

# Herausforderungen und Lösungsansätze beim Zulassungs- und Safetymanagement für ETCS

## The challenges and solution approaches in ETCS approval and safety management

David Karbe | Frank Werner | Robert Schätzle | Lars Eilrich

Viele Unternehmen in unserer Branche sind am ETCS-Roll-out in Deutschland beteiligt. Wenn es um die Zulassungs- und Safetymanagement-Prozesse geht, dann sieht es aber in den Köpfen vieler Beteiligten wie auf Bild 1 aus. Wie hängen generische und spezifische Anwendungen zusammen? Welche Gesetze / Normen müssen wir einhalten? Welche Rollen gibt es? Können wir Synergien nutzen? Im folgenden Beitrag wollen wir mit unseren Projekterfahrungen das Ganze einmal strukturieren und mögliche Lösungsansätze aufzeigen.

### 1 Motivation

Für die Deutsche Bahn AG (DB) ergeben sich aufgrund des ambitionierten Programms „Digitale Schiene Deutschland“ (DSD) mit dem Ziel eines flächendeckenden ETCS-Roll-outs zahlreiche Herausforderungen. Dabei gilt es neben den betrieblichen Erfordernissen innerhalb der Spezifikation, Entwicklung und Zulassungen die vielfältigen Anforderungen aus Normen / Gesetzen und Zulassungsverfahren zu beachten und über die Lebenszyklusphasen in Einklang zu bringen.

Many companies in our industry are currently involved in the ETCS rollout in Germany. As far as the approval and safety management processes are concerned, however, it looks pretty much like fig. 1 inside the heads of many of those involved. How are generic and specific applications related? Which laws / standards do we have to comply with? What are the roles? Can we use synergies? In the following article, we want to use our project experience to structure everything and to present possible solution approaches.

### 1 The motivation

Numerous challenges have arisen for Deutsche Bahn AG (DB) due to the ambitious “Digitale Schiene Deutschland” (DSD) program with its objective of a nationwide ETCS rollout. In addition to the operating requirements within the specification, development and approvals, diverse requirements arising from the standards / laws and approval procedures must also be observed and harmonised throughout the lifecycle phases.

**Bild 1: Anforderungsvielfalt für die Zulassung und Inbetriebnahme von ETCS-Strecken-ausrüstung**

Fig. 1: The wide range of requirements for the approval and commissioning of ETCS trackside equipment



Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Nextrail und Quattron /  
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten  
 genehmigt / © DVV Media Group GmbH

Um wettbewerbsfähig zu bleiben und die Infrastruktur auf dem Stand der Technik zu halten, muss ein wirtschaftlicher, industrialisierter Roll-out von ETCS erreicht werden. Hierzu müssen die richtigen Leitfragen identifiziert und beantwortet werden, um die gesetzten Ziele unter den formalen, normativen und politischen Rahmenbedingungen zu erreichen. Dabei drängen sich folgende Fragen auf: Welche Normen / Gesetze müssen berücksichtigt werden? Sind die Anforderungen der Normen / Gesetze kohärent und harmonisiert? Wie kann das Credo: „Nicht so viel wie möglich, sondern so viel wie nötig“ eingehalten werden?

Wie sollten die Hierarchien für den generischen und spezifischen Entwurf aufgebaut sein, sodass nur die spezifische Parametrisierung vorgenommen werden muss und nicht die Entwicklungsanteile der generischen Anwendung im spezifischen Projekt geprüft und validiert werden müssen? Wie kann erreicht werden, dass spezifische Anwendungen grundsätzlich auf generisch validierten Anwendungen basieren? Die Praxis zeigt, dass eine „unausgegorene“ Generik zu erheblichen und vermeidbaren Fallstricken in einer spezifischen Anwendung führt.

## 2 Problemstellung

Im Folgenden wird auf das Wirkgefüge der Verfahren, Rollen und Zulassungsgegenstände am Beispiel ETCS Teilsystem Strecke eingegangen.

### 2.1 Normen und Gesetze

Zunächst werden die einschlägigen europäischen, nationalen und unternehmensinternen Rahmenbedingungen für ETCS-Projekte Teilsystem Strecke identifiziert.

Bei ETCS-Projekten gelten auf europäischer Ebene:

- Eisenbahnsicherheitsrichtlinie (2008/57/EG)
- Interoperabilitätsrichtlinie ((EU) 2016/798) [1]
- Technische Spezifikation für die Interoperabilität (Verordnung EU 2016/919, TSI ZZS) [2]
- CSM-VO (Durchführungsverordnung (EU) Nr. 402/2013) [3]
- EN 50126 ff [4], [5]

Die Systeme ETCS Signalgeführt (ESG) sowie ETCS Level 2 gehören zum strukturellen Teilsystem Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (ZZS) und müssen daher die Technische Spezifikation zur Interoperabilität (Verordnung EU 2016/919, TSI ZZS) erfüllen. Entsprechend der TSI ZZS ist die EN 50126 ff. anzuwenden.

Zudem ist die CSM-Verordnung (Durchführungsverordnung (EU) Nr. 402/2013), die eine gemeinsame europäische Sicherheitsmethode für die Beurteilung und Bewertung von Risiken festlegt, für alle strukturellen Teilsysteme des Bahnsystems, bei jeder sicherheitsrelevanten Änderung bzw. einer Neuentwicklung und bei nationalen Zulassungen von Teilsystemen zu erfüllen.

Bei ETCS-Projekten gelten auf deutscher Ebene:

- Allgemeines Eisenbahngesetz in Deutschland (AEG) [6]
- Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung für Deutschland (EBO) [1]
- Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (EIGV) [7]
- Verwaltungsvorschrift für die Anwendung der EIGV für das Teilsystem Infrastruktur (VV IBG Infrastruktur) [8]
- Verwaltungsvorschrift für die Bauaufsicht über Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (VV BAU-STE) [9]
- Verwaltungsvorschrift für die Neue Typzulassung (NTZ) von Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnischen Anlagen (VV NTZ) [10]

Weiterhin gelten bei ETCS-Projekten bei der DB Netz AG vielfältige Richtlinien und Regelwerke sowie Arbeitsanweisungen. Hier wird die CSM-VO beispielsweise durch die unternehmensinterne

In order to remain competitive and ensure that the infrastructure remains state-of-the-art, an economical, industrialised roll-out of ETCS must be achieved. For this purpose, the correct key questions must be identified and answered in order to achieve the set goals under the formal, normative and political framework conditions. The following questions arise: Which standards/laws have to be taken into account? Are the requirements of the standards/laws coherent and harmonised? How can the credo “Not as much as possible, but as much as necessary” be observed?

How should the generic and specific design hierarchies be structured, so that only specific parameterisation has to be carried out and the development portions of any generic applications do not have to be checked and validated within a specific project? How is it possible to ensure that specific applications are fundamentally based on generically validated applications? Practice has shown that “half-baked” generics can lead to considerable and avoidable pitfalls in specific applications.

## 2 The problem

The effective structure of the procedure, roles and licenced elements is discussed below based on the example of an ETCS trackside subsystem.

### 2.1 Standards and laws

Firstly, the relevant European, national and in-house framework conditions for ETCS trackside subsystem projects have been identified.

The following regulations apply to ETCS projects at a European level:

- the Railway Security Directive (2008/57/EC)
- the Interoperability Directive ((EU) 2016/798) [1]
- the Technical Specification for Interoperability (Regulation EU 2016/919, TSI ZZS) [2]
- CSM-VO (Implementing Regulation (EU) no. 402/2013) [3]
- EN 50126 et seq. [4], [5]

The ETCS signal-controlled (ESG) and ETCS Level 2 systems belong to the structural Control Command and Signalling (ZZS) subsystem and must therefore comply with the Technical Specification for Interoperability (Regulation EU 2016/919, TSI ZZS). EN 50126 et seq. must also be applied in line with the TSI ZZS.

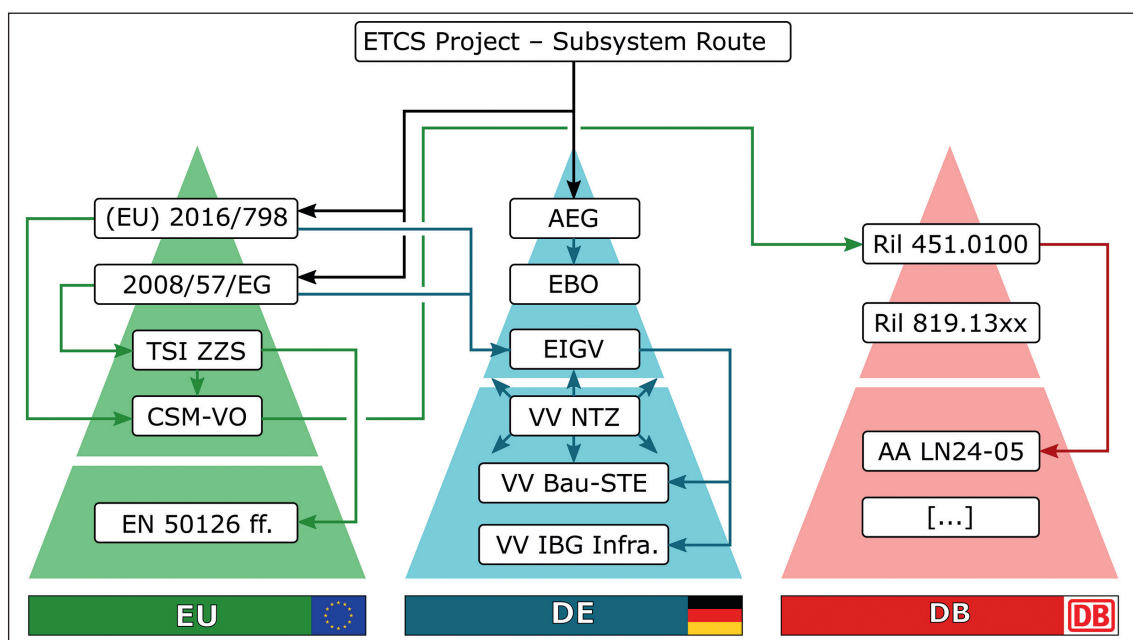
In addition, the CSM Regulation (Implementing Regulation (EU) no. 402/2013), which defines a common European safety method for the assessment and evaluation of risks, must be complied with in all of the railway system's structural subsystems, during every safety-relevant change or new development and during the national approval of any subsystems.

The following regulations apply to ETCS projects at the German level:

- the General Railways in Germany Act [Allgemeines Eisenbahngesetz in Deutschland (AEG)] [6]
- the Railway Construction and Operation Regulation for Germany [Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung für Deutschland (EBO)] [1]
- the Regulation governing the Granting of Commissioning Permits for the Railway System [Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (EIGV)] [7]
- the Administrative Regulation for the Use of the EIGV for Subsystem Infrastructure [Verwaltungsvorschrift für die Anwendung der EIGV für das Teilsystem Infrastruktur (VV IBG Infrastruktur)] [8]

**Bild 2: Wirkgefüge der Normen, Gesetze und Verfahrensvorgaben**

Fig. 2: The effective structure of the standards, laws and process specifications



Ril 451.0100 und die darauf aufbauende Arbeitsanweisung LN24-05 realisiert. Für die ETCS-Planung gilt z. B. die Ril 819.1344/48. Wenn die zuvor genannten Normen, Vorgaben, Gesetze, Verordnungen und Regelwerke in drei Säulen gegliedert werden (Bild 2), werden die Abhängigkeiten und die Verschachtelung untereinander deutlich. Hierbei zeigt sich auch, dass die Verantwortlichen für den Gesamtprozess und für die Dokumentation einer spezifischen Anwendung kaum die Möglichkeit haben, einen strukturierten Gesamtüberblick über alle Säulen hinweg herzustellen. Die VV-NTZ bildet hierzu einen ersten Ansatz und nimmt daher eine zentrale Position ein, um die Anforderungen der unterschiedlichen Normen und Gesetze zu berücksichtigen (die zu-

- the Administrative Regulation for the Construction Supervision Agency regarding Signal, Telecommunications and Electrotechnical Systems [Verwaltungsvorschrift für die Bauaufsicht über Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (VV BAU-STE)] [9]
  - the Administrative Regulation for the New Type Approval (NTZ) of Signal, Telecommunications and Electrotechnical Systems [Verwaltungsvorschrift für die Neue Typzulassung (NTZ) von Signal, Telekommunikations- und Elektrotechnischen Anlagen (VV NTZ)] [10]
- Diverse guidelines and regulations, as well as work instructions continue to apply to the ETCS projects at DB Netz AG.

**Bild 3: Übersicht der anzuwendenden Prüfverfahren**

Fig. 3: An overview of the applicable testing procedures

ETCS Project – Subsystem Route				
Expert	Notified Body (NoBo)	Assessment Body (AsBo)	Independent Safety Assessor (ISA)	Designated Body (DeBo) Prüfsachverständiger (PSV)/Auditor
Test Procedure	EG-Test Procedure	Risk Management Process	Safety Management Process	European test procedure/ National test procedure, [...]
Test Basis	Technical Specifications for Interoperability (TSI)	Common Safety Methods (CSM)	EN 50126 (on the following pages)	Notified National Technical Rule (NNTR) / National Technical Rule (NTR), [...]
Result of Test	EG Inspection Certificate	Safety Assessment Report	ISA-Safety Report	NNTR-Certificate / Inspection certificate [...]
Confirmation by the operator's approval officer about the suitability of the object under consideration for use in the rail system				
Ongoing Process	Declaration by the railway infrastructure company on compliance with the basic requirements, technical compatibility and safe integration by the commissioning officer, commissioning documents for the application for commissioning approval in accordance with Annex 6 EIGV			
	EBA grants commissioning authorization			

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Nextrail und Quattron /  
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten  
 genehmigt / © DVV Media Group GmbH



künftige Sektorleitlinie wird auf diesem Weg ein weiterer Schritt sein). Der Bedarf der Harmonisierung und Synchronisation ist jedoch weitaus größer und muss über alle drei Säulen gleichermaßen erfolgen.

Aus diesem Netzwerk von Normen/Gesetzen sowie nationalen Regelungen ergeben sich bei einer spezifischen Anwendung für die DB Netz verschiedene Prüfverfahren, die vielfach parallel zur Anwendung kommen. Dabei variieren die Prüfverfahren ebenso wie die Prüfgrundlagen, verfolgen aber doch die identische Zielsetzung, einer Fortentwicklung der Leit- und Sicherheitstechnologie (LST) bei fortwährender Gewährleistung eines sicheren und bedarfsgerechten Bahnbetriebes.

Bild 3 zeigt tabellarisch auf, welche Auswirkungen das Wirkgefüge der Normen, Gesetze und Verfahrensvorgaben (Bild 2) auf den Zulassungs- und Safetymanagement-Prozess bei einem ETCS-Projekt hat.

Bei der Typzulassung steht die VV-NTZ mit dem Freigabeverantwortlichen (FGV) im Fokus. Der FGV ist für die Freigabe verantwortlich und wird daher in der Tabelle als Beispiel bei einer Erstanwendung von generischen Anteilen erwähnt. Die Tabelle ist eine erste Übersicht für ein Projekt und zeigt nicht abschließend alle Prüfverfahren auf.

## 2.2 Akteure

Wie das komplexe Wirkgefüge (Bild 2) und die verschiedenen zu beachtenden Prüfverfahren (Bild 3) zeigen, sind durch die europäischen, nationalen und unternehmensinternen Rahmenbedingungen viele Akteure involviert, die miteinander interagieren, sich aber auch untereinander abgrenzen. Somit muss bspw. der Validierer gem. EN 50126-2 unabhängig sein. Da die anderen Normen / Gesetze (Bild 4) nicht von Verifizierung und Validierung sprechen, ist diese Rolle dort nicht abgebildet, obwohl der Charakter verschiedener Aufgaben dem der Validierung gleichkommt. Dies sollte durch eine klarere Aufgabenverteilung eindeutig abgegrenzt werden. Ein unabhängiger Sicherheitsbewerter sollte sich nur auf Verifizierungs- und Validierungs-Aktivitäten und deren Ergebnisse abstützen, diese jedoch nicht selbst erzeugen. In einem RAMS-Prozess könnten z. B. die Entwurfsplanungen durch die Verifizierung und Validierung laufen und so geprüft werden, sodass der Prüfsachverständige sich auf das Ergebnis berufen kann.

Eine große Gefahr besteht darin, dass die erforderlichen Ressourcen für die verschiedenen Rollen aufgrund der vielen, zum Teil parallelaufenden Projekten und Aktivitäten, nicht ausreichend vorhanden sind bzw. mehrfach in Anspruch genommen werden. Zudem ist durch die Ausrichtung auf die Interoperabilität der Anwendungsbereich der Normen / Gesetze und der definierten Rollen (Bild 4) erheblich gestiegen. Synergien und die eindeutige Abgrenzung, die zwischen den einzelnen Rollen möglich wären, bedürfen zudem des Aufbaus der, durch die Normen neu geforderten, personellen Qualifikationen. Dies sollte daher weiter stark priorisiert werden. So zeigt die Erfahrung, dass Schlüsselressourcen, die maßgeblich die Fortentwicklung der generischen ETCS-Systementwicklung betreiben (Ersteller, Verifizierer oder Gutachter), aufgrund ihrer Kenntnisse der Generik intensiv in den Phasen der Pflichtenheft-/Produktentwicklung und der Zulassung der Realisierungsprojekte zum Einsatz kommen. Diese wiederum nehmen stetig zu, wodurch fortlaufende Konfliktsituationen und Terminverzögerungen resultieren. Das ist auch in den fehlenden Typzulassung begründet, was dazu führt, dass bislang jedes Realisierungsprojekt im Grunde einer Erstanwendung gleichkommt. Hinzu kommen unklare und interpretationsoffene Regelungen in den Normen, Gesetzen und Regelwerken, die für eine Harmonisierung

In this case, the CSM Regulation is implemented, for example, by means of the company's in-house Ril 451.0100 regulation and the associated LN24 05 work instruction. For example, Ril 819.1344/48 applies to ETCS planning.

If the aforementioned standards, specifications, laws, regulations and policies are broken down into three pillars (fig. 2), the interdependencies and mutual overlaps soon become apparent. This also shows that those responsible for the overall process and for the documentation of a specific application have hardly any opportunity to create a structured overview of all the pillars.

The VV NTZ is a first approach in this regard and therefore occupies a central position in order to take the requirements of the different standards and laws into account (the future sector guideline will be a further step along this path). However, the need for harmonisation and synchronisation is far greater and it must also be applied equally across all three pillars.

This network of standards / laws and national regulations has resulted in different test procedures during a specific DB Netz application that are often used in parallel. The test procedures and the test principles vary, but still pursue the same objective: the further development of the control and safety technology (CST), while continuously guaranteeing safe and needs-based rail operations.

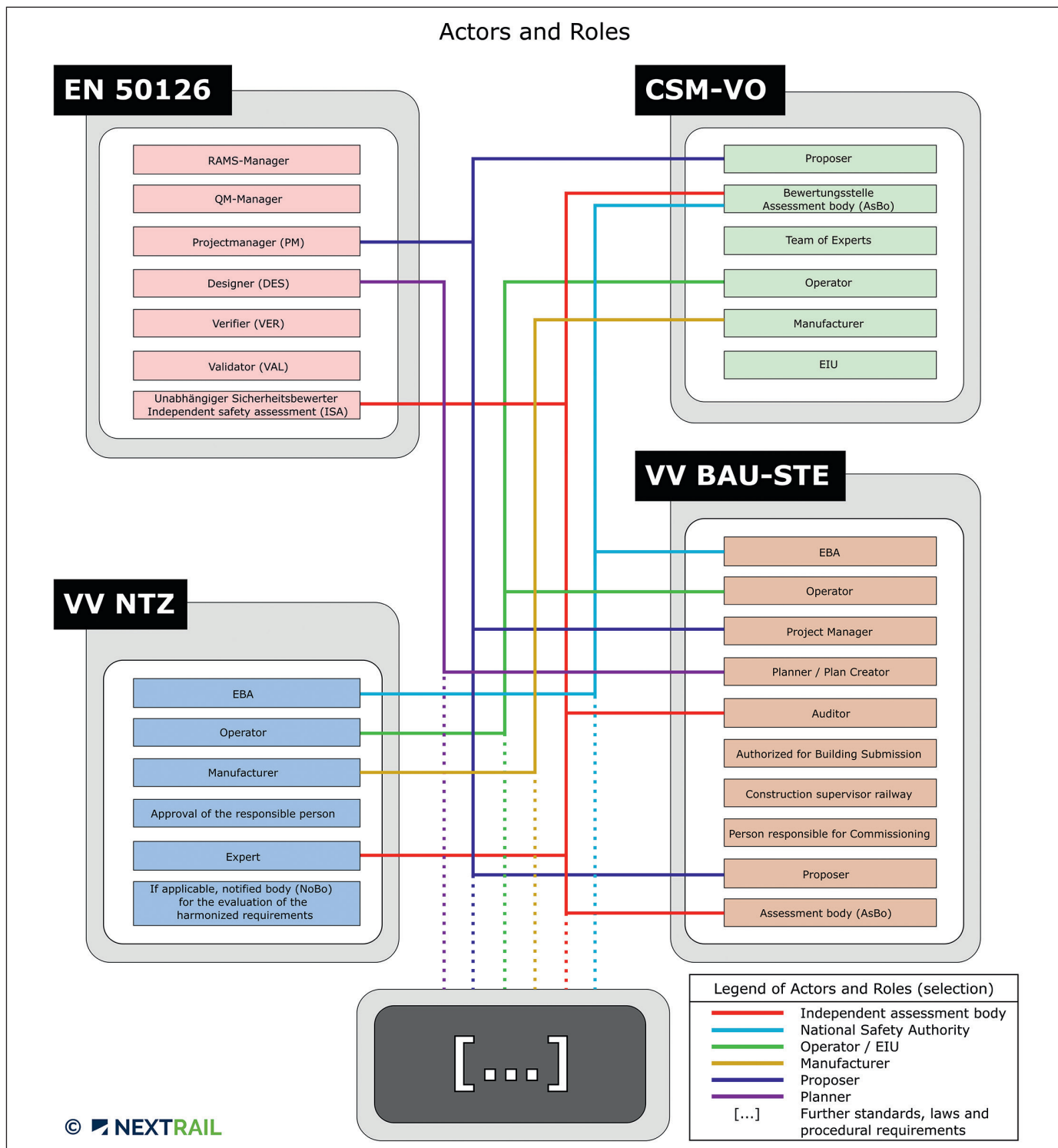
Fig. 3 tabulates the impact that the effective structure of the standards, laws and procedural specifications (fig. 2) has on the approval and safety management process in an ETCS project.

When it comes to type approval, the focus is on the VV NTZ and the approval officer (FGV). The FGV is responsible for the approval and is therefore mentioned in the table as an example of the first use of generic components. The table constitutes an initial project overview and therefore does not exhaustively show all the test methods.

## 2.2 The actors

As the complex effective structure (fig. 2) and the various testing procedures that have to be observed (fig. 3) have shown, the European, national and internal company framework means that many actors are involved, who not only interact with one another, but also set themselves apart from one another. Thus, for example, the validator according to EN 50126 2 must be independent. Since the other standards / laws (fig. 4) do not mention verification and validation, this role is not shown there, although the character of the various tasks is equal to that of validation. This should be marked more clearly by means of a clearer division of the tasks. Independent safety assessors should only rely on verification and validation activities and their results, but not generate them themselves. In a RAMS process, for example, the draft planning could run through the verification and validation and be checked in such a way that the registered inspector could refer to the results.

There is a great risk that the resources required for the various roles will not be available in sufficient quantities or that they will be used several times over due to the many, sometimes parallel, projects and activities. In addition, the focus on the interoperability of the scope of the standards / laws and the defined roles has increased significantly (fig. 4). Synergies and the clear demarcation that would be possible between the individual roles also require the development of the personal qualifications required by the standards. This should therefore continue to be given strong priority. Experience has shown that the key resources that play a major role in the further development of the generic ETCS system development (creators, verifiers or experts) are intensively deployed in the specification / product de-



**Bild 4: Rollen und Akteure (Auszug)**  
Fig. 4: The roles and the actors (an excerpt)

eine umfassende Diskussion unter den Akteuren erfordern. Abhilfe würde eine stringent an einem noch näher zu definierenden Modell ausgerichtete Vorgehensweise und Prozesshinterlegung erbringen.

### 3 Lösungsansatz

Es ist offensichtlich, dass es einer Ordnung und Abstimmung aller zuvor benannten Problematiken bedarf.

velopment phases and during the approval of the implementation projects due to their knowledge of the generics. These in turn are steadily increasing and as such are resulting in ongoing clashes and scheduling delays. This is also due to the lack of type approval, which means that, so far, every implementation project has basically been the equivalent of an initial application. In addition, the standards, laws and regulations contain unclear regulations that are open to interpretation and require comprehensive discussion among the actors in order to harmo-

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Nextrail und Quattron /  
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten  
genehmigt / © DVV Media Group GmbH

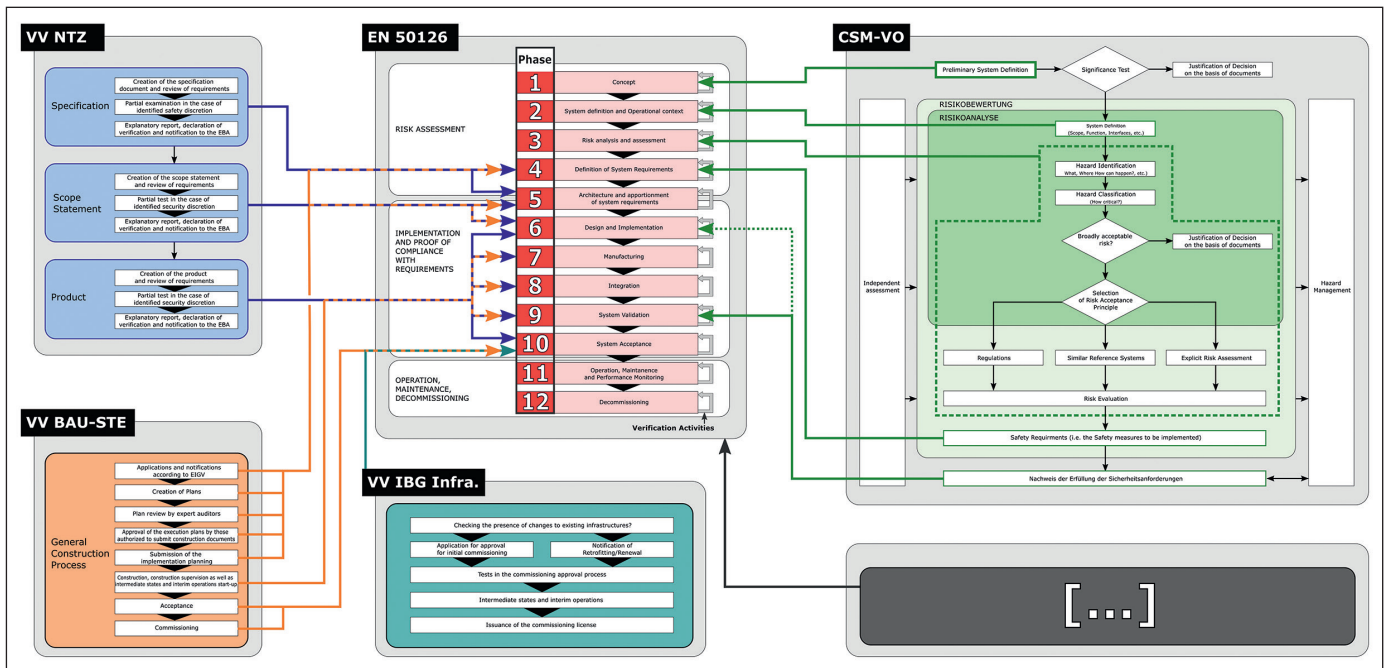


Bild 5: Mapping der Prozessaktivitäten  
 Fig. 5: Mapping of the process activities

**3.1 Anwendung der EN 50126-1 als „Leitprozess“**

Die Prozesse der Normen / Gesetze sind, wie oben dargestellt, teilweise aufeinander aufbauend und teilweise getrennt voneinander zu betrachten. Hinzu kommt, dass selbst ein Aufeinanderbauen nicht zwangsläufig bedeutet, dass es eine Harmonisierung der Prozesse und Akteure gegeben hat.

Der V-Lebenszyklus der EN 50126-1 hat den umfassendsten Blick auf den gesamten Prozess (vom Konzept bis zur Außerbetriebsetzung). Zudem deckt er in seiner Detailtiefe durch das Tailoring alle möglichen Facetten ab. Daher wird empfohlen, den V-Lebenszyklus als Grundlage der Betrachtung zu verwenden und die anderen Prozesse auf den V-Lebenszyklus abzubilden („mappen“).

Bild 5 zeigt mithilfe von Beispielen ein Mapping der Prozessaktivitäten der VV NTZ, der VV BAU-STE, der VV IBG Infra. und der CSM-VO auf die Prozessphasen der EN 50126-1.

Der V-Lebenszyklus der EN 50126-1 ermöglicht alle bestehenden Prozesse in einem harmonisierten Vorgehen zu strukturieren. Hiermit können Doppelarbeiten vermieden und bestehende Konflikte zwischen den Prozessen bereinigt werden. Es ist eine Verheiratung der zu erstellenden Dokumente je Phase je Norm möglich, sodass Inhalte normenübergreifend genutzt werden können. Dies ist für die ehrgeizigen Ziele der DSD unabdingbar.

**3.2 Korrekte Anwendung der Hierarchien**

Die EN 50126-1 berücksichtigt mit dem V-Lebenszyklus die Hierarchien „Generische Anwendung (GA)“, „Generisches Produkt (GP)“ und „Spezifische Anwendung (SA)“. Somit deckt die Norm neben der ganzheitlichen Prozessbetrachtung auch verschiedene systemtechnische Hierarchieebenen ab.

In den einzelnen Hierarchien müssen jeweils die Anwendungsbereiche inklusive der Anwendungsbedingungen definiert und den weiteren Hierarchien mitgeteilt werden. Nur somit ist es möglich, eine GA zu entwickeln, welche immer wieder identisch angewendet und gebaut werden kann. Ein GP kann darauf aufbauend die Anwendungsbedingungen der GA berücksichtigen (Bild 6) und ein Produkt der Industrie herstellen, welches eine Typzulassung erhält. Die SA kann durch die konsistente und

nise them. This could be remedied by means of an approach and procedural bases that is strictly aligned with a model that still has to be defined in greater detail.

**3 An approach to the solution**

It is obvious that the regulation and coordination of all the aforementioned problems is required.

**3.1 Using EN 50126-1 as the “control process”**

The processes from the standards / laws should be considered as shown above, i.e. as partly building on one another and partly separate from one another. In addition, even building on one another does not necessarily mean that there has been any harmonisation among the processes and actors. The V lifecycle of DIN EN 50126-1 has the most comprehensive view of the entire process (from the concept through to decommissioning). In addition, it covers all the possible facets in its depth of detail by means of tailoring. The V lifecycle is therefore recommended as the basis of the consideration to be used and the other processes should be mapped against the V lifecycle.

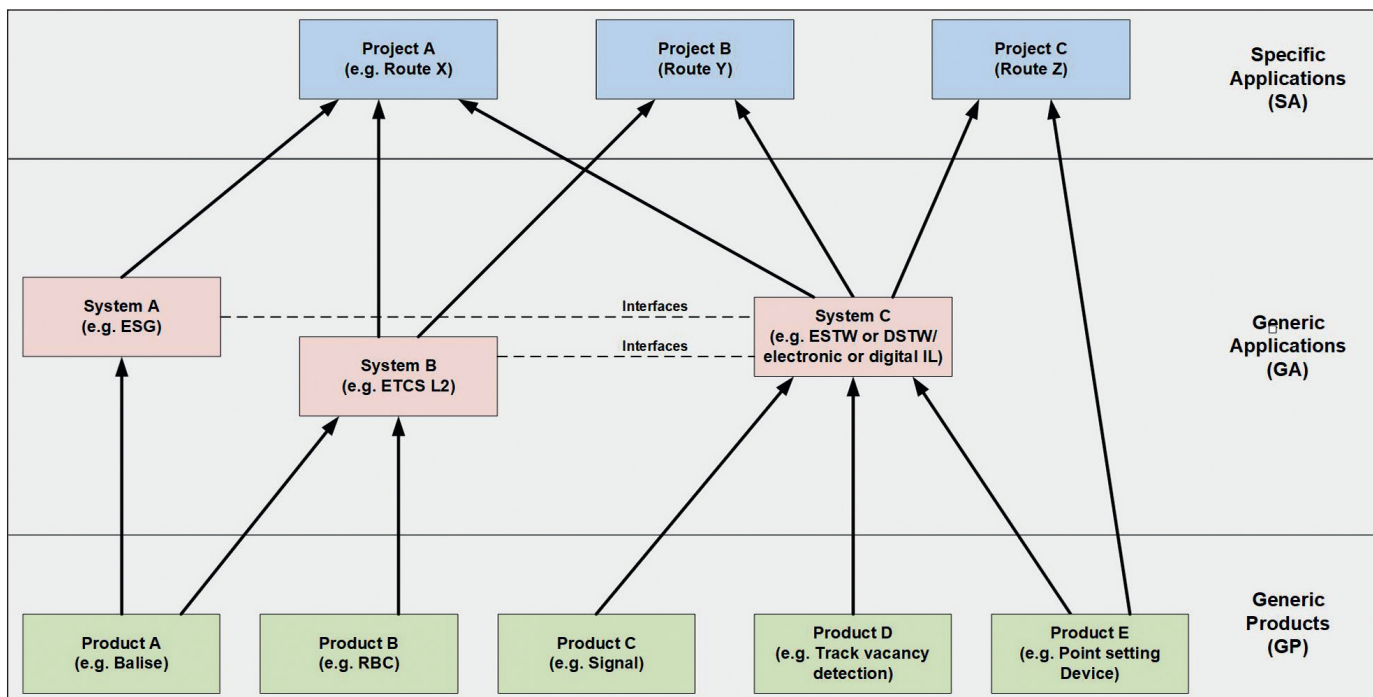
Fig. 5 shows the mapping of the VV NTZ, VV BAU-STE and VV IBG Infra. process activities and the CSM Regulation on the process phases of DIN EN 50126-1 using examples.

The V lifecycle of DIN EN 50126-1 enables all existing processes to be structured in a harmonised procedure. In this way, the duplication of any work can be avoided and any existing conflicts between the processes can be resolved. It is possible to marry the documents to be created for each phase to each standard, so that the content can be used across standards. This is indispensable for the ambitious goals of DSD.

**3.2 The correct application of the hierarchies**

With the V lifecycle, DIN EN 50126-1 takes into account the “Generic application (GA)”, “Generic product (GP)” and “Specific application (SA)” hierarchies. As such, the standard also covers var-





**Bild 6: Abhängigkeiten über die systemtechnischen Hierarchieebenen**

Fig.: The interdependencies across the system-based hierarchical levels

kohärente Vorarbeit der anderen Hierarchien eine GA auf einem spezifischen Streckenabschnitt mithilfe von verschiedenen GP integrieren. Während Bild 6 die Abhängigkeiten auf systemtechnischer Hierarchieebene aufzeigt, werden in Bild 7 die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Lebenszyklusphasen dargestellt.

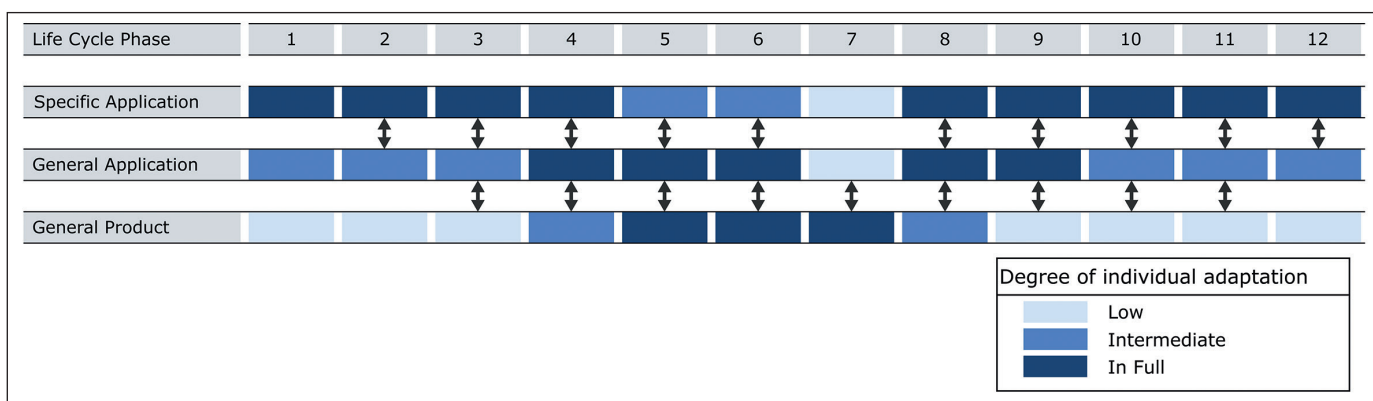
Der Einfluss jeder Lebenszyklusphase auf eine andere aus einer weiteren Hierarchieebene ist von Phase zu Phase unterschiedlich. Da jede Hierarchieebene hierbei einen eigenen V-Lebenszyklus durchläuft, müssen jeweils alle Lebenszyklusphasen mit den geforderten RAMS-Aktivitäten berücksichtigt werden. Die EN 50126-1 bietet durch "Tailoring" dem zu betrachtenden System die Möglichkeit, seine Prozesse gemäß den spezifischen Gegebenheiten anzupassen. Bild 8 zeigt exemplarisch auf, wie die V-Lebenszyklen der unterschiedlichen Hierarchien jeweils separat durchlaufen, dennoch die Ergebnisse der einzelnen Lebenszyklen zwingend untereinander benötigt werden.

Wenn die Abstimmung zwischen den einzelnen Lebenszyklen wie dargestellt stattfindet, können beispielsweise die Sicherheitsbe-

ious system-based hierarchical levels in addition to the holistic process view. The areas of application, including the application conditions, must be defined and communicated to the other hierarchies within the individual hierarchies. This is the only way to develop a GA that can be used and built identically over and over again. Based on this, a GP can take into account the application conditions of the GA (fig. 6) and manufacture an industrial product that receives type approval. The SA can integrate a GA on a specific track section with the help of various GP thanks to the consistent and coherent preparatory work of the other hierarchies. While fig. 6 shows the interdependencies at the system-based hierarchical levels, fig. 7 presents the interdependencies between the individual lifecycle phases.

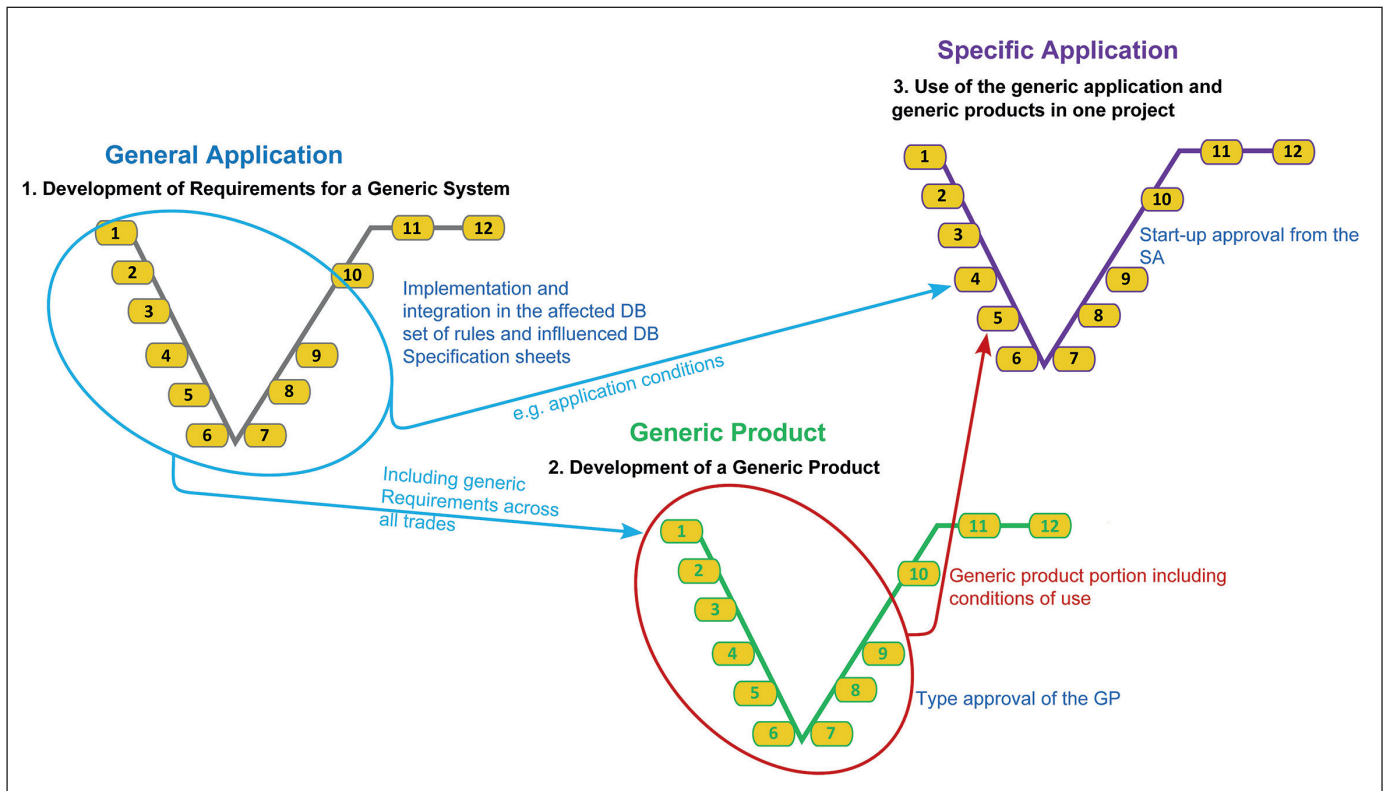
The influence of each lifecycle phase on another from a further hierarchical level differs from phase to phase.

Since each hierarchical level runs through its own V lifecycle, all the lifecycle phases with the required RAMS activities must be taken into account. DIN EN 50126-1 offers the system under considera-



**Bild 7: Abhängigkeiten über die Lebenszyklusphasen (gemäß EN 50126-1 Abschnitt 6.5.2 Bild 9)**

Fig. 7: The interdependencies across the lifecycle phases (according to EN 50126-1 Section 6.5.2 Image 9)



**Bild 8: Schema V-Modelle der Generik und Spezifik**

Fig. 8: Diagram V models of the generic and specific systems

Quelle (alle Bilder) / Source (all fig.): Nextrail

trachtungen / Analysen der GA und des GP für die SA als Grundlage übernommen werden. Hierzu muss die SA bzw. das zu betrachtende System mit seinen ortsspezifischen und betrieblichen Gegebenheiten des entsprechenden Projekts den Regelwerken der GA und den Anforderungen des GP entsprechen. Durch die ortsspezifischen Gegebenheiten innerhalb der SA können zusätzlich Sachverhalte auftreten, die im Regelwerk der GA nicht explizit beschrieben sind. Das heißt, dass auch bei Bestätigung der Anwendung der Regelwerke der darüber liegenden Hierarchien die Analyse der ortsspezifischen und betrieblichen Gegebenheiten der SA immer stattfinden muss.

Auch wenn es schwer fällt, einen umfassenden Aufbau der Hierarchien bereits ausgehend von der Generik zu gewährleisten, so zeigt sich doch, dass hier der größte Treiber bzw. die wesentliche Stellschraube für einen wirtschaftlichen und industrialisierten Roll-out liegt.

Der Aufwand in der dargestellten Vorgehensweise entsteht durch die kohärent und transparent aufgebauten Hierarchien bereits in der GA und zwischen den V-Lebenszyklen aller Hierarchien. Dadurch werden die erforderlichen Aufgaben in den früheren Lebenszyklusphasen erbracht und die gesamte Nachweisführung in den späteren Phasen wird entlastet.

Dies ist nur durch eine geschickte Hierarchie und Wiederverwendbarkeit der GA möglich und für einen industrialisierten Roll-out zwingend erforderlich.

#### 4 Weitere Chancen und Ansätze

Chancen, um die Effizienz zu steigern und die weiter anwachsenden Aufgaben zu meistern, liegen im Wesentlichen bei den angesprochenen Prozessen und Ressourcen. Eine Harmonisierung der Normen, Gesetze und nationalen Verordnungen wurde be-

tion the option of adapting its processes according to any specific circumstances by means of "tailoring". fig. 8 shows an example of how the V lifecycles of the different hierarchies each run separately, yet the results of the individual lifecycles are mutually required.

If the coordination between the individual lifecycles takes place as shown, then, for example, the safety considerations/GP and GA analyses can be used as the basis for the SA. For this purpose, the SA or the site-specific and operating conditions of the corresponding project in the system under consideration must comply with the GA regulations and the GP requirements. Due to the location-specific conditions within the SA, additional issues may arise that have not been explicitly described in the set of GA rules. This means that the site-specific and operating conditions of the SA must always be analysed, even if the application of the rules of the superior hierarchies has been confirmed.

Even if it is difficult to guarantee a comprehensive structure of the hierarchies based on generics, it is apparent that this is the greatest driver or the essential adjusting screw for an economic and industrialised rollout.

The effort in the presented procedure is based on the coherent and transparent hierarchies already in place in the GA and between the V lifecycles of all hierarchies. As a result, the necessary tasks are performed in the earlier lifecycle phases and the entire verification process in the later phases is omitted.

This is only possible through a clever hierarchy and the reusability of the GA and it is absolutely necessary for an industrialised rollout.

#### 4 Further chances and approaches

Opportunities to increase efficiency and master the growing tasks essentially lie in the aforementioned processes and resources. The harmonisation of the standards, laws and nation-



reits beschrieben. Damit einher geht eine konsequente Ausrichtung der Prozesse für die Erstellung von Spezifikationen / Produkten sowie für deren Nachweisführung und ebenfalls eine Harmonisierung aller Anforderungen an die verschiedenen Prüfabläufe. Nur so kann eine verlässliche Planbarkeit für die Entwicklung und Realisierung von LST-Projekten erreicht werden.

Hierzu, müssen nicht nur die vielfältigen Lücken in den Prozessketten identifiziert, die teilweise unzureichenden Schnittstellen zwischen den Akteuren angegangen und die Transparenz der Abläufe in allen Lebenszyklusphasen erhöht werden. Dies setzt voraus, dass neben dem gemeinsamen Willen zu einer schonungslosen Analyse eine Erarbeitung von phasenübergreifenden Grundlagen vorgenommen wird, mit dem Ziel die Entwicklung der GA so zu strukturieren, dass Entwicklungsanteile nicht erst in spezifischen Projekten geprüft und validiert werden. Dabei ist auf die oben genannte Hierarchie und eine wesentliche engere Zusammenarbeit aller Partner im Sektor abzielen. Dies gilt es noch vor dem in Deutschland geplanten Roll-out abzuschließen, sodass u.a. ein stringenteres Vorgehen entlang der EN 50126-1 Phasen bis zur ETCS-Inbetriebnahme vorliegt, alle Aufgaben / Rollen definiert und aufeinander abgestimmt sind und somit die Ausrüstungsziele planbarer „abgearbeitet“ werden können.

Getragen werden muss die Harmonisierung von den Aufsichtsbehörden und insbesondere von den verschiedenen Prozessbeteiligten. Um diese komplexe Aufgabe erfolgreich anzugehen ist es unerlässlich, die hierfür benötigten Ressourcen weiter aufzubauen, sodass alle Themenfelder mit ausreichend Fachexperten besetzt sind. Insbesondere sind die erforderlichen Personalien für die einzelnen Prüfinstanzen sowie die unterschiedlichen Gutachter zu verstärken. Ein Ansatz wäre die bereits als Prüfsachverständige definierten Plan-/Abnahmeprüfer zu Gutachtern weiterzuentwickeln, da diese über große Teile der erforderlichen Kenntnisse verfügen. Auf Betreiberseite sind ausreichend betrieblich-technische Systemintegratoren, die die Passfähigkeit der Anforderungen an das LST-System über die Lebenszyklusphasen sicherstellen, aufzubauen. Ebenso werden Verifizierer und Validierer für die unabhängige Bewertung gemäß EN 50126-1 und Safetymanager für die Steuerung des Sicherheitsmanagements benötigt.

al regulations has already been described. This is accompanied by the consistent alignment of the processes for the creation of specifications / products as well as for their verification and also the harmonisation of all requirements applicable to the various test processes. This is the only way to reliably plan the development and implementation of CST projects.

To do this, not only must the various gaps in the process chains be identified, but the partially inadequate interfaces between the actors must also be addressed and the transparency of the processes increased in all lifecycle phases. This presupposes that, in addition to the common will to implement an unsparing analysis, the development of phase-spanning fundamentals will be carried out with the aim of structuring the development of the GA in such a way that the development components will not first be checked and validated in specific projects. The aim is to achieve the hierarchy stated above and much closer cooperation between all the partners in the sector. This has to be completed before the planned rollout in Germany, so that, amongst other things, a more stringent procedure along the DIN EN 50126-1 phases will be available up to the ETCS commissioning, all the tasks / roles have been defined and coordinated and, as such, the equipment goals can be “processed” in a more predictable manner.

The harmonisation must be supported by the supervisory authorities and in particular by the various parties involved in the process. In order to tackle this complex task successfully, it is essential to continue to build up the resources required for this so that all the subject areas are staffed by sufficient numbers of technical experts. In particular, the necessary personal details for the individual inspection bodies as well as the inspection experts have to be reinforced. One approach would be to develop plan / acceptance testers into test experts, since they already have a large part of the required knowledge. On the operator side, sufficient operations-technical system integrators must be set up to ensure the suitability of the requirements as they apply to the CST system over the lifecycle phases. Verifiers and validators and safety managers for safety management control are also required for the independent assessment in accordance with DIN EN 50126-1.

Ihre Innovationen für die **digitale Schiene** sind **jetzt** gefragt!  
Präsentieren Sie Ihr Unternehmen zielgerichtet in SIGNAL+DRAHT.  
Das international führende Fachmedium für die Leit-, Sicherungs-  
und Informationstechnologie.

DSTW  
DIGITALISIERUNG  
MOBILITÄT  
ZUKUNFTSTECHNOLOGIE

AUTOMATISIERUNG  
KÜNSTLICHE INTELLEKTUELLE

iLBS

ETCS



Eine weitere Chance liegt in der Bündelung von ähnlichen Prüfaufgaben in einer Ressource. So könnten z. B. die Gutachteraufgaben für die nationale Zulassung (VV NTZ) mit den Aufgaben der unabhängigen Bewertungsstelle (Assessment Body, AsBo) zusammengelegt werden. Dies erspart Doppelarbeiten und erlaubt eine beschleunigte Bearbeitung bei gleichzeitiger Nutzung gutachterlicher Erfahrungen. Hierzu wäre die Förderung der Akkreditierung von EBA (Eisenbahn-Bundesamt) anerkannten Sachverständigen als AsBo notwendig. Ein weiterer Schritt wäre die Harmonisierung der Anforderungen an den Notified Body (NoBo) mit denen an den AsBo/nationalen Gutachter, um erforderliche Konformitätsbewertungen im Begutachtungsprozess direkt mit abzudecken. Auf vielen Ebenen wird bereits versucht, eine klar aufeinander aufbauende Prozesskette über alle Lebenszyklusphasen zu schaffen und die Generik mit den Anforderungen der Spezifik enger aufeinander abzustimmen. Es muss gelingen, die Harmonisierung soweit auszugestalten, dass jeder Akteur die Anforderungen aus den Folgephasen detailliert kennt und berücksichtigt, sodass es zu einer Verschlankung der Nachweis- und Prüfaufgaben in den Folgephasen kommt und die spezifische Umsetzung beschleunigt und planbarer wird. So wären die eingangs erwähnten „industrialisierten“ Entwicklungs-, Zulassungs- und Inbetriebnahmeabläufe nach und nach erreichbar und damit auch eine wirtschaftliche Umsetzung eines Programmes wie DSD durch die Beteiligten des Sektors darstellbar. ■

#### LITERATUR | LITERATURE

- [1] Interoperabilitätsrichtlinie ((EU) 2016/798), Richtlinie (EU) 2016/798 des europäischen Parlaments und des Rates über Eisenbahnsicherheit, 11.05.2016
- [2] Technische Spezifikation für die Interoperabilität (Verordnung EU 2016/919, TSI ZZS), Verordnung (EU) 2016/919 der Kommission vom 27. Mai 2016 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, 27.05.2016
- [3] CSM-VO, Durchführungsverordnung (EU) Nr. 402/2013 der Kommission über die gemeinsame Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken, 30.04.2013
- [4] EN 50126-1, Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) – Teil 1: Generischer RAMS-Prozess, Deutsche Fassung EN 50126-1:2017, Oktober 2018
- [5] EN 50126-2, Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) – Teil 2: Systembezogene Sicherheitsmethodik, Deutsche Fassung EN 50126-1:2017, Oktober 2018
- [6] AEG, Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG), 27.12.1993 (03.12.2020)
- [1] EBO, Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO), 08.05.1967 (05.04.2019)
- [7] Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung – EIGV, Verordnung über die Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für das Eisenbahnsystem (EIGV), Gesetz des Bundes, 26.07.2018 (17.06.2020)
- [8] VV IBG Infrastruktur, Verwaltungsvorschrift zur Anwendung der Verordnung über die Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für das Eisenbahnsystem (Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung – EIGV) in Bezug auf die Teilsysteme Infrastruktur, Energie, streckenseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung sowie für die übrige Eisenbahninfrastruktur (VV IBG Infrastruktur), Herausgeber: Eisenbahn-Bundesamt, Verwaltungsvorschrift des Bundes, Ausgabe 1.1, Gültig ab 01.07.2020
- [9] VV BAU-STE, Verwaltungsvorschrift für die Bauaufsicht über Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (VV BAU-STE), Herausgeber: Eisenbahn-Bundesamt, Verwaltungsvorschrift des Bundes, Ausgabe 5.1, Gültig ab 15.07.2020
- [10] VV NTZ, Verwaltungsvorschrift für die Neue Typzulassung (NTZ) von Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnischen Anlagen, VV NTZ ÜGR Stufe 2, Herausgeber: Eisenbahn-Bundesamt, Verwaltungsvorschrift des Bundes, Ausgabe 1.1, Gültig ab 01.07.2016

Another opportunity lies in the bundling of similar test tasks into a single resource. For example, the expert tasks for national approval (VV NTZ) could be combined with the tasks of the Assessment Body (AsBo). This would save the duplication of work and allow for faster processing, while utilising expert experience at the same time. This would require funding for the accreditation of EBA (Eisenbahn-Bundesamt) recognised experts as an independent AsBo. A further step would involve the harmonisation of the requirements that apply to the Notified Body (NoBo) with those of the AsBo/national assessor in order to directly cover the necessary conformity assessments in the assessment process.

Attempts are already being made at many levels to create a process chain sequence over all the lifecycle phases and to coordinate the generics more closely with the requirements of the specifics. The harmonisation must succeed in such a way so that every actor knows and takes the requirements from the following phases into detailed account, so that the verification and test tasks are streamlined in the subsequent phase and the specific implementation is accelerated and more predictable. The “industrialised” development, approval and commissioning processes mentioned at the beginning would thus become gradually achievable and as such it would be possible to present the economic implementation of a program such as DSD by those involved in the sector. ■

#### AUTOREN | AUTHORS

**David Karbe**  
RAMS Manager  
Nextrail GmbH  
Anschrift /Address: Nahariyastraße 2a, D-12309 Berlin  
E-Mail: david.karbe@nextrail.com

**Frank Werner**  
Senior Consultant  
Quattron Management Consulting GmbH  
Anschrift /Address: Schifferstraße 46, D-60594 Frankfurt a.M.  
E-Mail: frank.werner@quattron.com

**Robert Schätzle**  
Principal  
Quattron Management Consulting GmbH  
Anschrift /Address: Schifferstraße 46, D-60594 Frankfurt a.M.  
E-Mail: robert.schaetzle@quattron.com

**Lars Eilrich**  
RAMS Manager  
Nextrail GmbH  
Anschrift /Address: Altewiekring 64, D-38102 Braunschweig  
E-Mail: lars.eilrich@nextrail.com