

Ein Weg zur Einsetzbarkeit Formaler Methoden für Ingenieure im Eisenbahnwesen

Saeid Arabestani
Jan-Tecker Gayen

FORMS-Workshop 12/99, Braunschweig

1 Motivation

An der Entwicklung, dem Betrieb und der Zulassung sicherheitsrelevanter Systeme im Eisenbahnwesen sind drei Personengruppen beteiligt, die unterschiedliche Ziele verfolgen. Auf der einen Seite steht der Auftraggeber, der in der Regel auch der spätere Betreiber ist. Er formuliert oft seine mit Fachexperten erörterten Anforderungen an das zu entwickelnde System in textueller und mit Grafiken angereicherter Form. Daneben gibt es den Auftragnehmer, der das System entwickelt und den Sicherheitsnachweis führt. Im Idealfall wird er versuchen, in jeder Entwicklungsphase die Sicherheit, Korrektheit und Konsistenz des Systems zu zeigen. Der dritte Beteiligte ist die Aufsichtsbehörde, die sowohl für die Prüfung der von dem Auftraggeber gestellten Anforderungen als auch der Korrektheit des Sicherheitsnachweises und schließlich für die Zulassung des entwickelten Systems zuständig ist.

Die textuelle Beschreibung der Systemanforderungen, die die Grundlage der weiteren Entwicklungen bildet, kann trotz sorgfältiger Bearbeitung unvollständig, inkonsistent bzw. mit Mehrdeutigkeiten behaftet sein. Daher ergibt sich die Notwendigkeit, die Anforderungen zu untersuchen, ihre Implikationen zu analysieren und sie rigoros neu zu formulieren. Die strenge Formulierung der Anforderungen setzt den Einsatz *Formaler Methoden* voraus, die über eindeutige Syntax und Semantik verfügen. Diese sind jedoch nicht gleichermaßen für alle oben genannten Personengruppen handhabbar.

Der objektorientierte Ansatz bietet hier eine Möglichkeit, das zu entwickelnde System und seine wesentlichen Merkmale zu einem Modell zu abstrahieren, worin die Systemimplikationen leicht zu verfolgen sind. Dieses Modell gibt eine präzise, kompakte und verständliche Abbildung des Systems wieder. Die meisten bereits existierenden objektorientierten Methoden können jedoch wegen fehlender eindeutiger Syntax bzw. Semantik eine strenge Formulierung der Anforderungen nicht unterstützen und zur Durchführung des Sicherheitsnachweises nur einen begrenzten Beitrag liefern.

Das Anreichern einer grafischen objektorientierten Methode mit einer eindeutigen Syntax und Semantik ist ein Weg, der die Verständlichkeit dieser Methode und die mathematische Fundierung der Formalen Methoden vereint. Dieser Weg kann die Handhabbarkeit der grafischen objektorientierten Methode bewahren und eine Beweisführung für die Eindeutigkeit der Anforderungen sowie die Vollständigkeit und Korrektheit des entwickelten Systems ermöglichen (Bild 1).

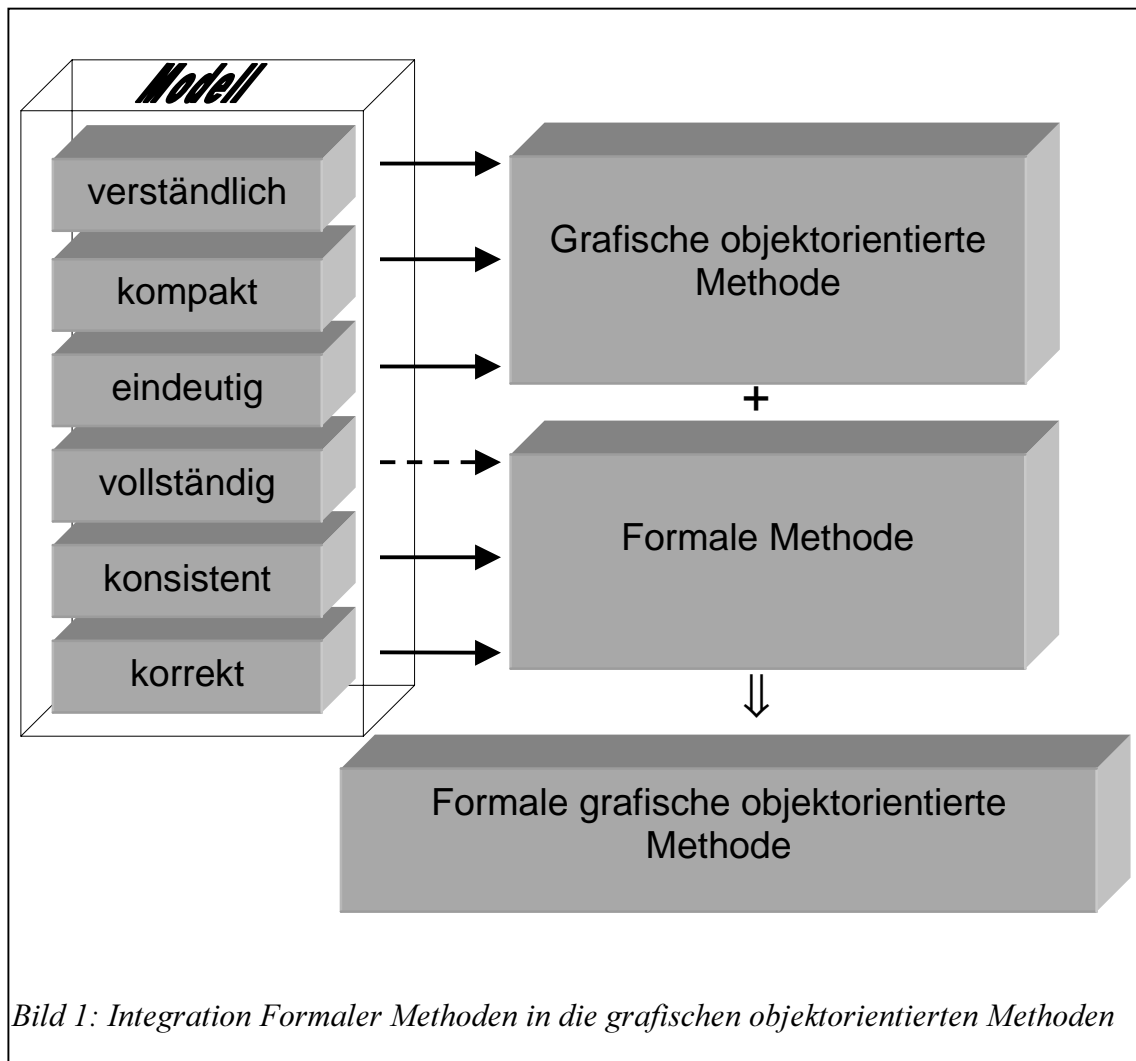


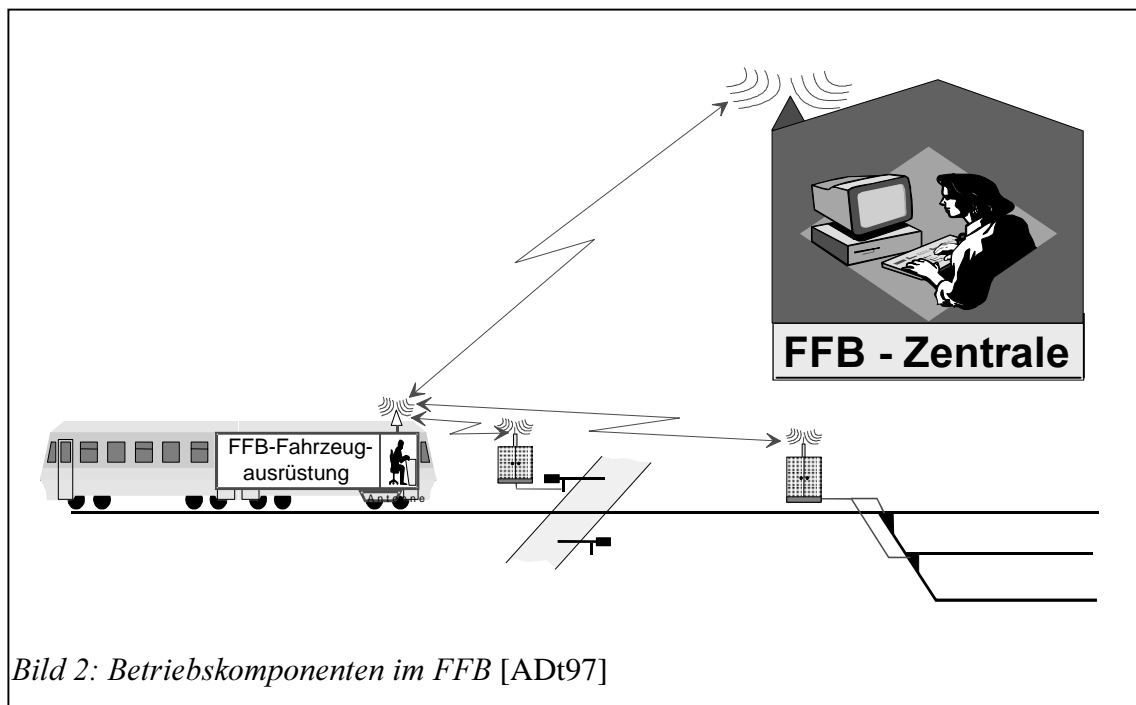
Bild 1: Integration Formaler Methoden in die grafischen objektorientierten Methoden

In dem vorliegenden Beitrag wird am Beispiel des FunkFahrBetriebs (FFB) gezeigt, dass die grafischen objektorientierten Modelle eine kompakte und eindeutige Abbildung des zu entwickelnden Systems liefern und für alle oben genannten Personengruppen verständlich und gleichermaßen handhabbar sind. Die Aspekte des objektorientierten Ansatzes stehen in diesem Beitrag nicht im Vordergrund. Diese sind z.B. in [Boo97], [Oest98] oder [RBPEL94] ausführlich behandelt worden. Mit diesem Beitrag soll gezeigt werden, dass diese Methoden eine Möglichkeit bieten, das zu entwickelnde System in einer präzisen, kompakten und verständlichen Form darzustellen. Basierend auf diesem Modell wird in [BCM99] beschrieben, wie die Spezifikation von Sicherheitsanforderungen in ein grafisches objektorientiertes Modell integriert werden kann. Diese Integration bildet einen Ausgangspunkt einer anwendungsspezifischen formalen Fundierung der objektorientierten grafischen Methoden.

Im folgenden wird zuerst das Betriebsverfahren und die prinzipielle Funktionsweise des FFB erläutert. Danach wird durch Klassendiagramme die Systemstruktur im FFB dargestellt. Anschließend werden mit Hilfe von Message Sequence Charts (MSC) ein Betriebsablauf und mittels Zustandsdiagrammen das Verhalten der Systemkomponenten beschrieben. Die Klassen- bzw. Zustandsdiagrammen basieren auf den Notationen der grafischen semi-formalen Unified Modeling Language (UML).

2 Betriebsverfahren FFB

Der in diesem Beitrag für den FFB präsentierten Modellierung liegen die Beschreibungen in [ADt97] zugrunde. Danach wird der FFB als ein prinzipiell neues Betriebsverfahren definiert, welches das gesamte Spektrum der Leistungsanforderungen im Bahnbetrieb abdeckt. Die grundsätzliche Funktionsweise dieser Betriebsart wird mit der Fahrzeugsteuerung und -sicherung, der Fahrwegsteuerung und -sicherung sowie der Disposition festgelegt. Die Aufgabe der Fahrzeugsteuerung und -sicherung wird realisiert, indem die Züge sich selbst mit Hilfe von Streckenatlas, Odometer und Balisen orten, ihre Zugvollständigkeit prüfen und ihren Standort über Funk an die FFB-Zentrale melden. Die Dispositionsaufgaben werden von der FFB-Zentrale übernommen, indem sie die Zugstandorte verwaltet und Fahrzeugen über Funk Fahrwegabschnitte (und Rangierbereiche) zuweist. Die Überwachung der Steuerung und der Sicherung der zustandsvariablen Fahrwegelemente wird von diesen Elementen selbst durchgeführt, indem sie sich auf Anforderung der Fahrzeuge oder der FFB-Zentrale stellen, sichern und ihren Status zurückmelden.

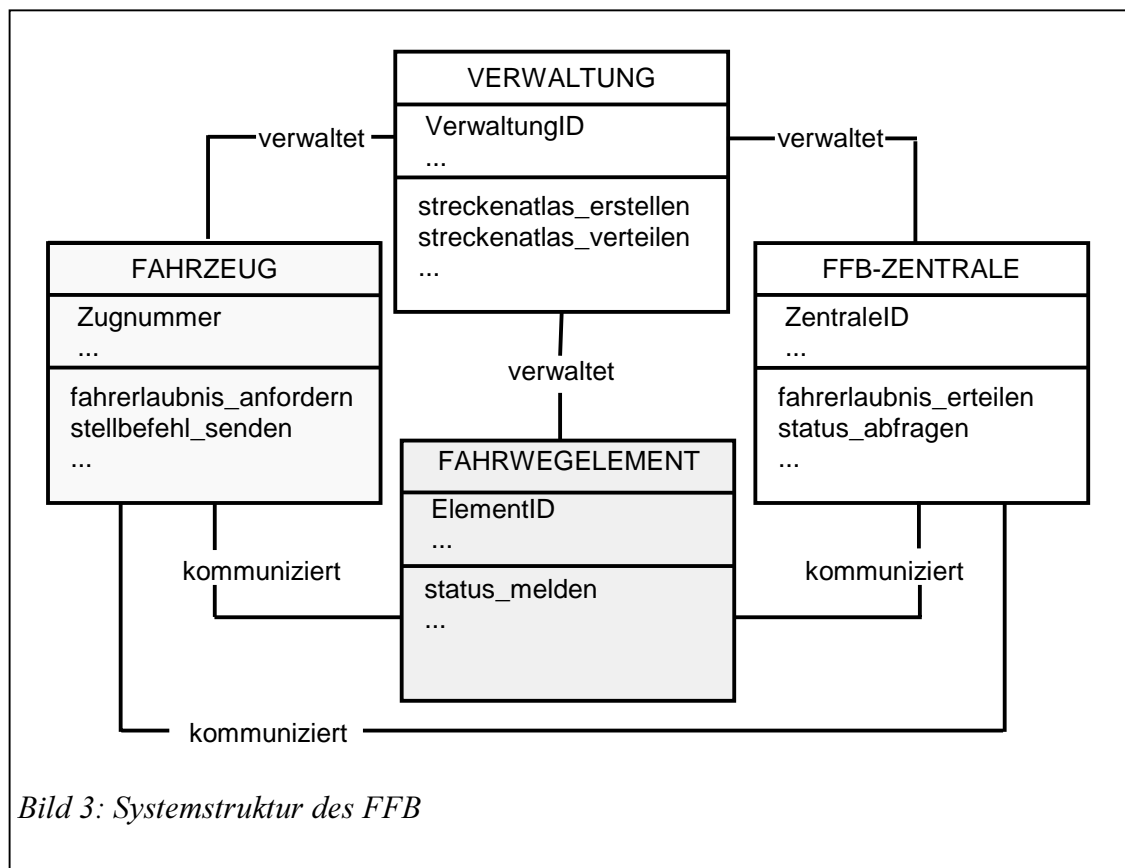


3 Objektorientierte Modellierung des FFB

Bei der objektorientierten Modellierung des FFB wird das Gesamtsystem in Subsysteme aufgeteilt. Diese Aufteilung erfolgt durch die Identifizierung der Betriebskomponenten, welche die wesentlichen Funktionen des Betriebs übernehmen. Diese Funktionen sind im Konzept des FFB die Zugfolgesicherung, die Zuggeschwindigkeitsüberwachung und die Fahrwegsteuerung und -sicherung, die als Hauptaufgaben des Betriebs definiert und durch eine Zusammenarbeit der Komponenten FFB-Zentrale, Fahrzeug und zustandsvariables Fahrwegelement realisiert werden.

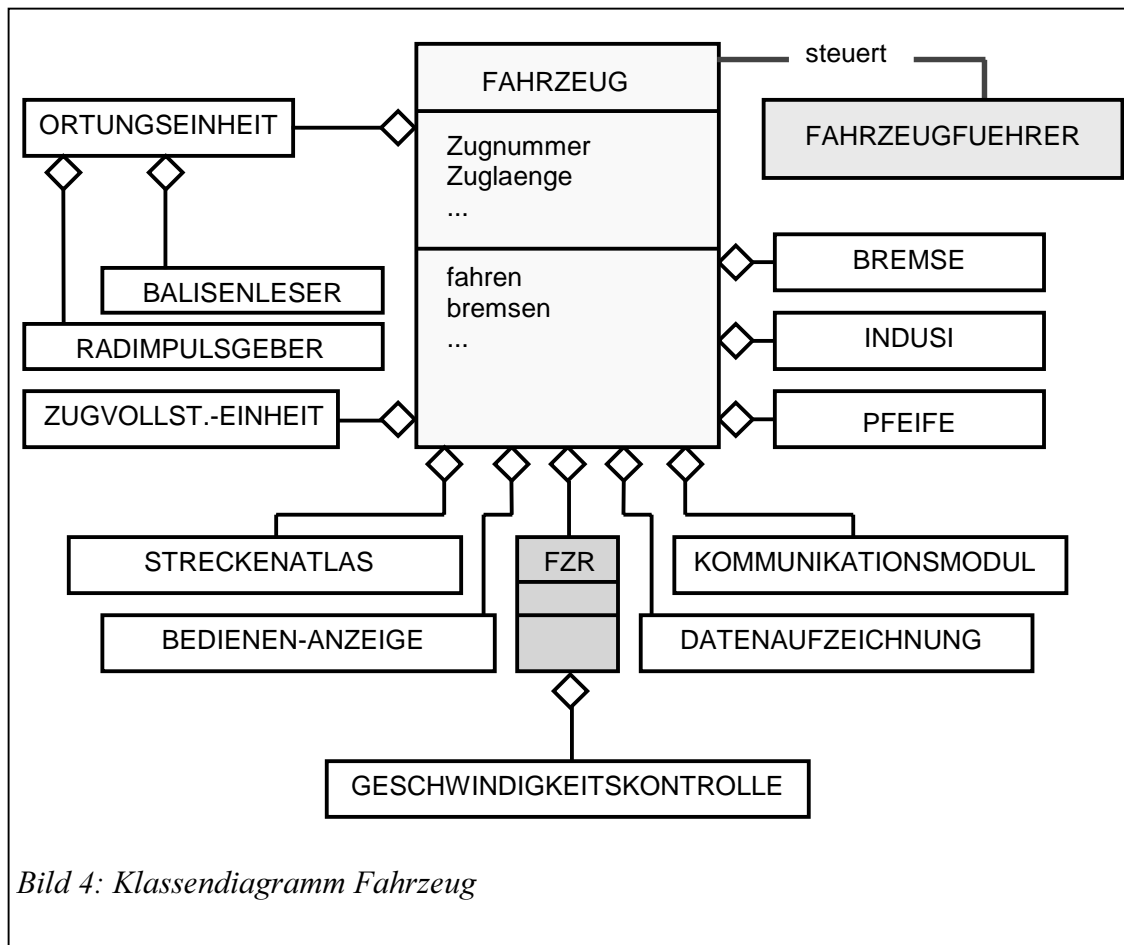
3.1 Gesamtstruktur im FFB

Die Betriebskomponenten FFB-Zentrale, Fahrzeug und Fahrwegelement bilden zwar die ersten Kandidaten für die Subsysteme im FFB, sie können jedoch nicht alle anfallenden Aufgaben des Betriebes übernehmen. Für die Aufgaben, die für die Abwicklung des Betriebes wichtig sind und sich keinem dieser Subsysteme zuordnen lassen, definieren wir eine weitere Komponente Verwaltung, die solche Aufgaben übernimmt. So ist zum Beispiel die Aufgabe der Aktualisierung des Streckenatlas, der unter anderem nach baulichen Maßnahmen neu erstellt, aktualisiert und verteilt werden muss, eine Aufgabe der Verwaltung. Damit lässt sich die Grundstruktur im FFB wie in Bild 3 festlegen. Die Notationen in allen Klassendiagrammen basieren auf [Oest98].



3.1.1 Struktur des Fahrzeugs

Ein Fahrzeug besteht aus mehreren Teilsystemen, die unterschiedliche Aufgaben erfüllen. Bei der Darstellung der Struktur des Fahrzeugs wird hier nach dem Prinzip der Abstraktion gehandelt und lediglich die Teilsysteme betrachtet, die den Funktionen Zugsteuerung und Zugsicherung dienen. Die Relation zwischen diesen Teilsystemen und dem Fahrzeug wird in Form von Aggregation in Bild 4 dargestellt, dabei wurde auf die Darstellung der Attribute und Aktionen verzichtet, da die Struktur des Subsystems im Vordergrund stehen soll.

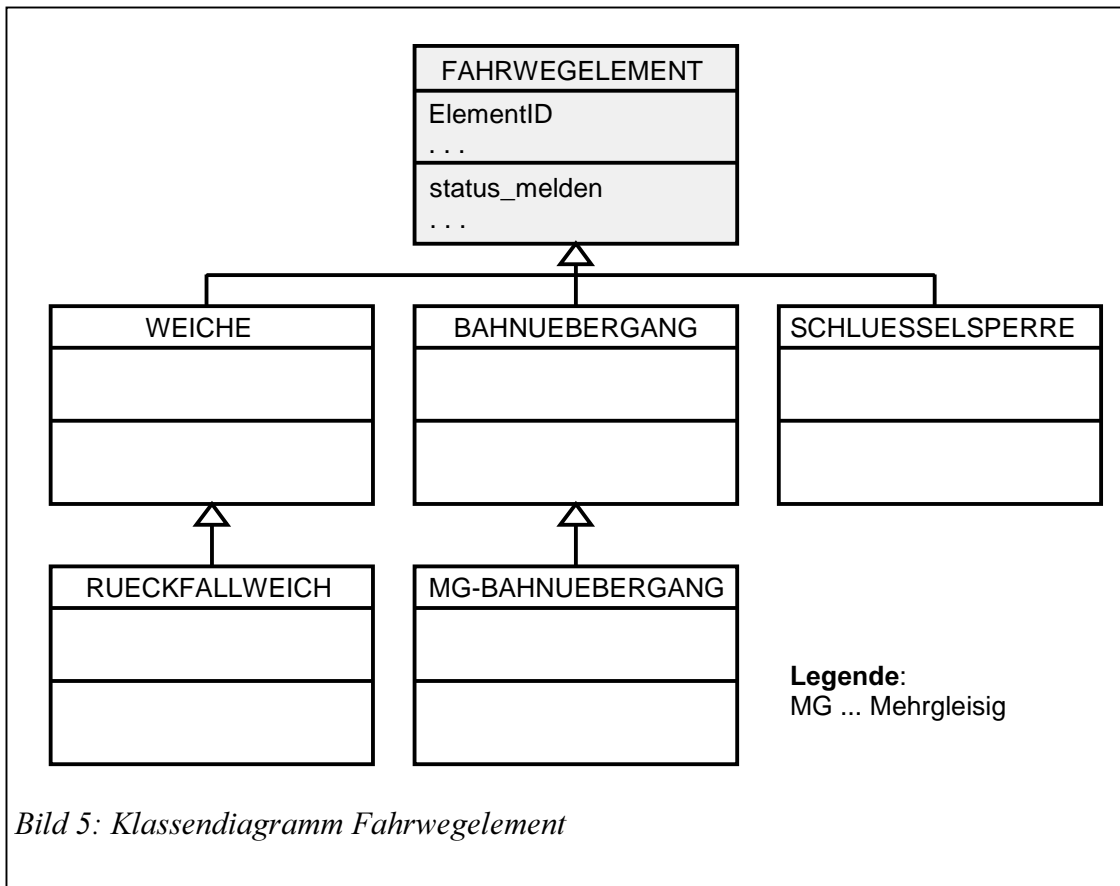


In ähnlicher Form lässt sich auch die Struktur der FFB-Zentrale darstellen, die hier nicht ausgeführt wird.

3.1.2 Struktur der Zustandsvariablen Fahrweegelemente

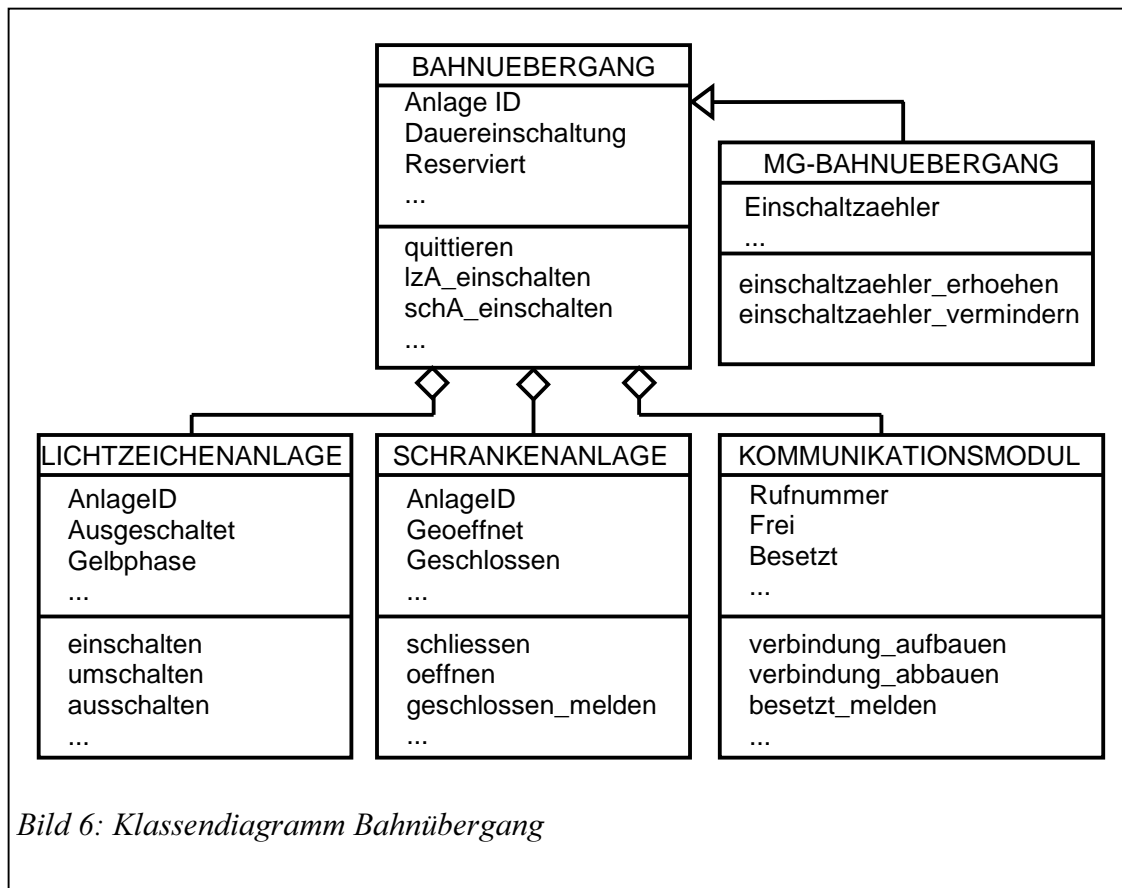
Bahnübergänge, Weichen und Schlüsselsperren sind laut [ADt97] zustandsvariable Fahrweegelemente, die erst dann befahren werden dürfen, wenn sie den sicheren Zustand angenommen haben. Jedes zustandsvariable Fahrweegelement wird durch die Elementansteuerung mit einer eigenen Intelligenz zur Kommunikation mit dem Fahrzeug oder der FFB-Zentrale, zur selbständigen und permanenten Überwachung des Ordnungszustands aller im Fahrweegelement enthaltenen Subsysteme sowie zur Prüfung und Ausführung von Anweisungen ausgestattet.

Für die Darstellung der Struktur zustandsvariabler Fahrweegelemente wird hier das Prinzip der *Spezialisierung* benutzt, indem eine Klasse *Fahrweegelement* definiert wird, welche die allgemeinen Eigenschaften aller zustandsvariablen Fahrweegelemente besitzt. Diese Eigenschaften werden an ein spezielles Fahrweegelement, wie einen Bahnübergang oder eine Weiche, vererbt und um spezielle Eigenschaften erweitert (Bild 5).



Die Spezialisierung kann allerdings auch zwischen einer Weiche und einer Rückfallweiche oder zwischen einem eingleisigen und einem mehrgleisigen Bahnübergang definiert werden (Bild 5). So werden z.B. alle Eigenschaften eines eingleisigen Bahnübergangs von einem mehrgleisigen übernommen und um die Attribute *Einschaltzähler*, ... und die Aktionen *einschaltzähler_erhöhen*, *einschaltzähler_vermindern*, ... erweitert. Damit ist ein mehrgleisiger Bahnübergang in der Lage, die Anzahl der Fahrzeuge zu registrieren, die ihn innerhalb eines Sicherungsvorgangs befahren, und beendet den Sicherungsvorgang erst nach der Freigabe durch das letzte Fahrzeug.

Die Relationen zwischen einem Bahnübergang und seinen Komponenten werden in Bild 6 dargestellt. Dabei verkörpert die Klasse Bahnübergang die Steuerungseinheit des Bahnübergangs. Um die Übersichtlichkeit der Abbildung zu bewahren, werden hier die Attribute und Aktionen nur beispielhaft erwähnt.



3.2 Betriebsablauf im FFB

Damit im FFB eine Zugfahrt stattfinden kann, muss zuerst vom Fahrzeug eine Fahrerlaubnis für die zu befahrende Strecke angefordert werden. In der Zentrale wird von dem Fahrwegrechner überprüft, ob der angeforderte Fahrweg frei oder bereits vergeben ist. Ist der Fahrweg frei, so wird er dem anfordernden Fahrzeug zugewiesen. Alle zustandsvariablen Fahrwegelemente, die sich auf dem zugewiesenen Fahrweg befinden, gelten für das Fahrzeug zunächst als bedingte Gefahrpunkte. Aus diesem Grunde baut das Fahrzeug sein dynamisches Fahrprofil so auf, dass es vor jedem Fahrwegelement zum Halt kommt, wenn das entsprechende Fahrwegelement keine Sicherungsmeldung sendet.

Wenn das Fahrzeug sich einem zustandsvariablen Fahrwegelement nähert, sendet es zeitgerecht per Funk einen Stellbefehl an dieses. Das Fahrwegelement quittiert den Erhalt des Befehls. Nach dem Ablauf der Sicherungszeit sendet das Fahrzeug eine Statusabfrage an das Fahrwegelement, um sich über die richtige Stellung des Fahrwegelements (Lage der Weiche, gesicherter Bahnübergang) zu erkundigen (dies ist eine der vorgesehenen Varianten). Wird die Statusabfrage mit einer Meldung über die erfolgte Sicherung des Fahrwegelements beantwortet, so hebt das Fahrzeug die entsprechende Bremskurve auf und löscht den Gefahrpunkt. In diesem Fall wird das Fahrwegelement von dem Fahrzeug befahren und anschließend freigegeben. Das Fahrwegelement kann danach die Anforderung des nächsten Fahrzeugs annehmen.

In Bild 7 wird dieser Ablauf, der ein beispielhafter Regelfall ist, veranschaulicht. Für die Darstellung dieser Art stellen die grafischen objektorientierten Methoden unterschiedliche

Beschreibungsmittel zur Verfügung. Hier wird die Notation von Message Sequence Charts (MSC) [AnBe95] verwendet.

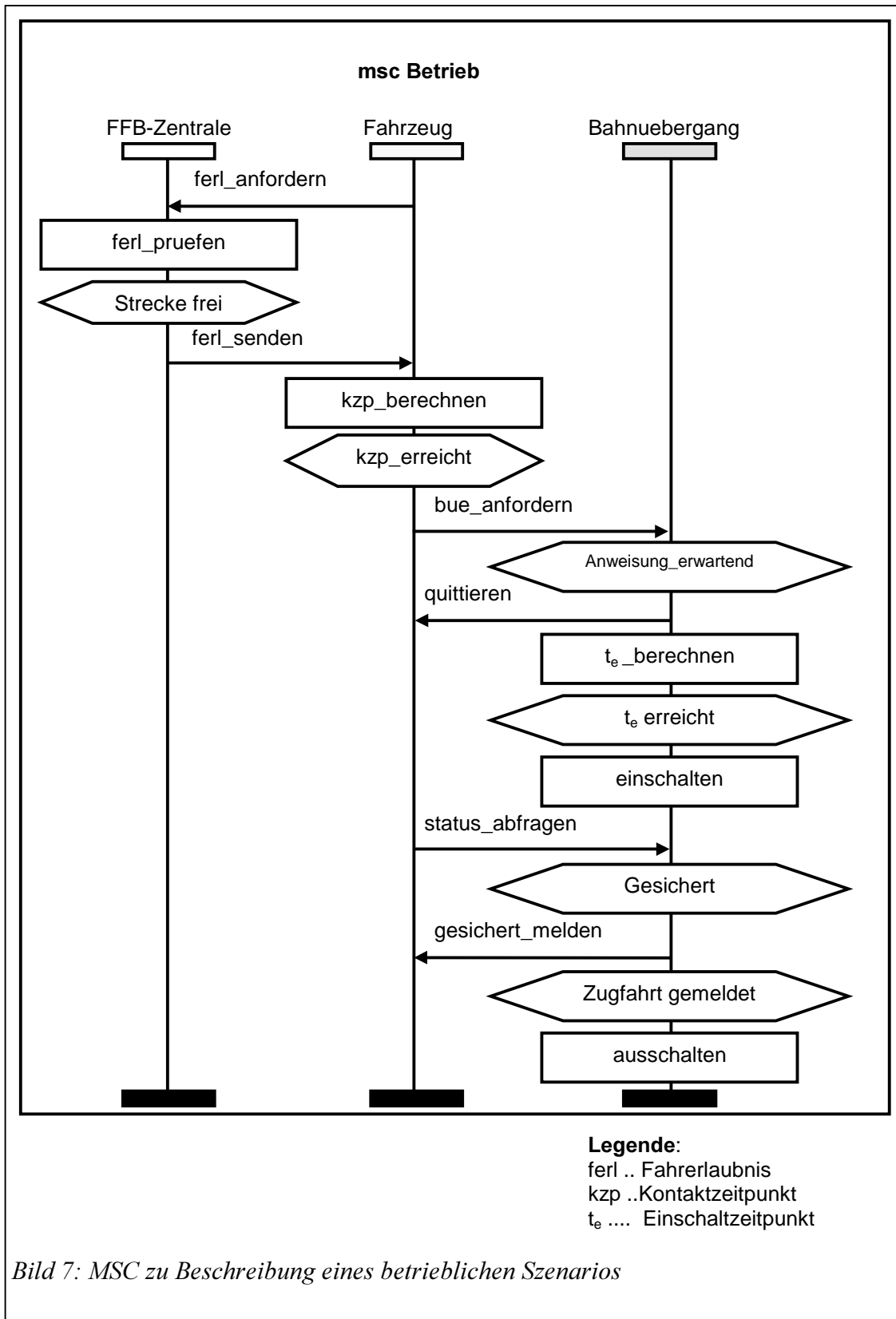


Bild 7: MSC zu Beschreibung eines betrieblichen Szenarios

Die Darstellung in Bild 7 umfasst nur den Fall, in dem die folgenden Bedingungen gelten:

- Die zu befahrende Strecke ist frei und die angeforderte Fahrerlaubnis wird von der FFB-Zentrale erteilt.
- Der Bahnübergang ist weder defekt noch befindet er sich in einem laufenden Sicherungsvorgang.

Für andere Fälle, in denen diese Bedingungen nicht erfüllt sind, werden weitere MSC's benötigt, die das dynamische Verhalten des Systems unter entsprechenden Annahmen abbilden.

3.3 Verhalten von Systemkomponenten

Bei der Analyse eines Systems ist es unter anderem wichtig festzulegen, wie und in welcher Reihenfolge die Aktionen eines Objektes ausgeführt werden, die in den Klassendiagrammen aufgelistet sind. Mit Hilfe von Zustandsdiagrammen wird das Verhalten eines Objektes dargestellt. Dabei werden die möglichen Zustände des Objektes, die Reihenfolge der Aktionen sowie die Umstände dargestellt, die zum Ausführen einer Aktion führen. In diesem Beitrag werden beispielhaft die Zustandsdiagramme der Objekte Bahnübergang (in vereinfachter Form), Lichtzeichenanlage und Schrankenanlage dargestellt. Dazu werden zuerst die Anforderungen an diese Objekte erörtert.

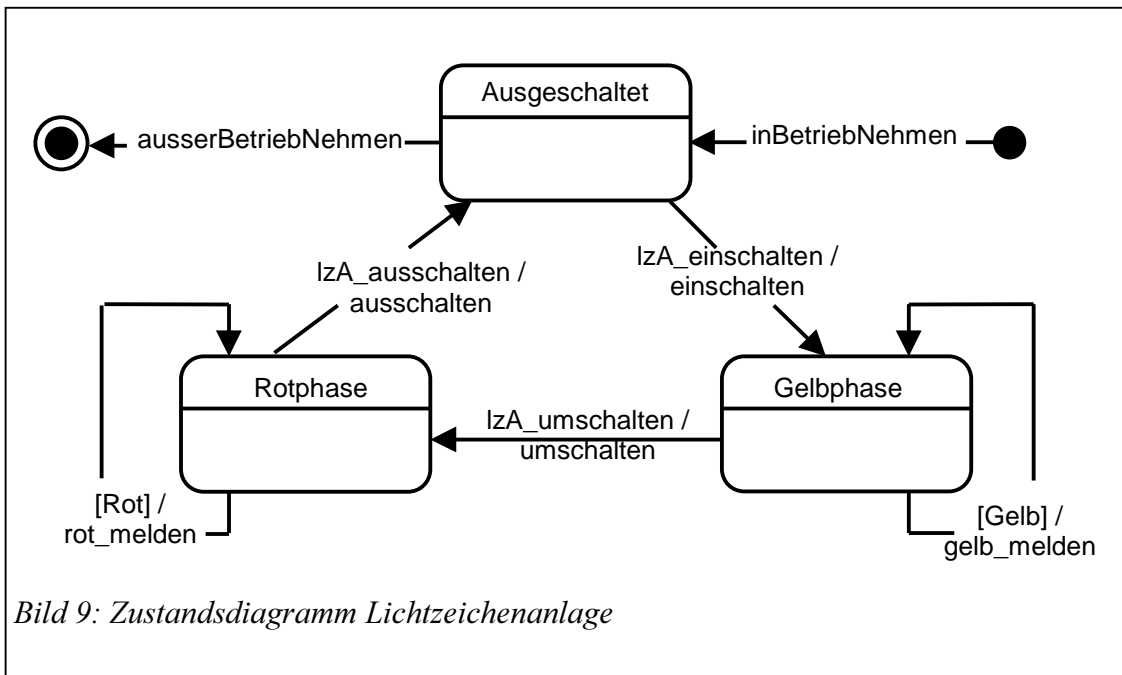
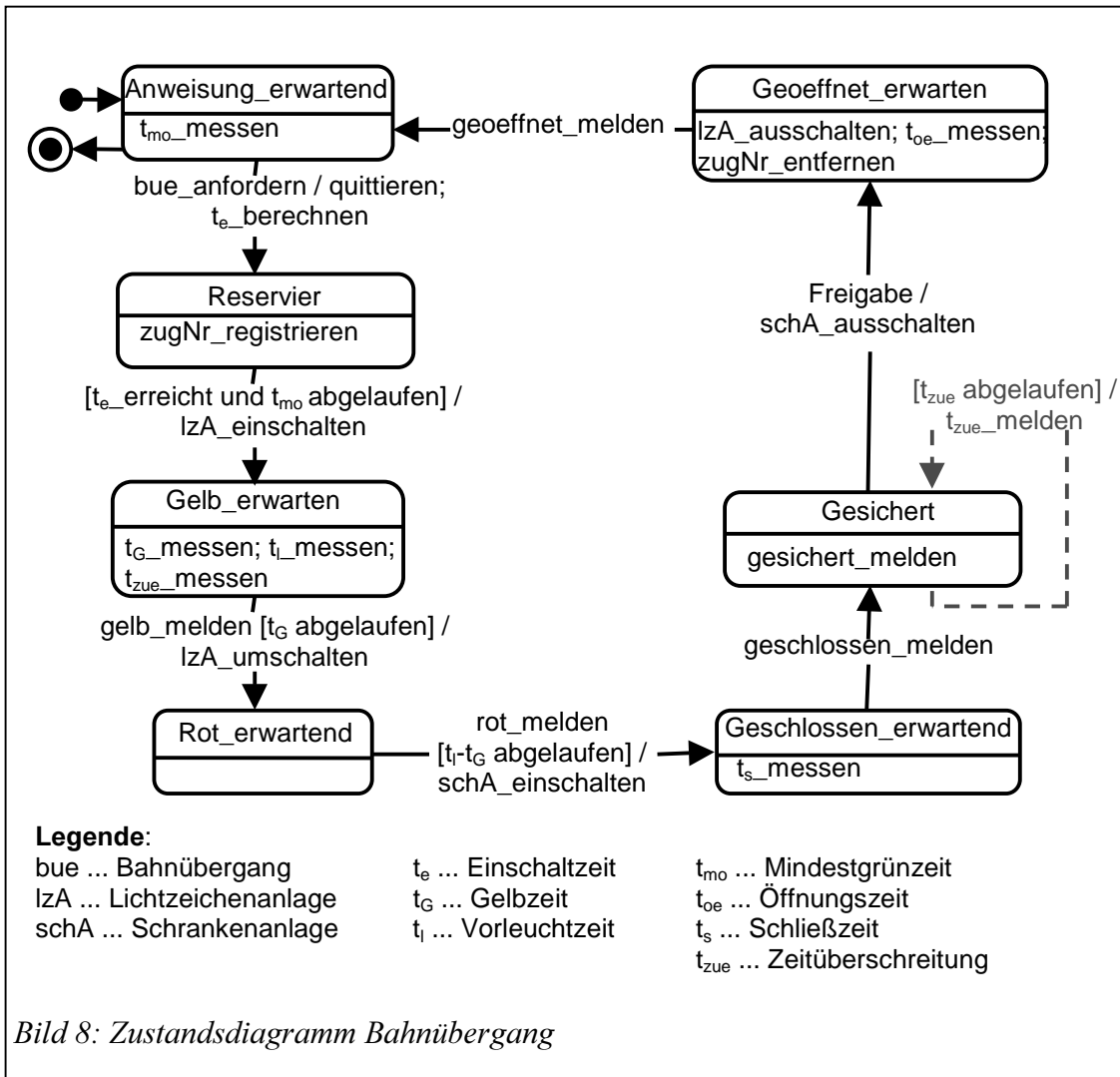
3.3.1 Beispiel Bahnübergang

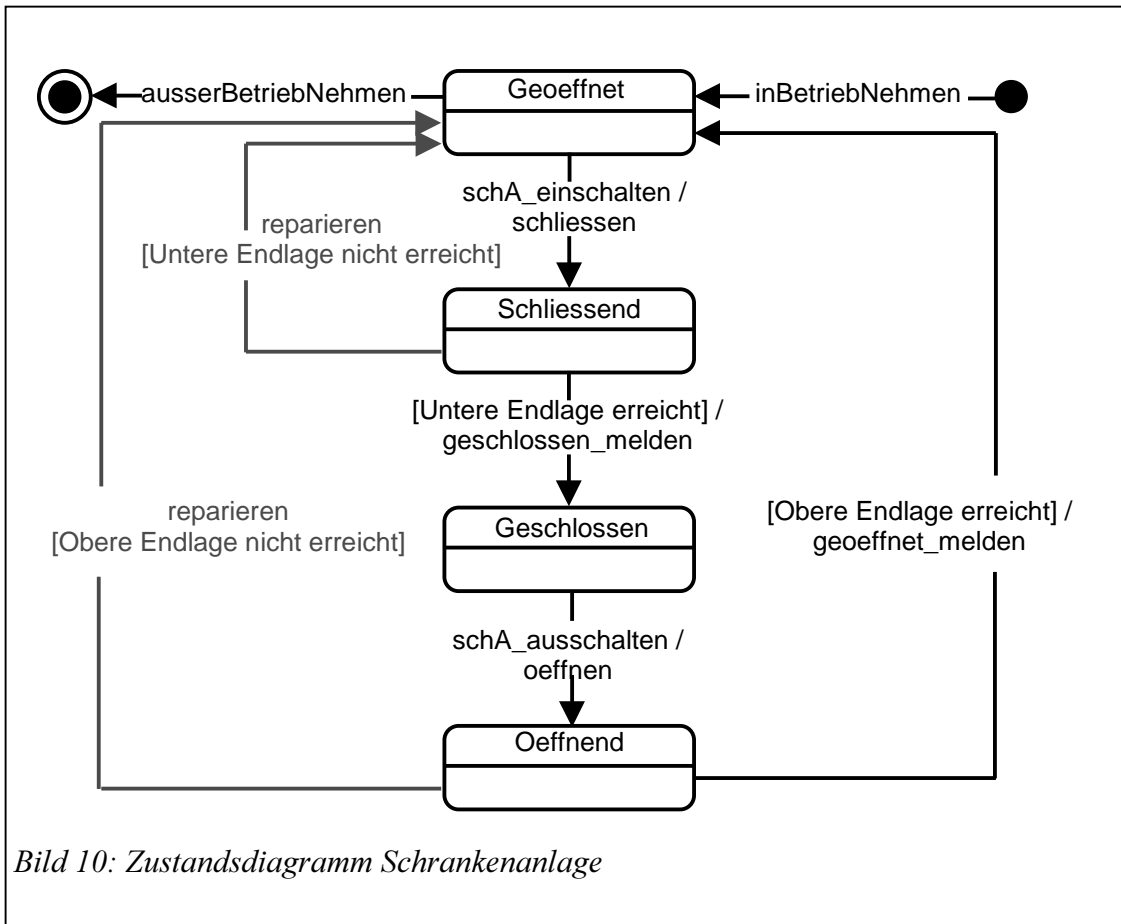
In [ADt97] stehen die Anforderungen an das System und nicht ihre technische Realisierung im Mittelpunkt. Daher werden hier alle Aufgaben der Steuerung und Überwachung des Bahnübergangs in der Klasse Bahnübergang definiert, die die Steuerungseinheit des Bahnübergangs repräsentiert. Damit erhält die Steuerungseinheit des Bahnübergangs sämtliche Steuerungsaufgaben bezüglich seiner Komponenten sowie die Aufgabe der Einhaltung aller zeitlichen Anforderungen, die für einen Sicherungsvorgang vorgeschrieben sind.

Die Bilder 8, 9 und 10 enthalten die Zustandsdiagramme, die das Verhalten der Objekte Bahnübergang (Steuerungseinheit des eingleisigen Bahnübergangs), Lichtzeichenanlage und Schrankenanlage beschreiben. Dabei wurde angenommen, dass die Objekte Lichtzeichenanlage und Schrankenanlage nur Befehle der Steuerungseinheit ausführen und selbst über keine eigene Zeitüberwachungseinheit verfügen.

Die Darstellungen in diesen Bildern basieren auf der Syntax der Zustandsdiagramme in der UML [Oest98].

Bild 8 wurde der besseren Lesbarkeit wegen hier stark vereinfacht.





4 Eigenschaften der objektorientierten Modellierung

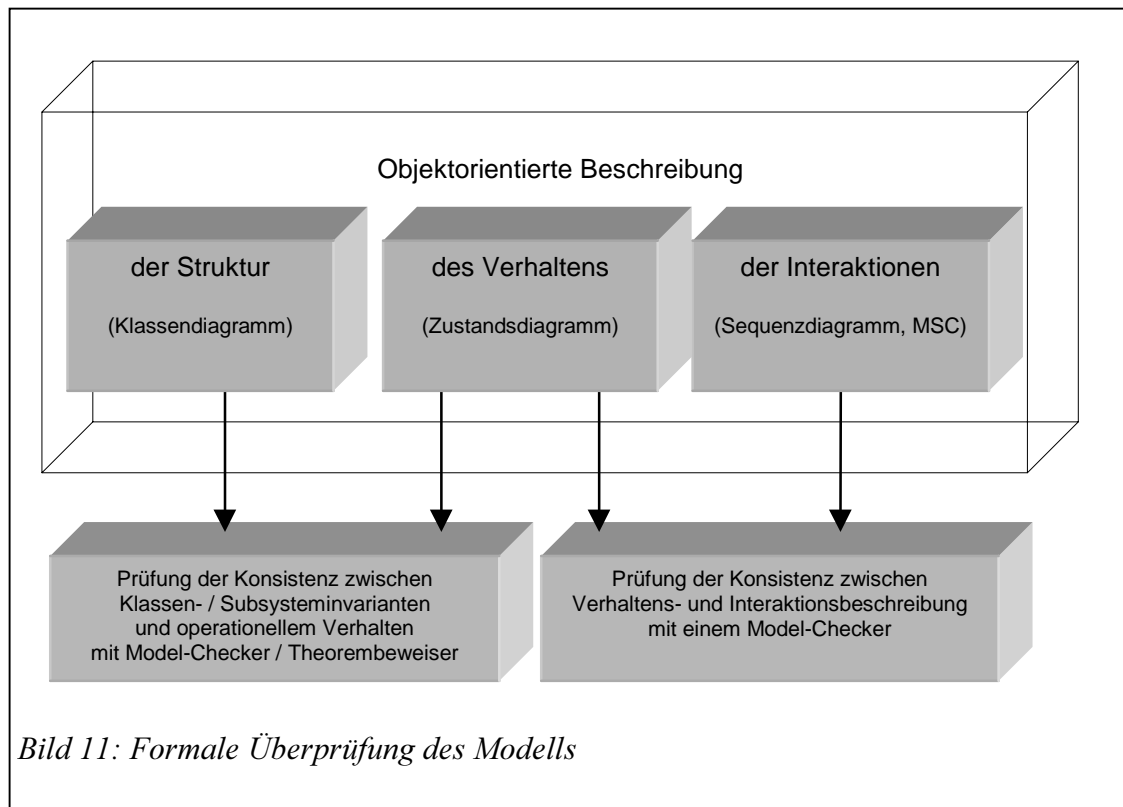
Die objektorientierte Methode bietet die Möglichkeit, ein komplexes System als eine Kollektion interagierender Objekte zu betrachten, in der auf die detaillierte Beschreibung der statischen Struktur und des Verhaltens der Objekte sowie auf die Interaktionen unter den Objekten eingegangen wird. Das Ergebnis der objektorientierten Analyse ist ein Modell, dessen Gerüst auf einer Abstraktion basiert, die sich auf die essentiellen und inhärenten Eigenschaften des Systems konzentriert. Der objektorientierte Aufbau dieses Modells bietet die Möglichkeit, jede Systemkomponente in unterschiedlichen Abstraktionsebenen betrachten zu können und dadurch das System bis ins kleinste Detail zu analysieren. Die Besonderheiten der objektorientierten Modelle bestehen darin, dass diese Modelle übersichtlich und nachvollziehbar sind, d.h. diese Modelle stellen die Systemeigenschaften in einer übersichtlichen Art und Weise dar, so dass sie für den Auftraggeber, Entwickler und die Aufsichtsbehörde bzw. den Prüfer gleichermaßen verständlich sind. Weiter sind diese Modelle sehr kompakt im Vergleich zu textuellen Dokumenten. An den Beispielen, die in dem vorliegenden Beitrag präsentiert wurden, ist erkennbar, dass durch die Darstellungsmittel der objektorientierten Methoden eine präzise und eindeutige Darstellung der Systemstruktur und des Systemverhaltens möglich ist.

5 Formulierung von Sicherheitsanforderungen im objektorientierten Modell

Ein Ziel beim Einsatz Formaler Methoden ist, einen formalen Beweis zu führen und dadurch das Vertrauen in das korrekte Verhalten des Systems zu erhöhen. Das erfordert die Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen bereits bei der Erstellung des Modells, d.h. die Sicherheitsanforderungen sollen in dem objektorientierten Modell abgebildet sein, damit durch die formale Überprüfung des Modells, herausgestellt wird, ob diese Anforderungen immer erfüllt sind oder unter welchen Umständen sie eventuell verletzt werden. Die Anforderungen, die sich als Sicherheitsanforderung klassifizieren lassen, betreffen z.B. die Attributwerte in einem Objekt, Vor- und Nachbedingungen bezüglich der Ausführung von Aktionen, die Assoziationen unter mehreren Objekten oder als ständig geltende Invarianten in einer definierten Betriebssituation. Um die Sicherheitsanforderungen in den geeigneten Stellen eines objektorientierten Modells zu integrieren, müssen diese herausgearbeitet und rigoros formuliert werden. Ein Ansatz zur Integration der Sicherheitsanforderungen in ein grafisches objektorientiertes Modell wird in [BCM99] erläutert.

6 Formale Überprüfung des Modells

Bei den objektorientierten Modellen ist eine formale Überprüfung der Konsistenz und der Korrektheit des Modells nur beschränkt möglich. So lassen sich nur Modellteile wie z.B. die Zustandsdiagramme, die in der Syntax der Statecharts geschrieben sind, mit Hilfe eines Model-Checkers auf Korrektheit prüfen, allerdings sollte die Anzahl der Zustände nicht zu groß sein. Es gibt Ansätze zur Übertragung von MSC's in die Statecharts, die dadurch zur Prüfbarkeit von MSC's beitragen [BGKS99]. Es gibt auch Ansätze, die eine Konsistenzprüfung zwischen MSC's und Statecharts ermöglichen, indem sie MSC's und Statecharts syntaktisch und semantisch integrieren und eine formale Konsistenzbeziehung zwischen diesen Notationen formulieren [Can99].



Für die formale Überprüfung von Klassendiagrammen, Zustandsdiagrammen und Sequenzdiagrammen der UML, wobei die beiden letzten eine Variante von Statecharts und MSC's sind und zum Teil in diesem Beitrag verwendet wurden, ist eine formale Erweiterung dieser Notationen in Syntax und Semantik notwendig, so dass

- eine Möglichkeit gegeben ist, die Sicherheitsanforderungen in das objektorientierte Modell zu integrieren,
- eine Konsistenzbeziehung unter Klassen- und Zustandsdiagrammen sowie unter Zustandsdiagrammen und Interaktionsbeschreibungen definiert ist, und
- der Einsatz eines Prüfmechanismus wie eines Model-Checkers gefördert wird.

Diese Erweiterung ist in dem Projekt SafeRail Gegenstand der Forschung und wird von den Verfassern gemeinsam mit anderen Partnern (siehe [BCM99] und [Can99]) bearbeitet.

7 Zusammenfassung

Für die Spezifikation von Eisenbahnsignalssystemen wurden vereinzelt Formale Methoden eingesetzt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind zwar präzise, eindeutig und auf Konsistenz prüfbar, sie sind jedoch nicht von allen an dem Entwicklungsprozess interessierten Personengruppen gleichermaßen handhabbar. Die Erfahrung in diesem Bereich zeigt, dass die formalen Systemspezifikationen einerseits einen sehr großen Umfang annehmen - auch wenn es sich um die Spezifikation kleiner Subsysteme handelt - und andererseits nur für die Fachexperten der Formalen Techniken verständlich sind. Das Nachvollziehen der Systemeigenschaften wird für den Auftraggeber und die Aufsichtsbehörde erschwert.

Insbesondere bleibt die Systementwicklung für den Auftraggeber und die Aufsichtsbehörde in fortlaufenden Entwicklungsphasen und nicht zuletzt bei der Durchführung des Sicherheitsnachweises unübersichtlich. Aufgrund dieser Tatsache gewinnen die grafischen objektorientierten Methoden, wie UML, trotz ihres semi-formalen Aufbaus immer mehr an Bedeutung. Diese Methoden bieten eine Möglichkeit, die essentiellen und inhärenten Eigenschaften des Systems in ein kompaktes eindeutiges und verständliches Modell zu abstrahieren. Mit Hilfe dieser Methoden lassen sich die Struktur des Systems, das interne Verhalten der Subsysteme und die Interaktionen unter den Systemkomponenten darstellen.

In diesem Beitrag wurde anhand des Beispiels FFB gezeigt, dass die grafischen objektorientierten Modelle übersichtlich, kompakt und leicht nachvollziehbar sind. Diese Modelle sind wegen der beschränkten Anzahl von verwendeten Symbolen relativ leicht verständlich und können in der Sprache der Anwender geschrieben werden, daher sind sie ein geeignetes Kommunikationsmittel für den Auftraggeber, Entwickler und die Aufsichtsbehörde bzw. den Prüfer. Die objektorientierte Methode kann sowohl bei der Spezifikation, Analyse und Entwurfsdokumentation als auch bei der Implementierung verwendet werden, daher kann sie als eine durchgängige Methode in allen Entwicklungsphasen eingesetzt werden. Erwähnt werden soll, dass die objektorientierte Vorgehensweise den Signalingenieuren nicht fremd ist. Ende der 50er Jahre wurde bei den Relaisstellwerken eine Fahrstraßenlogik realisiert, deren Aufbau und Arbeitsprinzip mit einem objektorientierten Ansatz vergleichbar ist (Spurplantechnik: Relaisgruppen als Objekte, die durch Programmstecker mit Eigenschaften versehen werden und über Spurbabel miteinander kommunizieren).

Für die Durchführung eines Sicherheitsnachweises sollen die Beschreibungsmittel dieser Methoden um eine geeignete Syntax und Semantik erweitert werden, die einerseits die Integration von Sicherheitsanforderungen in das objektorientierte Modell unterstützt, andererseits den Einsatz eines Prüfmechanismus wie eines Model-Checkers ermöglicht.

Die in diesem Artikel wiedergegebenen Abbildungen und Modellierungsbeispiele stammen aus dem Forschungsprojekt SafeRail, das im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Schwerpunktprogramms mit dem Titel „Integration von Techniken der Softwarespezifikation für ingenieurwissenschaftliche Anwendungen“ bearbeitet wird.

Literatur

- [ADt97] ADtranz
Lastenhefte zum FunkFahrBetrieb(FFB), DB AG, 1997
- [AnBe95] Andersson, M., Bergstrand, J.
Formalizing Use Cases with Message Sequence Charts May 1995
http://www.efd.lth.se/~d87man/EXJOB/Title_Abstract_Preface.html
- [BCM99] Bitsch, F., Canver, E., Moik, A.,
Strukturierte Erstellung von Sicherheitsspezifikationen in UML mit Hilfe der FMEA-Methode, FORMS'99
- [BGKS99] Broy, M., Grosu, R., Krüger, I., Scholz, P.

From MSC's to Statecharts, Institut für Informatik, Technische Universität München 1999

- [Boo97] Booch, G.
Objektorientierte Analyse und Design mit Praktischen Anwendungsbeispielen, Addison-Wesley 1997
- [Can99] Canver, E.
Model-Checking zur Analyse von Message Sequence Charts über Statecharts.
Ulmer Informatik Berichte 99-04, Universität Ulm, 1999
- [Oest98] Oestreich, B.
Objektorientierte Softwareentwicklung Analyse und Design mit der Unified Modeling Language, R. Oldenburg Verlag München Wien 1998
- [RBPEL94] Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., Lorenzen, W.,
Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen, Carl Hanser Verlag München 1994