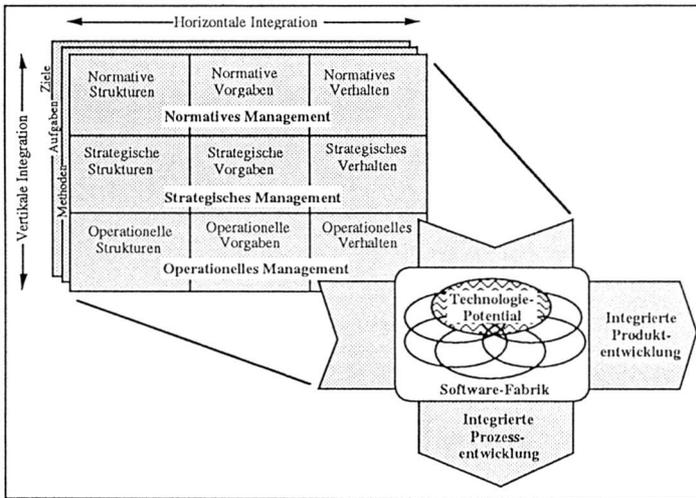


Kritische Erfolgsfaktoren des Managements industrieller Software-Technologien



ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von:

BEAT LÜTHI

dipl. El.-Ing. ETH

geb. 12. Januar 1962, von Lauperswil/BE

aufgenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. H. Tschirky, Referent

Prof. Dr. P. Schönsleben, Korreferent

Zürich 1995

Zusammenfassung

Im Zentrum dieser Arbeit steht das Management der Software-Technologien, die in elektrotechnischen Investitionsgütern zum Einsatz kommen. In besonders ausgeprägtem Masse nimmt für diese Produktgruppe die Bedeutung der Software in quantitativer wie in qualitativer Hinsicht stetig zu. Die quantitative Bedeutung zeigt sich im hohen Anteil der Software-Entwicklungskosten an den Gesamtentwicklungskosten, die qualitative Bedeutung bezieht sich auf die Funktionalität der Produkte, welche in hohem Masse durch die Software determiniert wird. Aus diesen Gründen rückt die Software verstärkt in den Mittelpunkt der Produktentwicklung und wird immer häufiger zum kritischen Zeit- und Erfolgsfaktor.

Im Rahmen der Entwicklung elektrotechnischer Produkte stellt sich für eine Vielzahl von Unternehmungen das Problem, dass die Software-Entwicklung nur selten ohne grössere Abweichungen in bezug auf Termine, Funktionalität, Qualität und Kosten möglich ist. Dieses aus dem Bereich der kommerziellen Software-Entwicklung bekannte und mit stetiger Regelmässigkeit auftretende Unvermögen führte in den siebziger Jahren zum Schlagwort der Software-Krise. Vor dem Hintergrund sich verkürzender Produkt-Lebenszyklen und dem steigenden Anteil der Software an den Gesamtentwicklungskosten kommt aber gerade der kosten- und zeitgerechten Software-Entwicklung eine zentrale Bedeutung zu. Trotz grossen Fortschritten in der Software-Technologie, wie beispielsweise im Bereich der Programmiersprachen oder der rechnergestützten Entwicklungswerkzeuge, konnte in den vergangenen Jahren weder die Planungsgüte noch die Entwicklungsproduktivität der Software-Entwicklung im industriellen Umfeld wirklich nachhaltig gesteigert werden.

Wir gehen deshalb von der Grundthese aus, dass eine Verbesserung nicht primär durch weitere softwaretechnologische Fortschritte möglich ist, sondern im Bereich des Managements der Software-Entwicklungen zu suchen ist. Effektivere Verbesserungsansätze werden beispielsweise in einem strikten Zeitmanagement oder im aktiven Management der Humanressourcen vermutet. Gegenstand der Arbeit ist dementsprechend der Einfluss des Software-Managements auf Zieleinhaltung und Produktivität der Software-Entwicklung. Ziel ist es, theoretisch und praktisch fundiert die relevanten Erfolgsfaktoren für das Management von Software-Entwicklungen für industrielle Produkte abzuleiten und im Rahmen eines Managementansatzes in konkrete Handlungsanweisungen umzusetzen.

In einem *ersten Teil* der Arbeit (Kap. 1 und 2) werden Aufgabenstellung und Forschungsmethodik mit den entsprechenden begrifflichen Grundlagen charakterisiert. Die systematische Zusammenstellung der essentiellen Charakteristiken von Software in industriellen Produkten zeigt bereits eine Reihe von unerwarteten Zusammenhängen auf, die dem gesunden

Menschenverstand zuwiderlaufen und deshalb den Managern von Software-Entwicklungen bekannt sein müssen. Der *zweite Teil* (Kap. 3–5) widmet sich der Problemstellung von Software-Entwicklungen in Theorie und industrieller Praxis. In der Gegenüberstellung zeigen sich verschiedene Diskrepanzen zwischen der theoretisch geforderten und der praktisch angewandten Entwicklungssystematik. Es gilt dabei zu berücksichtigen, dass die Theorie kaum durchgängige Ansätze aufzuzeigen vermag. Die theoretischen Konzeptionen konzentrieren sich auf die softwarespezifischen Entwicklungsmethoden und Lebenszyklus-Modelle und können keine kausalen Ursachen für die vielfältigen Problemkreise in der industriellen Praxis aufzeigen. Auf der bestehenden Erkenntnisbasis lassen sich somit noch keine schlüssigen Aussagen über die limitierenden Faktoren für die industrielle Software-Praxis machen, und entsprechend ist der Bedarf nach einer vertieften Untersuchung gegeben. Die daraus resultierenden Forschungsfragen sind in Kap. 5 zusammengefasst.

Der *dritte Teil* (Kap. 6–9) der Arbeit zeigt die Problemstellung von Software-Entwicklungen aus einer ganzheitlichen Managementperspektive auf. Da der soziotechnischen Systemgestaltung im Bereich der Software-Entwicklung eine hervorgehobene Bedeutung zukommt, wird die Thematik des Managements industrieller Software-Technologien nach Massgabe eines ganzheitlichen Technologiemanagement-Modells¹ strukturiert und analysiert. Das Modell ermöglicht es, alle theoretisch relevanten Aufgabengebiete des Software-Managements auf normativer, strategischer und operationeller Ebene miteinzubeziehen. Die Untersuchung führt zu verschiedenen Thesen. Es zeigt sich beispielsweise, dass das für die Software-Projekte verantwortliche Management in den Grossteil der existierenden Schwierigkeiten sehr konkret und direkt involviert ist. So wird im operationellen Bereich beispielsweise das Zeit- und Risikomanagement nicht mit der theoretisch notwendigen Intensität betrieben. Auf strategischer Ebene wird die Komponente der Prozessentwicklung gegenüber der Produktentwicklung vernachlässigt. In bezug auf die Produktentwicklung zeigt sich, dass die kurzfristigen Orientierungsgrundlagen auf Kosten einer Ausrichtung über den gesamten Produkt-Lebenszyklus überwiegen. Das gewonnene Bild ist eine erste Bestätigung dafür, dass Verbesserungen in erster Linie durch ein adäquates Management der Produkt- und Prozessentwicklung möglich ist und keine Quantensprünge in der Software-Technologie abzuwarten sind.

Um die Arbeitshypothesen empirisch zu untermauern, wurde eine Feldstudie (Kap. 6 und 7) mit dem primären Zweck durchgeführt, zu quantifizierten Ergebnissen in bezug auf die postulierten, kritischen Probleme zu kommen. Die Erhebung basierte auf einer schriftlichen Befragung von Schweizer Software-Managern in elektrotechnischen Unternehmungen. Die

1 Konkret findet der Ansatz von Tschirky Verwendung; vgl. Tschirky, H.: «Technologic-Management – ein integrierter Ansatz», iO Management Zeitschrift, Nr. 60, 1991, S. 27 ff

Ergebnisse bestätigen fast durchwegs die konkreten Probleme und Unterlassungen des Managements sowohl im operationellen wie auch im strategischen Bereich.

Basierend auf den Erkenntnissen der Untersuchung wird in einem *vierten Teil* der Arbeit (Kap. 10) ein konkreter Ansatz für das Management industrieller Software-Technologien spezifiziert. Es resultiert ein integrierter Software-Technologiemanagementansatz, der auf vier zentralen Prinzipien beruht und die Merkmale des «Integrierten Technologie-managementansatzes» von Tschirky auf die spezifischen Erfolgsfaktoren der Software-Technologie überträgt. Strategisch basiert der Ansatz zum einen auf der integrierenden Rolle, die der Technologieentwicklung zukommt und zum anderen auf der Prozessentwicklung, die im Sinne eines dualen Prinzips «orthogonal» zur Produktentwicklung zu betreiben ist. Diese Prozessentwicklung bezweckt den Aufbau und Unterhalt einer leistungsfähigen Software-Fabrik, mit welcher sich nachhaltige Wettbewerbsvorteile erzielen lassen. Ein zweiter strategischer Schwerpunkt postuliert die Ausrichtung der Orientierungsgrundlagen des Managements auf den gesamten Produkt-Lebenszyklus. Im operationellen Bereich liegen die Schwerpunkte des Ansatzes auf einem aktiven Risiko- und einem strikten Zeitmanagement unter Einbezug der softwarespezifischen Humanfaktoren. Die Konkretisierung des Ansatzes erfolgt in Form praxisbezogener Gestaltungsrichtlinien für die soziotechnische Systemgestaltung im Kontext des strategischen und operationellen Software-Managements. Die Gestaltungsempfehlungen sind auf die im Software-Bereich von Projekt zu Projekt stark variierenden Leistungsanforderungen, Rahmenbedingungen und Risiken ausgerichtet; eine Anforderung, der bisherige Ansätze kaum zu genügen vermögen.

Zusammenfassend geht aus der Arbeit hervor, dass für das Management industrieller Software-Technologien weder grundlegende Innovationsprobleme noch ein Mangel an Software-Technologiepotentialen bestehen. Es zeigt sich, dass ein ganzheitliches Software-Management, strategisch auf die Prozessentwicklung und operationell auf ein risiko- und zeitbasiertes Entwicklungsmanagement ausgerichtet, die Software zu einer plan- und beherrschbaren Produkt- und Prozesstechnologie für elektrotechnische Investitionsgüter macht.

Abstract

This work focuses on management of the software technologies used in electrotechnical capital goods. From both a quantitative and qualitative viewpoint, the software for this product group is constantly growing in importance at an ever increasing pace. The quantitative importance is reflected in the large contribution of the software development costs to the total development costs, the qualitative importance refers to the functionality of the products which, to a large extent, is determined by the software. For these reasons, the software is finding itself more and more on the central stage of product development and is increasingly becoming the critical factor with regard to both time and success.

In the context of the development of electrotechnical products, numerous companies have to face the problem that software development without relatively large transgressions regarding deadlines, functionality, quality and costs is possible only in very few cases. This shortcoming is well known from the field of commercial software development and its persistent appearance led in the Seventies to the catchphrase «software crisis». Yet against the background of ever shorter product life cycles and the increasing contribution of the software to the total development costs, it is especially important to have software developed on schedule and at the right price. Despite great advances in software technology, for example in the area of programming languages or computer-aided development tools, in the past few years it has not been possible to achieve really sustained improvement in the quality of the planning and the development productivity of software development in the industrial environment.

We shall thus work on the basic premise that an improvement is not primarily possible through additional progress in the software technology, but must be sought in the area of the management of the software developments. More effective approaches to improve the situation are anticipated, for example, in a strict time management or in active management of the human resources. The theme of this work is consequently the influence of software management on adherence to the goal and on the productivity of the software development. The aim is a derivation, based on theory and practice, of the relevant success factors for the management of the software developments for industrial products and, in the context of a management approach, their conversion into concrete instructions for action.

The first part of the work (chapters 1 and 2) defines the task and describes the research methods with the corresponding conceptual fundamentals. A systematic compilation of the essential characteristics of the software in industrial products already shows a series of unexpected relations which run counter to common sense and must therefore be known to the managers of software development projects. The second part (chapters 3–5) discusses the problems

associated with software developments in theory and industrial practice. From this comparison, various discrepancies between the theoretically required and the practically applied development systematics become apparent. It is naturally necessary to take into account here that the theory is scarcely capable of indicating universal approaches. The theoretical conceptions concentrate on the development methods specific to software and life cycle models and can not indicate causal reasons for the diverse problem areas in industrial practice. On the existing knowledge basis, no conclusive statements can hence be made on the limiting factors for industrial software practice and there is thus a corresponding need for an in-depth investigation. The resulting research questions are summarized in chapter 5.

The third part (chapters 6–9) of the work shows the problems associated with software developments from an integrated management perspective. As increasing importance is being attached to the sociotechnical system organization in the area of software development, the theme of the management of industrial software technologies is structured and analyzed according to an integrated technology management model². The model allows all theoretically relevant areas of responsibility of the software management to be incorporated on a normative, strategic and operational level. The investigation leads to various theses. For example, it is apparent that the management responsible for the software projects is very clearly and directly involved in the majority of the existing difficulties. In the operational area, for instance, time and risk management is not practiced with the intensity required by theory. On a strategic level, the components of the process development are neglected compared with the product development. With regard to the product development, it appears that short-term orientation fundamentals prevail at the expense of an orientation encompassing the entire product life cycle. The picture obtained is the first confirmation that improvements are possible primarily through adequate management of the product and process development and no quantum leaps in the software technology need be awaited.

To support the working hypotheses empirically, a field study (chapters 6 and 7) was conducted with the primary aim of arriving at quantified findings regarding the postulated, critical problems. The data were collected from written questionnaires completed by Swiss software managers in electrotechnical companies. Virtually without exception, the findings confirm the particular problems and failures of the management in both the operational and strategic areas.

Based on the findings of the investigation, a specific approach for the management of industrial software technologies is described in the fourth part of the work (chapter 10). An integrated software technology management approach results which is founded on four central principles

2 In concrete terms, the approach of Tschirky is used: cf. Tschirky, H.: «Technologie-Management – ein integrierter Ansatz», iO Management magazine, no 60, 1991, S. 27 ff

and applies the features of the «integrated technology management approach» of Tschirky to the specific success factors of software technology. Strategically, the approach is based on the one hand on the integrating role of the technology development and on the other hand on the process development, which must be pursued by way of a dual principle «orthogonal» to the product development. The aim of this process development is the creation and maintenance of a powerful software factory with which more sustained competitive advantages can be achieved than is possible simply with successful software products. A second strategic key point postulates alignment of the orientation fundamentals of the management with the entire product life cycle. In the operational field, the key points of the approach involve an active risk management and a strict time management with incorporation of the human factors specific to the software field. The approach is concretized in the form of practice-related organizational guidelines for the sociotechnical system organization in the context of the strategic and operational software management. The organizational recommendations are oriented to the performance requirements, boundary conditions and risks in the software field, which vary greatly from project to project; a requirement which previous approaches were scarcely capable of fulfilling.

In summary, the work shows that for the management of industrial software technologies there are no fundamental innovation problems nor a lack of potential software technologies. It is clear that an integrated software management oriented strategically towards the process development and operationally towards a risk- and time-based development management can result in the software becoming a plannable and manageable product and process technology for electrotechnical capital goods.