

Wissensbasierte Projektnavigation in der Produktentwicklung

Dr.-Ing. Dörte Freisleben, Dr.-Ing. Dipl.-Math. Michael Schabacker

EPI-K AG, Magdeburg, Germany

Summary

Engineering may be described as the main information and innovation source of a company. For an effective Engineering it is necessary to know well, to monitor, and to control all its running activities. But the current situation in Engineering and product development is described as chaotic, although it is acknowledged that this is due to its unique creative character. Therefore a company needs a dynamic project and process navigation support for every user, which allows to model, to run, to react dynamically, and to evaluate tasks in order to process these within given requirement, time, and cost frames. In this contribution, a system for dynamic project navigation in Engineering is presented with aspects of modelling, improvement and evaluation of processes.

The described software ensures that the best possible process in Engineering is performed. It supplies knowledge, tools, and data at the right time and selects the next process step according to the current requirements. It supports engineers and product developers in their daily work.

The application of the proposed software supports a transparent organisation of processes and avoids that necessary work procedures are omitted. It increases the competence of the employees because it enables them to store their knowledge of processes, activities, and their combination and to reuse this knowledge company-wide.

Keywords

Process Elements, Process Modelling, Knowledge-based Project Navigation, Benefit Evaluation, Balanced Scorecard

0. Einleitung

Für eine effektive Produktentwicklung ist es notwendig, alle Prozesse und Aktivitäten zu kennen, zu überwachen und zu regeln. Ein Unternehmen benötigt deshalb für jeden Produktentwickler eine Unterstützung bei der Projektbearbeitung in Form einer Navigation. Diese muß es erlauben, Aufgaben innerhalb vorgegebener Anforderungen, Zeit- und Kostenrahmen zu modellieren, sie auszuführen, auf Störgrößen dynamisch zu reagieren und die gewählte Vorgehensweise zu bewerten.

Um ein gemeinsames Verständnis für einige verwendete Begriffe zu erhalten, werden diese im Vorfeld wie folgt definiert ([5], [6]):

- Ein **Prozeß** besteht aus miteinander verbundenen Aktivitäten oder Teilprozessen zur Bearbeitung einer Aufgabe. Die Menge der Aktivitäten ist in ihrer Länge und Dauer nicht begrenzt. Die Verbindungen der Aktivitäten oder Teilprozesse sind nicht rigide. Dabei ist ein Teilprozeß die Teilmenge eines Prozesses und ebenfalls eine Menge von Aktivitäten oder weiteren Teilprozessen.
- Ein **Prozeßelement** beschreibt eine Aktivität, Tätigkeit bzw. einen oder mehrere Arbeitsschritte und wird durch ein oder mehrere Ereignisse gestartet und endet in einem oder mehreren Ereignissen. Die einzelnen Prozeßelemente (Aktivitäten) sind inhaltlich abgeschlossen, sie stehen in einem logischen Zusammenhang zueinander. Die Beschreibung erfolgt auf der Grundlage einer definierten Struktur, so daß sie auch für die Verwendung in einem rechnerunterstützten System geeignet sind.
- Ein **Arbeitsschritt** ist die kleinste Teilmenge in einer Aktivität der Produktentwicklung.
- Ein **Projekt** startet einen oder mehrere Prozesse und/oder Workflows, die durch scharfe und unscharfe Regeln miteinander verknüpft werden. Im Projekt werden dabei die Randbedingungen, z.B. Beteiligte, Zeiten, Termine, Budget, Ressourcen usw. definiert. Ein Projekt ist einmalig und hat einen Anfang und ein definiertes Ende.

Bei dem Begriff Wissen wird unterschieden in Daten, Informationen, Erfahrungen und Wissen. **Daten** sind Zahlen, Text, Bilder, Laute usw., die sich aus Beobachtungen oder der Unterscheidung von Beobachtungen ergeben. **Informationen** bringen die Daten in einen Bedeutungszusammenhang. **Erfahrungen** sind die individuell interpretierten Informationen und resultieren aus erlebten individuellen Ereignissen. **Wissen** wird erst aus Information und Erfahrung erzeugt. Dabei ist das Wissen eines Menschen sehr vielseitig gestaltet ([1], [2]).

1. Module der wissensbasierten Projektnavigation

Die Produktentwicklung kann als signifikante Informations- und Innovationsquelle eines Unternehmens betrachtet werden. Allerdings sind Prozesse in der Produktentwicklung üblicherweise sehr komplex und dynamisch, nicht nur, weil Innovationen und Kreativität nicht einem strikt vorgegebenen Weg folgen, sondern auch weil an den Prozessen viele Mitarbeiter mit wachsenden Aufgabenspektren und unterschiedlicher Qualifikation beteiligt sind. Außerdem nutzen Produktentwickler unterschiedliche Technologien und Werkzeuge in den Prozessen, z.B. CAx-Systeme, EDM/PDM-Systeme, Virtual Reality, Digital Mock-Up (DMU), Internet- und Office-Anwendungen, ohne dabei die vorhandene Leistungsfähigkeit voll auszunutzen. Oft ist es nicht leicht, das jeweils am besten geeignete System und die dazugehörigen Dokumente, Daten oder Informationen zur richtigen Zeit, im richtigen Umfang und Güte zu finden. Aufgrund unklarer Abläufe und Informationsflüsse ist es schwierig, den Projektfortschritt zu erfassen.

Insofern sind Prozesse in der Produktentwicklung weder vorhersehbar noch ohne weiteres vollständig reproduzierbar. Außerdem ist es in diesem dynamischen Umfeld schwierig, Ziele, Zeiten, Ressourcen und Kosten eines Projektes zu kontrollieren. Damit unterscheiden sich diese Prozesse grundlegend von denen aus Fertigung, Verwaltung und Controlling. Diese Unterschiede liefern die wesentlichen Gründe dafür, daß Softwarelösungen zur Unterstützung von Prozessen aus den letztgenannten Bereichen nicht zur Unterstützung der Produktentwicklung eingesetzt werden können.

Um jedoch Produktentwicklungsprozesse modellieren zu können, ist es vorher notwendig, die Ist-Situation zu analysieren und die daran beteiligten Personen zu befragen. Für eine wissensbasierte Projektnavigation in der Produktentwicklung fehlen aber geeignete Interviewtechniken, aus denen hervorgeht, welche genauen Informationen beim Aufnehmen von Prozessen erfaßt werden sollen bzw. müssen. Es fehlen ebenfalls Werkzeuge zum Modellieren der Prozesse und Abspeichern der dazu relevanten Informationen sowie Werkzeuge zum dynamischen Steuern dieser Projekte/Prozesse. Bisher existiert also keine Unterstützung für den Produktentwickler, die ihn wissensbasiert durch seine vielseitigen Aufgaben in oft unterschiedlichen Projekten navigiert.

Eine Lösung für die beschriebenen Probleme in der Produktentwicklung ist ein wissensbasiertes System zum dynamischen Management und zur Optimierung von Prozessen und Projekten, das auf einem modularen und wissensbasierten Vorgehensmodell aufbaut [5]. Ein solches Vorgehensmodell bildet den jeweils aktuellen dynamischen Zustand eines Prozesses ab. Demgegenüber sind die heute in Unternehmen verwendeten Prozeßmodelle eher statischer Natur, die einen Sollzustand vorgeben, aber nicht in der Lage sind, diesen Sollzustand durch Rückmeldungen aus dem laufenden Projekt automatisch anzupassen.

Der hier vorgestellte **PILOT Improver** ist eine webbasierte Softwarelösung, die es ermöglicht, bestehende Entwicklungsprozesse zu verbessern, Anwender durch ein Projekt oder einen Produktentwicklungsprozeß zu navigieren, dynamisch auf Störungen im Ablauf eines Projektes zu reagieren, Prozesse zu überwachen, sie zu verbessern und sie über prozeßspezifische Kennzahlen zu bewerten.

Der PILOT Improver besteht aus den vier Modulen PILOT Manager, PILOT Analyser, PILOT Designer und PILOT Reviewer (**Fig. 1**).

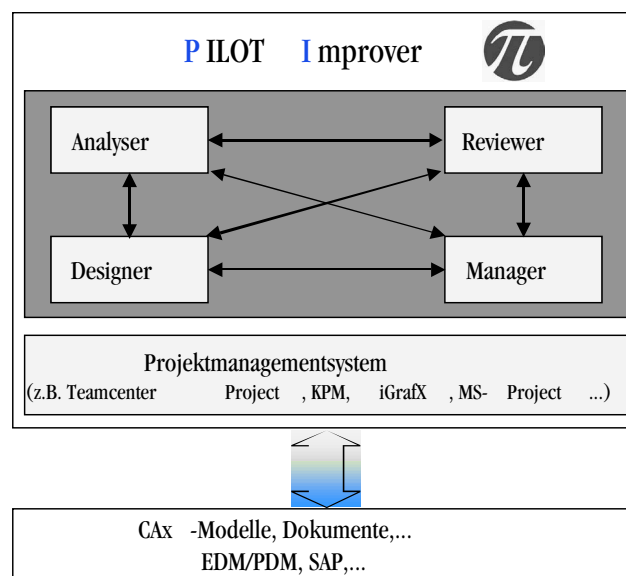


Fig. 1: Module des PILOT Improver

- Der **PILOT Manager** koordiniert alle Aktionen der Module des PILOT Improver. Alles ist offen ausgelegt, so daß Wissen, Informationen und Daten zu jeder Zeit geändert, hinzugefügt oder gelöscht werden können. Da der PILOT Improver webbasiert ist, unterstützt er verteilte und vernetzte Entwicklungen an verschiedenen Standorten. Die Wissensbasis wächst mit jedem Prozeß und jedem Projekt.
- Der Anwender erfaßt und modelliert Prozesse mit dem **PILOT Analyser** unter Verwendung vordefinierter Prozeßelemente. Ein Prozeßelement beschreibt eine auszuführende Aktivität zunächst unabhängig von Anwendungsfall, Größe des Unternehmens oder Branche. Es enthält zusätzlich „best practice“ - Wissen. Dazu gehören Aspekte wie die sinnvolle Anwendung von Methoden, Hilfsmitteln und Werkzeugen, die Kenntnis über vorgelagerte und folgende Prozeßelemente, die zur Bearbeitung des Prozeßelementes erforderlichen Qualifikationsprofile und erlaubte Kombinationen mit anderen Prozeßelementen.

- Die modellierten Prozesse können mit dem **PILOT Reviewer** in bezug auf prozeßspezifische Kennzahlen (z.B. Verkürzung der Durchlaufzeit, Senkung der Kosten, Verbesserung der Prozeßqualität) bewertet werden. Die Bewertung kann vor Beginn eines Projektes vorausschauend (prospektiv) für die denkbaren Alternativen und nach Projektende rückblickend (retrospektiv) erfolgen. Während eines Projektes sind beide Sichtweisen ausführbar. Der PILOT Reviewer liefert Informationen über die zu erwartende Rendite, schätzt die entsprechenden Risiken und verschafft einen Überblick über den potentiellen Nutzen und deren Verteilung.
- Der **PILOT Designer** simuliert und optimiert Prozesse unter Anwendung verschiedener Ansätze und erzeugt Alternativen von Prozeßkombinationen, von verwendbaren Ressourcen oder von möglichen Methoden, Hilfsmitteln und Werkzeugen für ein Prozeßelement. Eine Simulation der modellierten Prozesse und Prozeßstrukturen ermöglicht es, Engpässe von Ressourcen, Probleme mit Terminen, Meilensteinen oder Kosten zu identifizieren. Als weitere Maßnahme erfolgt das Parallelisieren von Prozessen und Aktivitäten (Umwandlung von sequentiellen in parallele Prozesse). Dabei werden Prozeßelemente neu kombiniert und maximal parallelisiert, um damit eine Optimierung der Prozeßtopologie zu ermöglichen. Neben linearen Optimierungsmethoden für die Verkürzung der Durchlaufzeit eines Prozesses werden auch Evolutionsmethoden [3] für die Minimierung der Kosten, Verbesserung der Qualität und Funktionserfüllung im einzelnen sowie in Kombination eingesetzt.

Ein typisches Anwendungsszenario des PILOT Improver, wie es in einem Unternehmen zum Einsatz kommt, ist in **Fig. 2** dargestellt. Dabei kann dieses Szenario grob in 2 Phasen unterschieden werden. Die Phase 1 beinhaltet die Punkte 1-3 (Analyser, Reviewer, Manager) und die Phase 2 die Punkte 4-7 (Designer, Reviewer usw.)

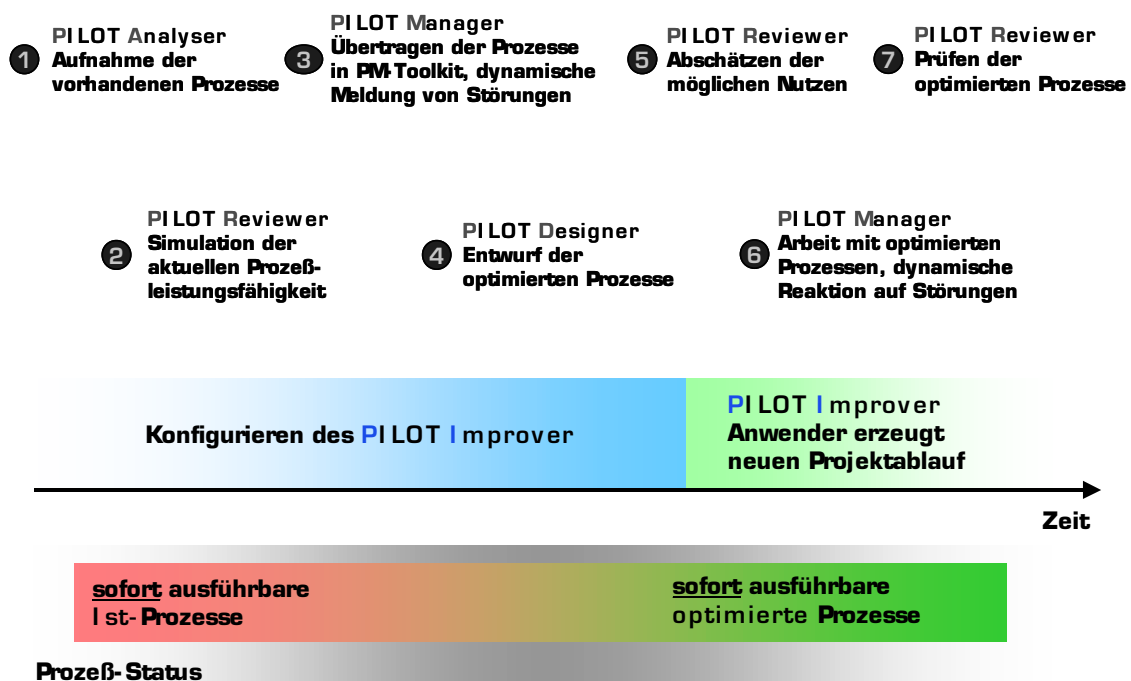


Fig. 2: Anwendungsszenario des PILOT Improver

In Phase 1 wird damit begonnen, vorhandene Ist-Prozesse eines Unternehmens mit dem PILOT Analyser aufzunehmen und mit vordefinierten Prozeßelementen abzubilden. Der Analyser stellt dafür eine Interviewvorlage zur Verfügung, die alle relevanten Informationen strukturiert abspeichert und über die vordefinierten Prozeßelemente zusätzlich Wissen zur Verfügung stellt. Weitere Details sind in Abschnitt 3 beschrieben.

Nach Identifikation der Prozeßelemente und deren Strukturierung in Prozesse werden im PILOT Reviewer die für ein mögliches Projekt benötigten Prozesse simuliert. Zuerst werden Kosten in Form von Stundensätzen der Qualifikationsprofile oder pro Verwendung eines Mitarbeiters aufgenommen und so abgespeichert, daß sie auch für zukünftige Simulationen verwendet werden können. Da

heutige kommerzielle Projektmanagementsysteme keine Funktionalitäten zum Abbilden von iterativen und alternativen Strukturierungen zur Verfügung stellen, gibt der Anwender beim Simulieren des Projektes die Anzahl der zu erwartenden Schleifendurchgänge und die möglichen Alternativen ein. Nach Durchlaufen des Projektes bekommt der Anwender eine Zusammenfassung der geschätzten Kosten und Zeit sowie weiterer prozeßspezifischer Kennzahlen. Bei Bedarf können zusätzlich für jedes Prozeßelement die Ergebnisse dieser Kennzahlen dargestellt werden, um daraus Kosten- oder Zeitentreiber identifizieren zu können. Möchte der Anwender Schleifendurchgänge reduzieren oder andere Alternativen bewerten, so kann er die Simulation nochmals durchlaufen und die Zusammenfassung für das Projekt um eine weitere Bewertung ergänzen. Anschließend wählt er die für seine Anforderungen geeignetste Projektalternative aus und übergibt sie dem PILOT Manager.

Der PILOT Manager ermöglicht das Übertragen der modellierten Prozesse in ein Projektmanagementsystem. Damit erhält der Projektverantwortliche lauffähige Prozesse, die er steuern und überwachen kann. Er hat die Möglichkeit, dynamisch auf beliebige Störungen (z.B. geändert Anforderungen, Verspätungen, ausfallende Ressourcen usw.) zu reagieren. Jedem Mitarbeiter wird aufgrund seines Qualifikationsprofils eine webbasierte Aufgabenliste zur Verfügung gestellt, in der der Mitarbeiter für die einzelnen Aufgaben Start-/Endtermine, zulässige Zeiten für die Bearbeitung, Priorität der Aufgabe usw. einsehen kann. Bei Auswahl einer Aufgabe kann er sich einen Überblick verschaffen, d.h. die Beschreibung der Aufgabe selbst, die zur Bearbeitung der Aufgabe notwendigen Methoden, Hilfsmittel und Werkzeuge sowie Dokumente. Der Projektleiter kann sich jederzeit über den aktuellen Stand des Projektes anhand von Statusfenstern informieren. Bei gleichzeitig laufenden Projekten ist hierzu eine Projektübersicht sinnvoll. Ebenso verfügen heutige Projektmanagementsysteme über eine Report-Funktionalität, bei der sich ein Projektleiter Reports wie z.B. Auslastung seiner Mitarbeiter, Kostensituation des Projektes zusammenstellen kann.

Die Phase 2 hat ihren Fokus auf der Optimierung von Prozessen. Mit dem PILOT Designer werden die modellierten Ist-Prozesse anhand leistungsfähiger Regeln optimiert. Es können verschiedene Aspekte zur Optimierung der Prozesse herangezogen werden, wie beispielsweise das Senken von Durchlaufzeiten oder Kosten. Anschließend werden resultierende Auswirkungen dieser Optimierung im PILOT Reviewer bewertet. Unabhängig vom Projektfortschritt können sowohl die bereits aufgelaufenen als auch die noch zu erwartenden Kosten und weiteren Veränderungen sehr genau bestimmt werden. Nach der Evaluierung der optimierten Prozesse können diese wie im Punkt 3 der ersten Phase in den realen Projektablauf implementiert werden. Eine dynamische Reaktion auf Störungen des Projektablaufes ist mit dem Projektmanagementsystem möglich. Abschließend können die laufenden optimierten Prozesse im PILOT Reviewer bewertet werden. Damit wird sichergestellt, daß ggf. vorgenommene Änderungen zu einem optimalen Ergebnis führen.

2. Prozeßelemente

Die Basis des PILOT Analyser zum Aufnehmen und Modellieren von Prozessen sind Prozeßelemente. Bisherige Modellierungsansätze zum Aufnehmen von Prozesse verfolgen einen:

- Top-Down Modellierungsansatz,
- Bottom-Up Modellierungsansatz oder
- Gemischten Ansatz.

Dabei war jedoch immer ein mehrmaliges Befragen der Prozeßbeteiligten unumgänglich. Daher wurde ein neuer Modellierungsansatz entwickelt, der Prozeßelemente zur Verfügung stellt, die bereits mit Wissen gefüllt sind und nur noch an firmenspezifische Belange angepaßt werden müssen.

Die Prozeßelemente des PILOT Analyser stehen in einer formalisierten Form zur Verfügung. Damit werden die Prozeßelemente einer Forderung aus [7] gerecht, wonach ein Normungsbedarf in der Produktentwicklung mit hoher Priorität für Elemente der Prozeßbeschreibung, logische Funktionen der Elemente und logische Darstellung der Elemente besteht.

Im PILOT Improver werden als Elemente der Prozeßbeschreibung die Prozeßelemente verwendet und die logischen Funktionen der Elemente in entsprechenden Beschreibungsregeln definiert. Zur logischen Darstellung von Elementen bzw. Prozessen gibt es folgende Techniken [8]:

- Fluß-Diagramme,
- Pfeil-Diagramme,

- Multiple Activity Diagramme,
- Prozeßdiagramme.

Die am weitesten verbreitete Modellierungsmethode für Aktivitätenmodelle wurde von der US Air Force entwickelt. Sie gehört zur Multiple Activity Diagramme Technik und heißt **SADT**. Auf der Basis dieser **Structured Analysis and Design Technique** entstand **IDEF0**. In der Originalform verbindet IDEF0 die Definition einer grafischen Modellersprache und die Beschreibung einer umfassenden Methode zur Modellentwicklung [8] [9]. Mit dieser Modellierungsmethode lassen sich Mengen von Prozeßelementen bzw. Aktivitäten zu Teilprozessen zusammenfassen. Dadurch können hierarchische Darstellungen von Strukturen bzw. Gliederungen entstehen, die z.B. auch einen sehr komplexen Prozeß übersichtlich anzeigen können.

In Abwandlung dieser Technik wurden die Beschreibungsregeln für die Prozeßelemente definiert. Im Unterschied zu SADT sind Eingangs- und Ausgangsdokumente bzw. -informationen sowie eine Beschreibung der Aktivität mit den durchzuführenden Arbeitsschritten innerhalb des Prozeßelementes enthalten. Es werden zusätzlich mögliche Vorgänger und Nachfolger aufgeführt, da nicht nur eine einzige Möglichkeit der Kombination von Prozeßelementen besteht und keine starre Prozeßbeschreibung verankert werden soll, siehe **Fig. 3**.

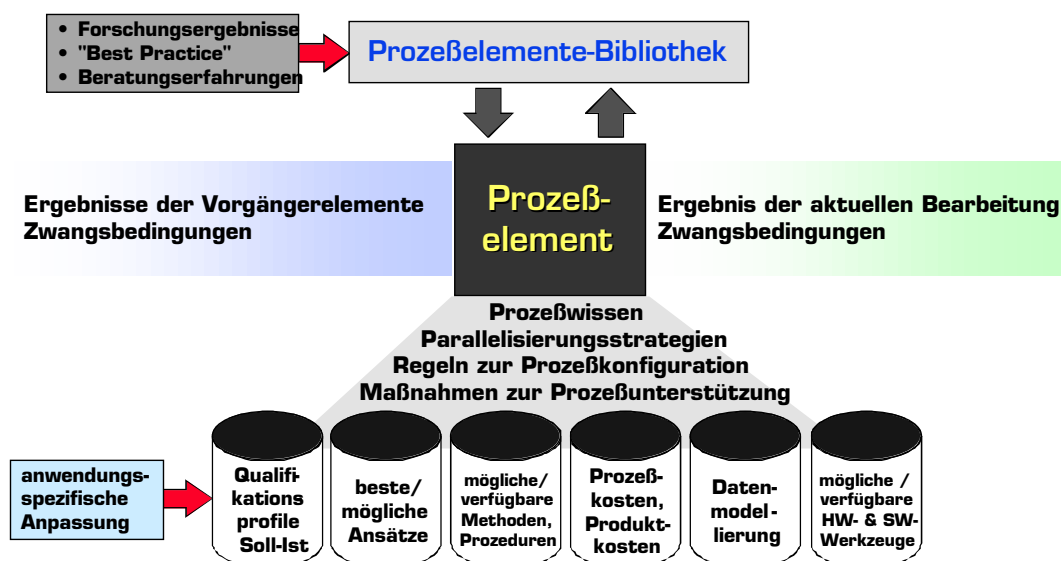


Fig. 3: Aufbau und Inhalte eines Prozeßelementes [4]

Die Prozeßelemente des PILOT Improver enthalten einen großen Umfang an Prozeßwissen und werden in einer Prozeßelemente-Bibliothek gespeichert. So können z.B. Vorhersagen zur Bearbeitungsdauer getroffen werden. Eine Nachkalkulation kann zeigen, wie lange eine Bearbeitung tatsächlich gedauert hat, indem jedem Prozeßelement ein geschätzter Zeitaufwand zugeordnet wird. Ein Prozeßelement enthält weiterhin Informationen zu Anforderungen an die Qualifikation des Bearbeiters, damit die Ausführbarkeit des Prozeßelementes gewährleistet ist. Dieser Wissensbestandteil wird **Qualifikationsprofil** genannt.

In jedem Unternehmen gibt es Personen mit verschiedenen Qualifikationen, die letztendlich das Erfahrungs- und Entwicklungswissen einer Firma ausmachen. Im PILOT Improver sind diese Qualifikationen z.B. definiert als CAD-Konstrukteur oder Techniker. Jeder Qualifikation ist zusätzlich der Kenntnisstand (Anfänger, Fortgeschrittener, Experte) zugeordnet, siehe **Fig. 4**. Ein Anfänger hat 1-2 Jahre Erfahrung, ein Fortgeschrittener hat 2-5 Jahre Erfahrung und ab 5 Jahren Erfahrung wird von einem Experten gesprochen.

Ein Qualifikationsprofil setzt sich aus verschiedenen Qualifikationen mit dem jeweiligen Kenntnisstand zusammen. Dieser Kenntnisstand kann wiederum für jede Qualifikation unterschiedlich sein, wie in dem Beispiel von Fig. 4 dargestellt. Solch ein Qualifikationsprofil kann nun sowohl einem Prozeßelement als auch einer Person zugeordnet werden. Das Qualifikationsprofil eines Prozeßelementes beschreibt die Qualifikationen, die mindestens notwendig sind, um die Arbeitsschritte eines Prozeß-

elementes zu bearbeiten. Das Qualifikationsprofil einer Person hingegen spiegelt die individuellen Fähigkeiten eines Mitarbeites wider.

Q u a l i f i k a t i o n	A n f ä n g e r	F o r t g e s c h r i t t e n e r	E x p e r t e
Technischer Zeichner			X
CAD-Konstrukteur		X	
Techniker			X
EDM-Anwender	X		
Betriebswirt			
FEM-Simulation			
:			
:			

Fig. 4: Qualifikationsprofil im PILOT Improver

3. Wissensakquisition mit dem PILOT Analyser

Der Erwerb von Wissen durch ein wissensbasiertes System bzw. das Einbringen von Wissen wird als Wissensakquisition bezeichnet ([1] [2]).

Der PILOT Analyser unterstützt neben der indirekten Wissensakquisition (der Eingabe von Wissen durch einen Wissensingenieur, der die Experten befragt oder beobachtet) auch die direkte Wissensakquisition. Durch die einfache Erlernbarkeit des Systems und die Möglichkeit der Verwendung vordefinierter Elemente ist der Experte selbst in der Lage, seine Prozesse zu definieren, ohne dazu eine Programmiersprache beherrschen zu müssen.

Das Wissen über Vorgänger und Nachfolger sowie die Kombination der Elemente wird durch ein einfaches „Drag and Drop“ von Prozezelementen bzw. strukturierenden Elementen eingegeben. Die inhaltliche Beschreibung eines Prozezelementes erfolgt in einem Formblatt mit einer definierten Anzahl und Art von Attributen.

3.1 Aufnahme von Basisinformationen

Zur Beschreibung der einzelnen Prozezelemente gehört auch die Aufnahme von Basisinformationen. Das sind vor allem „administrative“ Informationen, die unternehmensspezifisch sind und in den Prozezelementen wiederverwendet werden. Dazu zählt zum Beispiel das Definieren der Qualifikationsprofile der Personen, die dem Projektteam angehören. Auch das Definieren von Eingangs- und Ausgangsinformationen bzw. Dokumenten ist wichtig. Dies ermöglicht eine einfache Zuordnung von Eingangsinformationen (die für die Bearbeitung eines speziellen Prozezelementes notwendig sind) und von Ausgangsinformationen (die in einem Prozezelement erzeugt werden). Auf diese Weise können Dokumente identifiziert werden, die zwar erzeugt, aber von keinem darauffolgenden Prozezelement benötigt werden.

3.2 Prozeßmodellierung

Die Vorgehensweise bei der anschließenden Modellierung von Prozessen gestaltet sich wie folgt:

- Der Modellierende wählt eine Detaillierungsebene des Produktentwicklungsprozesses aus (z.B. Technische Produktplanung oder Produktkonzeption). Daraufhin erscheinen die zugehörigen Prozezelemente. Es ist ebenfalls möglich, sich alle Prozezelemente gleichzeitig anzeigen zu lassen.
- Aus den angezeigten Elementen wird das passende vordefinierte Prozezelement ausgewählt und auf die Modellierungsfläche bzw. den Arbeitsbereich gezogen. Dabei wird das gesamte vordefinierte Wissen des Prozezelementes mitgenommen.

- Es ist ebenfalls möglich, völlig neue Prozeßelemente zu definieren und ein leeres Formblatt zu befüllen.
- Weiterhin können ganze Teilprozesse eingefügt werden, die zuvor schon einmal definiert wurden.

3.3 Anpassen von Attributen des Prozeßelementes

Bei der Verwendung der vordefinierten Prozeßelemente müssen die Attribute an die unternehmensspezifischen Gegebenheiten angepaßt werden:

- Es ist sinnvoll, den allgemeinen Namen zu ändern und dem Vokabular des Unternehmens anzupassen.
- Außerdem müssen entsprechende Zeiten wie Bearbeitungszeit, Transportzeit, Liegezeit, Wartezeit und zulässige Zeit angegeben werden.
- Das Qualifikationsprofil für das Prozeßelement ist anzupassen.
- Die zu verwendenden Methoden, Hilfsmittel und Werkzeuge sind auszuwählen bzw. zu übernehmen.

3.4 Strukturieren von Prozeßelementen

Wenn mindestens zwei Prozeßelemente definiert worden sind, können diese strukturiert werden. Dabei sind folgende Kombinationen der Prozeßelemente möglich:

- sequentiell
- parallel
- iterativ
- alternativ

Mit dem Strukturieren der Prozeßelemente erfolgt deren automatische Anordnung auf der Modellierungsfläche, die sich bei einer Änderung der Strukturierung, z.B. von seriell zu parallel, ebenfalls ändert.

4. Bewerten der wissensbasierten Projektnavigation

Um die Wirtschaftlichkeit einer Einführung der wissensbasierten Projektnavigation in einem Unternehmen bewerten zu können, ist eine Methodik notwendig, die nicht nur die Kosten aufzeigt, sondern auch den Nutzen einer solchen Einführung. Hierzu müssen zuerst die Nutzen erfaßt werden. Eine mögliche Methodik ist der von Kaplan und Norton konzipierte Ansatz der **Balanced Scorecard** [10]. Dieser Ansatz ist in der Lage, Vermögenswerte, auch wenn diese in einer Unternehmensbilanz nicht auftauchen, wie Produktentwicklungen, Prozesse im Unternehmen, Mitarbeiter-Know-how, -Motivation und -Flexibilität, Kundentreue und neuen Technologien einen finanziellen Wert zuzuschreiben [11].

Die Grundidee der Balanced Scorecard beruht auf vier Perspektiven ([10], [11]):

- Die **finanzielle Perspektive** eines Unternehmens wird traditionell in Jahres- oder Quartalsabschlüssen dargestellt. Sie beinhaltet Informationen über die Vermögens-, Finanz- und Ertragslage eines Unternehmens.
- Die **Kundenperspektive** liefert Informationen über die Positionierung des Unternehmens in bestimmten Marktsegmenten, über die Kundenzufriedenheit oder die Kundenbindung.
- In der **internen Prozeßperspektive** erfolgt die Beschreibung des Unternehmens anhand der einzelnen im Unternehmen implementierten Prozesse und Aktivitäten.
- Die **Lern- und Entwicklungsperspektive** beinhaltet sogenannte weiche Erfolgsfaktoren. Dieses sind die Motivation und der Ausbildungsstand der Mitarbeiter, der Zugang zu relevanten externen Informationsquellen und die Organisation des Unternehmens.

Daraus ergeben sich für die Produktentwicklung aus der

- Kundenperspektive die Nutzenkategorien **Servicequalität** und **Produktqualität**.
- internen Prozeßperspektive die Nutzenkategorien **Prozeßperformance** und **Projektperformance**.
- Lern- und Entwicklungsperspektive die Nutzenkategorien **Mitarbeiterumfeld** und **Werkzeugeinsatz**.

In **Fig. 5** sind Beispiele von Nutzen für die wissensbasierte Projektnavigation dargestellt.

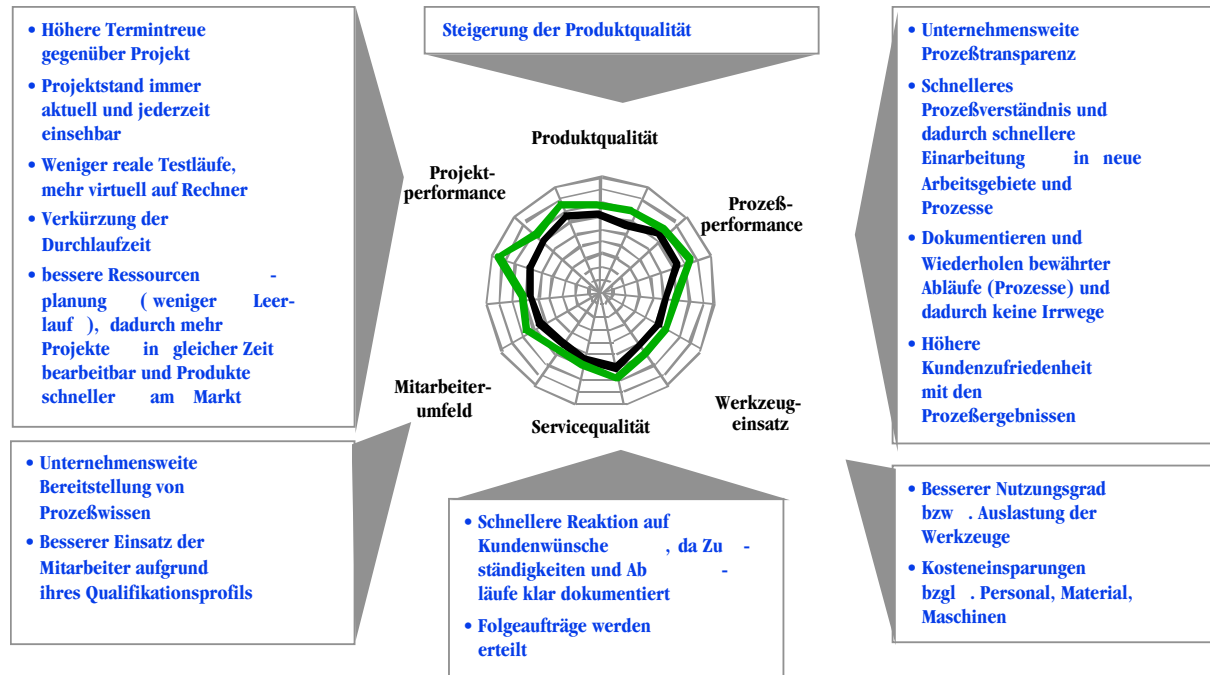


Fig. 5: Bildung der Nutzenkategorien

Da in den einzelnen Nutzenkategorien monetär quantifizierbare oder sehr schwer monetär quantifizierbare Nutzen auftreten können, werden diese Nutzen für eine einheitliche **Nutzenbewertung** in sogenannte Nutzenklassen nach der VDI-Richtlinie VDI 2216 *Einführungsstrategien und Wirtschaftlichkeit von CAD-Systemen* [12] eingeteilt, die in [6] zusätzlich um unternehmensinterne und -externe Synergieeffekte erweitert wurden. Aus diesen Nutzenklassen entsteht das **Benefit Asset Pricing Model** (BAPM[®])-Portfolio. In [6] wurde gezeigt, daß dieses Portfolio Ähnlichkeiten bei der Vorgehensweise zur Beherrschung der Schwierigkeiten bei der Bewertung zukünftiger Zahlungsleistungen aufweist wie ein Portfolio bestehend aus Kapitalmarktanlagen (z.B. Aktien, Anleihen) in einem Investmentfonds. Daher konnten die Portfoliotheorie von Markowitz [13] sowie Methoden und Verfahren zur Rendite- und Risikoberechnung von Kapitalmarktanlagen analog auf die Nutzenbewertung einer Investition übertragen und angewendet werden.

Das BAPM[®] ist Bestandteil für die Nutzenbewertung im PILOT Reviewer. Bevor BAPM[®] angewendet werden kann, müssen Renditeverläufe aus Erfahrungskurven, die sich aus abgeschlossenen Projekten oder Literaturrecherchen ergeben haben, den in Fig. 5 dargestellten schwer quantifizierbaren Nutzen zugeordnet werden. Nach Durchführung von BAPM[®] werden die zu erwartende Rendite und das Risiko einer Einführung der wissensbasierten Projektnavigation dargestellt. Eine Aufstellung der einzelnen monetären Werte für die Nutzen ist ebenso verfügbar [6].

Eine Wirtschaftlichkeitsrechnung ist jedoch damit noch nicht abgeschlossen. Für die in der Betriebswirtschaftslehre verwendeten dynamischen Investitionsverfahren **Kapitalwertmethode**, **Methode des internen Zinsfußes** und **Barwertmethode** ist der Kapitalwert K_t einer Investition zum Zeitpunkt t der Barwert der erwarteten künftigen Ein-/Auszahlungen aus der Investition ab t_0 . Der Kapitalwert zum Zeitpunkt $t = 0$ ist gegeben durch (u.a. in [14]):

$$K_0 = \sum_{t=0}^n (E_t - A_t)(1+r)^{-t},$$

t	Zeit
E_t	erwartete Einzahlungen (d.h. Nutzen [6]) aus der Investition zum Zeitpunkt t
A_t	erwartete Auszahlungen (d.h. Kosten [6]) aus der Investition zum Zeitpunkt t
r	Zinssatz (Diskontierungssatz)
n	Nutzungsdauer einer Investition.

BAPM[®] hat also die erwarteten Einzahlungen ermittelt, die erwarteten Auszahlungen ergeben sich aus der Investition in die wissensbasierte Projektnavigation und deren laufenden Kosten wie z.B. für Pflege und Wartung. Mit dem jeweiligen dynamischen Investitionsverfahren kann schließlich die Wirtschaftlichkeit dieser Investition ermittelt werden.

5. Zusammenfassung

Die Produktentwicklung ist heute ein sehr dynamischer und über verschiedene Standorte verteilter Vorgang geworden, der sich durch paralleles Vorgehen, hohe Änderungshäufigkeit und das Arbeiten mit unsicheren Informationen auszeichnet. Es wird dabei immer schwieriger, alle in der Produktentwicklung vorhandenen Prozesse und Projekte effizient durchzuführen und zu koordinieren. Die in diesem Beitrag beschriebene Lösung PILOT Improver stellt sicher, daß in der Produktentwicklung die jeweils bestmöglichen Prozesse ausgeführt werden. Firmenwissen wird in Prozeßelementen aufgenommen und mittels Übergabe an herkömmliche kommerzielle Projektmanagementsysteme den Projektbeteiligten zugänglich gemacht.

Der PILOT Improver liefert Wissen, Werkzeuge und Daten zum richtigen Zeitpunkt, wählt aufgrund aktueller Anforderungen den nächsten Prozeßschritt, ordnet ihm die richtigen Ressourcen zu und unterstützt damit den Produktentwickler bei seiner täglichen Arbeit. Die Verwendung des PILOT Improver führt zu einer höheren Transparenz bei der Bearbeitung von Projekten und stellt sicher, daß alle notwendigen Arbeiten ausgeführt werden. Der PILOT Improver kann daher als wissensbasierter Projektnavigator bezeichnet werden.

References

- [1] Altenkrüger, D.; Büttner, W.: "Wissensbasierte Systeme - Architektur Entwicklung Echtzeitanwendungen", Vieweg, Braunschweig Wiesbaden 1992
- [2] Kurbel, K.: "Entwicklung und Einsatz von Expertensystemen", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1992
- [3] Vajna, S.; Bercsey, T., Clement, S.; Mack, P.: "Autogenetic Design Theory - A Contribution To An Extended Design Theory", In: Proceedings of the 2000 ASME Design Engineering Technical Conference, Baltimore MD 2000
- [4] Vajna, S.; Freisleben, D.; Schabacker, M.: "Dynamisches Managen von Prozessen in der Produktentwicklung", In: VDI-Tagungsband Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung 2002 - Von CAX zu PLM, CAT Engineering 18.-19.06.2002 Stuttgart Messe
- [5] Freisleben, D.: "Gestaltung und Optimierung von Produktentwicklungsprozessen mit einem wissensbasierten Vorgehensmodell", Buchreihe Integrierte Produktentwicklung, Band 2, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 2001
- [6] Schabacker, M.: "Bewertung der Nutzen neuer Technologien in der Produktentwicklung", Buchreihe Integrierte Produktentwicklung, Band 1, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 2001
- [7] DIN: "Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management: Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Rahmen der entwicklungsbegleitenden Normung (EBN)", Beuth Verlag GmbH, Berlin Wien Zürich 1996
- [8] Bullinger, H.-J.; Warschat, J.: "Forschungs- und Entwicklungsmanagement: Simultaneous Engineering, Projektmanagement, Produktplanung, Rapid Product Development", Teubner Verlag, Stuttgart 1997
- [9] Marca, D. A.; McGowan, C. L.: "Structured analysis and design technique: SADT", McGraw-Hill, New York 1988
- [10] Kaplan, R. S., Norton, D. P.: Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System, Harvard Business Review Vol. 74 (1996)1, S.75 - 85.
- [11] Kaplan, R. S., Norton, D. P.: The Balanced Scorecard- Translating Strategy into Action, Boston 1996.
- [12] VDI-Richtlinie 2216, Einführungsstrategien und Wirtschaftlichkeit von CAD-Systemen. Beuth-Verlag, Berlin 1990
- [13] Markowitz, H.M.: Portfolio Selection, in: Journal of Finance, March 1952, S.77 – 91
- [14] Swoboda, P.: Investition und Finanzierung, 5. Auflage, Betriebswirtschaftslehre im Grundstudium der Wirtschaftswissenschaft, Band 3, UTB für Wissenschaft: Uni-Taschenbücher 23), Vandenhoeck & Ruprecht Göttingen, 1996