

# **Nationaler Umsetzungsplan ETCS**

11. Dezember 2017

Version 1.11

# Inhalt

## Zusammenfassung

1	Technische Randbedingungen und Migrationsplanung .....	1
1.1	Bestehende Class-B Systeme .....	1
1.1.1	PZB 90 .....	1
1.1.2	LZB .....	2
1.2	Eigenschaften und Gegenüberstellung der Bestandssysteme und ETCS .....	2
1.2.1	PZB 90 .....	2
1.2.2	LZB .....	4
1.2.3	ETCS Level 1 LS .....	4
1.2.4	ETCS Level 2 .....	5
1.2.5	Gegenüberstellung der Systeme .....	5
1.3	ETCS Planungs- und Umsetzungsprozess .....	7
2	Umsetzung von ETCS in Deutschland .....	8
2.1	Gegenwärtiger und bis 2023 geplanter Umfang von ETCS .....	8
2.1.1	Bereits ausgerüstete und in der Erprobung / im Betrieb befindliche Strecken .....	8
2.1.2	Bis 2023 geplante Strecken mit ETCS .....	10
2.1.3	Ausblick über die für die Zukunft priorisierten Projekte .....	13
2.1.4	Zusammenfassung .....	15
2.2	Nutzen-Kosten-Analyse .....	16
2.2.1	Nutzenkomponenten .....	17
2.2.2	ETCS-Infrastrukturinvestitionen .....	18
2.2.3	Investitionen in ETCS-Fahrzeugausrüstung .....	19
2.2.4	Betriebs- und Instandhaltungskosten .....	20
2.3	Finanzierungsquellen und Fördermöglichkeiten .....	20
2.3.1	Bundesmittel .....	20
2.3.2	EU .....	21
2.3.3	Weitere Fördermöglichkeiten .....	21
3	Randbedingungen dieses nationalen Umsetzungsplanes .....	21

## Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Class-B System	Nationales Zugsicherungssystem in Deutschland PZB 90 oder LZB
DSTW	Digitales Stellwerk
EDP	ETCS European Deployment Plan
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ESTW	Elektronisches Stellwerk
ETCS	European Train Control System
EVC	European Vital Computer (ETCS-Rechner im Fahrzeug)
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Rail(way)
GVR	Güterverkehrsräume
i. R.	im Rahmen
i. S.	im Sinn(e)
i. V.	in Verbindung
Indusi	(punktförmige) Induktive Zugsicherung
LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
NIP	engl.: National Implementation Plan / deu.: Nationaler Umsetzungsplan
NTC	National Train Control
OBU	On-Board Unit
PZB 90	Punktförmige Zugbeeinflussung
RSTW	Relaisstellwerk
STM	Specific Transmission Module, nomenclature Baseline 2.3.0d
TEN-T	Trans-European Network for Transport
TSI	Technische Spezifikation für die Interoperabilität (EU-Verordnung)
ZZS	Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“

## 1 Technische Randbedingungen und Migrationsplanung

Dieses Kapitel gibt eine Zusammenfassung über die Ausgangssituation sowie den gegenwärtigen Arbeitsstand der ETCS-Migrationsplanung in Deutschland.

### 1.1 Bestehende Class-B Systeme

In der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung ist festgelegt, dass Strecken<sup>1</sup>, auf denen mehr als 80 km/h zugelassen sind, mit einer Zugbeeinflussung ausgerüstet sein müssen, durch die ein Zug selbsttätig zum Halten gebracht und ein unzulässiges Anfahren gegen Halt-zeigende Signale überwacht werden kann. Darüber hinaus müssen Strecken, auf denen mehrere Züge gleichzeitig verkehren und Reisezugverkehr stattfindet oder mehr als 50 km/h zugelassen sind, mit einer Zugbeeinflussung ausgerüstet sein, durch die ein Zug selbsttätig zum Halten gebracht werden kann. Beides ergibt das Einsatzgebiet des Class-B-Systems PZB 90.

Für Geschwindigkeiten oberhalb von 160 km/h fordert die Eisenbahnbau- und Betriebsordnung gemäß EBO § 15 (3) ein System, mit dem der Zug geführt werden kann. Dies ist das hauptsächliche Einsatzgebiet der linienförmigen Zugbeeinflussung LZB.

#### 1.1.1 PZB 90

Die PZB 90 ist seit den 1990er Jahren das auf den meisten Strecken in Deutschland verwendete Zugbeeinflussungssystem und basiert auf den bereits seit den 1930er Jahren eingesetzten verschiedenen Indusi-Bauarten. Ein Zug kann mit der PZB 90 nicht nur selbsttätig zum Halten gebracht werden, sondern es wird auch ein unzulässiges Anfahren gegen Halt-zeigende Signale überwacht – wie gemäß § 15 (2) der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung (EBO) gefordert.

Die Datenübertragung erfolgt induktiv über sogenannte „Gleismagnete“. Hierbei werden Frequenzen von 500 Hz, 1000 Hz und 2000 Hz verwendet, so dass drei verschiedene Informationen von der Strecke an das Triebfahrzeug übertragen werden können. Da die erforderliche Energie vom Fahrzeug in den Streckenmagneten induziert wird, ist streckenseitig keine Energieversorgung der Magnete erforderlich. Die punktförmige Übertragung erfolgt i.d.R. an Vorsignalen (1000 Hz), an Hauptsignalen (2000 Hz) sowie, in den meisten Fällen, ca. 150 m – 250 m vor Hauptsignalen (500 Hz). Die Magnete werden aufgrund der Signalstellung aktiviert. Fahrzeugseitig werden drei verschiedene Überwachungsprogramme (O/M/U) unterschieden, die aufgrund des Bremsvermögens des Zuges zu wählen sind. Bei Überfahrt eines Triebfahrzeuges über einen aktiven Magneten (1000 Hz und 500 Hz) werden in Abhängigkeit des Programms unterschiedliche Geschwindigkeitsüberwachungsfunktionen aktiviert. Bei Vorbeifahrt an einem Halt-zeigenden Signal erfolgt durch die 2000 Hz Beeinflussung eine unmittelbare Zwangsbremmung.

Ab dem Vorsignal (1000 Hz) wird über eine Länge von 1250 m die Geschwindigkeit überwacht, der Triebfahrzeugführer kann sich hieraus frühestens nach 700 m befreien (wenn er die aufgewertete

<sup>1</sup> Ausnahmen für Grenzbetriebsstrecken und Durchgangsstrecken regelt § 3a EBO.

Signalstellung zweifelsfrei erkennen kann, „optischer Infill“). Um die Anfahrt gegen Halt-zeigende Signale zu überwachen, wurde die PZB 90 gegenüber früheren Indusi-Bauformen um den restriktiven Modus ergänzt. Nach einem erkannten Halt (bzw. einer Fahrt unterhalb einer festgelegten Umschaltgeschwindigkeit für mindestens 15 Sekunden) werden auf dem Triebfahrzeug restriktivere Geschwindigkeitsüberwachungsfunktionen aktiviert.

### 1.1.2 LZB

Die Linienförmige Zugbeeinflussung (LZB) überträgt Daten kontinuierlich und bidirektional. Mit der LZB kann ein Zug selbsttätig zum Halten gebracht werden und außerdem geführt werden. Die LZB besteht aus einem im Gleis schleifenförmig verlegten Linienleiter und einer LZB-Streckenzentrale. Über den Linienleiter werden Datentelegramme vom Fahrzeug zur Streckenzentrale und umgekehrt übertragen.

Der Bordrechner bestimmt die Position des Fahrzeugs per Odometrie, die in regelmäßigen Abständen vorgesehenen Kreuzungsstellen des Linienleiters dienen hierbei zur automatischen Positionskorrektur. Darüber hinaus werden Daten des Zuges (Höchstgeschwindigkeit, Zuglänge, Bremsvermögen, ...) vor Fahrtbeginn durch den Triebfahrzeugführer in den Bordrechner eingegeben. Das Triebfahrzeug übermittelt kontinuierlich diese Daten an die LZB-Streckenzentrale. In der Streckenzentrale sind alle unveränderlichen Daten der Strecke (zulässige Geschwindigkeiten, Neigungen, ...) hinterlegt. Die veränderlichen Daten (eingestellte Fahrstraßen, zulässige Geschwindigkeiten aufgrund der Signalstellung, ...) werden über eine Schnittstelle von den Stellwerken übernommen.

Die Streckenzentrale berechnet aufgrund der übermittelten Informationen zugspezifisch eine Bremskurve vor jeder Geschwindigkeitsreduktion bzw. vor jedem Halt. Aufgrund dieser Bremskurve werden die Führungsgrößen Sollgeschwindigkeit, Zielentfernung und Zielgeschwindigkeit bestimmt und an den Zug übertragen. Der Bordrechner auf dem Fahrzeug zeigt diese Führungsgrößen dem Triebfahrzeugführer an und überwacht deren Einhaltung.

Für eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit wurde die LZB CE I entwickelt. CE steht dabei für die Abkürzung CIR-ELKE (Computer Integrated Railroad – Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Kernnetz). Der Einsatz auf der Neubaustrecke Köln-Rhein/Main mit einer betrieblichen Höchstgeschwindigkeit von 300 km/h erforderte weitere Ergänzungen, die in der LZB CE II realisiert wurden.

## 1.2 Eigenschaften und Gegenüberstellung der Bestandssysteme und ETCS

In diesem Abschnitt soll auf die Sicherheit der eingesetzten Zugbeeinflussungssysteme eingegangen werden. Dabei wird insbesondere kurz auf die abgedeckten Szenarien eingegangen und Schwachstellen aufgezeigt.

### 1.2.1 PZB 90

Die induktive Zugsicherung Indusi als Ursprungssystem der PZB 90 wurde entwickelt, um die Folgen einer Missachtung Halt-zeigender Signale zu verringern. Das System löst eine Zwangsbremmung bei Vorbeifahrt am Halt-zeigenden Hauptsignal aus, eine Überwachung muss jedoch bereits am Vorsig-

nal beginnen, so dass noch genügend Bremsweg bis zum Hauptsignal vorhanden ist. Der Triebfahrzeugführer muss am Vorsignal eine Wachsamkeitstaste betätigen und die anschließende erforderliche Reduktion der Geschwindigkeit wird durch vom System vorgegebene Überwachungsfunktionen (nach Raum und Zeit) überwacht. Bei einer Zwangsbremung aufgrund einer Geschwindigkeitsübertretung kann nicht sichergestellt werden, dass der Zug vor dem Zielsignal gestoppt werden kann. Daher ist nach dem Zielsignal noch ein Durchrutschweg bis zum Gefahrpunkt erforderlich.

Der Durchrutschweg wird nach Halt des Zuges aufgelöst, so dass er dann nicht mehr gesichert ist. Beim Anfahren gegen ein Halt-zeigendes Signal kann trotz der Zwangsbremung am 2000 Hz Magneten der neue Gefahrpunkt überschritten werden und der Zug eine andere Zugfahrt gefährden. Daher wurden bei der PZB 90 die Überwachungskurven reduziert und ein restriktiver Modus eingeführt. Nach einem Halt wird in diesen restriktiven Modus umgeschaltet und dieser soll durch angepasste Geschwindigkeitsüberwachungsfunktionen ein Anfahren gegen Halt-zeigende Signale verhindern. Dazu müssen jedoch die Halteplätze (gekennzeichnet durch Haltetafeln) und die Verlegung der 500 Hz Magnete (ggf. auch mehrere) aufeinander abgestimmt werden. Die Haltetafeln kennzeichnen dann einen „sicheren“ Halteplatz für startende Züge.

Die PZB 90 soll bei Missachtung der Signale einen Triebfahrzeugführer warnen bzw. auch selbsttätig eine Zwangsbremung auslösen. Sie ist vom Ursprung nicht dafür ausgelegt, dass hierbei bewusst gegen Signale verstoßen wird. Aus diesem Grund lassen sich auch Fälle konstruieren, bei denen die PZB 90 den Zug nicht rechtzeitig von dem Gefahrenpunkt zum Stehen bringen kann. Ein weiterer Nachteil ist, dass nicht funktionsfähige bzw. entfernte Magnete nicht systematisch erkannt werden können (keine Ausfalloffenbarung) und somit auch keine Funktion auf dem Triebfahrzeug auslösen können.

Das Zugbeeinflussungssystem PZB 90 ermöglicht keine technische Aufwertung (technischer Infill) der Geschwindigkeitsüberwachungsfunktionen. Falls z. B. an einem Halt-erwarten-zeigenden Vorsignal eine 1000 Hz Beeinflussung stattgefunden hat, muss die vom Triebfahrzeug überwachte Geschwindigkeitsfunktion abgefahren werden, auch wenn das Hauptsignal zwischenzeitlich auf einen Fahrtbegriff gewechselt hat. Das System bietet keine Möglichkeit „von außen“ diese Überwachungsfunktion wieder abzuschalten. Der Triebfahrzeugführer kann sich jedoch manuell aus der Überwachung befreien (optischer Infill). Dies ist jedoch erst 700 m nach der 1000 Hz Beeinflussung möglich und erlaubt, vorausgesetzt der Triebfahrzeugführer kann den aufgewerteten Signalbegriff zweifelsfrei erkennen.

Wie oben beschrieben schaltet die PZB 90 nach einem Halt in den restriktiven Modus. Dann gelten sowohl für die 1000 Hz als auch für die 500 Hz Beeinflussung geringere Überwachungsgeschwindigkeiten. Aus der 1000 Hz Beeinflussung ist zwar unter oben aufgeführten Bedingungen eine Befreiung möglich, aber nicht aus der 500 Hz Beeinflussung. Falls der Zug im Bahnhof auf ein Halt-zeigendes Ausfahrtsignal zugefahren ist und vor dem Halteplatz noch einen 500 Hz Magneten passiert hat, befindet sich das Fahrzeug in der restriktiven 500 Hz Überwachung. Dies bedeutet, dass der Triebfahrzeugführer eine Einschränkung der Geschwindigkeit auf 25 km/h bis 250 m nach der 500 Hz Beeinflussung einhalten muss, auch wenn das Ausfahrtsignal einen höheren Geschwindigkeitsbegriff anzeigt. Eine Befreiung aus der 500 Hz Beeinflussung ist generell nicht möglich.

Die beiden Beispiele zeigen auf, dass unter bestimmten Umständen die PZB 90 Geschwindigkeitsüberwachungskurven restriktiver sind als erforderlich. Da keine technische Aufwertung vorgesehen ist, führen die Erweiterungen der PZB 90 im Vergleich zu Ihrem Vorgänger (Indusi) zu einer höheren Sicherheit, die aber ggf. durch betriebliche Nachteile erkauft werden.

Durch die Hersteller wurde die PZB 90 bislang nicht abgekündigt. Aufgrund des vergleichsweise simplen Aufbaus und Funktionalität ist, insofern Nachfrage besteht, mit einer noch langen Verfügbarkeit zu rechnen.

### 1.2.2 LZB

Die LZB wurde ursprünglich dazu entwickelt, mit Geschwindigkeiten höher als 160 km/h zu fahren. Mit der letzten Entwicklungsstufe der LZB CE-II wurde die elektronische Sicht auf 13.000 m sowie die maximal mögliche Geschwindigkeit auf 350 km/h erhöht. Die LZB bietet darüber hinaus aber auch die Möglichkeit, die Kapazität der Strecken zu erhöhen. Die Datenübertragung erfolgt kontinuierlich über den im Gleis verlegten Linienleiter und auf dem Triebfahrzeug ist eine kontinuierliche Überwachung des dynamischen Geschwindigkeitsprofils vorhanden. Sowohl die Bordgeräte als auch die Streckenzentrale bestehen aus mehrkanaligen sicheren Rechnersystemen.

Ein technischer Ausfall des Systems (beispielsweise Unterbrechung der Datenversorgung) wird erkannt und führt zu einer Bremsung des Zuges. Falls die Fahrt mit LZB nicht wiederaufgenommen werden kann, dient die PZB 90 als Rückfallebene.

Wesentlicher Nachteil der LZB sind die Kosten durch den im Gleis verlegten Linienleiter. Die LZB-Streckenzentrale muss mit den Einspeisepunkten für die Linienleiterschleifen, die maximal 12,7 km lang sein können, verbunden sein. Ebenso benötigt die LZB-Streckenzentrale eine Verbindung zu allen Stellwerken in ihrem Bereich, die über Anpassungsschaltungen die erforderlichen Informationen über die Fahrstraßen und Signalstellungen übertragen. Das System wird von der Industrie nicht mehr weiterentwickelt und wurde bereits abgekündigt. Ersatzteile und Wartung werden voraussichtlich noch bis 2030 verfügbar sein.

Aufgrund der zugspezifischen Berechnung der Bremskurven in Abhängigkeit von den Streckendaten bietet die LZB eine vollständige und kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung über den gesamten Streckenverlauf. Damit besitzt sie einen Sicherheitsvorteil gegenüber der PZB 90.

### 1.2.3 ETCS Level 1 LS

Im Betriebsmodus LS wird der Triebfahrzeugführer nur im Hintergrund überwacht. Hierbei ist keine Vollüberwachung über die gesamte Strecke vorhanden, sondern es werden Daten nur für eine Teilüberwachung (z. B. zwischen Vor- und Hauptsignal) übertragen. ETCS bietet die Möglichkeit einmal übertragene Geschwindigkeitsprofile zu aktualisieren und damit auch aufzuwerten. Dieser technische Infill lässt sich punktförmig durch Infill-Balisen an das Triebfahrzeug übertragen.

Im Betriebsablauf wird bei ETCS Level 1 eine Entlassungsgeschwindigkeit (Release Speed) benötigt. Falls ein Zug beispielsweise vor einem Halt-zeigenden Signal anhalten musste, könnte der Zug aufgrund seiner Fahrerlaubnis (MA), die nur eine Fahrt bis vor das Halt-zeigende Signal erlaubt, bei

einer Signalaufwertung nicht über die Balise am Signal fahren, um dort eine neue MA zu erhalten. Dies hat zur Folge, dass ein Zug mit einer Geschwindigkeit unterhalb der Release Speed fahren kann und ggf. erst am Halt-zeigenden Signal gestoppt wird.

Der Vorsignalabstand kann unter PZB 90 vom Regelwert 1000 m bis auf 1500 m vergrößert werden, wenn beispielsweise das Ausfahrsvorsignal eines Bahnhofs mit dem Einfahrtsignal an einem Standort gemeinsam an einem Mast zusammengefasst ist. Bei einem Vorsignalabstand von mehr als 1000 m kann sich hieraus ein weiterer Vorteil für ETCS Level 1 ergeben. Die Bremskurvenüberwachung beginnt bei der PZB 90 unmittelbar nach der 1000 Hz Beeinflussung am Vorsignal, auch wenn der theoretisch mögliche Bremsseinsatzpunkt erst deutlich später liegt. Bei Verwendung von ETCS Level 1 kann der Bremsseinsatzpunkt abhängig von Zug- und Streckenparameter<sup>2</sup> bestimmt werden und somit auch erst deutlich nach dem Vorsignal liegen.

#### 1.2.4 ETCS Level 2

Bei ETCS Level 2 wird die Geschwindigkeit des Triebfahrzeugs kontinuierlich auf der gesamten Strecke überwacht. Sämtliche für die Zugfahrt relevanten Daten der Strecke werden per GSM-R übertragen, so dass der EVC auf dem Triebfahrzeug ein dynamisches Geschwindigkeitsprofil berechnen kann, welches dann die Vollüberwachung des Zuges zu jedem Zeitpunkt ermöglicht. Da eine kontinuierliche Datenübertragung an jedem Punkt der Strecke erfolgt, kann eine Aufwertung der MA jederzeit an den Zug übermittelt werden, sobald das Signal auf Fahrt gestellt wurde. Ein Passieren eines festen Balisenstandorts wie bei ETCS Level 1 ist für eine Aufwertung nicht erforderlich. Des Weiteren kann die Release Speed bei ETCS Level 2 auf 0 km/h festgelegt werden – unter Inkaufnahme betrieblicher Nachteile.

ETCS Level 2 kann so konfiguriert werden, dass sich eine höhere Leistungsfähigkeit der Strecke ergibt als bei der PZB 90 oder bei ETCS Level 1 LS. Eine Steigerung der Leistungsfähigkeit wird insbesondere durch Blockverdichtung ermöglicht, welche bei konventioneller Außensignalisierung nicht möglich ist. Abhängig von der konkreten Situation tragen auch die zugabhängig ermittelten Überwachungskurven positiv zur Leistungsfähigkeit bei. LZB und ETCS Level 2 haben bezüglich der Kapazität keine größeren Unterschiede.

#### 1.2.5 Gegenüberstellung der Systeme

Die beiden Zugbeeinflussungssysteme PZB 90 und ETCS Level 1 LS verwenden punktförmige Übertragungsmedien und eine nur teilweise kontinuierliche Überwachung der Geschwindigkeit. Züge können selbsttätig zum Halten gebracht werden, und auch ein unzulässiges Anfahren gegen Halt-zeigende Signale kann durch beide Systeme überwacht werden. Damit sind beide Systeme gemäß EBO in Deutschland für Geschwindigkeiten bis 160 km/h einsetzbar. ETCS Level 1 LS wird in Deutschland so parametrisiert, dass mindestens das gleiche Sicherheitsniveau der PZB 90 erreicht wird. Auch kapazitiv gibt es keine größeren Unterschiede zwischen den beiden Systemen. In bestimmten Situationen können sich Vorteile in Bezug auf die Qualität des Betriebsablaufs unter

<sup>2</sup> Aufgrund der vorgesehenen Standardprojektierung variieren aber allein die Fahrzeugparameter.



ETCS Level 1 LS gegenüber der PZB 90 aufgrund der „gleitenden“ Bremsparameter sowie durch sinnvoll platzierte Infill-Balisen<sup>3</sup> ergeben.

Mit LZB und ETCS Level 2 kann die Geschwindigkeit der Züge auf der gesamten Strecke kontinuierlich überwacht werden. Aufgrund der kontinuierlichen Datenübertragung ist eine Führung der Züge möglich. Bei Erfüllung der Spezifikation und den darin enthaltenen Prozessvorgaben erreicht ETCS Level 2 das höchste Sicherheitsniveau (SIL<sub>4</sub>). Dieses ist als vergleichbar zur LZB zu erachten. Im Vergleich zur PZB 90 führt der Einsatz von ETCS Level 2 (in Kombination mit etwaigen Anpassungen an der Stellwerkslogik) zu einer nennenswerten Steigerung der Sicherheit und Leistungsfähigkeit. Im Vergleich zur LZB CIR ELKE II erlaubt ETCS Level 2 eine vergleichbare Leistungsfähigkeit.

Parallelausrüstungen von Strecken mit den Systemen sind möglich. So sind z. B. die LZB-Strecken auch mit der PZB 90 ausgestattet, die dann als Rückfallebene dienen kann. Zugelassen sind auch parallele Ausrüstungen mit den Class-B-Systemen und ETCS. Mit Ausnahme von Transitionsbereichen ist eine Parallelausrüstung mit ETCS Level 2 und ETCS Level 1 LS gemäß aktueller Projektierungsrichtlinien ausgeschlossen.

In nachstehender Tabelle werden elementare Eigenschaften der vier zu betrachtenden Systeme gegenübergestellt. Die Einschätzungen zu Sicherheit und Kapazität sind darin qualitativ im europäischen Vergleich.

Eigenschaft	PZB 90	LZB	ETCS L1 LS	ETCS L2
<b>Sicherheit</b>	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch
<b>Kapazität</b>	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch
<b>Datenübertragung</b>	Unidirektional, punktförmig	Bidirektional, kontinuierlich	Unidirektional, punktförmig	Bidirektional, kontinuierlich
<b>Kompatibel zu Stellwerksbauformen</b>	Mechanisch	-	Mechanisch	-
	Elektromech.	-	Elektromech.	-
	RSTW	RSTW	RSTW	(RSTW)
	ESTW	ESTW	ESTW	ESTW
	DSTW	(DSTW)	DSTW	DSTW
<b>Signalisierung</b>	Streckenseitig	Führerstand	Streckenseitig	Führerstand
<b>v &gt; 160 km/h</b>	Nein	Ja	Nein	Ja
<b>Durch Hersteller angekündigt für</b>	-	Etwa 2030	-	-

Tabelle 1 Elementare Eigenschaften der vier Zugsicherungssysteme

<sup>3</sup> Bislang nicht Bestandteil der Standardprojektierung.

### 1.3 ETCS Planungs- und Umsetzungsprozess

Die Erarbeitung des nationalen Umsetzungsplanes für ETCS (NIP) erfolgt gemeinschaftlich durch das BMVI und die DB Netz AG unter Einbindung weiterer Stakeholder (z. B. EVU, Verbände). Dies erfolgt in mehreren Schritten:

- High Level Meetings mit EU-KOM, DB Netz AG und BMVI, darin unter anderem Beschluss einer infrastruktureitigen Doppelausrüstung, um EVU nicht übermäßig zu belasten
- Erstellung des NIP mit Konsultationen des Sektors / der Verbände
- Einbindung externer Expertise
- Machbarkeitsstudie unter Beteiligung des Sektors / der Verbände bis Ende 2018 zur Betrachtung eines beschleunigten ETCS-Ausbaus über den hier vorliegenden NIP hinaus

Die Zuständigkeiten des BMVI sind primär:

- Bildung einer Schnittstelle zwischen der EU-KOM und der DB Netz AG, mit dem Ziel, eine möglichst hohe Konsistenz zwischen den europarechtlichen Anforderungen einerseits und den Umsetzungsplanungen andererseits herzustellen
- Gewährleistung einer ausreichenden Finanzierung der ETCS Ausrüstung durch Bereitstellung von Finanzmitteln

Im Jahr 2017 wurde die Grundlagenermittlung zur Festlegung einer nationalen Umsetzungsstrategie für einen Zeitraum von heute bis 2033 durch das BMVI im Rahmen eines Forschungsprojektes beauftragt. Kernaspekte des Forschungsprojekts sind:

- Zusammenstellung von Informationen zu bestehenden Zugsicherungssystemen
- Erarbeitung einer technischen und finanziellen Migrationsstrategie, insbesondere mit:
  - Koordination der Strecken- und Fahrzeugausrüstung
  - Kosten-Nutzen-Analyse der Einführung
- Aufstellung eines indikativen Zeitplans zur Ausrüstung einzelner Strecken und Fahrzeuge

Darauf aufbauend ist der hier vorliegende nationale Umsetzungsplan (gemäß Kapitel 7.4.4 des Anhangs der EU-Verordnung 2016/919) entstanden und wird mit dem weiteren Projektverlauf fortgeschrieben. Eine Entscheidung zur Abschaltung der Class-B Systeme auf den betroffenen Netzbereichen wird im Rahmen des Vorhabens nicht getroffen. Die endgültigen Resultate liegen in 2018 vor. Kapitel 2 beschreibt die bis 2023 geplanten Ausrüstungen mit ETCS sowie elementare Eingangsgrößen in das oben genannte Forschungsprojekt.

## 2 Umsetzung von ETCS in Deutschland

Deutschland orientiert sich gegenwärtig bei der Umsetzung bzw. Einführung von ETCS einerseits an den Bedürfnissen des Güterverkehrs nach möglichst interoperabler Verkehrsführung über die Grenzen hinweg (siehe hierzu auch die Ausführungen und Karten im „European Deployment Plan“ gem. EU-Durchführungsverordnung 2017/6 der Kommission vom 5. Januar 2017 (EDP)) und rüstet andererseits in Übereinstimmung mit den Vorgaben der EU-Verordnung 2016/919 der Kommission vom 27. Mai 2016 Eisenbahninfrastrukturvorhaben, die aus Europäischen Fonds finanziell geförderten Projekte, mit ETCS aus. Hieraus abgeleitet ergibt sich, dass neben dem laufenden und teilweise bereits in Betrieb befindlichen Vorhaben „Verkehrsprojekt Deutsche Einheit Nr. 8“ (VDE 8, Ausbau der Bahnmagistrale Nürnberg – Erfurt – Leipzig/Halle – Berlin) primär der deutsche Teil des Korridors „Rhine-Alpine“ (im Rahmen des Projekts „Korridor A“) als verkehrsreichster Schienengüterverkehrskorridor innerhalb Deutschlands mit ETCS ausgerüstet werden soll. Zusätzlich werden weitere Strecken und Grenzübergänge gem. den Darstellungen in der EU-Durchführungsverordnung 2017/6 der Kommission vom 5. Januar 2017 (EDP) ausgerüstet. Die aufgelisteten Streckenlängen und die ETCS-Level in den Tabellen in diesem Kapitel (vgl. Tabelle 3, 4 und 5) sind aus dem EDP, der Sammelfinanzierungsvereinbarung ETCS-Ausrüstung Korridor A F21 Q0767 vom 10.08.2015 und der Vereinbarung zur Änderung der Sammelfinanzierungsvereinbarung ETCS-Ausrüstung Korridor A F21 Q0767 vom 15.12.2016 übernommen.

### 2.1 Gegenwärtiger und bis 2023 geplanter Umfang von ETCS

Nachstehend wird ein zeitlich gestaffelter Überblick über bestehende und zu erwartende ETCS-Ausrüstungen in Deutschland gegeben.

#### 2.1.1 Bereits ausgerüstete und in der Erprobung / im Betrieb befindliche Strecken

Zum Stand Oktober 2017 ist ETCS in Deutschland auf folgenden Strecken in Betrieb bzw. befindet sich in der Betriebserprobung (vgl. Tabelle 2):

Streckenabschnitt	Streckenlänge	ETCS	Besonderheit
Leipzig Messe Hp – Gröbers	20,0 km	Level 2 2.3.0 d	Überlagertes System, PZB/LZB weiterhin in Betrieb
Gröbers/ Halle-Ammendorf – Erfurt Hbf	100,8 km	Level 2 2.3.0 d	
Erfurt Hbf – Unterleiterbach inkl. Anschluss Coburg	112,0 km	Level 2 2.3.0 d	Neubaustrecke befindet sich in der Betriebserprobung
Unterleiterbach – Zapfendorf	3,0 km	Level 2 2.3.0 d	Überlagertes System, auf zwei von vier Streckengleisen ist PZB ebenfalls in Betrieb
Konstanz - Grenze	2,6 km	Level 1 LS 3.4.0	Separate Finanzierung
Thayngen Gr – Singen	9,4 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecken Schweiz Separate Finanzierung in Abstimmung mit der Ausrüstung

			der übrigen deutschen Strecken auf Schweizer Gebiet (insbesondere Thayngen-Schaffhausen (exkl.) und Schaffhausen (exkl.)-Erzingen)
Knoten Basel	4,6 km	Level 1 LS	in Betriebserprobung
		3.4.0	
<b>Summe</b>	<b>252,4 km</b>		

Tabelle 2 Bestehende ETCS-Ausrüstungen mit Stand Oktober 2017 (Quelle: Streckendatenbank der DB Netz AG)

Abbildung 1 stellt die bestehenden ETCS-Ausrüstungen mit Stand Oktober 2017 dar.

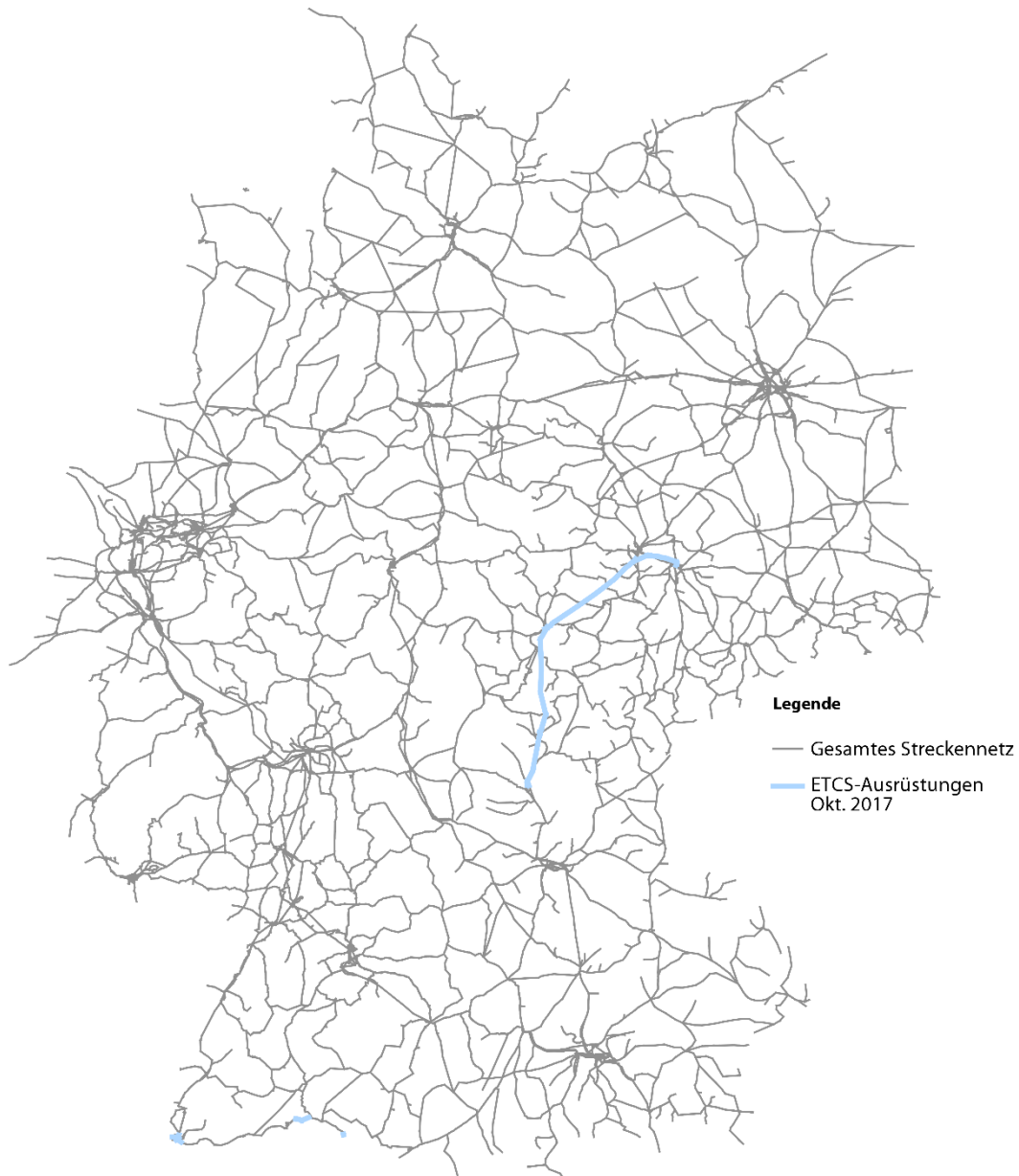


Abbildung 1 Übersichtskarte mit bestehenden ETCS-Ausrüstungen mit Stand Oktober 2017

### 2.1.2 Bis 2023 geplante Strecken mit ETCS

Bis 2023 wird im Rahmen des Vorhabens VDE 8 der Anschluss Eisenach-Erfurt mit ETCS ausgerüstet. Ebenfalls bis 2023 wird der nördliche Abschnitt des Vorhabens Paris – Ostfrankreich – Südwestdeutschland (POS Nord) fertiggestellt. Auf deutscher Seite ist beim Ausbau der knapp 128 Kilometer langen Strecke zwischen Saarbrücken und Ludwigshafen die Ausrüstung mit ETCS vorgesehen.

Weiter ist bis 2023 geplant, den „Korridor A“ (Teil des Korridors „Rhine-Alpine“ (RALP)) sowie die wichtigsten Grenzübergänge vollständig mit ETCS auszurüsten, um für den (Transit-) Güterverkehr eine durchgängige, interoperable Befahrbarkeit sicherzustellen. Dabei ist eine abschnittsweise Ausrüstung mit ETCS Level 1 LS oder Level 2 vorgesehen. ETCS Level 2 soll auf denjenigen Abschnitten zum Einsatz kommen, welche Geschwindigkeiten über 160 km/h vorsehen oder bei welchen die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit dies erfordern oder wenn eine Ausrüstung mit ETCS Level 2 mindestens so wirtschaftlich wie ETCS Level 1 LS ist.

Durch die Ausrüstung des Projektes Korridor A werden große Teile des Korridors „Rhine-Alpine“ ausgestattet. Zugleich werden verschiedene Terminals an den Korridor angebunden. Die Anbindungen der Terminals werden grundsätzlich mit ETCS L1 LS ausgerüstet. Gleichzeitig mit der Ausrüstung des Korridors sollen weitere Grenzanschlussstrecken mit ETCS ausgerüstet werden. Die zugehörige Finanzierungsvereinbarung sieht ferner Planungsleistungen für weitere Streckenabschnitte vor, welche hier nicht dargestellt sind.

Die Komplettierung nachstehender Maßnahmen ist bis spätestens 2023 vorgesehen.

Streckenabschnitt	Streckenlänge	ETCS	Besonderheit
Oberhausen Hbf – Abzw. Tiefenbroich	45,6 km	Level 1 LS 3.4.0	Korridor A
Ratingen West Rwf – Leverkusen-Schlebusch	47,8 km	Level 1 LS 3.4.0	Korridor A, ggfs. auch L2 in Teilen
Abzw Berliner Straße – Köln – Bad Honnef	63,5 km	Level 1 LS 3.4.0	Korridor A, ggfs. auch L2 in Teilen
Unkel – Neuwied	27,2 km	Level 2 3.4.0	Korridor A
Neuwied – Niederlahnstein	22,6 km	Level 1 LS 3.4.0	Korridor A
Oberlahnstein – Loreley	37,0 km	Level 2 3.4.0	Korridor A
Kaub – Wiesbaden-Biebrich	45,4 km	Level 2 3.4.0	Korridor A
Wiesbaden Biebrich – Darmstadt Hbf	37,4 km	Level 1 LS 3.4.0	Korridor A
Darmstadt Hbf – Heppenheim	28,3 km	Level 2 3.4.0	Korridor A
Rheinhausen – Krefeld-Linn	51,5 km	Level 1 LS 3.4.0	
Krefeld-Linn – Neuss	21,0 km	Level 1 LS	

Streckenabschnitt	Streckenlänge	ETCS	Besonderheit
		3.4.0	
Neuss – Köln-Gremberg/-Eifelort	45,6 km	Level 1 LS	
		3.4.0	
Köln Kalk – Troisdorf	17,6 km	Level 1 LS	Korridor A
		3.4.0	
Köln West – Mainz-Bischofsheim	246,1 km	Level 1 LS	Linke Rheinstrecke
		3.4.0	
Karlsruhe Hagsfeld – Brunnenstück/Dammerstock	11,0 km	Level 1 LS	Führung von reinen ETCS-Zügen bei Abweichungen im Regelbetrieb und der entsprechenden Einschränkungen in der Verfügbarkeit des gesamten Korridors
		3.4.0	
Offenburg Gbf	4,5 km	Level 2	Für Lokpersonalwechsel
		3.4.0	
„Schlaufe“ Weil – Basel Bad Rbf	2,6 km	Level 1 LS	Betriebserleichterung im internationalen Verkehr
		3.4.0	
Anbindung Oberhausen West		Level 1 LS	
		3.4.0	
Anbindung Ruhrort Hafen	34,1 km	Level 1 LS	
		3.4.0	
Anbindung Rheinhausen / Duisburg-Wanheim		Level 1 LS	
		3.4.0	
Mannheim Rbf – Ludwigshafen BASF	47,6 km	Level 1 LS	
		3.4.0	
Laudenbach – Südliche Bergstraße	16,8 km	Level 2	Korridor A
		3.4.0	
Mannheim-Friedrichsfeld – Hockenheim	27,9 km	Level 1 LS	Korridor A
		3.4.0	
Waghäusel – Karlsruhe Gbf	29,9 km	Level 2	Korridor A
		3.4.0	
Abzw. Brunnenstück – Rastatt	45,4 km	Level 1 LS	Korridor A
		3.4.0	
Baden-Baden – Steinbach	7,2 km	Level 2	Korridor A
		3.4.0	
Steinbach – Haltingen	155,1 km	Level 2	Korridor A
		3.4.0	
Anbindung Terminal Duisburg-Ruhrort Hafen	20,5 km	Level 1 LS	Zulaufstrecken von Gbf Oberhausen West, Abzw. Mathilde und Abzw. Ruhrtal
		3.4.0	
Anbindung Rbf Gremberg	10,0 km	Level 1 LS	Zulaufstrecken von Gremberg Nord und Süd und Köln Kalk Gbf
		3.4.0	
Anbindung Rbf Mannheim	20,0 km	Level 1 LS	Zulaufstrecken von Mannheim-Friedrichsfeld, Abzw.
		3.4.0	

Streckenabschnitt	Streckenlänge	ETCS	Besonderheit
			Ziehbrunnen und Bf Schwetzingen
Belgische Grenze – Aachen West	8,0 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor F, Korridor Rhine-Alpine, Korridor North-Sea-Baltic
Belgische Grenze – Aachen Hbf	8,0 km	Level 2 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor F, Korridore Rhine-Alpine, Korridor North-Sea-Baltic
GÜ Passau – Passau GBF	3,0 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor Rhine-Danube, Korridor Scan-Med
Dänische Grenze – Flensburg (Weiche)	9,0 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor Scan-Med
Lückenschluss POS Nord – Korridor A	21,0 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecke TEN Korridor Atlantic.
Polnische Grenze – Frankfurt (Oder)	5,0 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor North-Sea-Baltic, Korridor F
Frankfurt (Oder) – Erkner	66,0 km	Level 2 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor North-Sea-Baltic, Korridor F
Tschechische Grenze – Schirnding	3,0 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor Rhine-Danube
Niederländische Grenze – Viersen – Krefeld / Köln-Ehrenfeld	100,0 km	Level 1 LS od. Level 2 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Korridor Rhine-Alpine
Knappenrode - Horka	52,0 km	Level 1 LS 3.4.0	Grenzanschlussstrecke Polen Separate Finanzierung
Erfurt Hbf – Eisenach	57,0 km	Level 2 2.3.0 d	fest disponierte Maßnahme Überlagertes System, PZB weiterhin vorhanden und in Betrieb
Rostock - Nassenheide inkl. Anbindung Seehafen Rostock	190,6 km	Level 1 LS 3.4.0	Separate Finanzierung
POS Nord	126,0 km	Level 1 LS od. Level 2 3.4.0	fest disponierte Maßnahme
<b>Summe</b>	<b>1817,8 km</b>		

Tabelle 3 Bis 2023 geplante Strecken mit ETCS

Aus Tabelle 2 und 3 ergibt sich die folgende Übersichtskarte, welche die bis 2023 voraussichtlich mit ETCS ausgerüsteten Strecken abbildet.

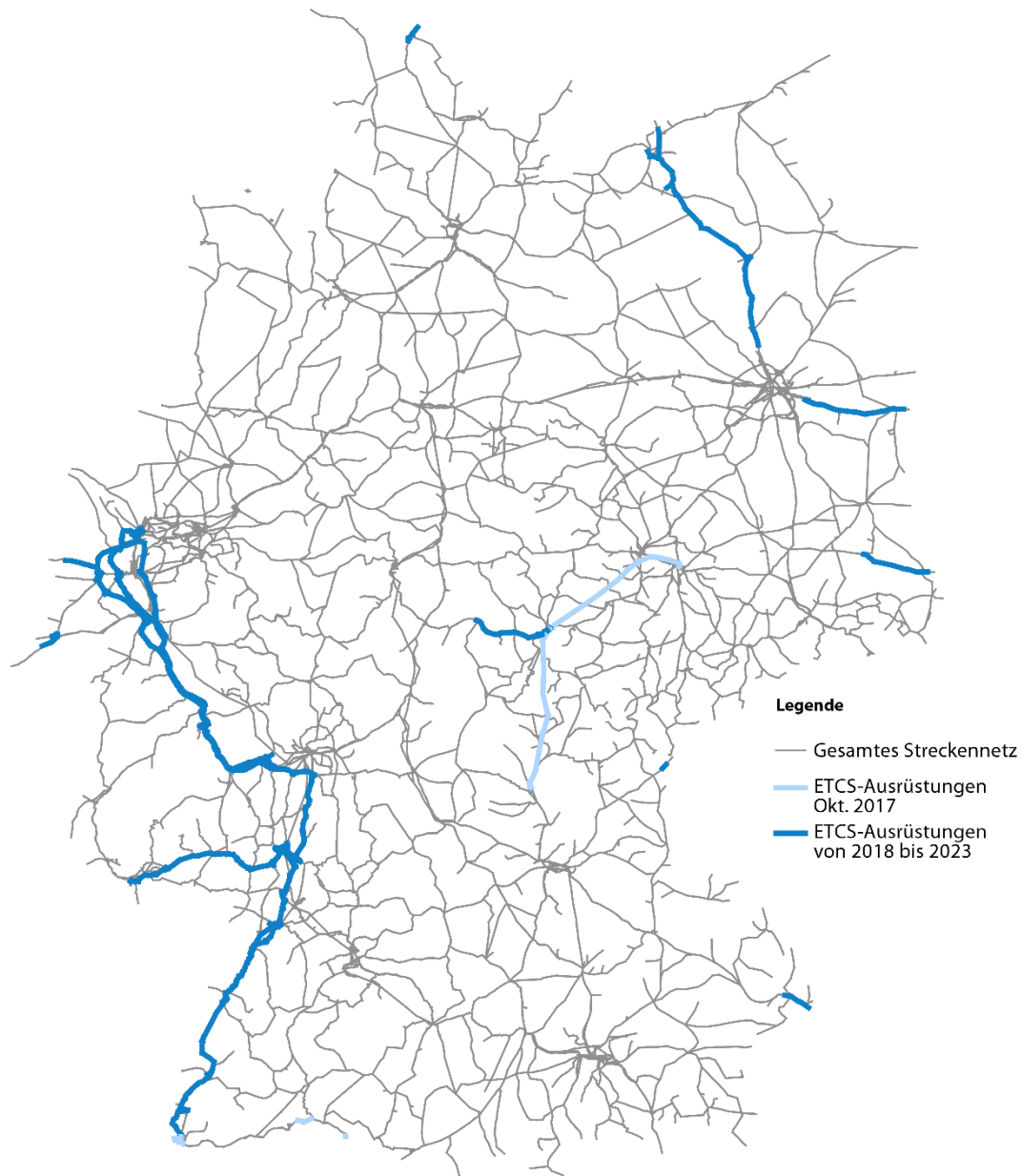


Abbildung 2 Übersichtskarte mit geplanten Strecken mit ETCS bis 2023

### 2.1.3 Ausblick über die für die Zukunft priorisierten Projekte

Ergänzend zur Ausrüstung des Projektes Korridor A sollen die folgenden Streckenabschnitte prioritär mit ETCS ausgerüstet werden. Die angestrebten Realisierungszeitpunkte liegen jenseits 2023 und sind teilweise auch von der Inbetriebnahme weiterer Infrastrukturprojekte, von Planfeststellungsverfahren, Kostenentwicklungen und verfügbarer Finanzmittel abhängig.

Streckenabschnitt	Streckenlänge	ETCS	Besonderheit
Emmerich – Oberhausen	69,1 km	Level 2	Separate Bedarfsplanfinanzierung (ABS 4/6/2), deshalb nicht im „Projekt Korridor A“



Streckenabschnitt	Streckenlänge	ETCS	Besonderheit
Emmerich Gr – Bf Emmerich	11,8 km	Level 2	Überlagertes System, PZB/LZB weiterhin in Betrieb
Erlangen – Eltersdorf	3,8 km	Level 2	Überlagertes System, PZB/LZB weiterhin in Betrieb
Rastatt Süd – Offenburg	44,1 km	Level 2	Weiternutzung der bisherigen Güterzugtrassen auch durch reine ETCS-Züge
Karlsruhe Hbf	4,2 km	Level 2	Umleiterstrecken im Raum Karlsruhe
Güterzugumfahrung Freiburg	11,1 km	Level 1 LS	Weiternutzung der bisherigen Güterzugtrassen auch durch reine ETCS-Züge
Abzw. Dammerstock – Abzw. Bashaide (Tunnel Rastatt)	10,9 km	Level 2	
Katzenbergtunnel	9,4 km	Level 2	ETCS-Ausrüstung mit Eigenmitteln der DB
<b>Summe</b>	<b>202,2 km</b>		

Tabelle 4 Für die Zukunft priorisierte Projekte (nach 2023)

Aus Tabelle 2, Tabelle 3 und 4 ergibt sich die folgende Übersichtskarte, welche die bis 2023 vorgesehenen und nach 2023 priorisierten Strecken mit ETCS abbildet.

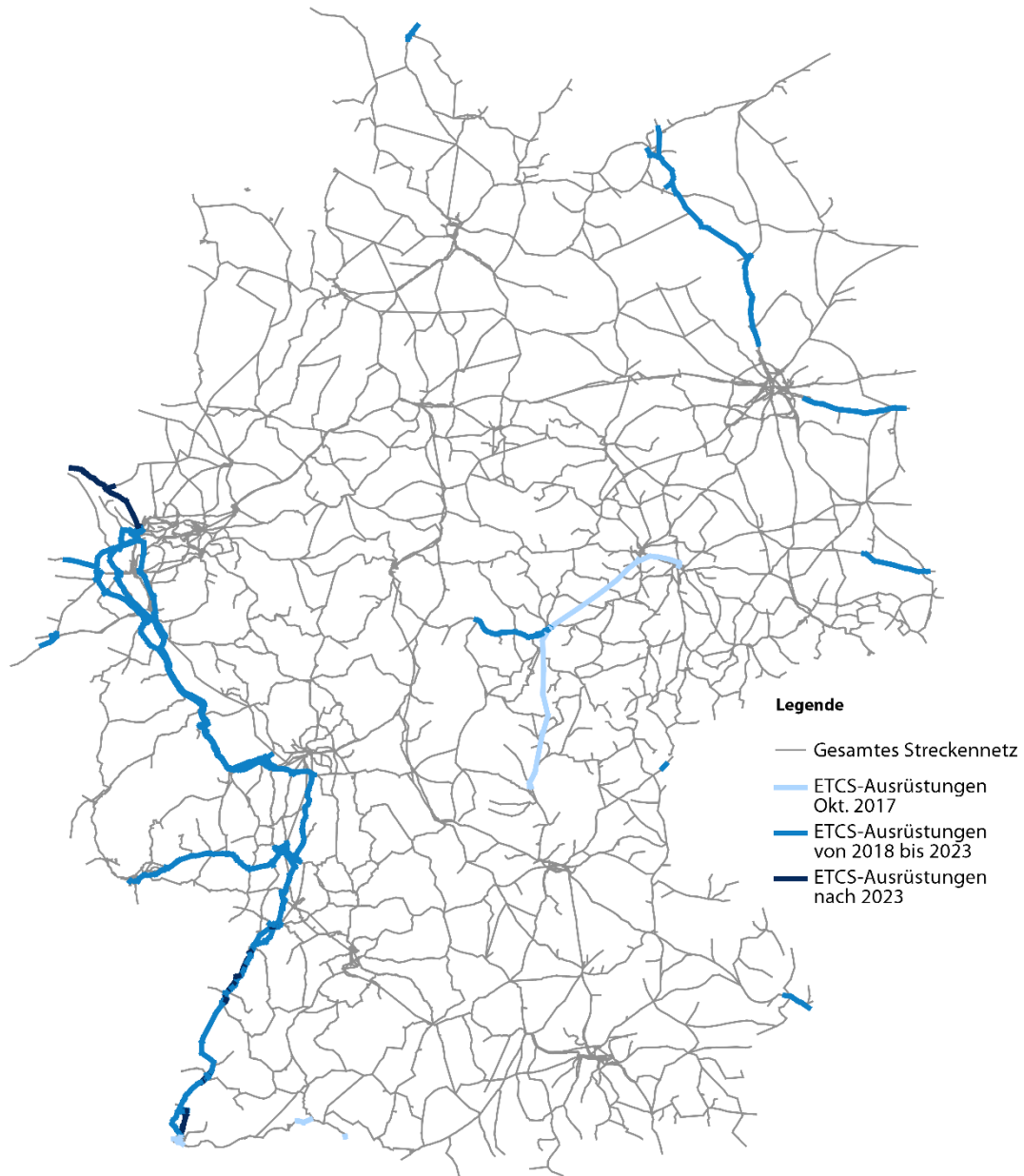


Abbildung 3 Übersichtskarte für die Zukunft priorisierte Projekte (nach 2023)

#### 2.1.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend stellt sich die Umsetzung von ETCS-Ausrüstungen wie folgt dar:

ETCS-Ausrüstungen	Streckenlänge	ETCS
Bestand 2017	252,4 km	Mehrheitlich Level 2
Bis 2023 geplante Strecken mit ETCS	1817,8 km	Level 1 LS oder Level 2
Für die Zukunft priorisierte Projekte (nach 2023)	202,2 km	Level 1 LS oder Level 2
<b>Summe</b>	<b>2272,4 km</b>	

Tabelle 5 Zusammenfassung der ETCS-Ausrüstungen für Bestand 2017, bis 2023 vorgesehen und für die Zukunft priorisierte Projekte (nach 2023)

Abbildung 4 stellt eine Übersichtskarte der ETCS-Ausrüstungen für Bestand 2017, bis 2023 vorgesehen und für die Zukunft priorisierte Projekte (nach 2023) dar. Farblich differenziert werden die zur Umsetzung vorgesehenen ETCS-Ausprägungen.

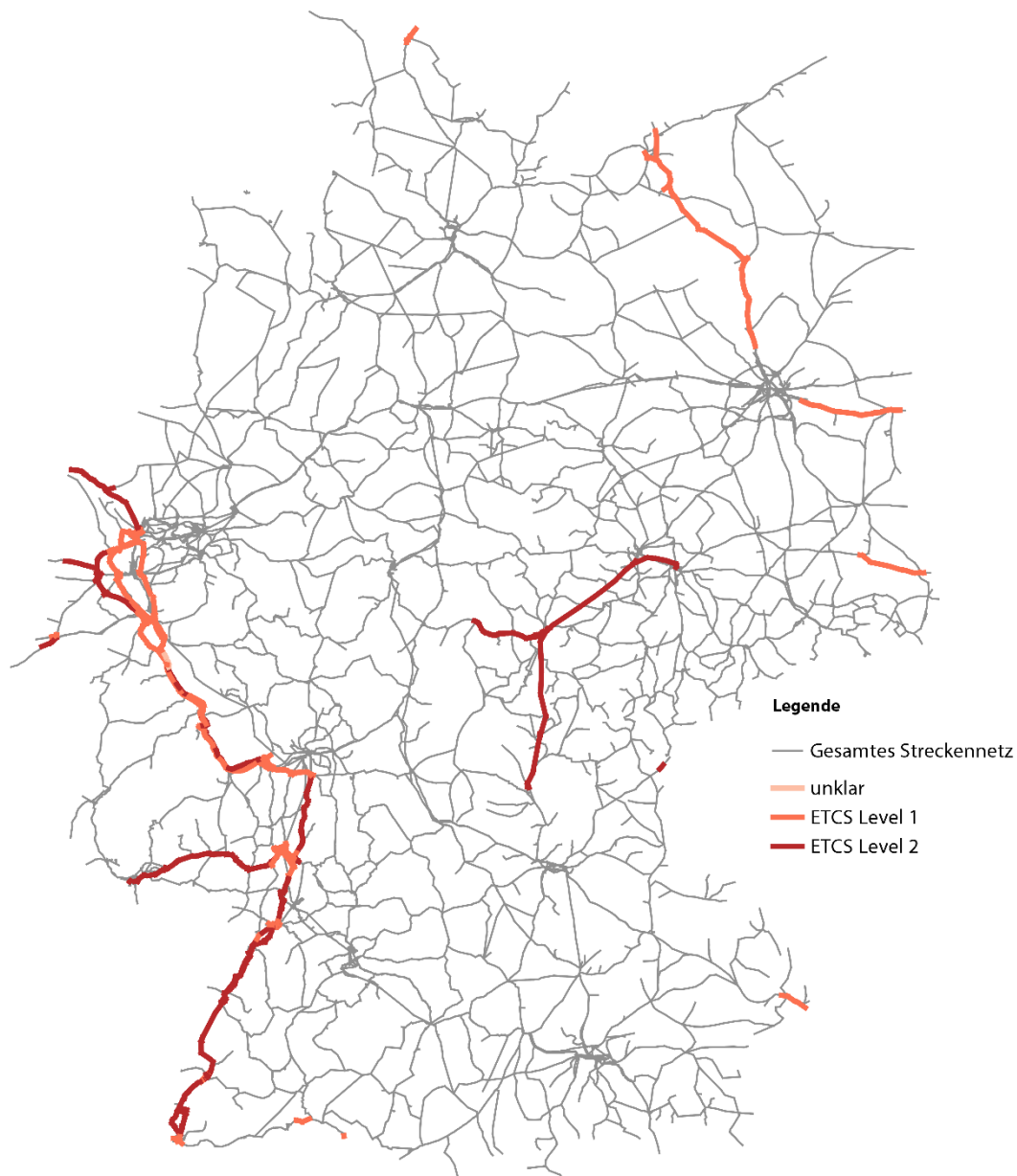


Abbildung 4 Übersichtskarte für ETCS-Ausrüstungen bis 2023 und für die Zukunft priorisierte Projekte (nach 2023) mit den jeweils vorgesehenen ETCS-Leveln (unklar = noch nicht entschieden).

## 2.2 Nutzen-Kosten-Analyse

Für die Bewertung der ETCS-Ausrüstung bis 2023 und darüber hinaus wird zurzeit eine dynamische Nutzen-Kosten Analyse erarbeitet, deren Eingangsdaten mit dem Infrastrukturbetreiber DB Netz AG sowie weiteren Akteuren im deutschen Schienenverkehr (Verbände etc.) abgestimmt werden. Ziel ist es, über einen Szenarienvergleich die wirtschaftlich vorteilhafteste Ausrüstungsstrategie zu be-

stimmen, welche gleichzeitig sowohl die Ausrüstungs- und Terminzusagen gegenüber der EU-KOM als auch die budgetären Vorgaben des Bundes berücksichtigt. Von der Bewertung bzw. dem Szenarienvergleich liegen noch keine abschließenden Resultate vor. Es ist jedoch beabsichtigt, folgende Nutzen- und Kostenkomponenten in Anrechnung zu bringen.

### 2.2.1 Nutzenkomponenten

Die Nutzenkomponenten werden angelehnt an die Bewertung der Maßnahmen des Bundesverkehrswegeplans 2030 aufbereitet. Damit kann bei der Bewertung die größtmögliche Vergleichbarkeit mit den übrigen in Deutschland vorgesehenen Infrastrukturprojekten gewährleistet werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die für die ETCS-Migration berücksichtigten Nutzenkomponenten aufgezeigt.

Nutzenkomponente	Wirkungen	Indikator	Besonderheit
Volkswirtschaftliche Betriebskosten	Veränderung zeit- und leistungsabhängige Betriebskosten aus Zuverlässigkeit, Fahrzeiteinsparungen, exkl. Trassenpreise	$\Delta$ Zugkm & $\Delta$ Zugstunden je Zuggattung und Jahr	-
	Veränderung Energieverbrauch (Veränderung Brems- und Anfahrvorgänge)	$\Delta$ kWh / a und $\Delta$ Liter Diesel / a	-
Reisezeit Personen	Die Fahrzeitgewinne werden zur Steigerung der Zuverlässigkeit verwendet und dort angerechnet	-	-
Transportzeit Ladung	Die Fahrzeitgewinne werden zur Steigerung der Zuverlässigkeit verwendet und dort angerechnet. Ausnahme: Grenzüberschreitende Güterzüge haben an Grenzbahnhöfen 5% kürzere Knotenaufenthaltszeiten	$\Delta$ nnt/a (nettotonnenstunden pro Jahr)	-
Zuverlässigkeit	Personenverkehr: Erhöhung Zuverlässigkeit und Reduktion Personen-verspätungsstunden aufgrund Wechsel Zugsicherungssystem	$\Delta$ Zugsverspätungsminuten / a je Zuggattung	-
	Güterverkehr: Erhöhung Zuverlässigkeit und Reduktion Nettonnenverspätungsstunden aufgrund Wechsel Zugsicherungssystem	$\Delta$ %-Punkt verspätete Tonnen	-
Verkehrssicherheit	Veränderung Anzahl Ereignisse: <ul style="list-style-type: none"> <li>Mit Überfahren haltzeigendes Signal aufgrund Änderung Zugsicherungssystem</li> </ul>	$\Delta$ Kosten/Zugkm und Jahr	basiert auf $\Delta$ Anzahl Getötete, Schwerverletzte und Leichtverletzte je Ereignistyp.

Nutzenkomponente	Wirkungen	Indikator	Besonderheit
	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Gleisarbeiter aufgrund Änderung Zugsicherungssystem</li> </ul>		
Abgas	Betriebsleistungsänderung Schiene (inkl. Mehrverkehr) Berücksichtigt: CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub>	Δ Zugkm / a	-
	Veränderung Energieverbrauch (Veränderung Brems- und Anfahrvorgänge)	Δ kWh / a und Δ Liter Diesel / a	-
Lebenszyklusemissionen von Treibhausgasen der Infrastruktur	Werden für die ETCS-Migration als wenig relevant eingestuft		-
Nutzen bei konkurrierenden Verkehrsträgern	Personenverkehr: Erhöhung Zuverlässigkeit und Personenverspätungsstunden aufgrund Wechsel Zugsicherungssystem	Δ %-Punkt verspätete Reisenden	Verlagerung Straße -> Schiene: unter Berücksichtigung von Betriebskosten PKW, Abgas und Unfälle

Tabelle 6: Nutzenkomponenten der Nutzen-Kosten Analyse

Eine weitere Nutzenkomponente ist der Nutzen aus Interoperabilität u.a. auf den internationalen Güterverkehrskorridoren. Durch eine durchgehende Ausrüstung mit dem Zugsicherungssystem ETCS, zum Beispiel von Rotterdam nach Genua, werden für Eisenbahnverkehrsunternehmen Hemmnisse im grenzüberschreitenden Verkehr abgebaut. So können Güter und Personen grenzüberschreitend ohne Triebfahrzeugwechsel verkehren, wodurch ggfs. Grenzaufenthaltszeiten verkürzt werden können. Die Art der Quantifizierung des Nutzens aus Interoperabilität und dessen Berücksichtigung in der Nutzen-Kosten Analyse sind derzeit Gegenstand von Diskussionen.

### 2.2.2 ETCS-Infrastrukturinvestitionen

Für die Investitionen in die ETCS-Infrastrukturausrüstung des Korridors „Rhine-Alpine“ und in die nicht zum Korridor zählenden Grenzübergänge in die Niederlande, nach Belgien, Frankreich, Dänemark, Polen, Tschechien und Österreich geben die Sammelfinanzierungsvereinbarung F21Q0767 und die Vereinbarung zu deren Änderung von 2016 einen Wert von 314,1 Millionen Euro zuzüglich Planungskosten an (Preisstand Oktober 2015). Darin sind auch ETCS-Ausrüstungen auf Strecken ab den Grenzübergängen, ETCS-Lückenschlüsse sowie die Erneuerung der Stellwerke Stolberg (Rheinland) und Viersen enthalten.

	Millionen Euro
ETCS L1 LS (inkl. GVR/Anpassungsmaßnahmen)	145,6
ETCS L2 (inkl. Anpassungsmaßnahmen)	104,2
ESTW	64,3
<b>Insgesamt</b>	<b>314,1</b>

Tabelle 7 ETCS-Infrastrukturinvestitionen für Korridor A und Grenzübergänge gemäß Sammelfinanzierungsvereinbarung zwischen dem BMVI, der DB Netz AG und der DB Energie GmbH (zuzüglich Planungskosten)

Die Kosten gelten für Baudurchführungsleistungen wie

- Ausführungsplanungen der Lieferanten und Unternehmer
- Montageleistungen
- Anpassungen der Stromversorgung
- Anpassung von Telekommunikationsanlagen
- Kabeltiefbau
- Sicherungsleistungen
- Verkehrliche Sperrungen (z.B. Bahnübergänge)
- Bauflächenmanagement

Gemäß Finanzierungsplan erstrecken sich die Investitionen über den Zeitraum 2013 bis 2022. Die Finanzierungsvereinbarung wird regelmäßig fortgeschrieben.

### 2.2.3 Investitionen in ETCS-Fahrzeugausrüstung

Die gegenwärtige Strategie zur ETCS-Migration in Deutschland geht in einer ersten Phase von der weitgehenden Doppelausrüstung der Infrastruktur mit ETCS- und Bestandssystemen aus, bei der ETCS-Strecken auch von konventionell ausgerüsteten Fahrzeugen befahren werden können. Den Eignern älterer Fahrzeuge bleibt es damit selbst überlassen, wann sie auf ETCS umrüsten. Bei dieser Migrationsstrategie steigen die infrastrukturseitigen Instandhaltungskosten, während der Anreiz bestehende Fahrzeuge auf ETCS umzurüsten gering ist. Andererseits werden die EVU nicht übermäßig mit den Kosten der fahrzeugseitigen Umrüstung belastet. Vielmehr kann die fahrzeugseitige Migration teilweise ohne Umbau durch Ersatzfahrzeuge erfolgen, wenn ältere Fahrzeuge das Ende ihrer technischen oder wirtschaftlichen Nutzungsdauer erreichen.

Bei den vom Bund beauftragten Forschungsprojekten und Studien zur ETCS-Einführung zeichnet sich jedoch ab, dass eine schnellere Migration, mit frühzeitiger Abschaltung der nationalen Systeme, eher den gewünschten gesamtwirtschaftlichen Nutzen generiert. Erste Ergebnisse zur Quantifizierung von Nutzen und Kosten werden in 2018 erwartet. Dabei gilt es insbesondere folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Lieferung und Einbau der ETCS-Ausrüstung inkl. Einrichtung für GSM-R-Datenübertragung
- Notwendigkeit spezifischer Übertragungsmodule (STM)
- Test, Zulassung und Inbetriebnahme
- Instandhaltung
- Ausbildung von Triebfahrzeugführern und Instandhaltungspersonal
- Management und Ingenieursleistungen der Fahrzeugeigner
- Ausfall der Einnahmen für die Zeit, während der die Fahrzeuge umrüstungsbedingt nicht für den kommerziellen Betrieb zur Verfügung stehen

Ein weiterer wichtiger Aspekt während der Migration ist die Synchronisation zwischen der strecken- und fahrzeugseitigen ETCS-Ausrüstung, damit die Investitionen zeitnah ihren Nutzen entfalten können. Um einen Fördertourismus in das Land mit den besten Förderbedingungen zu vermeiden, sollte die Umrüstung der Triebfahrzeuge einheitlich und auf europäischer Ebene gefördert werden.

#### 2.2.4 Betriebs- und Instandhaltungskosten

Solange der Korridor A und die Grenzübergänge mit ETCS und konventionellen Systemen gleichzeitig ausgerüstet sind, müssen die Kosten für ETCS-Betrieb und -Instandhaltung zu den Kosten für Betrieb und Instandhaltung der konventionellen Sicherungssysteme hinzugerechnet werden. Auf Streckenabschnitten, auf denen heute schon PZB und LZB parallel betrieben werden, wird sich an den Betriebs- und Instandhaltungskosten wenig ändern.

Auf Streckenabschnitten, die irgendwann vollständig und ausschließlich auf ETCS Level 2 umgerüstet sind und keine Außensignale mehr benötigen (dafür allenfalls mehr GSM-R-Stationen), werden die Betriebs- und Instandhaltungskosten geringer sein als mit konventionellen Sicherungssystemen. Bereits bei einer Umstellung auf ETCS Level 1 LS sind geringere Betriebs- und Instandhaltungskosten zu erwarten, auch wenn weiterhin Außenanlagen zu unterhalten sind: Es handelt sich um neue Systeme mit einem hohen Niveau an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Instandhaltbarkeit („RAM“), die anders als die abgängigen Bestandssysteme europaweit am Markt verfügbar sind und einen hohen Grad an Standardisierung besitzen.

Auch bei Betrieb und Instandhaltung von Fahrzeugausrüstungen werden mit Umstellungen auf ETCS Kostenersparnisse erwartet, speziell wenn auf Class-B Systeme und STM verzichtet und wenn die Ausrüstung auch im grenzüberschreitenden Verkehr vereinheitlicht werden kann. Die neuen Systeme bieten außerdem bessere Möglichkeiten zur Fernüberwachung und -wartung. Kostensteigerungen können sich dagegen aus häufigeren Soft- und Hardwareupdates und eventuell kürzeren Lebenszyklen der ETCS-Komponenten im Vergleich zu nationalen Systemen ergeben.

Für die Nutzen-Kosten-Analyse werden diese Überlegungen derzeit vertieft und quantifiziert.

### 2.3 Finanzierungsquellen und Fördermöglichkeiten

#### 2.3.1 Bundesmittel

Zur Finanzierung des Projektes „Korridor A“ und den damit einhergehenden Anbindungen sowie der ETCS-Ausrüstung von Grenzanschlussstrecken (Details der Streckenabschnitte wie oben beschrieben) hat das BMVI mit dem Infrastrukturbetreiber DB Netz AG eine Sammelfinanzierungsvereinbarung geschlossen (F21Q0767 von Juli/August 2015 sowie Vereinbarung zur deren Änderung von Dezember 2016). Sie umfasst vorläufig zuwendungsfähige Kosten von 393,1 Millionen Euro. Darin ist die Inanspruchnahme von EU-Mitteln enthalten.

Diese Sammelfinanzierungsvereinbarung sieht vor, dass die oben aufgeführten Investitionen in die Infrastruktur bis 2023 vom Infrastrukturbetreiber ausgeführt werden. Auf den Bestandsstrecken

bleiben PZB und LZB als Class B-Systeme weiterhin in Betrieb. Eine Abschaltung von Class B-Systemen ist bislang nicht vorgesehen.

Im Bedarfsplan gemäß Bundesschienenwegeausbaugesetz ist eine Reihe weiterer Ausbauprojekte enthalten, die ETCS umfassen und im Rahmen der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel zu finanzieren sind (vgl. zu diesen Projekten Abschnitt 2.1). Über die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) zwischen Bund und Deutscher Bahn kann sich der Bund auch am Ersatz bestehender Anlagen mit ETCS beteiligen. Aktuell laufen Verhandlungen für eine LuFV III für die Zeit nach 2019.

### 2.3.2 EU

Die EU stellt im Rahmen der Connecting Europe Facility (CEF) Mittel zur Unterstützung von Transportprojekten zur Verfügung. Das CEF Transport Multi-Annual Work Programme ist für den Zeitraum von 2017 bis 2020 mit 1 Mrd. Euro dotiert, von denen maximal 100 Mio. Euro explizit für ETCS genutzt werden können. Die Unterstützung muss bei der EU beantragt werden und wird gemäß festgelegten Prioritäten gewährt. Wenn Mittel gewährt werden, übernimmt die EU für den beantragten Tatbestand bis zur Hälfte der im Finanzierungszeitraum tatsächlich anfallenden Kosten.

### 2.3.3 Weitere Fördermöglichkeiten

Für nicht bundeseigene Eisenbahnen könnte die Finanzierung der Umrüstung auf ETCS über das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) oder über eine Anpassung des Schienengüterfernverkehrsförderungsgesetzes (SGFFG) erfolgen. Für Nahverkehrsnetze sind Projektzuschüsse der Bundesländer denkbar. In Einzelfällen beteiligt sich auch die europäische Investitionsbank an den Kosten der fahrzeugseitigen Umrüstung.

## 3 Randbedingungen dieses nationalen Umsetzungsplanes

Der hier vorliegende nationale Umsetzungsplan stellt die Strategie des BMVI zur Einführung von ETCS in Deutschland mit Stand von Oktober 2017 dar. Er gilt unter den Randbedingungen und Vorbehalten der EU-Verordnung 1315/2013. Dazu gehören insbesondere Artikel 1 Absatz 4, Artikel 7 Absatz 2 Buchstabe c und Artikel 39 Absatz 3 der 1315/2013. Daraus ergibt sich, dass er bei entsprechender Kostenentwicklung oder Verfügbarkeit von Finanzmitteln angepasst werden kann.