

**ARBEITSBERICHT
PROZESS- UND PRODUKT-
ENGINEERING:**

Was bedeutet Produktivität in der Produktentwicklung und welche Prozessstandards sind dafür wirksam?

Rainer Erne¹ und Thomas Breuer¹

Abstract

In order to assess the effectiveness of process standards for product development processes we introduce a preliminary definition of productivity in product development and present a first approach to measure effectiveness.

Problemstellung

“The most important, and indeed the truly unique, contribution of management in the 20th century was the fifty-fold increase in the productivity of the manual worker in manufacturing. The most important contribution management needs to make in the 21st century is similarly to increase the productivity of knowledge work and the knowledge worker. The most valuable assets of the 20th-century company are its production equipment. The most valuable asset of a 21st-century institution, whether business or nonbusiness, will be its knowledge workers and their productivity.” [1]

Folgt man Peter Drucker, so liegt ein Hauptbeitrag von Managementmaßnahmen in der Sicherstellung und kontinuierlichen Steigerung der Produktivität, verstanden als die Relation zwischen der Ausbringungsmenge und dem Faktoraufwand einer Leistung [2]. Betrachtet man die Produktivitätssteigerungen der produzierenden Industrie in den letzten Jahrzehnten, so können in dieser Hinsicht beeindruckende Erfolgsmeldungen verzeichnet werden: So steigerte beispielsweise der produzierende Sektor in Österreich zwischen 1978 und 2002 seine Produktivität - definiert als reale Bruttowertschöpfung pro Erwerbstätigem - um 118,8%, was ihn aktuell zum produktivsten Sektor der österreichischen Gesamtwirtschaft macht [3].

Die Maßnahmen, die zu diesen Produktivitätssteigerungen geführt haben, gehen dabei, zumindest in ihren Prinzipien, noch immer auf die Arbeiten des Ingenieurs Frederick W. Taylor zurück: eine klare Definition der Arbeitsresultate und Arbeitsschritte, die Einführung von eindeutigen Kennzahlen für Leistung und Erfolg sowie eine weitgehende Standardi-

¹ Forschungszentrum für Prozess- und Produkt-Engineering, Fachhochschule Vorarlberg, Hochschulstrasse 1, 6850 Dornbirn.

bitte freilassen! gerade Seiten

sierung der Aufgaben [4]. Neben technischem Fortschritt sind also Prozessstandards entscheidende Variablen für die Produktivität – hier verstanden als Anforderungen an Aktivitäten, um ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen [5].

Problematisch wird die Übertragung von Prozessstandards auf Domänen, die seit Peter Drucker unter dem Begriff „knowledge work“ firmieren. Dazu gehört auch die Produktentwicklung, die hier im Fokus steht. Im Gegensatz zu produzierender Arbeit zeichnet sich Produktentwicklung durch folgende Merkmale aus: Die Arbeitsergebnisse und Arbeitsschritte sind a priori nicht oder nur vage definiert, Indikatoren für Leistung und Erfolg variieren mit der Komplexität des Projekts und Standardisierungsmöglichkeiten sind meist stark limitiert. Aus diesem Grund stoßen klassische, produktionsorientierte Indikatoren und Standards zur Sicherung und Steigerung der Produktivität bei diesen Aufgaben an ihre Grenzen.

Im folgenden untersuchen wir deshalb zwei Fragen: Was bedeutet Produktivität in der Produktentwicklung und wie wirksam sind Prozessstandards für deren Sicherstellung und Steigerung? Dabei legen wir einen besonderen Fokus auf Methoden zur Ermittlung der Wirksamkeit von Prozessstandards.

Was bedeutet Produktivität in der Produktentwicklung?

Es ist evident, dass Produktivität in der Produktentwicklung nicht als Relation zwischen Ausbringungsmenge und Faktoraufwand definiert werden kann. Ein brauchbarere Indikator für Produktivität ist vielmehr die im Kontext der technischen Systementwicklung generierte Messgröße der Streuung (variation) zwischen geplanten Meilensteinterminen, geplantem Budget und geplanten Qualitätsindikatoren) im Verhältnis zu erreichten Meilensteinterminen, verbrauchtem Budget und erreichten Qualitätsergebnissen (vgl. Abb.1) [6].

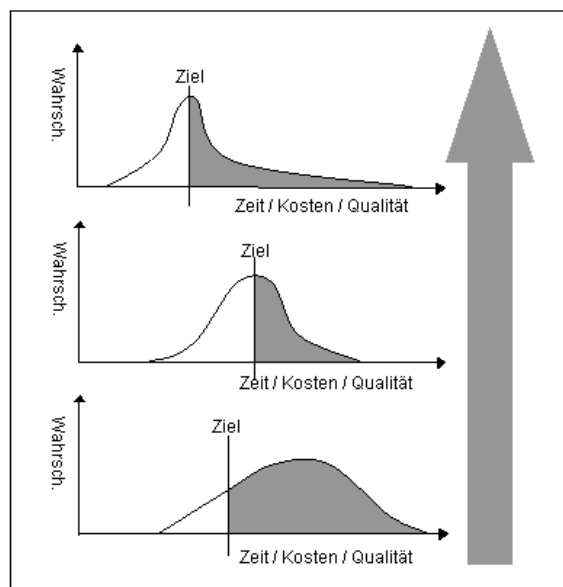


Abb. 1: Verbesserte Produktivität in der Produktentwicklung zeigt sich (von unten nach oben) in der reduzierten mittleren negativen Abweichung der Ist-Werte von den Ziel-Werten für Zeit, Budget und Qualität

Die verwendete Messgröße der Streuung (variation) für die Produktivität hat allerdings einen Nachteil: Die Streuung ist allein durch die Ist-Werte festgelegt und nimmt nicht Bezug auf die Soll-Werte, was meist nicht erwünscht ist. Wenn zum Beispiel alle Entwicklungsprojekte dieselben Überschreitungen aufweisen, wäre die Streuung null. Dennoch würde man nicht von einem optimalen Entwicklungsprozess sprechen. Aus diesem Grund ist es sinnvoller, die mittlere negative Abweichung der Ist-Werte von den Soll-Werten als Maß für die Produktivität von Entwicklungsprozessen zu betrachten.

Darüber hinaus ist die Streuung symmetrisch bezüglich positiver und negativer Abweichungen. In der Praxis sind allerdings negative Abweichungen weniger erwünscht als positive. Das bedeutet nicht, dass positive Abweichungen immer vorteilhaft sind. Das konsistente Auftreten positiver Abweichungen deutet darauf hin, dass zu große Termin- oder Kostenbudgets vorgesehen wurden. Die Reservierung dieser Budgets verursacht Kosten, auch wenn die Budgets nicht ausgeschöpft werden. Falls aufgrund zu großer Zeitbudgets die Markteinführung verzögert wird, verursacht dies weitere Kosten. Dies zeigt, dass auch positive Abweichungen Kosten verursachen. Allerdings sind im Regelfall die Kosten positiver und negativer Abweichungen unterschiedlich. Das erfordert ein differenzierteres Maß für die Produktivität in der Produktentwicklung.

Produktivität in der Produktentwicklung soll hier zunächst bedeuten: Eine möglichst geringe negative Abweichung der Ist-Parameter von den Plan-Parametern in Entwicklungsprojekten.

Folgt man diesem Verständnis von Produktivität, so besteht das erste Ziel von Managementmaßnahmen in der (sukzessiven) Reduzierung negativer Abweichungen der Ist- von den Plan-Parametern. Dazu bedarf es einer klaren Erhebung und Vereinbarung von Anforderungen, verbesserter Planungsverfahren, einer systematischen Integration von Erprobungserfahrungen in das Design, wirksamer und effizienter Erprobungsverfahren sowie einer erhöhten Wiederverwendung von Ergebnissen.

Ist dieses Ziel - wiederholbar und nicht zufällig - für den Mittelwert der Projektergebnisse einer Entwicklungsorganisation erreicht, besteht das zweite Ziel in der (sukzessiven) Anspannung dieser Ziele zur Erhaltung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit. Parallel dazu werden die negativen Abweichungen weiter reduziert.

Wie wirksam sind Managementmaßnahmen für die Sicherstellung und Steigerung von Produktivität in der Produktentwicklung?

Zur Sicherstellung und Steigerung der Produktivität im oben definierten Sinne haben sich in den letzten Jahren im Bereich der Software- und Systementwicklung Prozessstandards etabliert, die zwar unterschiedlichen Modellen folgen (wie z.B. CMMI, ISO/IEC 15504, IEEE, V-Modell), jedoch insgesamt relativ vergleichbar sind [7]. Dabei ist die Frage noch immer unbeantwortet, wie wirksam solche Standards sind, um negative Abweichungen auch bei angespannten Zielen zu reduzieren. Erfolgsmeldungen der „Hüter“ derartiger Modelle sind insofern kritisch zu beurteilen, als diese - selbst auf explizite Nachfrage - nicht darlegen, ob Resultate von Entwicklungsprojekten, wie z.B. verbesserte Meilensteinerreichungen oder verringerte Fehlerraten, auf die Standards oder auf andere Variablen zurückzuführen sind [8].

Um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen festzustellen, bieten sich zwei Verfahren an: Erstens dasjenige der Befragung und zweitens dasjenige der statistischen Analyse.

Unsere schriftlichen Befragungen von 35 Beteiligten und Betroffenen nach der Einführung von CMMI, Maturity Level 2, in unterschiedlichen System-Entwicklungsorganisationen haben folgende – hier sehr konzentriert dargestellten - Ergebnisse hervorgebracht (vgl. Tab 1):

Tab. 1: Befragungsergebnisse zu Projekt- und Prozessmanagementstandards

Vorteile von Standards	Nachteile von Standards
Verbesserung der Planung und Verfolgung von Entwicklungsprojekten	Schwere Anwendbarkeit der Standards für unterschiedliche Entwicklungsprojekte
Verbesserung der Transparenz und Übersicht über Projektergebnisse	Zu große Differenzen zwischen Anforderungen der Standards und Marktanforderungen
Steigerung der Konsequenz und Disziplin durch Automatismen	Mangelhafte Einführung der Standards, v.a. im Hinblick auf verfügbare Kapazitäten
Erleichterung der Einarbeitung neuer Mitarbeiter durch verbesserte Dokumentation	Zu umfangreiche, zu komplizierte und zu aufwändige Dokumentation
Stärkung des Bewusstseins für Managementaktivitäten in den Entwicklungsprojekten	Zu geringes Vorleben / Commitment durch das Linienmanagement

Die Ergebnisse dieser ersten Exploration deuten darauf hin, dass die Wirksamkeit von Standards für die Produktivität von Entwicklungsprojekten kaum im Bewusstsein der Entscheider und Anwender verankert ist. Stattdessen stehen Aspekte von deren Einführung und Anwendung im Vordergrund des Interesses. Diese Aussagen beruhen wiederum auf einer subjektiven, nicht datengestützten, Einschätzung der Betroffenen. Aus den genannten Gründen scheinen Befragungen zur Erhebung der Wirksamkeit von Managementmaßnahmen wenig geeignet zu sein.

Aus diesem Grund bedarf es alternativer Verfahren, welche die Wirksamkeit von Managementmaßnahmen unabhängig von der individuellen Einschätzung der Beteiligten ermittelt. Statistische Methoden, mit Umsicht eingesetzt, können die Produktivitätswirksamkeit von Standards quantifizieren. Eine solche Quantifizierung ist aus mehreren Gründen von großer praktischer Bedeutung. Erstens unterstützt eine Quantifizierung der Produktivitätswirksamkeit verschiedener Standards die Entscheidung, welcher Standard für welche Art von Produktentwicklung eingesetzt werden soll. Zweitens liefert die Quantifizierung, sofern sie einen signifikanten Produktivitätszuwachs durch einen Standard nachweist, Argumente für die Einführung von Standards. Drittens kann eine detaillierte Quantifizierung Hinweise auf Verbesserungspotenziale der Standards geben.

Wir skizzieren im Folgenden ein statistisches Verfahren, mit dessen Hilfe die Wirksamkeit von Standards gemessen werden kann. Dies geschieht in zwei Stufen: Zuerst wird untersucht, ob und auf welchem Signifikanzniveau die mittleren negativen Abweichungen der Ist-Werte von den Soll-Werten von der Verwendung von Prozessstandards abhängen. In der zweiten Stufe wird untersucht, ob andere Faktoren als die Standards für eine mögliche Abhängigkeit verantwortlich sein können.

Um auf der ersten Stufe die Abhängigkeit der mittleren negativen Abweichungen von den verwendeten Standards zu untersuchen, bietet sich das Verfahren der Varianzanalyse [9] an. Dazu benötigt man ausreichend viele Beobachtungen über Projekte oder Teilprojekte. Zu jedem Projekt müssen die Soll- und Ist-Werte der Zielerreichung in den drei Dimensionen „Zeit“, „Kosten“ und „Qualität“ vorliegen. Zudem muss die Information bekannt sein, ob das Projekt nach einem Prozessstandard abgewickelt wurde und, falls dies der Fall ist, welcher Standard eingesetzt wurde. Die Varianzanalyse macht bei einem gegebenen Signifikanzniveau Aussagen darüber, ob die Unterschiede in den mittleren negativen Ab-

bitte freilassen! gerade Seiten

weichungen bei standardisierten und nichtstandardisierten Projekten als signifikant betrachtet werden können.

In der zweiten Stufe wird untersucht, ob andere Faktoren als die Standards für allfällige Differenzen der mittleren negativen Abweichungen verantwortlich sein können. Mögliche Erklärungsfaktoren sind in Abb. 2 zusammengestellt.

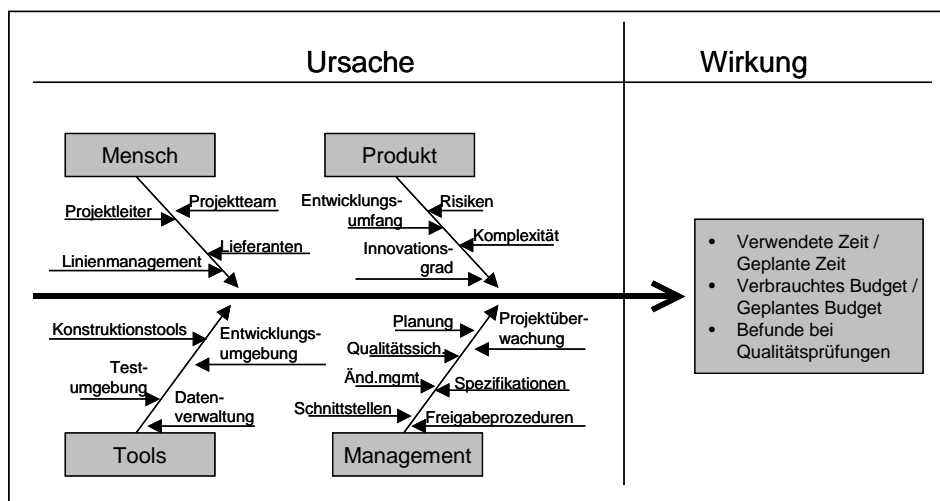


Abb. 2: Mögliche Erklärungsfaktoren für Differenzen in der mittleren negativen Abweichung der Ist-Werte von den Ziel-Werten

Datenbasis für die zweite Stufe der Analyse sind neben den Daten für die erste Stufe noch die Ausprägungen jedes Projekts bezüglich jener alternativen Faktoren, die untersucht werden sollen. In einer eindimensionalen Varianzanalyse kann festgestellt werden, ob ein weiterer Faktor (z.B. Projektleiter) einen ähnlich signifikanten Einfluss auf die mittleren negativen Abweichungen vom Zielwert haben wie der verwendete Standard. Weiterhin kann in einer zweidimensionalen Varianzanalyse festgestellt werden, ob Wechselwirkungen zwischen verwendetem Standard und einem weiteren Faktor (z. B. Innovationsgrad) bestehen, welche einen bestimmten Standard für einen bestimmten Innovationsgrad als besonders geeignet ausweisen.

Voraussetzung für den Einsatz der Varianzanalyse ist die Varianzhomogenität, d.h. dass die Varianzen der negativen Abweichungen für alle untersuchten Standards bzw. für alle untersuchten weiteren Faktoren gleich sind. Dies kann beispielsweise durch F-Tests überprüft werden.

Dieses Verfahren befindet sich aktuell in der Entwicklung. Das bedeutet, dass erst ein kommender Forschungsbericht quantitative Aussagen über die Wirksamkeit von Prozess-Standards, und über Möglichkeiten und Grenzen für die Praxis der Produktentwicklung zeigen wird.

Literatur

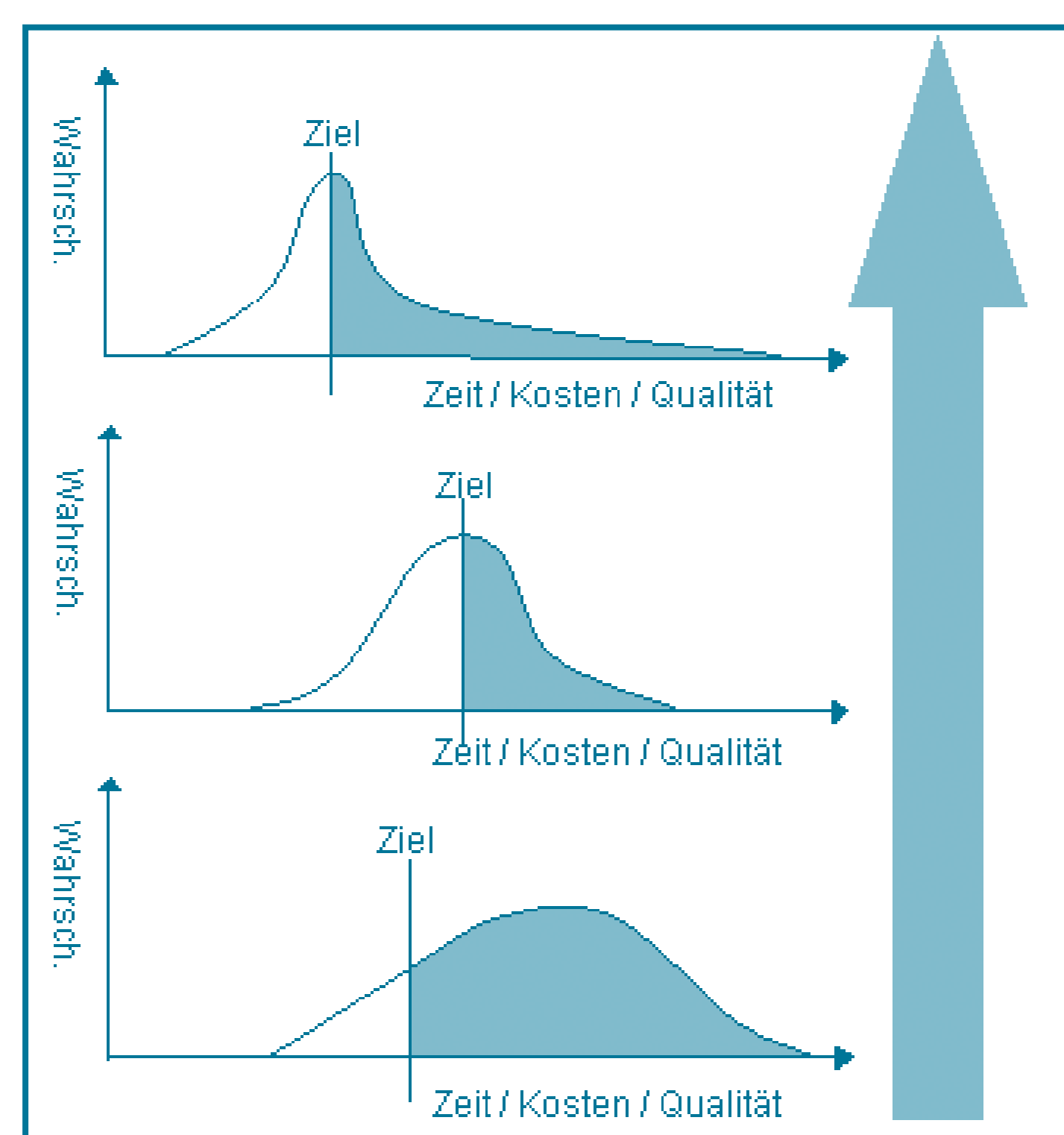
- [1] Drucker, Peter F. (1999): Management challenges for the 21st century, New York: Harper; p.135.
- [2] Vgl. Pedell, Karl L. (1985): Analyse und Planung von Produktivitätsveränderungen, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Jg. 37, Nr. 12; S.1078-1097.
- [3] Vgl. Lueghammer, Wolfgang / Pilz, Tobias / Schneider, Herwig W. (2004): Die Industrie Österreichs. Grundlagen für industrieökonomische Strategiedebatten, Bd.1, Wien: IWI; S.5.
- [4] Vgl. Taylor, Frederick W. (1967): The principles of scientific management (erstmalig 1911), New York: Norton. Edwards, Richard C. (1979): Contested terrain, London: Basic Books.
- [5] Vgl. Gaitanides, Michael / Scholz, Rainer / Vrohling, Alwin (1994): Prozessmanagement. Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen des Reengineering, München: Hanser. Gaitanides, Michael (2007): Prozessorganisation. Entwicklung, Ansätze und Programme des Managements von Geschäftsprozessen, 2. überarb. Aufl., München: Vahlen.
- [6] Vgl. Paulk, Mark / Curtis, Bill / Chrissis, Mary Beth / Weber, Charles V.: Capability Maturity Model for Software, V.1.1, <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/93.reports/pdf/tr24.93.pdf> [04.03.2005]; p.23.
- [7] Vgl. Carnegie Mellon Software Engineering Institute (SEI) (2006): CMMI for Development, Version 1.2, <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/06.reports/06tr008.html>, [17.01.2007]. IABG (2006): V-Modell XT, http://v-modell.iabg.de/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=15&Itemid=30, [17.01.2007]. IEEE (2007): Software Engineering Standards, <http://standards.ieee.org/catalog/olis/se.html>, [17.01.2006]. SPICE (2007): SPICE Document Suite, <http://www.sqi.gu.edu.au/spice/>, [17.01.2007].
- [8] Vgl. Software Engineering Institute (SEI) (2007) : CMMI Performance Results, <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/results/results-by-category.html> [28.01.2007].
- [9] Vgl. Georgii, Hans-Otto (2004): Stochastik. Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. 2. bearb. Aufl., Berlin: De Gruyter.

Wie wirksam sind Prozess-Standards für den Erfolg in der Produktentwicklung?

Aufgabenstellung

Zahlreiche technologieorientierte Unternehmen wickeln ihre Produkt-entwicklungsprojekte nach Prozess-Standards (CMMI, ISO/IEC 15504, IEEE, V-Modell) ab. Wie kann festgestellt werden, ob diese Prozess-Standards für den Erfolg solcher Entwicklungsprojekte wirksam sind – oder nicht vielmehr andere Faktoren, wie z.B. die Projektmitarbeiter oder die eingesetzte Technologie?

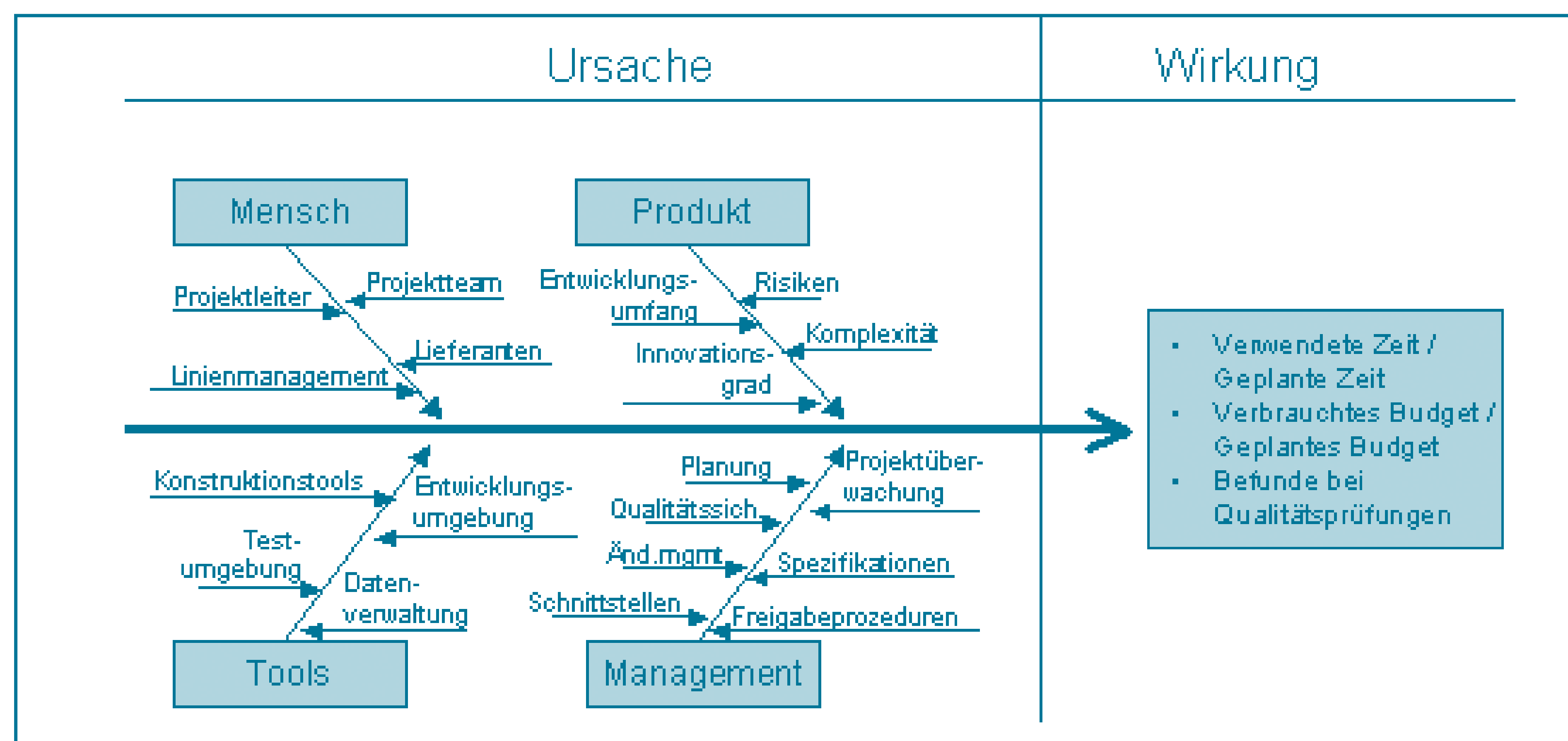
Was bedeutet Erfolg in der Produktentwicklung?



Erfolg in der Produktentwicklung definieren wir über die Messgröße der Streuung (variation) zwischen geplanten Meilensteinterminen, geplantem Budget und geplanten Spezifikationen im Verhältnis zu erreichten Meilensteinterminen, verbrauchtem Budget und realisierten Spezifikationen. Erfolg in der Produktentwicklung zeigt sich deshalb in einer möglichst geringen negativen Abweichung der Ist-Parameter von den Plan-Parametern in Entwicklungsprojekten.

Wie wirksam sind Prozess-Standards?

Mit dem statistischen Verfahren der Varianzanalyse wird die Wirksamkeit von Prozess-Standards in zwei Stufen gemessen: In der ersten Stufe wird untersucht, ob und auf welchem Signifikanzniveau die mittleren negativen Abweichungen der Ist-Werte von den Soll-Werten von der Verwendung von Prozessstandards abhängen. In der zweiten Stufe wird untersucht, ob andere Faktoren als die Standards für eine mögliche Abhängigkeit verantwortlich sein können.



Literatur

Carnegie Mellon Software Engineering Institute (SEI) (2006): CMMI for Development, Version 1.2, <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/06.reports/06tr008.html>, [17.01.2007]. Georgii, Hans-Otto (2004): Stochastik. Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. 2. bearb. Aufl., Berlin: De Gruyter. IABG (2006): V-Modell XT, http://v-modell.iabg.de/index.php?option=com.docman&task=cat_view&gid=15&Itemid=30, [17.01.2007]. IEEE (2007): Software Engineering Standards, <http://standards.ieee.org/catalog/olis/se.html>, [17.01.2006]. SPICE (2007): SPICE Document Suite, <http://www.sqi.gu.edu.au/spice/>, [17.01.2007].



Weitere Arbeiten

Forschungszentrum Prozess- und Produkt-Engineering

ANWENDUNGEN

Kurzfristige Prognose des Stromverbrauchs in Vorarlberg auf Stunden- und Viertelstundenbasis
Thomas Steinberger, 2004

Weiterbildungs- und Qualifizierungsbedarf kleinerer und mittlerer Unternehmen in Vorarlberg bezüglich
Prozess- und Projektmanagement, Führung, Strategie und Innovationsmanagement
Markus Reichart, Julia Schneider, Isabella Gratzner, 2004

Netzwerke für Innovationen
Martin Meusburger, Markus Reichart, Karin Feurstein, 2005

Neue Technologien im Produktinnovationsprozess
Julia Schneider, Markus Reichart, 2005

Bezug von externen Leistungen in der Produktentwicklung Aktueller Stand - Trends - Verbesserungspotenziale
Julia Schneider, 2005

project orientation [vorarlberg]
Martin Meusburger, Markus Reichart, Bratislav Veljovic, 2005

project orientation [vorarlberg II]
Martin Meusburger, Markus Reichart, Stefan Fink, 2006

Adverse Inter-Risk Diversification Effects for FX Forwards¹
Thomas Breuer, Martin Jandacka, 2007

Optimierung eines Vertrages zum variablen Strombezug
Hans Vollbrecht, 2007

Szenarioanalyse mit unvollständiger Information: Beispiel Pflegekostenmodell Vorarlberg
Thomas Breuer, Martin Herburger, Manfred Hellrigl, Bertram Meusburger, Ruth Weiskopf, Falko Wilms, 2007

A Review and Redefinition of Knowledge Work from a Management-Oriented Perspective
Rainer Erne, Sonja Sackmann, 2006

Was bedeutet Produktivität in der Produktentwicklung und welche Prozessstandards sind dafür wirksam?
Thomas Breuer, Rainer Erne, 2007

METHODEN

Identifying Worst Case Scenarios of Security Portfolios with Quasi-Random Search Algorithms
Thomas Breuer, Filip Pistovcak, 2004

A General Noise Model and Its Effects on Evolution Strategy Performance
Hans-Georg Beyer, Dirk V. Arnold, 2004

Using Quasi-Monte Carlo Scenarios in Risk Management
Thomas Breuer, Filip Pistovcak, 2004

An Explicit Characterization of Calogero-Systems
Fritz Gesztesy, Karl Unterkofler, Rudi Weikard, 2004

Reliability of old and new Ventricular Fibrillation Detection Algorithms for Automated External Defibrillators
Anton Amann, Robert Tratnig, Karl Unterkofler, 2005

Towards an Integrated Measurement of Credit and Market Risk
Thomas Breuer, Martin Jandacka, Gerald Krenn, 2005

Umgang mit Szenarien
Falko E. P. Wilms, 2005

Umgang mit unscharfen Informationen
Falko E. P. Wilms, 2005

A new ventricular fibrillation detection algorithm for automated external defibrillators
Anton Amann, Robert Tratnig, Karl Unterkofler, 2005

Removal of Resuscitation Artefacts from Ventricular Fibrillation ECG Signals Using Kalman Methods
Anton Amann, M. Baubin, Klaus Rheinberger, Karl Unterkofler, 2005

Detecting ventricular fibrillation by time-delay methods
Anton Amann, Robert Tratnig, Karl Unterkofler, 2005

Der Einsatz vagen Wissens bei Entscheidungsprozessen
Thomas Breuer, Hans Vollbrecht, Andreas Juen, 2005

Szenarien sind Systeme
Falko E. P. Wilms, 2006

Portfolio Selection with Transaction Costs under Expected Shortfall Constraints
Thomas Breuer, Martin Jandacka, 2006

Fachhochschule Vorarlberg
Forschungszentrum
Prozess- und Produkt-Engineering
Hochschulstraße 1
A-6850 Dornbirn

T +43 (0)5572 792 7100
F +43 (0)5572 792 9510

www.fhv.at/res/ppe

Fachhochschule Vorarlberg
Forschungszentrum
Prozess- und Produkt-Engineering