

METHODIK ZUR ANALYSE VON ENGINEERING PROZESSEN FÜR DIE PRODUKTABSICHERUNG

Robert Meißner, Marco Müller, Thomas Bär

Zusammenfassung

Engineering Prozesse in der Praxis sind sehr komplex und hoch vernetzt. Zu verschiedenen Zeitpunkten ist eine Vielzahl von Entscheidungsträgern involviert und es kommen sehr heterogene Methoden zum Einsatz.

Dieser Beitrag stellt eine Methodik zur Analyse von Engineering Prozessen vor. Bei der Konzeption dieser Methodik wurde zwei Aspekten besondere Bedeutung zugemessen: Zum einen das Ziel, durch die Methodik effektiv und präzise potentielle Handlungsfelder zu identifizieren. Zum anderen sollte der Grad der Vernetzung von Engineering Prozessen in besonderem Maße Rechnung getragen werden. Das bedeutet, die Berücksichtigung der bestehenden Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Facetten von Engineering Prozessen.

Praktischer Hintergrund für diesen Beitrag ist die Aufgabe, produktionsorientierte Absicherungsprozesse eines OEM in der Automobilindustrie zu analysieren. Ausgehend von grundlegenden Definitionen zum Thema produktionsorientierter Absicherungen werden zunächst Anforderungen an die zu entwickelnde Analysemethodik abgeleitet. Dies führt zu einer Vorgehensweise, die in der ersten Stufe zunächst die identifizierten Kernelemente des Absicherungsprozesses analysiert, um danach in der zweiten Stufe die Zusammenhänge zwischen den Kernelementen zu untersuchen. Erste Erkenntnisse aus der Anwendung zeigen abschließend die grundsätzliche Tauglichkeit dieser Methodik in der Praxis auf.

1 Einleitung und Motivation

Marktstudien werden häufig herangezogen, um die Situation auf globalen Märkten zu beschreiben und den Status quo in einer bestimmten Branche oder Industrie aufzuzeigen. In der Automobilindustrie wird solchen Studien, beispielsweise dem Harbour Report [1], eine immense Bedeutung zugemessen. Zum einen weil diese stark zur Außenwirkung des Unternehmens beitragen und zum anderen nur so objektive Vergleichszahlen von Wettbewerbern zugänglich werden. Aus diesem Grund werden diese Studien herangezogen, um intern Optimierungspotentiale zu identifizieren. Die Motivation für die in diesem Beitrag beschriebene Methodik zur Analyse von Engineering Prozessen, sind die Ergebnisse einer solchen Marktstudie. Demnach erscheint es notwendig, eine spezielle Gruppe von Engineering Prozessen, in diesem Fall produktionsorientierte Absicherungsaktivitäten eines OEM's in der Automobilindustrie, zu analysieren. Hierbei sollen insbesondere die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Ist das Portfolio der eingesetzten Absicherungsmethoden vollständig?
- Werden die Erwartungen hinsichtlich Aufgabenerfüllung und Einsatzzeitpunkt von den eingesetzten Absicherungsmethoden erfüllt?
- Ist der Absicherungsprozess, das heißt die Gesamtheit aller Absicherungsmethoden effizient und liefert dieser insgesamt nachhaltige Ergebnisse?

Dieser Beitrag beschreibt die Konzeption der Methodik und die Durchführung der Analyse von Engineering Prozessen, mit deren Hilfe die obigen Fragen beantwortet werden sollen. Besonderes Augenmerk bei der Prozessanalyse wurde dabei auf eine effektive und präzise Identifikation von Handlungsfeldern gelegt, damit die Erkenntnisse der Analyse effizient in notwendige Verbesserungsmaßnahmen überführt werden können.

2 Wissenschaftliche und praktische Grundlagen und Definitionen

Im Folgenden werden die wesentlichen Grundlagen vorgestellt, die bei der Konzeption der Methodik zur Analyse von Engineering Prozessen berücksichtigt wurden. Neben dem allgemeinen Rahmenwerk, das durch die organisatorischen und prozeduralen Vorgaben des Unternehmens gebildet und hier nicht näher erläutert werden sollen, wird zunächst der Begriff Absicherung in einen wissenschaftlichen Kontext gesetzt. Des Weiteren werden die in diesem Zusammenhang relevanten Begriffe Virtual Prototyping Methoden und Trouble-Ticket Systeme definiert. Da in der Aufgabenstellung explizit produktionsorientierte Absicherungsmethoden adressiert wurden, wird zudem auf das Thema Design for X eingegangen.

2.1 Absicherung in der Konstruktionsmethodik

Der Begriff Absicherung taucht im Kontext der Konstruktionsmethodik vor allem im Zusammenhang mit dem Themenkomplex „decision making“ auf. Hansen und Andreasen [2] definieren hierzu den Entscheidungsknoten („decision node“). Dieses Modell beschreibt eine Entscheidung als eine Aktivität im Engineering Prozess. Eine solche Aktivität umfasst die Evaluierung, Absicherung sowie die Navigation durch die Vereinheitlichung von Lösungsalternativen. Am Ende dieser Aktivität steht eine Entscheidung. In [3] werden zudem verschiedene Elemente bezüglich des Entscheidungsprozesses beschrieben, die den Entscheidungs- und somit auch den Absicherungsprozess charakterisieren. Dazu gehört auch der Grad der Vernetzung von Entscheidungen oder Absicherungen. So ist beispielsweise zu berücksichtigen, dass Ergebnisse einer Absicherung eine Eingangsgröße für eine weitere Absicherung darstellen können. Dadurch entstehen zum einen Konsequenzen für die Effizienz von Absicherungsprozessen, zum anderen beeinflusst dieser Sachverhalt den Vertrauensbereich, der Absicherungsergebnissen zugemessen werden kann [4].

2.2 Virtual Prototyping Methoden

Das Bilden und Analysieren von Rechenmodellen von in der Entwicklung befindlichen Erzeugnissen wird als Virtual Prototyping bezeichnet. Durch die Anwendung des Virtual Prototyping kann zum Teil auf den Bau und Test von realen Prototypen verzichtet werden, was Zeit und Geld spart. Derzeitig ist die Technik des Virtual Prototyping bereits so weit fortgeschritten, dass nahezu jeder Aspekt eines technischen Systems analysiert werden kann. Das reicht beispielsweise von der Montierbarkeit, über das dynamische Verhalten eines Mehrkörpersystems bis hin zur Verformung einer Fahrzeugkarosserie. Deshalb repräsentiert ein idealer, virtueller Prototyp alle Aspekte des Erzeugnisses, wie Bauteilgestalt, Produktstruktur aber auch Funktion und Verhalten des Produktes [5].

2.3 Trouble-Ticket Systeme

Fehler, Störungen oder Probleme werden in Fehlerdokumentations- oder Störverfolgungssystemen verfolgt und dokumentiert, die auch als Trouble-Ticket Systeme bezeichnet werden. Das zentrale Element dieser Systeme sind so genannte Trouble-Tickets, wovon jedes genau einen Störfall beschreibt. Aufgabe eines Trouble-Tickets ist es den Lebenszyklus einer Störung von der Entdeckung über die Eingrenzung bis hin zur Lösung zu dokumentieren. Dies bedeutet, dass der gesamte Kommunikationsverlauf zwischen Störungsmelder und

Bearbeiter dokumentiert wird. Weiterhin ist die Erstellung von Statistiken, Berichten sowie das Auffinden von korrelierenden Trouble-Tickets möglich [6,7].

2.4 Design for X (DfX)

Im Bereich des Maschinenbaus und der Konstruktionsmethodik wurden in den vergangenen Jahrzehnten eine Reihe von Entwicklungsregeln erarbeitet. Diese sind unter dem Begriff Design for X zusammengefasst. DfX umfasste anfangs sowohl funktionsorientierte Regeln wie fertigungsgerechtes Konstruieren, als auch Regeln, die auf Zielkriterien ausgerichtet sind wie kostengerechtes Konstruieren. Später wurden Regeln für montage-, qualitäts-, umwelt- und vertriebsgerechtes Konstruieren hinzugefügt. Diese Regeln sind gewissermaßen als Richtlinien zu betrachten, die unter entsprechenden Bedingungen zu positiven Effekten in der Produktentwicklung führen [5].

3 Methodik zur Analyse von Engineering Prozessen

3.1 Anforderungen an die Methodik

Ausgehend von den im Kapitel 2 beschriebenen Grundlagen, ergeben sich folgende Anforderungen an die Methodik zur Analyse von Engineering Prozessen:

- Da Absicherungen nach 2.1 als eine Folge verschiedener, vernetzter und verteilter Aktivitäten zu verstehen ist, muss die Methodik in der Lage sein, diese Komplexität abzubilden.
- Gleichzeitig sollen die Ergebnisse der Analyse effizient zur gezielten Ableitung von Maßnahmen genutzt werden können.

Für die in diesem Beitrag beschriebene Methode bedeutet das im Detail:

- Virtual Prototyping Methoden spielen eine wichtige Rolle. Die Gesamtheit der Methoden stellen den Absicherungsprozess dar, denn es zu verbessern gilt. Hierbei ist die Tauglichkeit jeder einzelnen Virtual Prototyping Methode zu prüfen.
- Um die Effektivität von Absicherungsaktivitäten einschätzen zu können, muss ein Vergleich mit tatsächlichen, trotz Absicherung auftretenden Problemen herangezogen werden.
- Grundlagen des Design for X werden in Form von Regeln formuliert. Die Abprüfbarkeit und Relevanz dieser Regeln durch Virtual Prototyping Methoden muss untersucht und berücksichtigt werden.

3.2 Konzeption der Methodik

Die Methodik zur Analyse von Engineering Prozessen entstand wie oben ausgeführt, mit besonderem Fokus auf die Analyse von Absicherungsprozessen. Das erarbeitete Analyseverfahren beinhaltet, wie in Bild 1 dargestellt, ein zweistufiges Vorgehen. Im Anschluss daran werden die erarbeiteten Maßnahmen zur Verbesserung des Absicherungsprozesses umgesetzt.

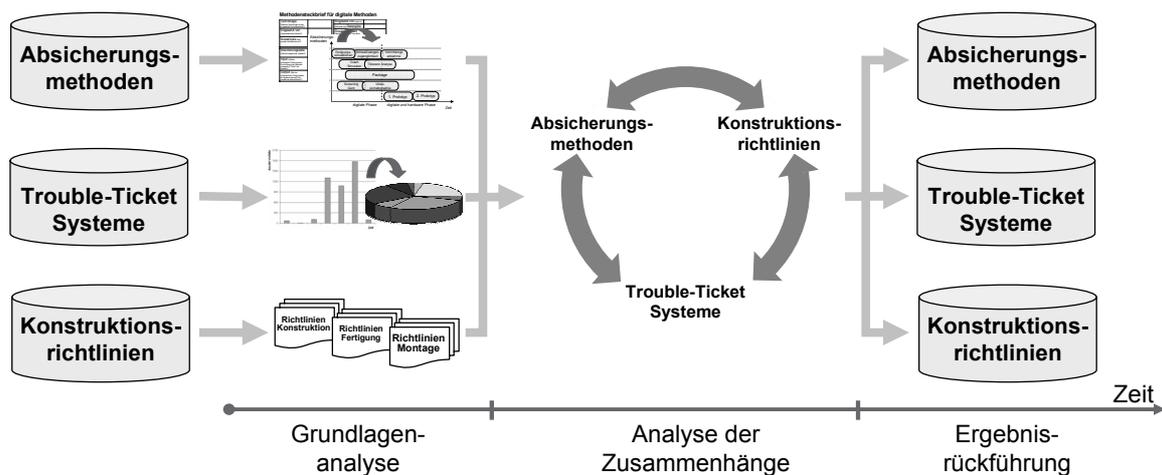


Bild 1: Vorgehen bei der Analyse von Absicherungsmethoden

Die Grundlagenanalyse umfasst zunächst die Untersuchung von drei Kernelementen, die für Absicherungsprozesse besonders bedeutend sind. Das sind im Einzelnen: die zur Absicherung herangezogenen Virtual Prototyping Methoden, Konstruktionsrichtlinien, die allgemeine Sollvorgaben repräsentieren, und Trouble-Ticket Systeme, deren Analyse ergibt, welche Problempunkte trotz durchgeführter Absicherungen bestehen. Die separate Betrachtung der Kernelemente soll erste Ansatzpunkte zur Optimierung des bestehenden Absicherungsprozesses liefern. Dabei werden die folgenden Fragestellungen diskutiert:

- Sind die eingesetzten Methoden redundant oder ineffektiv?
- Sind die Konstruktionsrichtlinien hinreichend formuliert?
- Sind die Fehler hinreichend dokumentiert?

In Kapitel 2.1 wurde insbesondere auf den hohen Grad der Vernetzung von „decision making“ Prozessen im Allgemeinen, und somit auch von Absicherungsprozessen im Besonderen eingegangen. Um diesem Sachverhalt Rechnung zu tragen, wurde ein zweiter Analyseschritt konzipiert. Dieser hat zum Ziel, die Zusammenhänge zwischen den Kernelementen aufzuzeigen und Probleme bei der Interaktion der Kernelemente aufzudecken. Ein solches Problem könnte beispielsweise eine ungünstig formulierte Konstruktionsrichtlinie sein. Dadurch ist eine präzise Überprüfung im Rahmen einer Virtual Prototyping Methode nicht möglich. Im zweiten Analyseschritt, sollen die folgenden Fragen im Detail geklärt werden:

- Liefern die eingesetzten Methoden rechtzeitig die geforderten Ergebnisse?
- Gibt es Methoden die gänzlich fehlen?
- Wie können Konstruktionsrichtlinien überprüft werden?
- Gibt es fehlende Konstruktionsrichtlinien?
- Welche Fehlergruppen werden nicht überprüft?

Im Anschluss an den Analyseprozess werden die aus der Analyse der Zusammenhänge gewonnenen Erkenntnisse und erarbeiteten Maßnahmen in den entsprechenden Kernelementen umgesetzt.

3.2.1 Absicherungsmethoden

Für die detaillierte Analyse von Absicherungsprozessen ist es notwendig, einen Überblick über die aktuell im Unternehmen eingesetzten Methoden des Virtual Prototyping und deren Eigenschaften zu bekommen. Dies wird durch die Erstellung von speziellen Methodensteckbriefen erreicht. In diesen Datenblättern werden wichtige Informationen vermerkt, anhand derer die Methode charakterisiert und beschrieben wird. Dazu gehören Angaben bezüglich:

- **Technologie** Welcher Technologie ist das in der Methode eingesetzte Tool zuzuordnen?
- **Zeitpunkt** Zu welchem Zeitpunkt in der Produktentwicklung wird die Methode eingesetzt?
- **Einsatzhäufigkeit** Wie oft wird die Methode in dem angegebenen Zeitraum angewendet?
- **Ziel der Methode** Welche Forderungen sollen mit dieser Methode abgesichert werden?
- **Nutzerkreis** In welchem Bereich und von wem wird die Methode angewendet?
- **Input Daten** Welche Information beziehungsweise Daten sind zur Durchführung der Methode notwendig?
- **Output Daten** Welche Informationen und Daten liefert die Methode?

Aus den zusammengetragenen Informationen lässt sich eine so genannte Absicherungsmethodenlandkarte erstellen. Die Darstellung einer solchen Übersicht (Bild 2) verdeutlicht, welche Virtual Prototyping Methode zu welchem Zeitpunkt im Produktentwicklungsprozess eingesetzt wird.

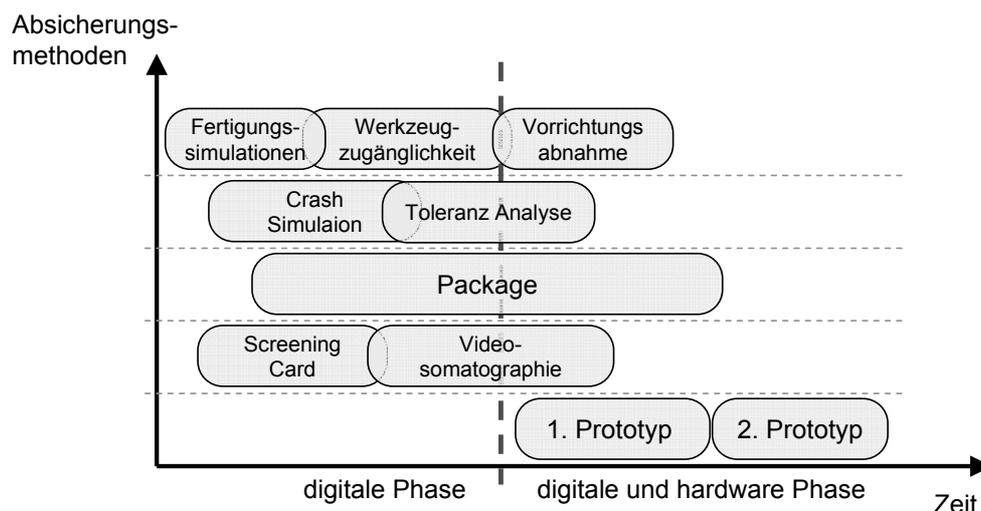


Bild 2: Schematische Darstellung einer Absicherungsmethodenlandkarte

Mit Hilfe der Absicherungsmethodenlandkarte wird ersichtlich, welche Virtual Prototyping Methoden welche Bereiche der Produktentwicklung unterstützen. Dadurch lassen sich Schlussfolgerungen bezüglich dem Grad der Vernetzung der einzelnen Methoden und ihrer Ergebnisse ableiten. Weiterhin können vorhandene Lücken in der Methodenlandschaft ent-

deckt werden. Durch die Analyse der jeweiligen Ziele, sowie der Input- und Output-Daten können Methoden zusammengefasst oder zeitlich verschoben werden, um die Effizienz des Absicherungsprozesses zu erhöhen.

3.2.2 Trouble-Ticket Systeme

Die Analyse eines Trouble-Ticket Systems zeigt auf, welche Probleme zu welchen Zeitpunkten in der Produktentwicklung am Produkt auftreten. Hierbei ist zu beachten, dass circa 75% der Fehler in einem Produkt in den frühen Konstruktionsphasen entstehen. Jedoch werden erst 80% der Fehler in einem Produkt in den späten Konstruktionsphasen entdeckt (Bild 3a). In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die Kosten für die Behebung eines Fehlers, wie in Bild 3b dargestellt, in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Entdeckung steigen [8].

Durch die Analyse von Trouble-Ticket Systemen ist es möglich Fehlergruppen zu identifizieren, die verstärkt bei der Produktentwicklung entstehen. Mit Hilfe dieser so genannten Clusterung, sind denkbare Ansatzpunkte für eine Optimierung des Absicherungsprozesses erkennbar.

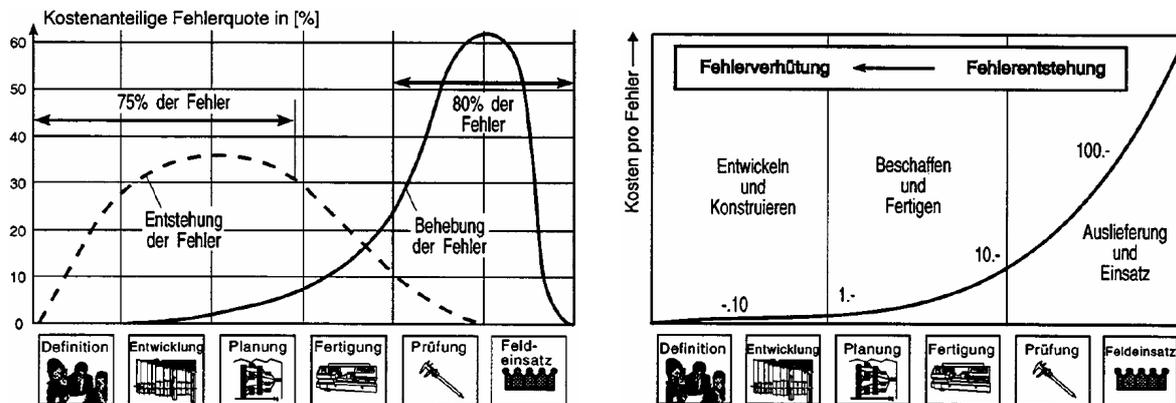


Bild 3: a) Fehlerentstehung und Fehlerentdeckung [8]; b) Zusammenhang zwischen Phasen der Fehlerverursachung und den Fehlerkosten [8]

3.2.3 Konstruktionsrichtlinien

Aus der Vielzahl von unternehmensinternen Richtlinien werden die für die Entwicklung eines neuen Produktes geltenden Richtlinien ausgewählt. Die sich daraus ergebenden Forderungen werden anschließend dem Entwicklungsbereich bekannt gegeben. Im weiteren Verlauf der Produktentwicklung wird von Verantwortlichen überprüft, ob die Forderungen umgesetzt wurden.

Der Einsatz von Konstruktionsrichtlinien bedingt jedoch im Vorfeld eine enge Abstimmung zwischen den unterschiedlichen, von dieser Richtlinie betroffenen, Unternehmensbereichen. Das ist erforderlich, damit alle notwendigen Randbedingungen in dieser Richtlinie berücksichtigt werden können. Weiterhin wird so verhindert, dass Richtlinien Forderungen beinhalten, die sich gegenseitig ausschließen. Weiterhin ist eine eindeutige Formulierung der Richtlinie notwendig. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Konstrukteur die sich aus der Richtlinie ergebene Forderung auch umsetzen kann und diese später überprüfbar ist. Die Forderung, die Anzahl von Teilen eines neuen Produktes zu reduzieren ist beispielsweise sehr unscharf und lässt viel Raum zur Interpretation. Das Zusammenfassen von zwei Haltern zu einem, ist dagegen eindeutig formuliert und deren Umsetzung gut überprüfbar.

3.3 Zusammenhänge zwischen zu analysierenden Datenquellen

Im Folgenden werden die existierenden Zusammenhänge zwischen den im ersten Analyseschritt ausgewerteten Kernelementen aufgezeigt. Wie in Bild 4 dargestellt wird zuerst im Detail auf die Beziehungen zwischen Absicherungsmethoden und Trouble-Ticket Systemen eingegangen. Weiterhin wird die Verbindung zwischen Konstruktionsrichtlinien und Absicherungsmethoden beleuchtet. Abschließend wird der Zusammenhang zwischen Konstruktionsrichtlinien und Trouble-Ticket Systemen erläutert.

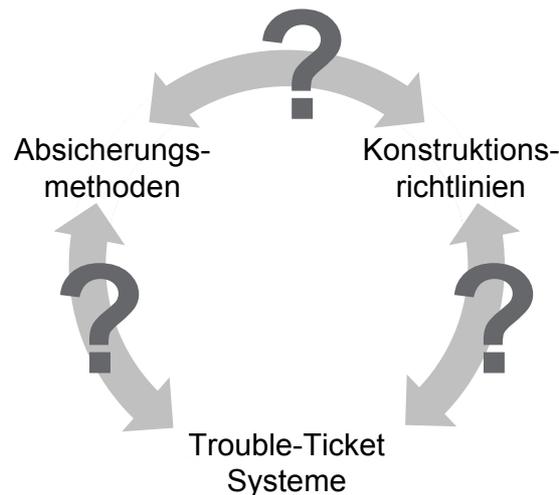


Bild 4: Analyse der Zusammenhänge zwischen betrachteten Kernelementen

3.3.1 Zusammenhang zwischen Trouble-Ticket Systemen und Absicherungsmethoden

Die Analyse dieses Zusammenhangs liefert Auskunft darüber, ob die auftretenden Probleme mit bestehenden, erweiterten oder neuen, digitalen Absicherungsmethoden zu einem früheren Zeitpunkt im Entwicklungsprozess erkannt werden können. Zur Beantwortung dieser Fragen ist es notwendig, die identifizierten Problemgruppen aus der Analyse des Trouble-Ticket Systems den verwendeten digitalen Absicherungsmethoden zuzuordnen. Dieser Schritt wird durch die erarbeiteten Methodensteckbriefe unterstützt.

Sind Probleme eindeutig einer eingesetzten Absicherungsmethode zuzuordnen, ist zu prüfen, ob der Einsatz dieser Methode bereits früher im Entwicklungsprozess möglich wäre. Falls Problempunkte nicht eindeutig einer bestehenden Absicherungsmethode zugeordnet werden können, wird untersucht, in wieweit durch einen angemessenen Mehraufwand oder die Erweiterung dieser Methode die Erkennung des Fehlers ermöglicht wird. Auch die Spezifikation einer neuen Methode ist möglich, wenn eine Problemgruppe keiner bestehenden Methode zugeordnet werden kann. In diesem Fall wird ein Methodensteckbrief für die erforderliche Methode erstellt und kann so später im Rahmen der Ergebnissrückführung sinnvoll in die bestehende Methodenlandschaft integriert werden. Bei Bedarf können dafür auf dem Markt befindliche Absicherungsmethoden analysiert und in den Methodensteckbrief überführt werden. So ist es möglich, auf ein bereits existierendes Tool zurückzugreifen oder dieses zu erweitern und in den Kontext der Absicherungsmethodenlandkarte einzubinden. Dadurch kann der Entwicklungsaufwand, für eine benötigte Methode so klein wie möglich gehalten werden.

3.3.2 Zusammenhang zwischen Konstruktionsrichtlinien und Absicherungsmethoden

Mit der Betrachtung der Abhängigkeiten zwischen Konstruktionsrichtlinien und Absicherungsmethoden wird analysiert, welche digitalen Absicherungsmethoden von wem und zu welchem Zeitpunkt im Produktentwicklungsprozess eingesetzt werden können, um die Umsetzung der vorgegebenen Forderungen zu prüfen.

Hierzu wird untersucht, welche der existierenden Forderungen grundsätzlich durch Methoden abgeprüft werden können. Wie bereits in Kapitel 3.2.3 erwähnt, ist für die Konzeption einer automatisierten Überprüfung von Forderungen die Beachtung gewisser Restriktionen notwendig. Bei unvollständig beziehungsweise unpräzise formulierten Forderungen wird in diesem Zusammenhang geprüft, wie diese Forderungen geschärft werden müssen, um eine digitale Überprüfung durchführen zu können.

Zudem ist es von Bedeutung, ob die Überprüfung zum vorgesehenen Zeitpunkt im Rahmen der ausgewählten Methode durchführbar ist. Dies zielt insbesondere auf die Frage ab, ob die zur Anwendung der Methode benötigten Produkt- und Prozessinformationen zum Einsatzzeitpunkt der Methode zur Verfügung stehen.

3.3.3 Zusammenhang zwischen Konstruktionsrichtlinien und Trouble-Ticket Systemen

Die Analyse soll beleuchten, in wieweit die aus den Konstruktionsrichtlinien abgeleiteten Forderungen mit den im Trouble-Ticket System dokumentierten Problempunkten korrelieren. Hierbei wird untersucht, welche Probleme bzw. Problemgruppen, einer bestehenden Forderung zugeordnet werden können.

Bei Forderungen, zu denen keine Fehler auftreten, ist davon auszugehen, dass diese bereits bei der Produktentwicklung berücksichtigt und korrekt umgesetzt wurden. Existieren zu den ausgewerteten Problemen bzw. Problemgruppen entsprechende Forderungen, ist zu überprüfen, ob diese zu den geforderten Zeitpunkten erkannt wurden. Werden Fehler später als im vorgesehenen Absicherungszeitraum detektiert, sollten die eingesetzten Absicherungsmethoden überprüft werden. Weiterhin ist zu untersuchen, ob Forderungen präzisiert werden können, um eine automatisierte Prüfung früher im Entwicklungsprozess vornehmen zu können.

Falls die entdeckten Fehler keiner konkreten Forderung zugeordnet werden können, ist zu analysieren, ob sich in diesem Fall die Erstellung einer neuen Forderung als notwendig erweist. Ein Indikator könnte beispielsweise die Anzahl eines bestimmten Fehlertyps oder die „Tragweite“ des Fehlers sein. Dafür müssen die entsprechenden Probleme detailliert untersucht werden. Die sich daraus ableitende Forderung muss im Anschluss mit den betreffenden Unternehmensbereichen abgestimmt werden. In diesem Zusammenhang sollte ebenfalls die in Kapitel 3.2.2 beschriebene Überprüfbarkeit dieser Forderung, wenn möglich digital und automatisiert, berücksichtigt werden.

4 Erkenntnisse aus dem Einsatz der Methodik in der Praxis

In Kapitel 3 wurden Anforderungen an die Methodik zur Analyse von Engineering Prozessen genannt. Die Anwendung der Methodik im praktischen Umfeld der oben beschriebenen Aufgabenstellung lässt erste Rückschlüsse auf die Tauglichkeit des Ansatzes zu. Die Ermittlung der Methodensteckbriefe und anschließende Darstellung der Absicherungsmethodenlandkarte wurde begonnen, aber noch nicht vollständig abgeschlossen. Dabei sind bisher keine Probleme aufgetreten. Diese Analyse liefert einen strukturierten Einstieg in den betrachteten Engineering Prozess. Die Auswertung von Zusammenhängen zwischen Konstruktionsrichtlinien und den bestehenden Absicherungsmethoden ermöglicht es, Lücken in der existieren-

den Absicherungsmethodenlandschaft zu identifizieren und Maßnahmen zum Schließen dieser Lücken zu definieren. Im Zuge der Anwendung der Methodik sind dementsprechend einige Handlungsfelder identifiziert worden. Dabei handelt es sich zum einen um neu zu schaffende Virtual Prototyping Methoden und zum anderen um neue Anforderungen an die bestehenden Konstruktionsrichtlinien. Die Analyse lässt zum jetzigen Stand den vorläufigen Schluss zu, dass die eingesetzten Virtual Prototyping Methoden für sich betrachtet vielfach technisch geeignet sind. Herausforderungen ergeben sich insbesondere beim abgestimmten Einsatz der Methoden im Rahmen eines Absicherungsprozesses. Offen ist hingegen, ob die Neuordnung des Absicherungsprozesses zur Anhebung dieses Potentials basierend auf der Absicherungsmethodenlandkarte gut durchführbar ist.

5 Offene Fragen

Nach dem Abschluss der Analyse und anschließender Auswertung der Ergebnisse stellt sich vor allem die Frage, ob präzise Handlungsfelder und Maßnahmen zur Optimierung des Absicherungsprozesses abgeleitet werden können. Erste Maßnahmen könnten schon jetzt, nach der Untersuchung der Kernelemente, formuliert werden. Vor allem die Identifikation von übergreifenden Problemen lässt weiteres Optimierungspotential erhoffen. Eine weitere Herausforderung wird sein, diese Methodik, die speziell im Kontext Absicherungsprozesse entstand, auf die Analyse von anderen Arten von Engineering Prozessen zu übertragen und zu verallgemeinern.

6 Danksagung

Die Autoren möchten sich an dieser Stelle bei Frau Katrin Kröckel für die Unterstützung bei der praktischen Durchführung der Analyse bedanken. Damit hat sie einen Beitrag zu Verifikation der Analysemethodik geliefert. Dank gilt auch Herrn Dr. Claus Thorp Hansen, der für Fragen zum Thema „decision making“ zu Verfügung stand.

7 Literatur

- [1] <http://www.harbourinc.com>
- [2] Basic thinking patterns of decision making in engineering design, Mogens M. Andreasen, Claus Thorp Hansen, International Workshop und Multi-criteria Evaluation, MCE 2000, Neukirchen, 14-15 September 2000
- [3] A mapping of design decision-making, Claus Thorp Hansen, Mogens M. Andreasen, Proceedings of Design 2004, Dubrovnik, 2004
- [4] The Digital Maturity Map - motivation for an EDM-based Digital Validation method, Marco Müller, Thomas Bär, Christian Weber, Proceedings of Design 2006, Dubrovnik, 2006
- [5] Handbuch der Produktentwicklung, Bernd Schäppi, Franz-Josef Radermacher, Mogens M. Andreasen, Hanser Fachbuchverlag, Juni 2005
- [6] <http://www2.iicm.edu/cguetl/education/thesis/ctrummer/Trouble%20Ticket%20Systeme.htm>; 16.08.2006

- [7] Entwicklung eines Werkzeugs für die Administration eines Trouble-Ticket Systems, Forschungsberichte des Fachbereichs Elektrotechnik und Informationstechnik, ISSN 0945-0130 2/2001, Rainer Kruse, 2001
- [8] Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung, VDI 2247, März 1994

Dipl.-Ing. Robert Meißner
Dipl.-Ing. Marco Müller
Dr.-Ing. Thomas Bär
DaimlerChrysler Research and Technology
Product and Production Modeling
Wilhelm-Runge Str. 11
D-89013 Ulm
Tel: +49-731/505-2427
Email: robert.meissner@daimlerchrysler.com