zürcher Telephongesellschaft, Actiengesellschaft für Electrotechnik Zürich, Beschreibung der Dynamo-Maschinen und elektr. Bogenlampen. Verzeichniss der ausgeführten Electricischen Beleuchtungsanlagen sammt Referenzen, Zürich 1885

Seit 1918 erschienene Publikationen

- 100 Jahre elektrische Beleuchtung in der Schweiz. Ausstellungskatalog St. Moritz, Zürich 1978
- 150 Jahre Neue Zürcher Zeitung 1780–1930, Zürich 1930
- 150 Jahre von Moos Stahl, in: von Moos Nachrichten. Hauszeitung der von Moos Gruppe. Sonderausgabe zum Firmenjubiläum Mai 1992
- 50 Jahre Bank für elektrische Unternehmungen im Spiegel der Elektrotechnik 1895–1945, Zürich 1945
- 50 Jahre im Dienste der Messung elektrischer Energie, 1896–1946, Jubiläumsschrift Landis & Gyr, Zürich 1946
- 50 Jahre Motor-Columbus 1895–1945, Baden 1945
- 75 Jahre Bernische Kraftwerke AG 1898–1973, Bern 1973

- 75 Jahre Brown Boveri (1891–1966), Festschrift hg. zum 75jährigen Bestehen der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz), Baden 1966
- 75 Jahre Elektrizitätswerk Basel, Basel 1974
- 75 Jahre Elektrizitätswerk der Landschaft Davos 1893–1968, Davos 1968
- 75 Jahre Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen 1897–1972, St. Gallen 1972
- 75 Jahre Technikum Winterthur 1874–1949, Winterthur 1949
- 75e anniversaire de la Société des forces électriques de la Goule S. A. St. Imier, 1893–1968, St-Imier 1968
- Aare-Tessin, Aktiengesellschaft für Elektrizität, Von Olten-Aarburg zu Aare-Tessin, Fünfzig Jahre Elektrizität, Olten 1946
- Amsler Robert und Theodor H. Erismann, Jakob Amsler-Laffon (1823–1912). Alfred Amsler. Pioniere der Prüfung und Präzision, Meilen 1993
- Armstrong Christopher und H. V. Nelles, The State and the Provision of Electricity in Canada and Australia, 1880–1965, in: D. C. M. Platt und Guido Di Tella (Hg.), Argentina, Australia and Canada, New York 1985, 207–230
- Arnold Viktoria (Hg.), Als das Licht kam. Erinnerungen an die Elektrifizierung, Wien 1986
- Association pour l'Histoire de l'Electricité en France, L'Electricité dans l'histoire: problèmes et méthodes, Actes du colloque de l'AHEF (Paris, 11. bis 13. Oktober 1983), Paris 1985
- Bächtold Jürg, Robert Staub und Bruno Frick, 90 Jahre Elektrizitätswerke Bad Ragaz 1891–1981, Jubiläumsschrift Bad Ragaz 1981
- Bairoch Paul, Les mesures de conversion des énergies primaires. Historique des unités et présentation des coefficients, in: Histoire et mesure (1) 1986
- Balthasar Andreas, Zug um Zug. Eine Technikgeschichte der Schweizer Eisenbahn aus sozialhistorischer Sicht, Basel 1993
- Bänninger W., 50 Jahre VSE, in: Bulletin Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (36) 1945, 540–552
- Barraud Wiener Christine und Jürg Simonett, Zum Bau der «Kunststrassen» im 18. und 19. Jahrhundert: Die Disziplinierung von Landschaft und Bevölkerung, in: SZG (40) 1990, 415–433
- Bärtschi Hans-Peter, Industrialisierung, Eisenbahnschlachten und Städtebau. Die Entwicklung des Zürcher Industrie- und Arbeiterstadtteils Aussersihl. Ein vergleichender Beitrag zur Architektur- und Technikgeschichte, Basel 1983
- Bauer Bruno, Wasserkraft und Starkstrom, in: Die Schweiz im Spiegel der Landesausstellung 1939, Zürich 1939, 287–306
- Bauer Hans, Eisenbahnverkehr, in: Handbuch der Schweizerischen Volkswirtschaft, Bd. 1, Bern 1955, 367–371
- Baumann Walter, Arnold Bürkli (1833–1894). Aufbruch in eine neue Zeit, Meilen 1994
- Baumann Walter, Werner Roth, Siegfried Schär, 75 Jahre Partnerschaft zwischen Graubünden und Zürich. Wasserkraft und Elektrizität, Zürich 1981
- Beck Bernhard, Lange Wellen wirtschaftlichen Wachstums in der Schweiz 1814–1913. Eine Untersuchung der Hochbauinvestitionen und ihrer Bestimmungsgründe, Bern 1983
- Beiträge der Schweiz zur Technik: Schweizerische Erfindungen von internationaler Bedeutung. Festschrift zum Jubiläum 700 Jahre Eidgenossenschaft, hg. von der Stiftung Eisenbibliothek, der Georg Fischer AG, Schaffhausen, und der SIG Schweizerische Industrie-Gesellschaft Holding AG, Neuhausen am Rheinfall, Oberbözingen 1991
- Beltran Alain und Patrice A. Carré, La fée et la servante. La société française face à l'électricité XIXe–XXe siècle, Paris 1991

- Beltran Alain, Du luxe au cœur du système. Electricité et société dans la région parisienne (1880–1939), in: *Annales Economies Sociétés Civilisation* (5) 1989
- Beltran Alain, La difficile conquête d'une capitale. L'énergie électrique à Paris entre 1878 et 1907, in: *Histoire, Economie et Société* 1985, 369–395
- Beltran Alain, Les pouvoirs publics face à une innovation. Développement de l'électricité et adaptation du cadre juridique, in: *Histoire Economie Société* 1987
- Benz Ernst, The theology of electricity. On the encounter and explanation of theology and science in the 17th and 18th centuries, Allison Park (Pa.) 1989
- Benz Ernst, Theologie der Elektrizität. Zur Begegnung und Auseinandersetzung von Theologie und Naturwissenschaft im 17. und 18. Jahrhundert, in: *Akademie der Wissenschaften und Literatur. Abhandlungen der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Klasse* 1970, 685–782
- Bergier Jean-François, Die Wirtschaftsgeschichte der Schweiz. Von den Anfängen bis zur Gegenwart, Zürich 1983
- Berrisch Lisa, Rationalisierung der Hausarbeit in der Zwischenkriegszeit, in: Regina Wecker und Brigitte Schnegg (Hg.), *Frauen. Zur Geschichte weiblicher Arbeits- und Lebensbedingungen in der Schweiz*, Basel 1984, 385–394
- Bijker Wiebe E. et al. (Hg.), *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, Cambridge (Mass.) 1987
- Bijker Wiebe E. und John Law, *Shaping Technology / Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge (Mass.) und London 1992
- Blondel Christine, Ampère et la création de l'électrodynamique, Paris 1982
- Blondel Christine, Le Mouvement perpétuel en électricité. De l'étonnement théorique à la production d'énergie, in: *Bulletin d'Histoire de l'Electricité*, Paris 1985, 7–18
- Blumer Florian, Die Elektrifizierung des dörflichen Alltags. Eine Oral History-Studie zur sozialen Rezeption der Elektrotechnik im Baselbiet zwischen 1900 und 1960, Liestal 1994a
- Blumer Florian, Soziale Rezeption der Elektrotechnik im Baselbiet, in: David Gugerli (Hg.), *Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz*, Zürich 1994b, 199–207
- Bocks Wolfgang, Perspektiven mit Strom. Festschrift aus Anlass der 100jährigen Bestehung des Kraftwerkes Rheinfelden, Rheinfelden (Baden) 1994
- Bornschiefer Volker und Christian Suter, *Lange Wellen im Weltsystem*, Arbeitspapier Soziologisches Institut Universität Zürich 1989
- Bornschiefer Volker, *Westliche Gesellschaft im Wandel*, Frankfurt und New York 1988
- Böschenstein Hermann, Eduard Will, Zürich 1981
- Bourdieu Pierre, *La distinction. Critique sociale du jugement*, Paris 1979
- Bourdieu Pierre, *The Logic of Practice*, Stanford 1992
- Bourquin Werner, Oberst Eduard Will. 1854–1927. Gründer der Bernischen Kraftwerke, Biel 1949
- Braun H.-J., Gas oder Elektrizität? Zur Konkurrenz zweier Beleuchtungssysteme 1880–1914, in: *Technikgeschichte* 1980, 1–20
- Braun Rudolf, Das ausgehende Ancien Régime in der Schweiz. Aufriss einer Sozial- und Wirtschaftsgeschichte des 18. Jahrhunderts, Göttingen und Zürich 1984
- Braun Rudolf, Zur Professionalisierung des Arztstandes in der Schweiz, in: Werner Conze und Jürgen Kocka (Hg.), *Bildungsbürgertum im 19. Jahrhundert, Teil I, Bildungssystem und Professionalisierung in internationalen Vergleichen*, Stuttgart 1983, 332–358
- Brown, Boveri und Cie. (Hg.), *Der Electromotor im Kleingewerbe und in der Landwirtschaft*, Baden 1922

- Büchler Hermann, Die schweizerischen Landesausstellungen Zürich 1883, Genf 1896, Bern 1914, Zürich 1970
- Buchwald Jed Z., From Maxwell to Microphysics. Aspects of electromagnetic theory in the last quarter of the nineteenth century, Chicago 1985
- Buddensieg Tilmann, Industriekultur. Peter Behrens und die AEG 1907–14, Berlin 1979
- Buddensieg Tilmann, Thomas P. Hughes, Jürgen Kocka et al., Ein Mann vieler Eigenschaften. Walther Rathenau und die Kultur der Moderne, Berlin 1990
- Bugmann Margrit, Die Enteignung für die Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie nach dem BG betr. die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen vom 24. Juni 1902 (Elektrizitätsgesetz), Aarau 1943
- Bühler Susanna, Vom Luxusgut zum Alltagsgegenstand. Die Diffusion des Staubsaugers in der Schweiz, in: David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994, 143–153
- Bulletin d'Histoire de l'Electricité, Paris 1983 ff.
- Buschkiel C., Elektrizität in der Landwirtschaft, Siemens-Handbücher Bd. 12, Berlin und Leipzig 1927
- Byatt I. C. R., The british electrical industry 1875–1914. The economic returns of a new technology, Oxford 1979
- Cabanes Jean, Electropathologie. Quelques notions historiques, in: Fabienne Cardot (Hg.), La France des Electriciens, 1880–1980. Actes du deuxième colloque de l'AHEF (Paris, 16.–18. April 1985), Paris 1986, 271–277
- Cahan David, An Institute for an Empire: the Physikalisch-Technische Reichsanstalt 1871–1918, Cambridge und New York 1989
- Cahan David, H. F. Weber, the Zurich Polytechnic Physics Institute, and the Young Einstein's Physics Education: Helmholtz, Precision Measurement, and Electrotechnology, Manuskript 1994
- Calame L., Das kantonale Technikum in Winterthur 1874–1924. Zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens, Winterthur 1924
- Cardot Fabienne (Hg.), Des entreprises pour produire de l'électricité. Actes du cinquième colloque de l'AHEF (Paris, 19.–21. April 1988), Paris 1988
- Cardot Fabienne (Hg.), L'Electricité et ses consommateurs. Actes du quatrième colloque de l'AHEF (19.–21. Mai 1987), Paris 1987
- Cardot Fabienne (Hg.), La France des Electriciens, 1880–1980. Actes du deuxième colloque de l'AHEF (Paris, 16.–18. April 1985), Paris 1986
- Cardot Fabienne (Hg.), Un siècle d'électricité dans le monde. Actes du 1er Colloque international d'Histoire de l'Electricité (Paris, 15.–17. April 1986), Paris 1987b
- Caron François und Cardot Fabienne (Hg.), Histoire de l'Electricité en France, Bd. 1, Espoirs et conquêtes 1881–1918, Paris 1991
- Carter-Edward Karen, Cornwall Electric: 100 years of Service, Cornwall 1987
- Christie Renfrew, Electricity, Industry and Class in South Africa, Albany 1984
- Conze Werner und Jürgen Kocka (Hg.), Bildungsbürgertum im 19. Jahrhundert, Teil I, Bildungssystem und Professionalisierung in internationalen Vergleichen, Stuttgart 1983
- Coopersmith Jonathan, The electrification of Russia 1880–1926, Ithaca (N. Y.) 1992
- Copp Newton H. und Andrew W. Zanella, Discovery, Innovation, and Risk. Case Studies in Science and Technology, Cambridge (Mass.) und London 1993
- Darnton Robert, Mesmerism and the end of the Enlightenment in France, Cambridge (Mass.) 1968

- David Paul A., The Hero and the Herd in Technological History: Reflections on Thomas Edison and The Battle of the Systems, in: Patrice Higonnet, David S. Landes, Henry Rosovsky (Hg.), Favorites of Fortune. Technology, Growth, and Economic Development since the Industrial Revolution, Cambridge (Mass). 1991, 72–119
- De Capitani François, Zum Entstehen einer politischen Öffentlichkeit in der Schweiz. Die Mitglieder und Gäste der Helvetischen Gesellschaft 1761–1797, Bern 1980
- De l'Académie à l'Université de Lausanne 1537–1987. 450 ans d'histoire, Lausanne 1987
- Der Seilzug. Hauszeitschrift der Baumann, Koelliker AG für elektrotechnische Industrie Zürich (1) März 1968
- Dienel Ludger H., Herrschaft über die Natur? Naturvorstellungen deutscher Ingenieure 1871–1914, Stuttgart 1992
- Dietschi Hugo, Geschichtliches über das Elektrizitätswerk Olten-Aarburg Aktiengesellschaft (Kraftwerke Ruppoldingen und Gösgen) 1894–1936, Typoskript, Olten 1945
- Dosi Giovanni Dosi et al. (Hg.), Technical Change and Economic Theory, London und New York 1988
- Dufaux Anne-Françoise, L'électricité dans l'affiche, image publicitaire d'une énergie nouvelle. Mémoire de licence, section d'histoire de l'art de la Faculté des Lettres de Lausanne 1986
- Durand Roger und Daniel Aquillon (Hg.), Guillaume-Henri Dufour dans son temps. 1787–1875. Actes du colloque Dufour, Genf 1991
- Eidgenössisches Amt für Verkehr (Hg.), Ein Jahrhundert Schweizer Bahnen 1847–1947, Frauenfeld 1947–1964
- Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (Hg.), Licht – Kraft – Wärme. 100 Jahre Zürcher Elektrizitätswerk Letten 1892–1992, Zürich 1992
- Elliott R. G., Agent of Death. The Memoirs of an Executioner, New York 1940
- Epprecht R., Prof. Dr. h. c. Walter Wyssling (1862–1945), Zürich 1946
- Etemad Bouda und Jean Luciani, World Energy Production. 1800–1985. Production mondiale d'énergie, Genf 1991
- ETH Eidgenössische Technische Hochschule. 1855–1955. Ecole Polytechnique Fédérale, Zürich 1955
- Evers Adalbert und Helga Nowotny, Über den Umgang mit Unsicherheit. Die Entdeckung der Gestaltbarkeit von Gesellschaft, Frankfurt 1987
- Farner Rudolf (Hg.), 75 Jahre Elektrizitätswerke des Kantons Zürich 1908–1983, Zürich 1983
- Favre Eduard, Théodore Turretini 1845–1916, Genf 1923
- Fehr E., Die kantonalen und interkantonalen Elektrizitätswerke, in: Bulletin SEV/VSE 1945, 575–581
- Felber-Nyffenegger Jakob, 50 Jahre Elektra Baselland, 1898–1948, Liestal 1949
- Feldt Heinrich, Vorstellungen von physikalischer und psychischer Energie zur Zeit Mesmers, in: Heinz Schott (Hg.), Franz Anton Mesmer und die Geschichte des Mesmerismus, Stuttgart 1985
- Fischer Wolfram (Hg.), Die Geschichte der Stromversorgung, Frankfurt a. M. 1992
- Foucault Michel, Überwachen und Strafen. Die Geburt des Gefängnisses, Frankfurt a. M. 1977
- Fox R., Edison et la presse française lors de l'exposition internationale de 1881, in: Fabienne Cardot (Hg.), 1880–1980. Un siècle d'électricité dans le monde, Paris 1987, 223–235
- Fraunberger Fritz, Elektrizität im Barock, Köln 1964
- Freeman Christopher (Hg.), Long Waves in the World Economy, London 1984

- Frey Thomas und Lukas Vogel, «Und wenn wir auch die Eisenbahn mit Kälte begrüßen». Verkehrsintensivierung in der Schweiz. Ihre Auswirkungen auf Demographie, Wirtschaft und Raumstruktur, Diss. Zürich 1993
- Friedel Robert und Paul Israel, Edison's Electric Light: Biography of an Invention, New Brunswick (N. J.) 1986
- Fritzschke Bruno, Die Anziehungskraft der modernen Verkehrszentren, in: Maja Svilar (Hg.), Stadt und Land. Die Geschichte einer gegenseitigen Abhängigkeit, Bern 1988, 177–196
- Fritzschke Bruno, Eisenbahnbau und Stadtentwicklung in der Schweiz, in: Hans Jürgen Teuteberg (Hg.), Stadtwachstum, Industrialisierung, sozialer Wandel. Beiträge zur Erforschung der Urbanisierung im 19. und 20. Jahrhundert, Berlin 1986
- Fritzschke Bruno, Vorhänge sind an die Stelle der alten Lumpen getreten. Die Sorgen der Wohnungsfürsorger im 19. Jahrhundert, in: Sebastian Brändli et al. (Hg.), Schweiz im Wandel. Studien zur neueren Gesellschaftsgeschichte, Basel und Frankfurt 1990, 383–396
- Fritzschke Bruno, Zürichs Aufstieg zur Wirtschaftsmetropole, in: Unsere Kunstdenkmäler. Zürich als Wirtschaftsmetropole im 19. Jahrhundert (42) 1991, 143–151
- Fujimura Joan H., Crafting Science: Standardized Packages, Boundary Objects, and "Translation", in: Andrew Pickering (Hg.), Science as Practice and Culture, Chicago 1992, 168–211
- Fürstenberg H., Carl Fürstenberg. Die Lebensgeschichte eines deutschen Bankiers 1870–1914, Berlin 1931
- Gas- und Wasserwerk Basel (Hg.), 100 Jahre Gas in Basel, Basel 1952
- Generaldirektion PTT (Hg.), 100 Jahre elektrisches Nachrichtenwesen in der Schweiz 1852–1952, 3 Bde., Bern 1952–1962
- Geschichte der Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft Neuhausen 1888–1938, Bd. 1, Die Jahre von 1888 bis 1920, Chippis 1942
- Gitermann Marcus, Konzessionierter oder kommunaler Betrieb von monopolistischen Unternehmungen öffentlichen Charakters, Zürich, Leipzig und Stuttgart 1927
- Glaser Hermann, Maschinenwelt und Alltagsleben. Industriekultur in Deutschland vom Biedermeier bis zur Weimarer Republik, Frankfurt a. M. 1981
- Gölden Hubert, Strukturwandlungen des schweizerischen Fremdenverkehrs 1890–1935, Zürich 1939
- Göttler J., Einführung in die Elektrifizierung der Schweizerbahnen, Bern 1919
- Gottschall Walter, Demokratie als Bauherr. Streifzug durch die Geschichte der baulichen Selbstdarstellung des schweizerischen Bundesstaates im 19. und 20. Jahrhundert, in: Schweizerisches Sozialarchiv (Hg.), Bilder und Leitbilder im sozialen Wandel, Zürich 1991, 67–102
- Grabas Margrit, Konjunktur und Wachstum in Deutschland von 1895 bis 1914, Berlin 1992
- Graber Rolf, Bürgerliche Öffentlichkeit und spätabolutistischer Staat. Sozietätenbewegung und Konfliktkonjunktur in Zürich 1746–1780, Zürich 1993
- Graf Christoph, Das Kraftwerk Rheinau und die Rheinau-Initiative 1954. Ein Modellfall einiger staats- und völkerrechtlicher sowie staats- und kulturpolitischer Gegenwartsfragen der Schweiz im Lichte amtlicher Quellen, Zürich 1972
- Gröbl-Steinbach Evelyn (Hg.), Licht und Schatten. Dimensionen von Technik, Energie und Politik, Wien und Köln 1990
- Grossmann Eugen, Die Gemeindebetriebe der Stadt Zürich, in: Schriften des Vereins für Socialpolitik, Bd. 130 Teil 3: Gemeindebetriebe. Neuere Versuche und Erfahrungen über die Ausdehnung der kommunalen Tätigkeit in Deutschland und im Ausland, Leipzig 1909, 1–45

- Grossmann Heinrich, Die Finanzierungen der Bank für Elektrische Unternehmen in Zürich, Zürich 1918
- Gruner Erich und Karl Frei, Die Schweizerische Bundesversammlung 1848–1920, Bd. 1, Bern 1966
- Gruner Erich, Arbeiterschaft und Wirtschaft in der Schweiz 1880–1914. Bd. 1, Demographische, wirtschaftliche und soziale Basis und Arbeitsbedingungen, Zürich 1987
- Gruner Erich, Die Wirtschaftsverbände in der Demokratie, Erlenbach-Zürich 1956
- Gugerli David (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994a
- Gugerli David, «Der Ausbau der äusseren Organisation». Funktionale Differenzierung und diskursive Integration elektrowirtschaftlicher Institutionen in der Schweiz bis 1918, in: David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994b, 9–23
- Gugerli David, «Für grössere Städte eine unabwiesbare Notwendigkeit». Zur infrastrukturpolitischen Modellierung städtischer Elektrizitätsversorgungen in der Schweiz des ausgehenden 19. Jahrhunderts, in: Josef Wysocki (Hg.), Kommunalisierung im Spannungsfeld von Regulierung und Deregulierung im 19. und 20. Jahrhundert. Schriften des Vereins für Socialpolitik Bd. 240, Berlin 1995a, 121–140
- Gugerli David, Politics On The Topographer's Table: The Helvetic Triangulation of Cartography, Politics, and Representation, in: Timothy Lenoir (Hg.), Inscripting Science: Scientific Texts and the Materiality of Communication, Kapitel 7, Stanford 1996a (im Druck)
- Gugerli David, Sociocultural Aspects of Technological Change. The Rise of the Swiss Electricity Supply Economy, in: Science in Context (8.3) 1995b, 459–486
- Gugerli David, Technikbewertung zwischen Öffentlichkeit und Expertengemeinschaft. Zur Bedeutung der Frankfurter elektrotechnischen Ausstellung von 1891 für die Elektrifizierung der Schweiz, in: Andreas Ernst et al. (Hg.), Kontinuität und Krise. Sozialer Wandel als Lernprozess. Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Schweiz, Zürich 1994c, 139–160
- Gugerli David, Von der Krise zur nationalen Konkordanz. Zur Geschichte der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, Manuskript 1996b, erscheint in: Verkehrshaus der Schweiz (Hg.), Die Schweiz und die Eisenbahn, Zürich 1997
- Guggenbühl Gottfried, Geschichte der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, Zürich 1955
- Guggisberg Kurt, Kundige Aussaat, köstliche Frucht. Zweihundert Jahre Ökonomische und Gemeinnützige Gesellschaft des Kantons Bern, 1759–1959, Bern 1959
- Günthart A., Elektrizität und Landwirtschaft, Zürich 1936
- Gurtner H. A., Zur Verschuldung des schweizerischen Hotelgewerbes. Eine Untersuchung der Verhältnisse in Interlaken, Bern 1918
- Gutersohn A. und J. Weibel, Das Gewerbe in der schweizerischen Wirtschaftspolitik. Der schweizerische Gewerbeverband 1879–1954, Zürich 1954
- Gutting Gary, Paradigms, Revolutions, and Technology, in: Rachel Laudan, The Nature of Technological Knowledge, Dordrecht 1984, 47–65
- Habermas Jürgen, Strukturwandel der Öffentlichkeit. Untersuchungen zu einer Kategorie der bürgerlichen Gesellschaft, Darmstadt und Neuwied (1962) 1986
- Hannah Leslie, Electricity before nationalisation. A study of the development of electricity supply industry in Britain to 1948, London 1979
- Härry A., Die wasserwirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Verhältnisse der

- Schweiz, in: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (Hg.), Führer durch die Schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, Bd. 2, Grundlagen, Beschreibungen, Statistik, Zürich 1949, 49–64
- Härry A., Probleme der schweizerischen Wasser- und Energiewirtschaft, in: Separatdruck aus Wasser- und Energiewirtschaft, Dezember 1935 und Januar 1936
- Harwood Jonathan, Institutional innovation *in fin de siècle* Germany, in: BJHS (27) 1994, 197–211
- Hauser Benedikt, Wirtschaftsverbände im frühen schweizerischen Bundesstaat (1848–74). Vom regionalen zum nationalen Einzugsgebiet, Basel und Frankfurt a. M. 1985
- Heiniger Markus, Die schweizerische Antiatombewegung 1958–1963: eine Analyse der politischen Kultur, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Zürich 1980
- Helferich Karl, Georg von Siemens – Ein Lebensbild aus Deutschlands grosser Zeit, 2 Bde., Berlin 1923
- Heller Geneviève, «Propre en ordre». Habitation et vie domestique 1850–1930. L'exemple vaudois, Lausanne 1979
- Hellige Hans Dieter, Walther Rathenau: ein Kritiker der Moderne als Organisator des Kapitalismus. Entgegnung auf T. P. Hughes' systemhistorische Rathenau-Interpretation, in: Tilmann Buddensieg, Thomas P. Hughes, Jürgen Kocka et al., Ein Mann vieler Eigenschaften. Walther Rathenau und die Kultur der Moderne, Berlin 1990, 32–52
- Hennessey R. A. S., The Electric Revolution, Newcastle upon Tyne 1971
- Hertner Peter, Les sociétés financières suisses et le développement de l'industrie électrique jusqu'à la Première Guerre Mondiale, in: Fabienne Cardot (Hg.), 1880–1980. Un siècle d'électricité dans le monde, Paris 1987, 341–355
- Herzig Thomas, Geschichte der Elektrizitätsversorgung des Saarlandes unter besonderer Berücksichtigung der Vereinigten Saar-Elektrizitäts-AG: Ein Beitrag zur Wirtschaftsgeschichte des Saarlandes, Saarbrücken 1987
- Heusser Jakob, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, 1908–1958, Stäfa 1958
- Hiltbold G. F., Erzeugung und Verwendung motorischer Kraft, Zürich 1934
- Historisches Museum Frankfurt (Hg.), «Eine neue Zeit ...!» Die Internationale Elektrotechnische Ausstellung 1891, Frankfurt a. M. 1991
- Hodel Fabian, Versorgen und Gewinnen. Öffentliche Dienste im städtischen Finanzhaushalt, in: David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994, 73–84
- Home Roderick Weir, Electricity and experimental physics in eighteenth-century Europe, Hampshire (GB) und Brookfield (Vt.) 1992
- Huber Paul, Luzern wird Fremdenstadt. Veränderungen der städtischen Wirtschaftsstruktur 1850–1914, Luzern 1986
- Hug Peter, Geschichte der Atomtechnologieentwicklung in der Schweiz, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Bern 1987
- Hughes Thomas Parke, An Historical Overview, in: T. La Porte, Social Responses to Large Technical Systems, Dordrecht 1991, 185–188
- Hughes Thomas Parke, Harold P. Brown and the Executioner's Current: An Incident in the AC-DC Controversy, in: Harvard Business History Review (32) 1958, 143–165
- Hughes Thomas Parke, How Did the Heroic Inventors Do It? in: American Heritage of Invention and Technology (1) 1985, 18–25
- Hughes Thomas Parke, Networks of Power. Electrification in Western Society 1880–1930, Baltimore 1983
- Hughes Thomas Parke, The Electrification of America: the System Builders, in: Technology and Culture 1979, 124–161

- Hughes Thomas Parke, The Evolution of Large Technological Systems, in: Wiebe E. Bijker et al. (Hg.), The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology, Cambridge (Mass.) 1987, 51–82
- Hughes Thomas Parke, Thomas Edison, Professional Inventor, London 1976
- Hughes Thomas Parke, Walther Rathenau: «system builder», in: Tilmann Buddensieg, Thomas P. Hughes, Jürgen Kocka, Ein Mann vieler Eigenschaften. Walther Rathenau und die Kultur der Moderne, Berlin 1990, 9–31
- Hundert Jahre Schweizerischer Verein von Gas- und Wasserfachmännern 1873–1973, Bern 1973
- Hupfauer M., Elektrifizierung der Landwirtschaft, in: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 1971, 971–89
- Illi Martin, Von der «Schüsgruob» zur modernen Stadtentwässerung, Zürich 1987
- Im Hof Ulrich, Das gesellige Jahrhundert. Gesellschaft und Gesellschaften im Zeitalter der Aufklärung, München 1982
- Imhof Eduard, Die Fachgruppe Vermessung, Grundbuch und Karte an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich, Winterthur 1941
- Internationale Rheinregulierung Rorschach (Hg.), Internationale Rheinregulierung 1892–1992. Der Alpenrhein und seine Regulierung, Buchs 1992
- Jacob-Wendler Gerhart, Deutsche Elektroindustrie in Lateinamerika. Siemens und AEG 1890–1914, Stuttgart 1982
- Jäger Kurt, Das Elektrizitätswerk Frankfurt 1894, in: Kurt Jäger (Hg.), Wechselstrom Kraftwerke in Deutschland. Der Übergang vom Gleich- zum Drehstrom, Berlin 1987, 119–123
- Joerges Bernhard, Reden über Grosse Technik, unveröffentlichtes Manuskript, 1994
- Johnson Jeffrey Allan, The Kaiser's chemists: Science and Modernization in Imperial Germany, Chapel (N. C.) und London 1990
- Jöhr Walter Adolf, Schweizerische Kreditanstalt 1856–1956. Hundert Jahre im Dienste der schweizerischen Volkswirtschaft, Zürich 1956
- Jokisch R. (Hg.), Techniksoziologie, Frankfurt a. M. 1982
- Jones Linda, Charles Jones und Robert Greenhill, Public Utility Companies, in: Business Imperialism 1840–1930. An inquiry based on british experience in Latin America, hg. von D. C. M. Platt, Oxford 1977, 77–118
- Joos Thomas, Das Stauseeprojekt Rheinwald. Der Konflikt zwischen Energieproduzenten und der Bergbevölkerung als Beispiel der Energiepolitik der Schweiz im Zweiten Weltkrieg, Diss. Zürich 1992
- Joos Thomas, Marmorera – «Ein Dorf opfert sich für Zürich». Die Auffassung eines Bergdorfes im energiepolitischen Interessenfeld einer Grossstadt, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Zürich 1989
- Joris Elisabeth, Die Schweizer Hausfrau. Genese eines Mythos, in: Sebastian Brändli et al. (Hg.), Schweiz im Wandel. Studien zur neueren Gesellschaftsgeschichte, Basel und Frankfurt 1990, 99–116
- Jost Hans Ulrich, Die reaktionäre Avantgarde. Die Geburt der neuen Rechten in der Schweiz um 1900, Zürich 1992
- Kaiser Dolf, Zeittafel Geschichte, Kultur, Verkehr Tourismus, in: Landschaft am jungen Inn, Chur 1983, 15–25
- Keller Theo, Die Elektrizitätsversorgung der Stadt Zürich, Zürich 1926
- Kepplinger Hans Mathias, Die Kernenergie in der Presse. Eine Analyse zum Einfluss subjektiver Faktoren auf die Konstruktion von Realität, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 1988, 659–683
- Kern Stephen, The Culture of Time and Space 1880–1918, Cambridge (Mass.) 1983

- Kittler Friedrich A., Aufschreibesysteme 1800/1900, München 1987
- Kittler Friedrich A., Grammophon Film Typewriter, Berlin 1986
- Kittsteiner Heinz D., Die Entstehung des modernen Gewissens, Frankfurt a. M. und Leipzig 1991
- Kleinknecht Alfred, Observations on the Schumpeterian swarming of innovations, in: Christopher Freeman (Hg.), Long Waves in the World Economy, London 1984, 48–62
- Kloss Albert, Von der Electricität zur Elektrizität. Ein Streifzug durch die Geschichte der Elektrotechnik, Elektroenergetik und Elektronik, Basel 1987
- Kocka Jürgen, Neue Energien im 19. Jahrhundert. Zur Sozialgeschichte der Elektrizitätswirtschaft, in: Gröbl-Steinbach Evelyn (Hg.), Licht und Schatten. Dimensionen von Technik, Energie und Politik, Wien 1990, 17–31
- Kocka Jürgen, Siemens und der aufhaltsame Aufstieg der AEG, in: Tradition (17) 1972, 125–142
- Kocka Jürgen, Unternehmensverwaltung und Angestelltenschaft; am Beispiel Siemens 1847–1914. Zum Verhältnis von Kapitalismus und Bürokratie in der deutschen Industrialisierung, Stuttgart 1969
- Koller Barbara, «Gesundes Wohnen». Ein Konstrukt zur Vermittlung bürgerlicher Werte und Verhaltensnormen und seine praktische Umsetzung in der Deutschschweiz 1880–1914, Zürich 1995
- König Mario, Hannes Siegrist und Rudolf Vetterli, Warten und Aufrücken. Die Angestellten in der Schweiz 1870–1950, Zürich 1985
- König Wolfgang und Wolfhard Weber, Netzwerke, Stahl und Strom 1840 bis 1914, in: Propyläen Technikgeschichte hg. von Wolfgang König, Bd. 4, Frankfurt a. M. und Berlin 1990
- König Wolfgang, Technikwissenschaften. Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914, Chur 1995
- Koselleck Reinhardt, Kritik und Krise. Eine Studie zur Pathogenese der bürgerlichen Welt, Frankfurt a. M. (1959) 1973
- Kriesi Hanspeter, AKW-Gegner in der Schweiz: eine Fallstudie zum Aufbau des Widerstandes gegen das geplante AKW in Graben, Diessenhofen 1982
- Kuhn Thomas S., Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt a. M. 1988
- Kull Ernst, Post, Telegraph, Telephon und Radio, in: Handbuch der Schweizerischen Volkswirtschaft, Bd. 2, Bern 1955, 260–270
- Kummler Hermann, Aus der Geschichte der heutigen Firma Aktiengesellschaft Kummler & Matter in Aarau, Typoskript Firmenarchiv Kummler und Matter, o. J.
- Künzle Daniel, City, Millionenvorstadt und Arbeiterquartier: Demographische und baulich-soziale Entwicklung in Zürich 1830–1914, in: Zürich als Wirtschaftsmetropole im 19. Jahrhundert, Unsere Kunstdenkmäler (42) 1991, 164–177
- Landes David, Der entfesselte Prometheus. Technologischer Wandel und industrielle Entwicklung in Westeuropa von 1750 bis zur Gegenwart, München 1983
- Landmann Julius, Volkswirtschaft, Arbeitsrecht und Sozialversicherung der Schweiz. Im Auftrag des schweizerischen Bundesrates, Einsiedeln 1925
- Lang Norbert, 100 Jahre Stromübertragung Kriegstetten-Solothurn. Eine Pionierleistung von C. E. L. Brown, in: elektrotechnik (3) 1987, 12–17
- Lang Norbert, BBC 1891–1991. Die Gründerväter von Brown Boveri & Cie, Baden 1991
- Lang Norbert, Charles E. L. Brown 1863–1924, Walter Boveri 1865–1924. Gründer eines Weltunternehmens, Meilen 1992
- Lang Norbert, Elektrische Maschinenindustrie der Schweiz. Vom Nachbau zur Eigenentwicklung, in: David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994, 103–116

- Latour Bruno und Steve Woolgar, *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, Princeton 1986
- Latour Bruno, Give me a Laboratory and I will Raise the World, in: Karin D. Knorr-Cetina und Michael Mulkay (Hg.), *Science Observed*, London 1983, 141–170
- Latour Bruno, *Science in Action. How to follow scientists and engineers through society*, Cambridge Mass. 1987
- Latour Bruno, *The Pasteurization of France*, Cambridge Mass. 1988
- Latour Bruno, *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*, Berlin 1995
- Laudan Rachel, *The Nature of technological Knowledge*, Dordrecht 1984
- Lendenmann Fritz et al., *Hundert Jahre Gross-Zürich, 100 Jahre 1. Eingemeindung 1893, Zürich 1993*
- Lenoir Timothy, *Politik im Tempel der Wissenschaft. Forschung und Machtausübung im deutschen Kaiserreich*, Frankfurt a. M. 1992a
- Lenoir Timothy, *Practical Reason and the Construction of Knowledge. The Lifeworld of Haber-Bosch*, in: Ernan McMullin (Hg.), *The Social Dimensions of Science*, Notre Dame 1992b, 158–197
- Lévy-Leboyer Maurice und Pierre Lanthier, *Histoire de l'entreprise et histoire de l'électricité*, in: *L'Electricité dans l'histoire: problèmes et méthodes*, Paris 1983, 13–24
- Lindner Helmut, *Strom. Erzeugung, Verteilung und Anwendung der Elektrizität, Reinbek bei Hamburg 1985*
- Luhmann Niklas, *Die Wirtschaft der Gesellschaft*, Frankfurt a. M. 1988
- Luhmann Niklas, *Vertrauen. Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität*, Stuttgart 1973
- Lutz B. (Hg.), *Technik und sozialer Wandel*, Frankfurt a. M. 1987
- Lynch Michael, *Art and Artefact in Laboratory Science. A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, London 1985
- MacKenzie Donald und Judy Wajcman, *The Social Shaping of Technology. How the refrigerator got its hum*, Philadelphia 1985
- Martin Thomas C., *Forty Years of Edison Service, 1882–1922*, New York 1922
- Mayntz Renate und Thomas P. Hughes (Hg.), *The Development of Large Technical Systems*, Frankfurt a. M. 1988
- McMullin Ernan (Hg.), *The Social Dimensions of Science*, Notre Dame 1992
- Meissl G., *Rationalisierung und Automatisierung*, in: *Lichtjahre. 100 Jahre Strom in Österreich*, Wien 1986
- Mensch Gerhard, *Basisinnovationen und Verbesserungsinnovationen*, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* (42) 1972, 291–297
- Mensch Gerhard, Charles Coutinho und Klaus Kaasch, *Changing Capital Values and the Propensity to Innovate*, in: Christopher Freeman (Hg.), *Long Waves in the World Economy*, London 1984, 31–47
- Mensch Gerhard, *Das technologische Patt*, Frankfurt 1975
- Messerli Jakob, *Gleichmässig, Pünktlich, Schnell. Zeiteinteilung und Zeitgebrauch in der Schweiz im 19. Jahrhundert*, Zürich 1995
- Meya Jörg und Heinz Otto Sibum, *Das fünfte Element. Wirkungen und Deutungen der Elektrizität*, München und Reinbek bei Hamburg 1987
- Meylan H., *La Haute Ecole de Lausanne 1537–1937*, Lausanne 1937
- Misa Thomas J., *Controversy and Closure in Technological Change: Constructing «Steel»*, in: Wiebe E. Bijker und John Law, *Shaping Technology / Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge Mass. und London 1992, 109–139

- Moll Ernst, Die Bernischen Kraftwerke AG. Rechtliches und wirtschaftliches Verhältnis zum Staate Bern, Bern 1946a
- Moll Ernst, Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Kanton Bern, Bern 1946b
- Moll Ernst, Kraftwerke Oberhasli AG. Bericht über die Beteiligung von Basel, Bern und Zürich, Bern 1955
- Moll Ernst, Oberst Eduard Will und die bernische Elektrizitätswirtschaft, Bern 1951
- Monnier-Raball Jacques, Philippe Kaenel, Giorgio Fonio, Autour de l'Electricité. Un siècle d'affiche et de design, Lausanne 1990
- Mori Giorgio (Hg.), Storia dell'industria elettrica in Italia, Bd. 1, Le origini, 1882–1914, Bari 1992
- Morus Iwan Rhys, The Sociology of Sparks. An Episode in the History and Meaning of Electricity, in: *Social Studies of Science* (18) 1988, 387–417
- Motor Columbus, Die Kosten der Energieversorgung in der Schweiz, Bern 1976
- Müller Gregor, Die Elektrifizierung des Kantons Baselland und der Heimindustrie der Seidenbandweberei 1895–1941, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Basel 1984
- Müller Ueli, Elektrifizierung der Politik oder Politik der Elektrifizierung. Die Expansionskonflikte der Bernischen Kraftwerke AG 1890–1930, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit der Universität Bern, 1991
- Müller Ueli, Expansion und Konflikte. Das Verhältnis von Staat, Politik und Elektrizitätswirtschaft im Kanton Bern 1890–1930, in: David Gugerli (Hg.), *Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz*, Zürich 1994, 25–40
- Myers William Allan, *Electricity in Orange County, California, 1890–1940: A Case Study of the Socio-economic Impact of Technology*, MA California State University 1991
- Myllyntaus Timo, *Electrifying Finland. The Transfer of a New Technology into a Late Industrialising Economy*, Helsinki 1991
- Nadau T., Entre le mythe technologique et l'impasse économique: l'électricité agricole avant 1914, in: *Bulletin d'Histoire de l'Electricité* 1986, 7–22
- Nelles H. V., Contrasting Development of the Hydroelectric Industry in the Montreal and Toronto Regions, 1900–1930, in: *Journal of Canadian Studies*, (18) 1983, 5–27
- Niederer Kurt, Vor 84 Jahren: Elektrischer Versuchsbetrieb Seebach-Wettingen, in *Schweizer Eisenbahn-Revue* 1991, 443–448 und 1992, 8–15, 62–68, 118–129
- Norris Christopher, *Derrida*, Cambridge, Mass. 1987
- North Douglass C., *Structure and Change in Economic History*, New York und London 1981
- Nowotny Helga, *Kernenergie. Gefahr oder Notwendigkeit*, Frankfurt a. M. 1979
- Nye David E., *Electrifying America. Social Meanings of a New Technology, 1880–1940*, Cambridge Mass. und London 1991
- Ott Hugo (Hg.), *Statistik der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Deutschlands 1890–1913*, 1986 ff.
- Ott Hugo, History of electricity in Germany, in: Cardot Fabienne (Hg.), *Un siècle d'électricité dans le monde. Actes du 1er Colloque international d'Histoire de l'Electricité* (Paris, 15.–17. April 1986), Paris 1987, 135–149
- Paquier Serge, *Banques, sociétés financières et industrie électrique de 1895 à 1914*, in: Youssef Cassis und Jakob Tanner (Hg.): *Banken und Kredit in der Schweiz. Banques et crédit en Suisse (1850–1930)*, Zürich 1993
- Paquier Serge, *L'hydro-électricité suisse de 1880 aux années 1930*, in: David

- Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994, 85–101
- Paquier Serge, La S. A. Energie-Ouest-Suisse de 1919 à 1936, mémoire de licence, Universität Genf 1988
- Paquier Serge, Un facteur d'explication de l'électrification rapide de la Suisse: l'expérience acquise en matière d'hydromécanique au XIX siècle, in: Bulletin d'histoire de l'électricité (16) 1990, 25–36
- Perez Carlotta, Structural Change and Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems, in: Futures, (5) 1983, 357–375
- Peter-Kubli Susanne, Gäste und Gastgeber im Glarnerland. Festschrift zum 100jährigen Bestehen des Verkehrsvereins Glarnerland-Walensee, Glarus 1992
- Peters Tom F., Transitions in Engineering. Guillaume Henri Dufour and the early 19th Century Cable Suspension Bridges, Basel und Boston 1987
- Pickering Andrew (Hg.), Science as Practice and Culture, Chicago 1992
- Pinch Trevor J. und Wiebe E. Bijker, The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each other, in: Wiebe E. Bijker et al. (Hg.), The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology, Cambridge 1987, 17–50
- Platt D. C. M. (Hg.), Business Imperialism 1840–1930. An inquiry based on British experience in Latin America, Oxford 1977
- Platt D. C. M. und Guido di Tella, Argentina, Australia and Canada. Studies in Comparative Development 1870–1965, New York 1985
- Platt Harold L., The Electric City. Energy and The Growth of the Chicago Area, Chicago 1991
- Pohl Manfred, Emil Rathenau und die AEG, Berlin und Frankfurt 1988
- Poulter J. D., An early history of electricity supply: The story of the electric light in victorian Leeds, London 1986
- Prochasson Christophe, Les années électriques, 1880–1910, Paris 1991
- Projer Erich, Die schweizerischen Grosshandelspreise 1806 bis 1928, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Zürich 1987
- Püntener Peter, Der Beitrag des Fremdenverkehrs zur Entwicklung der Schweizer Wirtschaft (1850–1913), in: Andreas Ernst et al. (Hg.), Kontinuität und Krise. Sozialer Wandel als Lernprozess. Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Schweiz, Zürich 1994, 51–59
- Rabinbach Anson, The Human Motor. Energy, Fatigue, and the Origins of Modernity, Berkeley und Los Angeles 1992
- Radkau Joachim, Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945–1975, Reinbeck 1983
- Radkau Joachim, Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Frankfurt a. M. 1989
- Rammert Werner, Soziale Dynamik der technischen Entwicklung, Opladen 1983
- Rammert Werner, Technikgenese. Stand und Perspektiven der Sozialforschung zum Entstehungszusammenhang neuer Techniken, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 1988, 747–761
- Reinle Adolf, Die Stadt Luzern. Die Kunstdenkmäler des Kantons Luzern, Bde. 2 und 3, Basel 1953–1954
- Rennhard Josef und Konrad Malleis, 75 Jahre Kraftwerk Laufenburg 1908–1983, Laufenburg 1983
- Ritzmann Fritz, Die Schweizer Banken. Geschichte – Theorie – Statistik, Bern und Stuttgart 1973

- Ronell Avital, *The Telephone Book. Technology, Schizophrenia, Electric Speech*, University of Nebraska und London 1989
- Röpke Jochen, *Die Strategie der Innovation. Eine systemtheoretische Untersuchung der Interaktion von Individuum, Organisation und Markt im Neuerungsprozess*, Tübingen 1977
- Ropohl Günter, *Die unvollkommene Technik*, Frankfurt a. M. 1985
- Ropohl Günter, *Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie*, München und Wien 1979
- Rose M. H., *Urban Environments and Technological Innovation: Energy Choices and Technological Innovation: Energy Choices in Denver and Kansas City 1900–1940*, in: *Technology and Culture* 1984, 503–539
- Rosenberg Nathan, *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge 1982
- Rosenberg Nathan, *Perspectives on Technology*, Cambridge 1976
- Rowbottom Margaret und Charles Süsskind, *Electricity and Medicine. History of their Interaction*, San Francisco 1984
- Rucki Isabelle, *Das Hotel in den Alpen. Die Geschichte der Oberengadiner Hotelarchitektur von 1860 bis 1914*, Zürich 1989
- Rudhardt Paul, *René Thury*, Genf 1930
- Saes Flávio, *Café, Indústria e eletricidade em Sao Paulo*, in: *História e Energia* (1) 1986, 21–31
- Sandgruber Roman, *The electrical century. The beginnings of electricity supply in Austria*, in: Mikulas Teich und Roy Porter (Hg.), *Fin de siècle and its legacy*, Cambridge (England) und New York 1990, 42–53
- Sarcinelli Ulrich, *Auf der Suche nach dem neuen Paradigma: Sozialwissenschaftliche Analysen zum technologischen Wandel*, in: *Neue Politische Literatur* (34) 1989, 409–428
- Sattelberg Kurt, *Vom Elektron zur Elektronik. Eine Geschichte der Elektrizität*, Berlin 1971
- Savoy Monique, *Lumières sur la ville: Introduction et promotion de l'électricité en Suisse. L'éclairage Lausannois, 1881–1921*, in: *Etudes et mémoires de la section d'histoire de l'Université de Lausanne*, publiés sous la direction de H. U. Jost, Lausanne 1987
- Schaffer Simon, *The laboratory measurement of modern values*, unpubliziertes Manuskript, 1990
- Schaller, *Beitrag zur ökonomischen Eigenart der Fremdenverkehrsbahnen*, Basel 1922
- Schäppi Eugen, *Der Kampf ums Kraftwerk Rheinau 1951–1954*, Zürich 1978
- Schärli Arthur, *Höhepunkte des schweizerischen Tourismus in der Zeit der «Belle Epoque» unter besonderer Berücksichtigung des Berner Oberlandes*, Bern 1984
- Schilling Christoph, *Hausfleiss, Eiweiss und Liebesbeweis. Zur Sozial- und Technikgeschichte des Kochherdes 1880–1939*, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Universität Zürich 1992
- Schivelbusch Wolfgang, *Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert*, München 1977
- Schivelbusch Wolfgang, *Lichtblicke. Zur Geschichte der künstlichen Helligkeit im 19. Jahrhundert*, Frankfurt a. M. 1986
- Schlör Joachim, *Nachts in der grossen Stadt, Paris, Berlin und London 1840–1930*, München und Zürich 1991
- Schmid Hans Rudolf et al., *Prof. Walter Wyssling, 1862–1945 – Dr. Albert Wander, 1867–1950 – Henri Cornaz, 1869–1948*, Zürich 1958
- Schmid Hans Rudolf und Aymon de Mestral, *Johannes Näf-Enz, 1826–1886* –

- Gustave Naville-Neher, 1848–1929 – Louis Chevrolet, 1878–1941 – Samuel Blumer, 1881–1959, Zürich 1960
- Schneider Markus, Eisenbahngesellschaften. Pioniere im Verwalten komplexer Organisationen, in: Andreas Balthasar, Zug um Zug. Eine Technikgeschichte der Schweizer Eisenbahn aus sozialhistorischer Sicht, Basel 1993, 80–91
- Schnitter Niklaus, Die Geschichte des Wasserbaus in der Schweiz, Oberbözüberg 1992
- Schnitter Niklaus, Grundlagen zur Motor-Columbus-Geschichte, Typoskript 1990, Archiv Motor-Columbus, Baden
- Schobert Hans, 200 Jahre Beleuchtung- und Wacktkorporation Bunt, Wattwil 1979
- Schoen Lothar, Studien zur Entwicklung hydro-elektrischer Energienutzung: Die Elektrifizierung Irlands, Düsseldorf 1979
- Schönauer Roman G., Von der Stadt am Fluss zur Stadt am See. 100 Jahre Zürcher Quaianlagen, Zürich 1987
- Schott Heinz (Hg.), Franz Anton Mesmer und die Geschichte des Mesmerismus, Stuttgart 1985
- Schulthess Rechberg Anton von, Die Expropriation zugunsten von Wasserkraft-unternehmungen nach schweizerischem Recht, Brugg 1923
- Schumpeter Joseph A., Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process, New York 1939
- Schwager Gerhard, Technischer Fortschritt in der bäuerlichen Schweiz: Die Realisierung des Etzelwerkprojekts 1897–1937, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Zürich 1991
- Schwaiger Anton, Geschichte des Drehstroms, in: Technikgeschichte (28) 1939
- Schwartz-Cowan Ruth, The «Industrial Revolution» in the home. Household technology and social change in the 20th century, in: Technology and Culture 1976, 1–23
- Schwarz Jutta, Bruttoanlageinvestitionen in der Schweiz von 1850–1914. Eine empirische Untersuchung zur Kapitalbildung, Bern 1981
- Schweizer Lexikon, 6 Bde., Luzern 1993
- Schweizerische Gemeinnützige Gesellschaft, Geschichte der Gemeinnützigen Gesellschaft 1810–1910, Zürich 1910
- Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (Hg.), Führer durch die Schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, Bd. 2, Grundlagen, Beschreibungen, Statistik, Zürich 1949
- Segreto Luciano, «Du Made in Germany» au «Made in Switzerland». Les sociétés financières suisses pour l'industrie électrique dans l'entre-deux-guerres, in: Monique Trédé (Hg.): 1880–1980. Electricité et électrification dans le monde, Paris 1992, 348–351
- Segreto Luciano, Capitali, tecnologia e imprenditori svizzeri nell'industria elettrica italiana. Il caso della Motor (1895–1923), in: Bruno Bezza (Hg.): Energia e sviluppo. L'industria elettrica italiana e la società Edison, Turin 1986, 178–180
- Segreto Luciano, Le nuove strategie delle società finanziarie svizzere per l'industria elettrica, in: Studi Storici (28) 1987, 877–882
- Segreto Luciano, Stratégie et structure des sociétés financières suisses pour l'industrie électrique (1895–1945), in: David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994, 57–72
- Shiel Michael J., The quiet revolution. The electrification of rural Ireland, 1946–1976, Dublin 1984
- Siegenthaler Hansjörg, Die Schweiz 1850–1914, in: Wolfram Fischer et al. (Hg.), Handbuch der europäischen Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd. 5, Stuttgart 1985, 443–473

- Siegenthaler Hansjörg, Kommunikative Vernetzung und Entwicklungsfähigkeit der Schweiz, 1850–1870, Fundes-Projekt: Schlussbericht, Manuskript 1993b
- Siegenthaler Hansjörg, Regelvertrauen, Prosperität und Krisen. Die Ungleichmässigkeit wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung als Ergebnis individuellen Handelns und sozialen Lernens, Tübingen 1993a
- Siegenthaler Hansjörg, Technologie, Märkte und Arbeitswelt. Ein Wirkungszusammenhang in historischer Perspektive, in: *Wirtschaft und Recht* (37) 1985, 206–218
- Siegert Toni, Elektrizität in Ostbayern. Niederbayern von den Anfängen bis 1945: die dezentrale Stromversorgung, Theuern 1989
- Siegfried Schnider Ines, «Hausfrauen kocht elektrisch!» Das Eindringen von Elektroherd und elektrischen Geräten in die städtische Küche der Zwischenkriegszeit, in: David Gugerli (Hg.), *Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz*, Zürich 1994, 155–165
- Siemens Georg, *Der Weg der Elektrotechnik – Geschichte des Hauses Siemens*, 2 Bde., Freiburg und München 1961
- Simonett Jürg, Verkehrserneuerung und Verkehrsverlagerung in Graubünden. Die «Untere Strasse» im 19. Jahrhundert, Chur 1986
- Smith Crosbie und M. Norton Wise, *Energy and Empire. A biographical study of Lord Kelvin*, Cambridge 1989
- Stadelmann Kurt und Julia Jenzer, Das flammenlose, künstliche Licht wird populär oder Elektrizität als Allgemeingut und «Gebrauchsgegenstand». Zur Einführung und Akzeptanz der Elektrizität und des elektrischen Lichtes um die Jahrhundertwende, unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Bern 1991
- Stadelmann Kurt, Umgangsformen mit technischen Neuerungen am Beispiel der elektrischen Energie, in: David Gugerli (Hg.), *Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz*, Zürich 1994, 131–142
- Stadtarchiv Zürich, *Der öffentliche Verkehr in Zürich 1830–1930. Begleitpublikation zur Ausstellung des Stadtarchivs Zürich in Zusammenarbeit mit dem Bauhistorischen Archiv der Stadt Zürich*, Zürich 1990
- Staffelbach H., P. E. Huber-Werdmüller 1836–1915. Emil Huber-Stockar 1865–1939, Zürich 1943
- Stafford Barbara Maria, *Body Criticism. Imaging the Unseen in Enlightenment Art and Medicine*, Cambridge (Mass.) und London 1993
- Stahl P., Les débats politiques sur l'électricité dans les années trente. La commission extraparlamentaire de 1934 et ses prolongements, in: *Bulletin d'Histoire de l'Electricité* 1986, 55–87
- Steigmeier Andreas, *Power on: Elektrowatt, 1895–1995*, Archivausgabe, Zürich 1995a
- Steigmeier Andreas, *Power on: Elektrowatt, 1895–1995*, Zürich 1995b
- Sterchele G., *Flussbau bei der ersten und zweiten Juragewässerkorrektion*, Bern 1975
- Stichweh Rudolf, Die Autopoiesis der Wissenschaft, in: Dirk Baecker et al. (Hg.), *Theorie als Passion*, Frankfurt a. M. 1987
- Stichweh Rudolf, Technologie, Naturwissenschaft und die Struktur wissenschaftlicher Gemeinschaften. Wissenschaftliche Instrumente und die Entwicklung der Elektrizitätslehre, in: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 1988, 684–705
- Stiefel E., *Werbetätigkeit städtischer Elektrizitätswerke*, Zürich 1935
- Strebel Heinrich, *Die Diskussion um den Rückkauf der schweizerischen Privatbahnen durch den Bund 1852–1898*, Zürich, 1980
- Strobel Albrecht, Die Gründung des Züricher Elektrotrusts. Ein Beitrag zum Unternehmengeschäft der deutschen Elektroindustrie, in: Erich Hassinger et al. (Hg.),

- Geschichte – Wirtschaft – Gesellschaft. Festschrift für Clemens Bauer zum 75. Geburtstag, Berlin 1974, 303–332
- Svilar Maja, Und es war Licht. Zur Kulturgeschichte des Lichts, Bern und Frankfurt 1983
- Tanner Albert, Aristokratie und Bürgertum in der Schweiz im 19. Jahrhundert: Verbürgerlichung der «Herren» und aristokratische Tendenzen im Bürgertum, in: Sebastian Brändli et al. (Hg.), Schweiz im Wandel. Studien zur neueren Gesellschaftsgeschichte, Basel und Frankfurt 1990, 209–228
- Tanner Jakob, «Macht der Banken»: analytisches Konzept oder politischer Topos. Zum Bedeutungswandel einer kontroversen Kategorie, in: Andreas Ernst et al. (Hg.), Kontinuität und Krise. Sozialer Wandel als Lernprozess. Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Schweiz, Zürich 1994, 319–341
- Tendler Judith, Electric Power in Brazil. Entrepreneurship in the Public Sector, Harvard 1968
- Teuteberg Hans J., Anfänge kommunaler Stromversorgung dargestellt am Beispiel Hamburgs, in: Karl-Heinz Manegold, Wissenschaft, Wirtschaft und Technik. Studien zur Geschichte, München 1969, 363–378
- Thönen Simon, Ökonomisches Wachstum und politische Krise der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft 1945–75, in: David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994, 41–55
- Thönen Simon, Wachstum und Krise der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft 1945–1975. Ein historischer Beitrag zur aktuellen Energiedebatte, Bern 1991
- Thrall Charles A., The conservative use of modern household technology, in: Technology and Culture (23) 1982, 175–194
- Todd Edmund N., A Tale of Three Cities: Electrification and the Structure of Choice in the Ruhr, 1886–1900, in: Social Studies of Science 1987, 387–412
- Todd Edmund N., Technology and Interest Group Politics: Electrifications of the Ruhr, 1886–1930, University of Pennsylvania 1984
- Treichler Hans Peter, Die magnetische Zeit. Alltag und Lebensgefühl im frühen 19. Jahrhundert, Zürich 1988
- Trüb Hans, Der Staat und die Wasserkraftanlagen in der Schweiz, Pfäffikon 1922
- Trüb W., Tarifgestaltung und Absatzentwicklung in städtischen Netzen, 50 Jahre im Dienste der Messung elektrischer Energie, 1896–1946, Jubiläumsschrift Landis & Gyr, Zürich 1946, 43–76
- Trüb Walter, Josef Balen, Peter Kamm, Ein Jahrhundert Zürcher Strassenbahnen, Zürich 1982
- Trümpy H., Eidgenössische Wasserrechtsgesetzgebung, Bern 1919
- Tufte Edward R., Envisioning Information, Cheshire (Conn.) 1990
- Tufte Edward R., The visual Display of Quantitative Information, Cheshire (Conn.) 1983
- van Duijn Jacob J., The Long Wave in Economic Life, London 1983
- Vermessung, Grundbuch und Karte. Festschrift zur Schweizerischen Landesausstellung in Zürich 1939, Zürich 1941
- Vierhaus Rudolf und Bernhard vom Brocke (Hg.), Forschung im Spannungsfeld von Politik und Gesellschaft: Geschichte und Struktur der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft, Stuttgart 1990
- Villard M., 50 Jahre schweizerische Elektrizitätswirtschaft (1886–1937), in: Festgabe für Bundesrat E. Schulthess, Zürich 1938, 365–389
- Vischer Daniel, 125 Jahre Hydrometrie auf Bundesebene. Die Rolle des Ingenieurs Robert Lauterburg, in: Schweizer Ingenieur und Architekt (43) 1988, 1184–1191

- Vischer Daniel, Ein berühmtes Überdruckventil, in: wasser, energie, luft 1988, 208–209
- Vischer Daniel, Schweizerische Flusskorrekturen im 18. und 19. Jahrhundert, in: Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau ETHZ (84) 1986
- Vischer Daniel, Wasserbau und Elektrifizierung, in: David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz, Zürich 1994, 117–130
- vom Bruch Rüdiger und Rainer A. Müller (Hg.), Formen ausserstaatlicher Wissenschaftsförderung im 19. und 20. Jahrhundert. Deutschland im europäischen Vergleich (Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Beiheft 88), Stuttgart 1990
- Von der Gaslaterne zum Erdgas. Die Geschichte der Berner Gasversorgung 1843–1893, Bern 1993
- Waldburger Hans, Die Trambahn Meiringen–Reichenbach–Aareschlucht, Meiringen 1986
- Walter François, Les Suisses et l'environnement, Carouge-Genève 1990
- Wartenweiler Fritz, Emil Huber-Stockar, 1865–1939. Weisse Kohle für die Schweizer Bahnen, Olten 1956
- Weber Max, Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie, Tübingen 1980
- Wegmann Adolf, Die wirtschaftliche Entwicklung der Maschinenfabrik Oerlikon 1863–1917, Zürich 1920
- Weiber Sigfrid von und Herbert Goetzeler, Weg und Wirken der Siemens-Werke im Fortschritt der Elektrotechnik 1847–1980, in: Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, hg. von Hans Pohl und Wilhelm Treue, Beiheft 21, Wiesbaden 1981
- Weiber Sigfrid von, Berlins Weg zu Elektropolis: Technik- und Industriegeschichte an der Spree, Göttingen 1987
- Weiber Sigfrid von, Werner von Siemens: Ein Leben für Wissenschaft, Technik und Wirtschaft, Göttingen 1970
- Weltert Hans Martin, Die Organisations- und Handlungsformen in der schweizerischen Elektrizitätsversorgung, Zürich 1990
- Welti A., 25 Jahre schweizerische Bundesbahnen 1902–1927, Zürich und Leipzig 1927
- Wengenroth Ulrich, Die Diskussion der gesellschaftspolitischen Bedeutung des Elektromotors um die Jahrhundertwende, in: Verein Deutscher Ingenieure (Hg.), Energie in der Geschichte. Zur Aktualität der Technikgeschichte, Düsseldorf 1984, 305–311
- Wengenroth Ulrich, The electrification of the workshop, in: Fabienne Cardot (Hg.), 1880–1980. Un siècle d'électricité dans le monde, Paris 1987, 357–366
- Whorf Benjamin Lee, Language, Thought and Reality, hg. von John B. Carrol, Cambridge Mass. 1956
- Widmer Augustine, Die Hüterin der Gesundheit. Die Rolle der Frau in der Hygienebewegung Ende des 19. Jahrhunderts, dargestellt am Beispiel der deutschsprachigen Schweiz mit besonderer Berücksichtigung der Stadt Zürich, Zürich 1991
- Widmer Thomas, Die Schweiz in der Wachstumskrise der 1880er Jahre, Zürich 1992
- Wiedmer Hans Rudolf, Arbeit im Industrialisierungsprozess. Veränderungen industrieller Arbeitsbedingungen in der Schweiz 1880–1914, Zürich 1989
- Wild Kurt, Vom Bauernbuben zum Professor. Johannes Wild (1814–1894). Die Lebensgeschichte eines Meisters der Kartographie und Eisenbahnbaupioniers in der Schweiz des 19. Jahrhunderts, Richterswil 1988
- Will Eduard, Denkschrift über die 25-jährige Entwicklung der Aktiengesellschaft Bernische Kraftwerke, Bern 1924

- Williams Rosalind H., Notes on the Underground. An Essay on Technology, Society, and the Imagination, Cambridge (Mass.) 1990
- Winner Langdon, Autonomous Technology: Technics-out-of Control as a Theme in Political Thought, Cambridge (Mass.) 1977
- Winner Langdon, Do artifacts have politics?, in: Donald Mackenzie und Judy Wajcman, The Social Shaping of Technology. How the refrigerator got its hum, Philadelphia 1985, 26–38
- Wise M. Norton, The Flow Analogy to Electricity and Magnetism – Part I: William Thomson's Reformulation of Action at a Distance, in: Archive of the History of the exact Sciences (25) 1981, 19–70
- Wüger Hans, 75 Jahre Drehstrom, in: Beilage Technik, NZZ, 24. August 1966
- Wurster E., Vom Kohlefaden zu den Halogenglühlampen mit Ausblick auf weitere neue Lichtquellen, in: Bulletin SEV/VSE (71) 1980, 298–303
- Wysocki Josef (Hg.), Kommunalisierung im Spannungsfeld von Regulierung und Deregulierung im 19. und 20. Jahrhundert. Schriften des Vereins für Socialpolitik Bd. 240, Berlin 1995
- Wyss Anton, Die Entwicklung der Finanzierung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, Arlesheim 1964
- Wyss Arnold, 100 Jahre Elektrizitätswerke der Dorfgemeinde Meiringen 1889–1989, Meiringen 1989
- Wysling Walter, Die Abgabe und Tarifierung elektrischen Stromes für Raumheizung durch die schweizerischen Elektrizitätswerke. Bericht der Kommission des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins für Koch- und Heizapparate und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke für Energie-Tarife, Bulletin SEV/VSE 1919
- Wysling Walter, Die Entwicklung der Schweizerischen Elektrizitätswerke und ihrer Bestandteile in den ersten 50 Jahren, Zürich 1946
- Zängl Wolfgang, Deutschlands Strom. Die Politik der Elektrifizierung von 1866 bis heute, Frankfurt und New York 1989
- Ziegler Willy Heinrich, Die wirtschaftliche Entwicklung der A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden, des Brown-Boveri-Konzerns und der A. G. Motor-Columbus, Brugg 1937
- Zihlmann Eduard, 75 Jahre Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke. Zürich 1970
- Zimmerman Andrew David, Governing Change in Large Technological Systems: A Political History of Electricity in the United States, Diss. University of Delaware 1992
- Zollikofer H., Notizen zur Geschichte der schweizerischen Gasversorgung und Gasindustrie, Zürich 1928
- Zum fünfzigjährigen Bestehen des Elektrizitätswerkes der Stadt Solothurn 1896–1946, Solothurn 1946

Abkürzungsverzeichnis

A	Ampere
AEG	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin
ABB	Asea Brown Boveri
AHEF	Association pour l'Histoire de l'Electricité en France
ASTBuBV	Amtliches Stenographisches Bulletin der Bundesversammlung (vgl. Bibliographie)
BBC	Brown, Boveri & Cie., Baden
BG	Bundesgesetz
BHICH	Berichte über Handel und Industrie der Schweiz (vgl. Bibliographie)
BHIZH	Bericht über Handel und Industrie im Kanton Zürich (vgl. Bibliographie)
BKW	Bernische Kraftwerke A. G.
EKZ	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
EOS	S. A. Energie-Ouest-Suisse
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
ETH Ms	Handschriftenabteilung der ETH-Bibliothek in Zürich
EWZ	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
Fr.	Franken
GEP	Gesellschaft ehemaliger Polytechniker
HP	Horse Power (1,01387 PS; 0,7457 kW)
Kerze	Normalkerze, Hefnerkerze, photometr. Einheit von 0,903 cd (Candela)
km	Kilometer
kV	Kilovolt
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWO	Kraftwerke Oberhasli AG
MFO	Maschinenfabrik Oerlikon
Motor AG	Motor A. G. für angewandte Elektrizität, Baden
MW	Megawatt, 1 Mio. Watt
Ms	Handschriften, Typoskripte, Protokolle und Akten (vgl. Bibliographie)
NOK	Nordostschweizerische Kraftwerke A. G., Baden
Normalkerze	<i>siehe</i> Kerze
NZZ	Neue Zürcher Zeitung
PS	Pferdestärke (0,736 kW)
Rp.	Rappen
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SBZ	Schweizerische Bauzeitung
SEV	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SLM	Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur
V	Volt
VA	Voltampere
VKHW	Vereinigte Kander- und Hagneckwerke
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
W	Watt
WIDUZ	Wirtschaftsdokumentation der Universität Zürich

Verzeichnis der Tabellen, Grafiken und Abbildungen

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1:	Ästhetische Konnotationen elektrischer Festbeleuchtung	34
Tab. 2:	Assoziationsangebote und Anschlüsse der Bogenlampe, Uster 1882	38
Tab. 3:	Assoziationsangebote und Anschlüsse der Glühlampe, Uster 1882	40
Tab. 4:	Kosten elektrisch übertragener Energie	124
Tab. 5:	Elektrostatistik als dynamisches Aufschreibesystem	127
Tab. 6:	Funktionale Äquivalente in städtischen Versorgungsnetzen	156
Tab. 7:	Anlagekosten nach der Leistung der Elektrizitätswerke, 1907	228
Tab. 8:	Kapazitäten und Abonnemente verschiedener Kraftwerktypen, 1902	272
Tab. 9:	Quantitative Beschreibung elektrizitätswirtschaftlichen Wachstums	312

Verzeichnis der Grafiken

Grafik 1	Jährlicher Kapazitätswachstums der schweizerischen Kraftwerke	21
Grafik 2:	Wachstumsraten jährlich installierter Kraftwerkskapazitäten	93
Grafik 3:	Systemwahl in schweizerischen Kraftwerken, 1886–1902	102
Grafik 4:	Kumulierte Kapazitäten schweizerischer Kraftwerke nach System	121
Grafik 5:	SEV-Kollektivmitglieder nach Eintrittsjahr und jährlicher Kraftwerkbau	203
Grafik 6:	Zahl der jährlich vollständig ausgebildeten Techniker in der Schweiz, 1886–1914	219
Grafik 7:	Mittlere Grösse schweizerischer Elektrizitätswerke, 1886–1914	229
Grafik 8	Kumulierte Investitionen in schweizerische Kraftwerke und Verteilanlagen	230
Grafik 9:	Ladekurven im Elektrizitätswerk Zürich, 1894 und 1895	270
Grafik 10:	Anteile der öffentlichen und privaten Generierungskapazitäten	287
Grafik 11:	Stromproduktion schweizerischer Kraftwerke, 1886–1914	314

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	Elektrizitätswerk Thorenberg	79
Abb. 2:	Kartographische Vernetzung: Triangulation primordiale de la Suisse	137
Abb. 3:	Netzplan der schweizerischen Telegrafienlinien und -stationen, 1858	139
Abb. 4:	Das Eisenbahnnetz der Schweiz um 1880	141
Abb. 5:	Lageplan der Hangentwässerung ob Herdern bei Frauenfeld, 1876/77	145
Abb. 6:	Schweizerisches Telefonnetz, Ende 1889	147
Abb. 7:	Die technische Eroberung natürlicher Räume in der Schweiz, 1890	149
Abb. 8:	Elektrizität aus Wasserkraft, unser nationales Gut	299

Index

A

Aarau 49, 146, 233
Aargau, Kanton 285
AEG 9, 104–106, 114, 118, 173, 238, 241, 304
Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, *siehe* AEG
Aluminium-Industrie AG Neuhausen 9, 117, 239
Amriswil 188–190
Amsler-Laffon, Jakob 68, 70, 74, 98, 166
Anschlussfähigkeit 22, 28, 39, 41, 64, 75, 77, 84, 150, 154, 169, 177, 183, 185, 304
Assoziationen, soziotechnische 28, 30, 36–38, 41, 50–51, 57, 59, 61, 64, 78, 102, 105, 108, 115, 129, 133, 150, 166, 261–264, 268–269, 271, 274, 276, 295, 297
Aufschreibesystem 125–126, 128, 131, 135, 136
Augst-Wylen, Kraftwerk 181–182
Ausbildung 185, 193, 212–225
Aussersihl 128
Ausstellungen 179–183
 Elektrizitätsausstellung für Haushalt und Gewerbe, Basel 1913 180–182
 Elektrizitätsausstellung, Paris 1881 36, 40
 Elektrizitätsausstellung, Turin 1884 84–85, 95
 Elektrotechnische Ausstellung, Wien 1883 43
 Elektrotechnische Ausstellung, Frankfurt 1891 23, 103–125, 170, 179, 231–232, 252–253, 256, 265, 302, 304
 Landesausstellung, Zürich 1883 30–33, 35, 42, 46, 66
 Landwirtschaftsausstellung, Freiburg i. Ü. 1877 14

Ungarische Nationalausstellung, Budapest 1885 85
Weltausstellung, Paris 1900 240

B

Bad-Ragaz 49
Baden 8, 49, 130, 146, 167, 233
Baden, Elektrizitätswerk 267
Badrutt, Johannes 25–27, 35, 66
Baechtold, A. 202
Banken 232–233, 238–243, 245
Basel 47, 59, 89, 146
Bathurst, Frederick 7
BBC 20, 241, 244, 271, 294
Behn-Eschenburg, Hans 166, 212
Beltran, Alain 17, 122
Bergbahnen, elektrische 111
Bern 30, 49, 146, 264
Bernische Kraftwerke AG, *siehe* BKW
Bertschinger, J. 302
Beznau, Kraftwerk 241, 276
Beznau-Löntschi, Kraftwerke 279–281, 284, 285
Biaschina, Kraftwerk 241, 288
Biel 52, 66, 75
Bienstock, Gregor 286
Birmensdorf, Glühlampenfabrik 117
BKW 278–279, 282, 298, *siehe auch* VKHW
Black box 41, 79, 115, 175
Bláthy, Otto T. 85
Bleuler-Hüni, C. 275–277, 280
Blumer, Florian 18
Bogenlampe 26, 28–29, 35, 37–39, 42, 303
Bourdieu, Pierre 133
Boveri, Walter 7–8, 165–166, 202, 205, 256
Breuleux 235
Brown Boveri & Co., *siehe* BBC

- Brown, Charles Eugene Lancelot 8–9, 68, 94, 105–107, 113, 117, 161–162, 165–166, 168, 212, 257, 303
- Brown, Harold P. 172
- Brugg 233–234
- Brunnen 128
- Brusio-Campocologno, Kraftwerk 288
- Bundesbahnen 15
- Bürgenstock 66, 115
- Bürgin, Emil 89, 163–164, 166
- Bürgin und Alioth, Basel 30, 51
- Burkhard-Streuli, Werner 35, 89, 96, 98–99
- Bürkli-Ziegler, Arnold 57–58, 61, 88, 96, 99, 150–152, 166
- C*
- Cardot, Fabienne 122
- Caron, François 122
- Carré, Patrice A. 17, 122
- Chur 49, 130, 140, 146, 233, 267
- Clausius, R. I. 214
- Coulouvrenière, Kraftwerk 158
- D*
- Dampfmaschine 9, 65, 81, 100, 123, 129, 153, 157, 249, 250, 253–254, 280
- Davos 49
- de Meuron & Cuénod 42
- Definitionsmacht, technische 198, 201, 204, 206
- Denzler, Albert 113, 115, 124–126, 128, 211, 217, 265–266
- Deprez, Marcel 65, 94, 108, 114
- Déri, Max 85
- Dietikon, Kraftwerk 28
- Diffusion 11–13, 50, 63–64, 133, 150, 152
- Diskurs, Begriff 13–14, 169–170, 206–207
- Distinktion, soziale 28–29, 45–46, 50, 221–222, 303
- Dolivo-Dobrowolsky, Michael 104–106, 113
- Dosi, Giovanni 63
- Druckluftversorgung 115–116, 146, 158
- Druckwasserversorgung 146, 150, 157–159, 172
- Dufour, Guillaume-Henri 135
- E*
- Edison, Thomas A. 13, 35, 39–42, 113–114, 164
- Eglisau, Kraftwerk 286
- Ehrenberg und Zellweger, Uster 30, 36–38, 40–42
- Eisenbahn
- Bau 142
- Elektrifizierung 15, 110, 219, 273, 294
- Verstaatlichung 250–252
- EKZ 279, 280–281, 284, 286, 298, 302
- Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, *siehe* EKZ
- Elektrobank 241, 244
- Elektromotor 43, 65, 76, 96, 99, 108, 112, 118, 123, 126–128, 130–131, 155, 176–178, 181, 217, 249, 256, 259, 264–269, 272, 282, 283
- Energie-Ouest-Suisse SA, *siehe* EOS
- Engadin 25, 28
- Engelberg 51
- EOS 298
- Epper, Josef 254
- Escher Wyss & Cie. 101, 117, 238
- ETH 133, 168, 170, 198, 202, 213–218, 221, 223–225
- Etzel, Kraftwerk 276, 286, 296
- Experimentalvorträge 110, 170–172, 176–181
- Export, *siehe* Stromexport
- Expropriation 187–191, 204
- F*
- Faido 128, 236
- Festkultur 27, 30, 35–36, 46
- Finanzierung 185, 223, 231, 233, 235–236, 238, 243–244, 271–272, 274, 280–281
- Finanzierungsgesellschaften 239–245, 271, 274, 277
- Fischer, Wolfram 17
- Flussmetapher 155, 172–174

- Föppl, August 174
 Frankfurt, *siehe* Ausstellungen
 Freeman, Christopher 63
 Frei-Land-Gesellschaft 248–254,
 256–258, 286, 288–290, 296
 Freiburg i. Ü. 44, 140, 146, 159, 264
 Freiburg, Kanton 200
 Frey, Emil 107, 293
 Funk, Fritz 8
- G*
- Ganz & Cie., Budapest 84–86, 90
 Gasbeleuchtung 25, 40–41, 45, 49,
 56–58, 78, 86, 100, 113, 123
 Gasgesellschaften 82, 89, 146, 259, 260
 Gasversorgung 23, 83, 146, 154–155,
 249, 258–260, 266, 269
 Gaulard, Lucien 84–85, 95
 Gemeinnützigkeit 187, 200, 248, 252,
 283, 287, 291
 Gemeinwohl 279, 293
 Generalisierung, diskursive 19, 22, 34,
 67, 70, 72–76, 83, 87, 91, 101, 105,
 109, 120, 129, 152, 207–209, 302–304
 Genf 47, 49, 57, 59, 89, 98, 128, 130,
 146, 158, 233, 242, 270
 Gesetzgebung 185, 186–188, 191,
 194–197, 199, 201–207, 209, 212,
 226, 249, 255, 257, 273, 278–279,
 288–290, 292–293, 295–296, 298
 Gewerbe 180, 249, 260, 264–269, 275,
 276–278, 282, 295, 298
 Gibbs, John D. 84–85, 95
 Glarus, Kanton 285
 Glühlampe 35, 36, 39–42, 82, 116, 303
 Grindelwald, Kraftwerk 241
- H*
- Habitus 133–134, 148, 161–162, 164,
 166, 169
 Hagneck, Kraftwerk 116, 241, 243, 285
 Handwerk 249, 264–265, 267–268,
 275–276, 278, 295
 Hannah, Leslie 122
 Haushalt 178, 180
 Hefner-Alteneck, Friedrich von 32
 Heizen, elektrisch 178, 295
- Helmholtz, Hermann von 109, 214
 Herzig, Thomas 17
 Herzogenbuchsee 30
 Hinrichtung, elektrische 102, 172
 Hipp, Matthias 42, 166
 Hotelierverein Zürich 58–60
 Huber-Stockar, Emil 119–120, 157, 166,
 176–179, 182, 212, 261
 Huber-Werdmüller, Peter Emil 68,
 106–107, 113
 Hug, Peter 18
 Hughes, Thomas P. 16, 122
 Hydrodynamik 155–156, 158, 173
 Hydrometrie 142
 Hydrometrisches Zentralbüro 142–143,
 253, 290
 Hygienebewegung 261
- I*
- Indelec 242
 Infrastrukturpolitik 252, 258, 260–264,
 271, 274–275, 277, 289
 Inspektorat 198–201, 203–204
 Institutionalisierung 185–245
 Interlaken 49, 51, 128, 233
- J*
- Jegher, A. 254–255, 257, 278
 Jenny, Fritz 237, 253
 Joos, Thomas 18
- K*
- Kander, Kraftwerk 285
 Kantonalisierung 279, 286, 290, 295
 Kapitalbedarf 225–231
 Karbid 24
 Kellersberger, Armin 117, 255–257,
 302
 Kerze 32
 Klöti, Emil 278, 289–290
 Kochen, elektrisch 182, 295
 Kohle
 Armut 8, 293, 298
 Import 254, 291
 Preis 123, 129, 259

- Weisse 294
 Kommunalisierung 258, 260, 262–264, 269–270, 274–275
 König, Wolfgang 17
 Kosten elektrischer Beleuchtung 47
 Kosten elektrischer Energie 277
 Kriegstetten-Solothurn, Übertragung 64–77, 83, 106–108, 129, 302–303
 Krise, *siehe* Wachstumskrise
 Kubel, Kraftwerk 279
 Kummler, Hermann 166–167
- L*
- La Chaux-de-Fonds 146
 La Goule, Kraftwerk 235
 Landwirtschaft 282–283, 295
 Lang, Norbert 163
 Langnau i. E. 130
 Latour, Bruno 12–13, 63, 67
 Laufenburg, Kraftwerk 237, 288
 Lausanne 14, 18, 48–49, 128, 146, 158, 187, 202
 Lauterburg, Robert 142, 253–254, 294
 Le Locle 49, 146
 Leitungsbau 186, 272
 Investitionsaufwand 187
 Lernprozesse 23, 87, 112–114, 120–121, 148, 152–153, 160, 164, 169, 173, 181, 211, 243, 283, 304
 Letten, Kraftwerk (Zürich) 57–58, 61, 87, 90–91, 100, 153–154, 156, 158, 187, 234–235
 Leuk Bad 49, 128
 Lichtbedürfnis 62
 Liestal 146
 Löntsch, Kraftwerk 237
 Luxusbeleuchtung 43–44
 Luxuskonsum 25, 43–45, 49–50, 57, 61, 236
 Luzern 33, 47, 49, 51, 59, 75–84, 86, 88–91, 126, 128, 146, 187, 260, 270
 Hotelindustrie 47
 Kraftwerk 76–87
- M*
- Martigny 49, 128
 Maschinenfabrik Oerlikon, *siehe* MFO
- Maxwell, James Clerk 173–174, 207
 May, Oskar 106
 Meiringen 49–55, 128, 186
 Mensch, Gerhard 63
 Mesmerianismus 171
 Meyer, Josef 66, 70
 MFO 20, 22, 68, 99, 101, 105–106, 114, 117–119, 125, 133, 162–163, 165–166, 176–177, 212, 238, 248, 267, 304
 Miller, Oskar von 106
 Monopolisierung der Wasserkräfte 248–249, 252, 255–256, 288, 290
 Montreux 49, 91, 126, 128, 146, 194
 Mori, Giorgio 17
 Motor AG 241, 244, 271, 276, 278, 280, 285
 Müller, Gregor 18
 Müller, Ueli 18
 Müller-Haiber, Joseph 65–66, 69–70, 72, 76–77
 Myllintaus, Timo 17
- N*
- Nationalisierung 288–289, 292
 Neoschumpeterianer 11, 63
 Neuenburg 146, 264
 Neue Zürcher Zeitung 19, 33–35, 107
 Noirmont 235
 NOK 285, 298
 Nollet, J. A. 171
 Nordostschweizerische Kraftwerke AG, *siehe* NOK
 Normalkerze 32
 Nye, David E. 17, 122
- O*
- Olten 146
 Olten-Aarburg, Kraftwerk 271
 Orientierungskrise 104, 112
 Ott, Hugo 17
- P*
- Palaz, André 202
 Paquier, Serge 18

- Paradigma 22–23, 64, 66–68, 70, 72–78, 81, 83–84, 87–88, 90–91, 108–109, 303
- Pernet, Johannes 170–171, 176–177, 179, 182
- Polytechnikum, eidgenössisches, *siehe* ETH
- Professionalisierung 193, 200, 208, 220, 222, 224–225
- Publizistik 111, 205–212
- Q**
- Quersubventionierung 234
- R**
- Radkau, Joachim 17
- Ragaz-Pfäfers, Elektrizitätswerk 130
- Rathenau, Emil 13, 104, 106, 108, 113–114
- Referenzpunkte, diskursive 105, 133
- Rellstab, A. 290
- Repräsentation 25, 38, 46
- Rheinfelden, Kraftwerk 186, 187, 238–240
- Robbia-Brusio, Kraftwerk 288
- Romanshorn 188–191
- Ryburg-Schwörstadt, Kraftwerk 286
- S**
- Sängerfest, eidgenössisches, 1880 27
- Savoy, Monique 18
- Schaffhausen 140, 146, 159, 279, 285
- Schär, J. Fr. 248–250, 254, 293
- Schär, Oskar 277, 289, 290
- Schneebeli, Heinrich 89, 96, 214
- Schumpeter, Joseph A. 63
- Schwager, Gerhard 18
- Schweizerische Bauzeitung 19, 207–208
- Schweizerische Kreditanstalt, *siehe* SKA
- Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik, *siehe* SLM
- Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV) 195–196, 198–203, 206, 208, 210–211, 222, 226, 227
- Schwyz 276
Kraftwerk 241
- Segreto, Luciano 18
- Selbstkontrolle 199–200
- Sempachfeier 1886 32–34
- Siegenthaler, Hansjörg 23, 113
- Siegert, Toni 17
- Siemens & Halske 104–105
- Siemens, Charles William 26
- Siemens, Werner 13, 104, 114, 302
- Silvaplana 49, 130
- Sitten 140
- SKA 239
- SLM 30, 51, 163, 168
- Solothurn 146, 187, 235
- Sonnemann, Leopold 104, 109, 118
- Sonzier 194
- Spekulation 120, 188, 232, 235, 248, 250–252, 290
- St-Imier 235
- St. Gallen 49, 146, 264, 276, 279
- St. Moritz 25, 46, 49–50, 66, 130
- Stadtentwässerung 146, 152
- Statistik 125–131, 208
- Stirnemann u. Weissenbach, Zürich 51
- Stodola, Aurel 217
- Strassenbahn, elektrische 7, 101, 158, 192
- Stromexport 288, 291–292
- Studienkommission für elektrischen
Bahnbetrieb 15
- Sulzer, Gebrüder, Winterthur 117
- Systemstreit 93–103
- System building 152–153
- T**
- Tarifpolitik 49, 54, 62, 90, 112, 123, 131, 204, 226, 259, 268, 276, 281–283, 287, 297, 307
- Taulan 91
- Technikum 218–219
Biel 213, 218
Burgdorf 213, 218
Freiburg i. Ü. 218
Genf 218
Winterthur 162, 213, 218
- Telefonie 23, 29, 146–148
- Telefonzentralenbrand in Zürich 192–199, 204, 213, 224–225

- Telegrafie 138–140
 Tesla, Nikola 105
 Thompson, Silvanus P. 110
 Thomson, William 173
 Thönen, Simon 18
 Thorenberg-Luzern, Kraftwerk 76–87,
 89–90, 101, 108, 128, 303
 Thormann, Ludwig 211
 Thun 30, 143, 146
 Thurgau, Kanton 200, 285
 Thury, René 66, 94, 115, 164, 166
 Tissot, Eduard 166, 273
 Tobler, Adolf 202, 214
 Todd, Edmund 17
 Tourismus 49
 Tramelan 235
 Transformator 80, 82–86, 89–90, 95–98,
 100, 106, 117, 124
 Triangulation 135–136
 Trinkwasserversorgung 146, 150–153,
 155, 157–158, 159
 Turrettini, Théodore 89, 164, 166
- U*
- Überlandwerke 187, 196, 204, 236–237,
 243, 268, 271–272, 274
 Übertragbarkeit 64, 72, 76–77, 303
 Unabhängigkeit, energetische 249,
 291, 293–294
 Urbanisierung 45, 261
- V*
- Verband Schweizerischer Elektrizitäts-
 werke (VSE) 195–204, 206, 208,
 210
 Verbandspolitik 185, 195, 200, 202,
 212
 Verbundwirtschaft 283, 285, 287, 298
 Vereinigte Kander- und Hagneck-
 werke, *siehe* VKHW
 Vernetzung 134–159
 Verstaatlichung 249, 250, 255, 288
 Vertrautheit 169, 290
 Vevey 30, 91, 126, 128, 146
 VKHW 278, 280–282, 284
- W*
- Waadt 187
 Wachstumskrise 24, 203, 220, 271–274,
 289–290, 295, 307
 Wägital, Kraftwerk 286
 Waldhalde 280
 Wallis, Kanton 200
 Wärme, elektrische 15, 178, 283, 284
 Wasserkraft, *siehe auch* Monopolisie-
 rung *und* Nationalisierung
 Konzession 120, 254, 272
 Kosten 253
 Potential 143, 253, 254
 Statistik 253–254, 257, 290, 298
 Wasserrecht 209, 288–289, 291, 293,
 295–296, 298
 Wasserversorgung 101, 150–159
 Wasserwirtschaft, Amt für 298
 Weber, Heinrich Friedrich 43, 68, 69–72,
 74, 202, 214–215, 217, 223–224
 Weber, Wolfhard 17
 Werbung 44, 180, 183
 Wettstein, Oscar 211, 276–277, 289–292
 Wetzikon 276
 Wietlisbach, Viktor 72, 155, 215
 Wilde, Oscar 26
 Will, Eduard 115–116
 Winterthur 146, 276
 Wohnungsfürsorge 261
 Wüest, Conrad 116–117
 Wynau, Kraftwerk 187, 242, 268
 Wyssling, Walter 18, 66, 166, 168, 180,
 197, 201–202, 204, 211, 217, 227,
 277
- Z*
- Zählertarif 282
 Zippernowsky, Karl 85
 Zschokke & Cie. 238
 Zschokke, Olivier 238
 Zug 285
 Zürcher Telephongesellschaft 30, 60
 Zürich 27–33, 47, 55–62, 87–91, 130,
 146, 233
 Zürich, Kanton 285

Weitere Bücher aus dem CHRONOS Verlag

Paul Bairoch, Martin Körner (Hg.), Die Schweiz in der Weltwirtschaft / La Suisse dans l'économie mondiale.
ISBN 3-905278-62-6

Youssef Cassis, Jakob Tanner (Hg.), Banken und Kredit in der Schweiz (1850–1930) / Banques et crédit en Suisse (1850–1930).
ISBN 3-905311-15-1

Richard Cop, Im Netz gefangen. Telekommunikation in der Schweiz – Geschichte und Perspektiven einer Technik im Wandel. ISBN 3-905311-26-7

A. Ernst et al. (Hg.), Kontinuität und Krise. Sozialer Wandel als Lernprozess. Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Schweiz. ISBN 3-905311-24-0

Hansjörg Frommelt, Fabriklerleben. Industriearchäologie und Anthropologie.
ISBN 3-905311-59-3

David Gugerli (Hg.), Allmächtige Zauberin unserer Zeit. Zur Geschichte der elektrischen Energie in der Schweiz.
ISBN 3-905311-58-8

Albert Pfiffner, Henri Nestlé (1814–1890). Vom Frankfurter Apothekergehilfen zum Schweizer Pionierunternehmer.
ISBN 3-905311-27-5

Ulrich Pfister, Die Zürcher Fabriques. Protoindustrielles Wachstum vom 16. zum 18. Jahrhundert.
ISBN 3-905278-97-9

Thomas Widmer, Die Schweiz in der Wachstumskrise der 1880er Jahre. ISBN 3-905278-84-7



CHRONOS Verlag
Münstergasse 9
CH-8001 Zürich
Tel. (01) 252 49 83 Fax (01) 252 49 22