Test von Zustandsautomaten zur Verifikation und Abnahme

Using state machines to test for verification and acceptance

Marie Gehrmann | Charlotte Gäbel

Mit zunehmender Komplexität von Systemen wird das ausführliche Testen immer wichtiger, insbesondere bei Verkehrssystemen, bei denen Fehler Menschenleben gefährden. Die Initiative EULYNX hat sich dafür entschieden, das Testen der Zustandsautomaten bereits in der Spezifikationsphase begleitend durchzuführen. Die Zustandsautomaten ermöglichen eine vollständige und eindeutige Definition des Systemverhaltens. Die daraus resultierenden Vorteile der Zustandsautomaten können auch in der nachfolgenden Systemabnahme durch automatisierte Testspezifikation weiteren Einsatz finden.

1 Aktueller Stand in EULYNX

Das EULYNX-Konsortium ist eine Initiative von europäischen Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) zur Definition eines international standardisierten LST-Systems (LST – Leit- und Sicherungstechnik). Der Fokus liegt auf der Standardisierung der Schnittstellen. Hierbei sollen durch das EULYNX-Konsortium eine ständige Weiterentwicklung, Wartung und Änderung des definierten Standards überwacht und vorangetrieben werden. Dabei sollen auch die individuellen Implementierungen des Standards der 13 beteiligten EIU unterstützt werden.
Die Standardisierung eines LST-Systems soll dadurch verwirklicht werden, dass das Gesamtsystem modularisiert wird. Das LST-Gesamtsystem wird in mehrere kleinere Teilsysteme untergliedert (dieses Vorgehen wird im EULYNX-Dokument „EULYNX Concept" [Eu.Doc.6] [1] erläutert). Die Modularisierung erfolgte beispielweise in das Teilsystem elektronisches Stellwerk wie auch die Teilsysteme der Feldelemente (Weiche, Lichtsignal, E/A, Bahnübergang, Rottenwarnanlage und Gleisfreimeldesystem) sowie Umsysteme (z. B. RBC). Eine Übersicht über die Teilsysteme und Umsysteme des „EULYNX Systems" ist im Anhang „EULYNX System Definition" [Eu.Doc.7] und auszugsweise in Bild 1 gegeben.
Damit ein echter Standard für dieses verteilte System entstehen kann, müssen die Schnittstellen zwischen den neu entstandenen Teilsystemen detailliert spezifiziert werden. Der Geltungsbereich der EULYNX-Spezifikationen wurde so definiert, dass für die Feldelemente auch die funktionalen Anforderungen des Teilsystems selbst spezifiziert werden. In EULYNX wurde die Entscheidung getroffen, über den Tellerrand der konventionellen Spezifikationstechnik in einer Textform zu schauen und Werkzeuge der Softwareentwicklung für die funktionale Anforderungsspezifikation zu nutzen. Das Werkzeug der Wahl ist die Nutzung eines modellbasierten Ansatzes für die Spezifikation der Schnittstelle und des Teilsystemverhaltens. Dabei folgt EULYNX einem modellbasierten Systems-Engineering (MBSE)-Prozess. Die Notation der Modelle erfolgt gemäß der Systems Modeling Language (SysML).

As system complexity increases, comprehensive testing is becoming ever more important, especially in transport systems where failures may put human lives at risk. Therefore, the EULYNX initiative has decided to implement state machine tests as early as in the specification phase. State machines enable the complete and unambiguous definition of a system's behaviour. The resulting advantages of state machines can also be applied in the subsequent system acceptance by means of automated test specification.

1 The current status in EULYNX

The EULYNX consortium is an initiative of European Railway Infrastructure Managers (RIM) with the objective of defining an internationally standardised signalling system. The focus is on the standardisation of the interfaces. The EULYNX consortium will monitor and drive continuous development, maintenance and changes to the defined standard. As such, the individual implementations of the standard by the 13 participating RIM should also be supported.
The signalling system should be standardised by breaking down the overall system into modules. The overall signalling system is divided into several smaller subsystems (this procedure is explained in the "EULYNX Concept" document [Eu.Doc.6] [1]). For example, the system has been modularised into the electronic interlocking subsystem, as well as into the subsystems for the field elements (the points, light signals, I/O, level crossings, track worker safety system and train detection system) and adjacent systems (i. e. RBC). See the "EULYNX System Definition" Appendix [Eu.Doc.7] and the extracts in Fig. 1 for an overview of the subsystems and the adjacent systems of the "EULYNX system".
In order to achieve a true standard for this distributed system, it is necessary to create a detailed definition of the interfaces between the newly created subsystems. To this end, the scope of the EULYNX specifications has been defined in such a way so that the functional requirements of the subsystem are also specified for the field elements.
A decision has been made to look beyond the conventional specifications technology in text form and to use software development tools for the functional requirement specification in EULYNX. The tool of choice is a model-based approach to interface specification and subsystem behaviour. Specifically, EULYNX uses a model-based systems engineering (MBSE) process. The modelling notation uses the Systems Modelling Language (SysML).

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Signon Deutschland GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

Nachdem sich die EIU auf gemeinsame, aber auch spezifische Funktionen geeinigt haben, werden die Anwendungsfälle (Use Cases) der jeweiligen Teilsysteme erstellt, um zu definieren, was funktional vom Teilsystem gefordert wird. Daraufhin folgt die Erstellung von Sequenzdiagrammen, die beschreiben, wie die geforderten Funktionen bzgl. Nachrichtenfluss umgesetzt werden. Hierbei wird ein Teilsystem als Blackbox betrachtet, welche auf einen bestimmten Stimulus reagiert. Zum Beispiel ist ein Stimulus für das Teilsystem Weiche, wenn das Stellwerk ein Kommando zum Umstellen der Weichenlage sendet. Das Teilsystem Weiche wird dann, abhängig von dem Zustand, in dem es sich gerade befindet, unterschiedlich reagieren. Wenn sich beispielsweise die Weiche in einer anderen Lage als die kommandierte befindet, wird die Weiche damit beginnen, ihre Lage umzustellen. Ist die Weiche jedoch bereits in einem Störungszustand, wird das Kommando ignoriert.

Im nächsten Verfeinerungsschritt des MBSE-Prozesses wird das Verhalten in Zustandsautomaten dargestellt. Die Zustandsautomaten beschreiben die Teilsystemfunktionalität eindeutig, kompakt und vollständig. Im Gegensatz zu den Sequenzdiagrammen, die nur einzelne (Teil-)Szenarien abbilden und in welchen Abhängigkeiten zwischen den Funktionen und den unterschiedlichen Anwendungsfällen nicht spezifiziert sind. Durch einen Zustandsautomaten werden verschiedene Szenarien in einer logischen Abfolge verknüpft. Damit wird das Zusammenwirken der Funktionen untereinander eindeutig modelliert. Im nächsten Schritt wird dies durch einen Simulator getestet.

Once the RIM have reached a consensus on both the common and specific functions, use cases are created for the respective subsystems in order to define each subsystem's functional requirements. This is followed by the creation of sequence diagrams, which describe how the required functions pertaining to the information flow are implemented. As such, the respective subsystem is treated like a black box, which responds to a specific stimulus.

For example, a stimulus for the point subsystem involves the sending of a switch command by the interlocking system. The point subsystem will respond differently depending on its current status. If, for example, the point is in a different position than that commanded, the point will start to change accordingly. However, if the point is already in a fault state, the command will be ignored.

The next refinement step for the MBSE process represents the behaviour in state machines. State machines describe any subsystem functionality unambiguously, concisely and completely, as opposed to sequence diagrams which only represent individual (sub)scenarios and do not specify the dependencies between the functions and different use cases. A state machine links different scenarios into a logical sequence. The interaction of the functions with each other is unambiguously modelled in this way. A simulator then tests this interaction in the next step.

Baseline (BL) 2 of the EULYNX specifications published in 2017 describes the system behaviour using only sequence diagrams.

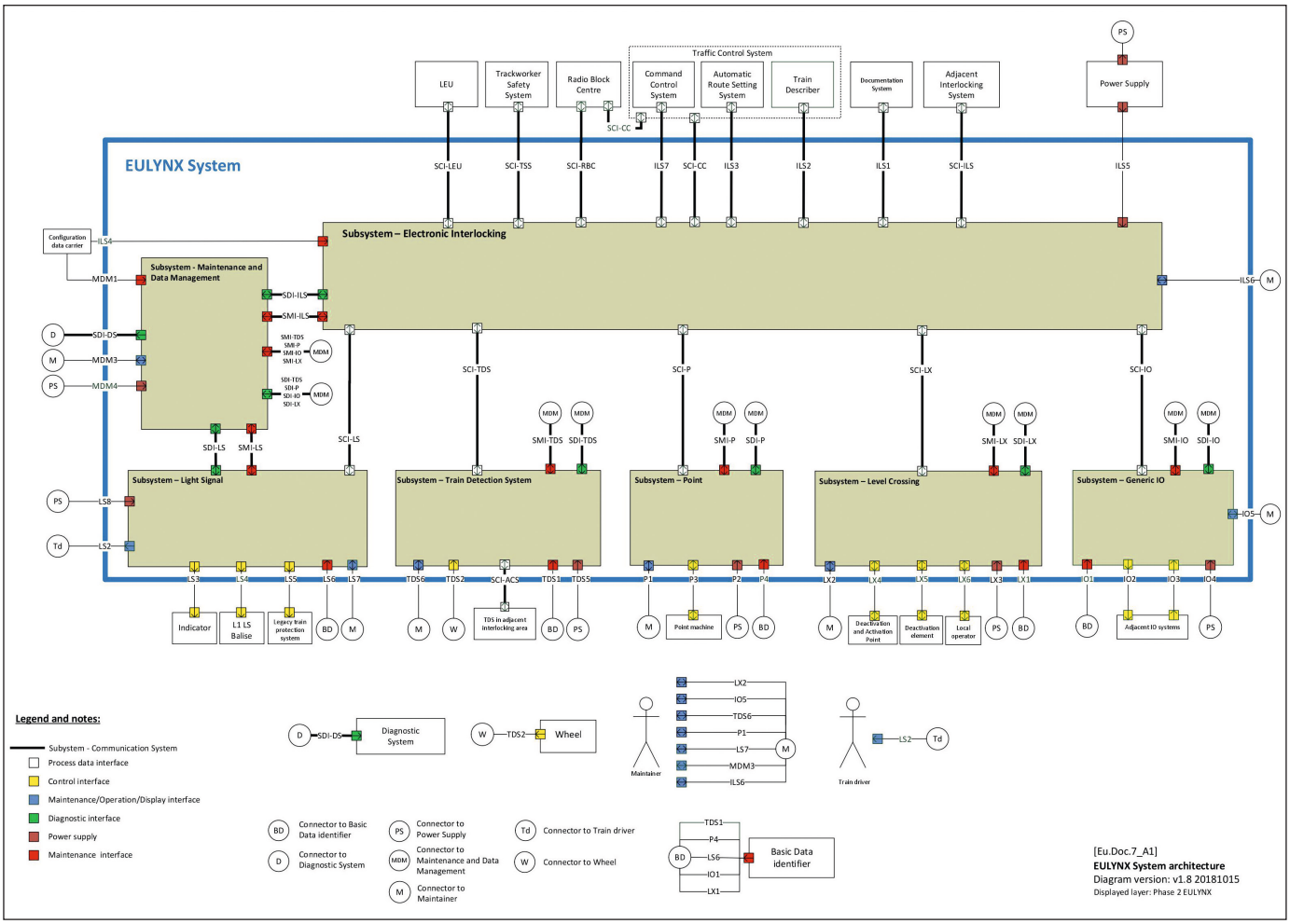

Bild 1: EULYNX-Systemarchitektur [3]
Fig. 1: The EULYNX system architecture [3]

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Signon Deutschland GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

Die im Jahr 2017 veröffentlichte Baseline (BL) 2 der EULYNX-Spezifikationen beschreibt das Systemverhalten nur mithilfe der Sequenzdiagramme. Im Jahr 2018 folgte BL 3 Release 1, in der die ersten Teilsystemlastenhefte auch bereits Zustandsautomaten enthielten. In den anschließenden BL 3 Releases werden weitere Zustandsautomaten ergänzt.

2 Herausforderung

Für eine international gültige Schnittstellenspezifikation müssen die funktionalen Anforderungen verschiedener EIU gesammelt und abstrahiert zusammengetragen werden. Mit der Harmonisierung der funktionalen Anforderungen muss das erforderliche Systemverhalten an der Schnittstelle aus verschiedenen Sichtweisen und zu verschieden Phasen des Lebenszyklus geprüft werden. Ziel ist es, Anforderungen an den Kunden zu liefern, die kompakt, konsistent, vollständig, testbar und eindeutig identifizierbar sind.
In der EN 50126 teilt sich die Entwicklung eines Systems in verschiedene Phasen in Form eines V-Modells auf. Das V-Modell besteht aus Sicht eines EIU im Wesentlichen aus drei Abschnitten, die sich in Spezifikation, Entwicklung sowie Abnahme und Betrieb aufteilen entsprechend der Verantwortlichkeitsverteilung zwischen EIU und Hersteller. Auf der linken Seite des V-Modells sind die verschiedenen Phasen zur Spezifikation dargestellt (EIU und Hersteller). In der unteren Spitze des V-Modells findet letztlich die Entwicklung durch die Hersteller statt. Die rechte Seite des V-Modells ist die Abnahme und der Betrieb des Systems durch das EIU. Für EULYNX sind die Phasen der Spezifikation im Dokument „System engineering process“ [Eu.Doc.27] [2] festgehalten.
Die modellbasierte Anforderungsspezifikation mit ausführbaren Zustandsautomaten und die Systemabnahme für den Betrieb erfordern Testspezifikationen und Testdurchführungen. Aus funktionaler Sicht ist der Testinhalt auf beiden Seiten des V-Modells gleichbleibend. Daraus resultierte die Idee, dass die Testspezifikation der Zustandsautomaten aus der Spezifikationsphase auch für die Systemabnahme wiederverwendet werden kann. Bedenkt man, dass die Zustandsautomaten alle erforderlichen Szenarien der Systemschnittstelle und ggf. auch des Systemverhaltens definieren, dann können die Zustandsautomaten auch als geeignete Grundlage zur automatisierten Testspezifikation verwendet werden.

3 Test von Zustandsautomaten während der Spezifikation

Die Verwendung von Zustandsautomaten zur Spezifikation von Systemen erfordert auch für den Nachweis der Richtigkeit (Prüfung) den Test der Zustandsautomaten.
In der Spezifikation werden Tests zur Prüfung der implementierten Anforderungen im Zustandsautomaten mithilfe eines Simulators durchgeführt. Der Simulator entsteht durch die Erweiterung eines statisch gezeichneten Zustandsautomaten, indem dieser ausführbar gemacht wird. Durch Eingaben des Testers wird der Simulator stimuliert, anschließend wird die Reaktion beobachtet und mit dem erwarteten Verhalten verglichen.
Um eine zuverlässige, reproduzierbare Überprüfung zu gewährleisten, ist es wichtig, dass unvoreingenommen die Qualität der implementierten Anforderungen in den Zustandsautomaten geprüft wird. Dafür verifiziert eine andere unabhängige Person das Modell zur Wahrung des Vier-Augen-Prinzips. Zur Verifizierung werden einzelne Testfälle bzw. Testabläufe spezifiziert. Die Verifizierung hat folgende Ziele:

- Überprüfung der vollständigen Implementierung der geforderten Funktionen im Zustandsautomaten. Durch unmittelba-

BL 3 Release 1 was published in 2018 and the first subsystem specifications in it already contained state machines. The subsequent BL 3 Releases will add additional state machines.

2 The challenge

An internationally valid interface specification requires the collection and abstraction of the functional requirements of the different RIM. The required system behaviour at the interface needs to be examined from different perspectives and at different phases of the life cycle in order to harmonise the functional requirements. The goal is to provide the customers with requirements which are compact, consistent, complete, testable and uniquely identifiable.
The development of a system in EN 50126 is divided into different phases in form of a V-model. From the point of view of the RIM, the V-model essentially features three levels, which are divided into specifications, development and acceptance and operation in accordance with the distribution of responsibilities between the RIM and the manufacturer. The left-hand side of the V-model shows the different phases of the specifications (the RIM and the manufacturer). Ultimately, the development by the manufacturer takes place in the lower tip of the V-model. The right-hand side of the V-model shows the acceptance and operation of the system by the RIM. The specification phases for EULYNX are laid out in the “System engineering process” document [Eu.Doc.27] [2].
The model-based requirement specification with executable state machines and system acceptance for operations requires test specifications and test implementation. From a functional point of view, the test content is the same for both sides of the V-model. This has given rise to the idea that the state machine test specification from the specification phase can be reused for the system acceptance. Given that state machines define all the scenarios required for the system interface, as well as for the system behaviour, if necessary, state machines can be a suitable basis for automated test specification.

3 State machine testing during the specification

The use of state machines to specify systems also requires the testing of the state machines to verify that they are operating correctly.
Tests aimed at verifying the implemented requirements in the state machine are carried out in the specification using a simulator. The simulator is created by extending a statically drawn state machine so that it becomes executable. The simulator is stimulated by the tester’s inputs and the responses are then observed and compared with the expected behaviour.
In order to ensure reliable, reproducible verification, it is important that the quality of the requirements implemented in the state machine is checked impartially. Therefore, another independent person verifies the model in line with the dual-control principle. Individual test cases or test runs are specified for the purpose of verification. The goals of such verification are as follows:

- verification of the complete implementation of the functions required in the state machine. The direct linking of the test case to the requirement (test case ←→ sequence diagram) facilitates tracking.
- test runs with “All-Transition-Coverage”, i. e. all transitions between states are traversed during testing. This verifies whether the transitions comply with the requirements set out in the sequence diagrams.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Signon Deutschland GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

re Verknüpfung von Testfall zur Anforderung (Testfall ← → Sequenzdiagramm) wird die Nachverfolgung unterstützt.
- Testdurchführungen mit „All-Transition-Coverage", d.h. alle Übergänge zwischen den Zuständen werden beim Testen durchlaufen. Dabei wird verifiziert, ob die Übergänge den gestellten Anforderungen in den Sequenzdiagrammen entsprechen.

Nach der Verifikation durch einen Tester aus dem Modellierungsteam folgt das Validieren des Zustandsautomaten durch das EIU, bevor die Spezifikation an den Hersteller zur Entwicklung weitergegeben wird. Ziel dabei ist es, das Modell auf die Funktionalität zu überprüfen. Durch die Simulation können verschiedene Szenarien vorab getestet werden. Weitere Informationen sind im Artikel „Verifikation und Validierung von ausführbaren Spezifikationsmodellen" der Ausgabe 06/2018 zu finden.
Somit wird durch ein modellbasiertes Testen aus Verifikation und Validierung der Zustandsautomat auf Qualität und Funktionalität getestet und bietet eine gute Grundlage für die nächsten Phasen des V-Modells.

4 Automatisierte Testfallgenerierung auf Basis der Zustandsautomaten

Im Bahnbetrieb werden viele Teilsysteme miteinander verkoppelt, die miteinander interagieren. Für ein hoch verfügbares und zuverlässiges Bahnsystem ist insbesondere auch die reibungslose Kommunikation von Teilsystemen unterschiedlicher Hersteller und zwischen unterschiedlichen EIU gefordert.
Die zuvor beschriebenen Vorteile, die durch den Einsatz von Zustandsautomaten entstehen, können auch über die Spezifikation (auf der linken Seite des V-Modells) hinaus einen positiven Einfluss auf die Implementierung der Teilsysteme haben.
In der Abnahme muss für die verschiedenen Teilsysteme auch das Schnittstellenverhalten zu den anderen Teilsystemen getestet werden, um das Ineinandergreifen der verschiedenen Teilsysteme abzusichern. Als Basis zur Testspezifikation eignen sich die spezifizierten Sequenzdiagramme, da darin ein Minimum an zu testenden Szenarien beschrieben ist.
Die manuelle Ableitung von Testfällen aus der textbasierten oder modellbasierten Spezifikation ist mit hohem Aufwand verbunden. Dies muss über die Qualitätssicherung geprüft werden und daraus entstehen zusätzliche Aufwände (Zeit und Geld). Der Nachweis für die vollständige Abdeckung des Teilsystemverhaltens durch die Testfälle ist schwer nachvollziehbar. Des Weiteren müssen bei jeder Aktualisierung der Lastenhefte die Testfälle erneut händisch überarbeitet werden.
Die modellbasierte Spezifikation ermöglicht, dass die Testfälle auf Basis der Zustandsautomaten automatisiert generiert werden. Die toolgestützt und automatisch generierten Testfälle prüfen das in dem Zustandsautomaten spezifizierte Verhalten vollständig und nachvollziehbar. Ein weiterer Vorteil der automatisierten Testfallerstellung liegt darin, dass nach einer Aktualisierung der Lastenhefte die Testfälle schneller auf den aktuellen Stand der Spezifikation angehoben werden können, ohne lange händische Suche nach Änderungen und folgender Anpassung der Testfälle.
In der Praxis kommt es häufig vor, dass nicht jede Funktion als Sequenzdiagramm beschrieben ist, zum Beispiel für verschiedene Nachrichtenwerte (Parameter) von Telegrammen. Das Sequenzdiagramm geht aus methodischen Vorgaben nicht darauf ein. Auch Sonderfälle, die erst durch die Zustandsautomatenentwicklung erkannt wurden, werden normalerweise nicht in den Sequenzdiagrammen dargestellt. Durch die Nutzung der Zustandsautomaten für die automatisierte Testfallgenerierung werden die

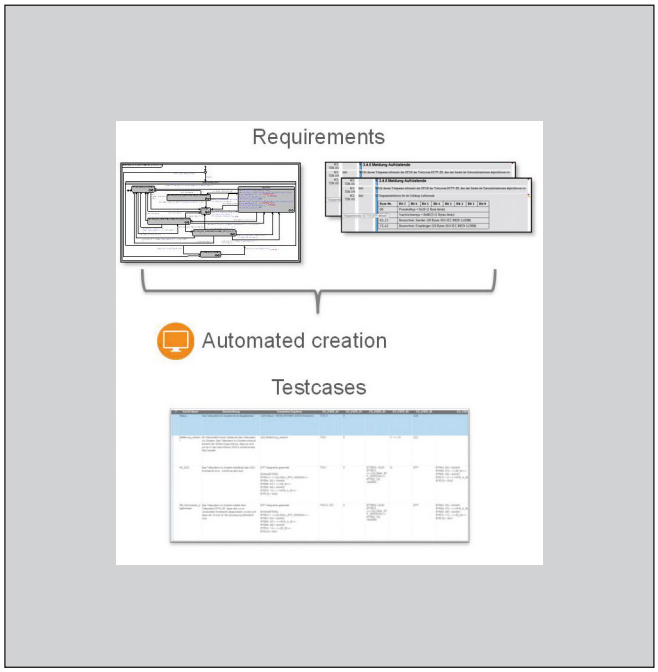

Bild 2: Darstellung der Eingangsinformationen der automatisierten Testfallerstellung
Fig. 2: The representation of input information in automated test case generation

After the completion of the verification by a tester from the modelling team, the RIM validates the state machine before the specification is submitted to the manufacturer for development. The aim is to verify the model's functionality. Simulation provides the advance testing of different scenarios. See the "Verification and Validation of Executable Specification Models" article in the 06/2018 issue for further information.
As such, model-based testing can be used to verify and validate of the quality and functionality of the state machine affords and provides a good basis for the following phases of the V-model.

4 Automated test case generation based on state machines

Railway operations link many subsystems, which in turn interact with each other. A highly available and reliable rail system particularly requires smooth communication between subsystems made by different manufacturers and between different RIM.
The advantages from the use of state machines described above can also positively influence the implementation of the subsystems beyond the specification process (the left-hand side of the V model).
It is also necessary to verify the interface behaviour with the other subsystems during acceptance in order to ensure the correct interaction of the various subsystems. Specified sequence diagrams are a suitable basis for test specifications, as they describe a minimum of scenarios to be tested.
The manual derivation of test cases from text-based or model-based specifications requires a great deal of effort. It also requires verification through quality assurance, which implies additional expenses (both time and money). The proof of the complete coverage of the subsystem behaviour based on the test cases is rather difficult to understand. Furthermore, every update of the specifications requires yet another manual revision of the test cases.
Model-based specification affords the option of the automatic generation of test cases based on state machines. The tool-

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Signon Deutschland GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

Testfälle und die Testfallabdeckung deutlich umfangreicher und die Aufwände zur Erstellung der Testspezifikation werden deutlich reduziert.
Sofern sich ein EIU für den Schritt entscheidet, seine Testfallspezifikationen beispielsweise für Abnahmetests automatisiert aus dem EULYNX-Modell erstellen zu lassen, bedarf es noch geringer Verbesserungen, um bestmögliche Ergebnisse zu erreichen. Die Spezifikation der Telegramme ist zurzeit nur als Informationsfluss ohne Dateninhalte in den Modellen enthalten. Bisher wird nur definiert, welches Telegramm zu welchem Zeitpunkt gesendet wird, jedoch noch ohne den genauen Inhalt auf Bit-Ebene. Beispielsweise wird bei der Meldung des aktuellen Signalbildes des Lichtsignals ein Text als String mit dem Signalbild als Ausgabe generiert. Dieser Inhalt ist erstmal unabhängig von dem eigentlichen Telegramm, welches in der Telegrammspezifikation definiert ist. Die Testfälle müssten jedoch später bei der Abnahme bis auf das letzte Bit genau spezifiziert sein. Durch Hinzufügen der Telegrammdefinitionen in die Modelle wäre auch dieser letzte Verfeinerungsschritt der automatisierten Testfälle möglich (Bild 2).

5 Fazit

Mit den Erfahrungen und Erkenntnissen aus EULYNX hat sich eindeutig ergeben, dass sich in den unterschiedlichen Phasen des V-Modells Zustandsautomaten sehr positiv auswirken. Die Vorteile ergaben sich in der Spezifikation und werden sich auch bei der Abnahme zeigen.
Der Zustandsautomatentest ermöglicht das frühzeitige Aufdecken von Spezifikationslücken, Fehlern und unpräzisen Anforderungen. Die Verbesserungen und Korrekturen werden noch vor der Entwicklung durch Hersteller identifiziert und realisiert.
Durch automatische Testfallgenerierung aus dem Zustandsautomaten heraus kann die Verwendung der Zustandsautomaten auch für die Systemabnahme ausgeweitet werden. Der Vorteil ist, dass die manuellen Aufwände und Fehlerquellen reduziert werden. Die Testfälle decken automatisch die gestellten Anforderungen ab. ■

based and automatically generated test cases verify the behaviour specified in the state machine completely and comprehensively. Another advantage of automated test case generation involves the fact that test cases can be updated more quickly to the current level of specification after a specification update without the need for a long manual search for any changes and the subsequent adaptation of the test cases.
In practice, it frequently occurs that not every function is described as a sequence diagram, for example, for the different message values (parameters) of telegrams. The sequence diagram does not cover them due to the methodological guidelines. Another example includes special cases, which have only come to light in the wake of the state machine development and are therefore not normally represented in the sequence diagrams. The use of state machines for automated test case generation means that test cases and test case coverage becomes significantly more comprehensive and the expense involved in creating the test specification is significantly reduced.
If an RIM decides to take the step of having its test case specifications for acceptance tests automatically generated using the EULYNX model, for example, minor improvements will still be necessary in order to achieve the best possible results. The specification of the telegrams is currently only included in the models as an information flow without any data content. So far, the only definition involves which telegram will be sent when, but without the exact content at the bit level. For example, a text is generated as a string with the signal pattern as the output when the current signal pattern of a light signal is reported. This content is initially independent of the actual telegram which is defined in the telegram specification. However, test cases would later have to be specified right down to the very last bit at the time of acceptance. The addition of the telegram definitions to the models would make this last refinement to automated test cases finally possible (Fig. 2).

5 Conclusions

The experiences and findings from EULYNX have clearly shown that state machines have a very positive effect on the different phases of the V-model. The advantages are apparent during the specification and will also become evident during acceptance.
State machine testing enables the early detection of specification gaps, errors and imprecise requirement definitions. Improvements and corrections can be identified and implemented by manufacturers prior to development.
The use of automatic test case generation by state machines will enable the use of state machines to also be extended to system acceptance. The advantage lies in the reduction of manual efforts and error sources. The test cases will automatically cover the specified requirements. ■

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Signon Deutschland GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

LITERATUR | LITERATURE

[1] Blazic, M.: https://eulynx.eu. (07. 12. 2017), abgerufen am 08. 04. 2019 von EULYNX Concept, Eu.Doc.6: https://eulynx.eu/index.php/documents/published-documents/open-availability/baseline-set-3-release-1/203-20181214-eulynx-baseline-set-3-cover-document-1a
[2] Gäbel, C.: https://eulynx.eu (05. 12. 2017), abgerufen am 8. 04. 2019 von System engineering process, Eu.Doc.27: https://eulynx.eu/index.php/documents/published-documents/open-availability/baseline-set-3-release-1/203-20181214-eulynx-baseline-set-3-cover-document-1a
[3] Huurman, N.; Blazic, M.: https://eulynx.eu (29. 11. 2018), abgerufen am 08. 04. 2019 von Appendix A1 EULYNX System architecture, Eu.Doc.7_A1: https://eulynx.eu/index.php/documents/published-documents/open-availability/baseline-set-3-release-1/203-20181214-eulynx-baseline-set-3-cover-document-1a

AUTOREN | AUTHORS

Marie Gehrmann, M. Sc.
Fachgruppenleiterin / *Team Leader* Model-based Systems Engineering
Signon Deutschland GmbH
Anschrift / *Address*: Schützenstraße 15-17, D-10117 Berlin
E-Mail: marie.gehrmann@signon-group.com

Dipl.-Ing. Charlotte Gäbel
Systemingenieurin / *Systems Engineer*
Signon Deutschland GmbH
Anschrift / *Address*: Rüdesheimer Straße 7, D-80686 München
E-Mail: charlotte.gaebel@signon-group.com