

Erfolgreiche Entwicklungsprojekte für Bahnbetreiber mit der EN 5012x

The successful development projects for railway operators with EN 5012x

David Karbe | Antje Freitag

Entwicklungsprojekte, wie beispielweise die Digitale Schiene Deutschland, führen bei Bahnbetreibern zu neuen Herausforderungen – sie erschaffen umfassende Architekturen, sie integrieren neue Produkte, und sie durchlaufen komplexe Prozesse. Es kommt zu einer Verschiebung der Arbeitsaufteilung und Fertigungstiefe zwischen Bahnbetreiber und Hersteller. Wie kann ich in meiner Projektentwicklung mögliche Fallstricke vermeiden? Wieso ist es sinnvoll, frühzeitig ein Safetymanagement, Qualitätsmanagement oder Anforderungsmanagement sowie einen Verifizierungs- und Validierungsprozess im Projekt zu etablieren? Im folgenden Beitrag möchten wir für die systematische Anwendung der EN 5012x [1 – 5] sensibilisieren, um das Projektrisiko vor allem auf Betreiberseite zu minimieren.

1 Herausforderungen

Das dynamische Umfeld und die umfassenden Architekturen in Entwicklungs- und Zulassungsprojekten, wie z.B. automatisierter Bahntrieb (Automatic Train Operation – ATO) oder neue, auf geometrischen Daten basierende Kontroll- und Sicherheitslogiken (z.B. Advanced Protection System – APS), führen zu Herausforderungen. Es entstehen komplexe Projekte, die oft unübersichtlich werden. Sicherheits- und Projektrisiken können den Projekterfolg gefährden. Eine gleichbleibende Qualität und Effizienz sind nur schwer aufrecht zu erhalten. Einen Überblick über alle Prozessbeteiligten und Rollen zu behalten, ist oftmals schwierig und auch ständigen Änderungen unterworfen. In den folgenden Kapiteln werden Herausforderungen beim Aufbau und beim Ablauf eines Entwicklungs- und Zulassungsprojektes beschrieben. Anschließend werden Lösungsansätze für die Beherrschung dieser Herausforderungen aufgezeigt.

1.1 Aufbau – von der Idee bis zur Integration

Der Aufbau eines komplexen Systems ist eine der zentralen Aufgaben innerhalb eines Entwicklungs- und Zulassungsprojektes. Was zunächst nur ein kleines System ist, wie z.B. ein Datenlieferant, wird schnell zu einem großen Wirkgefüge innerhalb des gesamten Zugsteuerungs-, Zugsicherungs- und Signalgebungs-Systems (ZSS). Jede neue Funktion oder Änderung, die im oder in der Umgebung des zu betrachtenden Systems durchgeführt wird, ist komplex. Die Folgen sind meist diffus und können sich auf das gesamte Wirkgefüge auswirken. Nicht berücksichtigte Akteure können durch fehlende Funktionen zu einem späteren Zeitpunkt nicht mit dem System arbeiten. So können nicht abgestimmte Schnittstellen zu einer Inkompatibilität zwischen Systemen führen, was wiederum die geplante Zulassung oder Inbetriebnahme gefährden kann.

Development projects, such as “Digitale Schiene Deutschland”, pose new challenges for railway operators. They create comprehensive architectures, integrate new products and involve complex processes. There is a shift in the division of labour and the level of vertical integration between the railway operator and the manufacturer. How can I avoid the potential pitfalls in my project development? Why does it make sense to establish safety management, quality management or requirement management, as well as a verification and validation process, in the project at an early stage? In the following article, we would like to raise awareness of the systematic use of EN 5012x [1 – 5] with the objective of minimising any project risks, especially on the operator’s side.

1 Challenges

The dynamic environments and comprehensive architectures in development and approval projects, such as automatic train operation (ATO) or new generations of control and safety logics based on geometric data (e.g. the Advanced Protection System – APS), give rise to challenges. This can result in complex projects that are often unclear and confusing. Safety and project risks can jeopardise the success of the project. Consistent quality and efficiency are difficult to ensure. Maintaining an overview of all those involved in the process and their roles is often difficult and subject to constant change. The following chapters describe the challenges involved in establishing and running a development and approval project. This is followed by possible solutions for mastering these challenges.

1.1 The design – from concept to integration

The development of a complex system is one of the central tasks within a development and approval project. What is initially only a small system, such as a data provider, quickly becomes a large operating structure within the entire control, command and signalling system (CCS). Any new function or change performed in or around the system under consideration is a complex exercise. The consequences are usually unclear and can affect the entire operating structure. Unconsidered stakeholders will not be able to work with the system at a later date due to missing functions. For example, uncoordinated interfaces may lead to incompatibility between the systems, which in turn may jeopardise the project’s planned approval or commissioning.

Die Herausforderung ist es somit, für das zu betrachtende System die Systemgrenze, die Umssysteme, die Subsysteme und die Akteure zu identifizieren, zu definieren und abzustimmen.

Als wäre der Aufbau und das damit verbundene Wirkgefüge des zu betrachtenden Systems nicht schon komplex genug, muss das System noch in die Systemumgebung integriert werden. Wenn das zu betrachtende System ausschließlich isoliert betrachtet wird und der Fokus nicht auf dem Gesamtsystem Bahn liegt, können übergeordnete Ziele, wie z. B. die Durchführbarkeit mit einer bestimmten Technologie in Deutschland, nicht erreicht werden.

1.2 Ablauf – von der Entwicklung bis zu der Inbetriebnahme

Wenn der Entwurf des zu betrachtenden Systems abgeschlossen ist, muss der Ablauf von der Entwicklung bis zur Integration und Inbetriebnahme ebenfalls berücksichtigt werden; hierbei kann es zu weiteren Herausforderungen kommen. Oftmals finden Entwicklungen unter Berücksichtigung einer spezifischen Erstanwendung statt, und es wird bereits zu Beginn an konkreten Lösungen gearbeitet. Das führt zu der Problematik, dass ohne chronologische Entwicklung die eigenen Anforderungen nicht vollständig definiert sind und zu einem späteren Zeitpunkt ein Re-Engineering stattfinden muss. Hierdurch entstehen sowohl finanzielle als auch zeitliche Projektrisiken, und die Zulassung oder Inbetriebnahme wird gefährdet.

Die Herausforderung besteht darin, für die Entwicklung sowie die erfolgreiche Inbetriebnahme einen systematischen Prozess zu etablieren.

2 Lösungsansatz

Um diese Herausforderungen erfolgreich zu meistern, wird ein Baukasten an systematischen Methoden und Prozessen benötigt. Die EN 5012x [1 – 5] bietet genau einen solchen Baukasten, welcher sowohl dabei hilft, das eigene Wirkgefüge zu definieren, die Integration in die Umgebung des zu betrachtenden Systems zu ermöglichen und den gesamten Lebenszyklus der generischen Entwicklung bis hin zur spezifischen Implementierung systematisch durchzuführen. Folgende Themenkomplexe bilden aus unserer Projekterfahrung heraus die Grundsäulen einer erfolgreichen systematischen Projektentwicklung:

- Qualitätsmanagement
- Sicherheitsmanagement
- Verifizierung
- Validierung
- Anforderungsmanagement.

Im Folgenden sollen nicht die normativen Inhalte wiedergegeben werden, sondern wir möchten einen praktikablen Ansatz aufzeigen, der dem Bahnbetreiber helfen kann, neue Technologien erfolgreich zu entwickeln und umzusetzen.

2.1 Qualitätsmanagement und Sicherheitsmanagement

Die ersten beiden Werkzeuge aus dem Baukasten sind das Qualitätsmanagement und das Sicherheitsmanagement. Für die Problematik des Re-Engineering im Projekt gibt es eine einfache Lösung: die frühe Etablierung eines Qualitäts- und Sicherheitsmanagements. Wenn zu Beginn eines Projektes keine einheitlichen Dokumentationsvorgaben oder Freigabeprozesse definiert sind, muss dies für bereits bestehende Arbeitsergebnisse nachgeholt werden, was sich in der Praxis oft als aufwendig erweist. Je später das Konfigurations- und Änderungsmanagement (als Teil des Qualitätsmanagements) eingeführt wird, desto mehr Inkohärenzen und Widersprüche werden in den bereits bestehenden Dokumenten zu finden sein. Wenn die Lebenszyklusphasen und die darin erforderlichen Arbeitsergebnisse nicht zu Beginn des Projektes kommuniziert und eingefordert wur-

The challenge is therefore to identify, define and coordinate the system boundary, the environment systems, the subsystems and the stakeholders for the system under consideration. The complexity of the structure and its associated operating structure aside, the system still has to be integrated into the system environment. If the system under consideration is viewed in isolation and the focus does not remain on the overall rail system, it will not be possible to achieve any higher-level objectives such as the feasibility of a particular technology in Germany.

1.2 The process – from development to commissioning

Once the design of the system under consideration has been completed, the process leading from development to integration and commissioning, which may lead to further challenges, must also be taken into account. Developments often take place with a specific first application in mind and concrete solutions are worked on from the very beginning. The absence of any chronological development can lead to requirements not being fully defined and re-engineering being pushed back to a later date. This can create both financial and time-related project risks and jeopardise the approval or commissioning.

The challenge is therefore to establish a systematic development and successful commissioning process.

2 Solution approach

A modular system of systematic methods and processes is required in order to overcome these challenges successfully. EN 5012x [1 – 5] offers precisely such a toolbox that helps define the operating structure, enables integration into the environment of the system under consideration and systematically accompanies the entire lifecycle of the generic development right up to the specific implementation.

Based on our project experience, the following subjects form the pillars of successful, systematic project development:

- quality management
- safety management
- verification
- validation
- requirement management.

The following is not intended to reproduce the normative content, but rather to show a practical approach that can help railway operators successfully develop and implement new technologies.

2.1 Quality management and safety management

The first two tools in the toolbox are quality management and safety management. The problem of re-engineering in a project can be easily resolved with the early establishment of a quality and safety management system. If no standardised documentation requirements or release processes have been defined at the beginning of a project, this must be undertaken for existing work results, which often proves time-consuming in practice. The later configuration and change management (as part of the quality management) is introduced, the more inconsistencies and contradictions will occur in the existing documents. If the lifecycle phases and the deliverables required therein have not been communicated and requested at the beginning of the project, they must be extensively reworked. Therefore, both quality and safety management must draw up plans and safety documents that describe the procedure uniformly for everyone.

den, müssen diese aufwendig nachgearbeitet werden. Daher muss sowohl das Qualitätsmanagement als auch das Sicherheitsmanagement Pläne und Sicherheitsdokumente erstellen, die das Vorgehen für alle einheitlich beschreiben. Dies fördert die Akzeptanz und das Vertrauen bei Gutachtern und kann somit die Prüfungen und unabhängige Bewertungen beschleunigen, wenn Qualitätsprozesse etabliert und vorher abgestimmt sind.

Die EN 50126 [1, 2] fordert für die ersten Lebenszyklusphasen die detaillierte Beschreibung des komplexen Systems. Da der Bahnbetreiber zunehmend auch zum Hersteller wird, muss er diese normativen Anforderungen bei der Systementwicklung nun selbst erbringen können. Wie in Bild 1 dargestellt, hilft es, die Zusammenhänge grafisch abzubilden und zu beschreiben, um somit die Komplexität zu beherrschen und die Detaillierungstiefe der eigenen Entwicklung klar darzustellen.

Zunächst sollte die Systemgrenze (roter Punkt 1) des zu betrachtenden Systems klar identifiziert und im Projekt kommuniziert werden. Somit wird erreicht, dass bereits frühzeitig die unterschiedlichen Weltbilder hinsichtlich der Systemgrenzen und Schnittstellen aufeinandertreffen und abgestimmt werden können.

Nachdem die eigene Systemgrenze klar und abgestimmt ist, sollten die systeminternen Subsysteme (Punkt 2) definiert werden. Die Architektur, also der Aufbau der Subsysteme, sollte so entworfen werden, dass beispielsweise sicherheits-kritische oder security-kritische von nicht-kritischen Funktionen getrennt werden, um den Entwicklungsaufwand als auch den Aufwand bei Änderungen auf ein Minimum zu beschränken.

An der Systemgrenze entstehen Schnittstellen (Punkt 3) zu Umsystemen (Punkt 4). Es ist notwendig, sowohl die Inhalte an der Schnittstelle, den Kommunikationsweg sowie die Anforderungen, die von den Umsystemen kommen und die an die Umsysteme gestellt werden, abzustimmen. Somit können Probleme bei der späteren Integration vermieden werden.

Auch potenzielle Akteure (dazu gehören z.B. Benutzer, Instandhalter, Gutachter und Betreiber) (Punkt 5) stellen ggf. Anforderungen an das zu betrachtende System und sollten in den Fokus gerückt werden. Final sollten anzuwendende Verfahren, Richtlinien und Regel-

This promotes acceptance and trust among the assessors and can therefore speed up testing and independent assessments if quality processes have been established and coordinated in advance. EN 50126 [1, 2] requires a detailed description of the complex system for the initial lifecycle phases. As railway operators are increasingly becoming manufacturers, they also have to be able to meet these normative requirements themselves during system development. As shown in fig. 1, it helps to graphically depict and describe the interrelationships in order to master their complexity and clearly show the level of detail of the development being undertaken.

The system boundary (red item 1) of the system under consideration should first be clearly identified and communicated in the project. This enables the different world views to come together and be coordinated at an early stage in terms of any system boundaries and interfaces.

The internal subsystems (item 2) should be defined once the system boundary is clear and reconciled. The architecture, i.e. the structure of the subsystems, should be designed in such a way that, for example, any safety or security critical functions are separated from other non-critical functions in order to minimise the development effort and the effort involved in implementing any changes.

The interfaces (item 3) to the environment systems (item 4) are created at the system boundary. It is necessary to coordinate the content at the interface, the communication channel and the requirements imported from and exported to the environment systems. This will avoid any problems during the subsequent integration.

Potential stakeholders (e.g. users, maintainers, assessors and operators) (item 5) may also have requirements for the system under consideration, which should be brought into focus. Finally, the applicable procedures, guidelines and rules (item 6) should also be observed and a possible impact analysis should be carried out with regard to any changes or updates.

Once the structure of the system under consideration has been defined, the dependencies and requirements from the

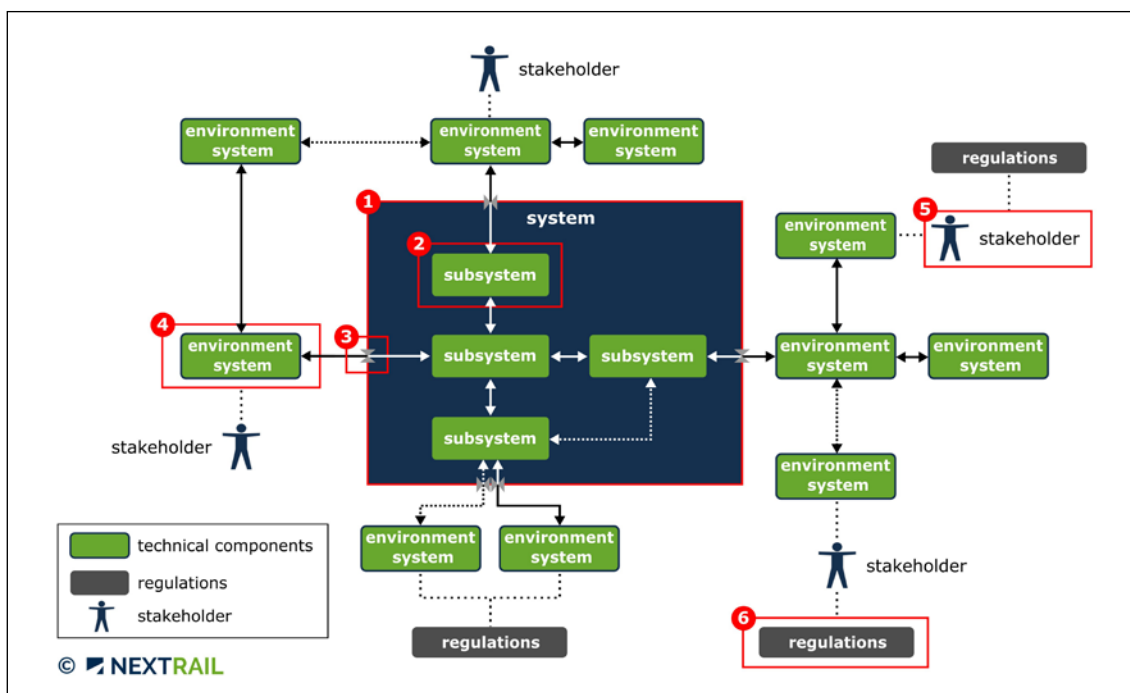
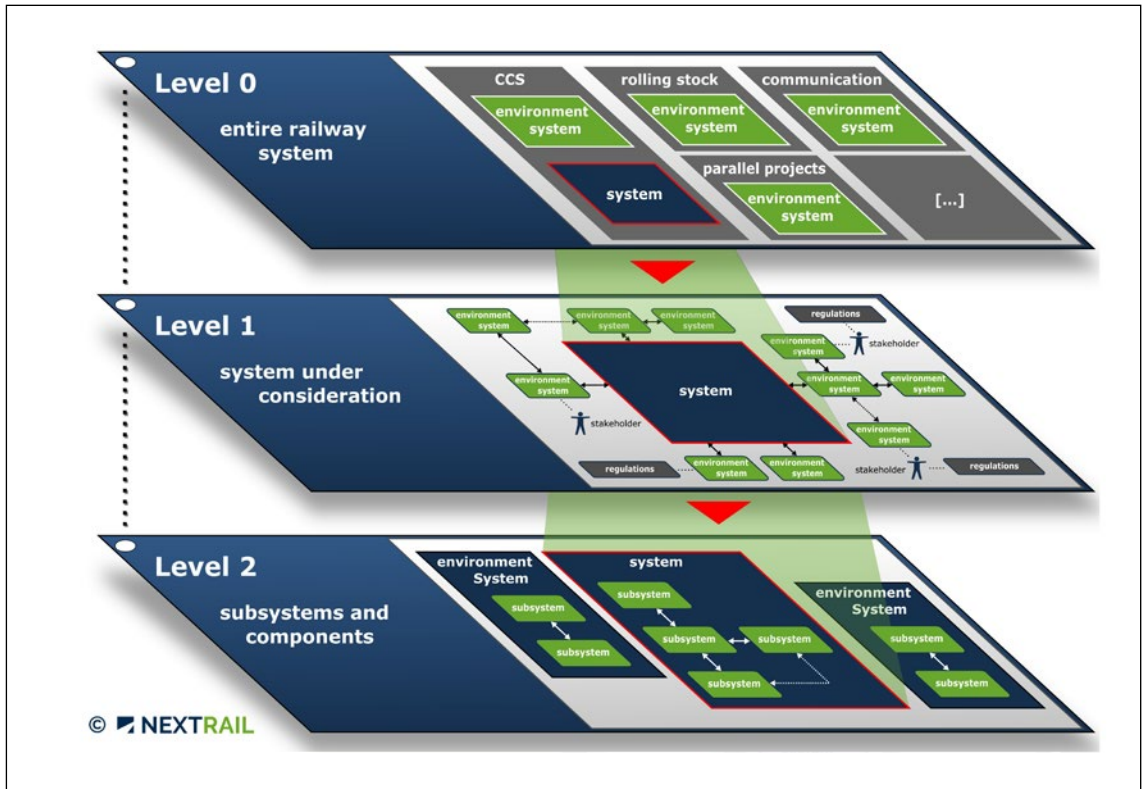


Bild 1: Beispielhafte Struktur eines zu betrachtenden Systems

Fig. 1: An example structure of a system under consideration
Quelle aller Bilder / Source all images: Nexttrail

Bild 2: Exemplarischer Aufbau der Hierarchie-Level
 Fig. 2: An example structure of the hierarchy levels



werke (Punkt 6) beachtet und sollte eine mögliche Auswirkungsanalyse hinsichtlich Änderungen oder Fortschreibungen dieser durchgeführt werden.

Nachdem die Struktur des zu betrachtenden Systems festgelegt wurde, sollten nun die Abhängigkeiten und Anforderungen aus dem Gesamtsystem Bahn identifiziert werden. Dazu ist es notwendig, das Bahnsystem in Hierarchie-Level aufzuteilen und sich mit seinem System dort zu integrieren.

Hierzu werden im Bild 2 drei Hierarchie-Level für die Integration eingeführt.

Auf dem obersten "Level 0" ist das gesamte Bahnsystem zu berücksichtigen. Hierzu gehören beispielweise bestehende Systeme der Leit- und Sicherungstechnik, Fahrzeuge, Telekommunikationsanlagen. Auch Parallelprojekte, wie z.B. Entwicklungsprojekte, die neue Technologien etablieren oder Realisierungsprojekte, die die Infrastruktur erweitern, sollten bei der Integration des zu betrachtenden Systems berücksichtigt werden.

Auf dem „Level 1“ wird das zu betrachtende System, wie auch in Bild 1 dargestellt, mit seiner direkten Systemumgebung betrachtet.

Auf dem „Level 2“ sollte das zu betrachtende System in seine Subsysteme aufgeteilt werden. Der Betrachtungsgegenstand ist hier nicht mehr nach außen auf andere Systeme gerichtet, sondern beschränkt sich auf den inneren Systemaufbau und das Zusammenspiel zwischen den Komponenten.

Die Aufteilung in unterschiedliche Detaillierungsgrade ermöglicht es, die zunächst global formulierten Anforderungen auf dem Level 0 bis hin zur ausführenden Komponente im Level 2 zu verfolgen.

Nachdem der Aufbau des Systems abgeschlossen ist, führt auch der Ablauf, wie in Kapitel 1.2 beschrieben, zu Herausforderungen. Das Safetymanagement löst diese Problematik durch eine klare Trennung zwischen der Entwicklung der generischen Grundfunktionalität und der spezifischen Anwendung. Die generische Anwendung sollte eine mögliche Implementierung in spätere Infrastrukturprojekte bereits bei der Entwicklung berücksichtigen

overall rail system should now be identified. It is necessary to divide the railway system into hierarchy levels and integrate the system under consideration into these levels in order to achieve this.

To this end, three hierarchy levels for integration are introduced in fig. 2.

The entire railway system must be taken into account at the topmost "Level 0". This includes, for example, the existing control, command and signalling system, the rolling stock and the communication systems. Parallel projects, such as development projects that establish new technologies or implementation projects that expand the infrastructure, should also be taken into account when integrating the system under consideration.

At "Level 1", the system under consideration is viewed along with its direct system environment, as also shown in fig. 1.

At "Level 2", the system under consideration should be divided into its subsystems. The object of consideration is no longer directed outwards towards the other systems, but is limited to the internal system structure and the interplay between the components.

The division of the system into different levels of detail makes it possible to track the initially globally formulated requirements from Level 0 through to the executing component in Level 2.

Once the system has been established, the process described in Chapter 1.2 also poses some challenges. Safety management solves this problem by making a clear distinction between the development of any generic basic functionality and the specific application. The generic application should take into account its possible implementation in subsequent infrastructure projects as early as during the development phase and allow the basic functionality to be fully and transparently assessed as part of the proof of safety.

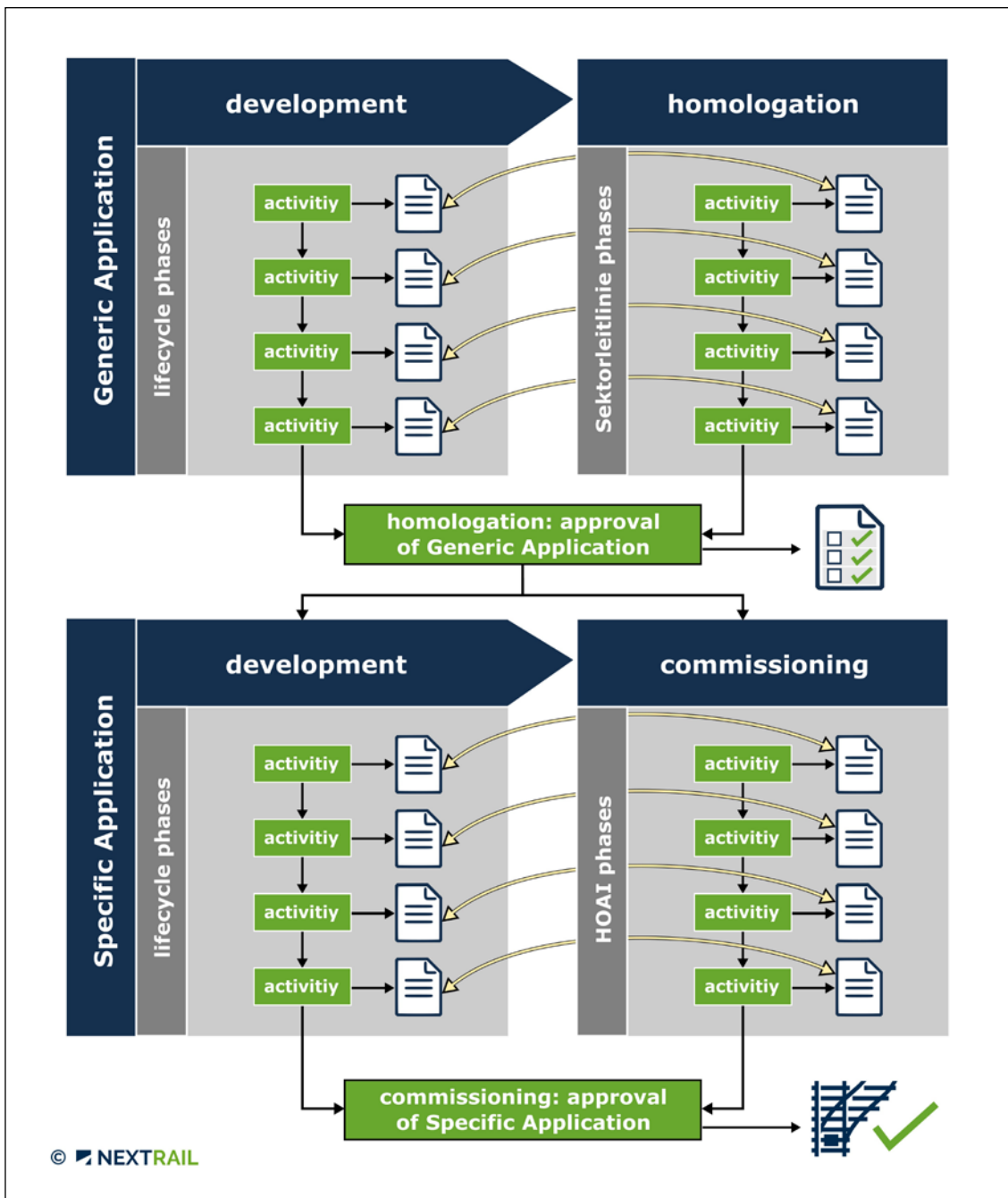


Bild 3: Schematischer Prozessablauf einer generischen Anwendung und einer spezifischen Anwendung

Fig. 3: The schematic process flow of a generic application and a specific application

und die Grundfunktionalität vollständig und transparent in der Sicherheitsnachweisführung begutachten lassen.

Dies ermöglicht es, dass die generische Anwendung mit stark reduziertem Aufwand in Realisierungsprojekten wiederverwendet werden kann und die spezifische Anwendung lediglich die ortsspezifischen Gegebenheiten analysiert. Das Bild 3 zeigt schematisch den Ablauf der generischen und spezifischen Anwendung sowie deren Verbindung zu der Zulassung und der Inbetriebnahme.

Es ist wichtig, im Projekt sowohl die Abläufe der generischen Entwicklung und Zulassung sowie die spezifische Umsetzung und Inbetriebnahme voneinander zu trennen und gleichzeitig ein Bewusstsein für die Abhängigkeiten zwischen den Abläufen im Projekt zu schaffen.

2.2 Verifizierung und Validierung

Der im Sicherheitsmanagement beschriebene Lebenszyklus inkl. der Sicherheitsdokumentation sollte vom Entwurf bis hin zur Integration ei-

This will enable the generic application to be reused in implementation projects with significantly reduced effort and the specific application to only analyse the site-specific conditions. Fig. 3 shows the schematic sequence of the generic and specific applications, as well as their connection to homologation and commissioning.

During the project, it is important to separate the generic development and homologation processes and the specific development and commissioning from one another and at the same time to create an awareness of the interdependencies between the processes in the project.

2.2 Verification and validation

The lifecycle described in the safety management system, including the safety documentation, should be subjected to verification and validation from design to integration in order to en-

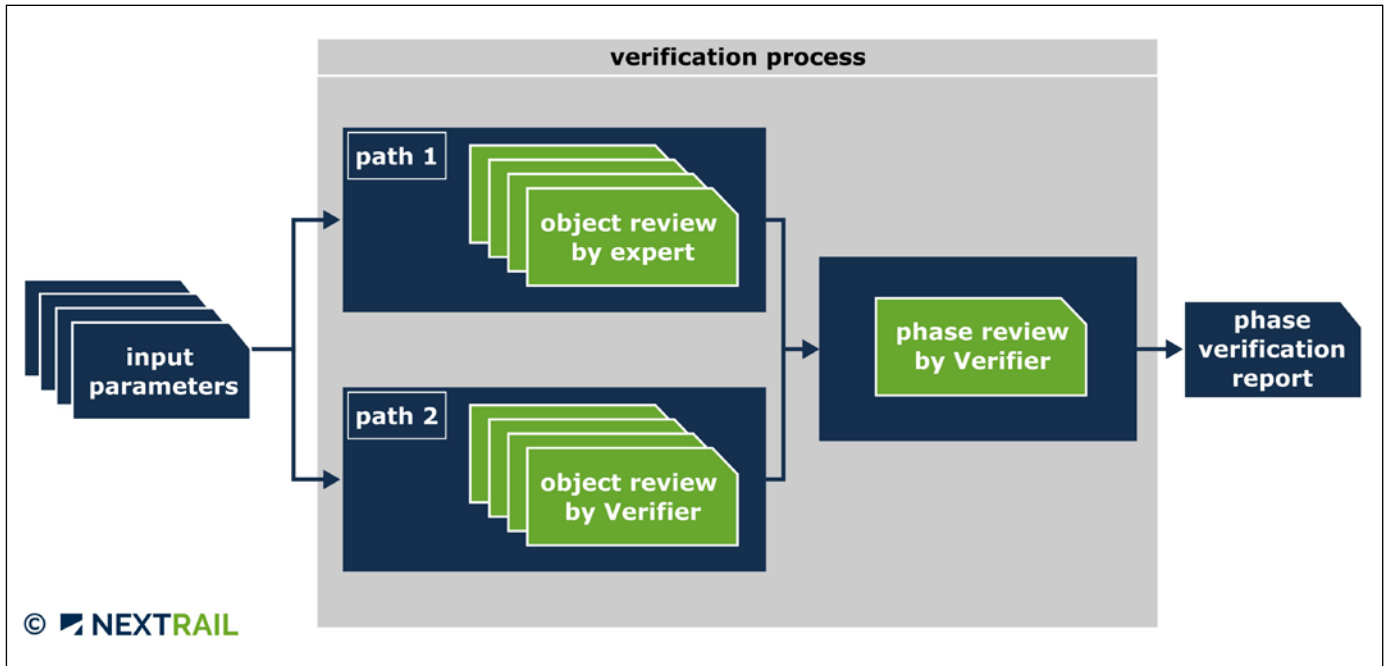


Bild 4: Möglichkeiten bei einem Verifizierungsprozess
 Fig. 4: The options in the verification process

ner Verifizierung und Validierung unterworfen werden, um die Kohärenz und Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten und Widersprüche und Fehler zu eliminieren. Ein hilfreiches Werkzeug kann es sein, die Verifizierung zwischen Phasen- und Objektverifizierung zu unterscheiden. Während die Objektverifizierung die Prüfung einzelner Liefergegenstände gegen die festgelegten Anforderungen sicherstellt, so wird in der Phasenverifizierung als Ergebnis die erfolgreiche Einhaltung aller benötigten Anforderungen der Lebenszyklusphase erbracht. Hierbei stützt sich die Phasenverifizierung auf der Objektverifizierung ab. Die Rolle des Verifizierers ist generell für die Verifizierung verantwortlich, jedoch kann durch die Trennung der Verifizierungsaufgaben die Objektverifizierung durch eine andere qualifizierte Person (path 1/Weg 1) durchgeführt werden. Diese zwei Möglichkeiten sind in Bild 4 dargestellt.

Durch diese zwei möglichen Wege können bereits bestehende Rollen in den EN 5012x [1 – 5]-Prozess etabliert werden. Eine mögliche Synergie in der spezifischen Anwendung wäre beispielsweise, prüferklärte Lastenhefte oder durch eine Prüfsachverständige (PSV) bestätigte Planprüfung als Ergebnis der Objektverifikation zu verwenden, die dann vom Verifizierer in der Phasenverifizierung herangezogen werden. Somit werden doppelte Aufwände bei der Prüfung vermieden. Auf der Verifizierung aufbauend wird gemäß EN 5012x [1 – 5] in den Lebenszyklusphasen 4 und 9 die Validierung durchgeführt. Wie bereits in der Verifizierung beschrieben, können auch bei der Validierung doppelte Aufwände mit dem beschriebenen Vorgehen eliminiert werden. Hierzu müssen die Aktivitäten der Validierung getrennt von der Rolle des Validierers betrachtet werden. So kann sich der Validierer am Beispiel der spezifischen Anwendung auf bereits bestehende und etablierte Prozesse wie der Abnahmeprüfung stützen und dadurch seinen Validierungsaufwand minimieren. Zusätzlich sollte darauf geachtet werden, dass die Verifizierung und Validierung frühzeitig im Projekt starten und phasenbegleitend zusammenarbeiten. Hierdurch kann das Projektrisiko minimiert werden, können frühzeitig Abweichungen erkannt und abgewendet werden. Darüber hinaus werden die Rollen und Verantwortlichkeiten harmonisiert und Doppelaufwände reduziert.

sure coherence and traceability and eliminate any inconsistencies and errors. Distinguishing between the phase verification and the object verification can be a useful tool. While object verification ensures that the individual deliverables are tested against the specified requirements, phase verification results in successful compliance with all the necessary requirements of the lifecycle phase. Here, the phase verification is based on the object verification. The verifier is generally responsible for the verification. However, separating the verification tasks means that the object verification can be performed by another qualified expert (path 1). These two options are shown in fig. 4. These two paths can help establish existing roles in the EN 5012x [1 – 5] process. For example, the use of approved customer specifications or a design review confirmed by a PSV as the result of the object verification, which are then used by the verifier during the phase verification, could constitute a possible synergy in the specific application. This would avoid any redundant verification efforts. The validation is carried out in lifecycle phases 4 and 9 on the basis of the verification as per EN 5012x [1 – 5]. As already described in the verification, any redundant efforts can also be eliminated during validation using the procedure described. The validation activities must be considered separately from the role of the validator in order to achieve this. Using the example of the specific application, the validator can then rely on any already existing and established processes such as commissioning tests and thus minimise the validation efforts. In addition, care should also be taken to ensure that the verification and validation are started early in the project and are carried out in conjunction with the phases. This will allow the project risk to be minimised and any deviations to be detected and averted at an early stage. In addition, the roles and responsibilities will be harmonised and any redundant efforts reduced.

2.3 Requirement management

In a nutshell, this involves identifying and implementing the requirements for the system under consideration in all the

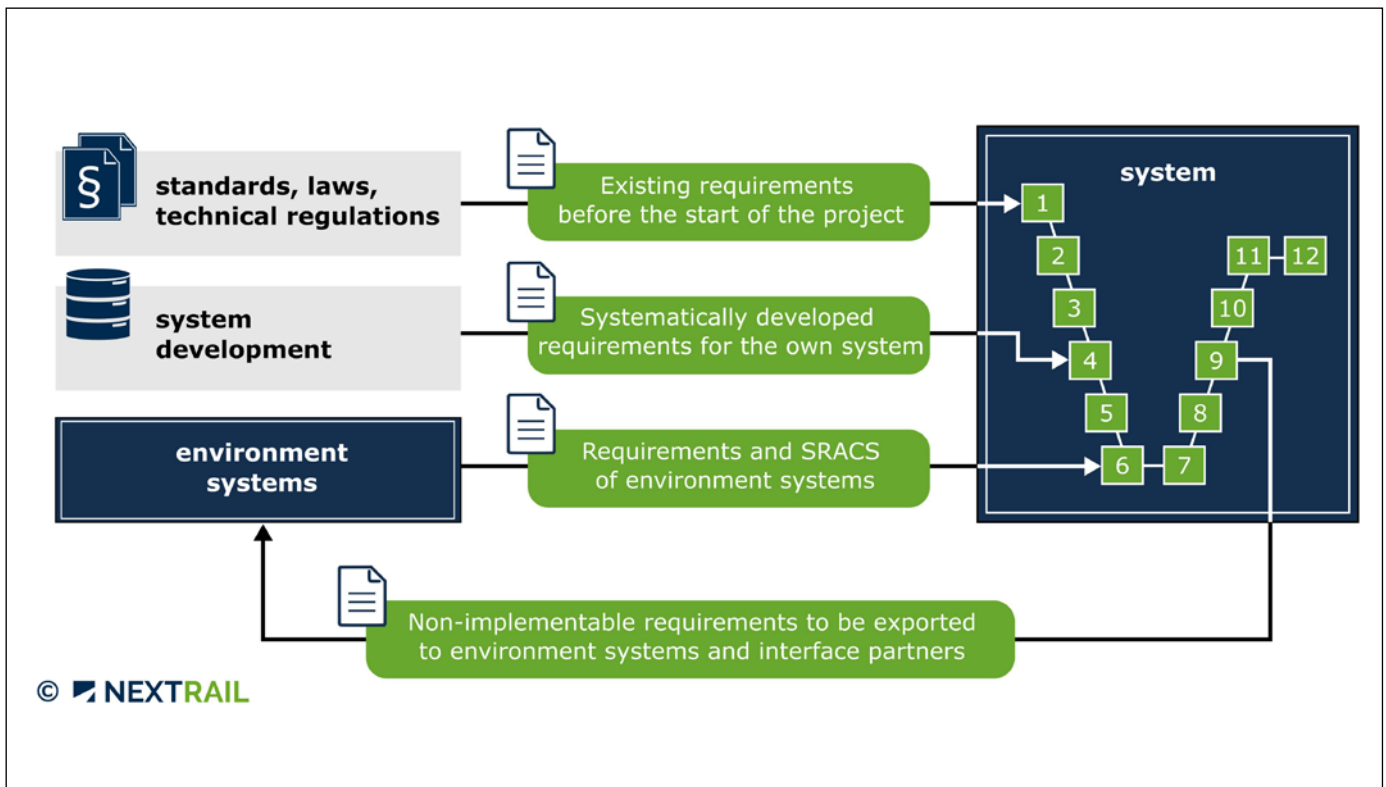


Bild 5: Entstehung von Anforderung

Fig. 5: Requirement creation

2.3 Anforderungsmanagement

In all den genannten Tätigkeitsfeldern und im gesamten Projektverlauf geht es, wenn man es auf den Kern herunterbricht, um die Identifikation und Umsetzung von Anforderungen an das zu betrachtende System. Bei Anforderungen kann es sich sowohl um interne als auch externe sicherheitsrelevante Anforderungen (Safety Related Application Conditions – SRACS) oder auch um Auflagen z.B. von Gutachtern handeln. Daher ist es von hoher Priorität, alle Entstehungsorte von Anforderungen über die gesamten Lebenszyklusphasen hinweg zu identifizieren und diese zentral, transparent und rückverfolgbar zu bearbeiten. In Bild 5 ist ein beispielhafter Überblick über die mögliche Entstehung und Verarbeitung von Anforderungen dargestellt.

Anforderungen bestehen bereits vor dem Projektstart durch existierende Normen, Gesetze, technische Vorschriften und Richtlinien, welche durch das Projekt identifiziert und eingehalten werden müssen. Während der Systementwicklung werden systematisch die eigenen Anforderungen an das System entwickelt. Zudem müssen Anforderungen und SRACS, die von Umssystemen an das zu betrachtende System herangetragen werden, berücksichtigt werden. Auch das zu betrachtende System muss Anforderungen, die es selbst nicht umsetzen kann, an die jeweiligen Schnittstellenpartner exportieren. Auch wenn die Anforderungen auf den verschiedenen Hierarchie-Leveln in ihrem Detaillierungsgrad unterschiedlich sind, so muss zu jeder Zeit die Verfolgbarkeit über alle Hierarchie-Level hinweg bis hin zum Nachweis der Erfüllung gegeben sein. Hierzu bietet es sich an, möglichst früh ein zentrales Anforderungsmanagement im Projekt zu etablieren, welches ermöglicht, alle Anforderungen aus unterschiedlichen Quellen zu bearbeiten.

3 Zusammenfassung

Aus den dargelegten Lösungsansätzen kann ein 5-Säulen-Modell abgeleitet werden.

mentioned fields of activity and throughout the entire project process. The requirements may be internal or external safety-related application conditions (SRACS) or requirements, such as those of the assessors. It is therefore a top priority to identify all the places where these requirements may arise across all the lifecycle phases and to process them in a centralised, transparent and traceable manner. Fig. 5 presents an overview of the possible requirement creation and processing.

Requirements already exist prior to the start of the project due to the existing standards, laws, technical regulations and guidelines, which the project must identify and adhere to. The system's specific requirements are systematically developed during the system development. In addition, any requirements and SRACS brought to the system under consideration by the environment systems must also be taken into account. The system under consideration must also export any requirements that it is unable to implement itself to the respective interface partners. Even if the requirements at the different hierarchy levels differ in their levels of detail, traceability across all the hierarchy levels must be ensured at all times right up to the proof of fulfilment. To this end, it is advisable to establish a central requirement management system in the project, which enables all the requirements from different sources to be processed, as early as possible.

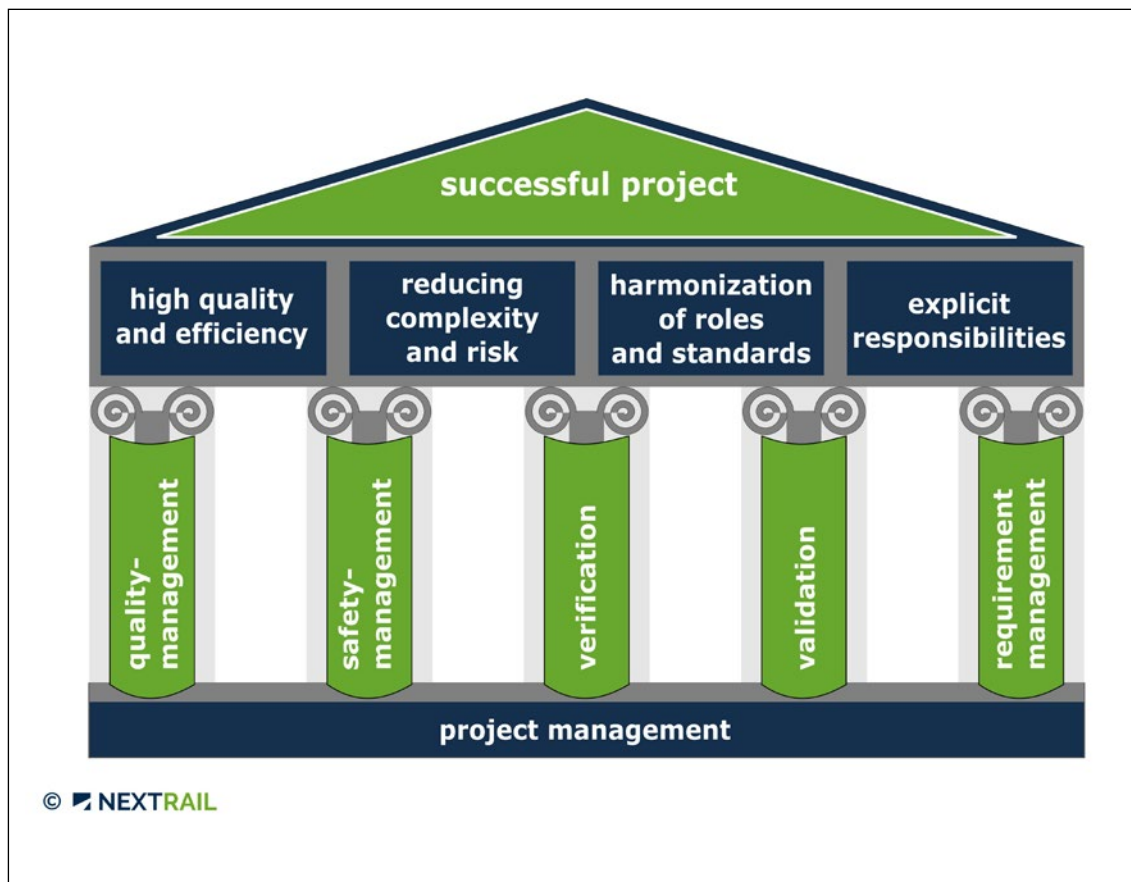
3 Summary

A five-pillar model can be derived from the solutions outlined above.

The five pillars shown are based on project management as shown in fig. 6. The project management must ensure that all the activities, roles and responsibilities within the project's five pillars

Bild 6: Das 5-Säulen-Modell

Fig. 6: The five-pillar model



Die fünf dargestellten Säulen basieren, wie in Bild 6 abgebildet, auf dem Projektmanagement. Das Projektmanagement muss bereits bei Projektstart darauf achten, dass alle Aktivitäten, Rollen und Verantwortlichkeiten innerhalb der fünf Säulen im Projekt etabliert, umgesetzt und gelebt werden. Die Säulen sorgen dafür, dass sowohl Systemaufbau als auch -ablauf optimiert, die Komplexität und das Projektrisiko reduziert, die bestehenden Rollen und Standards harmonisiert und die Verantwortlichkeiten eindeutig zugewiesen werden.

Auf den Punkt gebracht, werden durch den hier beschriebenen Ansatz eine hohe Qualität und Effizienz bei Reduzierung der Komplexität und des Risikos erreicht.

4 Weitere Chancen und Ansätze

Bei der Digitalisierung der Bahnwelt und der Entwicklung neuer Lösungen (z.B. die Einführung von ATO oder APS) kommt es zu zusätzlichen Herausforderungen, wo der hier dargestellte Ansatz ebenfalls eine Chance zur Lösung bietet. Durch den systematischen Prozess wird zusätzlich auch der Weg für einen reibungsfreien Ablauf innerhalb der Zulassungsbewertung geebnet. Die Akteure aus dem Zulassungsprozess (z.B. Aufsichtsbehörde, Freigabeverantwortliche und Prüfsachverständige) können auf den Arbeitsergebnissen und Aktivitäten der Entwicklung und Realisierung aufbauen. Beispielsweise könnte das Arbeitsergebnis einer validierten Anforderungsspezifikation der EN 50126 [1] Lebenszyklusphase 4 inhaltlich viel des Prüfumfanges des Freigabeverantwortlichen in der Phase Lastenheft gemäß Sektorleitlinie [6] abdecken.

Zusätzlich ist die Wiederverwendung und damit die Skalierbarkeit für Großprojekte oder Folge-Releases gegeben, indem lediglich eine minimale Delta-Analyse bei Änderungen benötigt wird.

are established, implemented and practised from the very beginning of the project. The pillars ensure that the system design and workflow are optimised, the complexity and project risk are reduced, any existing roles and standards are harmonised and the responsibilities are clearly assigned.

In a nutshell, the approach described here achieves high quality and efficiency while reducing complexity and risk.

4 Further opportunities and approaches

The digitalisation of the railway and the development of new solutions (e.g. the introduction of ATO or APS) presents additional challenges, which the approach presented herein can also help resolve. The systematic process likewise paves the way for smooth-running within the approval assessment. The stakeholders involved in the commissioning process (e.g. the federal railway authority, those responsible for issuing approvals and expert inspectors) can build on the results and activities of development and implementation. For example, the deliverable from a validated requirement specification of the EN 50126 [1] phase 4 lifecycle could cover much of the required input of the FGV / PSV for approval in the customer specification phase in accordance with the sector guideline [6].

In addition, reuse and thus scalability for major projects or follow-up releases is ensured, as only a minimal delta analysis is required for any changes.

The five-pillar model has already shown that it must involve a holistic approach firmly anchored in project management. However, this is only half the story. This uniform, systematic approach should already be stipulated and harmonised within the company's internal processes, guidelines, standards and regula-

Im 5-Säulen-Modell wurde bereits dargestellt, dass es sich um einen ganzheitlichen Ansatz handeln muss, der bereits im Projektmanagement verankert ist. Dies ist jedoch nur die halbe Wahrheit. Bereits in den unternehmensinternen Prozessen, Richtlinien, Normen und Gesetzen sollte dieses einheitliche systematische Vorgehen gefordert und harmonisiert werden. Auch das zugrundeliegende Sicherheits- und Qualitätsmanagementsystem und dessen Umsetzung sollten geplant und überwacht werden, sodass es zu einer Beschleunigung und Verbesserung von Innovationsprojekten beitragen kann. ■

AUTOREN | AUTHORS

David Karbe

Railway RAMS Consultant
Nextrail GmbH

Anschrift / Address: Unter den Linden 21, D-10117 Berlin
E-Mail: david.karbe@nextrail.com

Antje Freitag

Railway RAMS Consultant
Nextrail GmbH

Anschrift / Address: Unter den Linden 21, D-10117 Berlin
E-Mail: antje.freitag@nextrail.com

tions. The underlying safety and quality management system and its implementation should also be planned and monitored so that it can contribute to the acceleration and improvement of any innovation projects. ■

LITERATUR | LITERATURE

- [1] Europäische Norm: Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) Teil 1: Generischer RAMS-Prozess DIN EN 50126-1(VDE 0115-103-1):2018-10 (Deutsche Fassung) EN 50126-1:2017
- [2] Europäische Norm: Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) Teil 2: Systembezogene Sicherheitsmethodik DIN EN 50126-2 (VDE 0115-103-2):2018-10 (Deutsche Fassung) EN 50126-2:2017
- [3] Europäische Norm: Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme – Software für Eisenbahnsysteme DIN EN 50128:2012-03 (VDE 0831-128:2012-03) Deutsche Fassung EN 50128:2011 inklusive DIN EN 50128 Berichtigung 1:2014-09 (VDE 0831-128) Berichtigung 1:2014-09
- [4] Europäische Norm: Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme – Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik DIN EN 50129:2019-06 (VDE 0831-129:2019-06) Deutsche Fassung EN 50129:2018 + AC:2019
- [5] Europäische Norm: Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme – Sicherheitsrelevante Kommunikation in Übertragungssystemen DIN EN 50159:2011-04
- [6] Sektorleitlinie für die Zulassungsbewertung von Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnischen Anlagen (Technische Vorschrift), Version 1.0 vom 07.07.2021

Steuern, stellen, sichern.



Scheidt & Bachmann – innovative Sicherheitstechnologie seit 1872.

- Betriebsleittechnik
- Stellwerkstechnik
- Bahnübergangstechnik