

Vernetzte Fahrassistenzsysteme

Entwicklung und Einführung der Zuglaufregelung





Michael T. Hoffmann, Projektleiter TecEx vernetztes Fahrerassistenzsystem, Technik Gesamtsystem Bahn, DB AG und **Jochen Böttcher**, Leiter Team Algorithmenentwicklung, DB Netz AG, beide Frankfurt am Main

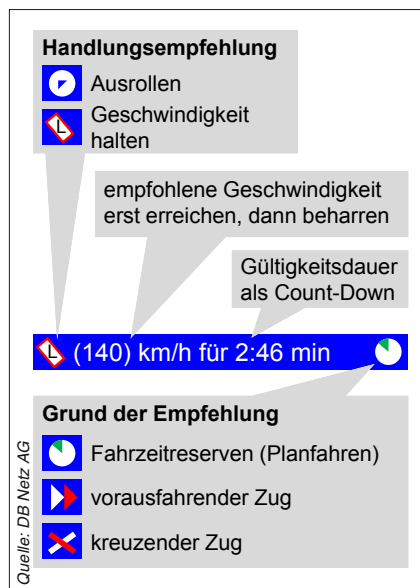


Zur Optimierung der energiesparenden Fahrweise im Schienenverkehr führt die DB Netz AG die Zuglaufregelung ein.

Dabei werden die Betriebszentralen mit den Triebfahrzeugen vernetzt, um mittels Fahrempfehlungen ein möglichst flüssiges und ressourcenschonendes Führen von Zügen zu ermöglichen.

Energie kostet Geld, ihr Verbrauch schadet der Umwelt. Die Eisenbahn ist durch ihren geringen Reibwert zwischen Rad und Schiene bereits ein sehr energieeffizientes Verkehrsmittel, aber auch in diesem System kann der Energieverbrauch weiter gesenkt werden. Ein wichtiger Hebel ist die energiesparende Fahrweise. Um alle Energiesparpotenziale zu heben, fehlen den Triebfahrzeugführern aber Informationen, zum Beispiel über voraus- und nachfahrende Züge. Bei einem Halt zeigenden Signal ist nicht bekannt, wann es wieder Fahrt zeigt, beziehungsweise welche Geschwindigkeit notwendig ist, um einen Halt zu vermeiden.

Um diese Lücke zu füllen, braucht es eine Vernetzung der Systeme auf dem Führerstand mit den Systemen der Betriebszentralen (BZ) von DB Netz. DB Netz hat die Informationen über alle aktuellen und geplanten Zugfahrten, über die verfügbare Infrastruktur und – wo die Technik vorhanden ist – über eingestellte Fahrstraßen und signalgenaue Zugstandorte. Die Zuglaufregelung (ZLR) soll diese Vernetzung herstellen. Sie soll aus den Daten der Betriebszentrale Fahrempfehlungen für eine möglichst konfliktfreie und energiesparende Fahrt berechnen und an einer Schnittstelle bereitstellen. Die Fahrempfehlungen enthalten Empfehlungen zur Geschwindigkeit oder zum Ausrollen.



Darstellung der DAS-C-Fahrempfehlungen im EBUa-Bordgerät bei DB Fernverkehr

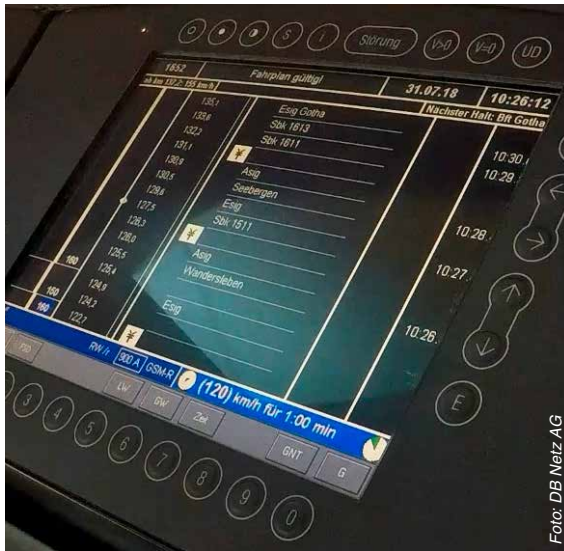
Dispositionsentscheidungen per Fahrempfehlungen umsetzen

Im Zielbild sollen ZLR-Fahrempfehlungen helfen, Entscheidungen der Disponenten von DB Netz kapazitätssparend umzusetzen. ZLR soll Züge präzise führen, zum Beispiel bei einer außerplanmäßigen Überholung. Im Idealfall soll ZLR den überholenden Zug so führen, dass er nicht am Signal anhalten muss. Dadurch wird nicht nur Energie gespart - der Betriebsablauf wird

flüssiger, die Kapazität optimal genutzt, Verschleiß und Verspätungen minimiert.

Die Umsetzung von Dispositionsentscheidungen per Fahrempfehlungen ist seit längerem Wunsch der DB Netz. Im Rahmen des Programms „FreeFloat“ wurde die Zuglaufregelung bereits 2012 in einem Prototyp implementiert und im Bereich der Betriebszentrale Karlsruhe erfolgreich erprobt. Das Projekt wurde durch die Bundesregierung gefördert.

Um Dispositionsentscheidungen automatisch umzusetzen, müssen sie von den Disponenten in die Dispositionssysteme eingegeben werden. Dafür sind komfortable Eingabemöglichkeiten notwendig. Die aktuellen Dispositionssysteme der DB Netz stehen vor ihrer Ablösung, sie werden im Programm PRISMA komplett erneuert



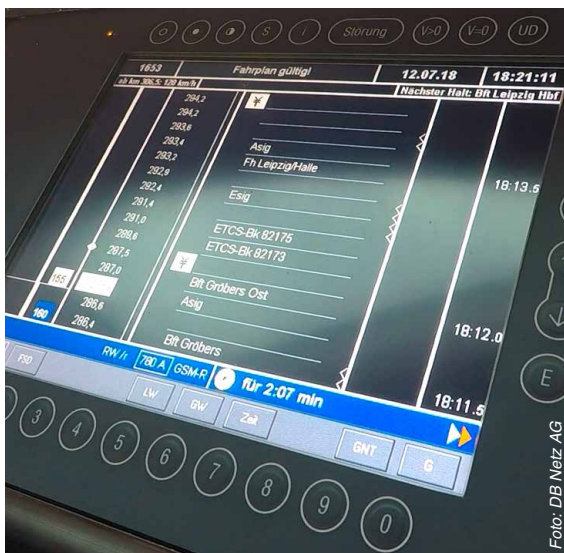
Planfahren-Fahmpfehlung mit Ausrollen auf 120 km/h in EBuLa

Foto: DB Netz AG



Nachfahren-Fahmpfehlungen mit Bremsen/Beharren auf 170 km/h in EBuLa

Foto: DB Netz AG



Nachfahren-Fahmpfehlungen mit Ausrollen vor erwartetem Signalhalt in EBuLa

Foto: DB Netz AG

(siehe Deine Bahn 12/2015 ab Seite 32 „Neue Software für die Disposition in den Betriebszentralen“), wobei auch diese Eingabemöglichkeiten geschaffen werden. Die Erneuerung ist für die DB Netz ein großer Kraftakt, der noch länger dauern wird. Eine Realisierung der vollen ZLR-Funktion kann daher nicht vor 2022 erfolgen.

Seit Juli 2018 in Betrieb: Grüne Funktionen der Zuglaufregelung

Bis 2022 vergehen noch vier Jahre. Der Druck, Energie zu sparen, ist für die Eisenbahnverkehrsunternehmen jedoch hoch. Daher wurden Lösungen gesucht, die ohne Interaktion mit Disponenten Fahmpfehlungen versenden können. Ergebnis sind die „Grünen Funktionen der Zuglaufregelung“, die von DB Netz seit 2017 mit DB Fernverkehr pilotiert und seit dem 1. Juni 2018 allen Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) als Nebenleistung gegen Gebühr angeboten werden. Das Projekt wurde in Deine Bahn 11/2016 vorgestellt.

Im Folgenden sollen die „Grünen Funktionen der ZLR“ kurz erklärt und die Ergebnisse des Piloten vorgestellt werden. Weiterhin wird ein Ausblick auf die weitere Entwicklung im Rahmen des Konzernprogramms TecEX gegeben.

Grüne Funktionen

Die Grünen Funktionen enthalten im Wesentlichen die zwei Funktionen „ZLR Planfahren“ und „ZLR-Nachfahren“. „ZLR Planfahren“ soll energieintensive Vorplan-Fahrten verringern. „ZLR Nachfahren“ kann in bestimmten Fällen Halte vermeiden, die durch langsamere vorausfahrende Züge verursacht werden.

ZLR stellt die Daten in den beiden Formaten DAS-C und DAS-O bereit. DAS steht für „driver advisory system“, C für „central“ und O für „on board“.

Bei DAS-C werden die Fahmpfehlungen zentral bei DB Netz berechnet, die EVU müssen nur noch eine Anzeige im Führerraum bereitstellen. Sie haben dabei verschiedene Darstellungsmöglichkeiten. Die empfohlene Geschwindigkeit kann absolut angegeben werden (zum Beispiel „80 km/h“) oder als Differenz zur maximal zulässigen Geschwindigkeit (zum Beispiel „-20 km/h“). Wo eine Fahmpfehlung beginnt oder endet kann über Zeit- und/oder über Ortsangaben an die Triebfahrzeugführer (Tf) kommuniziert werden.

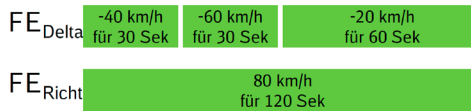
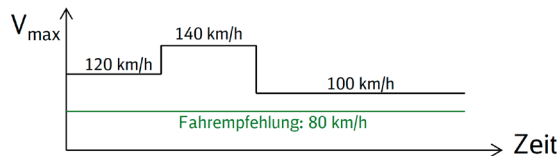
Die Anzeige von DAS-C-Nachrichten ist mit einfachen technischen Endgeräten bei den EVU möglich. Um die Einstiegshürden für den Markt möglichst gering zu halten, wird DB Systel eine App zur Anzeige von DAS-C-Fahmpfehlungen auf mobilen Endgeräten anbieten. Außer den ZLR-Fahmpfehlungen werden keine weiteren Daten benötigt. Eine Weiterverarbeitung der Fahmpfehlung seitens der EVU ist nicht erforderlich.

DAS-O liefert den EVU örtliche Zielpunkte mit dazugehörigen zeitlichen Schranken. Die Schranken beschreiben, wann der Zug frühestens und/oder spätestens an bestimmten Orten sein soll. Die EVU berechnen aus diesen Daten die Fahrempfehlungen selbst „on board“, die innerhalb dieser Schranken liegen müssen. So können sie eigene Algorithmen zur Energieoptimierung verwenden, die zum Beispiel Spezifika der Fahrzeuge berücksichtigen. Es sind vielfältigere Anzeigen möglich, einschließlich des Abgleichs mit einer Ortung. Zur Verarbeitung und Anzeige von DAS-O-Nachrichten werden eine eigene Fahrzeitrechnung, Strecken- und Fahrplandaten benötigt.

ZLR Planfahren

Der Fahrplan enthält Fahrzeitreserven, um entstandene Verspätungen abbauen zu können. Ein planmäßiger Zug muss daher nicht mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit fahren, er würde sonst vor Plan ankommen. Mit einer angepassten Geschwindigkeit kann Energie gespart und dennoch die Planlage gehalten werden.

ZLR Planfahren liefert die Information, welche Geschwindigkeit notwendig ist, um unnötige Verfrühungen zu vermeiden und auf der Planlage zu bleiben. Die Fahrempfehlung endet in der Regel am nächsten Halt oder in ausreichendem Abstand vor einem haltzeigenden Signal. Die Funktion unterstützt damit die Vorgaben für die Triebfahrzeugführer „Fahren Sie planmäßig“ und das Dispositionsziel „Planmäßigkeit“ aus der DB Netz Richtlinie 420.



Quelle: DB Fernverkehr AG/Carsten Wangermann

ZLR Nachfahren

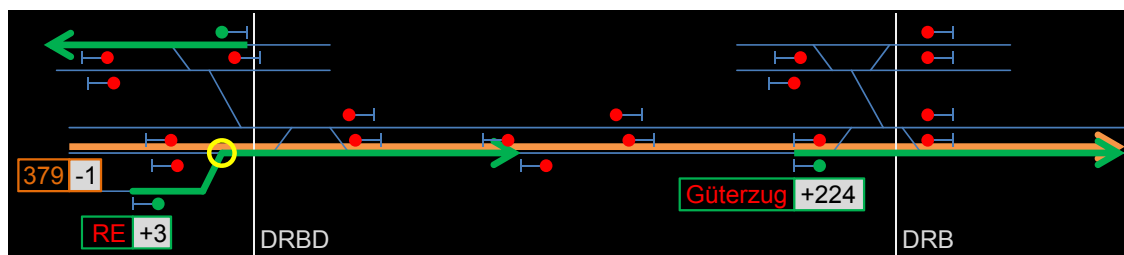
Es lässt sich häufig nicht vermeiden, dass schnelle Züge bremsen oder anhalten müssen, weil vor ihnen ein langsamerer Zug fährt. Die Funktion „ZLR Nachfahren“ soll in solchen Situationen Züge so führen, dass sie nicht halten müssen oder wenigstens frühzeitig ausrollen können. Dadurch kann Energie gespart werden.

In der ersten Ausbaustufe der Zuglaufregelung erfolgt die Berechnung der Fahrempfehlungen automatisch, das heißt ohne direkten Einbezug von Zugdisponenten und Fahrdienstleitern. Deren Dispositionsentscheidungen – beispielsweise eine geplante Überholung – sind erst dann in der Zuglaufregelung bekannt, wenn für den vorausfahrenden und nachfahrenden Zug die Fahrstraßen entsprechend gestellt sind.

Da Fahrempfehlungen aus der Zuglaufregelung nicht im Widerspruch zu den Entscheidungen von Zugdisponenten und Fahrdienstleitern stehen dürfen,

Beispiel einer ZLR-Führung vor und nach Umstellung der Anzeige von Delta-Geschwindigkeiten auf absolute Richtgeschwindigkeiten. Statt drei Fahrempfehlungen (FE) ist nur noch eine Fahrempfehlung notwendig. Der Wechsel der Anzeige wurde verringert, die Ablenkung minimiert.

Beispiel für eine Rückmeldung des Projektes an einen Triebfahrzeugführer



Rückmeldung DB Netz: Es wurde keine Fahrempfehlung verschickt, weil die Fahrstraße für den behindernden Zug sehr spät gestellt wurde.

In Radebeul Nord gab es einen Konflikt mit einem einfädelnden RE (Cottbus-Dresden). Der Konflikt kam dadurch zustande, weil der RE am Hauptsignal (Hsig) Radebeul Nord ebenfalls zum Stehen gekommen war, da ein stark verspäteter langsamer Güterzug vorausfuhr.

ZLR GF versendet Fahrempfehlungen erst dann, wenn die Zugreihenfolge aufgrund von Fahrstraßenmeldungen feststeht. In diesem Fall wurde die Fahrstraße für den RE erst gestellt, als EC 379 bereits auf sein Halt zeigendes Hsig in Radebeul Nord bremsen musste (zirka 12:52:20), das heißt, eine Fahrempfehlung konnte nicht mehr verschickt werden.

können Nachfahren-Empfehlungen nur für den Bereich versendet werden, wo der Weg bereits fest eingestellt ist. Daher enden Nachfahren-Fahrempfehlungen häufig schon vor dem nächsten Bahnhof, der nächsten Abzweig- oder Überleitstelle. Nur wenn die Fahrstraßen frühzeitig eingestellt werden, kann die Zuglaufregelung Nachfahren-Fahrempfehlungen auch über diese Betriebsstellen hinaus senden.

Planfahren-Fahrempfehlungen sind von dieser Einschränkung nicht betroffen. Disponenten und Fahrdienstleiter können davon ausgehen, dass jeder

Tf schnellstmöglich die Planlage erreichen möchte, egal ob mit oder ohne ZLR.

Funktionsweise

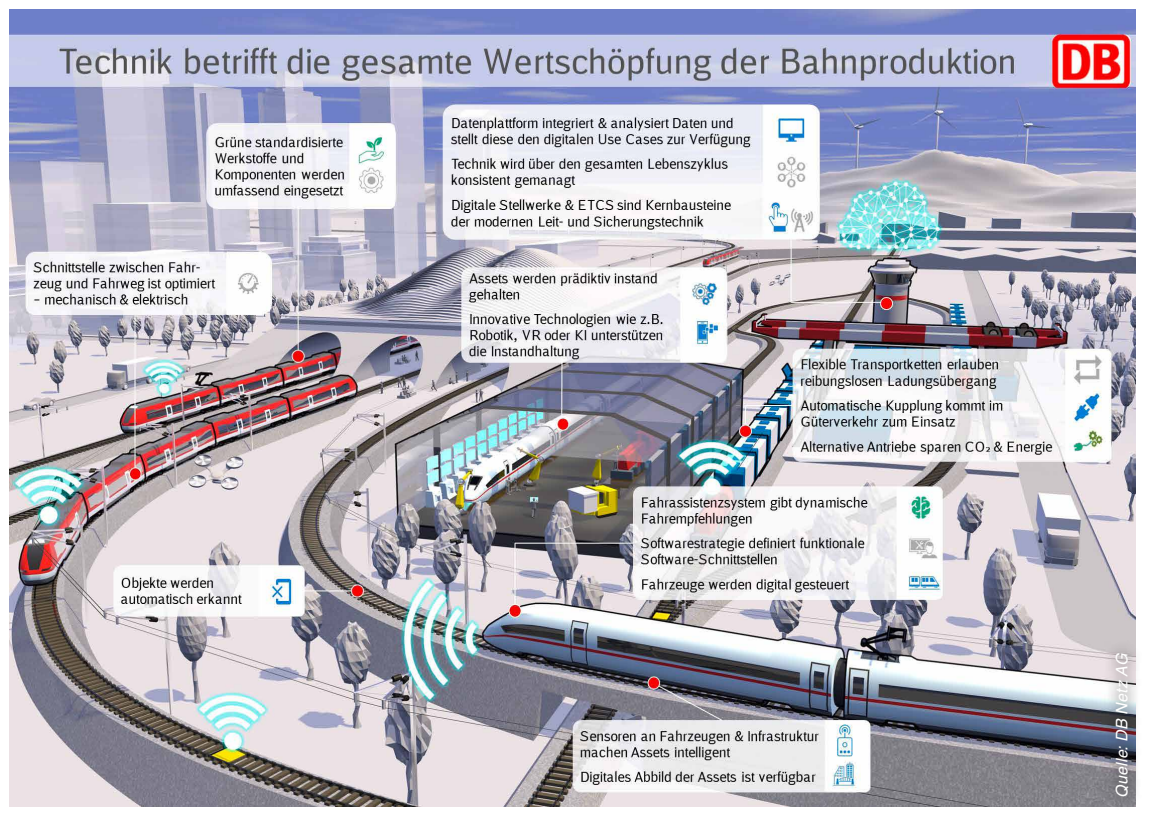
Die Fahrempfehlungen werden automatisch in den Betriebszentralen der DB Netz berechnet. Alle dafür notwendigen Informationen werden über eine Schnittstelle vom Dispositionssystem der DB Netz LeiDis-S/K zur Verfügung gestellt.

Der ZLR-Rechner ist das Modul zur Berechnung der Fahrempfehlungen. Er arbeitet vollautomatisch und

Konzernprogramm TecEX

Die Bahnwelt steht vor enormen technologischen Veränderungen. Viele Innovationen sind wesentlich für die Weiterentwicklung des Konzerns und letztlich zur Verbesserung des Bahnbetriebs. Im Konzernprogramm „Technical Excellence“, kurz TecEX, arbeiten Konzern-Technik und Geschäftsfelder eng zusammen, um genau solche Innovationen voranzutreiben, Wissen zu bündeln und Projekte zügig umzusetzen – in gemeinsamer Verantwortung.

Im Fokus der DB-Technikstrategie steht die Technologiekompetenz des Systemverbunds Bahn. Erreicht werden soll eine möglichst emissionsarme Mobilität. Eine digitale und vernetzte Produktion soll Qualität und Kosteneffizienz der Bahn optimieren. Daraus leitet sich auch der Anspruch ab, die Technikkompetenz der DB weiter auszubauen und die Technologieführerschaft im Sektor Bahn einzunehmen. Das Konzernprogramm TecEX ist der Umsetzungsmotor für die Anfang des Jahres verabschiedete Strategie. TecEX umfasst im Portfolio aktuell 13 Technikinitiativen.



hat für Disponenten und Fahrdienstleiter keine Benutzeroberflächen. Er basiert auf dem Prototyp der ZLR, der bereits in der Betriebszentrale Karlsruhe getestet wurde. Er wurde durch den Betrieb der DB Netz AG in Zusammenarbeit mit dem Softwaredienstleister BVU GmbH erstellt.

Der ZLR-Rechner informiert die Dispositionssysteme über versendete Fahrempfehlungen zur Anzeige bei Disponenten und Fahrdienstleitern.

Die betrieblichen Administratoren der Betriebszentralen haben die Möglichkeit, die ZLR-Funktionen am ZLR-Rechner streckenabschnittsweise zu deaktivieren. Dies ist zum Beispiel im Fall von Strecken ohne Zugnummernmeldeanlagen notwendig. An Strecken ohne Zugnummernmeldeanlagen liegen Informationen über Zugstandorte nicht rechtzeitig und genau genug vor, da sie manuell erfasst werden. Eine sinnvolle und rechtzeitige Berechnung von Fahrempfehlungen ist hier nicht möglich.

Die berechneten Fahrempfehlungen werden aus den acht Betriebszentralen an einen zentralen ZLR-Kommunikationsserver in Frankfurt gesendet. Zentrale Server oder mobile Bordgeräte der EVU können sich mit ihm über das öffentliche Internet verbinden. Die Kundenmanager der DB Netz können über eine Web-Oberfläche einpflegen, welche Verkehrsunternehmen Fahrempfehlungen abonniert haben. Den EVU wird eine Weboberfläche, unter anderem zum Pflegen der Zugangsberechtigungen, bereitgestellt.

Der ZLR-Kommunikationsserver prüft, ob das jeweilige Verkehrsunternehmen Fahrempfehlungen abonniert hat und stellt sie gegebenenfalls den EVU in zur Verfügung. Er wurde vom Dienstleister MGR Integration Solutions GmbH in Zusammenarbeit mit dem IT-Bereich der DB Netz entwickelt.

An der Schnittstelle des Kommunikationsservers endet die Verantwortung der DB Netz. Die Weiterverarbeitung der Fahrempfehlung, die Übertragung

Projekt „Vernetzte Fahrerassistenzsysteme“

Das Projekt „Vernetzte Fahrerassistenzsysteme (vFAS)“ bündelt im Rahmen von TecEX die Aktivitäten der einzelnen Geschäftsfelder und fügt diese zu einer Gesamtstrategie zusammen. Dies sind zum einen die Stand-alone Systeme der DB-EVU, das Fahrerassistenzsystem der DB Systel (FASSI), der „Locomotive Engineer Assist Display and Event Recorder“ (LEADER) von DB Cargo und Buchfahrplananzeigesystem der DB mit Planfahrempfehlungen (EbuLa ESF) sowie die Aktivitäten von DB Netz rund um die Zuglaufregelung.

Das Projekt vFAS gliedert sich in drei Teilbereiche. Zunächst sollen die Stand-alone Systeme mit den Grünen Funktionen verknüpft werden, um die Qualität der Systeme zu steigern und die Anzahl von „kontraproduktiven“, also für den einzelnen Zug sinnvollen, aber für das Gesamtsystem hemmende Fahrempfehlungen zu verringern. Da die Grünen Funktionen systembedingt keine durchgehende Führung bieten und nicht im gesamten Streckennetz zur Verfügung stehen, haben die Stand-alone Systeme auch weiterhin ihre Berechtigung.

Dann sollen die Funktionen der Zuglaufregelung weiter ausgebaut werden. Dabei findet eine intensive Prüfung statt, welche Funktionen in den Altsystemen der Betriebszentralen umgesetzt werden können und zwar ohne „technische Schulden“ für die bereits laufende Ablösungsentwicklung dieser Systeme anzuhäufen. Die Umsetzung dieser zusätzlichen Funktionen wird dann priorisiert nach Nutzen umgesetzt.

Der letzte Teilbereich des Projektes vFAS kümmert sich um die Datenbasis der Systeme, die noch verbesserungswürdig ist. Dabei werden insbesondere die Fahrplandaten betrachtet. Im Moment laufen Bemühungen, die Fahrplananordnungen in die digitalen Buchfahrpläne zu integrieren. Anschließend soll das Verzeichnis der Langsamfahrstellen in die Buchfahrplandaten eingearbeitet werden. Die Anzahl der Informationsquellen für den Tf werden dadurch reduziert und die Fahrerassistenzsysteme erhalten eine verlässlichere Datenbasis für die Erstellung der Fahrempfehlungen. Parallel dazu wird an einer Datenschnittstelle für die Fahrplandaten gearbeitet, mit denen die Backend-Systeme der Assistenzsysteme sich die Fahrpläne automatisiert abrufen können.

Die vernetzten Fahrerassistenzsysteme sind nicht nur für die DB von Interesse, sondern für den gesamten Systemverbund mit allen EVU sowie deren Hersteller von Assistenzsystemen. Daher hat das Projekt vFAS den Austausch mit dem Sektor über das Allianz-pro-Schiene-Projekt „Fahr Umweltbewusst“ gestartet.



Foto: DB AG/Barteld P. Redaktion & Verlag

ICE auf der VDE 8: Die Grünen Funktionen der Zuglaufregelung wurden im Pilotbetrieb bei DB Fernverkehr getestet

auf das Triebfahrzeug und die Anzeige beim Triebfahrzeugführer liegen in der Verantwortung der Verkehrsunternehmen.

DB Fernverkehr wandelt empfangene DAS-C Fahrempfehlungen in kodierte SMS um, die anschließend über GSM-R an die Zugfunkgeräte gesendet werden. Das EBU-La-Bordgerät holt sich die Fahrempfehlungen vom Zugfunkgerät ab und zeigt sie auf dem EBU-La-Bildschirm unten rechts an.

DB Cargo arbeitet an einer Integration der ZLR in dessen Fahrassistenzsystem der Knorr Bremse (LEADER) (siehe den Beitrag ab S. 46 in dieser Ausgabe). Anfangs sollen DAS-C Fahrempfehlungen angezeigt werden, später ist eine Integration von DAS-O-Nachrichten in die Algorithmen von LEADER angedacht. Die Übertragung der Fahrempfehlungen soll über mobiles Internet erfolgen.

Erfahrungen aus dem Piloten

Bevor die Grünen Funktionen der ZLR am 1. Juli für das gesamte Netz freigeschaltet wurden, gab es eine intensive Testphase. Dazu wurde in Kooperation mit DB Fernverkehr ein Pilotbetrieb durchgeführt. Der Pilot begann auf der Strecke Halle–Magdeburg–Helmstedt und wurde schrittweise auf den gesamten Regionalbereich Südost und später auf den Regionalbereich Mitte ausgeweitet. Er hatte zum Ziel, „Kinderkrankheiten“ zu finden und zu beseitigen sowie Weiterentwicklungsbedarf zu identifizieren. DB Netz prüfte dazu anfangs

alle versendeten Fahrempfehlungen. Mit Ausweitung des Piloten wurde auf stichprobenhafte Prüfungen umgestellt.

Im Mittelpunkt des Piloten standen die Triebfahrzeugführer. Sie wurden gebeten, Feedback zu erhaltenen Fahrempfehlungen zu geben. Das Feedback wurde durch die Fachbereiche von DB Fernverkehr und DB Netz geprüft und Erkenntnisse an die Teilnehmer gesammelt zurückgemeldet. Diese Rückmeldungen erhöhten die Motivation, „merkwürdige“ Fahrempfehlungen auch tatsächlich zu melden und halfen den Triebfahrzeugführern, das System mit seinen anfänglichen Mängeln zu verstehen. Dieses Vorgehen hat zu einer besseren Akzeptanz der Zuglaufregelung geführt.

Der Pilot deckte kleinere technische Probleme auf beiden Seiten auf. Diese wurden noch vor dem ersten Versand der Fahrempfehlungen behoben, seit dem funktionieren die Systeme weitgehend störungsfrei.

Vor allem durch die Rückmeldungen der Triebfahrzeugführer wurden mehrere Softwarefehler entdeckt, die unter anderem dazu führten, dass bei kurzen Blocklängen (zum Beispiel auf ETCS-Strecken) die Fahrempfehlungen zu häufig aktualisiert beziehungsweise abgebrochen wurden, dass in einigen Situationen zu wenig Fahrempfehlungen gesendet oder bei Neigetechnikzügen die falschen Geschwindigkeitsbänder berücksichtigt wurden. Ein anderer Fehler führte zu falschen Fahrempfehlungen, die ein Ausrollen empfahlen, wo die Geschwindigkeit konstant bleiben sollte. Die Fehler wurden behoben.

Von Fahrdienstleitern oder Disponenten gab es keine Rückmeldungen über negative Auswirkungen der ZLR auf den Betrieb, ihre tägliche Arbeit oder zu Verständnisproblemen der Anzeigen über versendete Fahrempfehlungen im Dispositionssystem. Einige Disponenten wünschten sich zusätzliche Informationen in den Anzeigen. Die Wünsche fließen in ein Folgeprojekt ein, wenn die ZLR in die erneuerten Dispositionssysteme integriert wird.

Ein wichtiges Anliegen der Triebfahrzeugführer war die Änderung der Geschwindigkeitsanzeige. Anfangs wurde die Abweichung zur zulässigen Geschwindigkeit angezeigt (zum Beispiel „-20 km/h“). Aufgrund des Tf-Feedbacks wurde dann zur Anzeige von absoluten Geschwindigkeiten übergegangen (zum Beispiel „80 km/h“). Dadurch wechselt die Anzeige seltener und die empfohlene Geschwindigkeit muss nicht ausgerechnet werden. Die Tf werden dadurch weniger abgelenkt, die Akzeptanz stieg.

Wichtig dabei: Sollte eine Fahrempfehlung aufgrund eines Fehlers unzulässig hohe Geschwindigkeiten anzeigen, so muss jedem Tfk klar sein, dass Signale oder die Geschwindigkeiten aus dem Buchfahrplan Vorrang vor Fahrempfehlungen haben. Das Fahrpersonal wird dazu entsprechend angewiesen.



Zum Thema Assistenzsysteme finden Sie in dieser Ausgabe auch die Beiträge zum Projekt „Fahr umweltbewusst!“ (S. 42), zu LEADER (S. 46) und zu LEA (S. 50).

Ein weiterer Kritikpunkt war, dass zu wenige Fahrempfehlungen angezeigt werden. Die Tf wünschen sich bei jeder Nachfahren-Situation entsprechende Informationen. In geringem Maße kann dort nachgebessert werden (siehe weiter unten). Eine Führung über die nächste Betriebsstelle hinaus ist aber erst nach Erneuerung der Dispositionssysteme der DB Netz möglich.

Während der Pilotphase wurden knapp 1.500 Fahrempfehlungen täglich versendet, davon der Großteil mit 1.300 Fahrempfehlungen für Planfahren und zirka 200 als Nachfahrtempfehlungen. Im Mittel wurden täglich 205 Züge mit Fahrtempfehlungen versorgt. Im Piloten wurde eine Umsetzungsquote von 38 Prozent erreicht und mit den umgesetzten Fahrtempfehlungen zirka 2 Prozent Energie eingespart.

Die Umsetzungsquote erscheint niedrig, liegt aber im erwarteten Bereich. Sie dokumentiert einerseits anfängliche Softwarefehler, zeigt andererseits aber auch, dass es einen langen Atem braucht, bis solche Assistenzsysteme weitgehende Akzeptanz finden. Die Verbesserungen an der Software konnten erst zu Pilotende ausgerollt werden, so dass diese nicht in die Ergebnisse eingeflossen sind. Ab 2019 sollen die Algorithmen weiterentwickelt werden, um mehr Fahrtempfehlungen zu versenden und mehr Informationen bereitzustellen. Diese Verbesserungen werden das Vertrauen in das System stärken.

Ausblick und Weiterentwicklung

Die Weiterentwicklung der Fahrassistenzsysteme ist eine geschäftsfeldübergreifende Aufgabe. Der finanzielle Nutzen liegt bei den EVU, ein großer Teil der Aufwendungen bei DB Netz. Zur Beschleunigung wurde ein Projekt „Vernetzte Fahrassistenzsysteme (vFAS)“ in das Konzernprogramm TecEX aufgenommen, das die Aktivitäten koordiniert und unterstützt. Die Weiterentwicklung der Zuglaufregelung ist dabei ein wesentlicher Teilaspekt von vFAS (Abbildung 7). vFAS wird in den nächsten Jahren Schritt für Schritt den Umfang und Qualität der Fahrtempfehlungen der Zuglaufregelung steigern.

Dabei ist der größte Hub nach der Einführung der neuen Dispositionssysteme in den Betriebszentralen zu erwarten. Erst dann ist es möglich, dass Zugdisponenten ihre Dispositionsentscheidungen mit größerer zeitlicher Vorausschau interaktiv per Mausclick als digitale Fahrtempfehlung versenden können. Bis dahin sollen die Automaten der Grünen Funktionen erweitert werden.

Nachfahren-Fahrtempfehlungen werden bislang erst versendet, wenn ein Signalhalt aufgrund eines vorausfahrenden Zuges prognostiziert wird. Künftig sollen

Nachfahren-Empfehlungen bereits dann versendet werden, wenn der Abstand zum vorausfahrenden Zug gering wird.

Es soll die Fahrtempfehlung „Fahrzeit Kürzen“ eingeführt werden. Deren erste Anwendung ist vor Langsamfahrstellen geplant, um gezielt Vorplan-Reserven aufzubauen und so Verspätungen zu verringern.

Zudem wird geprüft, wie den Triebfahrzeugführern zusätzliche Informationen über den aktuell vorausfahrenden und nachfolgenden Zug geliefert werden können. Damit würden sie weitere Anhaltspunkte für eine konfliktfreie Fahrweise bekommen, auch wenn keine Fahrtempfehlung vorliegt. ■

Abkürzungen

| | |
|------------|--|
| BZ | Betriebszentrale |
| DAS-C | driver advisory system – central (Logik zentral angeordnet) |
| DAS-O | driver advisory system – on board (Logik bei den EVU angeordnet) |
| EBuLa-ESF | „Elektronischer Buchfahrplan und Langsamfahrstellen“ mit Assistenzsystem „Energiesparende Fahrweise“ (DB Netz) |
| ETCS | European Train Control System |
| EVU | Eisenbahnverkehrsunternehmen |
| FASSI | Fahrassistenzsystem der DB System |
| FE | ZLR-Fahrtempfehlung |
| Hsig | Hauptsignal |
| Leidis S/K | Dispositionssystem der DB Netz |

Link
db-planet.deutschebahn.com/pages/zlr
 (DB-Planet-Zugang erforderlich)

Lesen Sie auch
Digitalisierung und Technik:
zwei Seiten einer Medaille
 Deine Bahn 8/2018
Grüne Funktionen der Zuglaufregelung
 Deine Bahn 11/2016