

WISSENSMANAGEMENT IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

Sándor Vajna

Zusammenfassung

Das Wissensmanagement in der Produktentwicklung ist die natürliche und logische Ergänzung der rechnerunterstützten Produktentwicklung. Das Bereitstellen von Wissen zum frühestnotwendigen Zeitpunkt ermöglicht nicht nur fundierte Entscheidungen, sondern bildet auch die Ergänzung zur vollständigen digitalen Beschreibung des Lebenszyklusses des Produktes (und dort insbesondere der Simulation und Animation des Produktverhaltens).

1 Einleitung

Die wichtigsten Erfolgsfaktoren eines Unternehmens sind engagierte Mitarbeiter und die Anwendung von Wissen, um den Erfolg zu ermöglichen. Diese Feststellung stammt von Frank B. Gilbreth aus seiner bereits 1907 erschienenen Anleitung zum effizienten Erstellen von Hochbauten [Gil-07]. Eine besondere Bedeutung hat das Bereitstellen und Anwenden von Wissen in der Produktentwicklung. Diese hat bekanntlich den wesentlichen Anteil am Zustandekommen eines Produktes innerhalb der gegebenen (beziehungsweise erforderlichen) Funktions-, Zeit-, Kosten- und Qualitätsrahmen. Dabei stellen sich Fragen nach dem Wesen des Wissens. Ist Wissen die (menschliche) Fähigkeit, Regeln zu erzeugen und anzuwenden (basierend auf Erfahrung, gestützt durch Vertrauen), also destillierte bzw. raffinierte oder neutralisierte bzw. abstrahierte menschliche Erfahrung? Aus der in Bild 1 dargestellten Einordnung geht hervor, daß Wissen immer an die jeweilige Person gebunden ist und daß zur rechnerunterstützten Verarbeitung von Wissen nur Regeln und Metaregeln (Regeln zur Handhabung von Regeln) in Betracht kommen können (aus Gründen des heute üblichen Sprachgebrauchs wird das Zusammenspiel von Daten, Informationen und Regeln/Metaregeln im Folgenden auch weiterhin als "Wissen" bezeichnet).

2 WISSENSNUTZUNG IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

Der Erfolg einer Produktentwicklung beruht insbesondere auf der Kreativität des Entwicklers, der für die dazu notwendigen Entscheidungen Informationen in ausreichender Menge und angemessener Darstellungsform, z.B. über Funktionen, Teilfunktionen, Kosten, Technologie, Einflußfaktoren aus anderen Bereichen (Design for X) sowie über das Produktverhalten benötigt, die ihm rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden müssen. Dabei handelt es sich im wesentlichen um technische Daten und explizit verfügbares Prozeßwissen, die der Entwickler "im Kopf" hat oder in externen Wissensmedien (z.B. Fachbüchern, Katalogen) nachschlagen, aber nur sehr unzureichend (wenn überhaupt) in das Produktmodell des CAD-Systems abbilden kann. Kreativität kann damit auch beschrieben werden als eine neue Kombination / Konfiguration von vorhandenem Wissen, die zur Lösung einer im wesentlichen nicht ausreichend strukturierten Aufgabenstellung eingesetzt werden [Van-99].

Eine Produktentwicklung ist daher immer wissensbasiert, denn sonst wären bisher keine erfolgreichen Produkte entstanden. Wissen ist überall vorhanden, aber nicht auf einheitlichen

Medien gespeichert und daher nicht überall sichtbar und für alle verfügbar. Wissen scheint vielmehr Individuen zu gehören ("intellektuelles Eigentum"). Es kann nicht überall einfach oder ohne Vorbereitung angewendet werden und ist nicht immer einfach zu transportieren (weder in Form der Weitergabe von einer Person zu einer anderen, etwa vom Meister zum Lehrling, noch im Sinne eines Analogieschlusses). Auch ist nicht allgemein bekannt, wie Wissen beschrieben, erworben (akquiriert), gepflegt, gewartet und verwaltet werden kann.

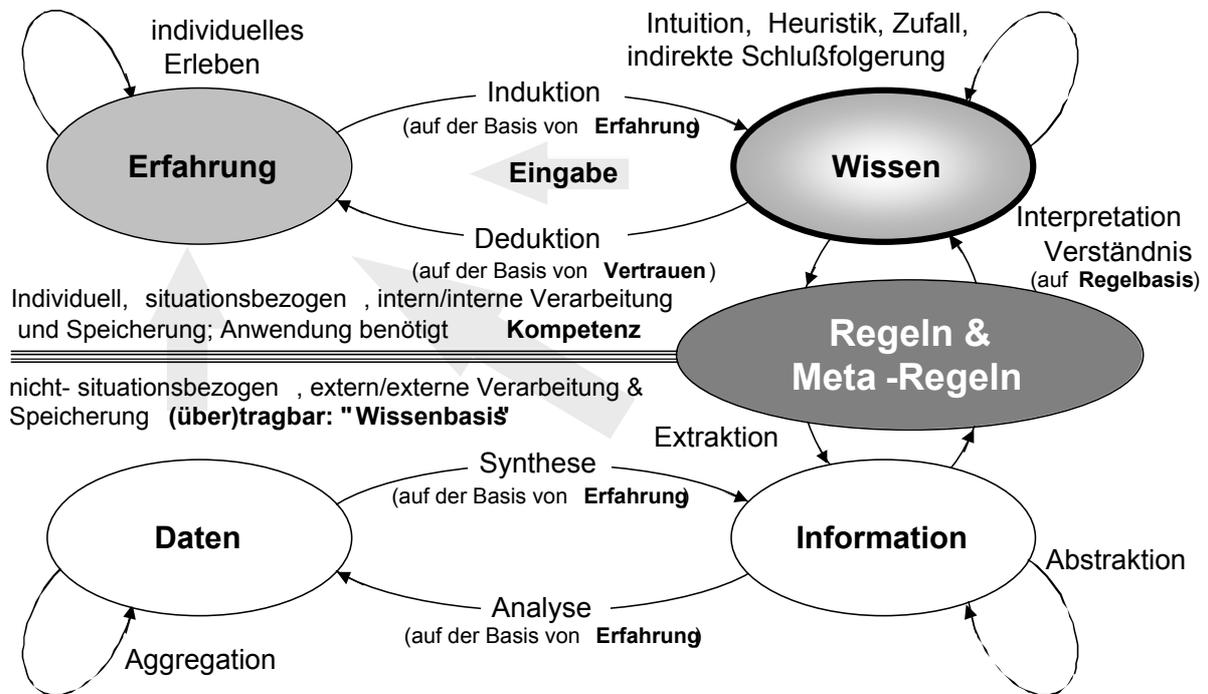


Bild 1: Mögliche Einordnung von Wissen

Bild 2 enthält zunächst die bekannten Kurven der Kostenfestlegung und Kostenverursachung. Das Festlegen der Kosten erfolgt durch frühe (und notwendige!) Entscheidungen in der Produktentwicklung, z.B. für eine bestimmte Gestalt, ein Material, ein Fertigungsverfahren usw..

Die dritte Kurve zwischen den beiden erstgenannten zeigt aber, daß das Wissen für die genannten Entscheidung nicht im gleichen Maß beziehungsweise nicht zum benötigten Zeitpunkt zur Verfügung steht, wie es für eine fundierte Entscheidung erforderlich wäre. Der Produktentwickler muß also aufgrund seiner Erfahrung (Bild 1) die unterschiedlich hohen Risiken der verschiedenen Alternativen für seine (notwendige!) Entscheidung abwägen. Andererseits zeigt die Kurve auch, daß das Wissen über das Produkt und die damit verbundenen Prozesse genau wie die beschreibenden Informationen des Produktes kontinuierlich anwächst. Ziel der wissensbasierten Produktentwicklung ist es daher, das jeweils benötigte Wissen möglichst gleichzeitig (d.h. zum frühestmöglichen Entscheidungszeitpunkt) bereitzustellen.

Wissen entsteht nicht "von alleine", sondern bisher immer dadurch, daß es von Individuen ("Spezialisten", "Berater") erzeugt, erworben, raffiniert (d.h. verfeinert, verdichtet, abstrahiert), erweitert, verändert, angepaßt, weitergegeben, gekauft und verkauft wird. Nicht alles Wissen ist exakt, sondern in vielen Fällen, insbesondere aus Gründen der Übertragbarkeit auf andere Problemstellungen, zu einem gewissen Grade unsicher. Es ist daher eine unabdingbare Fähigkeit des Produktentwicklers, durch zutreffende Interpretation des angebote-

nen Wissens zu entscheiden, ob dieses "richtig" zur Lösung seiner Aufgabe eingesetzt werden kann.

Es ist durchaus gerechtfertigt, Wissen als eine weitere, die sechste Ressource für die Produktentwicklung zu betrachten (neben Mensch, Maschine, Material, "Moneten" und Information). Außerdem finden sich zahlreiche Analogien zwischen den Lebenszyklen von Produkten und Wissen, Tabelle 1.

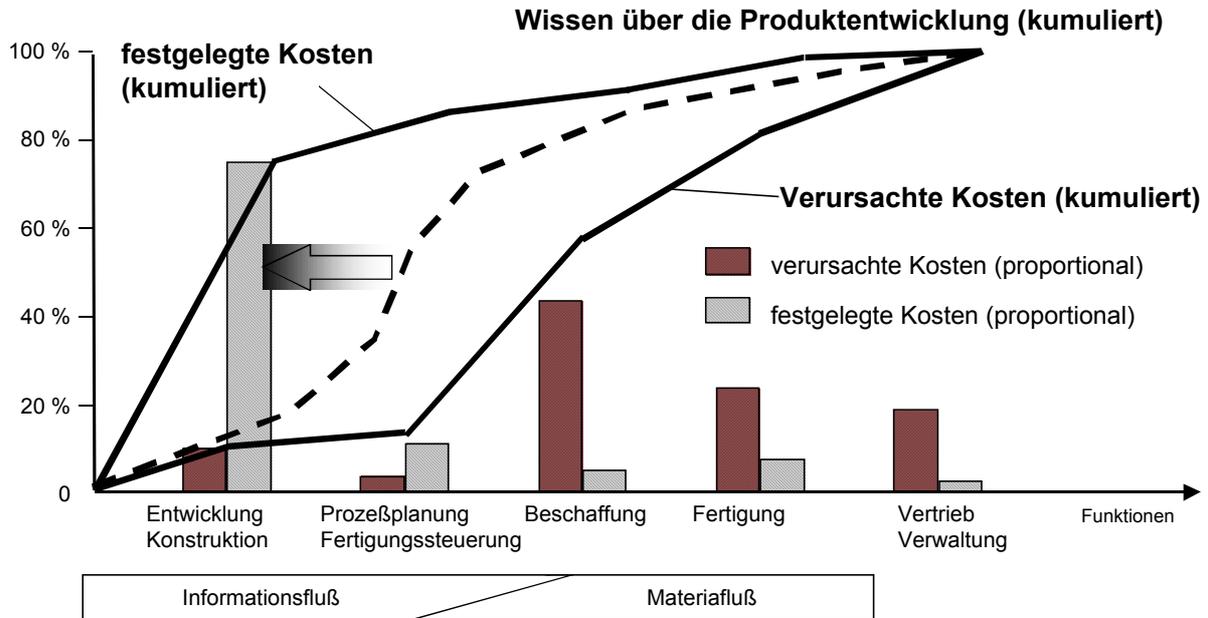


Bild 2: Verfügbarkeit von Wissen in der Produktentwicklung

Produktlebenszyklus	Wissenslebenszyklus
Produktforschung	Forschung für (neues) Wissen
Entwicklung von Produkten	Entwicklung und Akquisition von Wissen
Produktgestaltung	Eingrenzen des Wissens
Konstruktion des Produkts	Beschreibung des Wissens
• Neukonstruktion	• neues Wissen erzeugen
• Anpassung	• Wissensänderung vorbereiten
Arbeitsplanung	Planen von Wissensanpassung und -aufbereitung
Logistik	Wissensmanagement
• Fertigung	• Durchführen der Wissensanpassung / -aufbereitung
• Versand und Verteilung	• Verteilung und Weitergabe von Wissen
• Suchen, Finden, Bereitstellen	• Suchen, Finden, Bereitstellen
• auf Lager nehmen	• Wissensspeicherung
• Wartung und Kundendienst	• Pflege und Aktualisierung des Wissens
Nutzung	Wissensanwendung
Zerlegen & Recyceln	Überarbeiten und Wiederverwenden von Wissen
Entsorgung / Zerstören	??? von Wissen

Tabelle 1: Analogien zwischen den Lebenszyklen eines Produktes und des Wissens

Aus Tabelle 1 geht hervor, daß in der Regel das Wissen weiter anwächst, aber daß es auch Vorgehensweisen geben muß, obsoletes Wissen loszuwerden beziehungsweise so zu archi-

vieren, daß es den aktuellen Entwicklungsprozeß nicht beeinträchtigt, trotzdem aber bei Bedarf (etwa bei Fragen der Produkthaftung) wieder zur Verfügung gestellt werden kann.

Nichtmenschliche Systeme können in Einzelfällen (die sehr exakt beschrieben werden müssen) Wissen durch Kombinatorik, Ableiten von Tendenzen aus großen Datenbeständen (beispielsweise Patente) und gezieltes Bearbeiten von Widersprüchen "erzeugen" (beispielsweise [Lin-97]), aber ohne erheblichen Aufwand an Interpretation, Evaluierung und Einordnung durch den Produktentwickler sind solche Systeme meistens nicht sinnvoll einsetzbar.

3 NUTZEN UND AUFWAND DER WISSENSBASIERTEN PRODUKT-ENTWICKLUNG

Bei der Einführung von Systemen der Rechnerunterstützung kann man seit langem die Tendenz beobachten, daß eine zunehmende Verlagerung von Aktivitäten auf den frühestmöglichen Zeitpunkt in der Produktentwicklung erfolgt. Diese Tendenz wird durch die zunehmende Bereitstellung von Wissen beschleunigt. Insbesondere durch das dadurch leichter verfügbare (Produkt- und Prozeß-) Wissen aus vorhergehenden Aktivitäten und abgeschlossenen Produktentwicklungen wird die Informationsgrundlage für aktuelle Entscheidungen wesentlich verbessert, fundierte Entscheidungen können früher fallen. Außerdem können durch den Einsatz von leistungsfähigen Simulations- und Animationssystemen diese Entscheidungen wesentlich schneller als bisher überprüft werden. Ohne eine Wissensbereitstellung können auch nicht alle Vorteile der Verfahren der virtuellen Produktentwicklung ausgenutzt werden.

Beispiele für bereits existierende beziehungsweise kurzfristig mögliche Formen der Wissensunterstützung in der Produktentwicklung sind

- Features, die zur Lösung von Auslegungsproblemen eingesetzt werden, beispielsweise solche, die selbsttätig "entscheiden", wie zwei Bauteile miteinander verbunden werden sollen, dann diese Verbindung berechnen, das ausgewählte Verbindungselement einfügen und die zu verbindenden Bauteile entsprechend anpassen [Vaj-97],
- wissensbasierte Produktkonfigurierer, die bei variantenreichen Produkten die Regeln zur Bildung von Varianten, die einzelnen zu einem Produkt zu kombinierenden Komponenten sowie die zur Auslegung einer Komponenten notwendigen Verfahren enthalten und die auf dieser Basis in deutlich kürzerer Zeit ein neues Produkt konfigurieren können, wobei bei einigen Systemen gleichzeitig auch das Produktmodell unter Nutzung eines Standardmodellierers aufgebaut und an das CAD-System übergeben wird [Bre-99],
- Funktionen der permanenten Qualitätssicherung ("Design Spell Checker"), die laufend Abgleiche der gerade erzeugten Geometrie mit den Anforderungen an das Produkt durchführen und es dadurch ermöglichen, daß Fehlentwicklungen so früh (und damit so kostengünstig) wie möglich behoben werden können,
- Vorgehensmodellierer, die bei gegebenem Aufgabenspektrum Vorschläge zur Optimierung und Parallelisierung von Arbeitsschritten unterbreiten, je nach Projektfortschritt Werkzeuge und Datenbestände aktivieren, das für einen Schritt benötigte Wissen bereitstellen sowie dynamisch auf Störungen reagieren können, um so die bestmögliche Bearbeitungsreihenfolge zu forcieren [VFr-00] [EPI-00],
- externe Wissensquellen aus Universitäten durch das "Berliner Kreis Kompetenz Netzwerk" (bkkn) [BKN-00].

Allgemein gilt es festzuhalten, daß es kein fertiges System für das Wissensmanagement gibt. Für eine Realisierung hat sich folgende, in Stichworten dargestellte Vorgehensweise als sinnvoll erwiesen:

- Sich klarwerden, daß es nur die Mitarbeiter im Unternehmen sind, die Wissen schaffen und nutzen können. Erst danach kommen Effekte aus einer veränderten Organisation und aus neuen Technologien (Bild 3 gibt dazu detailliertere Hinweise). Entsprechend sollte eine humanzentrierte Einführungsstrategie für das Wissensmanagement definiert werden. Dabei ist es auch notwendig, die fortlaufende Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter in den Unternehmenszielen zu verankern ("lernendes Unternehmen").
- Identifikation der Wissensquellen und –senken, d.h. wer erzeugt Wissen, wer braucht Wissen an welcher Stelle im Unternehmen? Dabei auch festhalten, mit welcher Häufigkeit und in welcher Menge Wissen zwischen welchen Partnern ausgetauscht wird. Das Resultat ist eine "Wissenslandkarte" des Unternehmens, die gleichzeitig Aussagen über die zu ihrer Unterstützung benötigten Rechnerlandschaft liefert.

Menschen nutzen/schaffen Wissen	Organisation muß gestaltet werden	Technik ist Hilfsmittel
<ul style="list-style-type: none"> • Spielregeln für Wissensaustausch • Anreizsysteme für Wissensbereitstellung • Maßnahmen zur Vertrauensbildung und Identifikation • - ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Konferenzen • Seminare • Workshops • Wissenslandkarten • Experten-Maps • Börse für Gebrauchtmaschinenbörse • Help Desk • Hot Line • Messen • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • "Yellow Pages" • Internet • Intranet • fachspezifische Chat-Räume • Netgroups • Suchmaschinen • Datenbanken • Videokonferenz • Elektronische Zeitung • ...

Bild 3: Humanzentrierte Vorgehensweise im Wissensmanagement

- Priorisieren der Wissensflüsse, beispielsweise zuerst die Realisierung zum Sicherstellen einer allgemeinen Versorgung ("broadcasting"), danach erst individuelle Wissensflüsse (mit entsprechend individueller Unterstützung durch Organisation und Technik) realisieren.

Wie jede Rechnerunterstützung bedarf auch das Wissensmanagement in der Produktentwicklung eines erheblichen Erstellungs- und Pflegeaufwands. Dazu sind aber noch eine Reihe von Fragen zu klären. Diese betreffen die Repräsentation, die Akquisition sowie Management und Pflege des Wissens, beispielsweise

- Kann es, analog zur Parametrik in CAD-Systemen, eine parametrische Repräsentation des Wissens geben, um eine breite Anwendungsbasis zu schaffen und den Speicheraufwand zu senken? Eignen sich Features zum "Andocken" von Wissen [OWV-97]?
- Kann eine (möglichst) automatische Wissensakquisition während der Produktentwicklung erfolgen, ohne dabei den Entwickler in seiner täglichen Arbeit zu belästigen oder zu verärgern? Kann ein wissensverarbeitendes System soweit "trainiert" werden, daß es aus Fehlern automatisch "lernen" kann (etwa im Zusammenhang mit dem Design Spell Checker)?

- Könnte Wissen nicht, ähnlich wie CAD-Geometrie, mit Produktstrukturen verknüpft werden, die heute bereits komfortabel in einem EDM/PDM-System verwaltet werden können?

4 Ausblick

Für die wissensbasierte Produktentwicklung werden derzeit geeignete Theorien, Methoden, Ansätze und Rahmenkonzepte erforscht. Einzelne Werkzeuge (wissensbasierte Prozeßmodellierer, Features, Produktkataloge und Ideenpools auf dem Internet usw.) werden entwickelt oder sind teilweise schon vorhanden, es fehlen aber noch Ansätze für Arbeits- und Modellieretechniken, die die alltäglichen Verwendung von explizitem Wissens in der Produktentwicklung ermöglichen. Insbesondere müssen Vorteile und Nutzen des Wissensmanagements in der Produktentwicklung bezüglich ihrer industriellen Anwendbarkeit noch verstärkt herausgearbeitet werden

Bei allen Anwendungen gerade in einem sensiblen Bereich wie die Produktentwicklung sind aber noch eine Reihe weiterer Fragen zu klären, beispielsweise nach

- Anbietern von Wissen ("Wissensbroker"), ihrer Herkunft und Legitimation, dem angemessenen Preis für das Wissen und die mit der Anwendung verbundenen Haftungsfragen,
- der Form der Bereitstellung von Wissen, etwa als Wissens-"Atome", Elemente eines Wissensbaukastens oder als Agenten (kleine "schlüsselfertige" Programme, die vom Netz geladen werden, die Unterstützung vor Ort bereitstellen und nach der Nutzung sich selbst löschen),
- der Pflege und der Wartung des Wissens: Sollen diese durch den Anbieter oder durch unabhängige Benutzergruppen erfolgen? Welche Qualitätskriterien werden dabei angelegt, mit welcher Häufigkeit soll eine Aktualisierung stattfinden?

Insgesamt wird der Freiraum für den Produktentwickler durch das Wissensmanagement größer (wenn dieser Freiraum nicht, wie häufig schon bei der Einführung von rechnerunterstützten Maßnahmen geschehen, durch Forderungen nach immer höherer Produktivität beziehungsweise kürzerer Bearbeitungszeit aufgezehrt werden wird), da Entscheidungen zur Auslegung eines Produktes sicherer und näher am idealen Zeitpunkt getroffen werden können. Es liegt dabei im wesentlichen an der Fähigkeit des Mitarbeiters in der Produktentwicklung, wie bestimmt er seine Anforderungen an die Wissensverarbeitung gegenüber Institutionen, die dieses entwickeln, transparent und geltend macht und wie verantwortungsvoll und wie effektiv er dann die Möglichkeiten der Wissensverarbeitung zur Lösung seiner Aufgabenstellung einsetzt.

5 Literaturverzeichnis

- [BKN-00] <http://www.bkkn.de> (Startseite des Kompetenznetzwerks des Berliner Kreises)
- [Bre-99] Breitling, F.: Wissensbasierte Konstruktion - Das Berufsbild des Ingenieurs im Wandel. Kolloquium Integrierte Produktentwicklung Universität Magdeburg 1999
- [EPI-00] Mitteilung der EPI-K AG Magdeburg (<http://www.epi-k.ag>)
- [Gil-07] Gilbreth, Frank B.: Field System, Eigenverlag New York 1907; Management History Series No. 30
- [Fre-01] Freisleben, D.: Gestaltung und Optimierung von Produktentwicklungsprozessen mit einem wissensbasierten Vorgehensmodell. Dissertation Universität Magdeburg, 2001
- [Lin-97] Linde, H.: How to Generate World Class Solutions - WOIS's Approach. In: Riitahuhta, A. (editor): Proceedings of ICED 97 Tampere/Finnland
- [OWV-97] Ovtcharova, J., Weber, C., Vajna, S., Müller, U.: Neue Perspektiven für die Featurebasierte Modellierung, VDI-Z 140(1997)3
- [Vaj-97] Vajna, S.: Features - Information Carriers for the Product Creation Process. Proceedings ASME Design Engineering Technical Conferences, 1997, DETC97/DAC-3737
- [Van-99] Vánca, J.: Artificial Intelligence in Design - A Survey. In: Kals, H. und van Houten, F.: Integration of Process Knowledge into Design Support Systems. CIRP International Design Seminar 1999
- [VFr-00] Vajna, S., Freisleben, D.: Vorgehensmodellierung als Basis für ein erfolgreiches Engineering, in: Tagungsband der European Engineering User Conference 11/00 München, herausgegeben von S. Vajna und H. Köpplinger, ewf-Verlag München 2000

Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna VDI
Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Postfach 4120
Magdeburg
<http://imk.uni-magdeburg.de/LMI/imi.html>
vajna@mb.uni-magdeburg.de