

Digitaler Bahnbetrieb

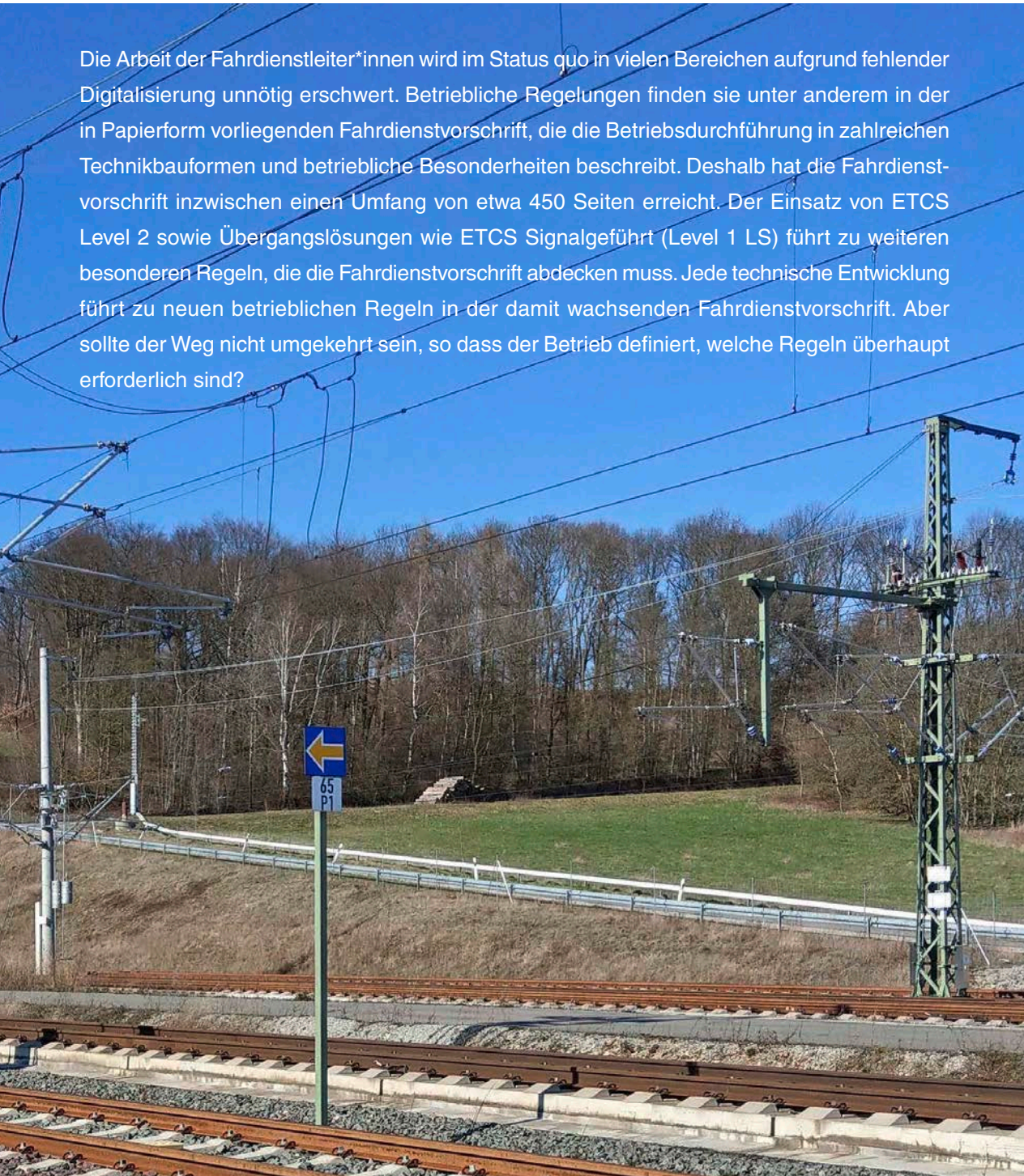
Das Betriebliche Zielbild als Basis für ein modernes und anwenderfreundliches Regelwerk



Foto: DB Netz AG/Hauke Hencke



Die Arbeit der Fahrdienstleiter*innen wird im Status quo in vielen Bereichen aufgrund fehlender Digitalisierung unnötig erschwert. Betriebliche Regelungen finden sie unter anderem in der in Papierform vorliegenden Fahrdienstvorschrift, die die Betriebsdurchführung in zahlreichen Technikbauformen und betriebliche Besonderheiten beschreibt. Deshalb hat die Fahrdienstvorschrift inzwischen einen Umfang von etwa 450 Seiten erreicht. Der Einsatz von ETCS Level 2 sowie Übergangslösungen wie ETCS Signalgeführt (Level 1 LS) führt zu weiteren besonderen Regeln, die die Fahrdienstvorschrift abdecken muss. Jede technische Entwicklung führt zu neuen betrieblichen Regeln in der damit wachsenden Fahrdienstvorschrift. Aber sollte der Weg nicht umgekehrt sein, so dass der Betrieb definiert, welche Regeln überhaupt erforderlich sind?



Unterwegs auf der Schnellfahrstrecke Erfurt–Halle/Leipzig im Saubachtal

Dirk Menne, Leiter Eisenbahnbetriebsverfahren und Digitalisierung Bahnbetrieb,
Matthias Kopitzki, Leiter Anforderungsmanagement Digitalisierung Bahnbetrieb,
Thomas Nenke, Digitale Prozesse im Bahnbetrieb, **Phillip Möller**, ETCS-Systemgestaltung,
und **Wolfgang Braun**, Anforderungsmanagement Automatisierung Bahnbetrieb,
alle DB Netz AG, Frankfurt am Main

Im Zuge der europaweiten Harmonisierung der Zugbeeinflussungssysteme sollen die derzeitigen Systeme PZB und LZB abgelöst werden. Als deutschlandweit flächendeckende Lösung für die Infrastruktur der DB Netz AG wird ETCS Level 2 ohne Lichtsignale (ETCS L2oS) mit digitalen Stellwerken (DSTW) angestrebt. Aufgrund der Komplexität, welche sich aus der Umrüstung eines knapp 34.000 Kilometer langen Netzes mit großen regionalen Unterschieden ergibt, sind aus betrieblicher Sicht bis zur Schaffung einer Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb einige Hürden zu nehmen. Im Folgenden werden die betrieblichen Prämissen hierfür vorgestellt.

beschrieben und exakte Anforderungen definiert, woraus eine funktionale technische Lösung abgeleitet werden muss. Diese Reihenfolge ist essenziell, um die Bedürfnisse der Anwender*innen (unter anderem Fahrdienstleiter*innen (Fdl), Triebfahrzeugführer*innen (Tf) und der Endkunden in den Fokus zu stellen. Das Regelwerk und der Betrieb der DB Netz AG ist dabei vergleichbar mit dem Betriebssystem eines Computers. Ohne die Software kann die Hardware eines PC nicht sinnvoll genutzt werden. Daraus folgend müssen auch bei der technischen Digitalisierung des Eisenbahnnetzes die betrieblichen Grundlagen neu gedacht und definiert werden.

Drei Starterpakete bis 2030

Bis 2030 sollen drei Pilotprojekte (auch als Starterpakete bezeichnet) realisiert werden, bevor der deutschlandweite Flächenrollout von ETCS L2oS beginnt (Abbildung 1):

- Digitaler Knoten Stuttgart (DKS) ^[1]
- Skandinavien-Mittelmeer-Korridor (Scan-Med-Korridor) ^[2]
- Schnellfahrstrecke Köln–Rhein/Main (KRM) ^[3]

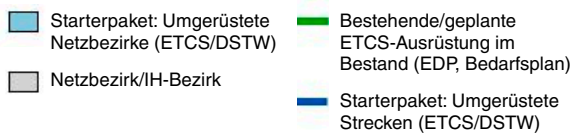
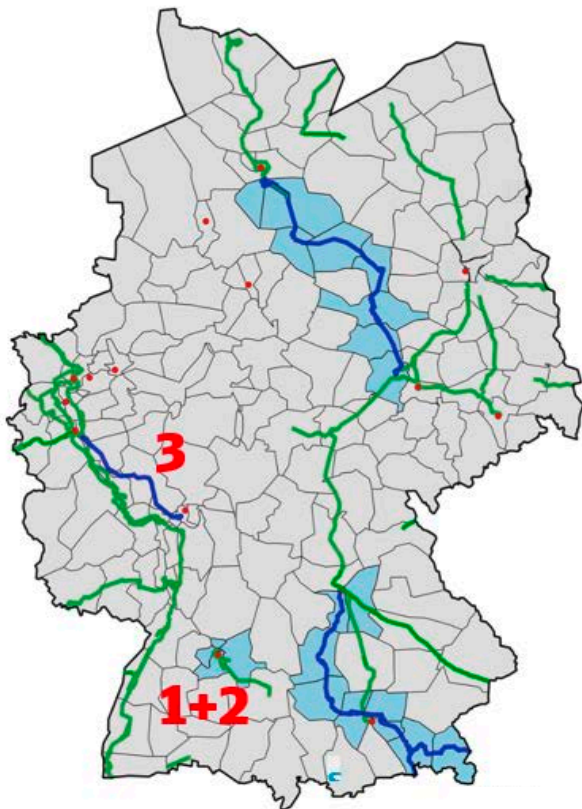
Die dort gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, beim Übergang vom konventionellen zum digitalen Bahnbetrieb im Flächenrollout bereits viele Möglichkeiten der neuartigen und einheitlichen technischen Rahmenbedingungen nutzen zu können.

Die durch die Digitalisierung angestrebten Verbesserungen hinsichtlich Pünktlichkeit, Qualität, Komplexitätsreduktion und Kapazitätserhöhung können nur erreicht werden, wenn auch vor radikalen Ansätzen kein Halt gemacht wird. Die grundsätzlichen Betriebsabläufe beim Einstellen einer Fahrstraße oder der Durchführung einer Zugfahrt wurden seit Bestehen der Eisenbahn lediglich fortgeschrieben. Aus diesem Grund folgt auch ein modernes elektronisches Stellwerk den grundsätzlichen Prinzipien eines mechanischen Stellwerks von 1914. Beispielsweise haben sich die Abläufe beim Rangieren kaum weiterentwickelt und nutzen nicht das volle Potenzial der technischen Möglichkeiten.

Der Zeitpunkt für einen gänzlichen Neuaufsatz der betrieblichen Regeln ist in vielerlei Hinsicht sinnvoll: Durch die Einführung von ETCS L2oS wird es keine klassische signalgeführte Fahrt mehr geben und Fahrbegriffe werden den Tf direkt auf das ETCS-Bordgerät übertragen. Die Betriebsabläufe können auch deshalb stark vereinfacht werden, weil die einheitlichen technischen Rahmenbedingungen keine Sonderlösungen mehr erfordern (vor allem durch ETCS L2oS und DSTW). Spezielle Charakteristika von unterschiedlichen Stellwerksbauformen müssen keinen Eingang mehr in die allgemeinen Betriebsregeln finden.

Abbildung 1:
Starterpakete zur
Vorbereitung auf den
ETCS-Flächenrollout

Quelle: DB Netz AG



Betriebliches Zielbild

Zur Durchführung eines hochwertigen Bahnbetriebs ist ein funktionierendes Zugbeeinflussungssystem in Verbindung mit ausfallsicherer Stellwerkstechnik ein essenzieller, notwendiger Bestandteil. Die genaue Ausgestaltung dieser technischen Rahmenbedingungen muss jedoch genau geplant sein. Dafür wird bei der DB Netz AG das System zunächst betrieblich, im sogenannten Betrieblichen Zielbild (BZB),

Für eine optimale Symbiose von Betrieb und Technik wird seitens der DB Netz AG ein mehrstufiger Weg verfolgt: Im BZB sind betriebliche Anforderungen an den digitalen Bahnbetrieb definiert, die die Abläufe und Rahmenbedingungen des digitalen Bahnbetriebs vollumfänglich beschreiben. Das BZB stellt im weiteren Verlauf die Grundlage für eine als Richtlinie 434 bezeichnete, neue Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb dar, welche in Inhalt und Darstellungsform neue Wege beschreiben wird und die Richtlinie 408 in den auf ETCS L2oS umgerüsteten Netzbezirken sukzessive ablösen soll.

Vom Betrieblichen und Technischen Zielbild zum BTZ

Die bisherige Entwicklung des Eisenbahnbetriebes wurde anhand der technischen Innovationen umgesetzt und der Betrieb musste sich mit seinen Regeln an der Technik ausrichten. Im Rahmen des Betrieblich-Technischen Zielbildes (BTZ) soll dieser Umstand aufgelöst werden.

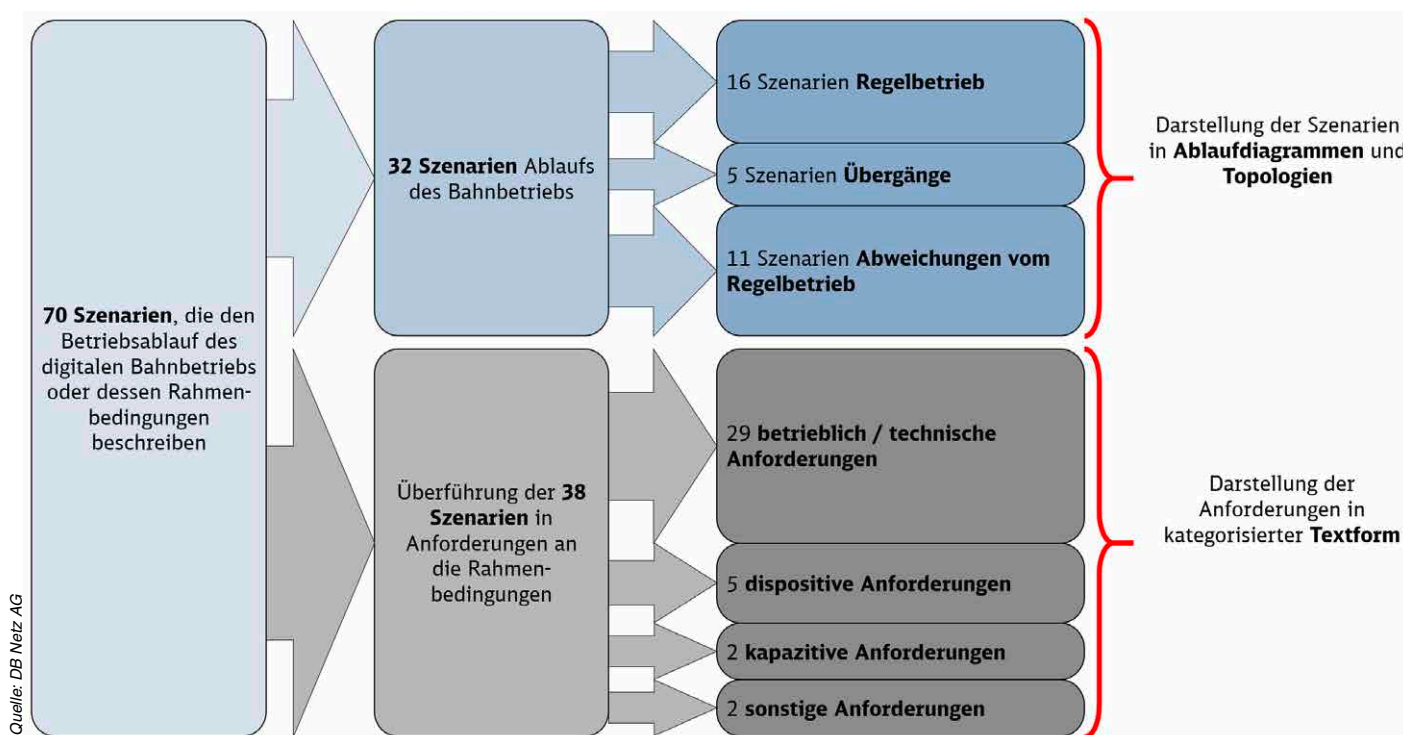
Der neue Prozess beginnt deshalb mit der Formulierung des BZB durch Fachexperten der DB Netz AG und weiterer Stakeholder (unter anderem externe Eisenbahnverbände) und ist technisch unabhängig sowie langfristig ausgerichtet. Der Prozess verfolgt einen Innovationsansatz, bei dem alle bisherigen Prozesse und Regeln auf den Prüfstand gestellt und grundlegend hinterfragt werden. Dies ist der Ausgangspunkt für die Skizzierung des Leitbildes des zukünftigen Bahnbetriebs.

Im ersten Schritt wurden auf Basis von Prämissen und Leitplanken 70 Szenarien erstellt, wovon sich 32 den Betriebsabläufen des digitalen Bahnbetriebs und die restlichen 38 den Rahmenbedingungen widmen. Die Rahmenbedingungen sorgen beispielsweise in Form von nichtfunktionalen Anforderungen dafür, dass die in den Betriebsabläufen beschriebenen Zielvorstellungen auch umsetzbar sind. Die Gruppierung der einzelnen Anforderungen in verschiedene Kategorien und Darstellungsweisen ist in Abbildung 2 ersichtlich.

Im BZB 1.0 wurden die 70 Szenarien ausgeführt und näher erläutert. Anschließend wurden die daraus resultierenden Anforderungen den technischen Fachlinien übergeben, die – basierend auf dem BZB – das technische Zielbild (TZB) erstellen.

Nach Erstellung des TZB durch die technischen Abteilungen werden beide Zielbilder zum BTZ synchronisiert und verabschiedet. In diesem Synchronisationsprozess werden die einzelnen Anforderungen in gemeinsamen Arbeitsgruppen diskutiert und zusammengeführt um anschließend die abgestimmten Anforderungen in die Zieldokumente zu überführen und letztlich umzusetzen. Dies erfolgt im Rahmen des Technologie- und Entwicklungsplans durch die Erstellung oder Anpassung von Lastenheften, Richtlinien und Weisungen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe wurden in der Zentrale der DB Netz AG im Ressort Betrieb agile Arbeitsgruppen gebildet. Diese befassen sich unter anderem mit der Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb (Richtlinie 434), dem digitalen Befehl oder einer Dispositions- und Steuerungsstrategie.

Abbildung 2: Systematisierung der 70 Szenarien und Anforderungen



Quelle: DB Netz AG



Der Prozess wurde dabei bewusst als Kreislauf konzipiert, um die gewonnen Erkenntnisse oder neue Ideen in der nächsten Version des betrieblichen Zielbildes mit einfließen zu lassen. Das BZB 1.0 ist bereits abgeschlossen, aktuell wird am BZB 1.1 gearbeitet. Die BZB-Version 1.2 wird weitere Anforderungen der Starterpakete abbilden und die Version 2.0 wird die Grundlage für den Flächenrollout sein. Die einzelnen Versionen sind zueinander kompatibel aufgebaut. Der Kreislauf ist in Abbildung 3 dargestellt.

Im BZB werden verschiedene visionäre Ziele verfolgt. Unter anderem sind folgende Themen bereits auf der Agenda zukünftiger BZB-Versionen:

- Aufhebung der Unterscheidung Zugfahrt und Rangierfahrt
- Aufhebung der Unterscheidung Bahnhof und freie Strecke
- Abschaffung des Gegengleises, analog Schweiz/Österreich
- Festlegung betrieblicher Grundlagen und Betriebsverfahren für ETCS Level 3
- Schaffung betrieblicher Grundlagen für zukünftige Technologien wie Automatic Train Operation, Grade of Automation 3 & 4 (ATO GoA 3 & 4)

Abbildung 3: Prozess-Kreislauf zur Erstellung des BTZ und dessen Umsetzung

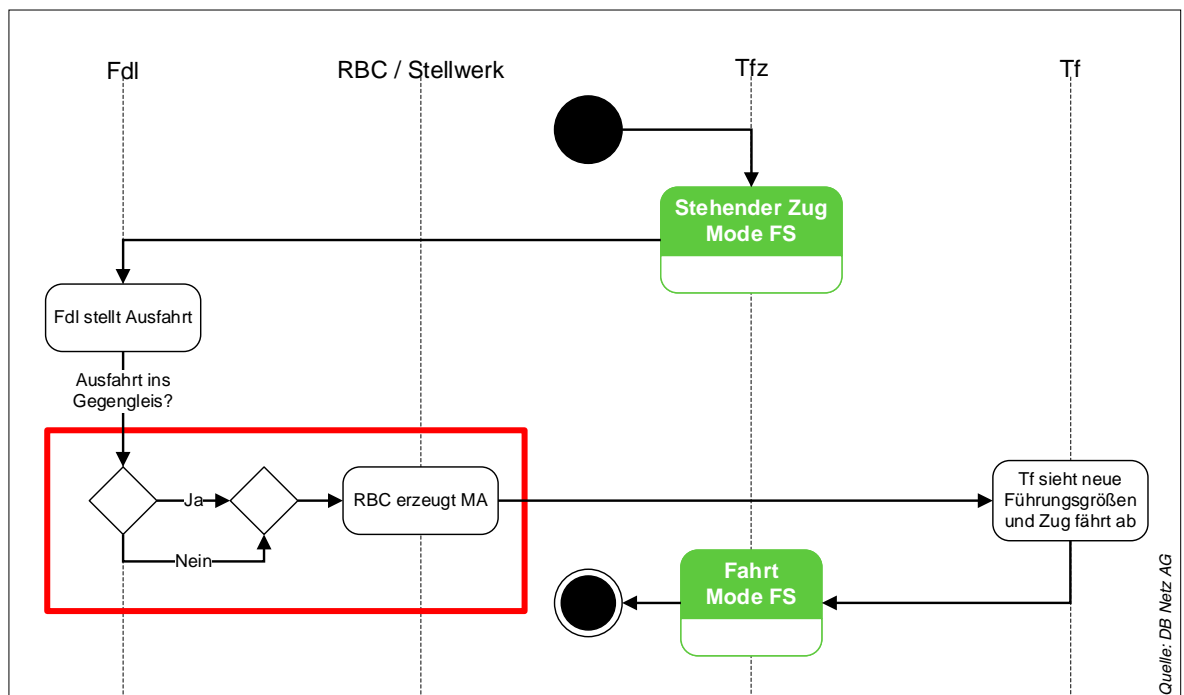
Quelle: DB Netz AG

Das BZB soll in seinem Zielzustand eine gesamtheitliche Betrachtung des Wertschöpfungsprozesses einer Zugfahrt abbilden, um Schnittstellenprobleme zu adressieren und abzubauen. Im Detail sollen die Geschäftsbereiche Fahrplan, Kapazitätsmanagement, Betrieb und Vertrieb (inklusive After Sales) nahtlos ineinandergreifen und auch seitens der IT kompatibel, gemeinsame Systeme nutzen. Insbesondere für den Kunden soll das spürbare Vorteile erzeugen, vergleichbar mit den One-Stop-Shops auf den Rail Freight Korridoren, wo Kunden nur einen Ansprechpartner für Trassen über mehrere Länder haben und so schlanke Bestellprozesse im Sinne einer End-to-End-Prozesskette für ihre Fahrplanbestellungen nutzen können.

Prozessorientierte Darstellung in vier Handlungssträngen

Im Zuge des BZB wurde eine prozessorientierte Darstellung der einzelnen Aktionen und Akteure entwickelt, um eine übersichtliche und intuitive Visualisierung der betrieblichen Szenarien zu ermöglichen. Hierzu wurden vier Handlungsstränge der wichtigsten Beteiligten (Fdl, Tf, Stellwerk/ETCS-Streckenzentrale [RBC/Stellwerk] und Triebfahrzeug) aufgezeichnet und die verschiedenen Aktionen der Akteure in Form eines Flussdiagramms gezeichnet. In Abbildung 4 ist die Darstellung des Szenarios zur Fahrt im Gegengleis wiedergegeben. Durch visuelle Highlights wie dem Kennzeichnungsrahmen sind die Änderungen zum

Abbildung 4: Visualisierung des Szenarios Fahren im Gegengleis aus dem BZB



Status quo hervorgehoben. Für die Spalte Triebfahrzeug wurden zudem Aktionsfelder in farblicher Codierung gewählt, welche den Fokus auf die Zustände Stillstand/Fahrt und die ETCS-Betriebsart, in der sich das Triebfahrzeug befindet, legen.

Inhaltlich ist in diesem Szenario hervorzuheben, dass es betrieblich keine Unterscheidung zwischen Regel- und Gegengleis geben soll. Dies hat zur Folge, dass für die Tf keine gesonderte Information erfolgt und somit nur die abweichenden Geschwindigkeiten beim Gleiswechsel relevant sind.

Das BZB bündelt die Anforderungen, welche von den Fachlinien umgesetzt werden müssen, um im digitalen Betrieb eine hohe Qualität zu erreichen.

Prämissen an den digitalen Bahnbetrieb:

- ETCS L2oS als Grundlage des Betriebs
- Leistungsfähige DSD-Komponenten (ETCS L2oS, DSTW, DiB)
- Bestandsschutz für bewährte technische Funktionalitäten
- Erfüllung betrieblicher Anforderungen durch die Technik/Unzulässigkeit betrieblicher Einschränkungen
- Nutzerfreundliche Rückfallszenarien
- Datenschnittstellen (zum Beispiel zu Leitsystemen BZ, Fahrplan-IT, RIS DB Station&Service)
- Generische Zulassung: Keine projektspezifischen ETCS-Ausrüstungen, kein release-abhängiges betriebliches Regelwerk

Leitplanken:

- Steigerung der Leistungsfähigkeit und Kapazität
- Nutzerfreundlichkeit
- Vereinheitlichung der betrieblichen Regelungen
- Kompatibilität mit europäischen Regelungen
- Vorrang harmonisierter vor nationalen Regeln

Richtlinie 434: Regelwerk für den digitalen Bahnbetrieb

Das BZB bildet inhaltlich und mit der prozessualen Szenariendarstellung die Grundlage für eine Richtlinienvision: Ein modernes und anwenderfreundliches Regelwerk. Mithilfe digitaler Technik soll damit ein souveräner und effizienter Bahnbetrieb durchgeführt werden.

Durch die Verwendung einer einheitlichen technischen Grundlage durch digitale Stellwerkstechnik ist ein Fokus auf die Schutzziele möglich, sodass das Regelwerk, im Gegensatz zu bestehenden Regeln, nicht mehr überwiegend handlungsorientiert aufgebaut sein muss. Bei der Entwicklung des neuen Regelwerks steht der Anwender im Mittelpunkt. Dabei wird – für eine durchgängige Beschreibung der betrieblichen Abläufe – auf eine prozessorientierte, digitale Darstellungsform geachtet. Diese neuartige Darstellungsform wird derzeit unter Mithilfe wissenschaftlicher Begleitung durch anerkannte Institute und Universitäten entwickelt und orientiert sich an der Darstellungsweise der Szenarien im BZB (s. Abbildung 4).

Bei der Entwicklung der Richtlinie 434 wird kein Bestandsschutz berücksichtigt, es wird ein neues Regelwerk entwickelt. Ein entscheidendes Argument für die Entwicklung einer neuen Richtlinie ist außerdem der Aspekt, dass die Ziele zur Kapazitätssteigerung nicht allein durch neue Technik realisiert werden können, sondern gleichzeitig eine Anpassung der betrieblichen Prozesse notwendig ist.

Damit die DB Netz AG von Entwicklungsmöglichkeiten profitiert, bedarf es einer konsequenten Weiterentwicklung aller heutigen Standards. Durch das Prüfen derer bietet sich die Chance, mit der Entwicklung Schritt zu halten, um das vollständige Potenzial für die Infrastruktur zu entfalten. ■

Abkürzungen	
ATO:	Automatic Train Operation
BZ:	Betriebszentrale
BZB:	Betriebliches Zielbild
BTZ:	Betrieblich-Technisches Zielbild
CTMS:	Capacity and Traffic Management System
DiB:	Design integrierter Bedienplatz
DSD:	Digitale Schiene Deutschland
DSTW:	Digitales Stellwerk
EBO:	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
ETCS:	European Train Control System
ETCS L2oS:	ETCS Level 2 ohne Lichtsignale
Fdl:	Fahrdienstleiter
FS:	Full Supervision
LZB:	Linienförmige Zugbeeinflussung
PZB:	Punktförmige Zugbeeinflussung
RBC/Stellwerk:	Stellwerk/ETCS-Streckenzentrale
RIS:	Reisenden-Informationen-System
Tf:	Triebfahrzeugführer
Tfz:	Triebfahrzeug
TZB:	Technisches Zielbild

Lesen Sie auch

Betrieblich-Technisches Zielbild für die „Digitale Schiene“

Deine Bahn 3/2021