

# Management von Prozesswissen in Fahrzeugentwicklungsprojekten

Christian Rupprecht<sup>1</sup>, Thomas Rose<sup>1</sup>, Martin Fünffinger<sup>1</sup>,  
Holger Schott<sup>2</sup>, Albrecht Sieper<sup>2</sup>,  
Christopher Schlick<sup>3</sup> und Manfred Mühlfelder<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW),  
Geschäftsprozesse / Telematik, Postfach 2060,  
D-89010 Ulm  
{rupprech, rose, fuenffin}@faw.uni-ulm.de

<sup>2</sup> BMW Group, Grundlagen künftiger Automobilentwicklungen,  
D-80788 München  
{holger.schott, albrecht.sieper}@bmw.de

<sup>3</sup> Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen (IAW),  
Bergdriesch 27,  
D-52062 Aachen  
{c.schlick, m.muehlfelder}@iaw.rwth-aachen.de

**Kurzfassung.** Prozesse in Fahrzeugentwicklungsprojekten sind besonders wissensintensiv: Zum einen wird umfangreiches Wissen *über* den Prozess benötigt, um das vorgegebene Projektziel möglichst effizient und fehlerfrei zu erreichen; zum anderen werden große Mengen an Daten, Informationsobjekten und Wissensseinheiten *im* Prozess verarbeitet, konsumiert und erzeugt. Ziel unserer Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung eines Prozessbaukastens, mit dessen Hilfe die Entwicklungs-Ingenieure ihr Wissen *über* Prozesse und Wissen *in* Prozessen managen können. Grundlage bildet ein Ansatz zur Prozessmodellierung, der die gleichzeitige Dokumentation, Bearbeitung und Planung von Prozessen in *einem* Modell erlaubt. Der Prozessbaukasten verwaltet generische Prozessbausteine und Musterprozesse zusammen mit Gestaltungsregeln. Dadurch kann wertvolles Entwicklungswissen gespeichert und zur Wiederverwendung in zukünftigen Projekten bereitgestellt werden.

## Danksagung:

Dieses Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMB+F) im Rahmen des Forschungsprojektes INVITE (Förderkennzeichen 01 IL 901 B 4) gefördert.

Weitere Informationen über Invite: <http://www.invite.de/>.

## 1 Einleitung

Das Management von Prozesswissen birgt ein überaus vielversprechendes Potenzial zur Verbesserung von Entwicklungsprozessen. Prozesswissen bedeutet in diesem Zusammenhang nicht nur die Struktur von Abläufen in Form von Prozessmodellen, sondern auch Wissen über die Gestaltung solcher Prozesse. Ein Großteil dieses Wissens ist als implizites Wissen in den Köpfen der Mitarbeiter und spiegelt sich in der täglichen Arbeit wider [7]. Unser Ziel ist es, einen Teil dieser impliziten Arbeitsweise als explizites Prozesswissen zu repräsentieren. Die Prozessmodellierung dient dazu als Grundlage.

Unser Fokus liegt auf schwach-determinierten Prozessen, die im Rahmen von umfangreichen und komplexen Projekten ablaufen. Unsere Anwendungsdomäne ist die Automobilentwicklung. Ein Fahrzeugentwicklungsprojekt ist ein Vorhaben, das durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, wie z. B. Zielvorgaben, zeitliche, finanzielle, oder personelle Begrenzungen, technologische Rahmenbedingungen, etc.

Ziel unserer Forschungsaktivitäten ist die Einführung eines Prozessportals, das den Beteiligten nicht nur einen prozessorientierten Zugriff auf relevante Informationen ermöglicht, sondern auch als hilfreiches Instrument zur Dokumentation und Planung von individuellen Abläufen in der täglichen Arbeit dient. Im Vordergrund steht die Schaffung von Transparenz und Prozessbewusstsein in der Prozessplanung und *nicht* die automatisierte Ausführung von Prozessen (z. B. mit Hilfe von Workflow-Systemen). Das Prozessportal soll den Anwender bei Problemen helfen, die aus einem Mangel an verfügbarem Prozesswissen resultieren. Typische Problemstellungen lauten:

*Prozessdynamik* – Anpassungen am geplanten Prozess werden notwendig, da sich Produktanforderungen oder andere Rahmenbedingungen der Prozessumgebung geändert haben. Es stellt sich die Frage, welche Anpassungen notwendig sind und welche organisatorischen Richtlinien zur Prozesskoordination eingehalten werden müssen.

*Prozessbewusstsein* – Wegen der dynamischen Struktur und der Komplexität von Entwicklungsprozessen besteht die Gefahr der Orientierungslosigkeit von Ingenieuren in der Prozesslandschaft. Typische Fragestellungen beinhalten, was als nächstes zu tun ist, welche zusätzlichen Aktivitäten initiiert werden sollen und wo im Prozess potenzielle Risiken liegen.

*Mangel an aufgabenbezogenen Informationen* – Relevante Informationsobjekte werden von anderen Prozessteilnehmern ohne entsprechende Notifikation der Betroffenen geändert, d. h. Prozessbeteiligte stützen sich bei ihrer Arbeit sehr häufig auf wenig abgesicherte Informationen. Auch wenn auf offiziell freigegebenen Dokumenten gearbeitet wird, muss immer ein Bewusstsein über die Aktualität der Informationen vorhanden sein.

Kern unseres Lösungsansatzes ist ein Prozessbaukasten. Die Erfassung von Prozesswissen und die interaktive Gestaltung aktueller Prozesse wird durch eine intuitive Benutzerschnittstelle unterstützt, um implizites Wissen formal zu repräsentieren und damit transferierbar zu machen. Mit der Befüllung und Pflege der Wissensbasis durch die Prozessbeteiligten selbst wird wertvolles Prozesswissen gesammelt und für die Wiederverwendung in zukünftigen Projekten bereitgestellt.

## 2 Wissensbedarf in Entwicklungsprozessen

Entwicklungsprozesse, welche die frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses umfassen, unterscheiden sich signifikant von anderen Geschäftsprozessen entlang der Wertschöpfungskette, wie z.B. Beschaffung, Produktion oder Vertrieb. Während letztere vornehmlich als stark strukturierte Abläufe mit hohem Planbarkeitsgrad charakterisiert werden können, zeichnen sich erstere durch hohe Dynamik, geringe Detailplanbarkeit sowie große Anfälligkeit gegenüber Veränderungen des Marktes und technologischer Rahmenbedingungen aus.

Als arbeitsorganisatorische Maßnahme zur Bewältigung dieser Herausforderungen wurde Ende der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts das vor allem in den USA propagierte Konzept des "Simultaneous Engineering" (SE) bzw. "Concurrent Engineering" (CE) entwickelt. SE/CE ist ein systematischer Versuch zum parallelen Gestalten von Produkten und aller mit diesen in Verbindung stehender Prozesse, einschließlich der Herstellung und Zulieferung. Die Bildung von sogenannten SE-Teams war und ist häufig das einzige Mittel zur Umsetzung des Konzepts. Diese Teams bestehen aus Mitgliedern aller am Produktentstehungsprozess beteiligten Fachabteilungen, einschließlich Vertretern von Entwicklungspartnern und Zulieferfirmen. Diese bestimmen innerhalb der von der Projektleitung vorgegebenen Grenzen selbst über wirtschaftliche und technische Entscheidungen im Entstehungsprozess. Aufgrund der durch diese Organisation ermöglichten äußerst flexiblen und effektiven Abstimmungs- und Umsetzungsprozeduren wurde die teilautonome Teamarbeit zur dominierenden Arbeitsform in den heutigen Entwicklungs- und Fertigungsprozessen [3, 4].

Die traditionelle Projektmanagement-Literatur richtet ihren Fokus größtenteils auf das "top down"-Management [5]. Fragen der günstigsten Projektstruktur, des Qualitätsmanagements, des Berichtswesens, etc. sind in erster Linie Aufgabe und Arbeitsinhalt der Projektleitung. Erfolg oder Mißerfolg eines Projekts hängen jedoch unter anderem auch davon ab, wie stark der Prozessgedanke in den Köpfen der operativ arbeitenden Mitarbeiter (Designer, Konstrukteure, Qualitätsingenieure, Produktionsspezialisten und anderen Mitgliedern der SE/CE-Teams) gelebt wird. Unser Ansatz unterstützt einen "bottom up" Gedanken, der das Wissensmanagement aus den Strategieabteilungen in die operativen Fachstellen und Projektteams bringt und mit einem dezentralen Projektmanagement integriert. Da es sich im Grunde bei jedem Fahrzeugentwicklungsprojekt um ein Unikat handelt, muss alles Wissen um die Prozesse geeignet in die Planung und Ausführung eingebracht werden.

Die Anforderungen der Mitarbeiter an ein einfach zu nutzendes System zum Management von Prozesswissen soll anhand einiger typischer Situationen des Arbeitsalltags charakterisiert werden:

- *"Gestern haben wir das anders entschieden!" - Prozessdynamik*

Während der intensiven Kooperation zwischen den unterschiedlichen Partnern mit ihren eigenen Interessen und Zielen im Entwicklungsprozess erscheint dieser häufig als eine kontinuierliche Verhandlung zwischen konkurrierenden Interessengruppen. Innerhalb bestimmter Grenzen, z.B. des Master-Projektplans, werden Gestaltungsvorhaben und Konzeptideen ständig präsentiert, kritisiert, revidiert, verbessert und wieder präsentiert. Auf diese Weise wird einerseits eine schnelle und flexible Anpassung bezüglich Änderungen im Produktkonzept ermöglicht; andererseits verhindert diese

Dynamik jedoch das Erstellen eines vollständig a priori determinierten Arbeitsablaufplanes.

- *“Jetzt sind wir hier; was kommt als nächstes?” - Prozess-Bewusstsein*

Ein Projekt ist per definitionem ein einmaliges, zeitlich begrenztes Vorhaben. Dennoch können bestimmte Prozessfragmente und –strategien unter ähnlichen Umständen in anderen Projekten wiederverwendet werden. Der Entwickler eines bestimmten Karosserieteils, z.B. einer Autotür, macht während des Entstehungsprozesses Erfahrungen, die in zukünftigen Projekten für den dann Verantwortlichen von großem Nutzen sein können, sofern sie dokumentiert sind und als Bausteine zur Verfügung stehen. So werden bei kritischen Entscheidungen über den weiteren Arbeitsprozess mögliche Irrwege und Doppelarbeiten von vorne herein vermieden, da das vorhandene Prozesswissen als Schablone in den eigenen Plan eingepasst werden kann. Gleichzeitig können alle Inhaber eines bestimmten Prozesses ihre jeweiligen Teilleistungen in einem Aktivitätensnetz betrachten und daraus schließen, wer bis zu welchem Zeitpunkt wem welche Ergebnisse liefern soll (input-output-Betrachtung).

- *“Hättest du es mir nur früher gesagt!” - Informationssinken*

Infolge der starken Arbeitsbelastung für den Einzelnen und der partiellen "Überversorgung" mit Information, die durch die Vernetzung der Arbeitsplätze durch Informations- und Kommunikationsmedien weiter steigen wird, können die wesentlichen Informationen durch das andauernde "Rauschen" irrelevanter Kommunikationsströme überdeckt werden. Mithilfe geeigneter Visualisierungstechniken und Notifikationsmechanismen können unnötige und daher belastende Nachfrageaktionen und Statusberichte vermieden und der Eingangspostkorb im eigenen Emailsystem deutlich reduziert werden. Darüber hinaus kann jeder Einzelne entscheiden, wie er auf den aktuellen Prozessstatus reagiert und seine persönlichen Ressourcen an das aktuelle Projektgeschehen anpassen, z.B. indem er Vorarbeiten bereits vor der Übertragung eines Prozessschrittes leistet.

Abstrahierend zusammengefasst unterstützt unser Ansatz eine benutzergerechte Modellierung und Dokumentation von Arbeitsprozessen und adressiert damit die folgenden, für einen effizienten Entwicklungsprozess fundamentalen, Aspekte (vgl. [2, 6]):

- Schaffung von Transparenz über eigene, parallele, vor- und nachgelagerte Arbeitsprozesse
- Wissensaustausch und -weitergabe zwischen und innerhalb von SE/CE-Teams
- Koordination von Entwicklungsaktivitäten
- Wiederverwendung von "best-practices" als Bausteine für künftige Projekte
- Kontinuierliche Prozessbewertung und Bereitstellung von Entscheidungsalternativen

### 3 Prozessmodellierungsansatz

Die Wiederverwendung von Erfahrungen aus ähnlichen, laufenden oder abgeschlossenen Entwicklungsprozessen gibt Mitgliedern von SE-Teams die Möglichkeit in aktuellen Arbeitssituationen effektiver zu (re-)agieren und ihr zukünftiges Handeln effizienter zu planen. Insbesondere kommt es darauf an, die Nutzung und Weitergabe von Prozesswissen zwischen und innerhalb von SE-Teams zu unterstützen.

Die Prozessmodellierung ist Voraussetzung für ein effizientes Management von Prozesswissen. Wir definieren Prozesse als eine Menge von zeitlich oder logisch geordneten Aktivitäten zur Erreichung eines Ziels unter Einbindung von Ressourcen. Ein Prozess kann als System betrachtet werden, dessen Elemente Aktivitäten und Ressourcen sind, und dessen Relationen die sequentiellen oder logischen Abhängigkeiten zwischen diesen Elementen bilden.

In diesem Beitrag wird unter einem Prozessmodell die semi-formale, elektronisch verarbeitbare Repräsentation in symbolischer Notation verstanden, d.h. allgemeine Prozesselemente wie Aktivitäten und ihre Relationen werden als formale Symbole dargestellt (Kästchen und Vektoren) und um zusätzliche nicht-formale Informationen ergänzt (z. B. Namen der Symbole in natürlicher Sprache).

Ein Prozessmodell ist die Repräsentation eines Originalprozesses (vgl. [11, 12]). Ein Originalprozess muss nicht unbedingt ein „realer“ Prozess sein, der sich in der Vergangenheit ereignet hat oder in der Gegenwart beobachtet wird, sondern er kann auch eine potenzielle Lösung für eine zukünftige Aufgabe sein. Unser Modellierungsansatz erlaubt deshalb die parallele Planung (für die Zukunft), Bearbeitung (in der Gegenwart) und Dokumentation (aus der Vergangenheit) von Prozessen.

Die gleichzeitige Betrachtung und Unterstützung dieser drei Aspekte durch *ein* geeignetes Werkzeug bietet die Chance, Prozesse so abzubilden, wie sie auf der operativen Ebene wahrgenommen und gelebt werden, was wiederum die Chance auf eine Wiederverwendung erhöht.

Der Prozessmodellierungsansatz basiert auf einem einfachen Modell, das im Folgenden detaillierter dargestellt wird. Ein Prozess auf oberster Ebene besteht aus einer strukturierten Sammlung von Aktivitäten, Dokumenten, weiterer hierarchisch gegliederter Subprozesse und den gerichteten Relationen zwischen diesen Elementen. Subprozesse dienen der Aggregation der zugehörigen Aktivitäten, Dokumente und weiterer Subprozesse.

Relationen zwischen Aktivitäten repräsentieren Vorgänger-/Nachfolger-Beziehungen, während Relationen zwischen Aktivitäten und Dokumenten als Produzent-/Konsument-Beziehung (je nach Richtung) interpretiert werden. Zwischen Aktivitäten und Prozessen kann ebenso wie zwischen Prozessen keine Relation hergestellt werden; hier muß stets ein Dokument zwischengeschaltet sein, das als Schnittstelle zwischen den beteiligten Partnern agiert und zur Vereinbarung bzw. Detaillierung der Produzenten-Konsumenten-Beziehung genutzt werden kann. Ein von einem Prozess „produziertes“ Dokument ist ein internes Dokument dieses Prozesses, das für die Weiterverwendung außerhalb dieses Prozesses freigegeben wurde. Umgekehrt steht ein „konsumiertes“ Dokument den internen Aktivitäten und Subprozessen dieses Prozesses zur weiteren Verwendung zur Verfügung. Dies bedeutet, dass Prozesse über

klar definierte Schnittstellen – nämlich den freigegebenen Dokumenten als Trägern der Prozessinhalte – untereinander kommunizieren. Wie diese Ergebnisse letztendlich erreicht werden, ist in den einzelnen Subprozessen modelliert und nicht notwendigerweise allen Prozessbeteiligten zugänglich. Der Zugang zu Prozessen und deren Bearbeitung ist durch ein Rechtemodell geregelt.

Schnittstellendokumente können sowohl Verknüpfungen zwischen Prozessen derselben Ebene, als auch Verknüpfungen zwischen Prozessen quer zur Aggregationshierarchie der Teilprozesse abbilden. Die Vernetzung von Prozessen durch in Dokumenten abgebildete Informationsflüsse nach der IPO-Methodik (Input-Prozess-Output) fördert die Transparenz auch komplexer Entwicklungsprozesse („Wer liefert was bis wann?“). Neben dem einfachen Modellansatz ist auch die durch das Werkzeug angebotene Modellierungsunterstützung von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Prozessmodells. Die Prozessmodellierung wird in einem einfach zu bedienenden grafischen Editor mit intuitiven Visualisierungen durchgeführt. Das Prozessmodell wird dabei als gerichteter Graph aufgefasst. Aktivitäten, Dokumente und Subprozesse bilden die Knoten, die Relationen zwischen diesen Objekten werden durch gerichtete Kanten (Pfeile) dargestellt.

Zur Repräsentation von Aktivitäten stellt unser Prozessmodellierungseeditor zehn Ikonen als Spezifikation der im Prozess abgebildeten Tätigkeiten bereit (Abb. 1). Diese grafische Sicht auf Prozesse entspricht der Wahrnehmung und Denkweise von Entwicklungs-Ingenieuren.

Icon	Aktivitätentyp	Beschreibung
	Planung	Zukunftsgerichtete Festlegung des Ressourceneinsatzes und der zeitlichen Abfolge von Aktionen. Typische Ergebnisse dieses Aktionstyps sind To-Do-Listen, Terminpläne, Namenslisten, etc.
	Entwicklung, Konstruktion	Alle konstruktiven Tätigkeiten, soweit sie den Konstruktionsstand verändern (Konzipieren, Entwerfen, Ausarbeiten).
	Kommunikation, Besprechung	Kommunikation zwischen zwei oder mehr am abgebildeten Projekt Beteiligten. Beispiele für Besprechungen können sein: Persönliches Gespräch, Meeting, Telefonkonferenzen, Videokonferenzen,
	Recherche, Untersuchung	Alle Recherche- und Bewertungsaktivitäten, z.B. Aufgabenklärung, Erprobungsberichte vergleichen, Konkurrenzprodukte systematisieren, Literaturrecherchen, etc.
	Simulation, Berechnung	Überprüfung der Eigenschaften von Material, Bauteilen, Komponenten, etc. durch mathematische Berechnungsmodelle
	Entscheidung	Verbindliche Festlegung des weiteren Projektverlaufs, z.B. Lieferantenauswahl, Design-Freeze, Prototypfreigabe, etc.
	Erwerb, Einkauf, Akquisition	Zukauf von Ressourcen, Material, Dienstleistungen, etc. aus Quellen außerhalb des abgebildeten Prozesses

	Herstellung, Produktion	Erstellung von Hardware, z.B. Prototyp, Testmaterial, etc.
	Experiment, Test	Test, Prüfung, Experiment an Material, Bauteilen, Komponenten, etc.
	Allgemeine Aktivität	Restkategorie für alle weiteren Aktivitäten, die in diesem Kategoriensystem nicht eingeordnet werden können

**Abb. 1:** Ikonen und Aktivitätentyp

Subprozesse werden durch eine ähnliche Ikonik repräsentiert. Durch die differenzierten Ikonen ist es auch aus der Vogelschau möglich, einen Überblick über den modellierten Prozess zu gewinnen.

Eine wesentliche Komponente des Editors ist die Fähigkeit, das Layout des Prozessmodells algorithmisch zu erzeugen. Dies befreit zum einen den Modellierenden von der lästigen Aufgabe, die Positionierung der einzelnen Elemente manuell vorzunehmen, was insbesondere bei Modelländerungen einen erheblichen Aufwand erfordert. Zum anderen wird dadurch eine Normierung und Objektivierung der visualisierten Prozessmodelle erreicht.

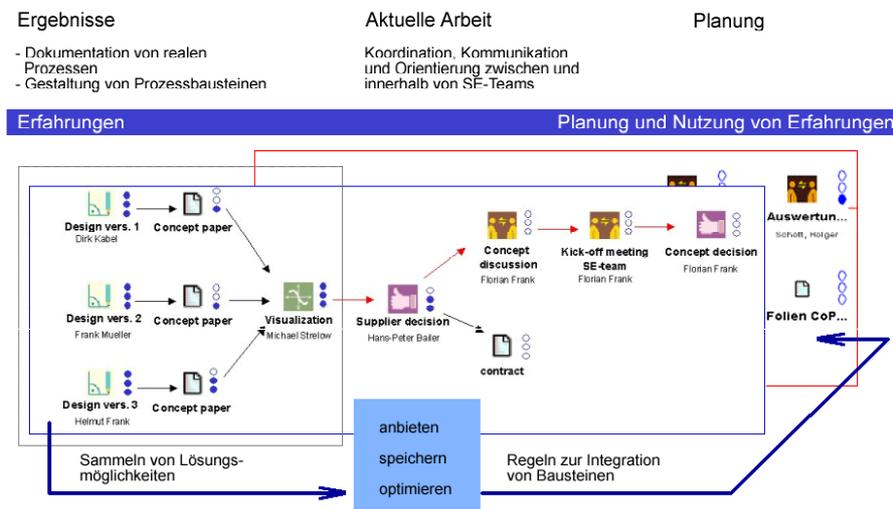
Für die Berechnung des Layouts stehen verschiedene Algorithmen zur Verfügung, die je nach Aufgabenstellung bei der Modellierung eingesetzt werden können. Steht die rein fachliche Planung von Prozessen entsprechend der logischen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Aktivitäten, Dokumenten und Prozessen im Vordergrund, werden diese durch den Algorithmus entsprechend den Abfolgen platziert. Steht dagegen der zeitlich-planerische Aspekt im Vordergrund, ist der Algorithmus auch in der Lage, die den Aktivitäten und Prozessen zugewiesenen Terminangaben bei der Platzierung zu berücksichtigen. Zudem entwickeln die Ingenieure mit der Zeit ein Gespür für potentielle Prozessmodellfehler anhand der visualisierten Prozesse [8].

In unserem Ansatz kommt Prozessmodellen die Funktion eines „Informations-Rückgrats“ in der Entwicklungsarbeit zu. Zum einen bieten Prozessmodelle Orientierung, Anregung und Referenzmaterial zur menschlichen Ausführung künftiger Prozesse [1]. Dies erscheint besonders wichtig vor dem Hintergrund, dass in Entwicklungsprozessen der Automobilindustrie die meisten modellierten Aktivitäten von Personen statt von Maschinen bearbeitet werden. Zum anderen dienen sie als Wissensportal, das den Zugang zu wichtigen Informationen während der Prozessausführung abhängig vom aktuellen Arbeitskontext ermöglicht, d. h. abhängig von der Position und Situation im Ablauf des Prozesses offeriert das Prozessmodell Zugang zu verwandten Wissensseinheiten, die von den betrachteten Aktivitäten benötigt oder erzeugt werden (Wissen *in* Prozessen). Auf diese Weise wird das Prozessmodell zum nützlichen Werkzeug auf dem PC-Desktop, um den Entwicklungs-Ingenieur in seiner täglichen Arbeit zu unterstützen.

## 4 Prozessbaukasten

Prozessmodelle enthalten Wissen über Prozesse. Dieses Wissen sollte nicht auf die Speicherung von statischen Prozessstrukturen limitiert sein (Aktivitätenetze), sondern es sollten zusätzlich die Gründe für einen speziellen Prozessverlauf gespeichert werden. Das Management dieses Wissens ermöglicht es SE-Teams Prozesswissen aufzunehmen und bei der Planung Bearbeitung neuer Entwicklungsprozesse anzuwenden.

Der Prozessbaukasten ist ein Mittel zur Erfassung, Verwaltung, Wiederverwendung und Verteilung von Prozesswissen in und zwischen SE-Teams. Ziel unserer Forschungsaktivitäten ist es, generische Repräsentationen von Prozesswissen in Form von Prozessmodellen und Prozessgestaltungsregeln zu schaffen, die auf eine Vielzahl zukünftiger Prozessfälle angewandt werden können (Abb. 2).



**Abb. 2:** Sammeln, erhalten, wiederverwenden und teilen von Wissen

Rahmenbedingungen haben Einfluss auf die Gestaltung von Prozessen. Unser Ansatz basiert auf der expliziten Repräsentation eines projektspezifischen Kontextes durch ein *Modell von Rahmenbedingungen* [9, 10]. Eine Rahmenbedingung wird in unserem Ansatz durch eine Einflussgröße und deren Ausprägung repräsentiert. Rahmenbedingungen, die in verschiedenen Projekten mit unterschiedlichen Ausprägungen auftreten, werden auf generischer Ebene mit ihren möglichen Ausprägungen verwaltet, und können für konkrete Projekte ausgewählt und spezifiziert werden. Ausprägungen können entweder einer Menge diskreter Werte (auch Boolesche Werte) oder einem kontinuierlichen Intervall für numerische Werte entstammen.

Die Menge der für ein bestimmtes Projekt gültigen Prozessmodelle bezeichnen wir als *Prozessfall*. Der Prozessfall sollte zu jedem Zeitpunkt des Prozesslebenszyklus möglichst genau auf den projektspezifischen Kontext zugeschnitten sein. Projekt-

spezifische Rahmenbedingungen und Prozessmodelle beschreiben gemeinsam ein *Projekt* (Abb. 3).

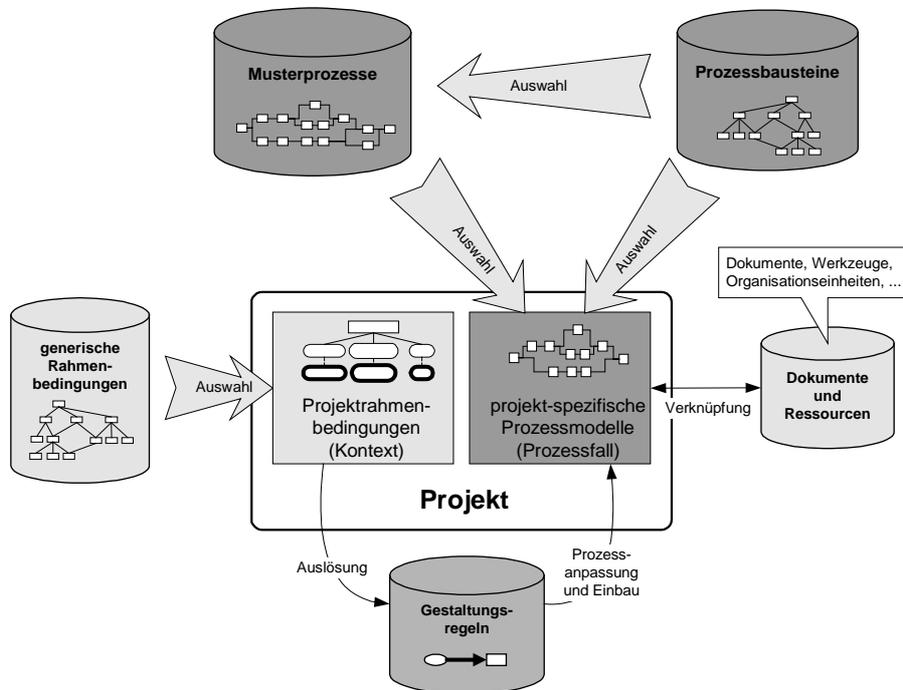
Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Prozessfall komplett für einen anderen ohne Anpassungen wiederverwendet werden kann, ist bei Entwicklungsprojekten äußerst gering. Deshalb werden möglichst allgemeingültige Referenzprozessmodelle benötigt, die an spezifische Fälle angepasst werden können. Solche Referenzprozessmodelle werden in unserem Ansatz als *Musterprozesse* bezeichnet. Musterprozesse können für einen bestimmten Prozessfall ausgewählt und an die projektspezifischen Rahmenbedingungen angepasst werden.

Aus Gründen der besseren Wiederverwendbarkeit und flexiblen Verknüpfbarkeit können umfangreiche Prozessmodelle in kleinere zeitlich und logisch in sich abgeschlossene Einheiten zerlegt werden. Diese sogenannten *Prozessbausteine* sollten möglichst wenig Schnittstellen zu anderen Prozessmodellen haben, und sie sollten ebenfalls generisch sein, d. h. „wissen“, wie sie mit anderen Prozessbausteinen verknüpft werden können. Als Prozessbausteine werden sinnvollerweise solche Prozessstrukturen gewählt, deren Wahrscheinlichkeit der Wiederverwendung hoch ist. Musterprozesse können aus Prozessbausteinen und aus anderen Musterprozessen zusammengesetzt und um zusätzliche Prozessstrukturen erweitert werden.

Um den Aufwand für die projektspezifische Anpassung der Prozessmodelle zu reduzieren, basiert unser Ansatz auf der Verwendung *generischer* Modelle, d. h. sie sind teil-automatisch über definierte Gestaltungsregeln an einen spezifischen Kontext anpassbar. Teil-automatisch heißt in diesem Zusammenhang, dass systemseitig Vorschläge zur Anpassung automatisch generiert und vom Benutzer interaktiv ausgeführt werden können.

Die *Gestaltungsregeln* speichern Erfahrungen über die Gestaltung von Prozessmodellen. Sie werden in Form von Abhängigkeiten zwischen Rahmenbedingungen und Prozessbausteinen repräsentiert und begründen die Generizität der Modelle. Durch Anwendung der Gestaltungsregeln auf ein Modell projektspezifischer Rahmenbedingungen können Vorschläge zur Anpassung von Musterprozessen und zum Einbau von Prozessbausteinen abgeleitet werden.

In komplexen Systementwicklungsprozessen manifestiert sich ein großer Teil der Ergebnisse in Dokumenten. Nicht selten leiten diese Dokumente sogar Prozesse. Deshalb wird in unserem Modellierungsansatz die Repräsentation von Dokumenten als Artefakte berücksichtigt, die durch die Ausführung von Aktivitäten erstellt oder geändert werden und bei anderen Aktivitäten als Input einfließen. Dokumente und andere Ressourcen werden durch einen eigenen Beziehungstyp mit dem Prozessmodell verknüpft, so dass ein direkter Zugriff darauf aus dem Prozessmodell heraus möglich ist.



**Abb. 3:** Modell des Prozessbaukastens

Die Wissensbasis des Prozessbaukastens ist erweiterbar. Die Anwender können selbst neue Rahmenbedingungen, Musterprozesse, Prozessbausteine und Gestaltungsregeln zu jedem Zeitpunkt auf generischer Ebene definieren und in die Wissensbasis aufnehmen. Indem Erfahrungen aus laufenden Projekten von verschiedenen Fachleuten explizit gemacht werden, kann dieses Prozesswissen besser verteilt und für parallel laufende oder spätere Projekte wiederverwendet werden. So können Verkürzungen von Reaktionszeiten im Entwicklungsprozess erreicht werden. Durch die gemeinsame Ablage von Projektrahmenbedingungen und zugehörigem Prozessfall wird festgehalten, in welchem Kontext die Prozessmodelle stehen. Durch geeignete Analysemethoden und Abstraktionsverfahren lassen sich aus diesen Daten neue Abhängigkeiten und damit Gestaltungsregeln ableiten, die zuvor nicht explizit modelliert wurden.

## 5 Anwendungsszenarien

In diesem Abschnitt werden zwei Beispielszenarien vorgestellt und illustriert, die von einem Software-Prototyp für das oben dargestellte Konzept unterstützt werden sollen. Diese Anwendungsszenarien wurden aus mehreren Prozessmodellierungs-Veranstaltungen mit Ingenieuren eines aktuellen Automobilentwicklungsprojektes bei BMW eruiert. Typische Problemstellungen wie „Nun stehen wir hier. Was kommt jetzt?“ oder „Welche Teile im Prozess sind kritisch?“ haben sich während der Untersuchungen herauskristallisiert.

Im Folgenden werden informationstechnische Unterstützungsmöglichkeiten für die zwei genannten Problemstellungen anhand von konstruierten Bildschirmabzügen visualisiert. Die unterstützende Funktionalität baut auf dem grundlegenden Konzept des Prozessbaukastens auf.

Abb. 4 zeigt eine Momentaufnahme des Szenarios „Generierung von Vorschlägen für potenziell nachfolgende Prozessbausteine“. In dieser Abbildung ist im linken größeren Teil des Fensters die bereits als Prototyp implementierte Benutzungsoberfläche zur intuitiven Modellierung von Prozessen zu sehen (siehe auch [8]). Dieser größere Teil des Fensters zeigt einen Ausschnitt aus einem Prozessmodell, welches mit Hilfe von Standardfunktionen editiert und erweitert werden kann. Das Prozessmodell besteht im Wesentlichen aus einer Kette von Aktivitäten- und Dokumenten-Icons, die Handlungen und Dokumentenflüsse der Vergangenheit dokumentieren oder die der Zukunft planen.

Die Situation im Szenario ist die folgende: Ein verantwortlicher Ingenieur hat einen Prozess bis zu der Aktivität mit der Bezeichnung „Decision“ modelliert (1), aber er ist sich nicht sicher über mögliche Vorgehensweisen nach diesem Schritt. Deshalb ruft er über einen rechten Mausklick auf diese Aktivität eine Pop-Up-Menü (2) auf, in dem er die Hilfsfunktion „Potential Successors“ auswählt (2). In Reaktion auf den Benutzerbefehl sucht das System in der Wissensbasis nach passenden Prozessbausteinen, die gemäß dem aktuellen Kontext als Nachfolger in Frage kommen. Das Ergebnis wird im oberen rechten Teil des Fensters in Form einer Liste mit Bezeichnungen der Prozessbausteine ausgegeben (3). Wird in dieser Liste ein Eintrag ausgewählt (4), so wird die zugehörige Struktur des Prozessbausteins im unteren rechten Teil des Fensters visualisiert. Falls der Ingenieur aus dieser Liste einen Prozessbaustein identifiziert, der nach seiner Einschätzung als Nachfolger geeignet ist, kann der diesen auswählen und per „Drag&Drop“ in das aktuelle Prozessmodell einfügen (nicht in der Abbildung dargestellt).

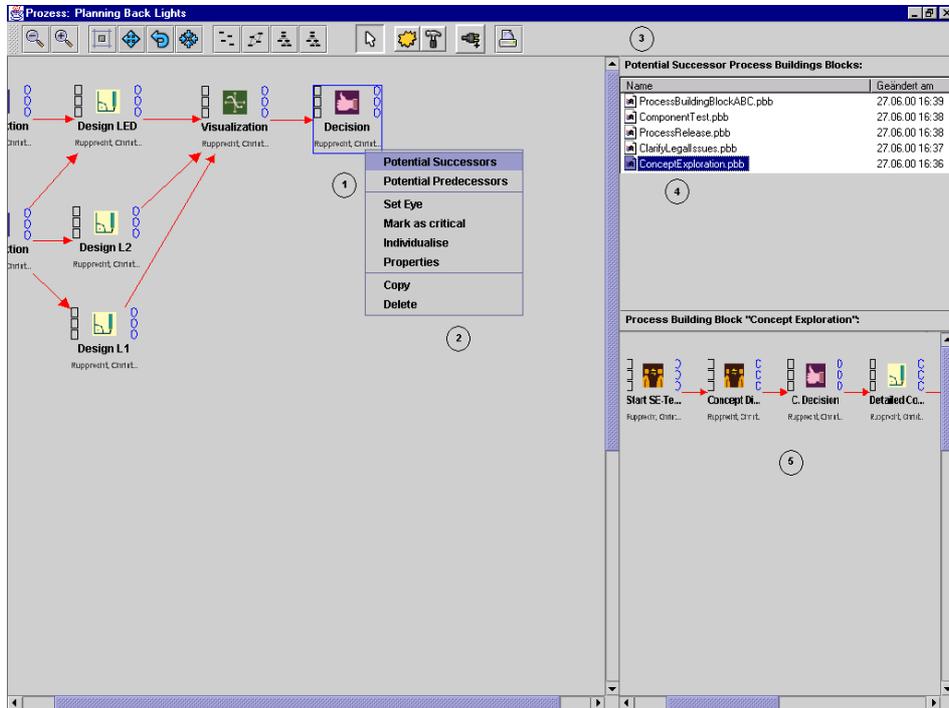
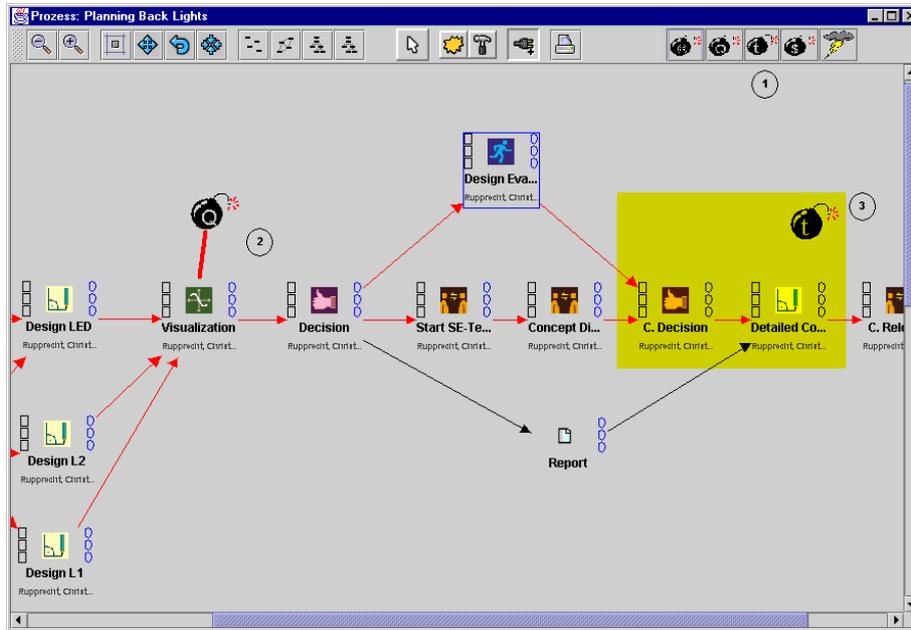


Abb. 4: Szenario „Generierung von Vorschlägen für potenziell nachfolgende Prozessbausteine“

Das zweite Anwendungsszenario „Identifikation von kritischen Elementen und Regionen“ ist in Abb. 5 dargestellt. Zwei Ingenieure – der eine erfahrene, der andere neu auf dem Gebiet – modellieren einen ähnlichen Prozessfall in unterschiedlichen Projekten. Der Erfahrene ist sich seines Prozesses sehr sicher und kennt die kritischen Stellen im Prozess, die besonderer Aufmerksamkeit bedürfen. Der Unerfahrene gelangt zu einem ähnlichen Prozessmodell in seinem Projekt, ist sich aber der kritischen Bereiche nicht bewusst, da er diesen Prozess selbst noch nie durchlaufen hat.

Der erfahrene Ingenieur hat die Möglichkeit, in seinem Prozessmodell einzelne Prozesselemente (Aktivitäten oder Dokumente) oder ganze Regionen als kritisch zu kennzeichnen. Dazu stehen ihm in der Menüleiste Icons mit verschiedenen Symbolen zur Verfügung (1), die die Art der Kritizität kennzeichnen (von links nach rechts: Kundenzufriedenheit, Qualität, Zeit, Kosten, Problem anderer Art). Diese Symbole können einzelnen Elementen (2) oder zuvor markierten Regionen (3) im Prozessmodell zugeordnet werden. Diese Zuordnungen werden als Beziehungen in der Wissensbasis abgelegt, wodurch das Wissen über kritische Elemente und Bereiche in Prozessen explizit gemacht und gespeichert wird. Dieses Wissen kann von anderen Ingenieuren, z. B. von dem oben genannten unerfahrenen, wiederverwendet werden, um Hilfe in der Analyse und Beurteilung seines Prozesses zu erhalten. Durch den Aufruf eines entsprechenden Befehls können ihm Elemente und Regionen angezeigt werden, die hinsichtlich der genannten Kriterien kritisch sein könnten.



**Abb. 5:** Szenario „Identifikation von kritischen Elementen und Regionen“

Die zuvor erwähnten Feldversuche mit Ingenieuren aus der Automobilentwicklung haben bestätigt, dass der Schwerpunkt eines Unterstützungssystems für SE-Teams auf der Wiederverwendung und der Anpassung von Prozesswissen liegen sollte.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In unserem Aufsatz haben wir einen Ansatz zur Integration von ausgewählten Konzepten des Wissensmanagements in schwach strukturierten, jedoch hoch wertschöpfenden Geschäftsprozessen vorgestellt. Unsere Anwendungsdomäne sind Prozesse in Fahrzeugentwicklungsprojekten. Sie zeichnen sich insbesondere durch ihre hohe Dynamik, eine geringe Detaillierbarkeit und ihre Anfälligkeit für Änderungen der Rahmenbedingungen aus.

Um aus Sicht des Wissensmanagements Unterstützung in diesen Prozessen zu gewährleisten, ist es notwendig Wissen über die „realen“ Prozesse zu erfassen. Wir gehen davon aus, dass Prozesswissen in der für eine pro-aktive Unterstützung notwendigen Granularität nur von den Prozessbeteiligten selbst modelliert werden kann. Deshalb sehen wir Prozessbausteine vor, die von den Prozessbeteiligten frei definiert und in einem Prozessbaukasten zur weiteren Verwendung abgelegt werden können. Der Prozessbaukasten soll über die Speicherung und Organisation von Prozessbausteinen hinaus dem Bearbeiter detaillierte Hilfestellung zur Modellierung geben. Die in diesem Aufsatz dargestellten Funktionen „Nachfolger vorschlagen“ oder „kritische Regionen kennzeichnen“ sind nur mit einem Verständnis der Abhängigkeiten innerhalb

und zwischen den Prozessen möglich. Diese Abhängigkeiten werden in Verbindung mit einem Modell von Rahmenbedingungen abgebildet.

Grundlegende Funktionen des Prozessbaukastens sind bereits implementiert. Das System wird derzeit von Anwendern der Automobilentwicklung getestet. In der nächsten Stufe werden die Unterstützungsfunktionen zur semi-automatischen Prozesskonfiguration realisiert. Mit den beschriebenen Funktionalitäten sind wesentliche Methoden und Instrumente für das Wissensmanagement im Prozessbaukasten vereint und direkt in den Planungs- und Entwicklungsprozess integriert. Exemplarisch soll das an einigen Beispielen verdeutlicht werden.

Der Prozessbaukasten hat das Potenzial klassische Lessons Learned Methoden zu ersetzen. Durch die in der Modellierungsmethode verwirklichte rollierende Planung wird der „reale“ Prozess zeitnah dokumentiert. Es sind darin sowohl die Projektdokumente als auch die Entscheidungswege enthalten. Der große Vorteil liegt in der prozessbegleitenden Dokumentation und im geringen Zusatzaufwand, der für die Prozessbeteiligten entsteht. Im Gegensatz zu anderen, vergangenheitsbezogenen Methoden ist dadurch auch die Vollständigkeit gewährleistet. Noch zu evaluieren ist die Zweckmäßigkeit der Visualisierungsform für die Bedürfnisse des Projektreviews. Hier sind je nach Bedarf zusätzliche Sichten auf die Dokumentation vorstellbar. Auch die Möglichkeiten zur Verdichtung der Informationen werden zur Zeit noch untersucht (z. B. automatische Generierung von Projektberichten aus den Prozessmodellen). Neben dieser globalen Sicht auf Projekthistorien ist über das Speichern der frei definierbaren Prozessbausteine und Musterprozesse auch eine Lösung zur Sammlung von Best Practices implementiert.

Über die Integration der Dokumente in den Planungs- und Bearbeitungsprozess werden auch wesentliche Funktionen von Dokumentenmanagementsystemen abgebildet. In dem hier vorgestellten Ansatz sind zwar viele grundlegende Bestandteile kommerzieller Dokumentenmanagementsysteme nicht enthalten, jedoch ist die prozessintegrierte Dokumentenablage ein wesentlicher Beitrag zur besseren Auffindbarkeit der Projektdokumentation. Bearbeitungskontext und -zeit sind häufig bei der Informationssuche bekannt, werden aber in herkömmlichen Organisationsformen nicht als Strukturierungselement genutzt. Das Interface des Prozessbaukastens nutzt diese Struktur als zentrales Element.

Die vorgestellte Modellierungsart eröffnet zusätzlich Erweiterungsmöglichkeiten für Expertenverzeichnisse (Gelbe Seiten). Derzeit basiert die Expertensuche bei BMW ausschließlich auf der Auswertung von Dokumenten, um Experten im Unternehmen zu identifizieren. Mit der um Kontextinformation erweiterten Wissensbasis lassen sich in Zukunft wesentlich präzisere Aussagen über individuelle Kompetenzen treffen.

## REFERENCES

- 1 Curtis, B.; Kellner, M.I.; Over, J. (1992): Process Modeling. In: Communications of the ACM 35, pp. 75-90.
- 2 Fricke, H.; Negele, L.; Schrepfer, L.; Dick, A.; Gebhard, B.; Härtle, N. (1998): Modeling of Concurrent Engineering Processes for Integrated Systems Development. In: Proceedings of the 17<sup>th</sup> Digital Avionics Systems Conference (17<sup>th</sup> DASC), Electronics in Motion, 31 October - 6 November 1998, Bellevue, WA.
- 3 Luczak, H.; Herbst, D.; Schlick, C.; Springer, J.; Stahl, J. (1995a): Kooperative Konstruktion und Entwicklung. In: R. Reichwald; H. Wildemann (Hrsg.): Kreative Unternehmen, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- 4 Luczak, H.; Herbst, D.; Springer, J.; Schlick, C. (1995b): Telecooperation for Locally Distributed Working Persons. In: Proceedings of the IEA World Conference, Rio de Janeiro, Brasil.
- 5 Madauss, B.J. (1994): Handbuch Projektmanagement, 5. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- 6 Negele, H.; Fricke, E.; Schrepfer, L.; Härtle, N. (1999): Modeling of Integrated Product Development Processes. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> Annual International Symposium of INCOSE, Systems Engineering: Sharing The Future, 6 June - 11 June 1999, Brighton, UK.
- 7 Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1995): The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, University Press, Oxford.
- 8 Rose, T. (1998): Visual assessment of engineering processes in virtual enterprises. In: Communications of the ACM, 41(12) ,pp. 48-53.
- 9 Rupprecht, C.; Peter, G.; Rose, T. (1999): A model-driven approach for context-specific individualization of process models. In: Wirtschaftsinformatik, 41 (1999) 3, pp. 226-237.
- 10 Rupprecht, C.; Fünffinger, M.; Knublauch, H.; Rose, T. (2000): Capture and Dissemination of Experience about the Construction of Engineering Processes. In: Proceedings of the 12<sup>th</sup> Conference on Advanced Information Systems Engineering (CaiSE\*00), Stockholm, Sweden, pp. 294-308.
- 11 Schütte, R. (1998): Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung – Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle, Gabler Verlag, Wiesbaden, Dissertation.
- 12 Stachowiak, H. (1973): Allgemeine Modelltheorie, Springer Verlag, Wien.