

# Zauberer oder Zimmermann – Welche technischen Fähigkeiten braucht eine moderne Ökonom:in?

**Journal Article****Author(s):**

Bannert, Matthias

**Publication date:**

2022-03

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000538838>

**Rights / license:**

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

**Originally published in:**

KOF Analysen 2022(1)

# KOF Analysen

## Spezialanalysen:

Matthias Bannert

Zauberer oder Zimmermann – Welche technischen Fähigkeiten  
braucht eine moderne Ökonom:in?

2022, Nr. 1, Frühjahr – SA2

# IMPRESSUM

## **Herausgeberin**

KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich

Postadresse: LEE G 116, Leonhardstrasse 21, 8092 Zürich

Telefon: +41 44 632 42 39 E-Mail: [kof@kof.ethz.ch](mailto:kof@kof.ethz.ch) Website: [www.kof.ethz.ch](http://www.kof.ethz.ch)

## **Chefredaktion KOF Analysen**

Michael Graff

## **Spezialanalysen**

### **Autor**

Matthias Bannert:

Zauberer oder Zimmermann – Welche technischen Fähigkeiten braucht eine moderne Ökonom:in?

## **Lektorat und Schlussredaktion**

Günther Greulich

## **Layout**

Vera Degonda, Nicole Koch

ISSN 1662-3517

Copyright © ETH Zürich, KOF Konjunkturforschungsstelle, 2022

Weiterveröffentlichung (auch auszugsweise) ist nur mit Bewilligung des Herausgebers und unter Quellenangabe gestattet.

## ZAUBERER ODER ZIMMERMANN – WELCHE TECHNISCHE FÄHIGKEITEN BRAUCHT EINE MODERNE ÖKONOM:IN?



Matthias  
Bannert



Programmieren in der Forschung: Zauberei oder solides, virtuelles Handwerk?

Quelle: Illustrationen von Dr. Matthias Bannert sind unter der Creative Commons Lizenz CC-BY-NC-SA 4.0 verfügbar.

**Zusammenfassung:** *Cloud Computing* und *Big Data* sind längst in der empirischen Sozialforschung angekommen. Der dynamische technologische Fortschritt bringt nicht nur neue Möglichkeiten, sondern stellt Forschende auch vor immense Herausforderungen und strategische Entscheidungen: Welche Investitionen in technische Fähigkeiten sind, gegeben der eigenen Karrierepfad, sinnvoll? Die ETH Zürich setzt auf eine departementsübergreifende Stärkung von *Computational Competence* bei Studierenden und Mitarbeitenden. Auch für die KOF ist die Ausbildung der eigenen Mitarbeiter:innen im angewandten Programmieren mit Daten essenziell, um Forschungsvorhaben von Doktorierenden entscheidend zu fördern und an der KOF ausgebildete Ökonom:innen zu gefragten Expert:innen auf dem privatwirtschaftlichen und akademischen Arbeitsmarkt zu machen. Gleichzeitig spielen technische Fähigkeiten bei einem modernen, engmaschigen Monitoring der Schweizer Konjunktur eine wichtige Rolle.

**Abstract:** Cloud Computing and Big Data have long arrived in Social Sciences. This highly dynamic development does not only open new opportunities, it also an enormous challenge for researchers and ask for strategic decisions: What amount of investment into technical skills is suitable given one is one career trajectory? ETH Zurich is committed to strengthen computational competencies across departments among students and staff alike. Training its PhD candidates in *Programming With Data* is crucial for KOF Swiss Economic Institute to support candidates' research and to make KOF trained economists sought after experts in the private sector and academia alike. At the same time, technical skills play a significant role to monitor the Swiss economy closely and in modern fashion.

**JEL-Classification:** A23, C63, C80

**Keywords:** *Big Data, High Performance Computing, Software Carpentries*

## Profession im Wandel

Im Juli vergangenen Jahres war die KOF Konjunkturforschungsstelle der ETH Gastgeberin der Jahrestagung einer Programmiersprache. Das ökonomische Traditionsinstitut wurde für eine Woche zur virtuellen Heimat des *R Projects for Statistical Computing* und war mittendrin als sich mehr als 1800 Softwareentwickler und Anwender aus aller Welt zum Austausch trafen.<sup>1</sup> Dieses Engagement der KOF zeigt, wie wichtig Software auch in der makroökonomischen Forschung geworden ist.

## Herausforderung für Wissenschaft und Wissenschaftler:innen

Auch wenn *Big Data* und *High Performance Computing* der empirischen Sozialforschung neue Chancen bzw. gar gänzlich neue Forschungsfelder erschliessen, ergeben sich aus dieser Entwicklung grosse Herausforderungen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Zwar ermöglichen beispielsweise das sogenannte *Natural Language Processing*- (NLP) oder *Image Processing*-Verfahren Text bzw. Bild in bisher nicht dagewesenem Ausmass zu quantifizieren und zu analysieren. Gerade bei grossen Beständen ist jedoch eine entsprechende technische Infrastruktur notwendig, deren Betrieb und Unterhalt nicht nur auf Grund technischer Aspekte komplex ist. Durch die enormen Skaleneffekte im *Cloud Computing* ist es zunehmend schwieriger, mit den grössten globalen Anbietern, deren Angebot technisch oft alternativlos ist, Schritt zu halten. Dennoch sind nicht alle Daten wie etwa personenbezogene Informationen für die Verarbeitung in einer kommerziellen *Cloud* geeignet. Legale Aspekte wie die neue und massiv einschneidende *General Data Protection Regulation* (GDPR) der EU<sup>2</sup> fügen der Arbeit mit Daten eine weitere, dynamische Dimension hinzu. Zudem sollen grossen Datenmengen ansprechend visualisiert, neue Methoden und komplexe Zusammenhänge verständlich erklärt und für unterschiedliche Formate und Kanäle aufbereitet werden. Im akademischen Betrieb kommt auf Grund dieser vielfältigen Anforderungen die traditionelle Trennung zwischen technisch administrativem Personal auf der einen Seite und Forschenden auf der anderen Seite an ihre Grenzen. Die oben genannten Themen sind in vielen Feldern nicht nur für sich gesehen komplex, sondern auch so eng mit der Forschung verschränkt, das für Forschenden eine gewisse technische Expertise in der Kommunikation notwendig ist. Etwa verlangt der Schweizerische Nationalfonds (SNF) bei Projekteingaben seit Längerem einen *Data Management Plan* sowie Berücksichtigung der sogenannten *FAIR Data Principles* (Wilkinson et al., 2016). Das heisst, geförderte Forschende müssen ihre Forschungsdaten gut auffindbar zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar machen. So soll die Reproduzierbarkeit von Forschungsergebnissen sichergestellt und Forschung transparent gemacht werden. Vor diesem Hintergrund setzt auch die Politik und die öffentliche Verwaltung immer mehr auf Strategien wie *Open by Default*, *Open Science* und *Open Research Data* (ORD).

## Neue Kompetenzen

Um der oben beschriebenen Entwicklung Rechnung zu tragen, arbeitet die ETH Zürich daran *Computational Competence* bei ihren Studierenden und Forschenden departmentsübergreifend zu stärken. Ein konkretes Beispiel dafür ist die Einführung des *JupyterHub*-Angebots für alle Lehrenden. Die ETH integriert *JupyterHub*-Notebooks in die online Lehr-Lern-Plattform *Moodle*, so dass Dozierende ohne Infrastrukturkenntnisse Studierenden eine Laufzeit-Umgebung der Programmiersprache *Python* online zur Verfügung stellen können.<sup>3</sup> Die Studierenden haben dadurch die Möglichkeit, in einer der gefragtesten *Data Science*-Umgebungen angewandt zu lernen, wobei Neankömmlingen die hohe Einstiegshürde einer Installation und Wartung auf dem eigenen System genommen wird. Dozierenden wird so die Möglichkeit zur Komplexitätsreduktion gegeben: Fachliches kann von Technischem getrennt werden, und Studierende können auf diese Weise modularer und strukturierter lernen.

<sup>1</sup> Vgl. <https://user2021.r-project.org/>.

<sup>2</sup> Vgl. <https://gdpr.eu/>.

<sup>3</sup> Vgl. <https://ethz.ch/services/de/lehre/lehrbetrieb/it-services-lehrbetrieb/lehrunterstuetzende-applikationen/jupyterhub.html>.

**Jupyter Notebook example: Load and plot global temperature anomaly data**

Data is available for download at the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) National Centers for Environmental Information website <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series> (<https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series>)

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

data = np.genfromtxt('../test_data/data.csv', delimiter=',', dtype=None)

plt.title('Global Land and Ocean Temperature Anomalies (from NOAA), April-August')
plt.xlabel('year')
plt.ylabel('degrees Celsius +/- from average')
plt.bar(data['year'], data['anomaly'], color='blue')
plt.show()
```

**Animate a bouncing ball**

Solve the equations of motion for the position and velocity of a ball as a function of time. Change in position  $x$  and velocity  $v$  over the time interval  $\Delta t$  are

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta v = a \cdot \Delta t$$

With only gravitational acceleration acting we have  $a = g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Let  $x_1$  and  $v_1$  be the initial position and velocity and  $x_2$  and  $v_2$  denote the position and velocity after the time interval  $\Delta t$ . We can use the above equations, and  $\Delta x = x_2 - x_1$ ,  $\Delta v = v_2 - v_1$ , to solve for  $x_2$  and  $v_2$ .

$$x_2 = x_1 + v_1 \Delta t$$

$$v_2 = v_1 + a \Delta t$$

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.animation as animation

# Acceleration due to gravity, m
g = 9.81

# Initial position and velocity
x0, y0 = 0, 4
vx0, vy0 = 1, 0

# The maximum x-range of ball's
XMAX = 5
# The coefficient of restitution
cor = 0.65
# The time step for the animation
dt = 0.05

def get_pos(t=0):
    """A generator yielding the
    x, y, vx, vy = x0, y0, vx0,
    print(x)
    while x < XMAX:
        t += dt
        x += vx * dt
        y += vy * dt
        vy -= g * dt
        if y < 0:
            # bounce!
            y = 0
            vy = -vy * cor
        yield x, y
```

1 JupyterHub Angebot der ETH

Auch an der KOF spielt das Thema *Computational Statistics* eine zentrale Rolle. Der Einsatz von Software und insbesondere von Programmiersprachen ist aus der empirischen Makroökonomie nicht mehr wegzudenken. Sowohl in der akademischen Forschung als auch beim *Monitoring* der Schweizer Konjunktur kommen Programmiersprachen wie *Python*, *R*, *Julia* und diverse andere Technologien zum Einsatz. Auch bei der Eingabe von Forschungsprojekten ist neben fachlich exzellenter Forschung technisches Wissen gefragt, um anspruchsvollen Standards wie *ORD* zu genügen und neueste Methoden weiterzuentwickeln und zu implementieren. Vor diesem Hintergrund setzte beispielsweise der KOF Bereich Arbeitsmarkt mehrfach auf interdisziplinäre Kooperation. Gemeinsam mit dem technischen Personal der KOF und einem Kooperationspartner aus Lausanne machte man Eingaben und erhielt sowohl bei SNF *Digital Lives* als auch im Nationalen Forschungsprogramm NFP 77 zur digitalen Transformation gemeinsam den Zuschlag.<sup>4</sup>

## Vermittlung an der KOF

Auf Grund der aus dieser Entwicklung resultierenden hohen Nachfrage von Doktorand:innen nach Studienangeboten zum Programmieren mit Daten ergänzt die KOF seit 2020 mit dem Kurs *Hacking for Social Sciences* das Doktoratsprogramm des ETH Departments D-MTEC.<sup>5</sup> Der Kurs geht bei der Vermittlung des gefragten Wissens neue Wege: Dabei setzt das Konzept der Lehrveranstaltung explizit nicht auf eine digitale Lehr-Lern-Umgebung, die praktisch ausschliesslich im Kontext universitärer Lehre verwendet wird. Viel mehr setzt der Kurs für die eigene Organisation und Kollaboration der Studierenden untereinander sowie beim Austausch mit dem Dozenten auf das Versionskontrollsystem *git*, das sich in den letzten Jahren zum Industriestandard unter Softwareentwicklern für die Verwaltung von Quellcode sowie als Tool für interne und Organisationen übergreifende Kollaborationen entwickelt hat. Spätestens seit der US-Technologie Konzern *Microsoft* den führenden *git* Anbieter *GitHub* für einen Milliardenbetrag übernahm, kommt *git* zusehends im Mainstream an. Der KOF-Doktoratskurs gehört

<sup>4</sup> Vgl. <https://www.nfp77.ch/portfolio/was-arbeitskraefte-wollen-strategien-fuer-die-jobsuche-auf-einer-online-jobplattform/>.

<sup>5</sup> Vgl. <http://www.vz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheit.view?lerneinheitId=146390&semkez=2021W&lang=en>.

zwar bei in den *Social Sciences* im Bereich der Lehre noch zu den Pionieren, ist aber keineswegs allein wie der Artikel «Bringing the World to the Classroom: Teaching Statistics and Programming in a Project-Based Setting» (Meyer, 2022) mit seinem Aufruf an Politologen zeigt.

Didaktisch gliedert sich *Hacking for Social Sciences* in zwei Teile: Ein erster Teil versucht, das heterogene Publikum auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen und bietet einen Rundumüberblick über die wichtigsten Bausteine des *Open Source Stacks*, dem quelloffenen Werkzeugkasten eines *Data Scientists*. In diesem Teil lernen die Kursteilnehmer:innen die Vielzahl der Werkzeuge einzuordnen und zu entscheiden, welche Werkzeuge für das eigene Forschungsvorhaben relevant sind. Im zweiten Teil des Kurses bringen die Teilnehmer:innen ein Projekt aus der eigenen Forschung mit, das sie mit Hilfe von Programmierung umsetzen oder verbessern wollen. Alternativ können die Kursteilnehmer:innen auch Teile des Gesamtüberblicks auswählen, die sie im *Self-directed learning*-Ansatz in Gruppen vertiefen wollten. Ähnlich einem Sporttraining wurden alle Gruppenprojekte beobachtet und durch ein *Coaching* – vor allem auch in Bezug auf Kollaboration untereinander – begleitet. Hierbei wurden vor allem auch Erfahrungen aus dem *Open Source Bereich vermittelt*, in dem intrinsisch Motivierte, einander oft nicht persönliche bekannte Entwickler global zusammenarbeiten und komplexe Projekte bewältigen.

## Unterrichtsmaterial unter *Creative Commons-Lizenz*

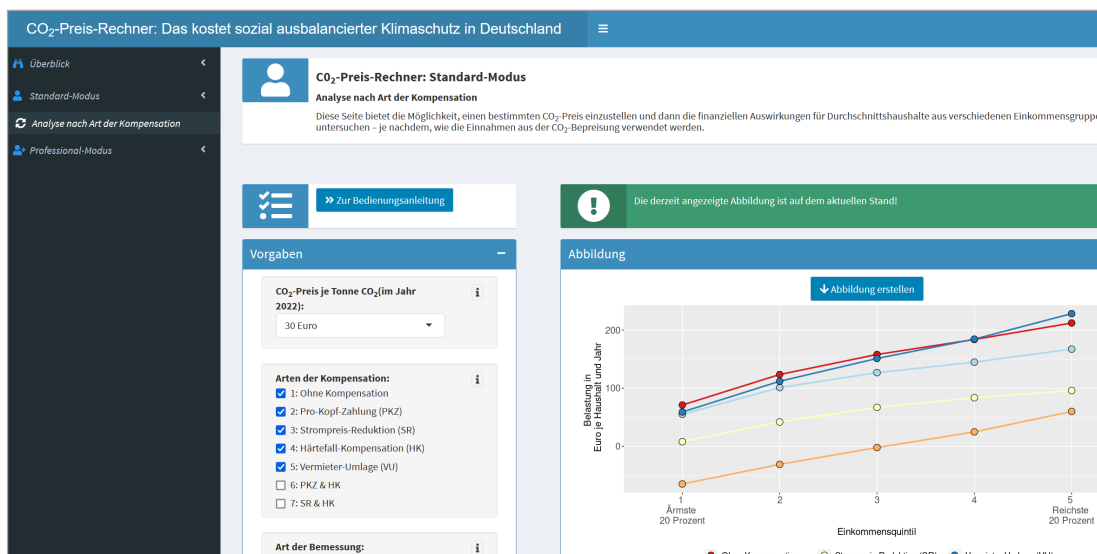
Für die erfolgreiche Umsetzung dieses Ansatzes war das begleitende Material zum Kurs, welches als Onlinebuch (Bannert, 2022) unter einer *Creative Commons Dual License* (CC-BY-NC-SA 2.0) öffentlich zur Verfügung gestellt wird, entscheidend. Dadurch werden die Kursunterlagen nicht nur für eine grössere Leserschaft geöffnet, sondern sind auch was Inklusivität und Zugänglichkeit anbelangt richtungsweisend. Im Gegensatz zu den *Outputs* stark verbreiteter *Office*- und Präsentationssoftware sind HTML<sup>6</sup> Dokumente gut von *Screenreader-Software* zu lesen, wie sie beispielsweise von Personen mit eingeschränktem Sehvermögen verwendet wird. Derartige Aspekte der Zugänglichkeit und dem Abbau von Barrieren werden für Vorträge und Lehrmaterialien auch an der ETH an Bedeutung gewinnen. Das Projekt *Professional, Polished, Presentable* bietet Interessierten Hilfestellung zur Umsetzung zugänglicher, eigener Präsentationen mit Hilfe von lizenzkostenfreie Open Source Tools.<sup>7</sup>

Im KOF-Kurs konnten sich Studierende zudem in einem kurseignenen *Slack Chat* in vom Dozenten moderierten Diskussionen austauschen und organisieren. Auf diese Weise bietet *Hacking for Social Sciences* auch Feedback zur Kollaboration und Organisation komplexer Projekte – eine Fähigkeit die häufig vorausgesetzt, aber selten geschult wird.

Bereits in seinem ersten Jahr gehörte der Kurs zu den am besten besuchten Doktoratskursen und zog bis heute Doktoranden aus mehr als 10 ETH-Departementen sowie Gasthörer:innen aus der öffentlichen Verwaltung an. Bei seiner zweiten Auflage wurde *Hacking for Social Sciences* für den ETH-weiten *KITE Teaching Award* nominiert.

<sup>6</sup> Vgl. <https://ethz.ch/en/the-eth-zurich/education/innovation/kite-award.html>.

<sup>7</sup> Vgl. <https://presentable-user2021.netlify.app/>.



Mit dem shiny web framework erstellte Applikation, die im Nachgang des Kurses von einem Gasthörer mit umgesetzt wurde. Quelle: <https://mcc-berlin.shinyapps.io/co2preisrechner/>

## Neue Rollen

Auf Grund der Breite, Komplexität und der Dynamik dieser Herausforderungen für Wissenschaftler:innen kann der Ausbau von Aus- und Weiterbildungsangeboten nur Teil der Lösung sein. Zwar kann technische Expertise oder Erfahrung in der Wissenschaftskommunikation in hochkompetitiven akademischen Berufungsverfahren durchaus ein Vorteil sein, allerdings nur dann, wenn die Expertise nicht zu Lasten des Publikationsoutputs geht. Wie viel Programmieren ist also gut für eine Ökonom:in, die einen akademischen Karrierepfad eingeschlagen hat?

In der *Data Science Comunità* hat sich der Begriff *Software Carpenter* als Antwort auf diese Frage etabliert. Der Begriff leitet sich vom englischen Wort für Zimmermann (Carpenter) ab und stellt eine praktische, handfeste Form der Softwareentwicklung der Ingenieurskunst eines *Software Engineers* (Ingenieur) gegenüber. Auf der Website *carpentries.org* wird diese Denkweise vorgestellt, in *Software Carpenter* und *Data Carpentry* vertieft und in diversen Kursprogrammen angewandt gelehrt. Doch was, wenn Software-Handwerkskunst regelmässig nicht ausreicht?

Der natürliche Weg scheint die Suche nach einem erfahrenen Kollaborationspartner zu sein. Doch genau diese Suche kann sich je nach gesuchter Expertise als schwierig herausstellen. Professionelle Softwareentwickler, Datenarchitekten oder Development and Operation Spezialisten sind auch ausserhalb der *Academia* gefragt, so dass sich Universitäten häufig mit Technologieunternehmen oder Finanzdienstleistern im Talentwettbewerb befinden. Dabei sind sowohl die finanziellen als auch die technologischen Anreize für talentierte Ingenieure in die *Academia* zu wechseln oft gering. Darüber hinaus stellt der fehlende Forschungsbezug vieler eine weitere Einstiegshürde für Entwickler aus der Privatwirtschaft dar.



So scheint es ganz nach dem Vorbild der Naturwissenschaften, in denen eine technischere, persönliche Ausrichtung schon seit längerem eine Karriereoption ist, auch für die Sozialwissenschaften zunehmend attraktiv zu werden, ebensolche Karrierepfade zu ermöglichen. Dazu ist ein Umdenken bei der Bewertung von Softwareentwicklung in der Forschung notwendig, so dass Entwicklern eine Perspektive zukommt, die der allgemeinen Bedeutung von Software für die Forschung gerecht wird. Ausgehend von Grossbritannien entwickelte sich daher die Gemeinschaft für *Research Software Engineering*, die mittlerweile auch in Deutschland und den USA wächst.<sup>8</sup>

Um der Bedeutung von Software für die Forschung gerecht zu werden und ein Umdenken in der Forschung voranzubringen, kommt unter dem Motto «better software – better research» eine internationale Gemeinschaft von *Research Software Engineers* (RSE) zusammen. Dabei stellt die Entwicklung des Rollenprofils bereits einen wichtigen Beitrag in diesem Prozess dar. Mit Erfolg: Pioniere wie die *Monash School of Business* haben festgelegt, Softwarepublikationen zukünftig in Berufungsverfahren zu berücksichtigen.<sup>9</sup>

## Fazit

Abschliessend lässt sich festhalten, dass jungen Forschenden der meisten empirischen Felder zu empfehlen ist, sich während des Studiums bzw. der Zeit des Doktorats solide Grundkenntnisse im Sinne der *Software Carpentries* anzueignen. Diese Fähigkeiten werden auf absehbare Zeit gefragt sein – in Forschung, öffentlicher Verwaltung und Privatwirtschaft. Durch *Communities* wie *carpentries.org* und Gesellschaften wie der *Society for Research Software Engineering* wird der für Forschende empfohlene Umfang zunehmend besser definiert und aufbereitet. Für die Universitäten und Forschungsinstitute wird es vor allem darum gehen am Ball zu bleiben. Neben kontinuierlichen Investitionen in die technische Infrastruktur bedeutet das konkret weiterhin attraktive Lehr-Lern-Angebote aufzustellen und universitäre Lehre anzubieten, die einen Mehrwert gegenüber *Self-directed Learning* bietet. Dabei sollte das von Technik unterstützte Lernen in Eigenregie zwar Teilkomponente sein, jedoch müssen Angebote auch über Online-Videos hinaus – etwa durch *Coaching* oder moderierte Diskussionen – Innovation und Interaktion bieten, um weiterhin attraktiv zu sein.

## Literaturverzeichnis

- Bannert, M. (2022). Hacking for Social Sciences – A Guide to Programming with Data. <https://h4sci.github.io/h4sci-book/>.
- Meyer, C. (2022). Bringing the World to the Classroom: Teaching Statistics and Programming in a Project-Based Setting. *PS: Political Science & Politics*, 55(1), 193-197. doi:10.1017/S1049096521001104.
- Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data* 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>.

8 Vgl. <https://us-rse.org/>, <https://de-rse.org/de/index.html> und <https://society-rse.org/>.

9 Vgl. Website Rob J. Hyndman: [https://robjhyndman.com/files/EBS\\_research\\_software.pdf](https://robjhyndman.com/files/EBS_research_software.pdf).