

Anwendung von Anforderungsschablonen im Simulationsdatenmanagement

Hugo d'Albert, Sebastian Schweigert, Udo Lindemann
(Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München)

1 Einführung

Die Analyse der Anforderungen ist einer der wichtigsten Aktivitäten in der Produktentwicklung. Wesentlich ist dabei nicht nur die Erfassung, Erhebung und Weiterleitung von externen Kundenanforderungen, sondern auch der richtige Umgang mit den internen Anforderungen, die in den einzelnen Prozessschritten des Produktentwicklungsprozesses formuliert und ausgetauscht werden. Aufgrund der immer weiter zunehmenden Bedeutung der rechnergestützten Entwicklung und konstruktionsbegleitender Simulation liegt ein besonderes Augenmerk auf dem Simulationsmanagement.

Eine der Herausforderungen im Simulationsmanagement ist die durchgängige und standardisierte Handhabung von simulationsrelevanten Anforderungen und damit verbundenen Wissensartefakten. Einerseits ist der standardisierte Austausch von Anforderungen eine Voraussetzung für die Effizienzsteigerung bei der Durchführung von Simulationen in aktuellen Produktentwicklungsprojekten. Andererseits lassen sich auf Basis der Standardisierung des Austausches konkrete Wissensartenfakte aus aktuellen Simulationsprojekten ableiten, um sie in künftigen Projekten wiederverwenden zu können. Darüber hinaus kann die richtige Handhabung von den prozessorientierten Anforderungen einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Kommunikation im Produktentwicklungsprozess leisten [1].

Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Erfassung von simulationsorientierten Anforderungen aus der Konstruktionsabteilung und ihrer verlustarmer Übermittlung an die Simulationsabteilung. Da diese Anforderungen eine Aussage über die zu erbringende Leistung eines Produktes, Systems oder Prozesses sowie über zu erfüllenden Eigenschaften machen, müssen die umfassend erfasst und eindeutig übermittelt werden. Gleichzeitig sollte der Aufwand sowohl für den Verfasser als auch für den Empfänger von Anforderungen möglichst gering gehalten werden. Grundsätzlich werden die Anforderungen in natürlicher Sprache verfasst. Sie ist die gemeinsame Sprache zwischen Konstruktions- und Simulationsingenieur und dient als eine deklarative und anwendungsspezifische Spezifikationsprache, um die Anforderungen an das zu entwickelnde System zu ermitteln, zu strukturieren und zu prüfen.

Das Verfassen von Anforderungen in natürlicher Sprache ist jedoch oft mit mehreren Problemen verbunden. Diese Probleme lassen sich als Barrieren bezeichnen und erschweren das Verständnis durch den Anforderungsempfänger. Besonders ausgeprägt sind Probleme der Unvollständigkeit, Ungenauigkeit, Mehrdeutigkeit und unterschiedlichen Begrifflichkeiten, die in den formulierten Anforderungen vorkommen. Zur Überwindung der beschriebenen Probleme kann die Technik der Erfassung von Anforderungen anhand von Anforderungsschablonen eingesetzt werden. Dabei steht im Mittelpunkt der Betrachtung ein Simulationsauftrag, der als Informationsträger zwischen dem Konstrukteur und Simulationsingenieur ausgetauscht wird [2]. Die Technik der Anforderungsschablone kann in einen generischen Simulationsauftrag integriert werden und somit die Handhabung von Anforderungen erleichtern. Der Simulationsauftrag wird in einzelne anforderungsbezogene Module aufgeteilt, die sich in Datenbanken abspeichern lassen und bei der Durchführung von Simulationen in künftigen Projekten zur Verfügung stehen können.

Anhand von diesen Anforderungsschablonen können Entwicklungsingenieure konkrete Anforderungen an die Durchführung von spezifischen Simulationen in einer standardisierten Weise formulieren. Gleichzeitig werden sie durch Auswahlmöglichkeiten von spezifischen Parametern unterstützt. Durch den Einsatz von Anforderungsschablonen sollen Nachteile der Formulierung von Simulationsaufträgen in natürlicher Sprache vermieden werden. Entwicklungsingenieure werden auch dazu gebracht, die Simulationsaufträge umfassend gemäß den Erwartungen von Simulationsexperten zu erstellen. Im Endergebnis werden die simulationsorientierten Anforderungen eindeutig formuliert, frei von Interpretationen und vollständig zum Ausdruck gebracht.

2 Einsatz von Anforderungsschablonen

In diesem Abschnitt werden die Prinzipien der Anforderungsschablone und die Vorgehensweise zur Formulierung erklärt. Mit dem Einsatz von Anforderungsschablonen sollte ein besserer Umgang mit

den Anforderungen möglich werden und die Erwartungen bezüglich der zu erbringenden Leistung eindeutig artikuliert werden. Dabei liegt der Fokus auf der Korrektheit der syntaktischen Formulierung der Anforderungen.

2.1 Wissenschaftlicher Ansatz: Anforderungsschablone nach Rupp

Chris Rupp zeigt den Weg zur Konstruktion von Anforderungen hoher Qualität in einem optimalen Zeit- und Kostenrahmen anhand von Anforderungsschablonen. Sie definiert eine Anforderungsschablone als einen Bauplan, der die Struktur eines einzelnen Anforderungssatzes festlegt [3]. Die Erstellung einer Anforderungsschablone erfolgt in mehreren Schritten (Abb. 1). Eine einmal erstellte Anforderungsschablone kann für das Verfassen von mehreren thematisch verbundenen Anforderungen verwendet werden. Dadurch wird der Aufwand bei der Generierung von neuen Anforderungen erheblich reduziert.

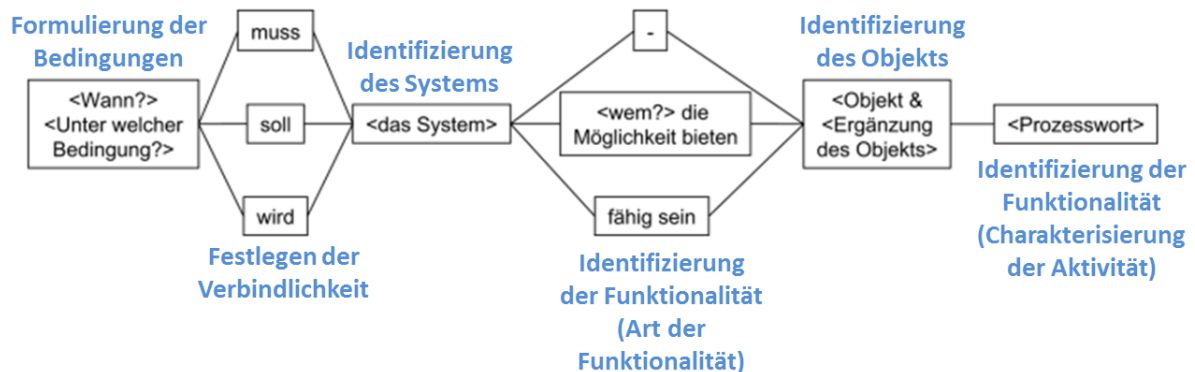


Abb. 1: Anforderungsschablone nach Rupp (2009).

2.1.1 Identifizierung des Prozesses

Die Konstruktion von Anforderung beginnt mit der Identifizierung des Systems, für das die Anforderung gelten sollte. Für die Erstellung einer generischen Schablone kann für System ein Platzhalter eingesetzt werden.

2.1.2 Festlegen der Verbindlichkeiten/Wichtigkeit

Die Verbindlichkeit einer Anforderung wird durch Schlüsselwörter festgelegt. Rupp unterscheidet dabei drei Schlüsselwörter: *muss*, *sollte* und *wird*. Diese Ausdrücke sollen helfen, den verpflichtenden Charakter einer Anforderung zu beschreiben. Dem Empfänger der Anforderung wird dadurch der Schwerpunkt seiner Tätigkeit vermittelt. In einem Dokument können mehrere Anforderungen mit unterschiedlichen Verbindlichkeiten aufgelistet werden.

2.1.3 Charakterisierung der Funktionalität

Die Funktionalität steht im Mittelpunkt der formulierten Anforderungen und wird als Prozess bezeichnet. Der Prozess beschreibt konkrete Aktivitäten, die als Verben (Prozesswörter) formuliert werden. Die geforderte Funktionalität wird durch ihre Art beschrieben. Dabei wird die Abhängigkeit der gewünschten Systemaktivität von den Einflussfaktoren berücksichtigt. Die gewünschte Aktivität kann selbstständig sein oder abhängig von einem anderen Prozess oder von der Interaktion mit dem Benutzer.

2.1.4 Identifizierung des Objektes

Die gewünschte Funktionalität bezieht sich auf ein konkretes Objekt, das durch die Anforderung definiert wird. Dabei werden Objekte in der Anforderungsschablone vor dem Prozesswort eingefügt.

2.1.5 Formulierung von Bedingungen

Die bereits charakterisierte Funktionalität kann nur unter bestimmten Bedingungen ausgeführt werden. Die Bedingungen stehen am Anfang der Anforderung und bestimmen die gewünschte Funktionalität.

2.1.6 Anwendung des SOPHIST-Regelwerks

Mit dem vorletzten Schritt bekommen die Anforderungen zwar eine vollständige Struktur, aber die semantische Freiheit erlaubt dem Verfasser Gestaltungsfreiheit. Um die Vervollständigung der semantischen Bedeutung zu erschließen, empfiehlt Rupp das SOPHIST-Regelwerk anzuwenden. Dieses Regelwerk enthält Hinweise bezüglich der impliziten Annahmen, Universalquantoren oder spezifizierten Bedingungen. Dadurch erhalten die Anforderungen den letzten Feinschliff.

2.2 Vor- und Nachteile von Anforderungsschablonen nach Rupp

Obwohl die Konstruktion der Anforderungen nach den Anforderungsschablonen die Gestaltung jeder Anforderung eine ähnliche Struktur verleiht, ist der Ansatz von Anforderungsschablonen mit Nachteilen verbunden. Um die Anforderungsschablone praxistauglich zu gestalten, müssen die relevanten Nachteile identifiziert werden.

Vorteile:

Rupp hat bei der Formulierung von Anforderung den Einsatz von Schablonen vorgeschlagen, um die Probleme mit der Formulierung in natürlicher Sprache zu umgehen. Obwohl die formulierten Anforderungen sich stark an natürlicher Sprache orientieren, werden durch den Ansatz von Schablonen Zweideutigkeiten oder fehlende Daten vermieden. Die auf Basis von Schablonen erstellten Anforderungen sind einfach vom Verfasser zu formulieren und gleichzeitig leicht für den Empfänger verständlich. Der Aufwand bei der Erstellung ist gering. Durch die Anwendung von Regeln entstehen konkrete anwendungsorientierte Anforderungen. Die einzelnen Anforderungen lassen sich auch abspeichern und bilden in dieser Weise die Grundlage für ihre Wiederverwendung bei künftigen Projekten. Dadurch wird der Aufwand minimiert und auf die notwendige Anpassung der Anforderungsinhalte (z.B. Parameter, Werkstoffangaben, usw.) beschränkt.

Nachteile:

Die von Rupp vorgeschlagene Vorgehensweise orientiert sich an der Erhebung von externen Kundenanforderungen. Die Spezifikation der internen Anforderungen im Simulationsmanagement ist dabei logischerweise nicht berücksichtigt. Der Simulationsauftrag und seine Funktion im Anforderungsmanagement finden auch keinen Eingang bei der Formulierung der Anforderungen. Trotz der Verwendung von Anforderungsschablonen werden mit zunehmender Komplexität die Anforderungen sehr unübersichtlich. Je nach Bestandteil einer Anforderung (System, Funktionalitäten, Rahmenbedingungen) können sehr lange und nicht leicht verständliche Sätze entstehen, die vom Empfänger schwer zu interpretieren sind.

2.3 Anpassung der Anforderungskonstruktion im Simulationsmanagement

Eine der notwendigen Anpassungen bei der Formulierung von Anforderungen im Kontext des Simulationsmanagements ist die Berücksichtigung eines Simulationsauftrags als Grundlage für die Durchführung einer Simulation im Produktentwicklungsprozess. Die Anpassung der von Rupp vorgeschlagenen Vorgehensweise mündet in der prototypischen Umsetzung, die hier vorgestellt wird. Der Prototyp integriert Bedürfnisse des Industriepartners aus der Maschinenbaubranche und soll in weiteren Forschungsarbeiten evaluiert und branchenübergreifend entwickelt werden, um weitere Aspekte zu berücksichtigen.

Ein generischer Simulationsauftrag besteht aus mehreren Abschnitten wie Projektzuordnung, Art der Berechnung, Ersteller, Empfänger, Problembeschreibung oder einem Feld für Kommentare. Um aus dem Simulationsauftrag die Anforderungen anhand von Anforderungsschablonen abzuleiten, werden „*muss*“- und „*soll*“-Felder definiert. Die „*muss*“-Felder müssen vom Auftragsgeber ausgefüllt werden, damit eine gültige Anforderung formuliert werden kann. Durch den Einsatz von „*muss*“-Feldern sollte gewährleistet werden, dass die Anforderungen bezüglich Eindeutigkeit, Korrektheit und Konsistenz einwandfrei formuliert werden. Um die Zusammenhänge innerhalb des Projektes oder zwischen den Projekten besser zu erläutern, können weitere Felder („*soll*“-Felder) ausgefüllt werden. Dadurch kann der Auftragnehmer vor allem bei neuen Projekten einen besseren Überblick über konkrete projektspezifischen Relationen und Erwartungen bezüglich der Ergebnisse der Simulation bekommen. Gleichzeitig können durch die Angabe der „*soll*“-Felder Verfolgbarkeit, Verifizierbarkeit und Modifizierbarkeit realisiert werden.

Um für den Verfasser der Anforderungen den Aufwand bei der Formulierung zu minimieren, sollen in den einzelnen Feldern des Simulationsauftrags Optionslisten zur Verfügung stehen. Die Begriffe in den Optionslisten können aus den vorangegangenen Projekten stammen (dadurch wird der Beitrag zur Wiederverwendung realisiert) oder können vom Verfasser nach Bedarf ergänzt werden. Im Erstellungsprozess von konkreten Anforderungen werden entsprechende Felder des

Simulationsauftrags identifiziert und mit relevanten Optionslisten verknüpft. Der Verfasser des Simulationsauftrags füllt den Auftrag aus und geniert zugleich die Anforderungen. Dabei lassen sich einige Felder des Simulationsauftrags direkt in die entsprechenden Bausteine der Anforderungsschablone übertragen (Abb. 2). Die anderen Bausteine wie Formulierung der Bedingungen, Festlegen der Verbindlichkeit und Identifizierung der Funktionalität können vom Verfasser in die Anforderungsschablone manuell eingetragen werden.

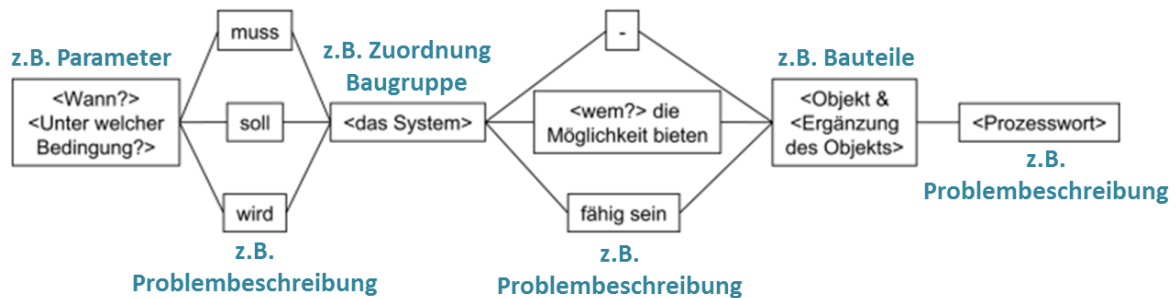


Abb. 2: Zuordnung der Felder eines Simulationsauftrags zu den Elementen einer Anforderungsschablone.

Da sich diese Bausteine in einer indirekten Form aus dem Feld „Problembeschreibung“ des Simulationsauftrags ableiten lassen, könnte man sie auch durch Text-Mining auslesen und in die Anforderungsschablone automatisch übertragen [4].

3 Ausblick

Der Ansatz von Anforderungsschablonen im Simulationsmanagement sollte bei einem Partnerunternehmen auf Praxistauglichkeit geprüft und in einem Testlauf evaluiert werden. Die Ergebnisse werden mit den aktuellen unternehmensinternen Verfahren verglichen. Dadurch können Vor- bzw. Nachteile des Einsatzes der Anforderungsschablone sowie der Erstellungsaufwand in der Praxis festgestellt werden.

Die Anwendung von Anforderungsschablonen sollte im Simulationsmanagement einen Beitrag zur Effizienzsteigerung leisten. Durch die korrekte und eindeutige Formulierung von Anforderungen lassen sich unnötige Iterationen ausschließen, die durch Unvollständigkeiten oder Fehlinterpretationen zu vermeiden sind. Die Generierung von Anforderungen kann auch den Prozess der Wissenswiederverwendung unterstützen, indem die einmal generierten Anforderungen in künftigen Projekten wiederverwendet werden können. Um diese Möglichkeiten zu realisieren, müssen die Anforderungen in den geeigneten Datenbanken abgespeichert werden. Die Wiederfindung von gesuchten Anforderungen kann mit der Stichwortsuche über Simulationsart, Simulationsobjekt oder Simulationssystem realisiert werden. Auf diese Weise lassen sich die geeigneten Anforderungen für die aktuellen Projekte finden und anwenden. Der Aufwand für die Erstellung von Anforderungen wird durch den geringeren Aufwand für die Suche und eventuelle Anpassung der gefundenen Anforderungen ersetzt.

4 Literatur

- [1] Maier, A., Dönmez, D., Hepperle, C., Kreimeyer, M., Lindemann, U., Clarkson, J., Improving Communication in Design: Recommendations from the Literature, Proceedings of International Conference on Engineering Design, ICED11, 2011.
- [2] Schweigert S., d'Albert H.; Lindemann U., An Approach for the Development of Requirements-Oriented Simulation Management, NAFEMS European Conference: Simulation Process and Data Management (SPDM), December, Munich, Germany, 2015.
- [3] Rupp C., die SOPHISTen, Requirements-Engineering und -Management. München: Hanser, 5. Aufl., 2009.
- [4] Kestel, P., Wartzack, S., Konzept für ein wissensbasiertes FEA-Assistenzsystem zur Unterstützung konstruktionsbegleitender Simulationen, Proceedings of the 26th DfX-Symposium, Krause, D., Paetzold, K., Wartzack, S. (eds.), Bremen, pp. 87-98, 2015.