

ICE International auf
der Grenzbetriebsstrecke
Aachen Süd

Interoperabilität im Eisenbahnsystem

Betriebsverfahren für Grenzbetriebsstrecken mit ETCS-Ausrüstung

Johannes Müller, Systemvalidierung und Produktqualifizierung ETCS und **Lars Brune**, Dozent Duale Hochschule Baden-Württemberg, Experte grenzüberschreitende ETCS-Projekte, Systemqualifizierung und Entwicklungsprojekte ETCS, beide DB Netz AG, Köln



Das harmonisierte European Train Control System wird die verschiedenen nationalen Zugbeeinflussungssysteme in Europa ablösen und dadurch technisch einen interoperablen Zugverkehr ermöglichen. Laut First Work Plan des Europäischen Koordinators für ETCS, Matthias Ruete, sollen 65 der über 300 Grenzbetriebsstrecken in Europa vorrangig mit ETCS ausgerüstet werden.^[1]

Um einen einheitlichen europäischen Eisenbahnraum zu schaffen, ist neben der technischen auch die betriebliche Interoperabilität zu berücksichtigen. Diese wird aktuell durch unterschiedliche Betriebsverfahren und komplexe betriebliche Regelwerke, von denen insbesondere das Personal im internationalen Verkehr mehrere beherrschen muss, eingeschränkt. Vor allem auf Grenzbetriebsstrecken zeigt der Betriebsalltag, wo die Interoperabilität noch nicht hinreichend gewährleistet ist.

Interoperabilität

Nach Richtlinie (EU) 2016/797 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union bezeichnet „Interoperabilität“ die Eignung eines Eisenbahnsystems für den sicheren und durchgehenden Zugverkehr, indem den erforderlichen Leistungskennwerten entsprochen wird.

Die Europäische Kommission hat mit den Technischen Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) elf Spezifikationen für definierte Teilbereiche des Eisenbahnsystems veröffentlicht. Diese enthalten Definitionen, Anforderungen und Systembeschreibungen, die für Interoperabilität von Bedeutung sind. Für den Einsatz von ETCS auf Grenzbetriebsstrecken sind insbesondere die TSI Verkehrsbetrieb und -steuerung (TSI OPE) und die TSI Zugsteuerung, -sicherung und Signalgebung (TSI CCS) relevant. Weitere Spezifikationen werden beispielsweise für Lokomotiven und Reisezugwagen (TSI LOC&PAS) oder die Sicherheit in Eisenbahntunneln (TSI SRT) definiert.^[2]

Besonderheiten Betriebliches Regelwerk auf Grenzbetriebsstrecken

Um einen sicheren, effizienten und durchgängigen Eisenbahnbetrieb zu ermöglichen, werden Grenzbetriebsvereinbarungen erstellt, in denen alle zusätzlich zum nationalen Betrieb zu berücksichtigenden Aspekte des Betriebs auf Grenzbetriebsstrecken festgehalten werden.

Grenzbetriebsvereinbarungen sind als Bindeglied zwischen zwei nationalen Betriebsregelwerken zu verstehen. Unabhängig von der tatsächlichen Landesgrenze können die Schnittstellen, wie in Abbildung 1 dargestellt, auf der Grenzbetriebsstrecke definiert werden. Auch das Anwendungsgebiet des betrieblichen Regelwerkes kann, abhängig von der LST-Streckenausrüstung, individuell bestimmt werden. Diese Systemschnittstellen treten nicht nur an Landesgrenzen auf, sondern sind auch beim Übergang von verschiedenen Infrastrukturbetreibern innerhalb eines Landes zu berücksichtigen.^[3]

Unterscheiden sich diese Regelwerke voneinander, müssen in den Grenzbetriebsvereinbarungen örtlich begrenzte Einigungen auf gemeinsame Regeln abgestimmt werden. Diese Vereinbarungen werden individuell für jede Grenzbetriebsstrecke erstellt und von der DB als Ril 302 veröffentlicht. Die gesamte Richtlinie umfasst insgesamt 3.836 Seiten.^[4]

Wie Grenzbetriebsvereinbarungen in ihrem Umfang und ihrer Komplexität zeigen, ist internationaler Eisenbahnverkehr bis heute betrieblich anspruchsvoll. Um die betriebliche Interoperabilität zu verbessern, ist die Standardisierung des Eisenbahnbetriebs an

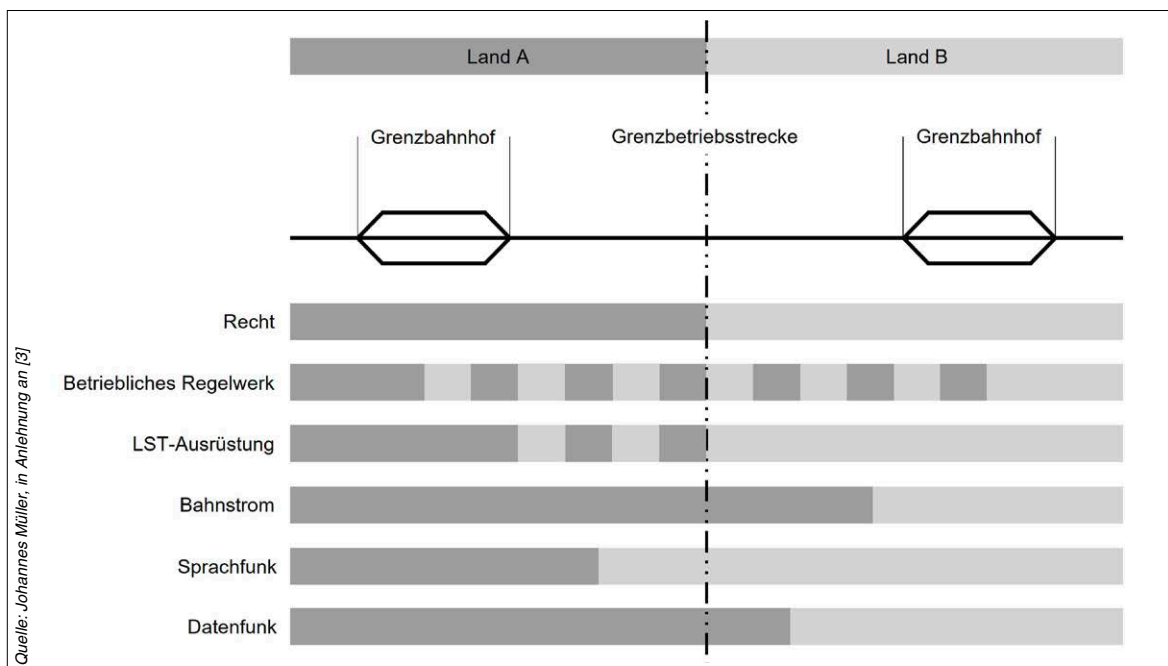


Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung der Systemschnittstellen an Grenzbetriebsstrecken

Quelle: Johannes Müller, in Anlehnung an [3]

Grenzbetriebsstrecken mit einer ETCS-Ausrüstung ein wichtiger Baustein.

Den größten Teil der Grenzbetriebsvereinbarungen machen die Regelungen zum tatsächlichen Betrieb aus. Außerdem werden unter anderem gemeinsame Regelungen zur Betriebssprache sowie zur Instandhaltung beschrieben. Eine Standardisierung der Betriebsregelwerke wirkt sich positiv auf die Grenzbetriebsvereinbarungen aus, da ohne Unterschiede in den nationalen Regelwerken die Notwendigkeit für zusätzliche, spezifische Vereinbarungen entfällt.

Grenzbetriebsstrecken könnten dann nur noch rein formal als Landes-, müssen aber nicht mehr als Systemgrenzen betrachtet werden. Die bisherigen Bemühungen der Europäischen Eisenbahngesellschaft (ERA) mit den gemeinsamen ERTMS-Betriebsvorschriften, die in der TSI OPE veröffentlicht werden, ermöglichen dies bis heute noch nicht. Die Vorschriften sind weiterhin von den nicht-harmonisierten, nationalen Regelwerken abhängig.

Standardisierung von Betriebsverfahren

Der Einsatz von ETCS wird den grenzüberschreitenden Eisenbahnverkehr durch die technische Interoperabilität und die erstmals europaweit einheitlich definierten Anforderungen aus den Systemspezifikationen verändern. Daher ist jetzt höchste Zeit, Ansätze zur Vereinfachung und Harmonisierung des Eisenbahnbetriebs zu erarbeiten. Grenzstrecken stellen dabei ein prädestiniertes Testfeld für einheitliche Betriebsregeln dar, da in diesem Reallabor zwei Betriebsregelwerke vereinheitlicht werden müssen.

Standardisierte Betriebsprozesse

Die Einführung eines neuen Zugbeeinflussungssystems erfordert passfähige betriebliche Regelungen, welche in das bestehende Regelwerk zu integrieren sind. In Deutschland ist dies die Fahrdienstvorschrift (Ril 408), die historisch durch die Berücksichtigung aller technischen Ausrüstungsstände von mechanischen und Relaisstellwerken bis zu modernen elektronischen Stellwerken gewachsen ist und mittlerweile eine hohe Komplexität aufweist. Dabei ist die Ril 408 funktionsorientiert aufgebaut, so dass die Regelungen

nach verschiedenen Funktionen (z.B. Fahrwegsicherung) unterteilt werden. Für jede Funktion müssen die Regeln für alle zur Anwendung kommenden Zugbeeinflussungssysteme aufgestellt werden.^[5]

Der flächendeckende Einsatz von ETCS Level 2 ohne Signale (L2oS) und damit einhergehend die Ablösung der nationalen Altsysteme begünstigt durch die daraus entstehenden standardisierten Rahmenbedingungen einen anderen Aufbau der Regelwerke. Prozessorientierte Regelwerke, wie das dänische ETCS L2oS Regelwerk, die Operational Rules for fjernbane (ORF),^[6] fassen die Regelungen prozessual zusammen.

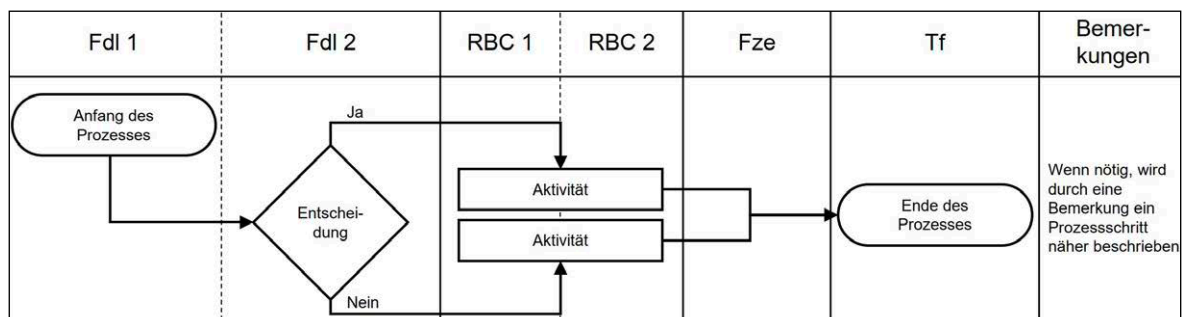
Durch die klare Beschreibung der gesamten Prozesse kann die Komplexität der nationalen Betriebsregelwerke vereinfacht und eine verbesserte Verständlichkeit bei den Akteuren erreicht werden. Dies erzeugt Handlungssicherheit sowohl bei Fahrdienstleiter*innen (Fdl) als auch bei Triebfahrzeugführer*innen (Tf), so dass in der Folge Bedienfehler vermieden werden.

Der weitgehend generische ETCS-Charakter der ORF, die somit Vorbild für ein europäisch einheitliches ETCS-Regelwerk sein könnten, wurde bereits nachgewiesen.^[7] Auch in Deutschland wird auf der Grundlage des Betrieblichen Zielbildes, welches die Anforderungen für den digitalen Bahnbetrieb definiert, mit der Ril 400 ein prozessorientiertes Regelwerk für den Betrieb mit ETCS L2oS verfasst. Dieses wird im Digitalen Knoten Stuttgart (DKS) erstmalig eingeführt.^[8]

Auf der Grundlage des ersten zur Anwendung kommenden prozessorientierten ETCS-Betriebsregelwerks in Europa, der dänischen ORF, und des deutschen Betriebsregelwerks wurden in einer Masterarbeit^[9] an der RWTH Aachen Betriebsprozesse erarbeitet, die generisch an Grenzbetriebsstrecken zur Anwendung kommen können, wenn beidseitig ETCS L2oS verwendet wird.

Als Darstellungsform eignen sich kompakte Prozessdiagramme (Abbildung 2), die das Zusammenwirken aller beteiligten Akteure darstellen. Dies sind die beiden benachbarten Fdl und Radio Block Centre (RBC) sowie die ETCS-Fahrzeugeinrichtung (Fze) und die Tf.

Abbildung 2: Erläuterung Prozessdiagramm



Quelle: Johannes Müller

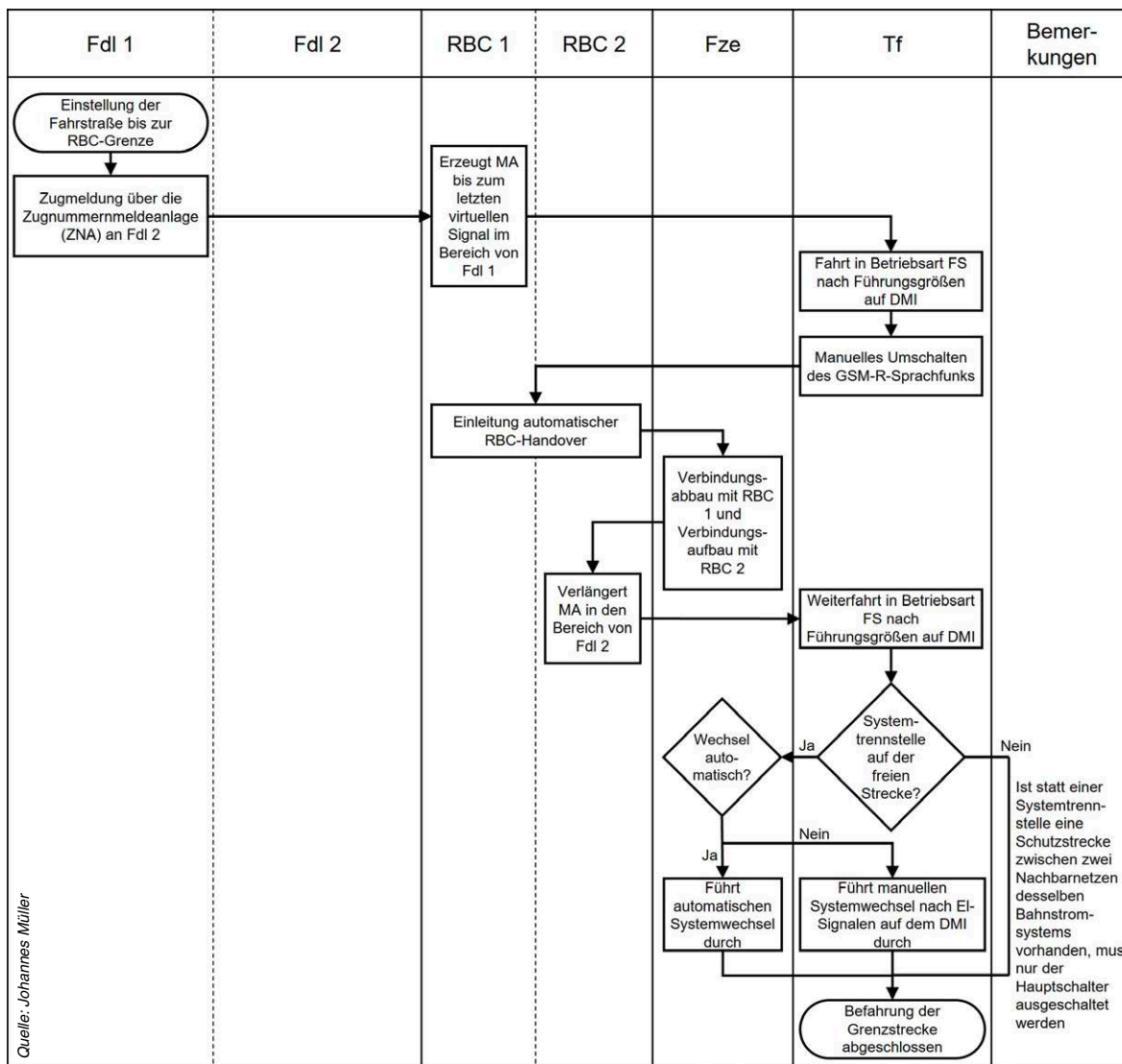


Abbildung 3: Prozessdiagramm Regelbetrieb auf Grenzbetriebsstrecken

Regelbetrieb

Abbildung 3 zeigt das erarbeitete Prozessdiagramm für den Regelbetrieb auf einer Grenzbetriebsstrecke. Für eine Zugfahrt über die Grenze muss der/die zuständige Fdl eine Fahrstraße bis zum Ende seines Zuständigkeitsbereiches einstellen. Ist eine Zugnummernmeldeanlage vorhanden, übernimmt diese die Kommunikation zwischen den benachbarten Fdl, die fernmündlichen Zugmeldungen können so entfallen. Im Regelbetrieb ist auch zwischen Tf und Fdl keine Kommunikation nötig.

Kommt ETCS Level 2 bei beiden Infrastrukturbetreibern zur Anwendung, dann soll die Weitergabe der Fahrerlaubnis (MA) eines Zuges über einen automatischen RBC-Handover erfolgen. Dafür wird zwischen den beiden GSM-R Datenfunk-Netzen gewechselt. Den GSM-R-Sprachfunk wechselt der Tf hingegen manuell. Die RBC generieren aus den Informationen des Stellwerks nach der Einstellung der Fahrstraße eine Fahrerlaubnis innerhalb ihres Zuständigkeitsbereiches.

Dieser Handover ist jedoch nicht möglich, wenn auf Grenzbetriebsstrecken ETCS-Ausrüstungen mit unterschiedlichen Baselines aufeinandertreffen. Dann ist die Kommunikation der beiden RBC technisch sehr aufwendig, da diese RBC-Schnittstelle in den System Requirements Specifications (SRS) nicht ausreichend spezifiziert ist. Ein automatischer Handover nach den definierten Spezifikationen kann nicht durchgeführt werden. An betroffenen Grenzübergängen müssen streckenspezifische Sonderlösungen erarbeitet werden, wie unter anderem die Planungen zur zukünftigen ETCS-Ausrüstung an der Grenzstrecke Aachen Süd – Abzweig Hammerbrücke zwischen Deutschland und Belgien zeigen.^[10]

Ändern sich an Landesgrenzen die Stromsysteme, ist mit ETCS auch ein automatisches Umschalten der Stromversorgung im Fahrzeug während der Fahrt möglich. Dafür muss das Fahrzeug mit den entsprechenden Funktionen ausgerüstet sein. Ansonsten erfolgt lediglich die Ankündigung des

Stromsystemwechsels über das Driver Machine Interface (DMI) und die Umschaltung des Stromsystems erfolgt manuell durch den Tf während der Fahrt.

Die Standardisierung des Regelbetriebs an Grenzbetriebsstrecken ist von der Auswahl der streckenseitigen (ETCS-)Ausrüstung abhängig. Es ist notwendig, dass sich die Infrastrukturbetreiber der Länder frühzeitig über ihre Planungen informieren und vermeiden, dass inkompatible Systemgrenzen entstehen, für die technische und betriebliche Sonderlösungen erarbeitet werden müssen.

Außerdem ist eine einheitliche Ausrüstung von allen Grenzbetriebsstrecken mit ETCS-Funktionen, wie dem automatischen Umschalten des Stromsystems, die den Betrieb für Triebfahrzeugführer erleichtern können, vorzusehen. Die Verkehrsunternehmen müssen ihrerseits die Fahrzeuge mit der neuesten Software ausrüsten.

Räumen der Grenzstrecke und einheitlicher europäischer Befehl

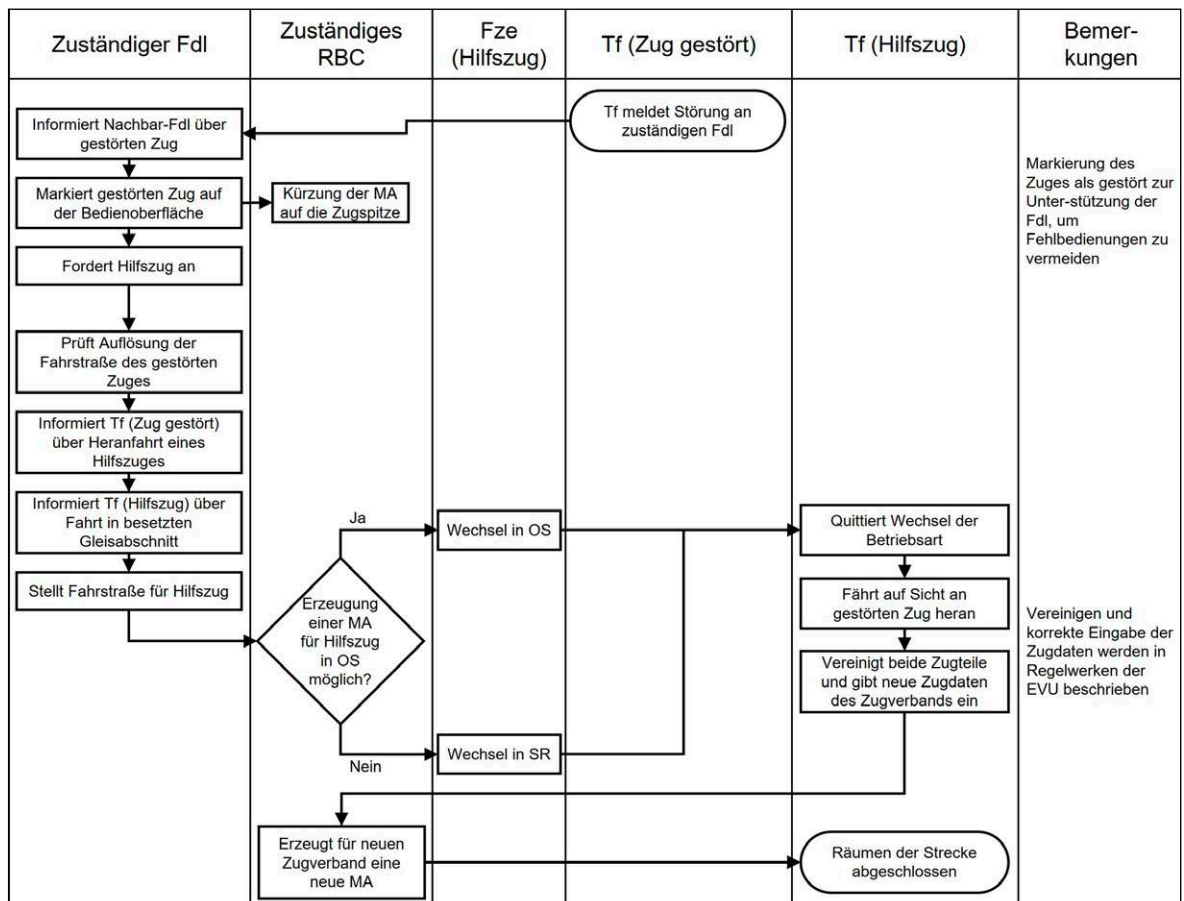
Die Betrachtung eines Betriebsprozesses in der Rückfallebene, hier das „Räumen der Grenzstrecke“ zeigt, dass mit ETCS L2oS die Abkehr von historischen Betriebsprozessen wie der Sperrfahrt möglich ist. Das Prozessdiagramm ist in Abbildung 4 dargestellt.

Bleibt ein Zug auf einer Grenzbetriebsstrecke liegen, versucht der Tf den Zug nach den entsprechenden Regelwerken des Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) wieder betriebsbereit zu machen. Sollte dies nicht möglich sein, kontaktiert er den zuständigen Fdl und teilt seinen Standort, eine Beschreibung der Störung und die Art der benötigten Hilfsleistung mit. Der Fdl informiert daraufhin den Fdl im Nachbarland über den gestörten Zug.

Zur betrieblichen Kennzeichnung markiert der Fdl den gestörten Zug in der Bedienoberfläche des RBC. Durch die Markierung wird dem betroffenen Zug die Fahrterlaubnis auf die Zugspitze gekürzt und für den Fdl wird deutlich, dass der betroffene Abschnitt aufgrund des liegengebliebenen Zuges besonders zu behandeln ist. Der zuständige Fdl fordert daraufhin einen Hilfszug zur Räumung der Grenzstrecke an und prüft anschließend, ob die Fahrstraße des liegengebliebenen Zuges aufgelöst wurde. Dann informiert der Fdl den Tf des liegengebliebenen Zuges über die Richtung des Heranrückens des Hilfszuges und den Tf des Hilfszuges über die bevorstehende Fahrt in einen besetzten Gleisabschnitt. Daraufhin kann die Fahrstraße für den Hilfszug eingestellt und die Fahrt zugelassen werden.

Das RBC erzeugt bis zum belegten Blockabschnitt eine Fahrterlaubnis in der Betriebsart „Full Supervision“

Abbildung 4: Prozessdiagramm Räumen der Grenzbetriebsstrecke



Quelle: Johannes Müller

und für die Fahrt in den belegten Abschnitt eine Fahrerlaubnis in der Betriebsart „On Sight“. Sollte der Wechsel in die Betriebsart „On Sight“ nicht möglich sein, kann der Tf ab der letzten ETCS-Halttafel vor dem gestörten Zug auf Befehl in die Betriebsart „Staff Responsible“ wechseln und die Fahrt unter besonderen betrieblichen Voraussetzungen fortsetzen.

Um die nationalen Befehlsvordrucke obsolet zu machen, sind in der TSI OPE europäische, einheitliche Befehlsvordrucke für den Einsatz unter ETCS vorgegeben. Die nationalen Infrastrukturbetreiber müssen diese Vordrucke in ihre Betriebsregelwerke aufnehmen. So kann vermieden werden, dass ein Tf den Umgang mit mehreren unterschiedliche Befehlsvordrucken beherrschen muss. Ein Beispiel für einen Befehlsvordruck aus der TSI OPE zeigt Abbildung 5.

In jedem Fall fährt der Tf des Hilfszugs anschließend auf Sicht an den liegengebliebenen Zug heran, vereinigt die Züge und gibt die neuen Zugdaten für die Weiterfahrt des neuen Zugverbands gemäß den Regelwerken des Verkehrsunternehmens ein. Aus diesen neuen Zugdaten und der Einstellung einer Fahrstraße durch den zuständigen Fahrdienstleiter, erzeugt das RBC eine neue Fahrerlaubnis und die Grenzstrecke kann geräumt werden.

Harmonisierung der Betriebssprachen

Auch wenn zukünftig standardisierte Betriebsprozesse erarbeitet werden, bestehen noch Hemmnisse im internationalen Eisenbahnverkehr. Unterschiedliche Betriebssprachen erschweren die Harmonisierung des Eisenbahnbetriebs in Europa. Im internationalen Eisenbahnverkehr wechseln diese an vielen Landesgrenzen.

Um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können, muss das eingesetzte Personal der EVU definierte Sprachanforderungen erfüllen. Die Europäische Kommission legt fest, dass Tf in der Lage sein müssen, sich auf dem Sprachniveau B1 des Europäischen Referenzrahmens verständigen zu können.^[11] Dies ist notwendig, da die Sprachkenntnis insbesondere im gestörten Betrieb und in Notfallsituationen eine wichtige Grundlage darstellt. Auf Grenzbetriebsstrecken legen die beteiligten Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) die Betriebssprachen fest.

Die Sprachbarriere besteht dabei unabhängig von angewendeten Betriebsverfahren und der sicherungstechnischen Ausrüstung. Bereits heute sind aufgrund der historischen Entwicklung der nationalen Eisenbahnen unterschiedliche Termini für gleiche Abläufe im deutschen Sprachraum entstanden. Während beispielsweise das Bewegen von Fahrzeugen, welches keine Zug- oder Sperrfahrt darstellt, in Deutschland und der Schweiz als „Rangieren“ bezeichnet wird, lautet der Fachbegriff in Österreich „Verschub“.

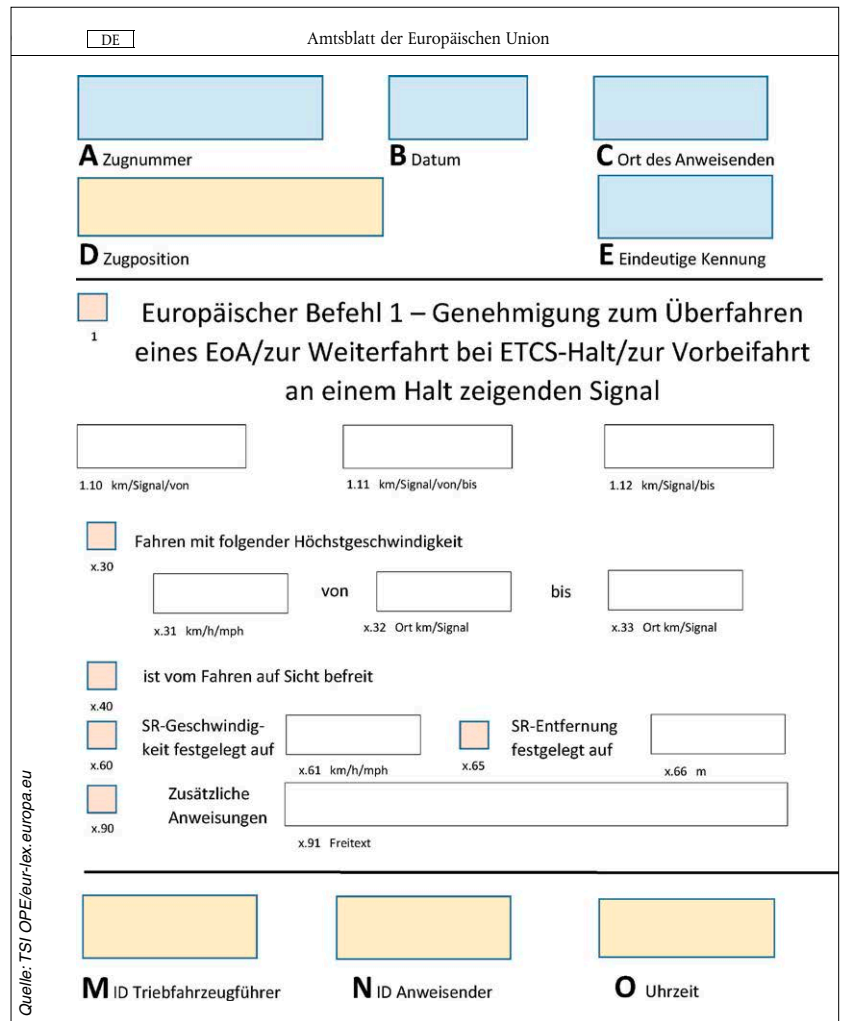


Abbildung 5: Europäischer Befehlsvordruck (Befehl 1) aus der TSI OPE

Der Einsatz von ETCS wird diese Problematik aufgrund der vorwiegend englischsprachigen Bezeichnungen verstärken, da einige Fachbegriffe selbst im DACH-Raum in den jeweiligen Fahrdienstvorschriften (FDV) nicht einheitlich übersetzt werden. Beispielhaft sind einige Begriffe in Tabelle 1 aufgeführt.

Auch innerhalb Deutschlands gibt es, je nach Richtlinie, unterschiedliche Bezeichnungen. Beispielsweise wird der ETCS Stop Marker in der Fahrdienstvorschrift Ril 408 mit „Nebensignal 14 (Ne 14)“ bezeichnet, in den Planungsrichtlinien 819.1344 ist es hingegen die „ETCS-Halt-Tafel (ETCS Marker Board)“.

Mit der Einführung von ETCS bietet sich jetzt die einmalige Gelegenheit, ETCS-Begriffe im Eisenbahnsystem des DACH-Raums zu vereinheitlichen und eine einheitliche Betriebssprache festzulegen. Wenn allerdings schon unterschiedliche Übersetzungen wie bei der „Release Speed“ (CH: Befreiungsgeschwindigkeit, AT: Entlassungsgeschwindigkeit) in der Sprache fest verankert sind, bietet sich die gemeinsame Verständigung auf den englischen „Original ETCS-Begriff“ aus den SRS an.

Bezeichnung SRS ^[12]	Bezeichnung DE ^[13]	Bezeichnung AT ^[14]	Bezeichnung CH ^[15]
Release Speed	Release Speed	Entlassungsgeschwindigkeit	Befreiungsgeschwindigkeit
Movement Authority	ETCS-Fahrerlaubnis	ETCS-Fahrerlaubnis	CAB-Fahrerlaubnis
Driver Machine Interface	Führerraumanzeige	Driver Machine Interface	Driver Machine Interface
ETCS Stop Marker	Nebensignal 14	ETCS Stop Marker	ETCS Haltsignal

Tabelle 1:
Beispiel für unterschiedliche Übersetzungen von ETCS-Begriffen

Um die Einschränkungen im Bereich der Betriebsprache an Landesgrenzen zu verringern, erlaubt die Europäische Union die Erprobung alternativer Kommunikationswege, wie die technische Unterstützung der Kommunikation durch computergestützte Übersetzungen auf der Basis von Pilotprojekten. In Abbildung 6 werden drei Projekte vorgestellt und anschließend beschrieben.

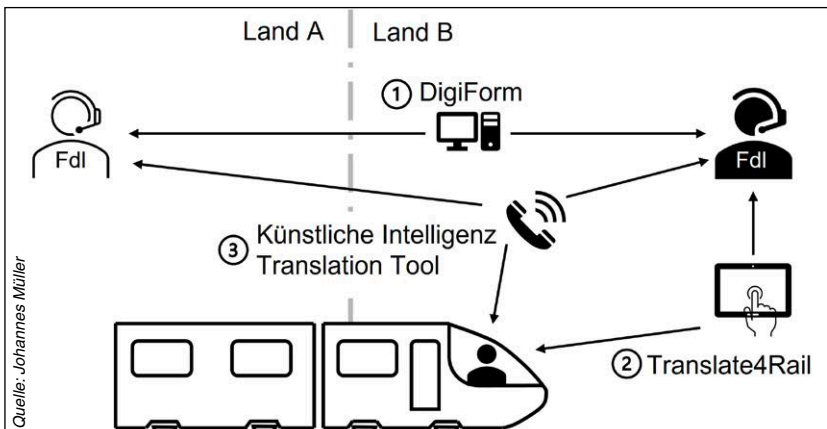
DigiForm

In Belgien kommt an Grenzstrecken ein System zur technischen Unterstützung der Kommunikation zwischen den benachbarten Fdl zur Anwendung. Ein digitales Formular, das sogenannte DigiForm, unterstützt die Fahrdienstleiter, indem Zugmeldungen oder sonstige Nachrichten über ein digitales Formular versendet werden können. Die Formulare werden in der jeweiligen Muttersprache ausgefüllt und stellen nur eine Ergänzung zur mündlichen Kommunikation dar. So können Fahrdienstleiter in der Kommunikation entlastet werden, da sie die Nachrichten auch visuell erhalten können.

Translate4Rail

Die Initiative Translate4Rail des internationalen Eisenbahnverbandes UIC sowie des europäischen Verbands von Infrastrukturbetreibern RNE erprobt seit Ende 2019 ein computer-basiertes Übersetzungstool. Das Personal der EVU kann mit vordefinierten, standardisierten Nachrichten, sogenannten „predefined messages“ (PDM), mit dem Personal des EIU kommunizieren, ohne eine gemeinsame Sprache zu beherrschen. Die Kommunikation wird über zusätzliche Tablet-Computer durchgeführt.

Abbildung 6:
Technische Unterstützung der Kommunikation auf Grenzstrecken



Quelle: Johannes Müller

Die PDM werden in der Muttersprache ausgewählt, versendet und erscheinen übersetzt beim Gesprächspartner. Durch die PDM sollen möglichst alle auftretenden Betriebsszenarien abgedeckt werden. Auf der Grenzstrecke zwischen Villach (Österreich) und Tarivisio (Italien) wurde das Übersetzungstool im realen Betrieb durch die Infrastrukturbetreiber Rete Ferroviaria Italiana (RFI) und ÖBB Infra sowie DB Cargo, Lokomotion, Rail Cargo Austria und Rail Trac-tion Company als beteiligte EVU getestet.^[16]

Künstliche Intelligenz Translation Tool

Einen anderen Ansatz wählt ein Pilotprojekt der Deutschen Bahn in Kooperation mit der französischen Staatsbahn SNCF. Das Künstliche Intelligenz Translation Tool (KIT) soll die Kommunikation zwischen Tf und Fdl in Echtzeit übersetzen und dabei auch in Notfallsituationen den höchsten Sicherheitsstandards entsprechen. Dabei ist kein zusätzliches Endgerät notwendig, KIT übersetzt die in der Muttersprache gesprochenen Meldungen des GSM-R-Zugfunks simultan. Bislang beschränkt sich die Nutzung auf die Sprachen Deutsch und Französisch. Perspektivisch kann das Tool jedoch auch an weiteren Grenzen zur Anwendung kommen und auch für die Kommunikation zwischen den benachbarten Fdl verwendet werden.^[17]

Fazit

Um das Ziel einer Standardisierung und Harmonisierung im europäischen Schienenverkehr zu erreichen, werden in der TSI OPE erste ETCS-Betriebsvorschriften definiert. Diese sind durch ihre geringe Regelungstiefe jedoch als eigenständiges Regelwerk nicht ausreichend.

Daher ist eine weitergehende Standardisierung der Betriebsprozesse nötig. Insbesondere auf Grenzbetriebsstrecken kann so die Komplexität eines sicheren, effizienten und durchgehenden Zugverkehrs reduziert werden, die durch die historischen Entwicklungen der nationalen Eisenbahnsysteme bedingt ist. Für einen einheitlichen Eisenbahnraum in Europa müssen alle Akteure konsequenter zusammenarbeiten und die europäischen über die nationalen Interessen stellen.

Ein Beispiel dafür sind die Überlegungen zur Harmonisierung der Betriebsprache. Die Einigung auf eine Betriebsprache in Europa scheint auch zukünftig

nicht zu erfolgen, daher sind standardisierte Lösungen für Landesgrenzen wichtig. Bei der Anwendung von ETCS ist eine Harmonisierung der „ETCS-Sprache“ in definierten Sprachräumen erforderlich, um die eindeutige Kommunikation für den sicheren grenzüberschreitenden Verkehr zu gewährleisten.

Der flächendeckende Einsatz von ETCS L2oS bietet sowohl technisch als auch betrieblich die beste Grundlage für einen einheitlichen europäischen Eisenbahnraum. ETCS und die Harmonisierung der Betriebsregelwerke leisten somit einen Beitrag zum Erreichen der ambitionierten Ziele im Verkehrssektor, durch die Verlagerung der Verkehre auf die Schiene (Shift to Rail) die steigenden Verkehrsströme zu meistern und dabei die CO₂-Emissionen bis 2050 um 90 Prozent gegenüber 1990 zu senken.^[16] ■

Dieser Beitrag basiert auf der Masterarbeit „Standardisierung der Betriebsverfahren bei ETCS-Ausrüstung an Grenzstrecken“ von Johannes Müller (2022, RWTH Aachen).

Lesen Sie auch

Der Digitale Befehl: Prozessbeschleunigung und Arbeitserleichterung im Betrieb

Deine Bahn 2/2023

Abbau von Grenzhemmnissen im internationalen Verkehr

Deine Bahn 11/2022

Internationale betriebliche Institutionen und Vereinbarungen

Deine Bahn 10/2020

Senkung der Sprachbarriere im System Eisenbahn

Deine Bahn 7/2020

Grenzüberschreitender Einsatz von Triebfahrzeugführern

Deine Bahn 11/2018

Quellen

- [1] Brune, L., Schwenzer, R. (2021): ETCS Border Crossing Map. Online unter: <https://etcs-border-crossings.webnode.page/>
- [2] Trinckauf, J., Maschek, U., Kahl, R. & Krahl, C. (Hrsg.) (2020): ETCS in Deutschland. PMC Media House GmbH.
- [3] Brune, L. (2022): Fachtagung Eisenbahnrecht und Technik 2022: European Train Control System. Schnittstellen zwischen Eisenbahnen des Bundes, NE-Bahnen und Anschließen. Online unter: www.eba.bund.de/DE/Veroeffentlichungen/Vortraege/FET_2022/fet_2022_inhalt.html
- [4] DB Netz AG: Richtlinie 302 – Grenzüberschreitende Bahnstrecken. Online unter: https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/nutzungsbedingungen/regelwerke/betrieblich-technisch_regelwerke/betrieblich_technisches_regelwerk-6982292?contentId=1369926
- [5] Pacht, J. (2021): Der Weg zu einer neuen Fahrdienstvorschrift für den digitalen Bahnbetrieb. Deine Bahn 10/2021. Online unter: www.system-bahn.net/aktuell/der-weg-zu-einer-neuen-fahrdienstvorschrift-fuer-den-digitalen-bahnbetrieb
- [6] Banedanmark (Hrsg.) (2022): ORF - Operational Rules for fjernbane. Online unter: www.bane.dk/Jernbanevirksomhed/Sikkerhed/Trafikale-regler/ORF/Operationelle-Regler-F_banen_ORF_ORF_22_2_EN_
- [7] Lübs, J.; Menzel, D.; Sommer, M. (2022): Analyse des dänischen ETCS-Regelwerks – Chance einer generischen Fahrdienstvorschrift. Signal+Draht (2022), Nr. 6, S. 54–62.
- [8] Menne, D., Kopitzki, M., Nenke, T., Möller, P., Braun, W. (2021): Das Betriebliche Zielbild als Basis für ein modernes und anwenderfreundliches Regelwerk. Deine Bahn 10/21. Online unter: www.system-bahn.net/aktuell/das-betriebliche-zielbild-als-basis-fuer-ein-modernes-und-anwenderfreundliches-regelwerk/archiv/
- [9] Müller, J. (2022): Standardisierung der Betriebsverfahren bei ETCS-Ausrüstung an Grenzstrecken [unveröffentlichte Masterarbeit]. RWTH Aachen.
- [10] Brune, L., Kahnert, P., Kalkreiber, J. & Lens, B. (2021): ETCS an Landesgrenzen: Interoperabilität und Ausrüstungsvarianten. Signal + Draht (7+8). Online unter: [https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/6355844/](https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/6355844/b17da390c35216b9c6fc8728d0a5be5a/ETCS-an-Landesgrenzen-Brune_Kahnert_Kalkreiber_Lens--data.pdf)
- [11] Verordnung (EU) 2019/554 der Kommission vom 5. April 2019 zur Änderung des Anhangs VI der Richtlinie 2007/59/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Zertifizierung von Triebfahrzeugführern, die Lokomotiven und Züge im Eisenbahnsystem in der Gemeinschaft führen, Amtsblatt der Europäischen Union (2019). Online unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0554&qid=1671536966978>
- [12] European Railway Agency (Hrsg.) (2016): System Requirements Specification: SUBSET-026. Version 3.6.0. Online unter: www.era.europa.eu/content/set-specifications-3-etcs-b3-r2-gsm-r-b1_en
- [13] DB Netz AG (2021): Fahrdienstvorschrift; Richtlinien 408.01 – 06. Online unter: https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/nutzungsbedingungen/regelwerke/regelwerke_netzzugangsrelevant/regelwerke-1370060?contentId=1370052
- [14] ÖBB Infrastruktur AG (Hrsg.) (2022): Betriebliche Richtlinien Zusammenstellung betrieblicher Erläuterungen 30.06.36. Online unter: https://infrastruktur.oebb.at/regelwerke/normen/show_content/48?parentId=586
- [15] Bundesamt für Verkehr BAV (Hrsg.) (2020): Schweizerische Fahrdienstvorschriften FDV (R 300.1-15). Online unter: www.bav.admin.ch/bav/de/home/rechtliches/rechtsgrundlagen-vorschriften/fdv-2020.html
- [16] Paul van den Bogaard (2021): Italy and Austria test translation tool for cross-border trains. Online unter: www.railfreight.com/railfreight/2021/08/23/italy-and-austria-test-translation-tool-for-cross-border-trains/
- [17] DB Systel (2020): Deutsche Bahn entwickelt neuartiges Übersetzungstool. Online unter: www.dbsystel.de/dbsystel/Digital-Stories/Deutsche-Bahn-entwickelt-neuartiges-Uebersetzungstool-6188452
- [18] Europäischer Rat (2022): Saubere und nachhaltige Mobilität. Online unter: www.consilium.europa.eu/de/policies/clean-and-sustainable-mobility/