

Digitale Schiene Deutschland

Systemarchitektur für das digitale Bahnsystem: neue Akzente für die Standardisierung



Foto: DB AG/Andreas Schaarschmidt

Versuchszug ICE-TD unterwegs im Digitalen Testfeld Erzgebirge

Harald Sattler, Europäische Korridore und Kooperationen, und **Ralph Müller**, Change- und Testmanagement DSTW, beide DB Netz AG, Frankfurt am Main



Der Einzug neuer Technik und Methoden durch die Digitalisierung des Bahnsystems steht in engem Zusammenhang mit der Standardisierung und sorgt auch dort für Paradigmenwechsel. Mit der Digitalisierung des Bahnsystems müssen sich Standards künftig am „reusability business case“ messen lassen: Standards etwa für Sicherheitsnachweise, Datenprotokolle, nicht-funktionale Anforderungen, Interoperabilitäts- und Tauschbarkeitsanforderungen schaffen nur dann Mehrwert für Projekte, wenn sie ohne projektspezifische Ergänzungen verwendbar sind. Damit wird klar: Ein unvollständiger Standard ist schlechter als gar kein Standard, da er Projekte einschränkt und damit deren Kosten treibt, ohne Nutzen zu stiften. Standards auf Basis des modellbasierten Systemengineerings, wie etwa bei EULYNX, sind Ansporn und Verpflichtung für den neuen EU-System Pillar zur Regulierung und Standardisierung des digitalen Bahnsystems in der EU.

Mehr Kapazität, höhere Zuverlässigkeit und höhere Effizienz, das sind Dauerbrenner, mit denen sich die Deutsche Bahn (DB) auseinandersetzt und die das Unternehmen auch in Zukunft weiterhin stark fordern werden. Die Digitalisierung bietet, wie auch in anderen Sektoren, große Chancen für die Bahn, hier einen großen Hub zu erreichen.

Fangen wir zuerst bei den internen Herausforderungen der DB im Bereich der Leit- und Sicherungstechnik (LST) an, um einen kleinen Einblick in die Komplexität zu geben. Zirka 2.700 Stellwerke mit über 400.000 Kilometern Kabel, 67.000 Weichen und 160.000 Signalen stammen aus diversen Generationen der Technikentwicklung. Dabei sind noch mechanische, elektromechanische und Relais-Stellwerke im Einsatz. Doch selbst die vergleichsweise modernen elektronischen Stellwerke (ESTW) entstanden bereits ab den 1980er Jahren und stellen die DB aufgrund der Ersatzteilversorgung und Bauartbetreuung (etwa bei Änderungen) zunehmend vor Schwierigkeiten.

Technikvielfalt und hoher Qualifizierungsaufwand

Trotz verstärkter Investitionen bleibt also ein Investitionsrückstau aufzuholen, der sich in hohem durchschnittlichen Anlagenalter und einer enormen Technikvielfalt manifestiert. Das Anlagenalter erzeugt hohen Aufwand in Bedienung, Instandhaltung und Entstörung, vor allem im Bereich LST. Unter anderem spielt die Kupferverkabelung der Außenanlagen eine Rolle. Das bei Bauarbeiten vom Bagger durchtrennte vieladrige Signalkabel ist leider ein Klassiker, der trotz vorbereitender Untersuchungen (Kabelschürfe) immer noch zu oft vorkommt.

Die Technikvielfalt wiederum zieht einen hohen Qualifikationsaufwand nach sich. So ist in manchen Netzbezirken neben den vorhandenen Stellwerkstechniken

die Ausbildung an mehr als zehn verschiedenen Bahnübergangstechniken notwendig, um die Bedienung, Instandhaltung und Entstörung sicherzustellen. Entsprechend sind jahrelange Qualifizierungszeiten erforderlich, bis ein Mitarbeitender der LST voll ausgebildet ist.

Wer in der Innenanlage eines Stellwerks arbeiten darf, hat aufgrund der Technikvielfalt meist mehr als 10 Jahre Vorbereitung für diese sicherheitsrelevante Aufgabe hinter sich. Und hier wird sich die demographische Entwicklung in den nächsten Jahren weiter verschärfen: Mehr als 70 Prozent dieser hochqualifizierten Kolleg*innen werden in den nächsten 10 Jahren in den wohlverdienten Ruhestand gehen. Daher erzwingt allein schon dieses Thema eine umfassende Erneuerung der LST. Damit werden neue Berufsbilder nötig und möglich, und so hoffentlich auch viele „Digital Natives“ für die Bahn begeistert.

Zu den internen Herausforderungen kommen die eingangs erwähnten steigenden gesellschaftlichen und politischen Erwartungen an Kapazität, Effizienz, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit des Bahnsystems. Aber auch der Deutschlandtakt, eine Verbesserung der Pünktlichkeit sowie ein merklicher Beitrag zum Klimaschutz stehen auf der Liste. Das alles kann nicht nur durch physischen Ausbau des Systems erreicht werden. Die Digitale Schiene Deutschland (DSD) hat sich zum Ziel gesetzt, die Chancen der Digitalisierung konsequent zu nutzen und durch umfassende technologische Innovationen einen wesentlichen Beitrag zur Lösung dieser Herausforderungen zu leisten, was einen Paradigmenwechsel mit sich bringen wird.

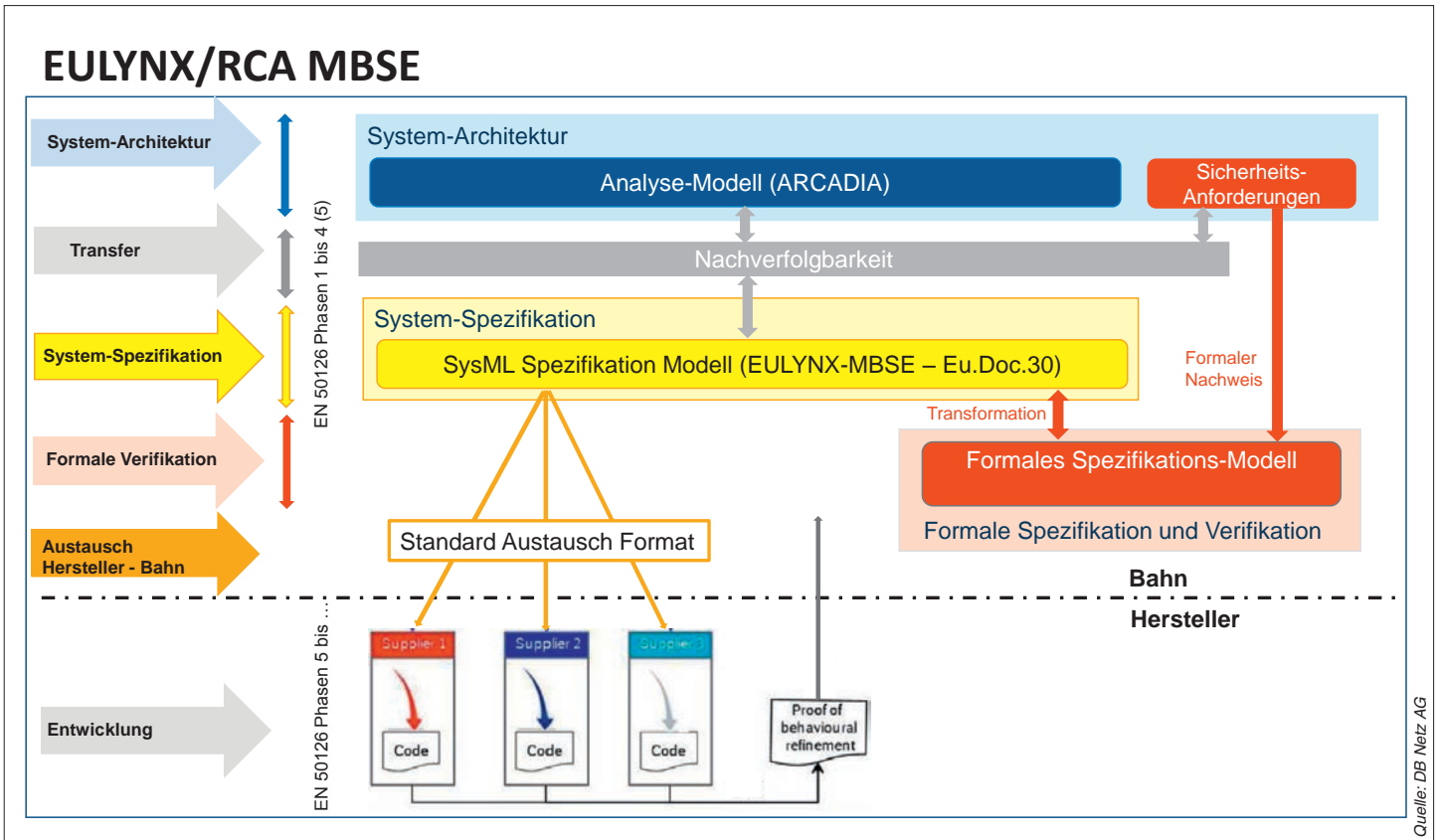
Betrieblich-Technisches Zielbild: Der Prozess bestimmt die Technik

In der Vergangenheit bestimmten die technischen Systeme mit ihren vorgegebenen Bedienhandlungen die bahnbetrieblichen Prozesse. Dieses Vorgehen



Abbildung 1: Mit den Starterpaket-Projekten des betrieblich-technischen Zielbildes beginnt die Digitalisierung der Bestandsfunktionen auf der Grundlage von digitalen Stellwerken (DSTW) und ETCS L2

Abbildung 2: Nur mit modellbasiertem Systemengineering und formalen Nachweisen sind eindeutige und wiederverwendbare Standards für digitale Technik möglich



wurde für DSD umgekehrt. Ausgehend von den für den DSD-Rollout notwendigen betrieblichen Szenarien wurden die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen (zum Beispiel PRAMSS^[1]) an das zukünftige System als Betriebliches Zielbild (BZB) abgeleitet. Dass aus dieser Analyse entwickelte Betrieblich-Technische Zielbild (BTZ) beschreibt somit sowohl die Anforderungen an den operativen Bahnbetrieb als auch die dafür erforderlichen technischen Systeme, mit denen die Betriebsverfahren vereinfacht und die Kapazität im Bestandsnetz erhöht werden.

Das BTZ beinhaltet zwei Zeithorizonte, das für die 2030er Jahre avisierte BTZ 1 als Digitale Basis sowie das in den 2040er Jahren umzusetzende BTZ 2 als vollständige Digitalisierung des Bahnsystems. Entsprechend gliedert sich das DSD-Programm in zwei Phasen. Das Fundament wird mit der grundlegenden Modernisierung der Infrastruktur gelegt: Die flächendeckende Einführung des europäischen Zugbeeinflussungssystems „European Train Control System“ in der Ausprägung „Level 2 ohne Signale“ (ETCS L2oS) und digitale Stellwerke (DSTW) sowie infrastruktureitiger Ausbau des hochautomatisierten Fahrens (ATO GoA2^[2]). Diese werden sich positiv auf Kapazität und Betriebsqualität auswirken.^[3]

Zielbild des zukünftigen Digitalen Bahnsystems

Darüber hinaus arbeitet die Digitale Schiene Deutschland an einer weitergehenden Digitalisierung des Bahnsystems. So sollen Künstliche Intelligenz und automatisiertes Fahren im optimalen Abstand zukünftig zur neuen Normalität auf dem Gleis werden. Dadurch entfaltet das digitale Bahnsystem erst sein volles Potenzial: Züge, die voll automatisiert und in kürzeren Abständen fahren, die in Echtzeit intelligent und automatisiert gesteuert werden, die ihre Umwelt und ihre Position durch Sensorik erkennen und auf Störungen selbstständig reagieren – das ist das Zielbild der Sektorinitiative DSD für das Gesamtsystem Bahn.

Zur Phase 1 gehören die Projekte des sogenannten „DSD-Starterpaketes“, das 2020 begonnen wurde (Abbildung 1). Darunter fallen drei Maßnahmenpakete: der „Digitale Knoten Stuttgart“, die „Schnellfahrstrecke Köln–Rhein-Main“ sowie die Strecken und Netzbezirke entlang des transeuropäischen TEN-Korridors „ScanMed“. Der „ScanMed“-Korridor wird damit in den 2030er Jahren auf der wichtigen Nord-Süd-Achse von Hamburg über München nach Österreich die vollständige ETCS-Durchfahrbarkeit sicherstellen.

In Phase 2, im vollständig digitalisierten Bahnsystem, stellen sich weitere positive Effekte ein. Dabei werden die Abstände aufeinander folgender Züge nicht mehr wie bisher ausschließlich von ortsgebundenen Gleisfreimeldeanlagen (Achszähler oder Gleisstromkreise) bestimmt werden, die räumlich relativ weit verteilt entlang der Strecken liegen. Zukünftig wird eine zugzentrische Sicherungstechnik mit Hilfe der genauen Position der Fahrzeuge und den Eigenschaften der Strecke dafür sorgen, dass eine dynamische, an die aktuelle Betriebssituation angepasste Sicherung von Zugfahrten erfolgt. Das führt zu mehr Kapazität, flexibleren Betriebsabläufen und vereinfachter Streckenausrüstung. Auch hier wieder ein Paradigmenwechsel: Künftig wird es keine Unterscheidung mehr zwischen Bahnhof und freier Strecke, zwischen Zug und Rangierfahrt geben. Alle Fahrzeugbewegungen im Regelbetrieb finden überall technisch überwacht und gleich sicher statt.

Paradigmenwechsel bei der Standardisierung

Ein weiterer maßgeblicher Paradigmenwechsel betrifft ein neues Standardisierungsverständnis: In der alten analogen Welt wurde Standardisierung zumeist als „kleinster gemeinsamer Nenner“ verstanden. Und so liest man auch in vielen bahnbezogenen Normen heute noch, neben ein paar Eckwerten, die archaisch anmutende Öffnungsklausel „Näheres ist zwischen Kunde und Lieferant festzulegen“ oder ähnliche Feststellungen praktischen Normungsversagens.

In digitalen Anwendungen gibt es keine Freiräume mehr: Datenkommunikation zwischen Maschinen benötigt vollständige und interpretationsfrei reproduzierbare Festlegungen. Und der Nutzen von Standardisierung wird erst durch zahlreiche Wiederverwendungen von Sicherheitsnachweisen, Schnittstellen- und Teilsystem- sowie Testfallspezifikationen erreicht („reusability business case“).

Ein Standard muss ohne menschliche Beurteilung funktionieren und die Integration von Produkten in das Bahnsystem ermöglichen. Dazu müssen die Anforderungen an neue Produkte und die Wechselwirkung mit der Bahnumgebung hinreichend spezifiziert werden. Die Anwendungsreife eines Standards zeigt sich dadurch, dass Produkte entwickelt und integriert werden können, auch wenn ein Partner an einer Schnittstelle nicht kooperiert.

Entweder wird ein Standard vollständig spezifiziert oder aber er bringt den Anwendern mehr Nachteile als überhaupt kein Standard. Denn der Skaleneffekt wäre nicht erzielbar, obwohl Kosten und Einschränkungen hochgetrieben würden. Daher gilt fortan: „Ein unvollständiger Standard ist schlechter als kein Standard!“ Diese technikbedingte Rigorosität ist für die Normung etwas völlig Neues und muss daher erst mühsam eingeübt werden.

Einher geht dies mit rigorosen Methoden der Architekturentwicklung und Modellierung: Technische Anforderungen werden nicht mehr durch interpretierbare Prosa dargestellt, wie dies heute noch gängige Normungspraxis ist, sondern durch ausführbare Spezifikationsmodelle, die nicht nur gegenüber Nutzeranforderungen simulationstechnisch validierbar sind, sondern auch zum formalen Konformitätsnachweis von kommerziellen Produkten taugen. Diese klaren Vorteile werden erst durch konsequente Anwendung der Methoden des modellbasierten Systemengineerings (MBSE) nutzbar und durch die Normung selbst längst empfohlen, etwa in der Systemengineering-Norm IEC 15288 (Abb. 2).

Mit DSTW und ETCS Level 3 zum hochautomatisierten Betrieb

Die bereits in Piloten und Vorserienprojekten erprobten DSTW stellen eine tragende Säule der Phase 1 dar, durch die die älteren Stellwerke einschließlich der ESTW ersetzt werden.^[4] Die Befehlsübertragung an die Außenanlagen wie Weichen und Bahnübergänge erfolgt zukünftig digital verschlüsselt über Ringleitungen aus Hochleistungs-Glasfaserkabel, die das bahneigene betriebliche IP-Netz (bbIP) bilden.

Auf den Teil der Kupferkabel, über die bisher die Steuersignale analog und mit begrenzter Weite übertragen wurden, kann damit weitgehend verzichtet werden. Mit der geplanten Modernisierung der Technik besteht auch die Möglichkeit, auf den automatischen Zugbetrieb (Automatic Train Operation, ATO) zu wechseln. Vorgesehen ist dabei aktuell der Automatisierungsgrad „GoA 2“ (Grade of Automation), also die hochautomatisierte Fahrt mit Triebfahrzeugführer*innen, die die Fahrt beobachten und nach wie vor die Steuerung übernehmen können.^[5]

Die ersten Inbetriebnahmetermine der DSD Phase 1 beginnen ab 2025, die Phase 1 wird voraussichtlich in den 2030er Jahren abgeschlossen und damit das BTZ 1 realisiert sein. DSD Phase 2 nimmt dann bis in die 2040er Jahre die weitere Digitalisierung des Gesamtnetzes in Angriff, verbunden mit dem vollständigen Umstieg auf eine zugzentrische Sicherungslogik und Fahrzeuge mit ETCS Level 3 „Moving Block“. Das BTZ 2 sieht vollautomatisiertes Fahren der Züge vor. Wenn in Zukunft sensorbasierte Wahrnehmungssysteme für Umfelderkennung und Lokalisierung markt- und „bahnreif“ werden, kann schließlich auch die Streckenbeobachtung von der Technik übernommen werden.^[6] Der Automatisierungsgrad wird von GoA 2 auf GoA 4 erhöht, also auf fahrerlosen Betrieb.

Zudem ist die Nutzung weiterer neuer Technologien wie Artificial Intelligence, Cloudcomputing und schneller, niedriglatenter Funkkommunikation 5G (im Bahnsektor unter dem Begriff FRMCS „Future Railway Mobile Communication System“ vorangetrieben) unabdingbar für die Zukunft des Bahnsystems, das sich durch DSD grundlegend verändern wird.

Aktivitäten und Programme auf EU-Ebene

Beide DSD-Programmteile haben enge Verbindungen zu den laufenden Aktivitäten der europäischen Regulierung und Standardisierung. Die Fortführung des Förderprogramms Shift2Rail mit dem Nachfolgeprogramm Europe's Rail (EU-RAIL) soll der weiteren Harmonisierung und Interoperabilität im europäischen Bahnsystem (Single European Railway Area, SERA) dienen.

Über die beiden Säulen „System Pillar“ und „Innovation Pillar“ von EU-RAIL sollen Spezifikationen der Technologien entwickelt werden, die wichtige Grundlagen für DSD darstellen. Der Innovation Pillar erarbeitet dabei in EU-RAIL zahlreiche technische und digitale Lösungen und erprobt diese in Demonstratoren. Der System Pillar, mit der Aufgabe der Entwicklung einer Gesamtsystemarchitektur, wird zahlreiche Spezifikationen zur notwendigen Erweiterung der Interoperabilität in einem viel modulareren Bahnsystem erstellen. Denn mit der Digitalisierung wächst die Spreizung der Lebenszeiten von digitaler Technik für Steuerung, Diagnose und Kommunikation einerseits und robusten langlebigen Bahnanlagen andererseits erheblich.

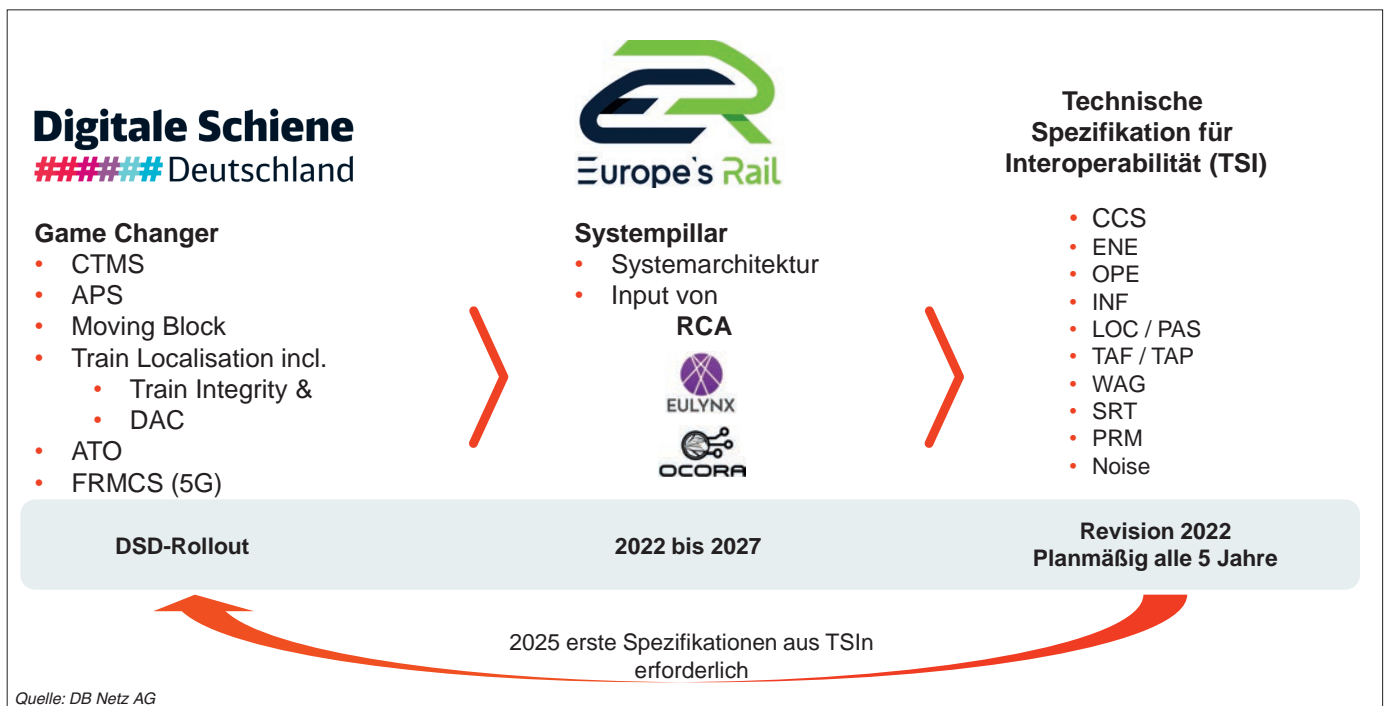
Daher wird das Herz und Hirn des Bahnsystems, die LST, den Kern der Bahn-Systemarchitektur bilden. Bisher waren nur die Luftschnittstellen für ETCS zwischen Zügen und Infrastruktur standardisiert. Nun rückt die

gesamte LST in den Fokus der EU-Regulierung. Damit auch die neuen Schnittstellen und künftige Innovationen interoperabilitätswahrend umgesetzt werden können, werden diese in technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) und künftige Normen aufgenommen.

Die TSI-Revision 2022 sollte ursprünglich bereits die Spezifikationen der sogenannten „Game Changer“ (ATO, 5G, Zugortung, Zugintegritätsprüfung, Moving Block, optimierte ETCS-Bremskurven) enthalten. Aufgrund der nicht rechtzeitig fertiggestellten Spezifikationen aus Shift2Rail ist davon allerdings im Wesentlichen nur ATO GoA2 in die TSI 2022 eingeflossen. Folglich hängt für DSD viel von einer stringenten Vervollständigung der Spezifikationen in EU-RAIL und einer von 2027 vorgezogenen TSI Revision 2025 ab. Denn um rechtzeitig für den Rollout die Entwicklungsanforderungen an die Hersteller zu geben, müssen die für DSD relevanten Spezifikationen bis 2025 in den TSI hinterlegt sein.

Die bereits seit einigen Jahren etablierte Digitalisierungsnormung durch EULYNX, auf der das BTZ 1 beruht, bildet das digitale Fundament für EU-RAIL. Aber auch die für das BTZ 2 entscheidende Standardisierungsinitiative der Bahnen, die Reference Command & Control System Architecture (RCA), und die fahrzeugseitige Ergänzung durch die europäischen Bahnbetreiber, die Open CCS On-board Reference Architecture (OCORA), tragen maßgeblich zur Standardisierung und Modularisierung der

Abbildung 3: Im Rahmen von Europe's Rail arbeitet DB Netz maßgeblich an einer harmonisierten Digitalisierung des europäischen Netzes. Die neue EU Standardisierungs-Strategie kann hierbei als wertvolles unterstützendes Instrument wirksam werden (Abkürzungen sind am Ende des Beitrags erläutert)



Bahnsystemarchitektur bei und haben hohe Relevanz für DSD. So wird das von EULYNX für die DSTW entwickelte Konzept der IP-basierten Anbindung der Gleisfeldelemente (Weichen, Gleisfreimeldeanlagen, Signale, Bahnübergänge usw.) an Stellwerke mittels standardisierter Plug & Play-Schnittstellen von vielen Bahnen für ihre Digitalisierungsprogramme bereits intensiv genutzt. Das BTZ der DB Netz AG fordert daher ebenfalls die Einhaltung der EULYNX Standards.

Für das Zusammenspiel von Standards, TSI, EU-Förderprogrammen und Bahnen-Initiativen stellt die Anfang Februar veröffentlichte neue EU Standardisierungsstrategie^[7] wertvolle Funktionen zur verbesserten Koordination der Fachexpertise und damit zur Sicherstellung der Ergebnisse in Aussicht. Mit den darin beschriebenen Elementen eines hochrangigen Forums, eines EU Excellence Hub on Standards, „Standardisation Booster“ und der neuen Funktion des EU Chief Standardisation Officer (CSO) soll es gelingen, gezielt die aktuell und künftig für Zukunftstechnologien benötigten Standards zu identifizieren und deren Entwicklung zu beschleunigen.

Aufgabe des hochrangigen Forums ist dabei das Priorisieren von Normungsaktivitäten, Antizipieren des zukünftigen Normungsbedarfs und Koordinierung der Vertretung in europäischen Normungsgremien. Das Forum soll sich aus Vertretern der Mitgliedstaaten (auf Ministerialebene), der europäischen und nationalen Normungsorganisationen, der Wirtschaftsverbände, der Zivilgesellschaft und der Wissenschaft zusammensetzen.

Das EU Excellence Hub on Standards soll im Wesentlichen kommissionsintern die Zusammenarbeit verbessern, dazu Transparenz über alle Mitarbeitenden in der Normung – auch von angeschlossenen Behörden und Zentren – und damit mehr Effizienz und Kohärenz herstellen.

Der konkreteste Schritt zur Umsetzung der EU-Standardisierungsstrategie ist die Benennung von Frau Maive Rute, der stellvertretenden Generaldirektorin für Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU, im Juni dieses Jahres zusätzlich für die Funktion des CSO.

Auch die Aktivitäten im „Standardisation Booster“ sind recht weit gediehen. Dieser soll mittels Beratung, Training und weiteren Dienstleistungen (Webinare, Workshops, Newsletter) die Wertschöpfung aus Forschung und Entwicklung (F&E) steigern und den Transfer erprobter Ergebnisse, insbesondere aus Horizon Europe and H2020 Projekten, in die Standardisierung fördern. Ziel ist hier vor allem die Verbesserung des Zusammenwirkens von Forschern und Standardisierungsexperten und die Förderung von deren gegenseitigem Verständnis, zum Beispiel in Bezug auf die unterschiedlichen und schwer aufeinander abzustimmenden Prozesse.

Für Beratung existiert zum einen bereits die externe Beratergruppe (External Advisory Group – EAG), die die strategischen Leitlinien für ein Projekt liefert und eine zusätzliche externe Perspektive bietet. Über insgesamt fünf Open Calls können sich Forschungsprojekte zudem bewerben, durch gezielte Expertise, Trainingsmaterial und strategischen Input unterstützt zu werden.

Die „Standards Academy“ als weiteres Element bietet Seminare für unterschiedliche Erfahrungslevel an, in denen Forschenden & Entwickler*innen einerseits die Vorteile und Notwendigkeit als auch entsprechende technische Expertise und Know-how der Standardisierung vermittelt werden sollen. Das „Warum“ steht dabei ganz bewusst an erster Stelle vor dem „Wie“. Vom Verständnis der sozialen, ökonomischen und technischen Auswirkungen über eigenständiges Erkennen von Standardisierungsbedarfen reicht die Spanne der Trainings bis hin zum Thema Gestaltung von Standardisierungsprozessen und -ergebnissen.^[8]

Die Erwartungshaltung der EU an EU-RAIL, insbesondere den System Pillar, fordert eine wirkungsvollere und weitreichendere Standardisierung, als dies in Shift2Rail wie auch allen vorherigen Forschungsprogrammen erzielt werden konnte. Daher wird die Verzahnung mit den von der EU neu geschaffenen Unterstützungsformaten für die Standardisierung für EU-RAIL noch wichtiger werden.

Insbesondere dort, wo der Bahnsektor aus eigener Motivation nicht zu nötigen Standards findet, will die EU mit den neuen Instrumenten künftig nachdrücklich und erforderlichenfalls gegen Partikularwiderstände einzelner Stakeholder, Standardisierungsergebnisse beauftragen und implementieren.

Damit bestehen zwei Chancen. Einerseits die Möglichkeit, über verstärkte Regulierung zum Beispiel durch technische Spezifikationen analog TSI für Klarheit zu sorgen, wo Standards derzeit fehlen oder faktisch nicht wirksam sind. Zum anderen die Harmonisierung der EU-Standards voranzutreiben und durch Beheben von Widersprüchen und Überwinden von Partikularinteressen in bestehenden EN kohärente Standards sicherzustellen (Abbildung 4).

Diese Kohärenz ist essenziell für komplexe und verbundene technische Systeme, wie sie für die Bahn im Fokus von DSD stehen. Und sie ist längst nicht mehr auf Textgrundlage erreichbar, sondern benötigt graphisch-mathematische Verfahren des Systemengineerings, um eine professionelle Ebene zu erlangen. Damit werden MBSE-basierte Standards, deren Validierung nicht mehr im gutachterlichen Ermessen liegt, sondern formale Methoden nutzt, Wegbereiter des neuen digitalen Bahnsystems sein. DSD erarbeitet dieses in engem Zusammenwirken mit dem EU System Pillar und mit den Beiträgen von EULYNX, RCA und OCORA in Europa.

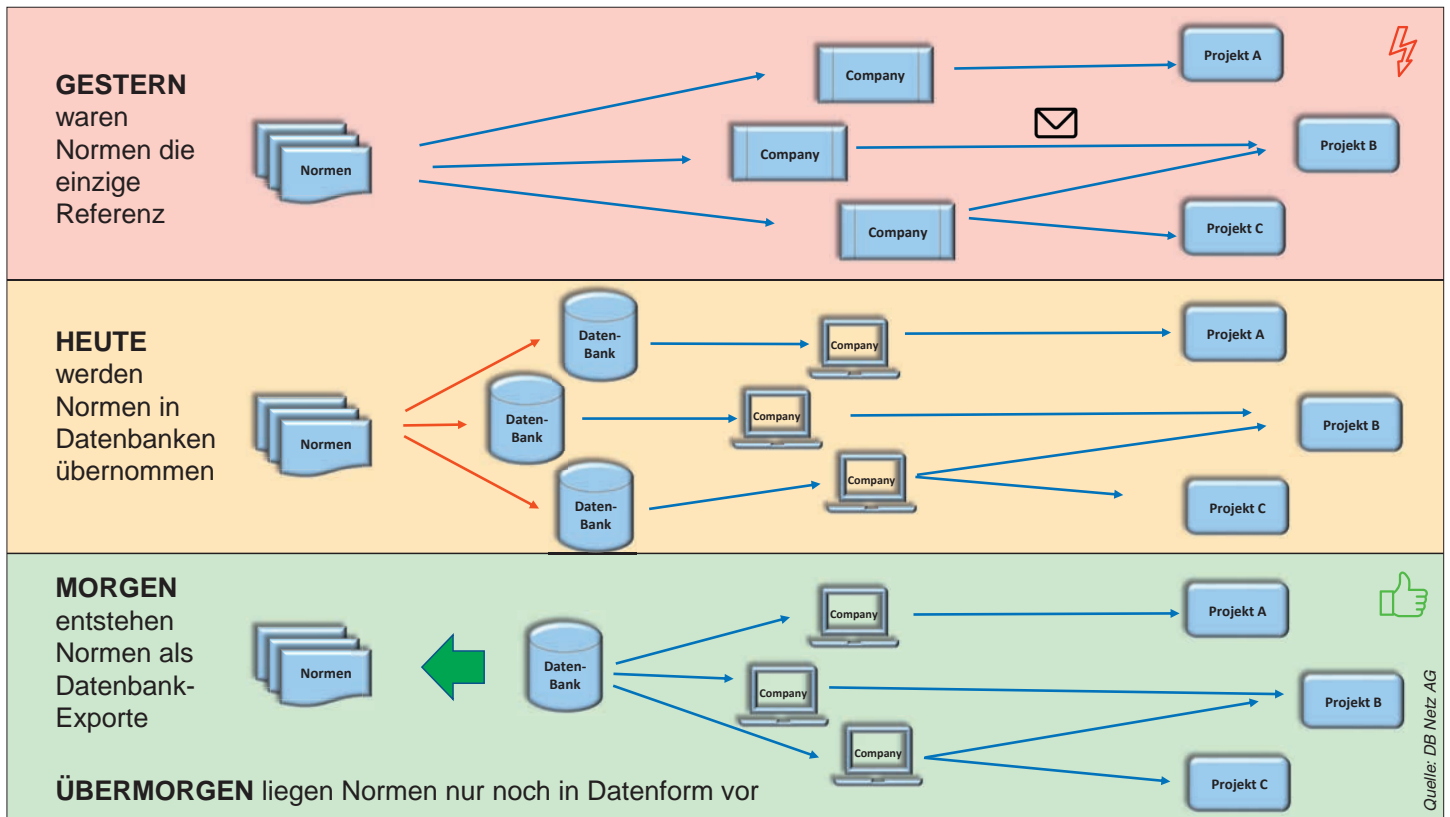


Abbildung 4: Normungsarbeit muss von der Papierbasis auf Datenbasis reformiert werden. Nur damit sind kohärente Standards erreichbar^[9]

Die EU-geförderte und – im Gegensatz zu Normen – für Anwender kostenfreie Anwendung „DIN-Terminologieportal“^[10] bringt die Probleme ans Licht: Für viele relevante technische Fachbegriffe existieren in veröffentlichten Normen zahlreiche Duplizierungen, im schlechtesten und häufigsten Fall inkompatible, widersprüchliche Definitionen. Es leuchtet ein, dass auf der Grundlage bereits inkohärenter Begriffsdefinitionen keine kohärenten Anforderungen entstehen können. Zum Beispiel existieren für den Fachbegriff „Sicherheit“ heute 269 verschiedene in Regelwerken veröffentlichte Definitionen.

Fazit

Die DSD wird große Fortschritte für den Bahnverkehr in Deutschland bringen, sieht sich aber auch als maßgeblichen Treiber für Europäisierung, Professionalisierung und Interoperabilität. DSD ist daher ein genuin europäisches Programm, was vor allem durch das hohe Engagement in grenzüberschreitenden Themen wie ATO und FRMCS sowie den europäischen Initiativen EULYNX, RCA und OCORA deutlich wird.

Durch die Digitalisierung und grundlegende Modernisierung des Bahnsystems kann ein signifikanter Hub an Kapazität, Zuverlässigkeit und Effizienz erreicht werden, von dem alle Sektor-Akteure profitieren werden:

- Die Eisenbahnverkehrsunternehmen und -infrastrukturbetreiber durch Kapazitätsgewinne, mehr Transporte auf der Schiene, mehr Zuverlässigkeit und auch Kostenreduzierung durch ein größeres Marktvolumen für Produkte dank Standardisierung.
- Die Industrie gewinnt neben Kostenvorteilen durch Skaleneffekte die Chance, die gefundenen Lösungen für das weltweit größte und komplexeste Eisenbahnnetz als Systemlösung in andere Länder zu exportieren.
- Die Politik erreicht durch den Aufbau von Fähigkeiten für Zukunftstechnologien im Rahmen der Digitalisierung die nachhaltige Förderung der globalen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen (Bahn-)Industrie, erhält einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung des „Green Deal“ und realisiert SERA, also volle europäische Interoperabilität.

Ein gemeinsames Agieren von Bahnen, Industrie und Politik ist daher in aller Interesse, um diese Ziele zu erreichen. ■

Dieser Beitrag ist eine überarbeitete Version der Erstveröffentlichung im DIN-FSF Newsletter 02/2022.

Quellen und Anmerkungen

- [1] PRAMSS: Performance, Reliability, Availability, Maintainability, Safety, Security
- [2] Automatic Train Operation im Grade of Automation 2, d. h. automatisierter Betrieb unter Sicherheitsverantwortung des Triebfahrzeugführenden, der weiterhin die Streckenbeobachtung übernimmt und bei Unregelmäßigkeiten eingreift.
- [3] Bührsch, Philipp, et al.: Vorteile und Nutzen von ETCS L2oS und DSTW im Schienenverkehr. Eisenbahn Ingenieur Kompendium 2022, S. 223 ff. Online unter: https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads/Vorteile%20Nutzen%20ETCS%20L2oS%20DSTW_EIK-2022.pdf
- [4] Müller, Ralph: Digitale Stellwerke tragen die Digitalisierung der Bahn. Eisenbahn Ingenieur Kompendium 2021, S. 180 ff.
- [5] Schröder, Jan, et al.: Digitale S-Bahn Hamburg. Eisenbahningenieur 10/ 2021, S. 44 ff. Online unter: https://digitale-schiene-deutschland.de/Downloads/44_47_EI_DSH_Schroeder_et.al.pdf
- [6] Hauswald, Christian, et al.: Digitale Schiene Deutschland testet im Projekt Sensor4Rail erstmals sensorbasierte Wahrnehmungssysteme im Bahnbetrieb. Deine Bahn 4/ 2022, S. 36 ff.
- [7] European Commission: New approach to enable global leadership of EU standards promoting values and a resilient, green and digital Single Market, Februar 2022. Online unter: https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/new-approach-enable-global-leadership-eu-standards-promoting-values-and-resilient-green-and-digital-2022-02-02_en
- [8] European Commission: European Standardisation Booster: New Five Open Calls for Horizon Europe and H2020 Projects, Juli 2022. Online unter: https://intellectual-property-helpdesk.ec.europa.eu/news-events/news/european-standardisation-booster-new-five-open-calls-horizon-europe-and-h2020-projects-2022-07-18_en
- [9] Bereits 2006 entstand im EU-Projekt MODTRAIN das Konzept einer datenbank-basierten Normung, in der Fachbegriffe, deren Definition und die Anforderungen für Entwicklung und Prüfung technischer Systeme allein in einem Anforderungs-Management-Werkzeug verwaltet und fortgeschrieben werden sollten. Mangelndes Interesse der ERA und der UIC führten zur Beendigung dieser vielversprechenden Qualitätsoffensive. In der EULYNX-Organisation der Bahnen wurde die Kohärenz der Anforderungen bereits nicht mehr auf Textbasis, sondern mit Hilfe von Modellen in System-Modellierungssprache (sysml) hergestellt. Dieser Paradigmenwechsel steht Normung und Regulierung noch bevor, wenn dort ebenfalls kohärente und damit qualitativ hochwertigere Standards erzeugt werden sollen.
- [10] DIN-Terminologieportal: www.din.de/de/service-fuer-anwender/din-term/suche-nach-benennung

Abkürzungen

- APS: Advanced Protection System (neue, zugzentrische Sicherheitslogik) auf Basis von zugseitiger Lokalisierung und zugseitiger Integritätsprüfung
- ATO: Automatic Train Operation
- CCS: Control Command and Signalling
- CTMS: Capacity & Traffic Management
- DAC: Digital Automatic Coupling
- ENE: Energy
- FRMCS: Future Railway Mobile Communication System
- INF: Infrastructure
- LOC/PAS: rolling stock – Locomotives and passenger rolling stock
- OPE: Operation and Traffic Management
- PRM: Persons with Disabilities and Reduced Mobility
- SRT: Safety in Railway Tunnels
- TAF/TAP: Telematics Applications for Freight / Passenger service
- TSI: Technical Specification for Interoperability
- WAG: Rolling stock – Freight Wagons

Lesen Sie auch

Europe's Rail: Europaweite Lösungen für die Wettbewerbsfähigkeit des Bahnsektors

Deine Bahn 4/2022

Die Zukunft der Bestandstechnik

ATO als Zukunftstechnologie im Schienenverkehr

ETCS Level 2 ohne „Signale“ in einem großen Knoten

Alle in Deine Bahn 3/2022

Das Betriebliche Zielbild als Basis für ein modernes und anwenderfreundliches Regelwerk

Deine Bahn 10/2021

Betrieblich-Technisches Zielbild für die „Digitale Schiene“

Deine Bahn 3/2021

Mit dem digitalen Bahnbetrieb in die Zukunft der Eisenbahn

Deine Bahn 8/2020