

1 Einführung und Zielsetzung

Angesichts der verschärften Konkurrenzsituation sind Unternehmen zunehmend gezwungen, ihre Produkte schneller auf dem Markt einzuführen, während der Qualitätsstandard gehalten oder verbessert werden soll. Die verspätete Markteinführung eines Produkts führt zu Einbußen des Unternehmensertrags; nach einer Studie des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation bei Groß- und Mittelbetrieben der Technikbranche reduziert sich bei einer Überschreitung der Entwicklungszeit um 25% der Ertrag bis zu 60% [Sche92]. Um eine höhere Wettbewerbfähigkeit und eine Ertragsverbesserung zu erreichen, ist die Reduzierung der Entwicklungszeiten eines der primären Ziele der Unternehmen [RoSt99].

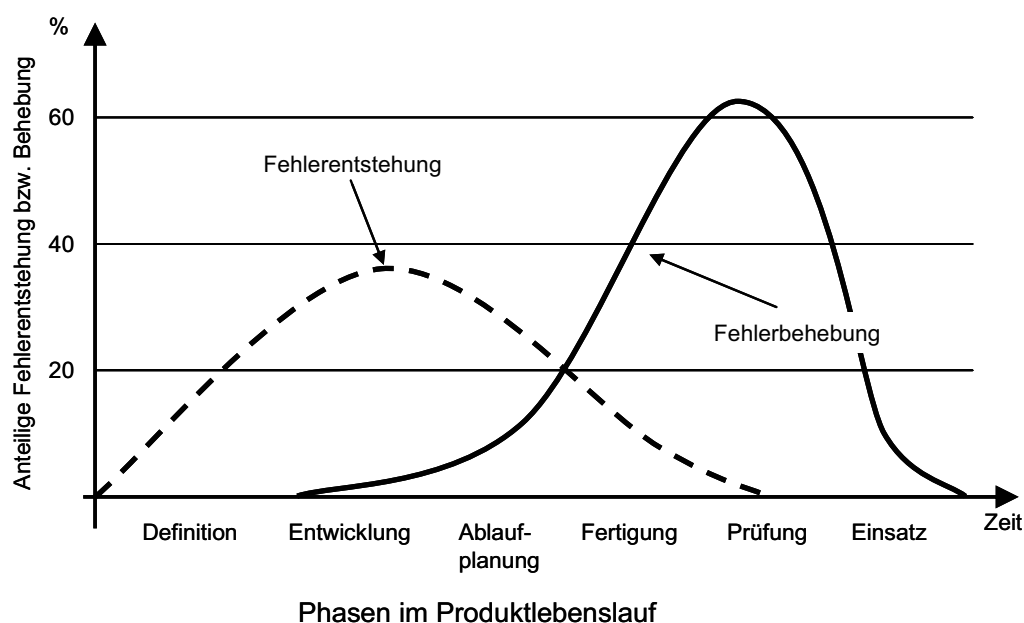


Bild 1: Fehlerentstehung und Fehlerbehebung [Pfei01]

Zu den entscheidenden Faktoren, die eine Verzögerung bei der Markteinführung eines Produkts bewirken, zählen Fehler, die im Rahmen des Produktentstehungsprozesses gemacht werden. Der maßgebliche Teil der Fehler tritt dabei in den frühen Phasen des Prozesses, insbesondere während der Entwicklung auf (Bild 1). Der Großteil der Entwicklungsfehler wird erst in späteren Stadien der Produktentstehung wie Fertigung und Produktprüfung erkannt und behoben [Pfei01]. Die Fehler an sich und der erhebliche Zeitverzug durch ihre Behebung führen zu einer vermeidbaren Erhöhung der Produktkosten und zu einer erheblichen Verlängerung der Produkterstellungszeit und somit zu einer ertragsmindernden verspäteten Markteinführung.

Ein wesentlicher Schritt zur Verkürzung der Produkterstellungszeit ist das frühzeitige Erkennen und Beheben von Fehlern, möglichst schon im Entwicklungsprozess. Neben den technischen und marktbedingten Gründen spielen auch organisatorische und personaltechnische Schwierigkeiten eine bedeutende Rolle beim Scheitern der termingemäßen Realisierung von Entwicklungsprojekten (vgl. [Pfei01]). Die Zahl der Gründe für Zeitüberschreitung bei der Produkterstellung steigt mit der Komplexität der Entwicklungsprojekte. Daher verlangen komplexe Entwicklungsprojekte¹ im verstärkten Maße nach Methoden und Werkzeugen, um die Abläufe effizient und effektiv zu steuern (vgl. [Kers96]).

Ein Werkzeug zur Überwachung von Arbeitsabläufen und deren Ergebnissen sind Kennzahlen und Kennzahlensysteme, mit deren Hilfe der Ablauf eines Projekts beurteilt und Schwachstellen identifiziert werden können [Stra02, Wild97a]. Kennzahlen und Kennzahlensysteme gehören zu den klassischen Controllinginstrumenten, durch die das Management Informationen für Entscheidungssituationen erhält; durch sie wird das Erkennen von Abweichungen ermöglicht und die Forschung nach Ursachen angestoßen [Frie94]. In Fertigungsprozessen werden Kennzahlen bereits seit Jahrzehnten als Werkzeug zur prozessbegleitenden² Überwachung und Steuerung eingesetzt, um zum Beispiel bei Qualitätsabweichungen sofort eingreifen zu können. In Entwicklungsprozessen dagegen werden Kennzahlen zur prozessbegleitenden Überwachung und Steuerung bisher kaum eingesetzt [FrSe97]. In der einschlägigen Literatur werden zwar zahlreiche Kennzahlenkataloge für Entwicklungsprozesse dargestellt, sie dienen aber eher der nachträglichen Beurteilung von Entwicklungstätigkeiten, da sie nicht die Entwicklungsprozesse selber betrachten, sondern Prozessergebnisse bewerten (vgl. Kapitel 4: Stand der Technik). Diese Kennzahlen sind daher weitgehend ungeeignet für die prozessbegleitende Überwachung und Steuerung von komplexen Entwicklungsprojekten, insbesondere da die Zeitspanne zwischen Entwicklungsaktivität und Entwicklungsergebnis zu lang ist, um aus dem Entwicklungsergebnis heraus retrospektiv den Prozess selber zu bewerten.

Ausgehend vom Stand der Technik ist Ziel dieser Arbeit, eine Methode zu entwickeln, die die systematische Herleitung, Einführung und Anwendung von prozessbegleitenden Kennzahlensystemen zur Qualitätssteigerung in komplexen Entwicklungsprojekten ermöglicht.

¹ Der Begriff „komplexe Entwicklungsprojekte“ wird im Unterkapitel 3.2.1 definiert.

² Der Begriff „prozessbegleitend“ wird im Unterkapitel 3.2.2 erläutert.

Die vorliegende Arbeit basiert auf einem Forschungsprojekt, das in Kooperation mit einem Unternehmen des Flugzeugbaus durchgeführt wurde. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine unternehmensangepasste Systematik zur Herleitung von prozessbegleitenden Kennzahlensystemen entwickelt und in Pilotanwendungen im Unternehmen umgesetzt.

Die Arbeit gliedert sich in acht Kapitel zuzüglich Anhang³:

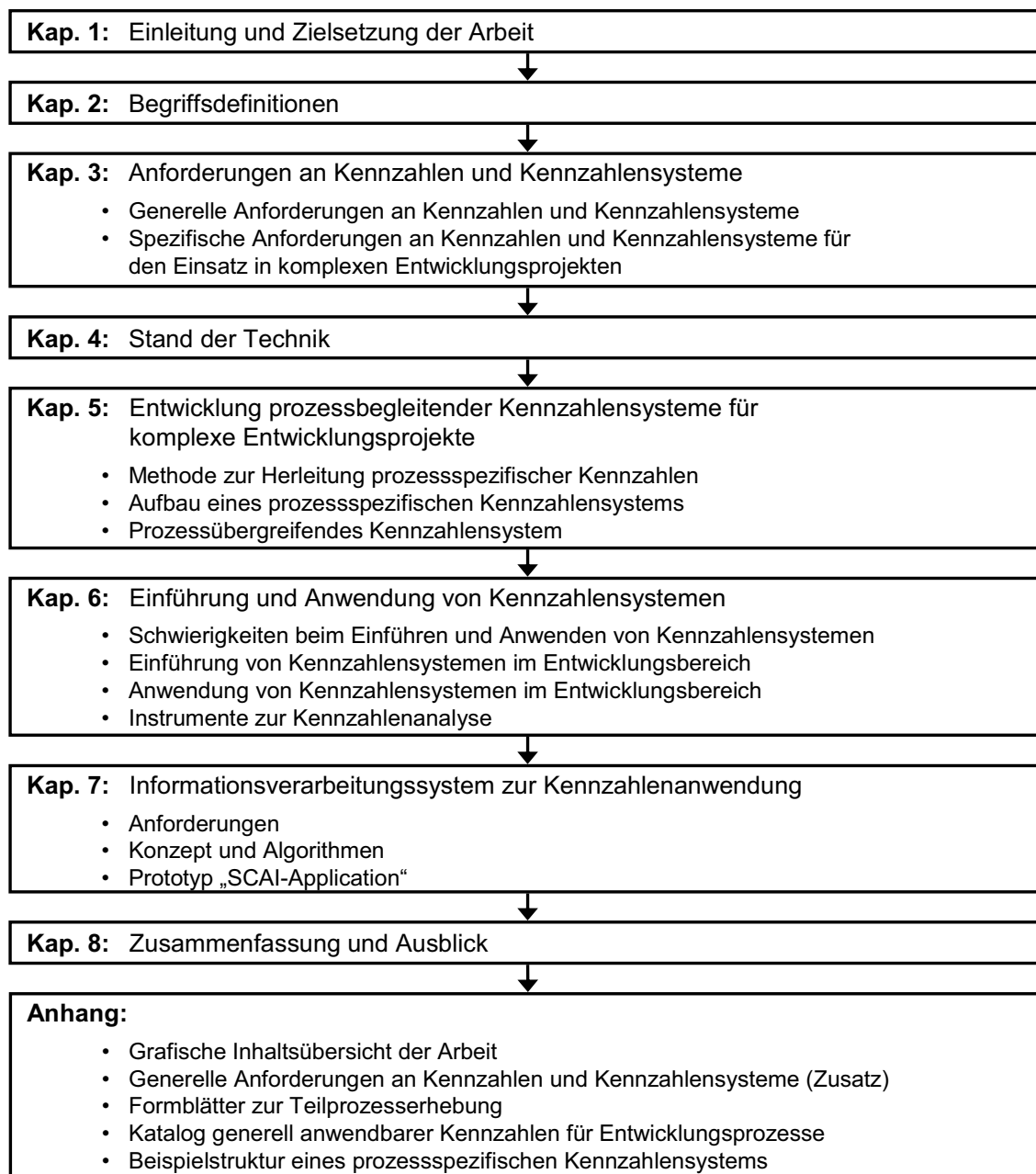


Bild 2: Struktur der Arbeit

³ Eine grafische Inhaltsübersicht der Arbeit ist im Anhang 1 dargestellt.

2 Begriffsdefinitionen

Im Rahmen dieser Arbeit werden Fachbegriffe verwendet, mit denen im allgemeinen Sprachgebrauch und in der Fachliteratur unterschiedliche Bedeutungen verbunden werden; daher werden sie im Folgenden definiert.

2.1 Kennzahlen, Kennzahlenpyramiden und Kennzahlensysteme

Unter dem Begriff **Kennzahlen** werden Größen verstanden, die in verdichteter Form quantitativ oder qualitativ messbare Sachverhalte wiedergeben [Horv03]. Kennzahlen dienen dazu, schnell und prägnant eine bestimmte Sachlage zu charakterisieren, für die eine Vielzahl von Informationen vorliegt [Webe98]. Es wird grundsätzlich zwischen absoluten Kennzahlen und Verhältniskennzahlen unterschieden:

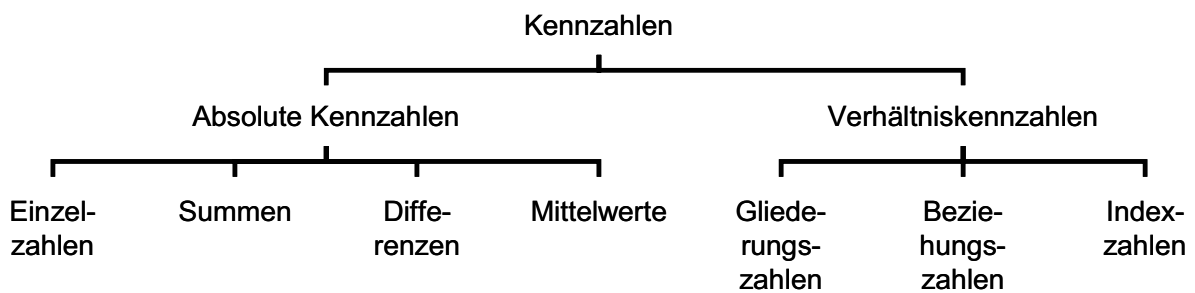


Bild 3: Arten von Kennzahlen (In Anlehnung an [Sieg98, Horv03])

Absolute Kennzahlen beschreiben unmittelbar einen Zustand, einen Vorgang oder eine Entscheidung, ohne in Relation zu einer anderen Größe gesetzt zu werden. Sie werden grundsätzlich nach vier Arten differenziert: Einzelzahl, Summe, Differenz und Mittelwert. Eine Einzelzahl entspricht einem Primärdatum (z.B. Anzahl der Mitarbeiter), das lediglich durch Erheben und ohne weitere Berechnung entsteht. Eine Einzelzahl fungiert somit auch als Basisdatum, das zur Berechnung oder Beurteilung anderer Kennzahlen herangezogen wird. Die anderen drei absoluten Kennzahlarten entstehen durch die Addition, die Subtraktion bzw. die Durchschnittsbildung von Werten, die die gleiche Einheit haben.

Bei den Verhältniskennzahlen handelt es sich dagegen um zwei zueinander in Beziehung stehenden Größen. Das Ergebnis dieser Beziehung kann z. B. in einem Faktor oder in einer Pro-

zentszahl ausgedrückt werden. Verhältniszahlen werden in drei Arten unterteilt [Küpp01, Schü96]:

- **Gliederungszahlen:** Sie beschreiben das Verhältnis eines Teils zum Ganzen, d.h. die Beobachtungszahl (Zähler) ist ein Teil der Bezugzahl (Nenner), z.B. Entwicklungskosten zu Gesamtkosten.
- **Beziehungszahlen:** Sie ordnen zwei begrifflich verschiedene Merkmale einander zu, wobei in der Regel die beeinflusste Größe im Zähler und die beeinflussende Größe im Nenner steht, so dass eine Aussage über Ursache-Wirkungsbeziehungen gemacht wird, z. B. Gewinn zu Eigenkapital.
- **Indexzahlen:** Sie stellen das Verhältnis zwischen zwei gleichgeordneten und gleichartigen Größen dar, die sich durch ein zeitliches, räumliches oder sachliches Merkmal unterscheiden, z.B. Entwicklungskosten im Jahr 2001 zu Entwicklungskosten im Jahr 2000.

Um die Gesamtheit der in einem Unternehmensbereich zu betrachtenden Sachverhalte mittels Kennzahlen abzubilden, ist es notwendig, eine Vielzahl von Kennzahlen zu ermitteln. Damit die hohe Anzahl der auszuwertenden Kennzahlen dennoch in übersichtlicher Weise bereitgestellt werden kann, muss diese zu zusammenfassenden Kennzahlen verdichtet werden [Reic95]. Hierbei wird zwischen homogener und selektiver Verdichtung der Kennzahlen differenziert [Stau85].

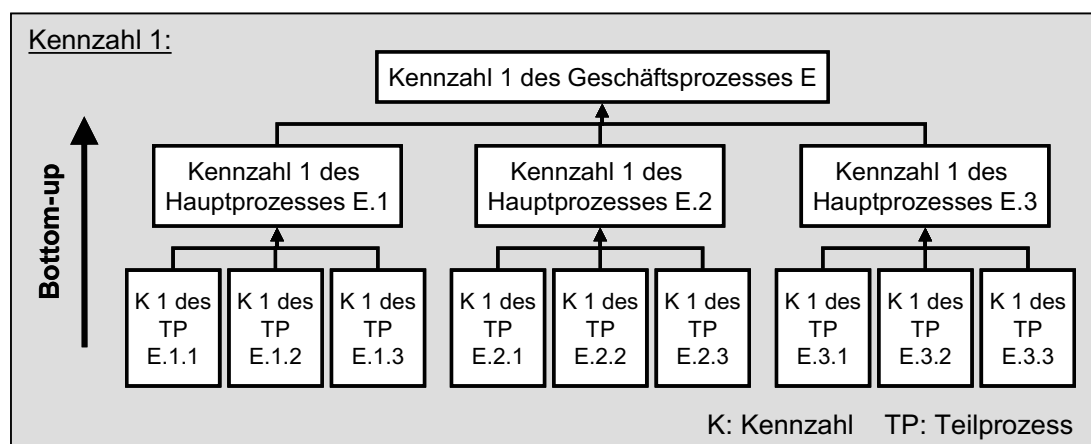


Bild 4: Kennzahlenpyramide

Bei der homogenen Verdichtung, als **Kennzahlenpyramide** bezeichnet, handelt es sich um die mathematische Zusammenfassung typgleicher Kennzahlen über mehrere Prozesse hinweg (Bild 4).

Ein **Kennzahlensystem** entsteht durch eine selektive Verdichtung, das heißt durch die Aggregation unterschiedlicher Kennzahlen innerhalb eines bestimmten Prozesses zu einer Schlüsselkennzahl (Bild 5). Diese Kennzahlen stehen in einer geordneten Beziehung zueinander und informieren somit als Gesamtheit vollständig über einen Sachverhalt innerhalb eines Prozesses. Die Beziehungen der Kennzahlen zueinander können in systematischer, mathematischer oder empirischer Form definiert werden [Reic95].

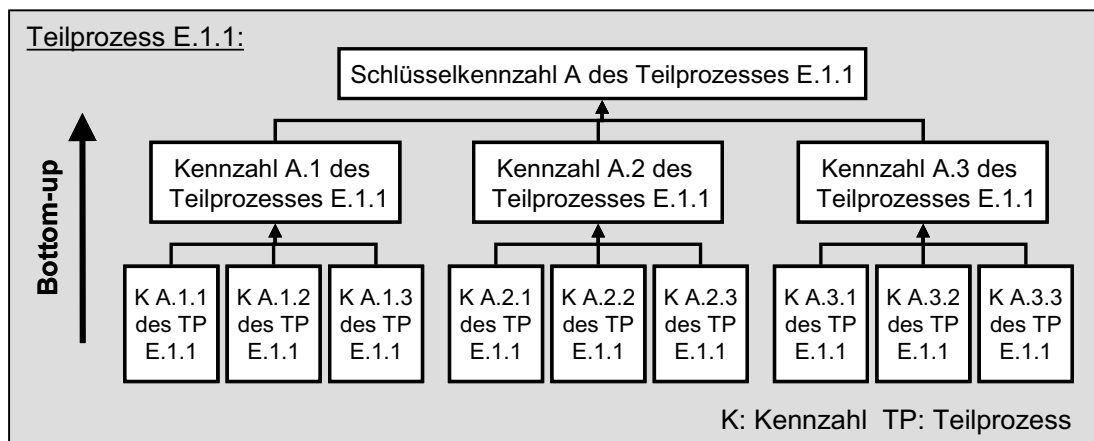


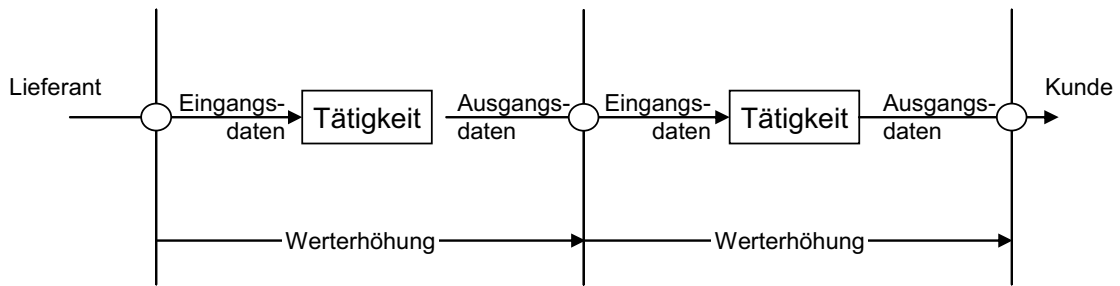
Bild 5: Kennzahlensystem

2.2 Tätigkeiten, Prozesse und Prozessmodellierung

Ein **Prozess** ist eine Folge von **Tätigkeiten**, die zur Werterhöhung eines materiellen oder immateriellen Produkts führen [Klei94]. Jeder Prozess bzw. jede Tätigkeit innerhalb eines Prozesses hat mindestens einen Lieferanten und mindestens einen Kunden, so dass jedem Prozess und jeder Tätigkeit mindestens eine Eingangs- und mindestens eine Ausgangsgröße zugeordnet werden kann (Bild 6).

Die Aneinanderreihung der Tätigkeit muss nicht geradlinig sein, so dass jede Tätigkeit nur einmal durchgeführt wird. Fallabhängige Verzweigungen sowie die wiederholte Durchführung einzelner Tätigkeiten in Form einer fallbedingten Schleife sind möglich [HaFr91].

Geradlinig:



Mit Schleifen und Verzweigungen:

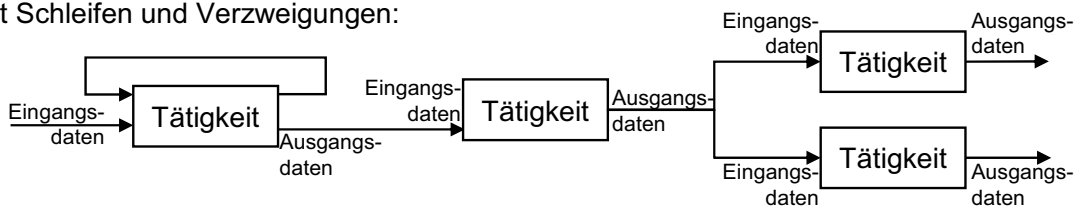


Bild 6: Der Prozess als Folge von Tätigkeiten (nach [HaFr91])

Grundlage der prozessorientierten Unternehmensstruktur ist die Zusammenlegung der Unternehmensabläufe zu Geschäftsprozessen, die sowohl funktionale als auch organisatorische Grenzen überschreiten [Pfei01]. Geschäftsprozesse beschreiben dabei den Gesamtablauf einer Unternehmensaktivität und lassen sich in Hauptprozesse unterteilen, die sich wiederum in Teilprozessen gliedern lassen. In der untersten Stufe lassen sich Teilprozesse in einzelne Tätigkeiten aufspalten (siehe Bild 7):

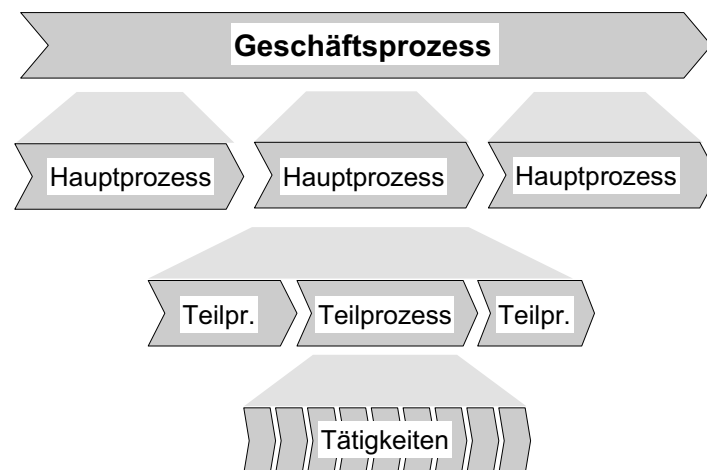


Bild 7: Zerlegung der Geschäftsprozesse (In Anlehnung an [Pfei91])

Ziel der **Prozessmodellierung** ist es, ein Modell des zu betrachtenden Prozesses aufzubauen, das neben der Struktur des Prozesses sämtliche Informationen über Tätigkeiten, Eingangs- und Ausgangsdaten sowie Randbedingungen der Prozesse beinhaltet. Auf Basis dieser Informationen erfolgt später die Herleitung der Kennzahlensysteme.

2.3 Entwicklungsbereich und -abteilungen

Bei der Einführung von Kennzahlensystemen im Entwicklungsbereich muss dessen Struktur berücksichtigt werden. Heutige Großunternehmen sind in verschiedene Geschäftsbereiche gegliedert, die wiederum in mehrere Abteilungen aufgeteilt sind. Unternehmen, die ihre Produkte selbst entwickeln, haben einen Entwicklungsbereich, in dem ein oder mehrere Entwicklungsprojekte gleichzeitig durchgeführt werden. Hierbei werden die jeweiligen Entwicklungsaufgaben eines Projekts durch Haupt- und Teilprozesse, die inhaltlich verschiedenen Abteilungen zugeordnet sein können, abgearbeitet. In größeren Entwicklungsbereichen sind mehrere Abteilungen zu einer Hauptabteilung zusammengefasst.

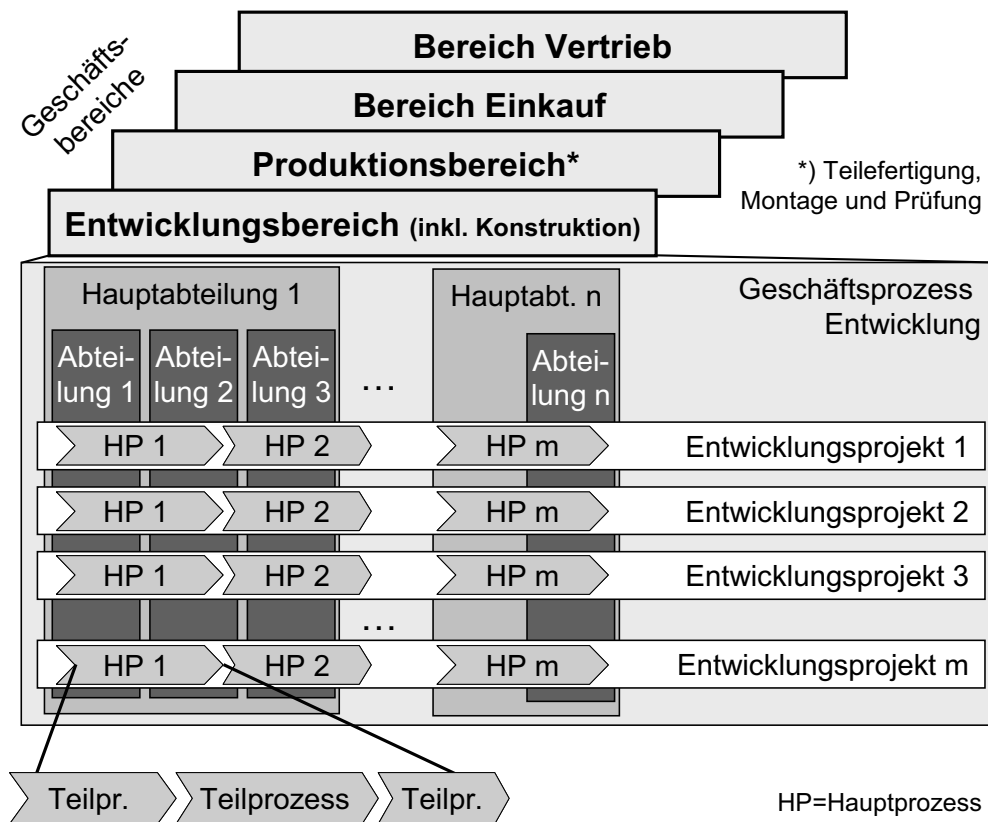


Bild 8: Struktur eines Entwicklungsbereichs

2.4 Qualität und Qualitätsabweichung

Der Begriff **Qualität** hat sich in den letzten Jahren stark verändert. Der reinen Qualitätssicherung von Fertigungsprozessen aus den fünfziger Jahren steht heute das „Total Quality Management“ gegenüber, dessen Qualitätsziel die nachhaltige Befriedigung der Interessen sämtlicher Beteiligter ist (vgl. [Segh03, Horv97, ISO9000]).

In dieser Arbeit wird Qualität als ein Maß der Erfüllung der an Produkte oder Prozesse gerichteten Anforderungen verstanden. Hierbei werden nicht nur die Anforderungen des Endkunden betrachtet, sondern auch – im Sinne des Total Qualität Managements – die Anforderungen der Mitarbeiter, der Geschäftsführung, des Gesetzgebers und aller anderen Parteien, die am Entstehungsprozess beteiligt sind. Daher beschränken sich die Anforderungen nicht nur auf technische und inhaltliche Merkmale eines Prozesses oder Produkts, sondern auch auf die Finanz- und Zeitressourcen, die durch einen Prozess bzw. durch die Herstellung eines Produkts beansprucht werden. Diese Anforderungen, die unternehmensspezifisch zu definieren sind⁴, dienen als Merkmale zur Beurteilung von Unternehmensabläufen und deren Ergebnissen. Die Nichteinhaltung dieser Anforderungen wird im weiteren Verlauf der Arbeit als **Qualitätsabweichung** bezeichnet.

⁴ Vgl. Unterkapitel 5.1.2: Ermittlung der kritischen Prozess Erfolgsfaktoren und -ziele

3 Anforderungen an Kennzahlen und Kennzahlensysteme

Um Kennzahlen und Kennzahlensysteme zur Qualitätssteigerung in komplexen Entwicklungsprojekten einsetzen zu können, müssen diese eine Reihe von Anforderungen erfüllen, die im Folgenden dargestellt werden. Hierbei wird zwischen generellen Anforderungen, die grundsätzlich für Kennzahlen und Kennzahlensysteme gelten, und spezifischen Anforderungen, die sich auf den Einsatz in komplexen Entwicklungsprojekten beziehen, unterschieden.

3.1 Generelle Anforderungen an Kennzahlen und Kennzahlensysteme

In der einschlägigen Literatur wird eine Vielzahl von generellen Anforderungen an Kennzahlen und Kennzahlensysteme gestellt (vgl. Anhang 2). Damit Kennzahlen und Kennzahlensysteme ihre Funktion als Steuerungswerkzeuge leisten können, ist das Erfüllen besonders der drei folgenden Anforderungen von Bedeutung (in Anlehnung an [Haue98, Muts96]):

- **Eindimensionalität:** Eine Kennzahl, die nicht durch Aggregation von anderen Kennzahlen ermittelt wird, soll nur ein zu beurteilendes Merkmal des Messgegenstands bewerten. Durch das Darstellen mehrerer Merkmale in einer einzelnen Kennzahl ist eine Beziehung zwischen Kennzahl und beurteiltem Merkmal nicht eindeutig. Hierdurch wird das Identifizieren der Ursache für eine Abweichung erschwert oder sogar verhindert. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass positive Veränderungen eines Merkmals durch negative eines anderen kompensiert werden, so dass Qualitätsabweichungen gar nicht erkannt werden.
- **Objektivität und Stabilität:** Die Kennzahlen und Kennzahlensysteme müssen die realen Sachverhalte der zu betrachtenden Gegenstände widerspiegeln. Dazu sollen ihre Werte unabhängig von den messenden Personen und den verwendeten Messeinrichtungen sein. Bei wiederholter Messung unter vergleichbaren Bedingungen müssen sich für eine Kennzahl im Rahmen einer definierten Streuung identische Ergebnisse ergeben.
- **Zielvorgaben:** Für die Anwendung von Kennzahlen und für ein damit verbundenes Handeln ist die Definition von Sollwerten für jede Kennzahl sinnvoll. Die Sollwerte stellen quantifizierte Zielvorgaben dar, durch deren Einhaltung das Erfüllen von Anforderungen an Abläufe und Ergebnisse beurteilt wird.

3.2 Spezifische Anforderungen an Kennzahlen und Kennzahlensysteme für den Einsatz in komplexen Entwicklungsprojekten

Für die Festlegung spezifischer Anforderungen an Kennzahlen zur Qualitätssteigerung in komplexen Entwicklungsabläufen werden im Folgenden die Merkmale komplexer Entwicklungsprojekte dargestellt. Ausgehend von Auswirkungen dieser Merkmale auf den Einsatz von Kennzahlen als Steuerungsinstrument in Entwicklungsprojekten werden spezifische Anforderungen an die herzuleitenden Kennzahlen abgeleitet.

3.2.1 Merkmale komplexer Entwicklungsprojekte

Die Aufgabe des Entwicklungsprozesses ist das zielgerichtete, methodische Anwenden von bekannten und bereits eingesetzten technischen Erkenntnissen und neuen Forschungsergebnissen mit dem Ziel, zu verbesserten oder neuen Geräten, Systemen und Verfahren zu gelangen [KeSc77, Warn80]. Entwicklungsprojekte können nach den folgenden Merkmalen klassifiziert werden (in Anlehnung an [Schme92]):

- Komplexitätsgrad,
- Neuheitsgrad und
- Strukturiertheitsgrad.

Der Komplexitätsgrad einer Entwicklungsaufgabe wird durch die Varietät sowie die Konnektivität des zu entwickelnden Produkts bestimmt (Bild 9). Die Varietät eines Produkts wird durch die verschiedenen Arten sowie die Anzahl der Elemente innerhalb eines Produkts bestimmt. Die Konnektivität beschreibt die Anzahl und die verschiedenen Arten der Beziehungen der Elemente eines Produkts zueinander [Brun91].

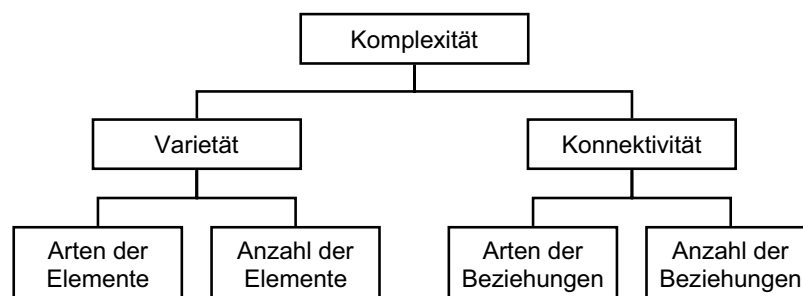


Bild 9: Komplexität von Systemen [Brun91]