



Zahlen und Züge

Bessere Anforderungen in der Bahntechnik

Zahlenwerte sind in der Entwicklung von Bahnsystemen allgegenwärtig. Der gängige Weg, Zahlen direkt in die Anforderungen hinein zu schreiben, führt schnell zu Inkonsistenzen und Unklarheiten sowie zu einem hohen Änderungsaufwand. Eine wesentliche Verbesserung von Anforderungen und deren Ermittlung erfolgt durch die Einführung eines Parameterkonzepts.

Welche Höchstgeschwindigkeit soll der neue Zug erreichen; bei welcher Unterspannung soll das zu entwickelnde Signal auf Störung gehen; wie schnell soll sich die Fahrzeugtür der neuen U-Bahn schließen? Die Antworten auf diese zentralen Fragen fließen in die Anforderungsspezifikation ein. Diese beschreibt die erwarteten Leistungen, Eigenschaften und Schnittstellen des Systems. Nach heutigem Stand in der Bahntechnik erfolgt die Beschreibung der Anforderungen in natürlicher Sprache. Die Anforderungen werden einzeln erfasst: sie enthalten jeweils eine bestimmte an das System gestellte Forderung in Text-Form. Anforderungen sind daher Sätze wie:

- ▶ Req-1613: Die Fahrzeugtür soll sich auf Anforderung des Triebwagenführers innerhalb von 3 s schließen, sofern keine Einklemmgefährdung erkannt wird.

- ▶ Req-1614: Sofern beim Schließen der Tür die nötige Kraft 2 Mal das Normalmaß überschreitet, soll von einer Einklemmsituation ausgegangen werden und die Tür soll sich sofort wieder innerhalb von maximal 3 s komplett öffnen und in dieser Position verharren, bis eine neue Schließenanforderung erfolgt.

Jede Anforderung benötigt eine eindeutige ID. Neben der eigentlichen Forderung können weitere Attribute, wie ein Status oder eine Begründung, Teil der Anforderung sein. Alle Anforderungen zusammen bilden die Anforderungsspezifikation. Darin sind die Anforderungen thematisch gegliedert, beispielsweise nach Funktion, Leistung, Sicherheit oder Wartung des Systems.

Der Markt bietet verschiedene Werkzeuge an, die die einzelnen Aufgaben der Anforderungsverwaltung erleichtern, sei es die ID-Vergabe oder die Darstellung unterschiedlicher Attribute. Marktführer hierbei ist DOORS von Telelogic.

Modell-Eisenbahn: ohne Anforderungen geht es nicht


Zunehmend werden Bahnsysteme nicht nur textlich, sondern auch grafisch mit

modellbasierten Ansätzen beschrieben. Notationen wie UML oder SysML kommen immer häufiger zum Einsatz. Die Erfahrung zeigt, dass dadurch die Anforderungsermittlung deutlich optimiert wird. Textliche Anforderungen haben aber weiterhin ihre Berechtigung: Sie sind ohne spezielle Kenntnisse einer Notation lesbar und können funktionale wie nicht-funktionale Aspekte beschreiben. Vor allem kann deren Umsetzung im Entwicklungsprozess einzeln verfolgt und dokumentiert werden – eine Voraussetzung für die Einhaltung von Standards wie z. B. CENELEC. Außerdem bilden sie ein gutes Fundament für die Erstellung von Prüffällen.

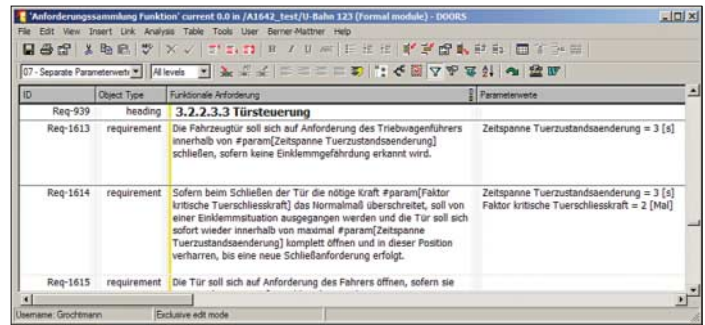
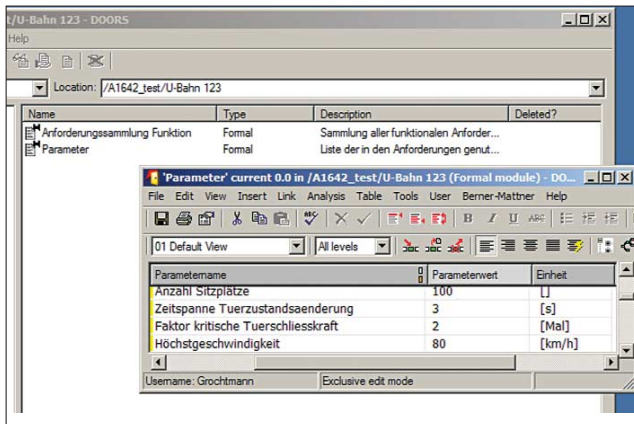
Zweigleisig fahren: Trennung von logischen und konkreten Parametern

Eine wesentliche Verbesserung von Anforderungen und deren Ermittlung erfolgt durch die Einführung eines Parameterkonzepts. Üblicherweise werden Zahlenwerte direkt in die Anforderungen integriert und sind so von anderen Textelementen nicht unterscheidbar. Gerade Zahlenwerte sind häufig variabel und werden fortlaufend modifiziert. Als Alternativen

AUTOR



Dr. Matthias Grochtmann ist Teamleiter für Bahnsysteme bei Berner & Mattner in Berlin.
Dipl.-Ing. Thorsten Hiebenthal (Bild), ist dort für die Abteilung „Transportation Systems“ verantwortlich.



▲ Bild 2: Anforderungsmodul mit eingblendeten Parameterwerten.

◀ Bild 1: DOORS-Struktur und Parametermodul.

tive bietet es sich an, Zahlenwerte als Parameter zu behandeln. In den Anforderungen sollten logische Parameter mit aussagekräftigen Namen verwendet werden. In einer separaten Parameterliste werden die eigentlichen Zahlenwerte jeweils nur einmal definiert und dem logischen Namen zugeordnet. Die exemplarische Definition eines logischer Parameter stellt sich wie folgt dar:

#param[logischer_Parametername]

Die oben aufgeführten Beispiel-Anforderungen werden nun folgendermaßen formuliert:

- ▶ Req-1613: Die Fahrzeugtür soll sich auf Anforderung des Triebwagenführers innerhalb von #param[Zeitspanne Tuerzustandsaenderung] schließen, sofern keine Einklemmgefährdung erkannt wird.
- ▶ Req-1614: Sofern beim Schließen der Tür die nötige Kraft #param[Faktor kritische Tuerschliesskraft] das Normalmaß überschreitet, soll von einer Einklemmsituation ausgegangen werden und die Tür soll sich sofort wieder innerhalb von maximal #param[Zeitspanne Tuerzustandsaenderung] komplett öffnen und in dieser Position verharren, bis eine neue Schließenanforderung erfolgt.

Separat erfolgt in einer Liste die Zuordnung der konkreten Werte:

Zeitspanne	
Tuerzustandsaenderung	3 s
Faktor kritische Tuerschliesskraft	2 Mal

Diese Trennung bietet verschiedene Vorteile:

- ▶ Trotz mehrmaliger Verwendung desselben Parameters muss eine Veränderung des Werts nur einmal vorgenommen werden. Dadurch bleiben die Anforderungen konsistent.
- ▶ Die logischen Parameternamen sind aussagekräftiger als reine Zahlenwerte und verdeutlichen den Sinn des Parameters.
- ▶ Die Zusammenfassung aller Parameter und Werte in einer Tabelle erlaubt einen Gesamtüberblick über die numerischen Stellschrauben der Anforderungsspezifikation. Entscheidungen quantitativer Natur fallen somit leichter.
- ▶ Durch den Austausch der Zuordnungsliste lassen sich neue Varianten oder Alternativen darstellen, ohne die eigentlichen Anforderungen verändern zu müssen.
- ▶ Mithilfe der formalisierten Referenz logischer Parameter können automatisiert verschiedene Formen der Spezifikation erstellt werden, wie beispielsweise ein Dokument, in dem die logischen Werte durch die Zahlenwerte ersetzt sind.

Generell verbessern sich Verständlichkeit und Änderbarkeit der Anforderungen deutlich. Dieser Ansatz schöpft aus den Erfahrungen mit Software-Programmen. Dort hat sich die Nutzung von Konstanten anstelle von Werten bereits lange etabliert.

Schneller ankommen: Automatisierung

Zur Unterstützung des Parameterkonzepts entwickelte Berner & Mattner für das

marktführende Werkzeug DOORS diverse Anpassungen und Automatisierungen. **Bild 1** zeigt die Struktur in DOORS, in der neben dem eigentlichen Anforderungsmodul noch ein Parametermodul (das zugleich geöffnet ist) definiert wurde. **Bild 2** stellt einen Ausschnitt aus dem Anforderungsmodul dar, in dem in einer separaten Spalte automatisch die Werte der verwendeten Parameter eingblendet werden. Diese Einblendung wird durch ein Skript erzeugt, geschrieben in der DOORS-eigenen Programmiersprache DXL. Ähnliche Skripte, allerdings deutlich erweitert und verfeinert, werden von Berner & Mattner in verschiedenen Industrieprojekten mit Erfolg eingesetzt und erleichtern den Umgang mit Anforderungen spürbar.

Am Ziel der Reise: Nutzen

Das vorgestellte Parameterkonzept hat sich in mehreren industriellen Projekten bewährt. Konsistenz sowie Lesbarkeit der Anforderungen wurden verbessert und Werte ließen sich weitaus einfacher verändern. Die Bereitschaft, Zahlenwerte bewusst festzulegen, zu überprüfen und anzupassen, stieg deutlich und kam der Qualität der Spezifikation zugute. Weitere Vorteile verspricht eine Verbindung des Parameterkonzepts mit einem Variantenmanagement. So ließen sich für eine bestimmte Variante zugleich die passenden Parameterwerte zuordnen. (jj)

infoDIRECT **510ei1108**

www.elektronik-industrie.de

▶ [Link zu Berner & Mattner Systemtechnik](#)