

Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung beim

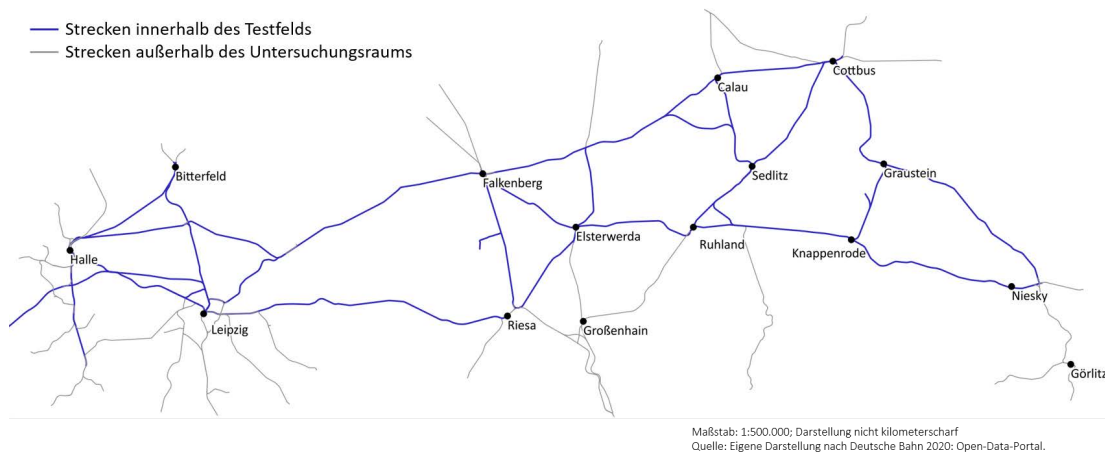


Eisenbahn-Bundesamt

Berichte
des Deutschen Zentrums
für Schienenverkehrsforschung

Bericht 13 (2021)

Untersuchung der Möglichkeiten und Anforderungen an ein offenes digitales Testfeld für den Schienenverkehr



Berichte des Deutschen Zentrums
für Schienenverkehrsforschung, Nr. 13 (2021)
Projektnummer 2019-I-5-1202

Untersuchung der Möglichkeiten und Anforderungen an ein offenes digitales Testfeld für den Schienenverkehr

von

Kerstin Büker, Dr.-Ing. Thorsten Büker
VIA Consulting & Development GmbH, Aachen

Fabian Stoll, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nils Nießen
Verkehrswissenschaftliches Institut der RWTH Aachen

Prof. Dr. ir. Dr. h. c. Ric W. De Doncker, Prof. Dr. rer. nat. Dirk Uwe Sauer
Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe der RWTH Aachen

Markus Havemann
Railistics GmbH, Dessau

Jörg Borkenhagen
Bosch & Partner GmbH, Herne

Prof. Dr. Urs Kramer, Katharina Naumann, Thomas Öller
Institut für Rechtsdidaktik, Universität Passau

Im Auftrag des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt

Impressum

HERAUSGEBER

Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt

August-Bebel-Straße 10

01219 Dresden

www.dzsf.bund.de

DURCHFÜHRUNG DER STUDIE

VIA Consulting & Development GmbH

Römerstr. 50

52064 Aachen

ABSCHLUSS DER STUDIE

März 2021

REDAKTION

DZSF

Ariane Boehmer, Jonathan Günther, Forschungsbereich Strategische Planung

PUBLIKATION ALS PDF

<https://www.dzsf.bund.de/Forschungsergebnisse/Forschungsberichte>

ISSN 2629-7973

[doi: 10.48755/dzsf.210003.01](https://doi.org/10.48755/dzsf.210003.01)

Dresden, November 2021

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	13
1 Einleitung.....	15
2 Analyse vorhandener Testeinrichtungen.....	17
2.1 Testzentren mit Testringen	17
2.1.1 Standorte	18
2.1.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen.....	20
2.1.3 Testinfrastruktur	20
2.1.4 Beurteilung der Testkapazitäten.....	23
2.2 Testzentren mit Testgleisen.....	23
2.2.1 Standorte	25
2.2.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen.....	25
2.2.3 Testinfrastruktur	26
2.2.4 Beurteilung der Testkapazitäten.....	26
2.3 Teststände und Labore	28
2.3.1 Standorte	28
2.3.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen.....	28
2.3.3 Testinfrastruktur	30
2.3.4 Beurteilung der Testkapazitäten.....	30
2.4 Temporäre Testfelder	31
2.4.1 Standorte	33
2.4.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen.....	33
2.4.3 Testinfrastruktur	33
2.4.4 Beurteilung der Testkapazitäten.....	35
2.5 Digitale Testfelder	35
2.5.1 Standorte	36
2.5.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen.....	37
2.5.3 Testinfrastruktur	37
2.5.4 Beurteilung der Testkapazitäten.....	38
2.6 Ergebnis der Bestandsaufnahme.....	38
3 Ziele und Forschungsschwerpunkte des Testfelds.....	40
3.1 Zielsetzung	40
3.2 Forschungsschwerpunkte.....	41

4	Beschreibung des Streckennetzes und der Umgebung im Bereich des Testfelds	43
4.1	Technische Beschreibung der Strecken.....	43
4.2	Beschreibung der Umgebung	52
4.3	Mögliche Standorte zur Einrichtung des Betriebsgeländes des Testfelds	56
4.3.1	Torgau	57
4.3.2	Ruhland	58
4.3.3	Niesky	61
4.3.4	Kurzanalyse weiterer Standorte	63
5	Anforderungen an das Testfeld und notwendige Nachrüstungen.....	65
5.1	Infrastrukturelle Grundausstattung	65
5.2	Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen	66
5.2.1	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“.....	66
5.2.2	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „LärmLab21“	68
5.2.3	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Alternative Antriebe“	72
5.2.4	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Connectivity“	74
5.2.5	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „ATO/TMS“	76
5.2.6	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Fahrzeuge“	78
5.2.7	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Güterverkehr“	81
5.2.8	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Zugsicherungssysteme“	83
5.2.9	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Predictive Maintenance“	86
5.2.10	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Streckeninfrastruktur“	88
5.2.11	Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Fahrgastlenkung/Information“	89
6	Organisatorische und finanzielle Ausstattung.....	92
6.1	Organisatorische Ausstattung.....	92
6.2	Finanzielle Ausstattung	92
6.2.1	Investitionen für die Grundausstattung und den übergeordneten Betrieb des Testfelds.....	93
6.2.2	Spezifische Investitionen im Kontext „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“	94
6.2.3	Spezifische Investitionen im Kontext „LärmLab21“	95
6.2.4	Spezifische Investitionen im Kontext „Alternative Antriebe“	96
6.2.5	Spezifische Investitionen im Kontext „Connectivity“	97
6.2.6	Spezifische Investitionen im Kontext „ATO/TMS“	97
6.2.7	Spezifische Investitionen im Kontext „Fahrzeuge“	98
6.2.8	Spezifische Investitionen im Kontext „Güterverkehr“	99
6.2.9	Spezifische Investitionen im Kontext „Zugsicherungssysteme“	100
6.2.10	Spezifische Investitionen im Kontext „Predictive Maintenance“	101
6.2.11	Spezifische Investitionen im Kontext „Streckeninfrastruktur“	102

6.2.12 Spezifische Investitionen im Kontext „Fahrgastlenkung/ -information“	103
6.3 Gesamtkostenbedarf.....	104
7 Rechtliche Einordnung.....	107
7.1 Regulierungsrechtlicher Zugang zum Testfeld.....	107
7.1.1 Clusterbildung für die rechtliche Betrachtung.....	107
7.1.2 Rechtliche Bewertung des Clusters I.....	109
7.1.3 Rechtliche Bewertung des Clusters II	128
7.1.4 Rechtliche Bewertung des Clusters III.....	131
7.1.5 Ergebnisse zu 7.1	131
7.2 Rechtliche Umsetzbarkeit der geplanten Erprobungsmethoden.....	131
7.2.1 Darstellung der einschlägigen Regelungen und Sicherheitsanforderungen	132
7.2.2 Übersicht über die einzuholenden Genehmigungen	149
7.2.3 Durchführung der Erprobungsmethoden auf stillgelegter oder freigestellter Infrastruktur... ..	159
7.2.4 Rechtliche Umsetzbarkeit der geplanten Erprobungsmethoden	161
7.2.5 Ergebnisse zu 7.2	204
7.3 Ergebnisse der rechtlichen Einordnung.....	204
8 Befragung der Stakeholder	206
8.1 Einschätzung des Forschungsbedarfs.....	208
8.1.1 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“	208
8.1.2 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Lärmschutz bzw. LärmLab21“	209
8.1.3 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Alternative Antriebe“	209
8.1.4 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Digitale Vernetzung bzw. Connectivity“	210
8.1.5 Ergebnisse für das Forschungsfeld „ATO/TMS“	210
8.1.6 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Fahrzeuge“.....	211
8.1.7 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Güterverkehr“	211
8.1.8 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“	212
8.1.9 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Vorausschauende Instandhaltung bzw. Predictive Maintenance“.....	212
8.1.10 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“	213
8.1.11 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/-information“	213
8.2 Wünsche zur Ausgestaltung des Testfelds.....	213
8.3 Fazit der Befragung	217
9 Ausblick.....	218
10 Abbildungsverzeichnis	219
11 Tabellenverzeichnis.....	224

12	Quellenverzeichnis	226
13	Anhänge	245
13.1	Anhang 1: Zuordnung von Varianten zu Forschungsfeldern	245
13.2	Anhang 2: Streckeneigenschaften	249
13.3	Anhang 3: Fotodokumentation der Ortstour.....	254
13.4	Anhang 4: Weitere Ergebnisse der Stakeholder-Befragung.....	278
13.5	Anhang 5: Fragebogen der Stakeholder-Befragung.....	280

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
AFER	Romanian Railway Authority (Autoritatea Feroviară Română)
AIT	Austrian Institute of Technology
ATO	Automatic Train Operation
BEKS	Bahn-Emissionskatasters Schienenverkehr
BIM	Building Information Modeling
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BOA	Bau- und Betriebsordnung für Anschlussbahnen
BÜ	Bahnübergang
BVG	Berliner Verkehrsbetriebe
CD	Tschechisches Eisenbahnverkehrsunternehmen České dráhy
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEF	Französisches Centre d'Essais ferroviaire
CIR	Centre of Innovation in Rail
CNG	Compressed natural gas
CTB	CEDEX Track Box
CTF	Făurei Railway Test Center (Rumänisches Testzentrum in Făurei)
DAK	Digitale Automatische Kupplung
DAS	Driver Assistance Systems
DELFI	Durchgängige Elektronische Fahrgastinformation
DFI	Dynamische Fahrgastinformation
DLR	Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DSTW	Digitales Stellwerk
DZSF	Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung

EIGV	Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERegG	Eisenbahnregulierungsgesetz
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ESTW	Elektronisches Stellwerk
ETCS	European Train Control System
ETCS L1 FS	ETCS Level 1 Full Supervision
ETCS L1 LS (ESG)	ETCS Level 1 Limited Supervision (ETCS signalgeführt)
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FAS	Fahrerassistenzsystem
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System
GBAS	Ground Base Augmented System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GoA	Grade of Automation
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM-R	Global System for Mobile Communications - Rail(way)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
IK	Instytut Kolejnictwa Test Track Centre (Polnisches Testzentrum)
IRR	Institute of Railway Research (University of Huddersfield)
ITCS	Intermodal Transport Control System
LEAG	Lausitzer Energie AG
LEU	Lineside Electronic Unit
LNG	Liquefied natural gas
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network
LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
MIHARA	Multipurpose Integrated Highly-Advanced Railway Applications
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NBS	Neubaustrecke

OBU	ETCS-Onboard Unit
PCW	Prüfcenter Wegberg-Wildenrath
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
RBC	Radio Block Center (ETCS Streckenzentrale)
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
RIDC	Rail Innovation & Development Centre
ROC	Railway Operation Centre
RZD/JSC	Russische Staatsbahn/JSC Russian Railways
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SRCC	Smart Rail Connectivity Campus (in Annaberg-Buchholz)
SVR	Spa Valley Railway
TARO	Towards Automated Railway Operation
TCCI	Transportation Technology Center Pueblo (USA)
TEN-T	Trans-European Networks - Transport
TETIS	Testzentrum für Eisenbahntechnik in Sachsen
Tf	Triebfahrzeugführer
TIMS	Train Integrity Monitoring System
TMS	Traffic Management System
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
VAG	Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg
VBB	Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg
VDE	Verkehrsprojekt Deutsche Einheit
VNIIZhT	Allrussische Forschungsinstitut für Schienenverkehr
VUZ	Výzkumný Ústav ŽelezničníZ (Tschechisches Testzentrums in Velim)
VzG	Verzeichnis zulässiger Geschwindigkeiten
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WLAN	Wireless Local Area Network
WSI	Water-Spray-Installation
ZVON	Zweckverband Verkehrsverbund Oberlausitz-Niederschlesien

Kurzfassung

Der zentrale Gegenstand des Forschungsvorhabens im Auftrag des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung (DZSF) ist die Untersuchung der Möglichkeiten und Anforderungen an ein offenes digitales Testfeld für den Schienenverkehr. Die Einrichtung eines solchen Testfelds soll technologische Innovationen erleichtern und somit der Umsetzung des Bundesforschungsprogramms Schiene dienen. In Abgrenzung zu bestehenden Testringen, Testzentren oder Laboren soll mit dem offenen digitalen Testfeld die Forschung unter Realbedingungen ermöglicht werden.

Das Testfeld wird zwischen Halle an der Saale, Cottbus und Niesky in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt angesiedelt. Es umfasst regulär genutzte Strecken mit unterschiedlichen Streckenmerkmalen, stillgelegte Strecken mit der Option zur Reaktivierung sowie die Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohlereviere zur perspektivischen Nachnutzung. Die Ansiedelung des Testfelds erfordert eine organisatorische und infrastrukturelle Grundausstattung, z. B. Personal, Fahrzeug- und Laborhallen, Büroarbeitsplätze und IT-Infrastruktur. Zudem erfordern einzelne Testvorhaben eine Aufrüstung der Streckeninfrastruktur.

In dieser Studie werden mögliche Testszenarien gesammelt und systematisiert, technische Anforderungen abgeleitet und Investitionen abgeschätzt. Den übergeordneten Themenfeldern des Bundesforschungsprogramms Schiene werden zu diesem Zweck elf Forschungsfelder zugeordnet (vgl. blaue Kästen in Abbildung 1). Daneben wird eine rechtliche Bewertung der Umsetzbarkeit der Testvorhaben vorgenommen. Hierbei werden insbesondere eisenbahnregulatorische Aspekte sowie Bestimmungen zur Gewährleistung eines sicheren Bahnbetriebs begutachtet.

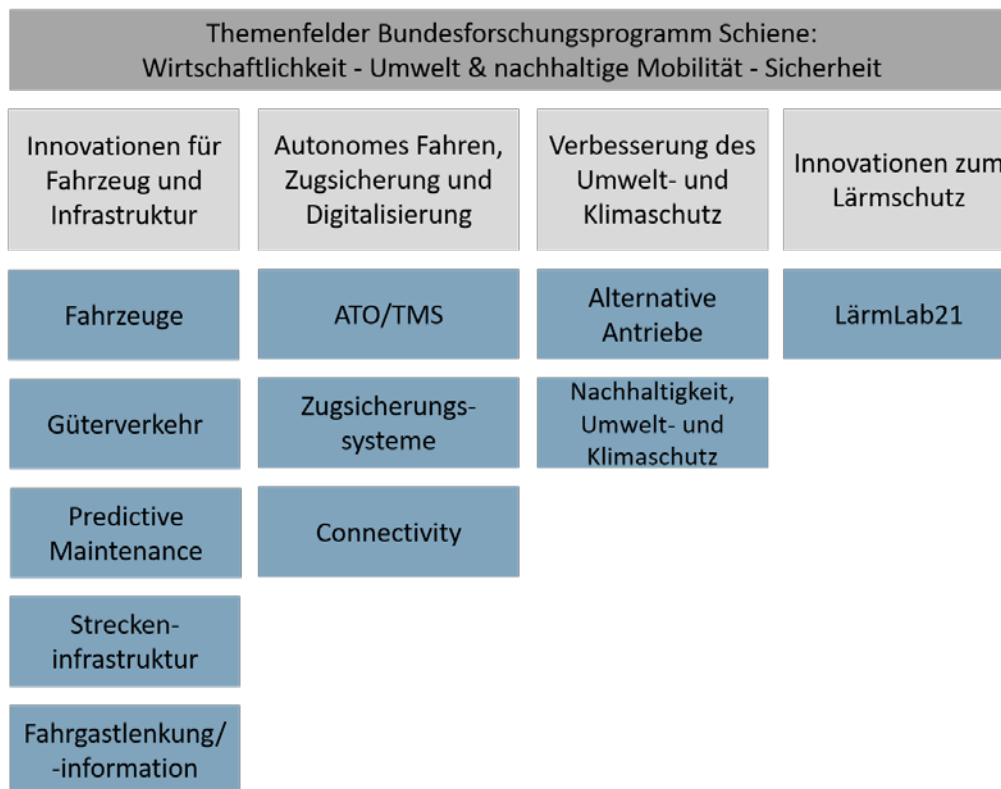


Abbildung 1: Forschungsfelder des offenen digitalen Testfeldes

Anhand der Ausarbeitung möglicher Testvorhaben ergibt sich, dass zahlreiche Untersuchungen auf der bestehenden Infrastruktur im Realbetrieb bereits durchgeführt oder begonnen werden können. Andere Untersuchungen dagegen erfordern Nachrüstungen und/oder aus Sicherheitsgründen eine vom Regelbetrieb abgetrennte Infrastruktur.

Sämtliche Kostenschätzungen können in der sehr frühen Phase des Gesamtprojekts „offenes digitales Testfeld“ nur überschläglich erfolgen, da verschiedene Entscheidungen mit maßgeblichem Einfluss auf die Gesamtkosten noch nicht getroffen wurden. Entsprechend sind mit voranschreitenden Planungs- und Realisierungsstand des offenen Testfelds die Kostenschätzungen fortlaufend anzupassen und zu präzisieren. Die Investitionen in die infrastrukturelle Grundausstattung werden auf insgesamt 105 Mio. Euro geschätzt. Diese teilen sich in 25 Mio. Euro für die Einrichtung des Betriebsgeländes, 5 Mio. Euro für den Erwerb von eigenem Rollmaterial und 75 Mio. Euro für den Kauf und die Inbetriebnahme eigener Streckeninfrastruktur auf. Der Nachrüstbedarf des offenen digitalen Testfelds für spezifische Fragestellungen (projektspezifische Investitionen) wird auf ca. 122 Mio. Euro geschätzt. Hohe Investitionen sind für den Ausbau der Leit- und Sicherungstechnik (58,2 Mio. Euro), des Datenfunks (15,0 Mio. Euro) und der Energieversorgungsinfrastruktur (10,7 Mio. Euro) erforderlich. Diese Investitionen bilden jedoch die notwendigen infrastrukturellen Voraussetzungen für zahlreiche projektspezifische Testvorhaben und sollten möglichst rasch erfolgen. Weitere 40 Mio. Euro werden unter anderem für den Aufbau eines Monitoringsystems für Umwelt- und Klimaschutzprojekte, die Ausstattung des Lärm-Labs, spezifische Sensorik und Infrastrukturen für Untersuchungen zum automatisierten Zugbetrieb benötigt. Zur Staffelung der Kosten wird von einem Realisierungszeitraum von zehn Jahren ausgegangen, die Einrichtung des Testfelds kann sinnvoll über vier Stufen erfolgen. Von der zeitlichen Staffelung der Ausbaustufen unberührt können bereits von Beginn an erste Erprobungen und Tests durchgeführt werden. Die jährlichen laufenden Kosten für Personal, Trassenentgelte und Instandhaltung werden zu Beginn mit 1,5 Mio. Euro verschlagt. Mit zunehmendem Umfang eigener Infrastrukturen wird von einer Steigerung der jährlichen laufenden Kosten auf 3 Mio. Euro ausgegangen.

Die rechtliche Bewertung des Organisationsmodells und der geplanten Testmodalitäten im offenen digitalen Testfeld offenbart Restriktionen in Bezug auf die Bereitstellung der für Testzwecke notwendigen Trassenkapazitäten sowie einzuhaltender Sicherheitsvorschriften im Eisenbahnwesen. Aus dem Blickwinkel des Regulierungsrechts ist die Konzeption eines offenen digitalen Testfelds eine rechtliche Herausforderung. Das Eisenbahn Regulierungsgesetzes (ERegG) ist auf das offene digitale Testfeld anwendbar; gleichwohl zeigt sich, dass die geltenden Vorschriften für dieses Projekt nicht wirklich passen und legislative Lücken aufweisen. Eine Novellierung des ERegG im Hinblick auf die rechtliche Thematik von Test- und Versuchsfahrten ist wünschenswert, wenn das Konzept eines offenen Testfelds umgesetzt werden soll. Die rechtliche Durchsetzbarkeit der geplanten Erprobungsmethoden hängt letztlich davon ab, ob und inwieweit dabei weiterhin die Betriebssicherheit gewährleistet ist und ob entsprechende gesetzliche Regelungen zu Probefahrten solche Erprobungsmethoden zulassen. Soweit die Betriebssicherheit gewährleistet ist und Probefahrten möglich sind, stellen sich die geplanten Erprobungsmethoden grundsätzlich als rechtlich unproblematisch dar. In den übrigen Fällen besteht mangels konkreter Regelungen und angesichts fehlender Ausnahmemöglichkeiten jedoch eine erhebliche Rechtsunsicherheit, weswegen letztlich eine eigenständige Normierung von Regelungen zu Probefahrten als wünschens- und empfehlenswert erscheint.

Eine Befragung des Sektors bestätigt die im Rahmen der Studie entwickelte Konzeption hinsichtlich der identifizierten Forschungsfelder, Anforderungen und der Bereitstellung von Forschungsinfrastruktur. Die hohe Beteiligung an der Umfrage zeugt von der Relevanz und dem Interesse an der Einrichtung des offenen digitalen Testfelds. Höchste Relevanz für den Sektor haben Testmöglichkeiten für autonomes Fahren und Digitalisierung, wobei möglichst lange und unterbrechungsfreie Zeitfenster für Tests zur Verfügung stehen sollten, was den Bedarf Testfeld-eigener Strecken unterstreicht. Bezüglich der organisatorischen Ausgestaltung wird ein neutraler Betreiber des Testfelds, der bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen unterstützt und eigenes Rollmaterial zur Verfügung stellt, gewünscht.

1 Einleitung

Ziel der Bundesregierung ist es, den Schienenverkehr zu stärken und die Klimaschutzziele zu erreichen. Große Potenziale bietet dabei die Digitalisierung des Bahnsystems. Obgleich digitale Bahntechnologien teilweise im Rahmen von Simulationen getestet werden, ist vor dem industriellen Rollout eine Erprobung im Feld unabdingbar. Die dafür notwendigen Anlagen sind jedoch nur eingeschränkt verfügbar, sodass unter der Leitung des DZSF ein offenes digitales Testfeld eingerichtet wird. Das geplante Testfeld liegt im Gebiet zwischen Halle (Saale), Cottbus und Niesky und umfasst neben regulär genutzten Strecken auch stillgelegte Strecken sowie perspektivisch die Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohlereviere zur sinnvollen Nachnutzung. Auf den regulär genutzten Strecken verkehrt sowohl der Personenfern- und -nahverkehr als auch der Schienengüterverkehr. Die Strecken sind teilweise zweigleisig ausgebaut und größtenteils elektrifiziert.

Das geplante offene digitale Testfeld ist in seiner Größe und Ausrichtung einzigartig. Die zentrale Lage des Testfeldes in Deutschland sowie in Mitteleuropa erlaubt nicht nur eine gute Erreichbarkeit, sondern fördert auch eine enge Verzahnung von Wissenschaft und Industrie. Die Nähe zu wichtigen Forschungseinrichtungen sowie zu zahlreichen Unternehmen macht die Region zu einem idealen Standort. Das Testfeld eröffnet den sich in unmittelbarer Nähe befindlichen Braunkohlereviere eine Perspektive für die Zeit nach dem Braunkohleausstieg z. B. durch eine sinnvolle Weiternutzung der vorhandenen Eisenbahninfrastrukturen. Eine hohe Akzeptanz der Bevölkerung für die Einrichtung eines Testfelds in diesem Umfang ist gegeben. Die Etablierung des Testfelds fördert damit das Potential, die gesamte Region zu einem Vorreiter für Innovationen und Forschung im Eisenbahnbereich zu machen. Durch die enge Verzahnung von Wissenschaft und Industrie besteht die Möglichkeit den gesamten Prozess von der Entstehung einer Idee bis zur Zulassung und der serienreifen Produktion in der Region durchzuführen.

Der inhaltliche Fokus des Testfelds liegt auf der anwendungsorientierten Forschung. Thematisch werden die Forschungsschwerpunkte des DZSF – Wirtschaftlichkeit, Umwelt und nachhaltige Mobilität sowie Sicherheit – abgedeckt bzw. finden ihre operative Erprobung auf dem offenen digitalen Testfeld. Im Fokus stehen die folgenden Forschungsschwerpunkte: Innovationen für Fahrzeuge und Infrastruktur; Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes; Innovationen zum Lärmschutz; Forschung zum autonomen Fahren, der Zugsicherung und Digitalisierung. Insbesondere kleinere, weniger am Markt etablierte Akteure wie Startup-Unternehmen oder auch Unternehmen anderer Wirtschaftszweige sollen hier die notwendigen Rahmenbedingungen zur Erprobung ihrer Technologien und Ideen vorfinden. Damit wird auch dem langjährigen Bedürfnis des Sektors nach ausreichenden Testkapazitäten Rechnung getragen. Durch das Testfeld können so die Innovationsprozesse im Bereich des Schienenverkehrs beschleunigt und maßgebend vorangetrieben werden. Kooperationen mit bereits bestehenden Testfeldern und -ringen sind vorgesehen.

Im Rahmen dieser Studie wird untersucht, welche Fragestellungen sinnvoll in einem Testfeld untersucht werden können, welche Anforderungen an das Testfeld daraus folgen, wie der Zugang zu den Testeinrichtungen gestaltet wird und welche Nachrüstungen im Bereich zwischen Halle (Saale), Cottbus und Niesky notwendig werden.

Der vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt auf: In Kapitel 2 wird eine Analyse der bereits bestehenden Testeinrichtungen des Schienenverkehrs vorgenommen und die Marktposition des offenen digitalen Testfelds beurteilt. Kapitel 3 fasst die Ziele und Forschungsschwerpunkte des Testfelds zusammen. In Kapitel 4 wird die infrastrukturelle Ausgangssituation des geplanten Testfelds dargestellt und es werden erste mögliche Standorte zur Einrichtung des Betriebsgeländes des Testfelds vorgeschlagen. Das Kapitel 5 enthält eine Herleitung der infrastrukturellen Grundausstattung des Testfelds sowie der forschungsspezifischen Anforderungen und hiermit verbundenen Nachrüstungen. Ebenfalls wird aufge-

zeigt, wie eine sukzessive Nutzung und Ausrüstung des offenen digitalen Testfelds aussehen kann, wobei vor einer möglichen Aufnahme des Betriebs zwingend eine Organisationsstruktur zu etablieren ist. Deren Aufgaben und die notwendige finanzielle Ausstattung des Testfelds werden in Kapitel 6 erläutert. In Kapitel 7 erfolgt eine rechtliche Einordnung zur Einrichtung und dem geplanten Betrieb auf dem Testfeld. Der Bericht schließt in Kapitel 8 mit einer Darstellung der Ergebnisse einer Stakeholderbefragung zur geplanten Ausrichtung des digitalen Testfelds sowie einem Ausblick.

2 Analyse vorhandener Testeinrichtungen

Die Erprobung und Zulassung von Eisenbahntechnologien erfordert bedeutende Ressourcen. Verschiedene Teststände und Labore in Deutschland und den Nachbarländern ermöglichen Tests im Stillstand (sog. statische Tests) und Tests unter Laborbedingungen. Für Testprogramme am rollenden Fahrzeug und an der Infrastruktur (sog. dynamische Tests) werden Testzentren mit Testringen bzw. Testgleisen vorgehalten. Daneben existieren temporäre sowie dauerhaft angelegte Testfelder zur Untersuchung vorwiegend digitaler Technologien auf hierfür ertüchtigten Eisenbahnteilnetzen. Vorhandene Testeinrichtungen werden nachfolgend in differenzierter Form analysiert. Im Wesentlichen wurde in drei Kategorien – Testzentren (1), Teststände/Labore (2) und Testfelder (3) – untergliedert. Die Kategorisierung trägt einzelnen Wertschöpfungsstufen in der Bahnindustrie – Tests vor der Zulassung und Abnahme von Fahrzeugen in Testzentren (1), Tests von Einzelkomponenten/-funktionen in Testständen/Laboren (2) sowie Entwicklung/Test digitaler Innovationen im Realumfeld/Regelbetrieb (3) – Rechnung. Eine Kategorisierung untersuchter Testeinrichtungen und eine Benennung der jeweiligen Aufgabenschwerpunkte enthält überdies Abbildung 2.1.



Abbildung 2.1: Kategorisierung von Testeinrichtungen
(Eigene Darstellung, Bildquellen siehe Abbildung)

2.1 Testzentren mit Testringen

Als „Testzentren mit Testringen“ werden im Folgenden Testeinrichtungen mit einer großflächigen Labor- und Halleninfrastruktur sowie mehreren Kilometern ringförmig angelegten Gleisen bezeichnet. Die Gleisanlagen sind insbesondere für umfangreiche Tests von Schienenfahrzeugen und -komponenten konzipiert. Durch die vielfach reproduzierbare Befahrung desselben Testrings werden gleichbleibende Testbedingungen gewährleistet.

Die Recherche der Testzentren mit Testringen umfasst eine Erfassung der Standorte, der jeweiligen Betreiber- und Eigentümerstrukturen, der Testinfrastruktur sowie der Testkapazitäten. Die Rechercheergebnisse basieren auf öffentlich zugänglichen Informationen der Anlageneigentümer und -betreiber sowie auf Berichten in der Fachpresse.

2.1.1 Standorte

Weltweit existieren nur wenige Testzentren mit Testringen, da die Errichtung meist mit einem hohen investiven Aufwand und Flächenbedarf einhergeht. Um ein Testzentrum wirtschaftlich betreiben zu können, sind zudem strategische Partner aus der Bahnindustrie und ein geeignetes politisches Umfeld erforderlich, das Bahntechnologien fördert.

In Europa haben sich sechs Testzentren mit Testringen etabliert und werden von renommierten Schienenfahrzeugherstellern genutzt. Fünf europäische Anlagen in Regelspurweite (1.435 mm) befinden sich in Deutschland, Frankreich, Polen, Tschechien und Rumänien. Eine sechste Anlage in Russland verfügt über die russische Breitspur (1.520 mm). Eine kartographische Übersicht enthält die Abbildung 2.2.



Abbildung 2.2: Kartographische Übersicht der Testzentren mit Testringen in Europa (Eigene Darstellung, Kartengrundlage clipartstation.com)

In Deutschland und Großbritannien befinden sich derzeit zwei Testzentren mit Testringen in Planung: In Niesky soll bis 2025 das „Testzentrum für Eisenbahntechnik in Sachsen“ (TETIS) entstehen [250], in Port Talbot wird der „Rail Test Complex South Wales“ entwickelt und soll in demselben Jahr fertiggestellt werden [278]. Von dem Bau weiterer Testzentren in Maubeuge (Frankreich) [221] und Antequera (Spanien) [108] wurde vor wenigen Jahren Abstand genommen. Eine kartographische Übersicht geplanter und verworfener Testzentren mit Testringen in Europa enthält die Abbildung 2.3.

Außerhalb Europas existiert in den USA und Japan jeweils ein bekanntes Testzentrum mit Testring. Eine weitere außereuropäische Anlage ist in Singapur geplant. Schienenfahrzeugtests in China werden derzeit nicht auf Testringen, sondern entlang des existierenden Hochgeschwindigkeitsstreckennetzes, auf Testgleisen und in Laboren durchgeführt. Eine kartographische Übersicht der Testzentren mit Testringen weltweit enthält die Abbildung 2.4.

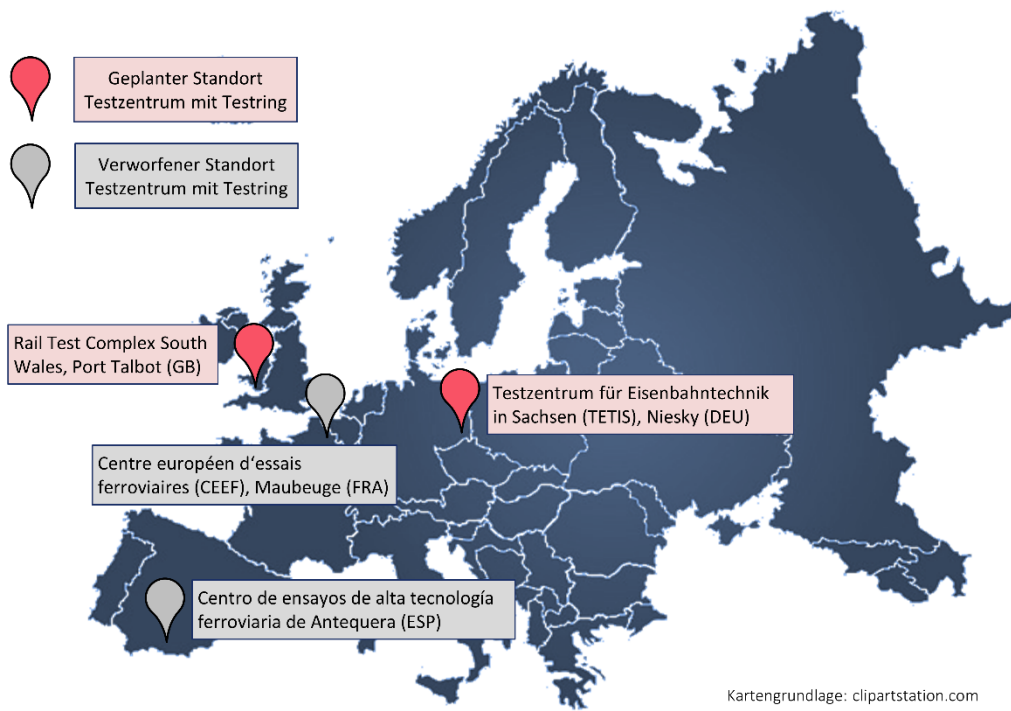


Abbildung 2.3: Kartographische Übersicht geplanter und verworfener Testzentren mit Testringen in Europa (Eigene Darstellung, Kartengrundlage clipartstation.com)

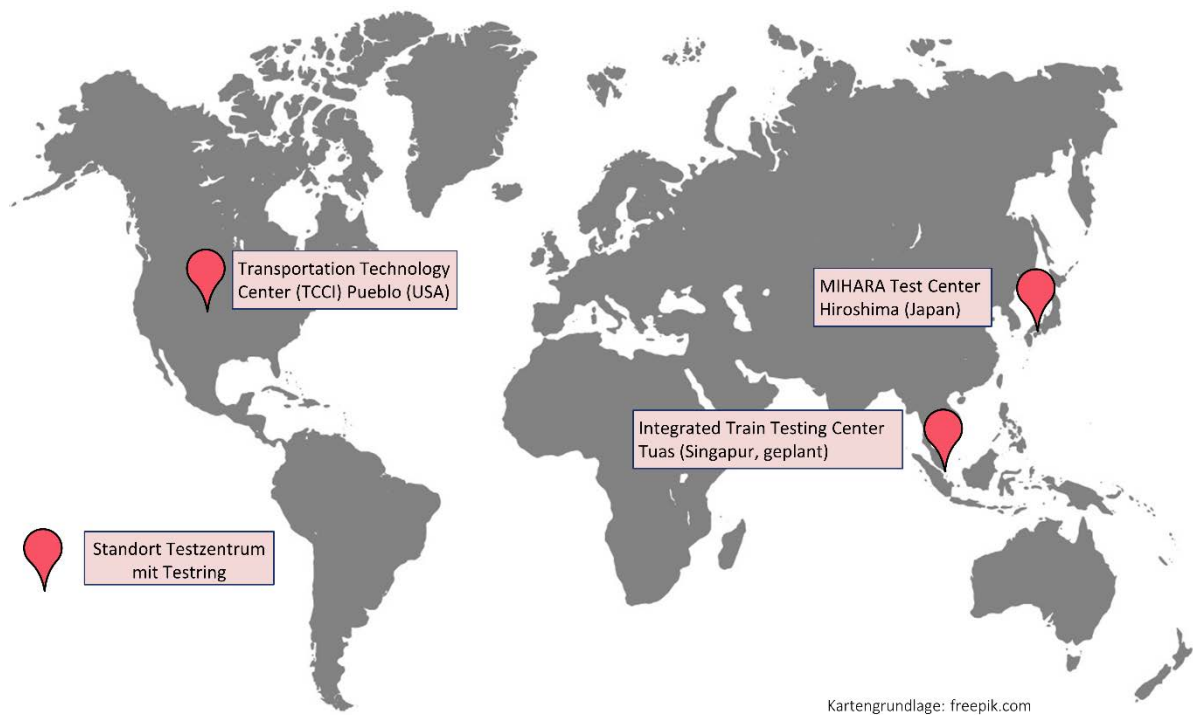


Abbildung 2.4: Kartographische Übersicht von Testzentren mit Testringen weltweit (Eigene Darstellung, Kartengrundlage freepik.com)

2.1.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen

Nachfolgend wird eine Analyse der Eigentümer- und Betreiberstrukturen der Testzentren mit Testringen vorgenommen. Dabei wird eigentumsrechtlich nach börsennotiertem Unternehmen, formell privatisierten Unternehmen sowie Staatsunternehmen differenziert (vgl. Abbildung 2.5).

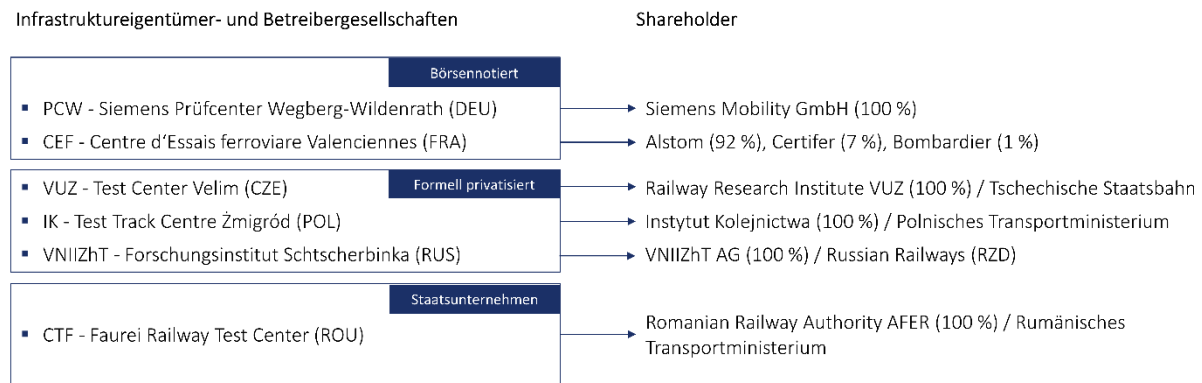


Abbildung 2.5: Übersicht der Eigentümer und Betreiber von Testzentren mit Testringen in Europa (Eigene Darstellung)

Zwei der sechs europäischen Testzentren mit Testringen befinden sich im Eigentum börsennotierter Unternehmen: Die Eigentümerin des Prüfcenters Wegberg-Wildenrath (PCW) ist die Siemens Mobility GmbH [238]; das französische Centre d'Essais ferroviaire 1 (CEF 1) in der Nähe von Valenciennes ist mehrheitlich das Eigentum von Alstom unter Beteiligung der unabhängigen französischen Prüfstelle für Schienenfahrzeuge Certifer (7 %) und des kanadischen Unternehmens Bombardier (1 %) [49].

Drei der vier in Mittel- und Osteuropa beheimateten Testzentren mit Testringen sind formell privatisiert, befinden sich jedoch unter staatlichem Einfluss. Eigentümer des tschechischen Testzentrums mit Testring Výzkumný Ústav Železniční Velim (VUZ) ist das gleichnamige Eisenbahnforschungsinstitut, eine Tochtergesellschaft des staatlichen tschechischen Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) České dráhy (CD) [275]. Das im polnischen Żmigród beheimatete Instytut Kolejnictwa Test Track Centre (IK) ist Eigentum des Warschauer Eisenbahnforschungsinstituts Instytut Kolejnictwa. Dieses wird als Außenstelle des polnischen Ministeriums für Transport, Bau und maritime Wirtschaft betrieben [147]. Das All-russische Forschungsinstitut für Schienenverkehr (VNIIZhT) und Tochterunternehmen der Russischen Staatsbahn (RZD/JSC) betreibt das in russischer Breitspur ausgeführte Testzentrum Shcherbinka südlich von Moskau [272].

Ein weiterer europäischer Testring, das Făurei Railway Test Center (CTF) in Rumänien, untersteht in unmittelbarer Weise dem Staat. Betreiberin ist die Romanian Railway Authority (AFER), eine Abteilung des rumänischen Transportministeriums [3].

2.1.3 Testinfrastruktur

Die sechs europäischen Testzentren mit Testringen erstrecken sich im Mittel über eine Fläche von ca. 7 km², die Streckenlänge je Testring beträgt bis zu 13,7 km. Im Detail gilt:

- Das kleinste europäische Testzentrum befindet sich in Frankreich (CEF 1). Es stehen zwei Testringe zur Verfügung, wobei der größere Testring 1,8 km misst und mit bis zu 110 km/h befahren werden kann [49].

- Das nächstgrößere Testzentrum mit Testring liegt in Russland (VNIIZhT). Es besitzt drei Testringe in russischer Breitspur mit einer Länge von maximal 6,0 km. Auf dem längsten Ring ist eine Geschwindigkeit von maximal 140 km/h möglich [272].
- An dritter Stelle in Bezug auf die Streckenlänge und Höchstgeschwindigkeit rangiert der deutsche Standort PCW. Auf einem Oval mit einer Länge von 6,1 km werden Tests mit bis zu 160 km/h durchgeführt, daneben existiert ein zweiter, kleinerer Testring [238].
- Der polnische Standort Żmigród (IK) bietet einen 7,7 km langen Testring, wobei die Geschwindigkeit auf 140 km/h limitiert ist [147].
- Das tschechische Testzentrum mit Testring (VUZ) ermöglicht Testfahrten mit bis zu 210 km/h auf einem 13,3 km langen Ring. Es existiert ein zweiter, kleinerer Ring [275].
- Das rumänische CTF verfügt über das längste Oval. Auf dem 13,7 km langen Gleis sind bis zu 200 km/h möglich und auch hier besteht ein zweiter, kleinerer Ring [3].

Einen maßstäblichen Vergleich der Testringe je Testzentrum enthält die Abbildung 2.6. Nicht abgebildet sind kleinteilige Testgleise für besondere Testzwecke (z. B. Tests von Fahrzeugen mit Stromschiene, Tests auf Gefällstrecken etc.) oder Halleninfrastrukturen, wie sie beispielsweise am deutschen Standort PCW in größerer Zahl vorhanden sind. Ebenfalls fehlt aus Gründen der Übersichtlichkeit eine Kennzeichnung von Testringabschnitten für besondere Testanwendungen, wie z. B. Neigetechnikversuche.

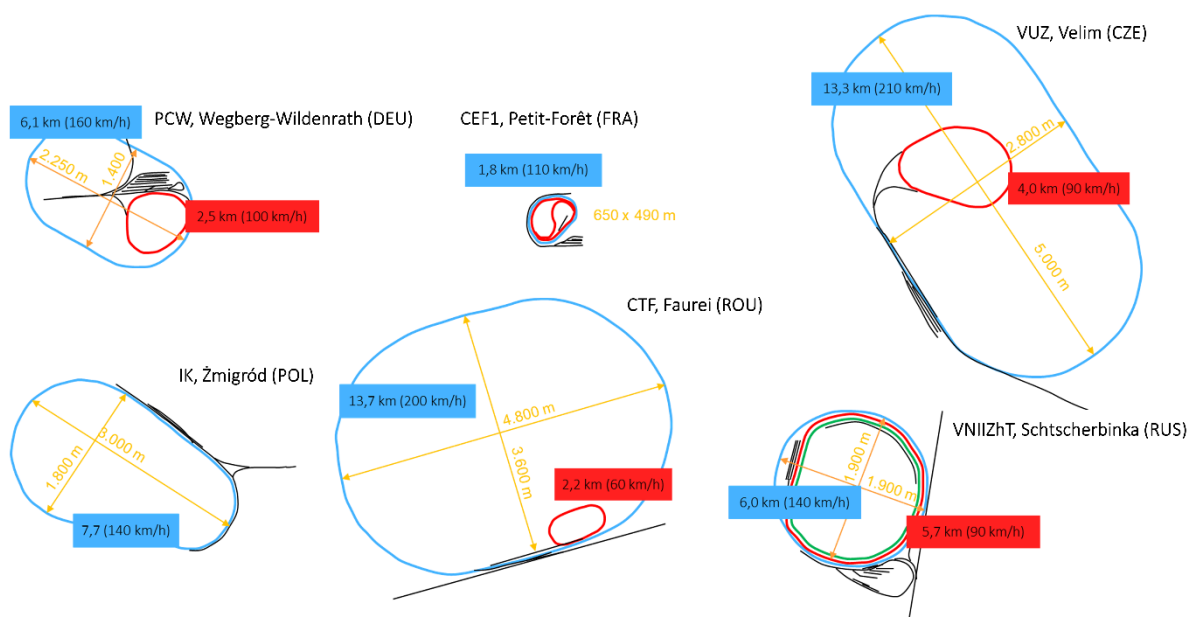


Abbildung 2.6: Maßstäblicher Vergleich der grundlegenden Testinfrastrukturen von Testzentren mit Testringen (Eigene Darstellung)

Die Betrachtung der grundlegenden Testmöglichkeiten je Testzentrum offenbart ein recht homogenes Basis-Testangebot. Die hierunter zu verstehenden Tests sind für das Inverkehrbringen von Schienenfahrzeugen und -komponenten zwingend erforderlich. Im Allgemeinen umfasst das Basis-Testangebot die Angebotsblöcke Konformitätsprüfung, Test der Bremstechnik, Test der Fahrdynamik, Test nationaler Zugbeeinflussungssysteme (sog. Klasse B-Systeme), Test des europäischen Zugsicherungssystems ETCS (sog. Klasse A-System), Test der Hochspannungsversorgung am Triebfahrzeug, streckenseitige Akustiktests sowie Test des Verformungsverhaltens von Fahrzeugen. Lediglich die Standorte in Russland und Rumänien bieten die aus der europäischen Gesetzgebung resultierenden Konformitätsprüfungen für die Inbetriebnahme von Schienenfahrzeugen einschließlich des Zugsicherungssystems ETCS derzeit nicht an. Die Tabelle 2.1 enthält eine Übersicht grundlegender Testmöglichkeiten der sechs europäischen Testzentren mit Testringen.

TABELLE 2.1: BASIS-TESTANGEBOT IN TESTZENTREN MIT TESTRINGEN (AUSWAHL)

	Konformitätsprüfung	Bremstechnik	Fahrdynamik	Zugbeeinflussung	ETCS/GSM-R	Hochspannungsversorgung	Akustik (streckenseitig)	Verformungsverhalten
Siemens-Prüfcenter Wegberg-Wildenrath (DEU)	X	X	X	X	X	X	X	X
Centre d'Essais ferroviaire (CEF) Valenciennes (FRA)	X	X	X	X	X	X	X	X
Test Center VUZ Velim (CZE)	X	X	X	X	X	X	X	X
Test Track Centre Żmigród (POL)	X	X	X	X	X	X	X	X
Allruss. Forschungsinstitut Schtscherbinka (RUS)		X	X	X		X	X	X
Railway Test Center Făurei (ROU)		X	X	X		X	X	X

TABELLE 2.2: ERGÄNZENDES TESTANGEBOT IN TESTZENTREN MIT TESTRINGEN (AUSWAHL)

	Klimaanlagen/Heizung	Dichtigkeitsverhalten	Bogen-, Senken-, Kuppenfahrten (Dreh-Kipp-Tisch)	Autonomes Fahren	Strecken-Sensorik	Wasserstoff/Brennstoffzelle
Siemens-Prüfcenter Wegberg-Wildenrath (DEU)	X	X	X	X	X	
Centre d'Essais ferroviaire (CEF) Valenciennes (FRA)	X			X	X	
Test Center VUZ Velim (CZE)						
Test Track Centre Żmigród (POL)		X				
Allruss. Forschungsinstitut Schtscherbinka (RUS)				X		X
Railway Test Center Făurei (ROU)		X				

Ein weiterer Bedarf an Testmöglichkeiten ergibt sich aus dem herstellerseitigen Wettbewerb um innovative Produktentwicklungen. Dies betrifft z. B. die Prüfung von Drehgestellen via Dreh-Kipp-Tisch, Tests an digitalen Komponenten am Fahrzeug und entlang der Infrastruktur und die Erprobung alternativer Antriebskonzepte (z. B. Verbrennung von Wasserstoff, Nutzung der Brennstoffzelle). Der Bedarf nach ergänzenden Testmöglichkeiten wird derzeit nur von manchen Testzentren gedeckt. Das umfangreichste ergänzende Testangebot bietet der deutsche Standort (PCW), gefolgt von der französischen

Einrichtung (CEF 1). Die mittel- und osteuropäischen Standorte weisen dagegen kaum ergänzende Testangebote auf. Eine Übersicht ergänzender Testangebote der sechs europäischen Testzentren mit Testringen enthält die Tabelle 2.2.

2.1.4 Beurteilung der Testkapazitäten

Umsatz- oder Gewinnzahlen liegen für die einzelnen Testeinrichtungen nicht öffentlich vor. Trotz fehlender Kennzahlen lässt der Vergleich der Testinfrastruktur und des angebotenen Testportfolios Aussagen zu der Marktposition einzelner Anlagen zu. Es kann eine eindeutige Marktführerschaft des Siemens-Standorts PCW festgestellt werden. Der Kundenkreis des PCW umfasst alle bedeutenden Fahrzeughersteller Europas, wobei die Eigentümerin Siemens Mobility GmbH größere Teile der Testkapazitäten für hauseigene Testvorhaben vorhält. Es werden jedoch nahezu alle am Markt von Fahrzeugherstellern nachgefragten Testdienstleistungen in Wegberg-Wildenrath auch angeboten.

Die in Frankreich, Polen, Rumänien und Tschechien gelegenen Anlagen bieten sämtliche grundlegenden Testdienstleistungen an, sind jedoch angesichts des überdurchschnittlichen Knowhows des deutschen Standorts bislang deutlich weniger wettbewerbsrelevant. Stand 2017 beschäftigte das PCW rund 430 Mitarbeiter [235], das CEF in Valenciennes hingegen weniger als 30 Mitarbeiter [161]. Für den tschechischen und polnischen Standort liegen keine öffentlichen Mitarbeiterzahlen vor. Im rumänischen Testzentrum kann von etwa 20 Festangestellten ausgegangen werden. Ein ähnliches Ungleichgewicht ist zudem bei den getätigten Investitionen je Standort zu erwarten. Bis Anfang 2012 wurden in das PCW ca. 127,5 Mio. Euro investiert [137], in das französische CEF hingegen lediglich einmalig 25 Mio. Euro [162] bzw. 6,1 Mio. Euro in das rumänische CTF im Rahmen einer Co-Finanzierung mit der Europäischen Union [107]. Angaben zu weiteren Standorten sind nicht veröffentlicht.

Der französische Standort Valenciennes weist eine wesentlich kleinere Infrastruktur im Vergleich zu allen anderen Anlagen auf und wird vorwiegend zum Test von Schienenfahrzeugen für den französischen Markt genutzt. Die vergleichsweise großflächigen mittel- bzw. osteuropäischen Testzentren in Polen, Tschechien und Rumänien profitieren zunehmend von Engpässen bei den Testkapazitäten auf Seiten des Marktführers PCW. Der Aufschwung der mittel- und osteuropäischen Testzentren geht mit der Notwendigkeit einher, die technischen Rahmenbedingungen dort zu verbessern. Beispielsweise wurde das VUZ im Jahr 2015 mit dem Europäischen Zugsicherungssystem ETCS Level 2 ausgerüstet [132]. Das IK Test Track Żmigród erhielt im Jahr 2016 eine Ausstattung mit ETCS Level 1 [146]. In den rumänischen und russischen Testzentren ist derzeit noch kein ETCS vorhanden, sodass sich allein hieraus eine verringerte Attraktivität dieser Standorte für große Schienenfahrzeughersteller ableiten lässt. Darüber hinaus sind die Testeinrichtungen jedoch prinzipiell zu weit von west- und mitteleuropäischen Kunden entfernt. Es wird davon ausgegangen, dass mehrtägige Überführungsfahrten von Testfahrzeugen und die hiermit verbundenen Kosten einer Nutzung dieser Anlagen grundlegend entgegenstehen.

2.2 Testzentren mit Testgleisen

Als „Testzentren mit Testgleisen“ werden im Folgenden Anlagen bezeichnet, die über mindestens ein Eisenbahngleis verfügen, das zu Testzwecken linear, d. h. im Punkt-zu-Punkt-Verkehr befahren werden kann. Die mehrfache Befahrung dieser Anlagen erfordert eine Änderung der Fahrtrichtung, was den Testbetrieb im Vergleich zu ringförmig angelegten Gleisanlagen erschwert. Die identifizierten Testgleise stehen entweder ausschließlich für Testzwecke zur Verfügung oder werden in geringem Umfang von anderen Verkehren genutzt. Die Recherche der Testzentren mit Testgleisen erfolgt analog zu der Methodik im Fall der Testzentren mit Testringen.

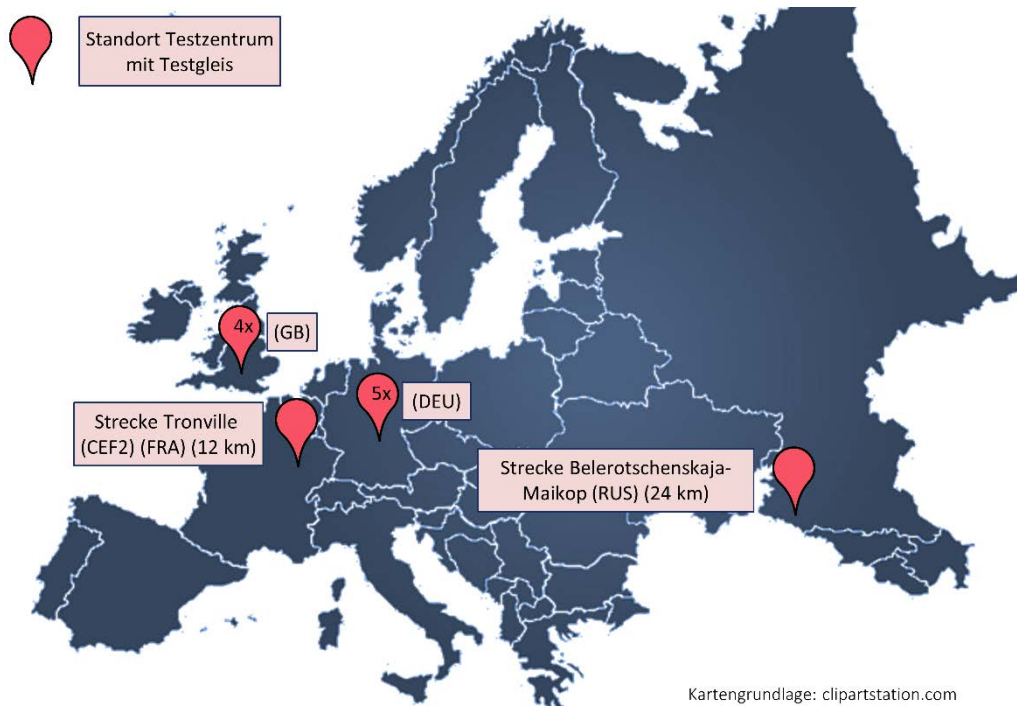


Abbildung 2.7: Kartographische Übersicht der Testzentren mit Testgleisen in Europa (Eigene Darstellung, Kartengrundlage clipartstation.com)

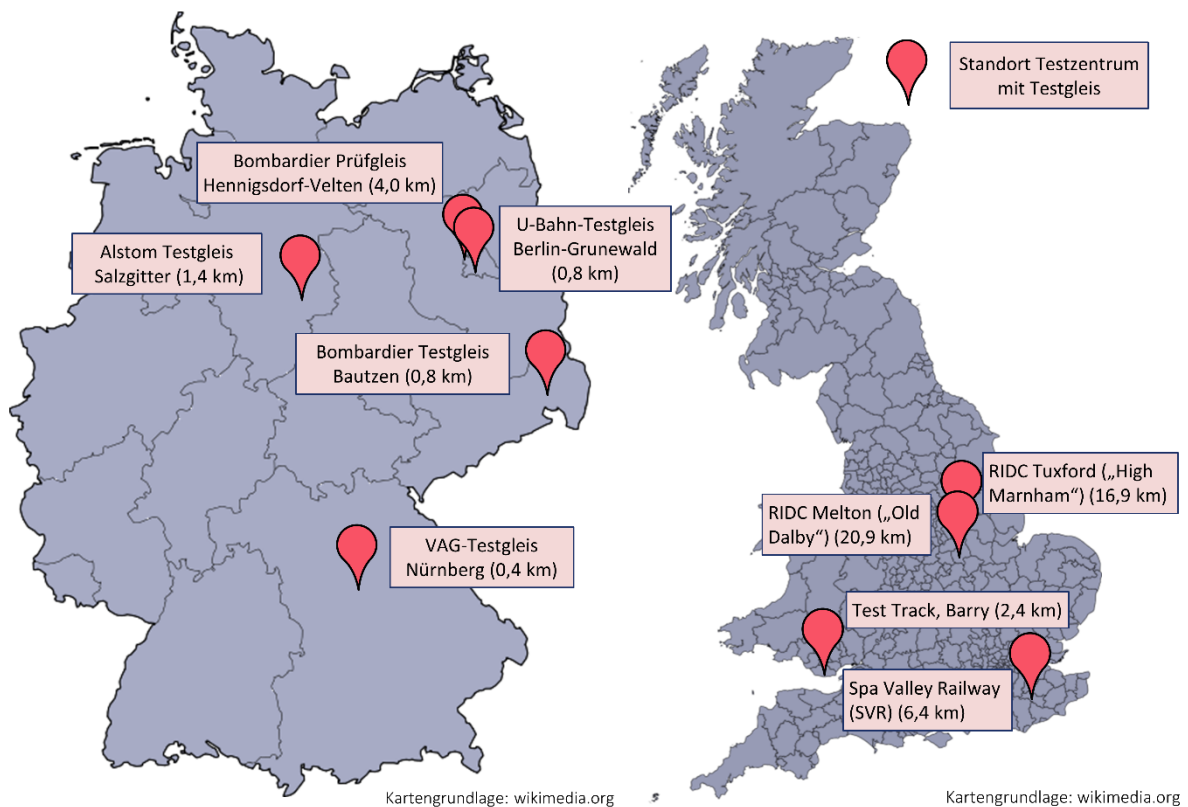


Abbildung 2.8: Kartographische Übersicht der Testzentren mit Testgleisen in Deutschland und Großbritannien (Eigene Darstellung, Kartengrundlage wikimedia.org)

2.2.1 Standorte

Es werden elf europäische Testzentren mit Testgleisen identifiziert, davon fünf in Deutschland, vier in Großbritannien sowie jeweils eines in Frankreich und Russland. Die russische Einrichtung wird im Unterschied zu den anderen zehn Anlagen in russischer Breitspur betrieben. Eine kartographische Übersicht enthält die Abbildung 2.7 für Europa sowie die Abbildung 2.8 für Deutschland und Großbritannien.

2.2.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen

Nachfolgend wird eine Analyse der Eigentümer- und Betreiberstrukturen der Testzentren mit Testgleisen vorgenommen. Dabei wird eigentumsrechtlich in die Kategorien börsennotiertes Unternehmen, privates Unternehmen, formell privatisiertes Unternehmen einschließlich Forschungs- und Entwicklungskooperation (F&E) sowie städtischer Eigenbetrieb differenziert (vgl. Abbildung 2.9).

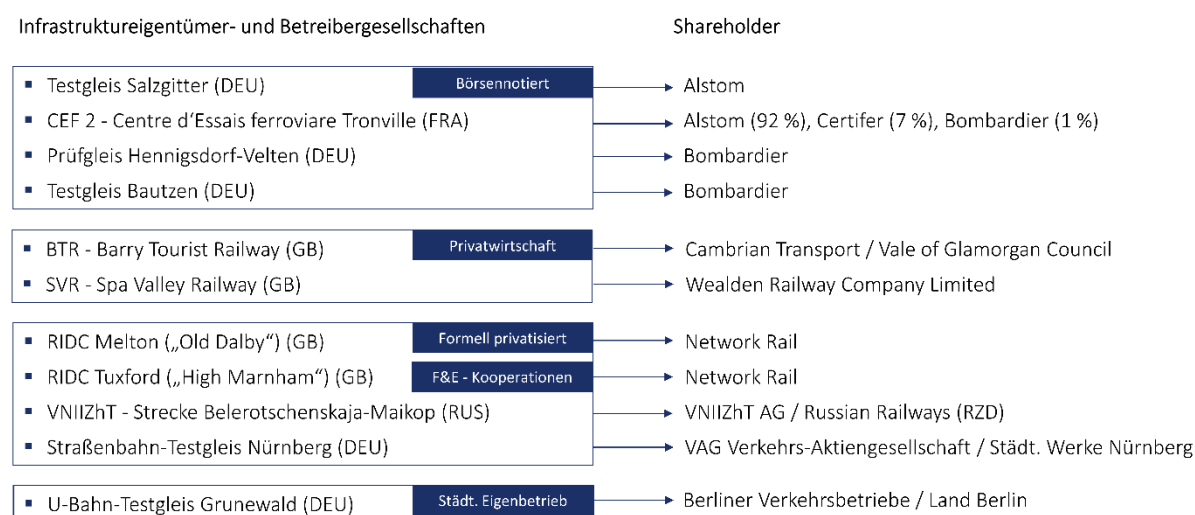


Abbildung 2.9: Übersicht der Eigentümer und Betreiber von Testzentren mit Testgleisen in Europa (Eigene Darstellung)

Vier der elf europäischen Testzentren mit Testgleisen befinden sich im Eigentum der börsennotierten Unternehmen Alstom und Bombardier. Alstom betreibt Testgleise in Salzgitter [6] sowie im nordost-französischen Tronville-en-Barrois [49], Bombardier in Hennigsdorf-Velten [14] sowie Bautzen [117]. Hennigsdorf, Bautzen sowie Salzgitter sind gleichzeitig Produktionsstandorte dieser Schienenfahrzeughersteller.

In Großbritannien betreiben die beiden Kleinunternehmen Cambrian Transport Limited [271] sowie Spa Valley Railway [243] Testgleise, und zwar in Barry (Region South Wales) sowie bei Tunbridge Wells (Region South East England). Die Testgleise befinden sich im Eigentum der kommunalen Gebietskörperschaft Vale of Glamorgan Council bzw. der Wealdon Railway Company Limited. Beide Testgleise werden nicht nur für Testzwecke kommerziell genutzt, sondern dienen saisonal dem Museumsverkehr.

Vier weitere Testzentren mit Testgleisen werden zudem von den formell privatisierten Unternehmen Network Rail, VNIIZhT und Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg (VAG) betrieben. Eigentümerinnen dieser Unternehmen sind jeweils öffentlich-rechtliche Körperschaften. Das britische Infrastrukturunternehmen Network Rail verfügt über zwei nicht mehr im Regelbetrieb befahrene Gleisinfrastrukturen mit angegliederten Testzentren (so genannte Rail Innovation & Development Centres - RID) in Melton [194] sowie Tuxford [195] (beide Region East Midlands). Das VNIIZhT und Tochterunternehmen der RZD/JSC

betreibt neben dem Testzentrum Shcherbinka bei Moskau zudem in Südrussland die Eisenbahnteststrecke Belerotschenskaja-Maikop [236]. In Deutschland hält die VAG in Nürnberg, die im Besitz der Städtischen Werke Nürnberg ist, ein U-Bahn-Testgleis vor [254].

Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) sind ein Eigenbetrieb bzw. eine Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) des Landes Berlin und verfügen am Betriebsbahnhof Grunewald im Westen der Stadt über ein Testgleis für S-Bahnen [48].

2.2.3 Testinfrastruktur

Die Testgleise an den elf identifizierten Standorten weisen eine mittlere Längenentwicklung von ca. 8 km auf, die Gleislänge beträgt bis zu 24 km. Im Detail gilt:

- In Deutschland existieren relativ kurze Testgleise. Besonders geringe Längen weisen das U-Bahn-Testgleis in Nürnberg-Langwasser (0,4 km), das Bombardier-Testgleis in Bautzen (0,8 km), das U-Bahn-Testgleis Berlin-Grunewald (0,8 km) und das Alstom-Testgleis in Salzgitter (1,4 km) auf. Die ersten drei Testgleise sind nur mit geringen Geschwindigkeiten von schätzungsweise bis zu 40 km/h befahrbar, während in Salzgitter bis zu 80 km/h ermöglicht werden.
- Testgleise mit einer Länge von mehr als zwei Kilometern befinden sich im südwalisischen Barry (2,4 km), in Hennigsdorf-Velten (4,0 km) sowie bei Tunbridge Wells in South East England (6,4 km). Das Bombardier-Prüfgleis Hennigsdorf-Velten kann mit bis zu 140 km/h befahren werden, Angaben für das Testgleis in Barry liegen nicht öffentlich vor.
- Testgleise mit einer Länge von mehr als 10 km befinden sich im französischen Tronville-en-Barrois (12,0 km), an den beiden Network Rail-Standorten Tuxford (16,9 km) und Melton (20,9 km) sowie in Südrussland (24,0 km). Die Höchstgeschwindigkeiten betragen 160 km/h, 120 km/h, 200 km/h und 250 km/h. Die beiden Standorte in Großbritannien verfügen auf Teilabschnitten über zwei parallel angeordnete Gleise, sodass Begegnungsverkehre abschnittsweise möglich sind.

Ein Vergleich des Testangebots der einzelnen Testgleise ergibt ein ähnlich heterogenes Bild wie im Fall der Testzentren mit Testringen. Die Anlagen werden z. B. zur Erprobung Alternativer Antriebe (Alstom-Testgleis Salzgitter) oder des autonomen Fahrens (CEF 2 Tronville-en-Barrois) genutzt. Aufgrund der Existenz von Tunneln ermöglicht das Testgleis Melton tunnelspezifische Tests. ETCS ist sowohl im Fall des CEF 2 als auch am Standort Melton vorhanden und wird für Testzwecke genutzt. Die vergleichsweise hohen Streckenhöchstgeschwindigkeiten auf den Testgleisen in Südrussland sowie in Melton ermöglichen Tests im Hochgeschwindigkeitsbereich. Ungeachtet des heterogenen Testangebots werden beinahe alle Testgleise für die Erprobung von Schienenfahrzeugen genutzt. Die Tabelle 2.3 enthält eine Übersicht des öffentlich dokumentierten Testangebots. Bei der Darstellung wird eine aufsteigende Sortierung entsprechend der maximal zur Verfügung stehenden Gleislängen vorgenommen.

2.2.4 Beurteilung der Testkapazitäten

Ähnlich zu den Testzentren mit Testringen PCW bzw. CEF 1 werden die Testgleise im Eigentum der Schienenfahrzeughersteller Alstom und Bombardier vorwiegend für unternehmenseigene Zwecke vorgehalten. Eine Verfügbarkeit für weitere Unternehmen und zu Forschungszwecken ist daher – wenn überhaupt – nur in einem sehr begrenzten Umfang gegeben.

Die von den Verkehrsunternehmen VAG bzw. BVG betriebenen Testgleise in Nürnberg-Langwasser bzw. Berlin-Grunewald genügen angesichts zu geringer Gleislängen nicht den Anforderungen des Marktes. Die beiden Testgleise werden zur betriebernahen Erprobung von Fahrzeugen z. B. im Zuge der Einfüh-

TABELLE 2.3: TESTANGEBOT IN TESTZENTREN MIT TESTGLEISEN (AUSWAHL)

	Länge [km]	v _{max} [km/h]	Anzahl Gleise	Fahrzeug-Prototypen	Hochgeschwindigkeit	Alternative Antriebe	ETCS/5G	Autonomes Fahren	Lärm (streckenseitig)	Gleise/Weichen	Fahrdynamik in Tunneln	Gleisbaumaschinen
VAG -Testgleis Nürnberg (DEU)	0,4	k.A.	1	x				x				
Bombardier-Testgleis Bautzen (DEU)	0,8	k.A.	1	x								
U-Bahn-Testgleis Berlin-Grünwald (DEU)	0,8	40	1	x								
Alstom-Testgleis Salzgitter (DEU)	1,4	80	1	x		x						
Test Track Barry, South Wales (GB)	2,4	k.A.	1	x								
Bombardier-Prüfgleis Hennigsdorf-Velten (DEU)	4,0	140	1	x								
Spa Valley Railway, South East England (GB)	6,4	40	1							x		x
CEF 2 Tronville-en-Barrois (FRA)	12,0	160	1	x			x	x	x			
RIDC Tuxford („High Marnham“) (GB)	16,9	120	2	x					x			x
RIDC Melton („Old Dalby“) (GB)	20,9	200	2	x	x		x		x		x	
VNIIZhT- Strecke Belerotschenskaja-Maikop (RUS)	24,0	250	1	x	x					x		

zung automatischer U-Bahnen in Nürnberg, genutzt. Gemeinsames Merkmal der U-Bahn Nürnberg sowie der S-Bahn Berlin ist die Stromversorgung per Stromschiene, die auch am Testgleis besteht. Eine Nutzung dieser Testgleise durch externe Unternehmen ist nicht öffentlich dokumentiert.

In Großbritannien konnte sich bislang kein kommerziell betriebenes Testzentrum mit Testring am Markt etablieren; stattdessen werden kommerzielle Testzentren mit Testgleisen vorgehalten. Das Testzentrum in Melton ist aufgrund der großzügigen Gleisinfrastruktur, einer Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h und der Ausstattung mit ETCS Level 2 sowie dem Mobilfunkstandard 5G Marktführer in Großbritannien. Network Rail tritt als unabhängiger Betreiber der Testzentren in Melton sowie Tuxford auf, sodass die Anlagen von verschiedenen Schienenfahrzeugherstellern und EVU gleichermaßen genutzt werden. Bedingt durch die zumindest abschnittsweise vorhandene Eingleisigkeit der Testrecken und der Notwendigkeit, Fahrzeuge nach Testfahrten an den Ausgangsort zurückzuführen, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass Testkapazitäten limitiert sind.

Weitere Testzentren mit Testgleisen weisen in hohem Maße infrastrukturelle Besonderheiten und infolgedessen eine eingeschränkte Attraktivität auf. Das südrussische Testgleis ist Breitspur-Fahrzeugen mit 1.520 mm Spurweite vorbehalten. Die in Barry (South Wales) bzw. bei Tunbridge Wells (South East England) befindlichen Testgleise sind aufgrund des parallel stattfindenden Museumsverkehrs und zu geringen Höchstgeschwindigkeiten nur sehr eingeschränkt nutzbar. In der Vergangenheit wurden Tests und Mitarbeiterschulungen im Forschungsfeld Gleisbau durchgeführt.

2.3 Teststände und Labore

Als „Teststände“ bzw. „Labore“ werden Halleninfrastrukturen zum Test von Eisenbahnfahrzeugen und -technologien im Stillstand bzw. auf Rollenprüfständen bezeichnet. Die Anlagen decken Testaspekte ab, die z. B. aus technisch-wirtschaftlichen Gründen (z. B. Untersuchung einzelner Fahrzeugkomponenten, etwa Drehgestelle) oder zur Vermeidung störender Umwelteinflüsse (z. B. Lärmmessung) nicht im Freien möglich sind. Teilweise sind normierte, messtechnisch abgesicherte Testbedingungen (z. B. bestimmte Temperaturen oder exakte Beregnung von Fahrzeugteilen) in speziellen Prüfkammern oder durch Computersimulation herzustellen, sodass Tests unter Realbedingungen ebenfalls ausscheiden. Die Recherche der Teststände und Labore erfolgt analog zu der Methodik im Fall der Testzentren mit Testringen.

2.3.1 Standorte

Es werden dreizehn europäische Standorte mit Testständen bzw. Laboren identifiziert, davon sechs in Deutschland, zwei in Großbritannien und jeweils eines in Norwegen, Österreich, Frankreich, Italien und Spanien. Eine kartographische Übersicht enthält die Abbildung 2.11 für Europa und die Abbildung 2.12 für Deutschland.

2.3.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen

Nachfolgend wird eine Analyse der Eigentümer- und Betreiberstrukturen der Teststände und Labore vorgenommen. Dabei wird eigentumsrechtlich in die Kategorien börsennotiertes Unternehmen, privates einschließlich formell privatisiertes Unternehmen sowie Forschungs- und Entwicklungskooperationen (F&E) differenziert (vgl.).

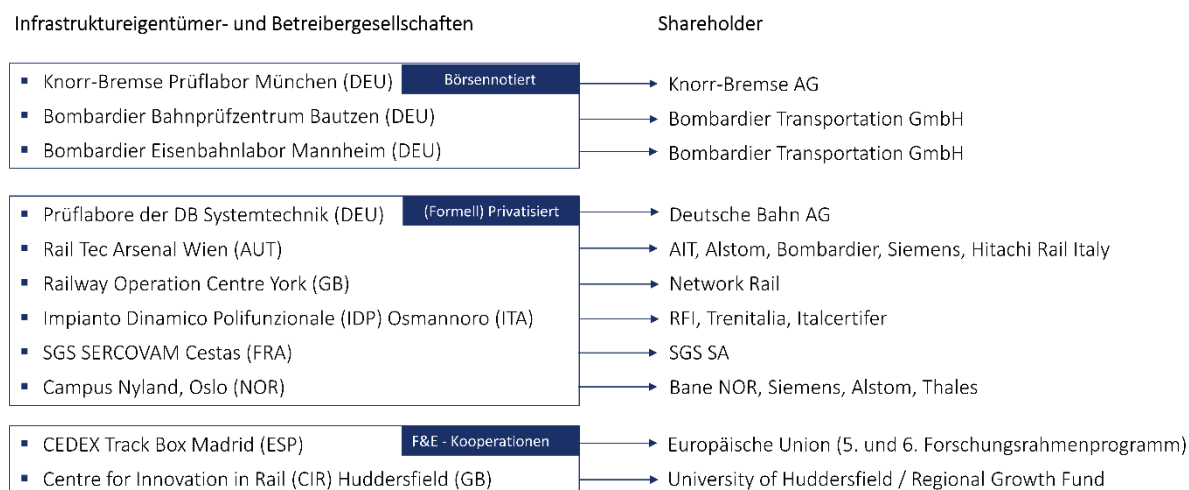


Abbildung 2.10: Übersicht der Eigentümer und Betreiber von Testständen und Laboren in Europa (Eigene Darstellung)

Drei der dreizehn identifizierten Teststände bzw. Labore befinden sich im Eigentum börsennotierter Unternehmen: Die Knorr-Bremse AG besitzt und betreibt ein Versuchs- und Entwicklungszentrum für Bremsstechnik in München [151], Bombardier verfügt über ein Bahnprüfzentrum in Bautzen [231] sowie ein Eisenbahnlabor in Mannheim [189].

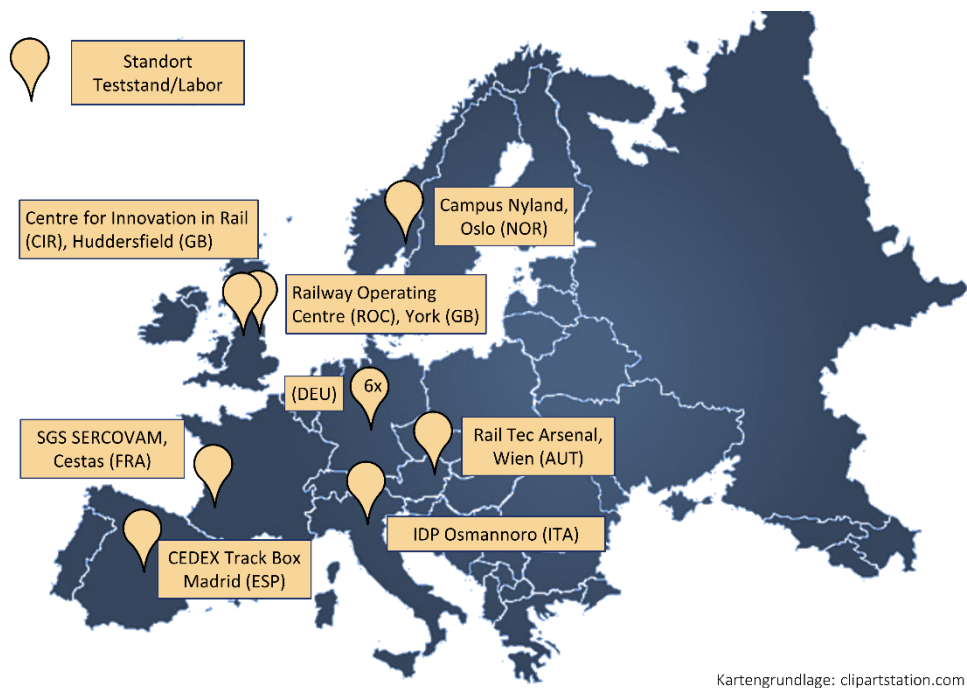


Abbildung 2.11: Kartographische Übersicht der Teststände und Labore in Europa (Eigene Darstellung)



Abbildung 2.12: Kartographische Übersicht der Teststände und Labore in Deutschland (Eigene Darstellung)

Sechs weitere identifizierte Teststände bzw. Labore sind das Eigentum privater und formell privatisierter Unternehmen. Die Deutsche Bahn AG betreibt mit ihrer Tochtergesellschaft DB Systemtechnik GmbH an drei Standorte in Deutschland große Prüflabore, nämlich in Minden, München und in Brandenburg/Havel [71]. Ein Konsortium bestehend aus dem Austrian Institute of Technology (AIT), Alstom, Bombardier, Siemens und Hitachi Rail Italy investierte in das Rail Tec Arsenal Wien (AUT) und betreibt dort einen „Klima-Wind-Kanal“ für Schienenfahrzeuge [227]. Das britische Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) Network Rail ist Eigentümer mehrerer Railway Operation Centres (ROC), wobei das ROC in York (Region Yorkshire) besondere Ausbildungs- und Testmöglichkeiten bietet [220]. Im italienischen Osmannoro betreibt ein Konsortium bestehend aus dem EIU Rete Ferroviaria Italiana (RFI), dem EVU Trenitalia und der Eisenbahn-Zertifizierungsstelle Italcertifer einen großflächigen Forschungs- und Wartungsstandort [240]. In Frankreich existiert in Cestas südwestlich von Bordeaux ein auf Schienenfahrzeugtechnik spezialisiertes Materialprüf- und Testlabor SGS SERCOVAM, das dem Genfer SGS-Konzern gehört [237]. In Norwegen unweit von Oslo investiert das norwegische EIU Bane NOR in Kooperation mit Siemens, Alstom und Thales in ein Forschungs-, Test- und Schulungslabor für digitale Stellwerkstechnologien (ERTMS/ETCS) [239].

Neben den börsennotierten und (formell) privatisierten Unternehmen werden zwei Teststände und Labore identifiziert, die mit öffentlichen Forschungsmitteln errichtet worden sind. Geldgeberin für die CE-DEX Track Box (CTB) Madrid zur Untersuchung des Ermüdungsverhaltens von Gleisquerschnitten war die Europäische Union im Rahmen des 5. und 6. Forschungsrahmenprogramms [50][34]. An der University of Huddersfield in Großbritannien wird ein Centre of Innovation in Rail (CIR) zur Grundlagenforschung im Bereich Rad-Schiene-Interaktion betrieben; die finanziellen Mittel stammen u. a. aus einem regionalen Wachstumsfonds (Regional Growth Fund) [253]. Eine Übersicht der Eigentümer- und Betreiberverhältnisse je Teststand bzw. Labor enthält die .

2.3.3 Testinfrastruktur

Die Testinfrastruktur lässt sich in thematisch breit gefächerte Test- und Laborstandorte („Allrounder“) sowie hochspezialisierte Einrichtungen („Spezialisten“) untergliedern. „Allrounder“ sind die Teststände und Labore der DB Systemtechnik, das Bombardier Bahnprüfzentrum in Bautzen sowie das Impianto Dinamico Polifunzionale Osmannoro in Italien. An allen vier Standorten existiert eine breite Palette an Testangeboten. Es werden beinahe alle im Eisenbahnsektor etablierten Prüf- und Testdienstleistungen durchgeführt. Die Einrichtungen verfügen z. B. über Radsatz-, Bremsen-, Rad-Schiene-Kontakt- oder Stromabnehmerprüfstände. Die DB Systemtechnik GmbH hält Prüfstände an drei größeren Standorten vor. „Spezialisten“ verfügen in der Regel über ein bis zwei Prüfkompetenzen, etwa in den Bereichen Brandschutz, Bremstechnik, Digitale Leit- und Sicherungstechnik, Klimatechnik oder Eisenbahnoberbau. Die Tabelle 2.4 enthält eine Übersicht grundlegender Testmöglichkeiten der identifizierten Teststände und Labore.

2.3.4 Beurteilung der Testkapazitäten

Speziell in Deutschland ist angesichts des besonders umfangreichen Testangebots der DB Systemtechnik GmbH von einem ausreichenden Angebot an Eisenbahn-Testständen und -Laboren auszugehen. Das Testangebot richtet sich insbesondere an Hersteller von Fahrzeugkomponenten, um Prototypen unter Laborbedingungen zu testen und marktreife technische Lösungen zu zertifizieren. Die DB Systemtechnik GmbH tritt als unabhängiges Ingenieurdienstleistungsunternehmen auf.

Im Fall der Spezialisten ist teilweise davon auszugehen, dass Kapazitäten für hauseigene Testzwecke vorgehalten werden, z. B. im Fall des Knorr-Bremse Prüflabors München oder des Bombardier Eisenbahnlabors Mannheim. Daneben existieren Teststände bzw. Labore, die von bedeutenden Herstellern

TABELLE 2.4: TESTANGEBOT IN TESTSTÄNDEN UND LABOREN (AUSWAHL)

		Rad-Schiene-Interaktion (Fahrtechnik)	Aerodynamik	Akustik/erschütterungen	Antriebstechnik	Brandschutz	Bremstechnik	Dichtigkeit Fahrzeuge	Elektromagnetische Verträglichkeit	Eisenbahnoberbau	Leit- und Sicherungstechnik	Fahrgastinformationssysteme	Klimatechnik	Materialien im Schienenfahrzeugbau
„Allrounder“	DB Systemtechnik, Standort München (DEU)		X	X	X				X			X		
	DB Systemtechnik, Standort Minden (DEU)	X	X				X			X			X	
	Bombardier Bahnprüfzentrum Bautzen (DEU)	X			X		X	X				X		
	Implanto Dinamico Polifunzionale Osmannoro (ITA)	X	X	X	X		X		X	X			X	
„Spezialisten“	DB Systemtechnik, Standort Brandenburg (DEU)	X				X								
	Knorr-Bremse Prüflabor München (DEU)						X							
	Bombardier Eisenbahnlabor Mannheim (DEU)										X			
	Rail Tec Arsenal Wien (AUT)												X	
	Campus Nyland Oslo (NOR)										X			
	Centre for Innovation in Rail (CIR) Huddersfield (GB)	X		X						X				
	Railway Operation Centre (ROC) York (GB)										X			
	SGS SERCOVAM Cestas (FRA)													X
	CEDEX Track Box Madrid (ESP)									X				

kofinanziert wurden und daher gleichberechtigt genutzt werden können. Dies betrifft das Rail Tec Arsenal Wien (Alstom, Bombardier, Siemens, Hitachi Rail Italy) und den Campus Nyland bei Oslo (Siemens, Alstom, Thales). Der Eisenbahnsektor verfügt europaweit nur über wenige Klimakammern, sodass im Fall des Klima-Wind-Kanal (Rail Tec Arsenal Wien) von einer Hochauslastung auszugehen ist. Am Campus Nyland werden Forschungen und Tests im Kontext der netzweiten Einführung von ERTMS/ETCS in Norwegen durchgeführt.

Die Teststände bzw. Labore CTB in Madrid sowie das CIR in Huddersfield in Großbritannien wurden mithilfe europäischer und regionaler Fördermittel umgesetzt, sodass Testkapazitäten prinzipiell allen Marktteilnehmern angeboten werden müssen. Die Nutzung dieser Einrichtungen setzt Forschungs- und Entwicklungskooperationen zwischen den Trägern der Einrichtungen – Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) sowie Institute of Railway Research (IRR) der University of Huddersfield – voraus.

2.4 Temporäre Testfelder

Der Begriff „Testfeld“ wird bislang vor allem im Straßeninfrastruktursektor verwendet [32]. Bundesweit sind mehrere Straßenabschnitte für die Untersuchung digitaler Technologien und insbesondere des autonomen Fahrens freigegeben worden. Getestet wird folglich im realen Betrieb, d. h. unter Einbezug regulärer Verkehrsteilnehmer. Ein ähnliches Vorgehen hat sich auch im Eisenbahnsektor etabliert. Es werden vornehmlich digitale Technologien in einem realitätsnahen Umfeld, d. h. auf regulär befahrenen Eisenbahnstrecken bzw. „temporären Testfeldern“ getestet.

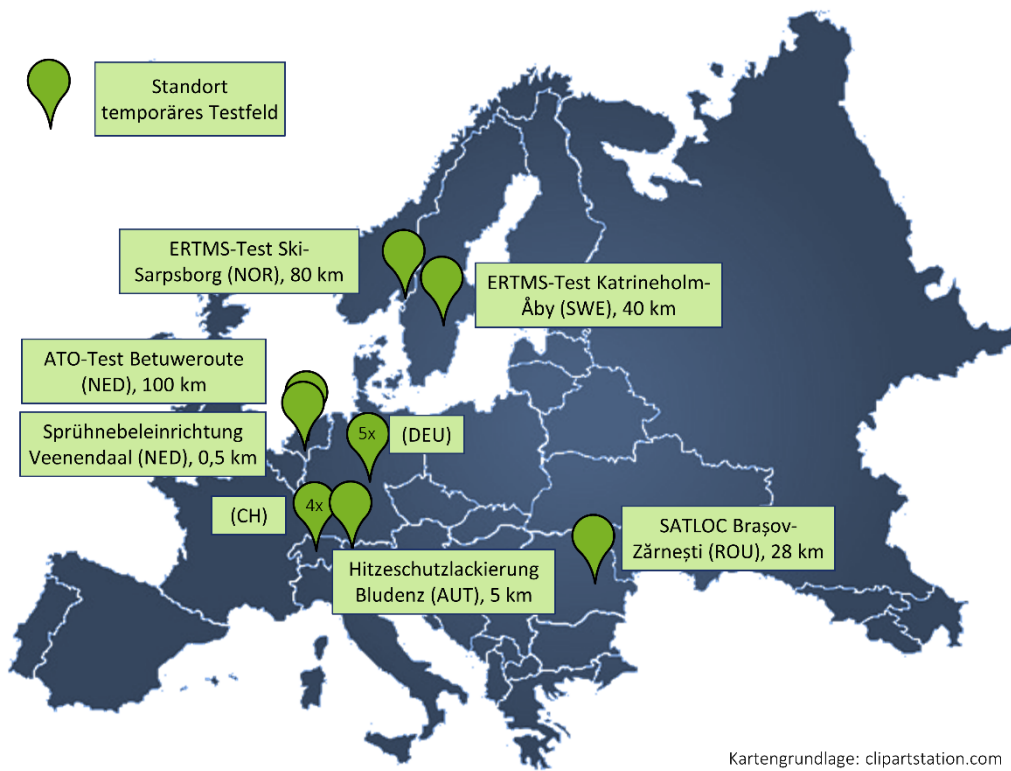


Abbildung 2.13: Kartographische Übersicht der temporären Testfelder in Europa (Eigene Darstellung, Kartengrundlage clipartstation.com)

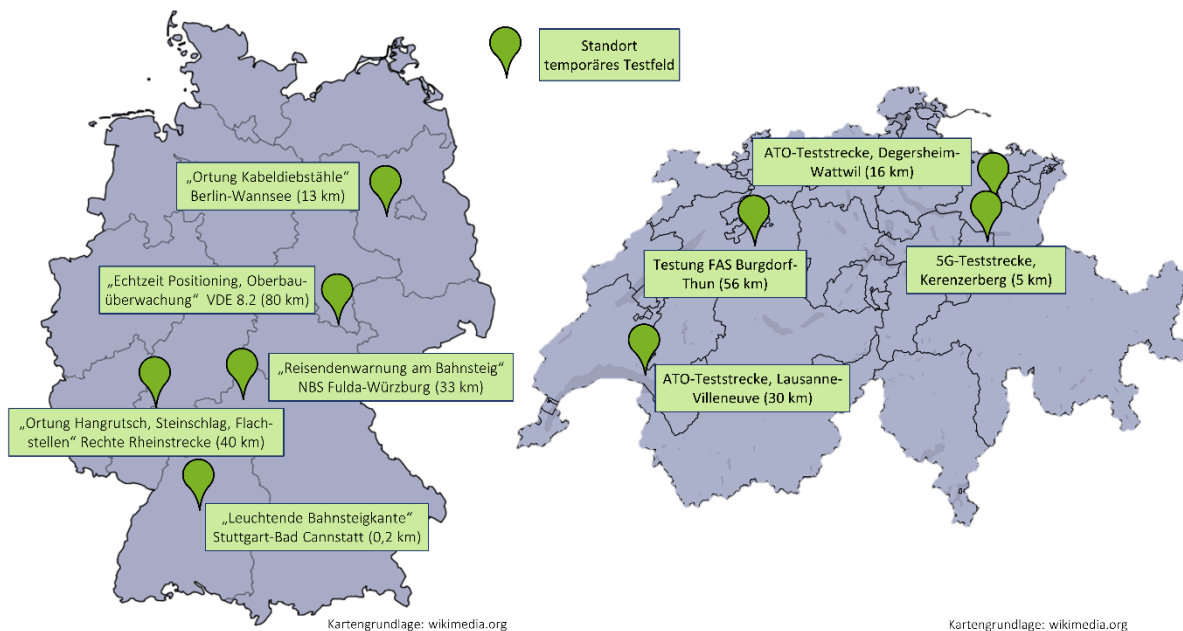


Abbildung 2.14: Kartographische Übersicht der temporären Testfelder in Deutschland und in der Schweiz (Eigene Darstellung, Kartengrundlage wikimedia.org/cleanpng.com)

2.4.1 Standorte

Es werden temporäre Testfelder an fünfzehn europäischen Standorten identifiziert, davon fünf in Deutschland, vier in der Schweiz, zwei in den Niederlanden sowie jeweils ein Standort in Norwegen, Schweden, Österreich und Rumänien. Eine kartographische Übersicht enthält die Abbildung 2.13 für Europa und die Abbildung 2.14 für Deutschland und die Schweiz.

2.4.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen

Nachfolgend wird eine Analyse der Eigentümer- und Betreiberstrukturen der temporären Testfelder vorgenommen. Sämtliche identifizierten temporären Testfelder befinden sich im Eigentum öffentlicher bzw. staatlicher EIU und weisen darüber hinaus Kooperationen mit Privatunternehmen auf (vgl. Abbildung 2.15).

Bezeichnung Testfeld	Eigentümer/Betreiber	Kooperationspartner
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fiber Optic Sensing ▪ Leuchtende Bahnsteigkante ▪ 5G-Teststrecke Kerenzberg ▪ ATO-Teststrecke Degersheim-Wattwil ▪ ATO-Teststrecke, Lausanne-Villeneuve ▪ Testung FAS Burgdorf-Thun ▪ ERTMS-Test Ski-Sarpsborg ▪ ERTMS-Test Katrineholm-Åby ▪ ATO-Test Betuweroute ▪ SATLOC Braşov-Zărneşti ▪ Sprühnebeleinrichtung Veenendaal ▪ Hitzeschutzlackierung Bludenz 	<ul style="list-style-type: none"> DB Netz AG (DEU) DB S&S AG (DEU) SBB AG (CH) SOB AG (CH) SBB AG (CH) SBB/BLS AG (CH) Banse NOR (NOR) Trafikverket (SWE) ProRail (NED) CFR (ROU) ProRail (NED) ÖBB AG (AUT) 	<ul style="list-style-type: none"> → QinetiQ/OptaSense, Frauscher Sensoric GmbH und weitere → DB Regio AG, SIUT GmbH/OpenCapacity Limited → Inauen-Schätti AG, diverse Mobilfunkanbieter → Stadler Bussnang AG, Rail Systems Engineering AG (RSE) → Siemens AG → TTG, Cubris (Hersteller von FAS) → Bombardier → Strukton Rail → Alstom → Europäische Union, UIC, FH Wels, Siemens AG → NS Reizigers, Rail Road Systems, QE Holland, DEKRA Rail → Eigenentwicklung ÖBB Infrastruktur AG

Abbildung 2.15: Übersicht der Eigentümer, Betreiber und Kooperationspartner temporärer Testfelder in Europa (Eigene Darstellung)

Die Installation der Testinfrastruktur entlang der Strecke (z. B. Lichtwellenleiter, Funkmasten) und am Bahnhof Stuttgart-Bad Cannstatt (Lichtfaserbeton) sowie die fahrzeugseitige technologische Ausrüstung (z. B. ETCS-Onboard Unit) wird bzw. wurde im Auftrag der EIU durch unterschiedliche Kooperationspartner vorgenommen. Es handelt sich um technologisch hochspezialisierte Unternehmen (z. B. Frauscher Sensoric GmbH, Inauen-Schätti AG), aber auch um Multi-Technologiekonzerne (z. B. Alstom, Bombardier, Siemens), Gleisbau-Unternehmen (z. B. Strukton Rail) oder Ingenieurbüros (z. B. Rail Systems Engineering). Einige Testvorhaben werden bzw. wurden zudem von Forschungseinrichtungen und Start-ups (z. B. SIUT GmbH) begleitet bzw. ausgewertet.

2.4.3 Testinfrastruktur

Die Testinfrastruktur der identifizierten temporären Testfelder umfasst Nachrüstungen entlang von Strecken, in einem Bahnhof und in der Regel auch fahrzeugseitige Ausrüstungen. Die temporären Testfelder der DB Netz AG wurden punktuell oder durchgängig mit Lichtwellenleitern, d. h. infrastrukturseitig ausgerüstet. Für die Erprobung des Lichtwellenleiters als Warnsystem für Reisende an Bahnsteigen (Warnung vor durchfahrenden Zügen) sowie zur Warnung vor Kollisionen aufgrund von Gegenständen im Gleis (z. B. Felsmaterial oder umgestürzte Bäume) wurden 30 km - 40 km lange Streckenabschnitte punktuell mit der Technologie ertüchtigt. Zur Detektion von Kabeldiebstählen wurde ein lediglich 13 km langer S-Bahn-Streckenabschnitt in Berlin-Wannsee nachgerüstet. Die mit 80 km längste Nachrüstung

erfolgte entlang der Neubaustrecke Verkehrsprojekt Deutsche Einheit (VDE) 8.2 Erfurt-Halle/Leipzig. Die Nachrüstung ermöglicht es, Positionen und Geschwindigkeiten fahrender Züge zu jeder Zeit, d. h. auch in Tunneln, wo keine GPS-Abdeckung möglich ist, exakt zu erfassen. Durch die Auswertung gewonnener Daten sollen zudem Infrastrukturmängel frühzeitig erkannt werden [218]. Im Bahnhof Stuttgart-Bad Cannstatt wurden im Auftrag der DB Station&Service AG und der DB Regio AG, S-Bahn Stuttgart auf einer Bahnsteiglänge von 210 Metern Lichtfaserbetonplatten verlegt. Die Technologie bringt den Bodenbelag zum Leuchten, um Reisenden günstige Wartepositionen bereits vor der Einfahrt eines Zuges anzuzeigen [70].

Temporäre Testfelder in der Schweiz umfassen sowohl infrastruktur- als auch fahrzeugseitige Investitionen. Der Abschnitt Biberlikopf-Kerenzerberg wurde auf einer Länge von ca. 5 km zusätzlich zu dem vorhandenen GSM-R-Netz und 4G-Mobilfunknetz mit 5G-Netzelementen ausgestattet, welche die Basis des zukünftigen Bahnkommunikationssystems FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) bilden. Für Testfahrten wurden Fahrzeuge mit 5G-Bordtechnologie versehen, um Erfahrungen über die Qualität der erreichbaren Netzabdeckung praxisnah zu sammeln [28]. Die Strecken Degersheim-Wattwil sowie Lausanne-Villeneuve werden zur Erprobung des automatischen Zugbetriebs ATO (Automatic Train Operation) in der Automatisierungsstufe GoA 2 (Grade of Automation 2) genutzt. Die Strecken sind mit ETCS in den Konfigurationen ETCS Level 1 Limited Supervision (ETCS L1 LS) bzw. ETCS Level 2 (ETCS L2) ausgerüstet. Testfahrzeuge wurden zusätzlich zu den vorhandenen ETCS-On-board Units (OBU) mit ATO-OBUs ausgestattet, die auf ETCS-Daten zugreifen und die Zugsteuerung übernehmen (so genanntes ATO over ETCS) [279][196]. Das temporäre Testfeld auf der Strecke Burgdorf-Thun wurde für die Untersuchung von Fahrerassistenzsystemen (FAS) zu Erreichung einer energieeffizienten Fahrweise im S-Bahn-Betrieb initiiert. Fahrempfehlungen werden den Triebfahrzeugführern auf Tablets im Regelbetrieb zur Verfügung gestellt und basieren auf aufbereiteten Infrastruktur-, Fahrzeug- und Fahrplandaten. Anpassungen an der Streckeninfrastruktur waren nicht erforderlich [247].

Das temporäre Testfeld Ski-Sarpsborg in Norwegen diente der pilothaften Anwendung von ETCS L2 FS auf einer Gesamtlänge von 80 km. Zu diesem Zweck wurden im Auftrag des EIU Banse NOR sowohl die eingleisige Streckeninfrastruktur als auch einzelne Personenzüge mit der Technologie ausgerüstet bzw. beschafft und im Regelbetrieb getestet [241]. In derselben Weise wurde in Schweden durch die Eisenbahnverwaltung Trafikverket ein etwa 40 km langes Testfeld Katrineholm-Åby eingerichtet [277]. In den Niederlanden umfasst das temporäre Testfeld Betuweroute eine Nutzung der streckenseitig vorhandenen ETCS-Infrastruktur (ETCS L2) sowie fahrzeugseitig nachgerüsteter ATO-OBU [256].

Im Fall des temporären Testfeldes Veenendaal wurde eine Wassersprühnebel-Einrichtung WSI (Water Spray-Installation) auf einer Gleislänge von ca. 0,5 km installiert. Das unmittelbar an den Außenseiten der Schienen befestigte Rohr- und Sprühsystem dient der Erhöhung der Haftreibung zwischen Rad und Schiene bei ungünstigen Witterungsverhältnissen. Zur Überprüfung der Wirksamkeit dieser Technologie wurden sowohl infrastruktur- als auch fahrzeugseitig verbaute Messinstrumente eingesetzt [15].

Bei dem Testfeld Braşov-Zărneşti in Rumänien wurde eine ca. 28 km lange eingleisige, vergleichsweise wenig befahrene Eisenbahnstrecke mit einem ETCS Radio Block Center (RBC) ausgestattet, das anstelle von GSM-R eine paketorientierte Datenübertragung via Mobilfunk (öffentliches 2 G- bzw. 3 G-Netz) unterstützt. Fahrzeugseitig wurden Investitionen u. a. in eine ETCS-ähnliche OBU, GNSS-Ortungssensoren (Global Navigation Satellite System) und Mobilfunkmodems getätigt. Mithilfe der technischen Voraussetzungen wird eine zuverlässige und zugleich kostengünstige Zugortung anhand von Mobilfunk- und Satellitendaten gewährleistet [10]. In dem temporären Testfeld Bludenz-Braz wurden Schienen auf einer Länge von ca. 5 km zwecks Hitzebeständigkeit weiß eingefärbt. Die hierfür entwickelte Technologie wurde auf einem Spezialfahrzeug installiert. Mittels Messtechnologie wird das Verformungsverhalten der spezialbehandelten Schienen im Realbetrieb untersucht [109]. Die Tabelle 2.5 enthält eine Übersicht der auf den temporären Testfeldern durchgeführten Tests.

TABELLE 2.5: TESTANGEBOT TEMPORÄRER TESTFELDER (AUSWAHL)

		ETCS/ GSM-R	FRMCS/5G	Fahrerassistenzsysteme	Satellitengestützte Zugortung	Automatisiertes Fahren	Lichtwellenleiter	Lichtfaserbeton	Wassersprühnebelanlage	Hitzeschutzlackierung
Fokus „Digitalisierung“	Fiber Optic Sensing DB Netz AG (DEU)						X			
	Leuchtende Bahnsteigkante Stuttgart-Bad Cannstatt (DEU)							X		
	ERTMS Tests Ski-Sarpsborg/Katrineholm-Åby (NOR/SWE)	X								
	SATLOC Braşov-Zărneşti (ROU)		(X)		X					
	ATO-Test Betuweroute (NED)	X				X				
	ATO-Teststrecken (CH)	X				X				
	5G-Teststrecke Kerenzerberg (CH)	(X)	X							
	Testung FAS Burgdorf-Thun (CH)			X						
„Sonstige“	Hitzeschutzlackierung Bludenz (AUT)									X
	Sprühnebelanlage Veenendaal (NED)							X		

2.4.4 Beurteilung der Testkapazitäten

Die aufgezeigten, zumeist temporär installierten Technologien stehen in der Mehrzahl der Fälle nicht für Testanfragen von Dritten zur Verfügung. Eine solche Situation liegt vor, wenn ein EIU aus kommerziellen Erwägungen Streckenausrüstungen in Auftrag gegeben hat und im Rahmen von Entwicklungskooperationen Fahrzeuge, Personal und betriebliches Knowhow für Feldtests zur Verfügung stellt. Der Nutzen der getesteten Technologien wird daher auf Seiten der Technologieausrüster und EIU generiert. Den Kooperationen zwischen Herstellern und EIU gehen zumeist öffentliche Ausschreibungen voraus. Bieter, die im dem Ausschreibungsverfahren nicht zum Zuge kommen, können das temporäre Testfeld jedoch später weder mitbegleiten, noch für eigene Testzwecke nutzen.

Einzig im Fall des temporären Testfeldes Braşov-Zărneşti in Rumänien ist eine potenzielle Nutzbarkeit der geschaffenen Testkapazitäten durch Dritte zu vermuten. Hintergrund ist die Finanzierung des Projekts im Rahmen des siebten Europäischen Forschungsrahmenprogramms und dessen Leitung durch die UIC [10], sodass eine hersteller- und betreiberneutrale Finanzierung und Ausrichtung des Projektes gewährleistet war.

2.5 Digitale Testfelder

Um realitätsnahe Tests ohne eine Beeinflussung des regulären Eisenbahnbetriebs durchführen zu können, wurde in Deutschland und Österreich jeweils eine nicht mehr im Regelbetrieb befahrene Eisenbahnnebenstrecke zum „digitalen Testfeld“ erklärt: Das „Digitale Testfeld Erzgebirge“ wurde im Jahr 2018 in Betrieb genommen, ein Jahr zuvor wurde das „Open.Rail.Lab“ im österreichischen Burgenland der Öffentlichkeit vorgestellt, wenngleich der Kickoff von konkreten Testfragestellungen dort erst 2020 erfolgte.

2.5.1 Standorte

Das Digitale Testfeld Erzgebirge umfasst eine ca. 24 km lange, eingleisige Eisenbahnnebenstrecke zwischen den Kreisstädten Annaberg-Buchholz und Schwarzenberg in Sachsen. Obwohl die Strecke seit 1997 nur noch für touristische Ausflugsfahrten und Sonderverkehre genutzt wird, konnte sie bis zur Eröffnung des Digitalen Testfeldes in einem voll betriebsfähigen Zustand erhalten werden [65]. Die Strecke weist aufgrund der Topographie des Erzgebirges zahlreiche Kurven sowie Steigungs- bzw. Gefälleabschnitte mit bis zu 25 Promille auf und ist mit 40 km/h bis 50 km/h befahrbar. Entlang der Strecke existieren mehrere Bahnhöfe und Haltepunkte (vgl. Abbildung 2-16).



Abbildung 2.16: Schematische Darstellung des Streckenverlaufs des Digitalen Testfelds Erzgebirge (Eigene Darstellung)

Das Open.Rail.Lab erstreckt sich auf einer ca. 25 km langen, eingleisigen Eisenbahnnebenstrecke zwischen Friedberg und Oberwart im österreichischen Burgenland. Die Strecke weist seit 2011 keinen regulären Personenverkehr mehr auf, wird jedoch vereinzelt von Güterzügen befahren. An der Strecke existieren mehrere Haltepunkte, Bahnübergänge sowie ein ca. 0,5 km langer Tunnel. Die Streckenführung ist teilweise kurvenreich (vgl. Abbildung 2-17). In der Vergangenheit war eine Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h möglich [190].

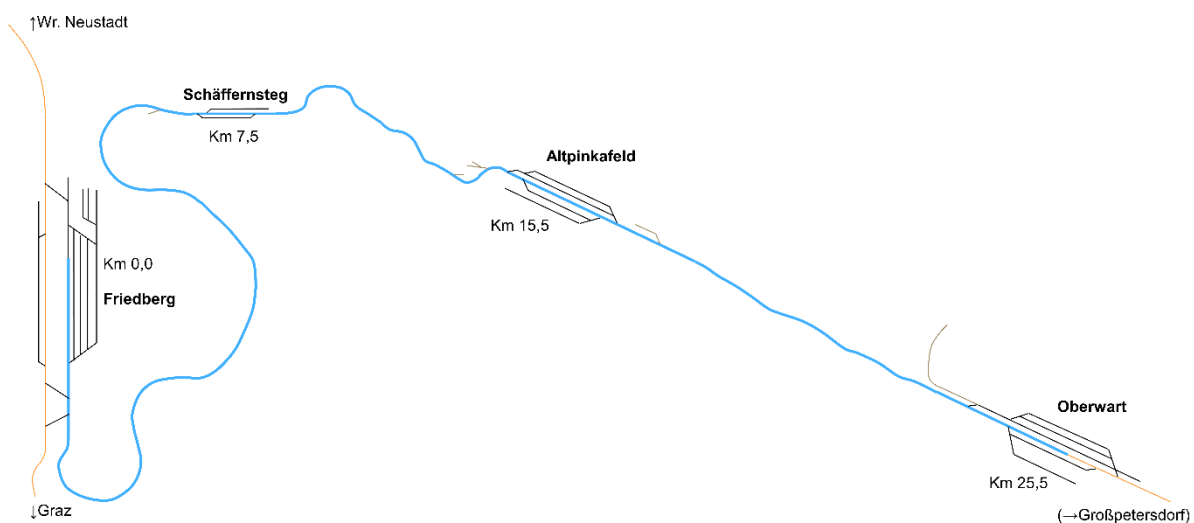


Abbildung 2.17: Schematische Darstellung des Streckenverlaufs des Open.Rail.Labs Burgenland (Eigene Darstellung)

2.5.2 Eigentümer- und Betreiberstrukturen

Sowohl das Digitale Testfeld Erzgebirge als auch das Open.Rail.Lab entstanden auf ehemals bundeseigenen, nicht mehr im Regelbetrieb durch Personenverkehr befahrenen Eisenbahnnebenstrecken. Die Eigentümerin und Betreiberin der Strecke von Annaberg-Buchholz nach Schwarzenberg ist seit 2001 die DB RegioNetz Erzgebirgsbahn GmbH. Ein geplanter Verkauf der Strecke [62] scheiterte im Jahr 2014. Am 12.04.2018 wurde die Strecke zum Digitalen Testfeld Erzgebirge erklärt, Betreiberin ist weiterhin die Erzgebirgsbahn. Parallel wurde das so genannte „Living Lab“ initiiert, das auf die Testinfrastruktur zugreift. Das Living Lab wird als „abgegrenzte Laborumgebung“ für „Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit verschiedenen Kooperationspartnern wie Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten“ beschrieben. Um die Forschung im Living Lab zu unterstützen, kooperieren die Technische Universität Chemnitz und die Deutsche Bahn AG bei dem Aufbau eines „Smart Rail Connectivity-Campus“ (SRCC) in Annaberg-Buchholz. Die Errichtung wird durch Bundesmittel in Höhe von bis zu 15 Mio. Euro unterstützt. Die Fördermittel sind für die Modernisierung und den Ausbau von Gebäuden und Mobilfunktechnologien (u. a. 5G) entlang der Strecke sowie Anschaffungs- und Umbaumaßnahmen von Schienenfahrzeugen vorgesehen [109].

Die Strecke Friedberg-Oberwart ist bis 2015 durch die ÖBB Infrastruktur AG betrieben worden, anschließend war eine Übernahme durch das Land Burgenland geplant, die jedoch erst im Jahr 2017 durch die Unterzeichnung eines Kaufvertrags rechtskräftig wurde. Eigentümerin der Strecke ist seitdem die landeseigene Verkehrsinfrastruktur Burgenland GmbH. Stand 2018 betreibt die ÖBB Infrastruktur AG jedoch die Strecke weiter. Begründet wird dies mit Investitionen in die Infrastruktur in Höhe von ca. 11 Mio. Euro, die unter der Regie der ÖBB abgewickelt werden sollen [191]. Die Investitionen werden von dem österreichischen Verkehrsministerium, dem Burgenland und Industrieunternehmen getragen. Zusätzlich kündigte das Verkehrsministerium an, Forschungsprojekte auf dem digitalen Testfeld mit jährlich 5 Mio. Euro zu fördern [192]. Das Open.Rail.Lab wird von der ÖBB Infrastruktur AG als „One-Stop-Shop-Bindeglied zwischen technologiegetriebener und kundenorientierter Innovation“ vermarktet und soll für Industrie und Forschung zur Verfügung stehen [4]. Ein erstes Forschungsverbundprojekt „Towards Automated Railway Operation“ (TARO) startete im Juni 2020 unter der Leitung der ÖBB AG und soll bis Juni 2023 andauern. In dem Projekt sind 16 Stakeholder involviert, darunter u. a. ÖBB-Tochtergesellschaften, Universitäten, Fachhochschulen und IT-Firmen [201].

2.5.3 Testinfrastruktur

Das Digitale Testfeld Erzgebirge wurde teilweise vor dessen offiziellen Eröffnung 2018 mit zukunftsweisender Infrastruktur ausgestattet. Im Jahr 2005 wurde in Annaberg-Buchholz ein elektronisches Stellwerk (ESTW) für das Schienennetz der Erzgebirgsbahn GmbH in Betrieb genommen und bis 2018 zum Digitalen Stellwerk (DSTW) erweitert. 2020 wurde angekündigt, den Haltepunkt Scheibenberg (vergleiche Abbildung 2-16) zum Zentrum des Testfeldes auszubauen. Die Planungen sehen u. a. einen Ausbau der Gleisanlagen und die Errichtung von Laboren und Arbeitsplätzen in einem neu errichteten Bahnhofsgebäude vor [188]. Die Strecke wird derzeit für ETCS in allen Anwendungsstufen bis hin zu Level 3 sowie für FRMCS bzw. 5G ertüchtigt. Vorläufig abgeschlossene Tests des vollautomatisierten wie auch des autonomen, d. h. fahrerlosen Fahrens, wurden mithilfe eines Ortungs-Referenzsystems ermöglicht, das mit GNSS gekoppelt ist [93]. Das Living Lab greift nicht nur auf die Testinfrastruktur, sondern auch regelmäßig auf die für Testzwecke ertüchtigten Dieseltriebzüge „Lucy“ und das „advanced TrainLab“ zurück. Es handelt sich um ein Fahrzeug der Baureihe 626 (konzipiert für Nebenstrecken, Höchstgeschwindigkeit 100 km/h) im Eigentum der Thales Deutschland GmbH sowie einen ICE TD/Baureihe 605 (Höchstgeschwindigkeit 200 km/h) im Eigentum der DB Systemtechnik GmbH. Bei Bedarf stellt das EVU DB Erzgebirgsbahn einen Dieseltriebzug Desiro Classic/Baureihe 642 für Testzwecke zur Verfügung [187].

Die Testinfrastruktur des Open.Rail.Lab soll als Labor für Tests im Forschungsfeld des autonomen Fahrens ertüchtigt werden. Die hierfür notwendige Testinfrastruktur wird in dem Forschungsverbundprojekt „TARO“ derzeit erarbeitet. Geplant ist u. a. die Entwicklung eines Zugsicherungssystems für Eisenbahnnebenstrecken, das ohne streckenseitige Signalanlagen auskommt, sowie energieautarker digitaler Feldelemente [201].

2.5.4 Beurteilung der Testkapazitäten

Die Testkapazitäten der dauerhaften Testfelder „Digitales Testfeld Erzgebirge“ sowie „Open.Rail.Lab“ werden derzeit insbesondere durch Forschungsverbundprojekte in Anspruch genommen. Die Forschungsaktivitäten im Fall des Open.Rail.Lab begannen Mitte 2020 unter Beteiligung von 16 Stakeholdern, sodass noch keine Ergebnisse erwartet werden können. Auf dem Digitalen Testfeld Erzgebirge wird u. a. in diesen Forschungsbereichen getestet [93]:

- Errichtung und Erprobung eines DSTW
- Prototypische Demonstration von ETCS Level 3 (Moving Block) unter Realbedingungen
- Umsetzung des Mobilfunkstandards 5G für Bahnanwendungen
- Prototypische Demonstration der Zugfernsteuerung mit 5G
- Untersuchung von Use Cases „Rail2X“

Bedeutsame Akteure in den genannten Projekten sind neben der Erzgebirgsbahn GmbH zum Beispiel die Thales Deutschland GmbH, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Vodafone und die DB Systemtechnik GmbH. Es zeichnet sich eine wiederkehrende Beteiligung dieser Akteure in Projekten des Digitalen Testfeldes Erzgebirge ab. Der im Aufbau befindliche SRCC hat sich zum Ziel gesetzt, eine deutlich größere Zahl an Akteuren – die Rede ist von mehr als 100 Industriepartnern – in zukünftige Projekte einzubinden [187].

Die Testkapazitäten der beiden Testfelder werden aus Gutachtersicht durch zwei Faktoren eingeschränkt: Zum einen ist den beiden Testinfrastrukturen gemein, dass lediglich eingleisige, nicht elektrifizierte, relativ kurze und mit geringen Höchstgeschwindigkeiten befahrene Eisenbahnstrecken mit einer trotz Ausbaumaßnahmen kapazitiv begrenzten Begleitinfrastruktur (Abstellgleise, Hallen, Bürogebäude etc.) zur Verfügung stehen. Hieraus leitet sich ein allgemein limitierender Faktor für Testaktivitäten ab. Zum anderen beschränken sich die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Testfelder bislang auf die verhältnismäßig eng gefassten Forschungsfelder Leit- und Sicherungstechnik sowie Automatisierung des Bahnbetriebs. Insofern ist davon auszugehen, dass beide Testfelder nur sehr eingeschränkt für Testaktivitäten in anderen Forschungsfeldern zur Verfügung stehen. Die Langfristigkeit der Kooperationen zwischen den Betreibern der Testfelder und bestimmten, zumeist renommierten Herstellern birgt zudem die Gefahr, dass eher kurzfristige und in Bezug auf die Investitionen eher niedrig dotierte Testvorhaben nachrangig behandelt werden.

2.6 Ergebnis der Bestandsaufnahme

Etablierte Testzentren mit Testringen bzw. Testgleisen sowie Testlabore und Prüfstände dienen in erster Linie kommerziellen Interessen der großen Schienenfahrzeughersteller und können nicht oder nur eingeschränkt für Forschungszwecke genutzt werden. Ausnahmen stellen die in Barry (South Wales) bzw. bei Tunbridge Wells (South East England) befindlichen Testgleise privater Museumsbahnen sowie die durch öffentliche Fördermittel finanzierte CTB in Madrid und das CIR in Huddersfield dar. Testzentren mit Testringen wie z. B. das PCW oder das VUZ, werden für die Zulassungsprozesse der Industrie gebraucht; freie Kapazitäten für die Forschung sind nur begrenzt und mit langer Vorlaufzeit verfügbar. Zu-

dem fehlen Testeinrichtungen, die das Testen unter Realbedingungen ermöglichen, was für die Einführung neuer Verfahren und Technologien von wesentlicher Bedeutung ist. Die langen Vorlaufzeiten und beschränkten Zugangsmöglichkeiten zu den vorhandenen europäischen Testanlagen bilden damit eine wesentliche Barriere für die Durchführung wichtiger Innovationsprojekte.

Die eisenbahnbezogene Forschung und Entwicklung digitaler Technologien setzt eine kurzfristige und flexible Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure, z. B. von Hochschulen, IT-Dienstleistern und Herstellern voraus, wie sie perspektivisch im Fall digitaler Testfelder gegeben wäre. Die derzeit vorhandenen temporären sowie dauerhaft angelegten digitalen Testfelder genügen diesen Kriterien nicht oder nur eingeschränkt. Die vorhandenen Kapazitäten werden durch tendenziell langjährig angelegte Forschungs- und Entwicklungskooperationen zwischen den Betreibern der Testfelder (EIU) sowie renommierten Herstellern in Anspruch genommen. Darüber hinaus sind die Testkapazitäten u. a. aufgrund geringer Streckenlängen, einer vorhandenen Einleisigkeit, geringen Höchstgeschwindigkeiten oder der fehlenden Elektrifizierung stark limitiert. Ein großräumig angelegtes, offenes digitales Testfeld kann dagegen kurzfristig und flexibel die notwendigen Kapazitäten für die Erprobung von schienenbezogenen Innovationen bieten und auch kleinere, weniger am Markt etablierte Unternehmen oder auch Unternehmen anderer Wirtschaftszweige und nicht kommerzielle Forschungseinrichtungen unterstützen.

3 Ziele und Forschungsschwerpunkte des Testfelds

Durch die Einrichtung des offenen digitalen Testfelds sollen notwendige Innovationsprozesse durch Auftragsforschung und die Förderung von Forschung und technologischer Entwicklungen angestoßen und vorangetrieben werden. Um dieses Vorhaben realisieren zu können, hebt sich das offene digitale Testfeld nicht nur durch seine räumliche Ausdehnung von bereits vorhandenen Testeinrichtungen ab, sondern bewusst auch in seiner Zielsetzung. Neben dem Beitrag zur rein Schienenverkehrs-bezogenen Forschung soll das Testfeld auch als ein Baustein in der „Europäischen Modellregion“ Lausitz zum „gelungenen Strukturwandel“ beitragen.

3.1 Zielsetzung

Mit der Einrichtung des Testfelds wird ein neues Angebot an Forschungsmöglichkeiten geschaffen und so eine Lücke in der bestehenden Forschungslandschaft geschlossen. Zur Förderung der anwendungsorientierten Forschung wird das Testfeld als neutrale Plattform zur Kooperation zwischen Forschung und Wirtschaft agieren und den Strukturwandel in der Lausitz unterstützen. Im Detail werden die folgenden fünf Zielsetzungen verfolgt.

Offener einfacher Zugang für Akteure im Bereich des Schienenverkehrs

Das offene digitale Testfeld bietet kurzfristige und flexibel verfügbare Kapazitäten für die Erprobung von schienenbezogenen Innovationen. Neben den etablierten Akteuren sollen hier auch kleinere, weniger am Markt etablierte Unternehmen oder auch Unternehmen anderer Wirtschaftszweige und nicht kommerzielle Forschungseinrichtungen, die notwendigen Rahmenbedingungen zur Erprobung ihrer Technologien und Ideen vorfinden. Das DZSF unterstützt die Durchführung der Tests organisatorisch, indem es als „One-Stop-Shop“ für den Sektor agiert.

Bereitstellung der Grundausrüstung für neue technologische Entwicklungen

Das offene digitale Testfeld stellt die notwendige Basisausstattung bereit. Die Erforschung und Erprobung von zukunftsweisenden Technologien im Bereich der Automatisierung und Digitalisierung werden somit schnell ermöglicht. Die vorhandene Schieneninfrastruktur der Region zwischen Halle (Saale), Cottbus und Niesky bietet dafür großes Potential. Einige Tests können bereits kurzfristig erfolgen, andere erfordern eine technische Nachrüstung der vorhandenen Infrastrukturanlagen. Dazu zählt z.B. die flächendeckende Versorgung mit einer hochleistungsfähigen mobilen Datenübertragung sowie die (partielle) Ausrüstung mit ERTMS.

Erprobung unter Realbedingungen

Das offene digitale Testfeld ermöglicht als einziges Testfeld in Europa die Erprobung neuer Technologien und weiterer Innovationen auf etwa 350 km Streckenlänge unter Realbedingungen. Damit schließt das DZSF eine erhebliche Lücke in der bestehenden Forschungslandschaft. Durch die Forschung unter Realbedingungen können Fragestellungen erforscht werden, die auf den existierenden Testeinrichtungen nicht umsetzbar sind, wie z. B. Fragestellungen zum Lärmschutz, zum Umwelt- und Klimaschutz, Forschung zum automatisierten Fahren.

Das gesamte Themenspektrum der Schienenverkehrsforschung lässt sich innerhalb des Testfelds abbilden, da es regulär genutzte Strecken, stillgelegte Strecken mit Option zur Reaktivierung sowie die Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohlereviere zur perspektivischen Nachnutzung umfasst.

Etablierung einer neutralen Plattform zur Kooperation von Wirtschaft und Wissenschaft

Die Einrichtung dieses Testfelds unter der Leitung des DZSF als unabhängige Ressortforschungseinrichtung des BMVI fördert die langfristige Zusammenarbeit von Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Verwaltungen und Betreibern bei der Entwicklung von innovativen Lösungen für den Schienenverkehr.

Unterstützung des Strukturwandels in der „Europäischen Modellregion“ Lausitz

Das Testfeld umfasst Regionen der Bundesländer Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen. Das Testfeld fördert die enge Verzahnung von Wissenschaft und Industrie. Die Nähe zu wichtigen Forschungseinrichtungen sowie zu zahlreichen Unternehmen macht die Region zu einem idealen Standort. Somit trägt die Einrichtung eines Testfelds maßgeblich zur Sicherung und Anziehung von hoch qualifizierten Fachkräften und dem Ausbau tragender Infrastrukturen (Verkehr, Wissenschaft, digitale Netze, Daseinsvorsorge) in der Region Lausitz bei. Das Testfeld eröffnet den sich in unmittelbarer Nähe befindlichen Braunkohlereviere eine Perspektive für die Zeit nach dem Braunkohle-ausstieg z. B. durch eine sinnvolle Weiternutzung der vorhandenen Eisenbahninfrastrukturen.

3.2 Forschungsschwerpunkte

Die Themenfelder Wirtschaftlichkeit, Umwelt und nachhaltige Mobilität sowie Sicherheit des Bundesforschungsprogramm Schiene [33] bilden den Rahmen für die folgenden Forschungsschwerpunkte des Testfelds:

- Innovationen für Fahrzeuge und Infrastruktur
- Autonomes Fahren, der Zugsicherung und Digitalisierung
- Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutz
- Innovationen zum Lärmschutz

Den Forschungsschwerpunkten lassen sich weitere elf Forschungsfelder zuordnen, welche die Anforderungen des Sektors widerspiegeln. Abbildung 3.1 zeigt das resultierende Bild der übergeordneten Themen des Bundesforschungsprogramm Schiene (dunkelgrau) der vier Forschungsschwerpunkte des Testfelds (hellgrau) und der elf Forschungsfelder (blau).

Die Anforderungen an das Testfeld werden dem Abschlussbericht der Arbeitsgruppe 5 „Innovationen fördern“ (AG 5) des Zukunftsbündnis Schiene entnommen [35] und ergänzt. Die im Abschlussbericht der AG 5 diskutierten Themen sind vielfältig wie auch unterschiedlichen Typs, sodass die Forschungsfelder aus der Vielzahl der genannten Themen herausgearbeitet werden müssen. Dies geschieht mittels einer klaren Trennung der Themen nach Forschungsfeldern, Technologievarianten und Zielen. Diese Systematisierung ist notwendig, um konkrete Anforderungen an ein offenes digitales Testfeld ableiten zu können. Abbildung 3.2 zeigt exemplarisch das Vorgehen der Zuordnung der „Alternativen Antriebe“ als übergeordnetes Forschungsfeld, die „Wasserstofftechnologie“ als Variante und die „Emissionsminderung“ als Ziel des Forschungsfeld.

Die Technologievarianten (vgl. Abbildung 3.2) lassen sich häufig mehreren Forschungsfeldern zuordnen. Beispielsweise lässt sich die „Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ sowohl dem Forschungsfeld „Alternative Antriebe“ als auch dem Feld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ oder allgemeiner den „Fahrzeugen“ zuordnen. Zur Vermeidung von Doppelnennungen werden die Technologie-

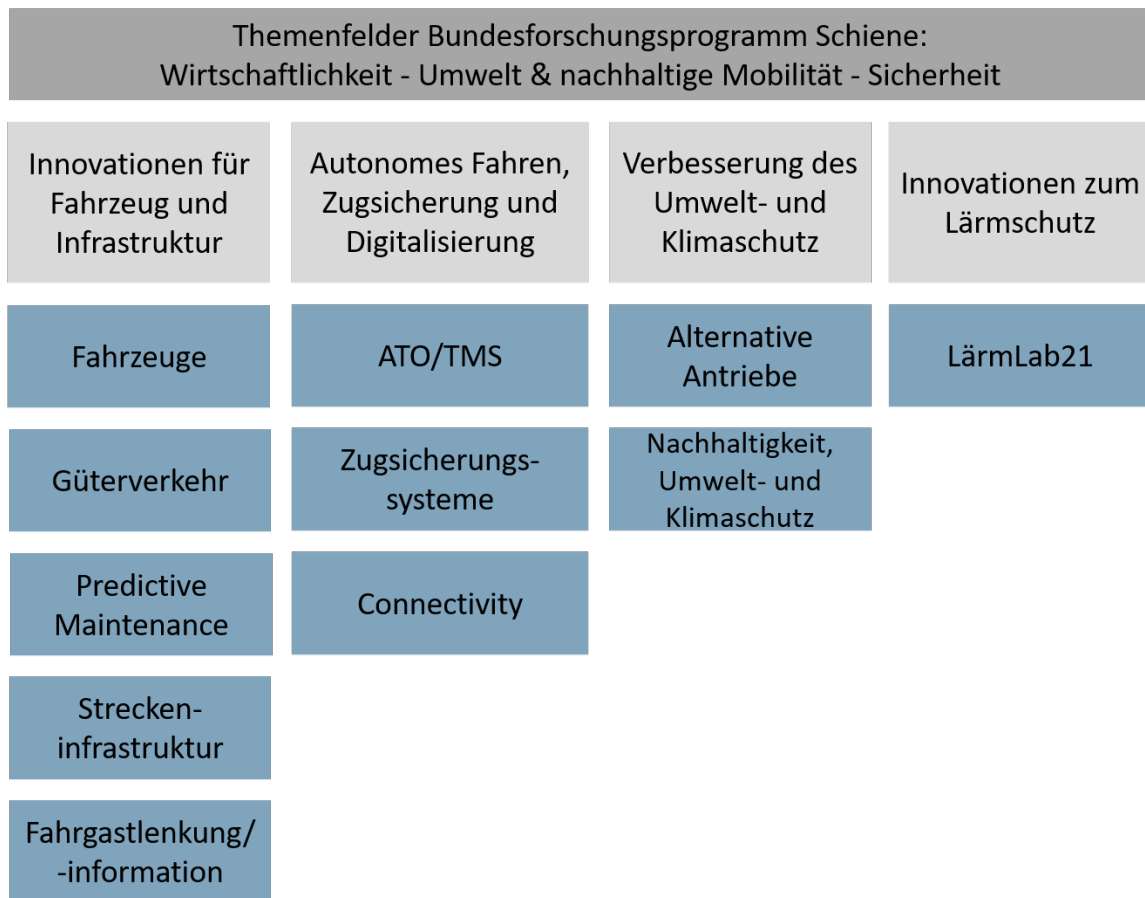


Abbildung 3.1: Themenfelder, Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder im Überblick (Eigene Darstellung)

varianten nur einem übergeordneten Forschungsfeld zugeordnet aber die möglichen weiteren Zuordnungen im Anhang 1 (Kapitel 13.1) dargestellt. Eine detaillierte Betrachtung der Varianten und Ziele erfolgt getrennt nach den einzelnen Forschungsfeldern im Kapitel 5.2. In diesem Kapitel werden daraus die Anforderungen und notwendigen Nachrüstungen an das Testfeld abgeleitet. Welche Eigenschaften und Ausrüstungen das bestehende Streckennetz aufweist, wird im nachfolgenden Kapitel beleuchtet.

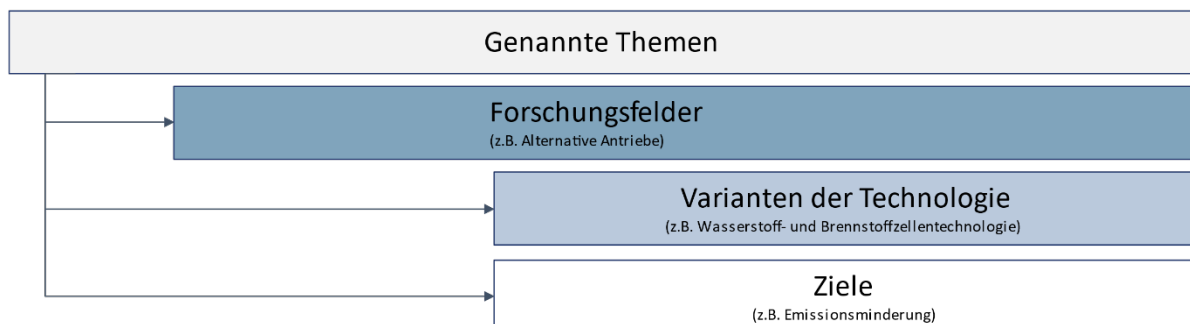


Abbildung 3.2: Exemplarische Darstellung der Zuordnung der Themen (Eigene Darstellung)

4 Beschreibung des Streckennetzes und der Umgebung im Bereich des Testfelds

Das offene digitale Testfeld soll im Bereich zwischen Halle (Saale), Cottbus und Niesky eingerichtet werden. Neben regulär genutzten Strecken befinden sich in diesem Bereich auch stillgelegte Strecken mit Option zur Reaktivierung sowie die Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohlereviere zur perspektivischen Nachnutzung. Durch dieses breite Angebot unterschiedlicher Streckencharakteristika können für viele Fragestellungen die passenden Versuchsbedingungen bereitgestellt werden. Damit kann sich das Testfeld von vielen bereits bestehenden Testeinrichtungen abheben und einen Schwerpunkt auf Untersuchungen unter Realbedingungen setzen. Insbesondere Technologien, deren Untersuchung die Interaktion mit dem realen Betrieb benötigt, finden so optimale Bedingungen. Neben der Erprobung von rein technischen Systemen eröffnet das Testfeld im Gegensatz zu üblichen Testeinrichtungen des Schienenverkehrs zudem realitätsnahe Bedingungen zur Forschung im Bereich Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz.

Um notwendige Nachrüstungen ermitteln zu können, erfolgt eine Bestandsaufnahme und Beschreibung des Streckennetzes im Bereich des Testfelds. Basierend auf dieser Ermittlung kann auch abgeleitet werden, welche Untersuchungen auf der Bestandsinfrastruktur bereits heute bzw. kurzfristig durchführbar sind. Aufgrund der Bandbreite der Forschungsfelder wie auch der verfolgten Ziele erfolgt nicht nur eine rein technische Beschreibung der Streckeneigenschaften, sondern auch des Streckenumfelds und des auf den Strecken stattfindenden Verkehrs. Die Beschreibung der Umgebung umfasst u. a. Schutzgebiete, die Bevölkerungsdichte und die im Bereich ansässigen Akteure. Zur Abrundung der recherchierten Eigenschaften wurde im September 2020 eine Fotodokumentation der Strecken, Bahnhöfe und angrenzender Bereiche durchgeführt, die im Anhang 3 (Kapitel 13.2) in Auszügen enthalten ist. Als weiteres Resultat der Bereisung konnten bereits drei potenzielle Standorte zur Einrichtung des Betriebsgeländes des Testfelds identifiziert werden. Die Vorschläge beruhen rein auf der Inaugenscheinnahme der Gelände und bedürfen daher einer tiefergehenden Prüfung, sofern diese weiterverfolgt werden sollen.

4.1 Technische Beschreibung der Strecken

Das Streckennetz zwischen Halle (Saale), Cottbus und Niesky umfasst neben regulär genutzten Strecken auch stillgelegte Strecken mit Option zur Reaktivierung und die Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohlereviere zur perspektivischen Nachnutzung. Für die sich im Betrieb befindlichen Strecken der DB Netz AG lassen sich umfangreiche Eigenschaften recherchieren, die nachfolgend kartografisch dargestellt werden. Die Beschreibung der übrigen Strecken erfolgt weniger detailliert. Insbesondere für die sich im Betrieb befindlichen Kohlenbahnen sind weder detaillierte Informationen recherchierbar, noch sind diese Strecken außerhalb der Werksgelände einsehbar. Abbildung 4.1 zeigt die sich in Betrieb befindlichen Strecken im Bereich zwischen Halle (Saale), Cottbus und Niesky mit ihren Streckennummern.

Das Streckennetz der sich in Betrieb befindlichen Strecken ist ca. 850 Strecken-km lang und größtenteils sowohl zweigleisig ausgebaut als auch elektrifiziert, wie die Abbildungen 4.2 und 4.3 zeigen.

Details zur Elektrifizierung in Bezug zu höchsten zulässigen Strömen sind im Anhang zu finden (Abbildung 13.16 und Abbildung 13.17). Tabelle 4.1 enthält Details zur Streckenlänge. Dabei werden zunächst die Hauptstrecken im Bereich des geplanten Testfelds aufgelistet. Im unteren Bereich der Tabelle werden potenzielle weitere Strecken des Testfelds aufgeführt. Neben der Streckenlänge sind auch die ungefähren Start- und Endpunkte der Strecken und die jeweiligen Streckenkilometer angegeben.

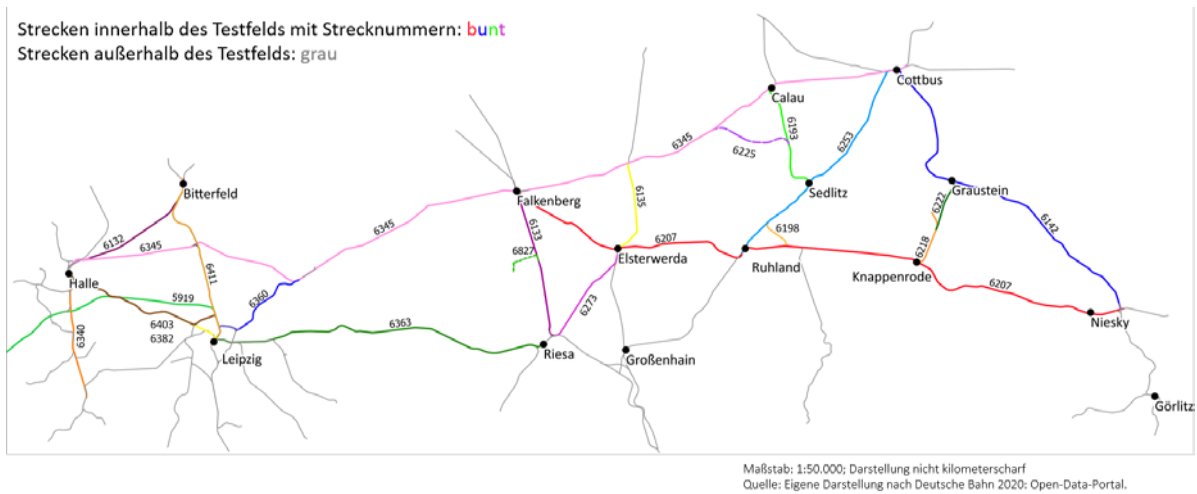


Abbildung 4.1: Darstellung der in Betrieb befindlichen Strecken im Bereich Halle (Saale), Cottbus und Niesky (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

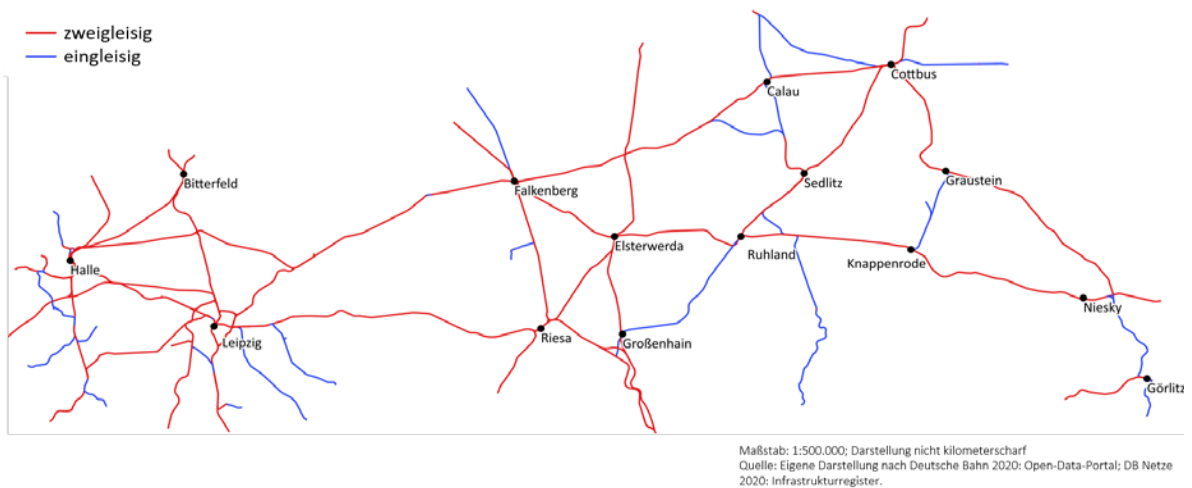


Abbildung 4.2: Darstellung der ein- und zweigleisig ausgebauten Stecken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

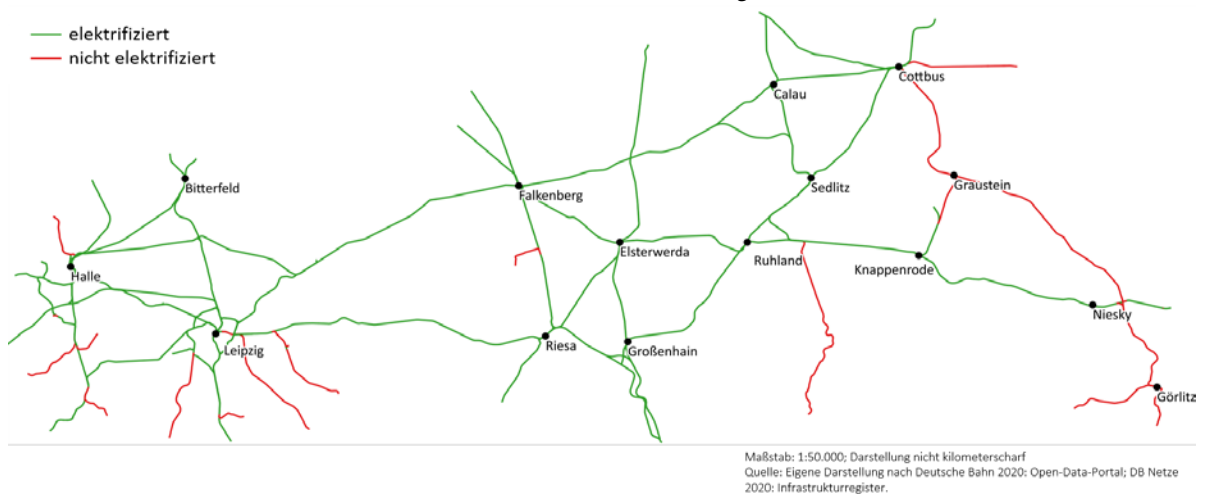


Abbildung 4.3: Darstellung der elektrifizierten und nicht elektrifizierten Stecken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

TABELLE 4.1: LÄNGEN DER STRECKEN INNERHALB DES BEREICHS DES TESTFELDS

Streckennummer	von – bis [km]		Streckenkilometer [km]
6142	113,3 – 190,0	Cottbus – Mückenhain	78,4
6207	15,5 – 154,9	Horka – Falkenberg	127,3
6345	47,0 – 175,9	Eilenburg – Cottbus	127,7
6360	1,7 – 23,0	Leipzig Nord – Eilenburg	19,7
Länge der Hauptstrecken			353,1 km
6133	108,8 – 141,6	Falkenberg – Röderau	30,5
6135	99,9 – 124,6	Doberlug-Kirchhain – Elsterwerda	21,6
6193	97,0 – 126,6	Calau – Senftenberg	24,4
6198	-0,7 – 7,3	Brieske – Peickwitz	9,5
6218	1,6 – 13,2	Kanppenrode – Spreewitz	11,5
6222	9,7 – 20,3	Spreewitz Süd – Graustein	10,6
6225	0,1 – 16,7	Lindthal – Altdöbern Süd	16,6
6253	23,0 – 80,9	Ruhland – Cottbus	52,4
6273	0,0 – 20,6	Zeithain – Elsterwerda	19,0
6363	-0,1 – 65,8	Leipzig Hbf. – Riesa	65,9
6827	-0,8 – 6,8	Mühlberg – Neuburxdorf	18,8
6340	0,0 – 23,8	Halle Hbf. – Großkorbetha	23,8
5919	269,3 – 311,9	Dörstewitz – Leipzig Hbf.	42,6
6403	86,0 – 118,0	Halle Hbf. – Leipzig Messe Süd	32,0
6382	0,0 – 9,3	Leipzig-Wahren – Leipzig Hbf.	9,3
6132	131,6 – 161,6	Bitterfeld – Halle Hbf.	30,0
6345	-0,3 – 47,0	Halle Hbf. – Eilenburg	47,3
6411	48,5 – 81,3	Bitterfeld – Leipzig Hbf.	32,8
Länge Ergänzungsstrecken			498,6 km
Summe (Gesamtlänge)			849,7 km

Das Netz ist fast vollständig mit punktförmiger Zugbeeinflussung (PZB) ausgerüstet. Eine Ausnahme stellt die Strecke 6827 von Neuburxdorf nach Mühlenberg dar, die im Zugleitbetrieb nach DB-Richtlinie (Ril) 436 betrieben wird. Über eine Ausrüstung mit linienförmiger Zugbeeinflussung (LZB) verfügen die Strecken zwischen Leipzig und Riesa (6363) und zwischen Leipzig und Bitterfeld (6411). Die LZB-Ausrüstung geht mit einer Streckenmaximalgeschwindigkeit von bis 200 km/h einher, während die übrigen Strecken größtenteils Maximalgeschwindigkeiten bis 100 km/h bzw. 120 km/h erlauben. Mit der Strecke 5919 Erfurt – Halle, als Teil des Verkehrsprojekts Deutsche Einheit Schiene Nr. 8.2 (VDE 8.2), gibt es im betrachteten Bereich eine Strecke, die mit ETCS Level 2 ausgerüstet ist und Geschwindigkeiten von über 200 km/h ermöglicht. Im Dezember 2020 ist neu ETCS Level 2 auf der Strecke 6135 (Berlin – Dresden) im Bereich zwischen Zossen und Rückersdorf in Betrieb gegangen. Eine vollständige kartografische Darstellung der Zugsicherungssysteme im Untersuchungsbereich enthält der Anhang 2 (Kapitel 13.2). Abbildung 4.4 zeigt die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten für alle Strecken im Bereich.

Im betrachteten Bereich sind alle Stellwerksbauformen mit Ausnahme von digitalen Stellwerken (DSTW) (d. h. mechanische Stellwerke, elektromechanische Stellwerke, Relaisstellwerke und elektronische Stellwerke) vorhanden. In vielen Bereichen deckt sich das Bild der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten mit der Menge von Bahnübergängen auf den Strecken, wie Abbildung 4.5 zeigt. Auf allen mit hohen Geschwindigkeiten befahrenen Strecken wurden die Bahnübergänge zurückgebaut. Einzelne, auf den Strecken dargestellte Bahnübergänge gehören zu Gleisanschlüssen, wie im Fall des mit Lichtzeichen/Blinklicht gesicherten Bahnübergangs auf der Strecke 6411 zwischen Leipzig und Bitterfeld. In diesem konkreten Fall handelt es sich um den Gleisanschluss eines Entsorgungs- und Recyclingunternehmens sowie eines ehemaligen Metallwerks in Rackwitz.

Zurückgebaute Bahnübergänge resultieren in der Regel in niveaufreien Kreuzungen, die in Abbildung 4.6 als kleine Brücken dargestellt sind. Die großen Brücken auf den Strecken zwischen Leipzig und Falkenberg bzw. Riesa überqueren die Elbe und die Mulde.

Ein Blick auf die in der Abbildung 4.7 dargestellten Tunnel bestätigt, dass der gesamte Bereich des Testfelds in einer relativ flachen Topographie liegt. Der City-Tunnel in Leipzig ist der längste Tunnel im Untersuchungsbereich.

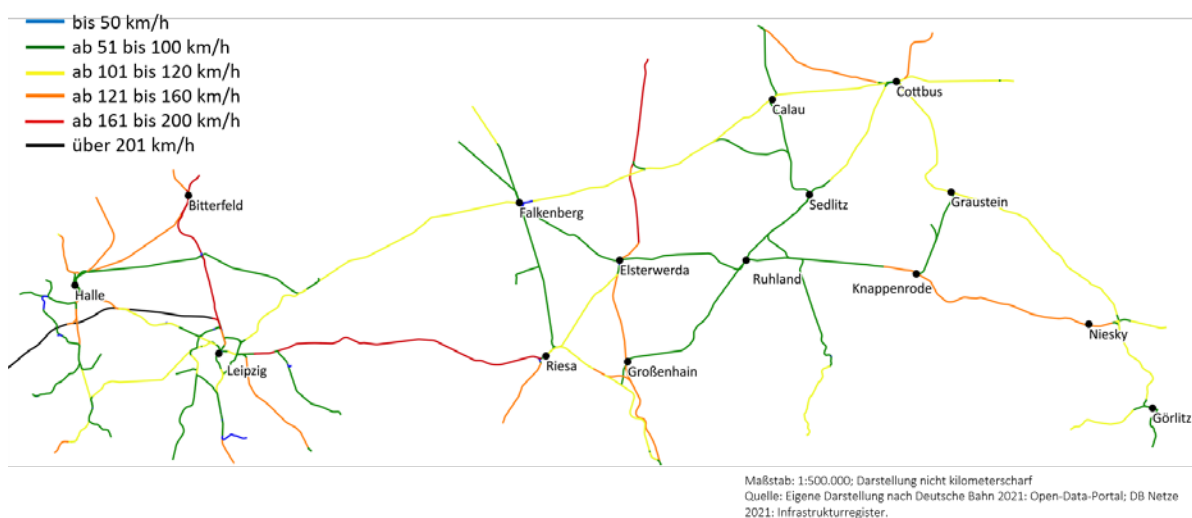


Abbildung 4.4: Darstellung der maximal zulässigen Streckengeschwindigkeiten im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

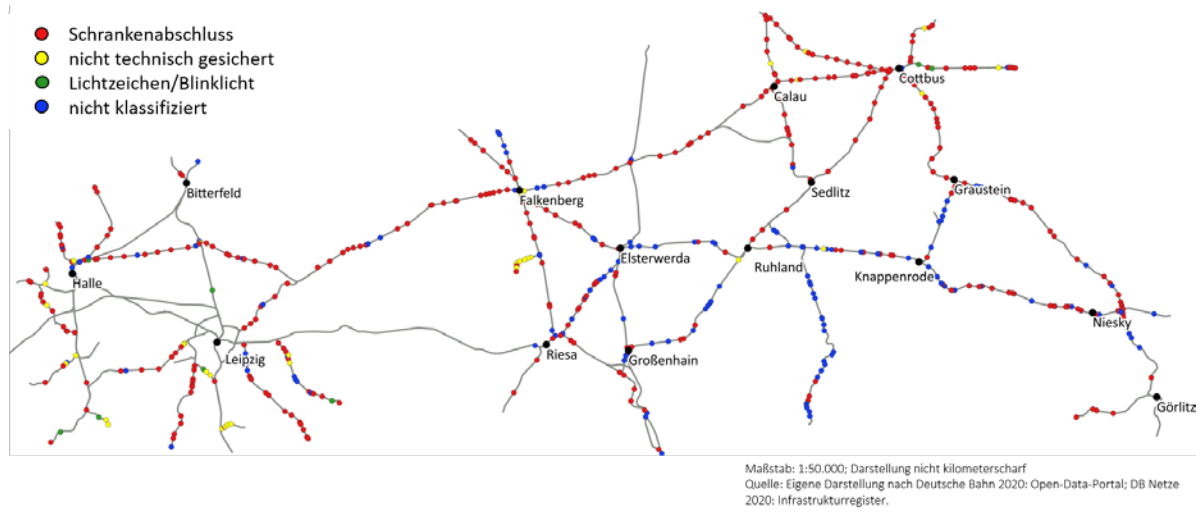


Abbildung 4.5: Bahnübergänge im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)



Abbildung 4.6: Brücken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

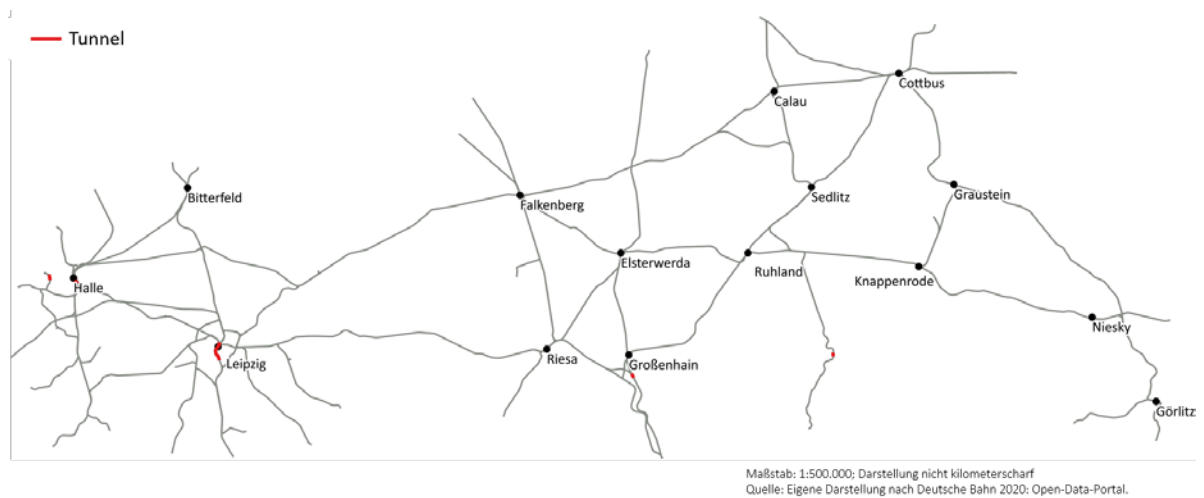


Abbildung 4.7: Tunnel im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Abbildung 4.8 zeigt die im Bereich des Testfelds verfügbare Kommunikation für den Sprech- und Datenfunk. Fast das gesamte Streckennetz verfügt über eine GSM-R-Abdeckung. Lediglich die im Untersuchungsraum liegende Strecke 6142 zwischen Neuhausen und Horka wird noch mit analogem Zugfunk betrieben. Für die Strecke 6827 Neuburxdorf – Mühlberg sind keine Angaben verfügbar, da die Strecke nicht zum Netz der DB Netz AG gehört.

Aus Abbildung 4.9 wird ersichtlich, dass viele Strecken im Bereich des Testfelds Teil Transeuropäischer Netze (TEN) sind. Der Abschnitt Falkenberg – Horka ist zudem Teil des Güterverkehrskorridors 8.

Auf den Strecken verkehrt sowohl der Personenfern- und -nahverkehr als auch der Schienengüterverkehr. Welche Strecken regulär von artreinen Verkehren bzw. im Mischverkehr genutzt werden, geht aus Abbildung 4.10 hervor. Insbesondere im östlichen Bereich des Testfelds sind reine Güterverkehrsstrecken ohne regulären Personenverkehr vorzufinden.

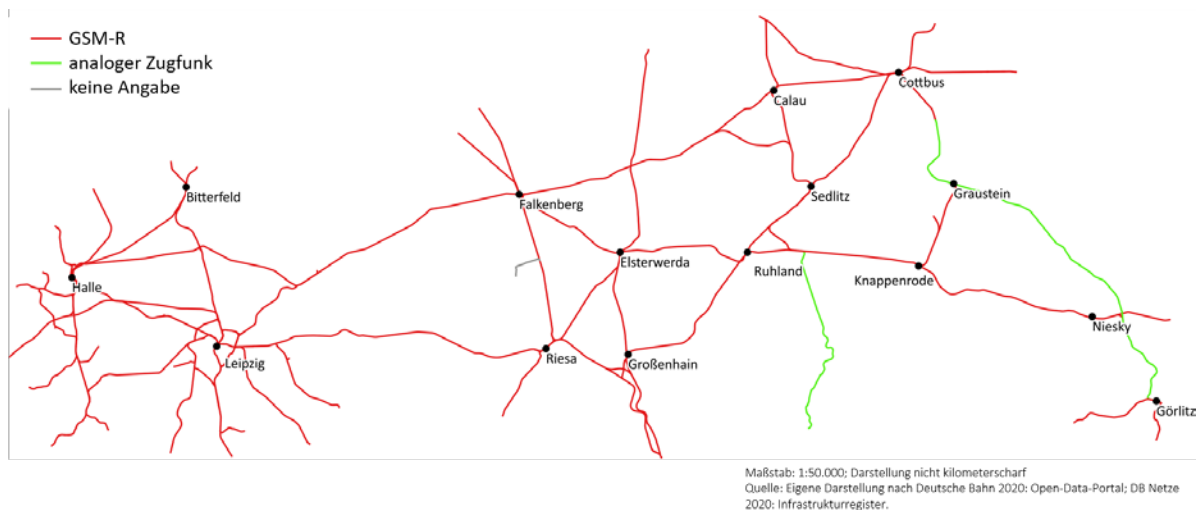


Abbildung 4.8: Verfügbare Kommunikationssysteme im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

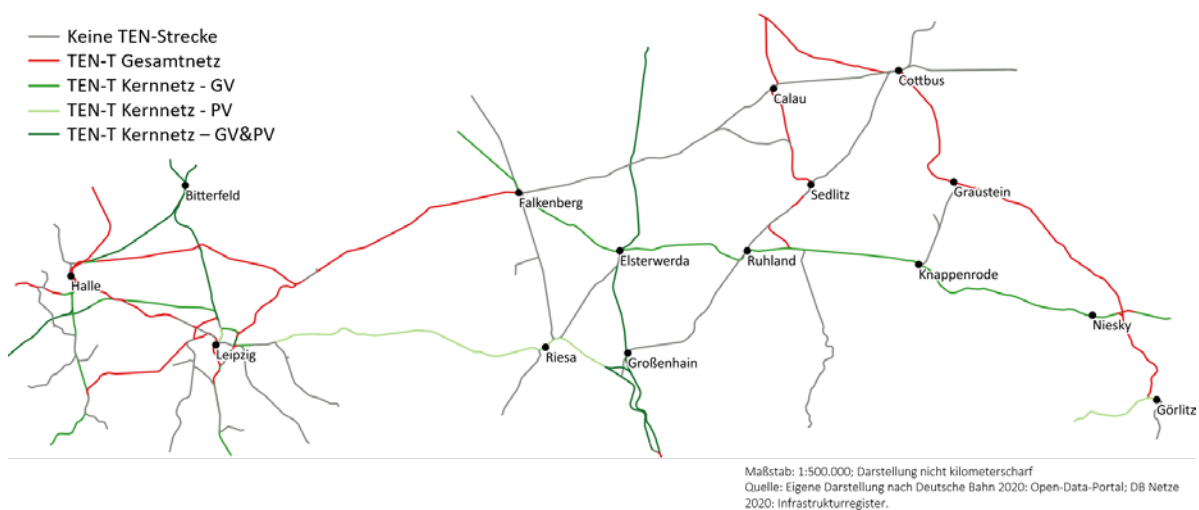


Abbildung 4.9: Übergeordnete Netzfunktionen der Strecken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

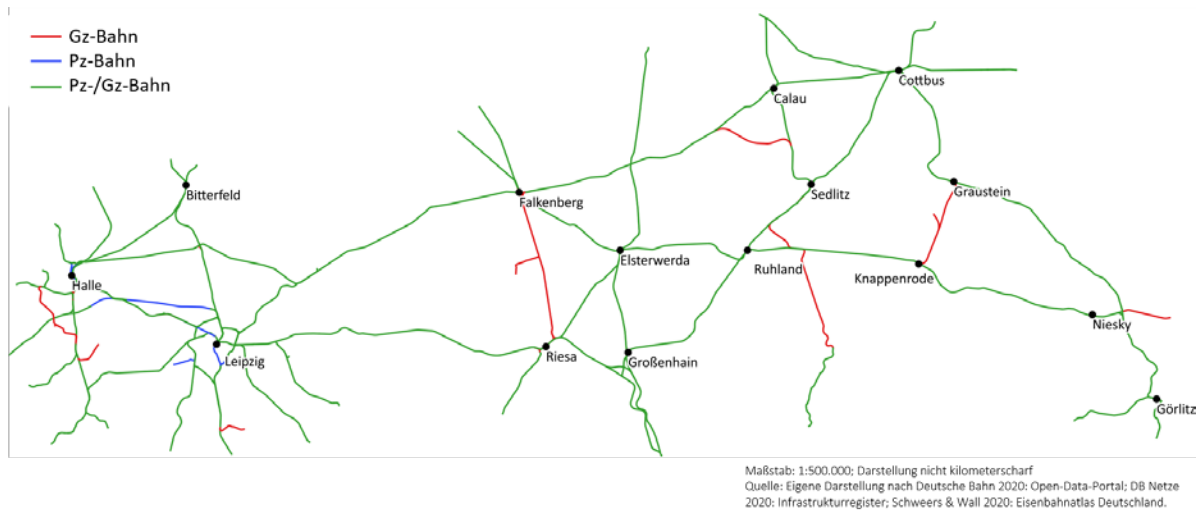


Abbildung 4.10: Pz-/Gz- und Mischverkehrsstrecken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

In den folgenden beiden Abbildungen sind Netzgrafiken zur Darstellung des heutigen und des geplanten Verkehrsgeschehens auf den Strecken dargestellt. Abbildung 4.11 zeigt den Fahrplan 2020 und angedeutet den Güterverkehr ohne Angaben zum Takt.

Zur Abschätzung des künftig zu erwartenden Aufkommens zeigt die Abbildung 4.12 die Personenverkehrs-Netzgrafik in Anlehnung an den dritten Gutachterentwurf des Deutschland-Takts. Die Güterverkehrs-Netzgrafik ist zur Information in Anhang in Abbildung 13.20 enthalten. Die Zugzahlen und Taktlagen können aber keinen heutigen Zahlen gegenübergestellt werden.

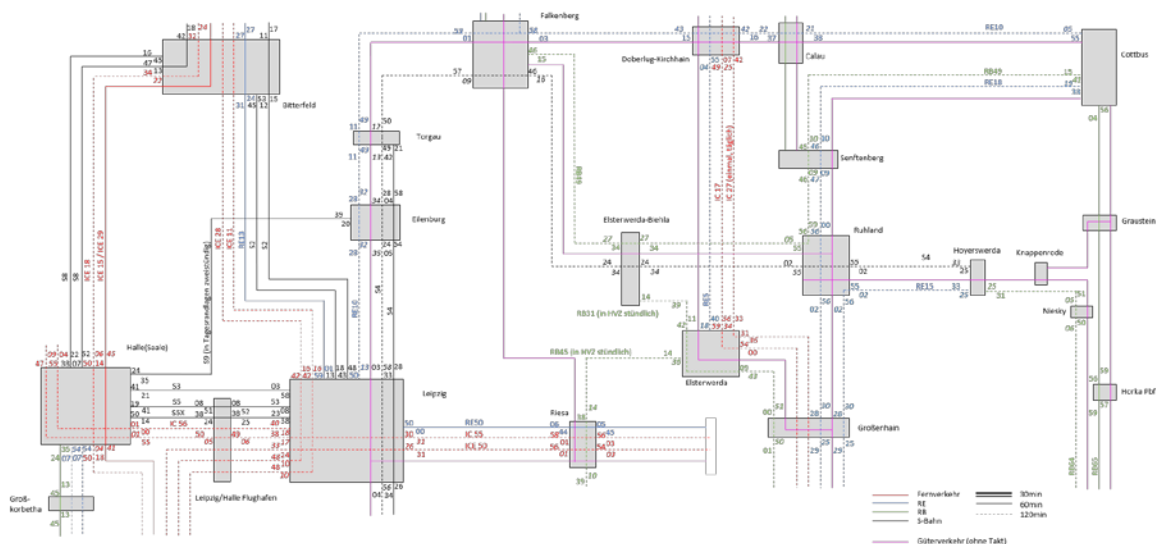


Abbildung 4.11: Netzgrafik 2020 (Eigene Darstellung, Datenbasis: bahn.de)

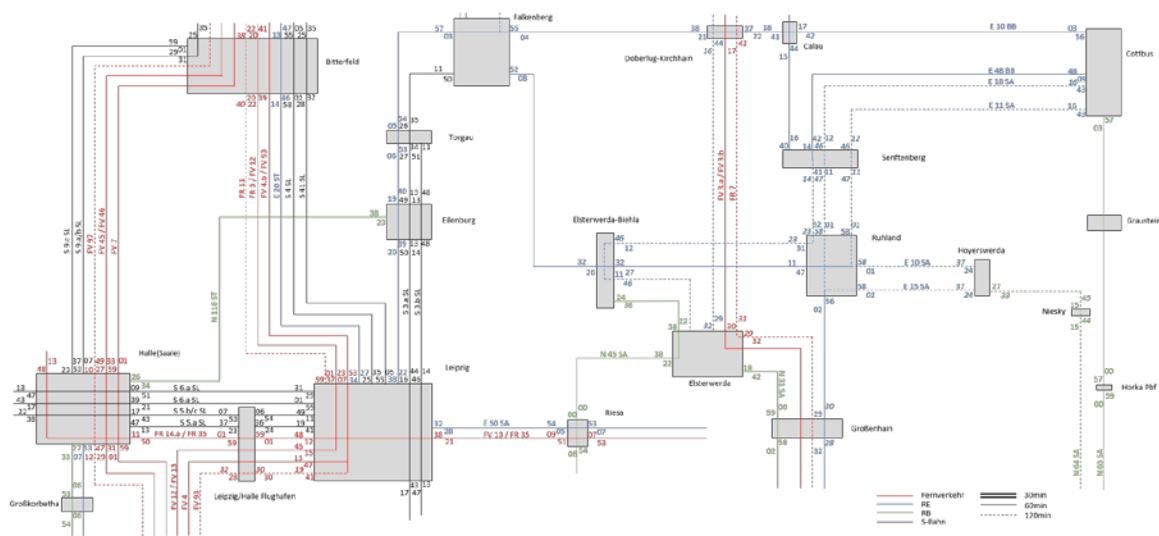


Abbildung 4.12: Netzgrafik 2030 (Eigene Darstellung, Datenbasis: D-Takt, 3. Gutachterentwurf)

Vergleicht man die heutigen mit den zukünftig geplanten Trassen des Personenverkehrs, so zeigt sich in keinem Bereich eine Reduzierung des Angebots. In vielen Bereichen tritt hingegen eine Verstärkung der Verkehre ein, die beispielsweise zwischen Torgau und Falkenberg in einem 30-Minuten-Takt resultieren statt der heute nur stündlich angebotenen Verbindung. Auf den Strecken Ruhland – Hoyerswerda oder auch beispielsweise Horka – Cottbus ist hingegen keine Verdichtung des Angebots geplant. Vorbehaltlich der Streckennutzung durch Güterverkehr kann von möglichen Trassenkapazitäten für das Testfeld ausgegangen werden.

Einen Überblick über Gleisanschlüsse des Güterverkehrs im Bereich enthält die Abbildung 4.13. Dabei sind sowohl aktiv genutzte wie auch nicht mehr aktiv genutzte Gleisanschlüsse dargestellt.

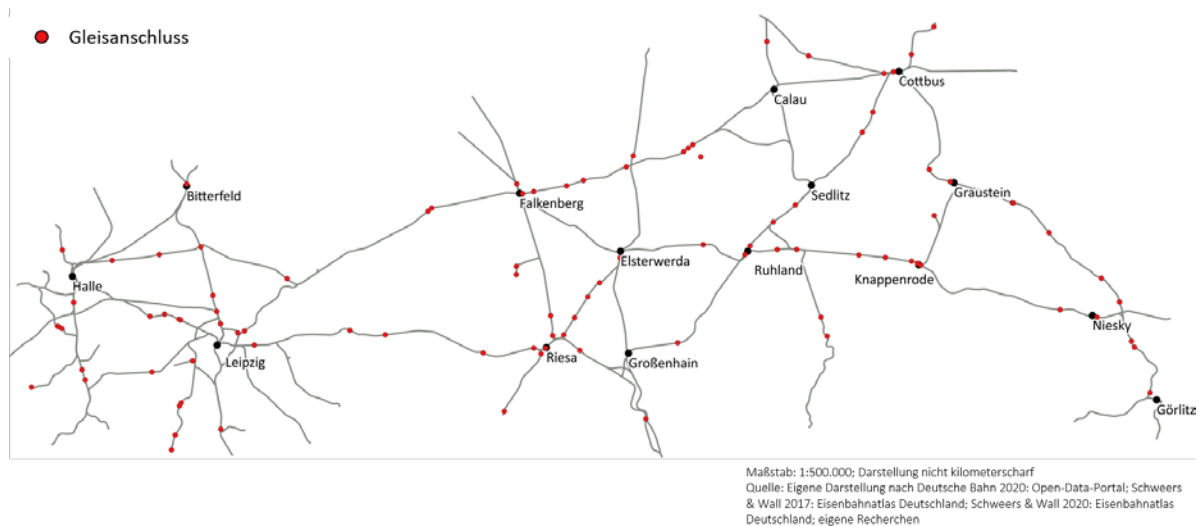


Abbildung 4.13: Gleisanschlüsse im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Bedingt durch die Charakteristik des Testfelds eignet sich dieses besonders für Testfahrten, die aufgrund ihrer hohen Technologiereife im regulären Verkehr „mitschwimmen“ können. Um Eingriffe in den Verkehr möglichst gering zu halten, sollte versucht werden, Testaktivitäten in den Betrieb zu integrieren. Sperrpausen sollten die Ausnahme bleiben und möglichst immer dazu genutzt werden, koordiniert mehrere Testaktivitäten parallel ablaufen zu lassen.

Eine längerfristige Entwicklungsperspektive bieten die stillgelegten Strecken und die Werkbahnen der Braunkohleförderung im Bereich des Testfelds, welche in Abbildung 4.14 skizziert sind. Die Reaktivierung von Strecken sowie die längerfristig denkbare Übernahme von Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohle ermöglicht eine deutliche Erweiterung des Testportfolios für Technologien geringerer Reifegrade. Nutzbare Strecke ohne Regelverkehr bieten darüber hinaus die Möglichkeit unabhängig von Fahrplänen flexibler Testfahrten durchzuführen. Bei der Nachnutzung von Kohlebahnen ist zu beachten, dass diese zwar häufig elektrifiziert sind, aber wie im Fall der Werksbahn der Lausitzer Energie AG (LEAG) eine eigene Stromversorgung mit 2,4 kV Gleichspannung aufweisen [200].

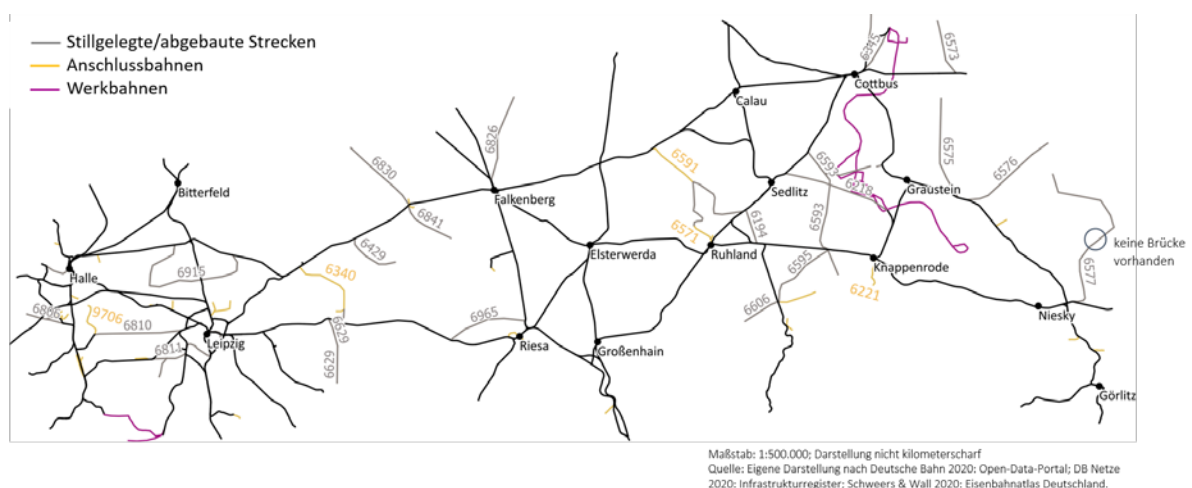


Abbildung 4.14: Stillgelegte/abgebaute Strecken, Anschluss- und Werkbahnen (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

In Abbildung 4.14 sind die Anschlussbahnen nur stark vereinfacht dargestellt. Stillgelegte Anschlussbahnen sind in der Abbildung nicht enthalten. Ebenso sind nur die sich im Betrieb befindlichen Werkbahnen visualisiert.

Mit der Nähe zu Polen bietet sich die Realisierung eines grenzüberschreitenden Testfelds zur Untersuchung von Problemen von länderspezifischen Übergängen wie beispielsweise der Leit- und Sicherungstechnik sowie der Stromversorgung an. Die Strecke 6577 zwischen Horka Gbf. und Lodenau wird derzeit nicht mehr befahren und wäre daher eine geeignete Strecke zur Reaktivierung. Auch auf der polnischen Seite liegen noch nicht mehr genutzte Gleise. Es besteht jedoch eine Lücke zwischen Lodenau und der Grenze, wo die Gleise sowie der Bahndamm nicht mehr (vollständig) vorhanden sind. Die Brücke über die Neiße fehlt vollständig. Die beiden Strecken 6575 und 6576 sind vollständig abgebaut und im zweiten Fall in einen grenzüberschreitenden Fahrradweg gewandelt worden. Bilder zu den beschriebenen Bereichen finden sich im Anhang. Da abgesehen von den Hauptstrecken zwischen Cottbus und Horka keine Eisenbahnbrücken zum Queren der Neiße mehr vorhanden sind, wird die Idee eines gemeinsamen Deutsch-Polnischen Testfeld im Rahmen dieser Untersuchung nicht fortgeführt.

4.2 Beschreibung der Umgebung

Das Testfeld umfasst Regionen in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen. Zur Ermöglichung einer besseren Orientierung enthält die Abbildung 4.15 neben dem Eisenbahnnetz zusätzlich das Straßennetz und Wasserflächen. Die meisten dargestellten Seen gehen auf ehemalige Tagebaue zurück. Die noch aktiven Tagebaue, beispielsweise östlich und südlich von Graustein, können durch die leeren Flächen in der Karte identifiziert werden.

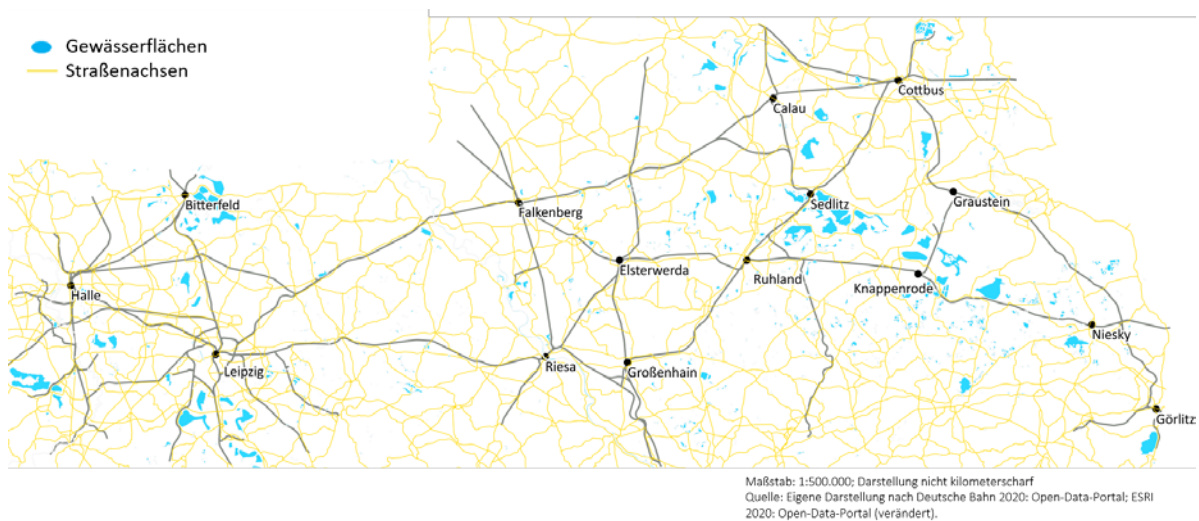


Abbildung 4.15: Gewässerflächen und Straßenachsen im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Der Großteil des Untersuchungsraums weist eine sehr geringe Bevölkerungsdichte von unter 100 Einwohnern pro Quadratkilometer auf. Als Gebietseinheiten dienen in Abbildung 4.16 die offiziellen Verwaltungsgebiete (i. d. R. Gemeinden und kreisfreie Städte). Die Flächen- und Bevölkerungsangaben basieren für alle Verwaltungsgebiete auf dem Stichtag 31.12.2019.

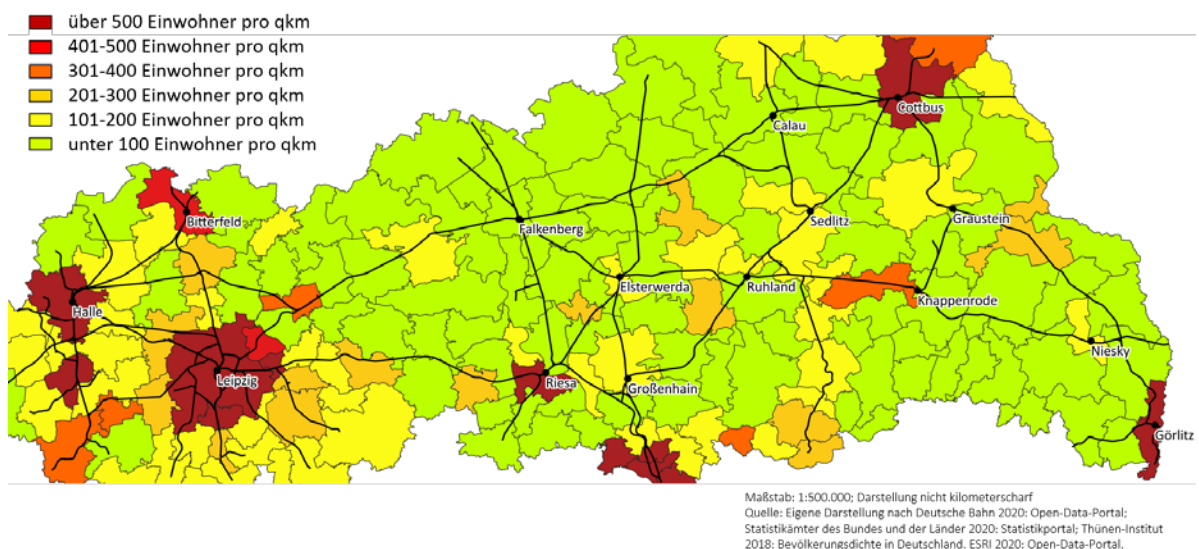


Abbildung 4.16: Bevölkerungsdichte im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Die geringe Bevölkerungsdichte in Verbindung mit dem gut ausgebauten und dichten Straßennetz wie dem teilweise nur im 2-Stunden-Takt verkehrenden SPNV erklärt die vor Ort beobachteten geringen Fahrgastzahlen. Eine weitere Auswirkung der niedrigen Einwohnerdichte sind die außerhalb der Ballungsräume nur an wenigen Stellen installierten Lärmschutzmaßnahmen. Eine Ausnahme hiervon stellt die Strecke 6207 dar, die im Zuge des Ausbaus und der Elektrifizierung der Strecke Knappenrode – Horka – Grenze Deutschland/Polen abschnittsweise mit neuen Lärmschutzwänden ausgerüstet wurde.

Die Abbildung 4.17 zeigt die im Bereich des Testfelds liegenden Großschutzgebiete, welche Biosphärenreservate, Nationalparks und Naturparks umfassen. Im Anhang finden sich ergänzend weitere kartographische Darstellungen von Naturschutzgebieten (Abbildung 13.21) und Landschaftsschutzgebieten (Abbildung 13.22). Mangels öffentlich verfügbarer Daten sind dabei keine Informationen für das Bundesland Sachsen-Anhalt dargestellt.

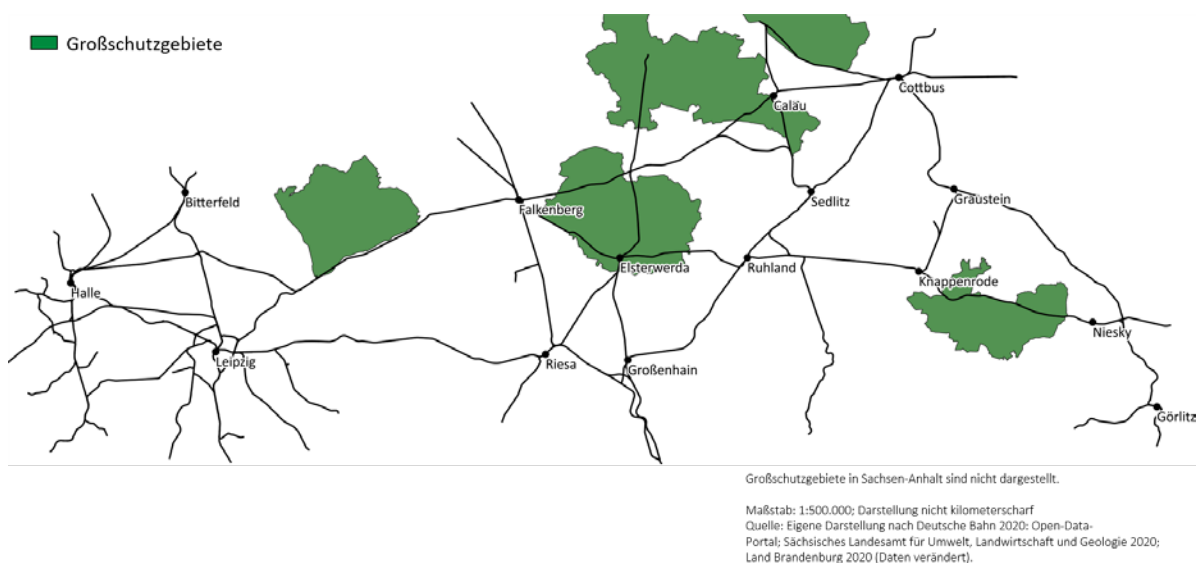


Abbildung 4.17: Großschutzgebiete im Bereich des Testfelds, ohne Sachsen-Anhalt (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

In Abbildung 4.18 sind die CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs (ohne Rangieren) dargestellt, welche durch sowohl durch die EVU der DB als auch durch Dritte durch Diesel- und Elektro-Traktion verursacht werden. Die Emissionen werden in der Darstellung in Einheit Tonnen pro Jahr als Summenwerte auf einem Raster von 2500 m x 2500 m aufgetragen. Die Angaben beziehen sich auf das Fahrplanjahr 2014 und stellen einen Auszug aus dem Bahn-Emissionskatasters Schienenverkehr („BEKS“) zum Luftqualitäts- und Klimaschutzmonitoring dar. Auch wenn die Datenbasis veraltet ist, kann die Karte gegebenenfalls Aufschluss darüber geben, wo auf dem Netz Untersuchungen zu Emissionsminderungen sinnvoll ausgestaltet werden können.

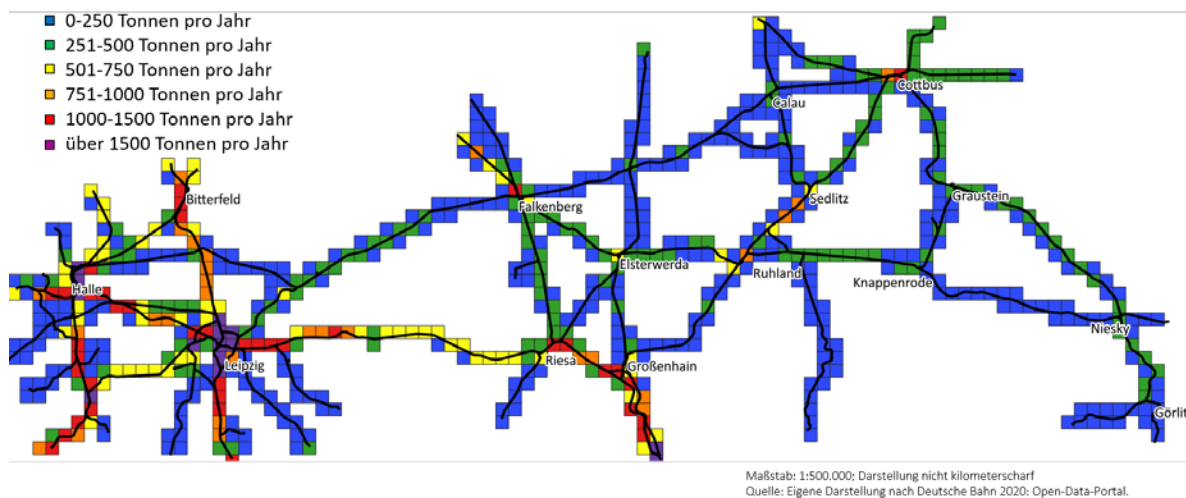


Abbildung 4.18: CO₂-Emissionen des Schienenverkehrs im Bereich des Testfelds
(Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Im Bereich des Testfelds befinden sich wichtige Forschungseinrichtungen sowie zu zahlreichen Unternehmen mit direktem oder indirektem Bezug zur Bahnindustrie, die in der Abbildung 4.19 dargestellt sind. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, soll aber das vor Ort vorhandene Potenzial verdeutlichen.

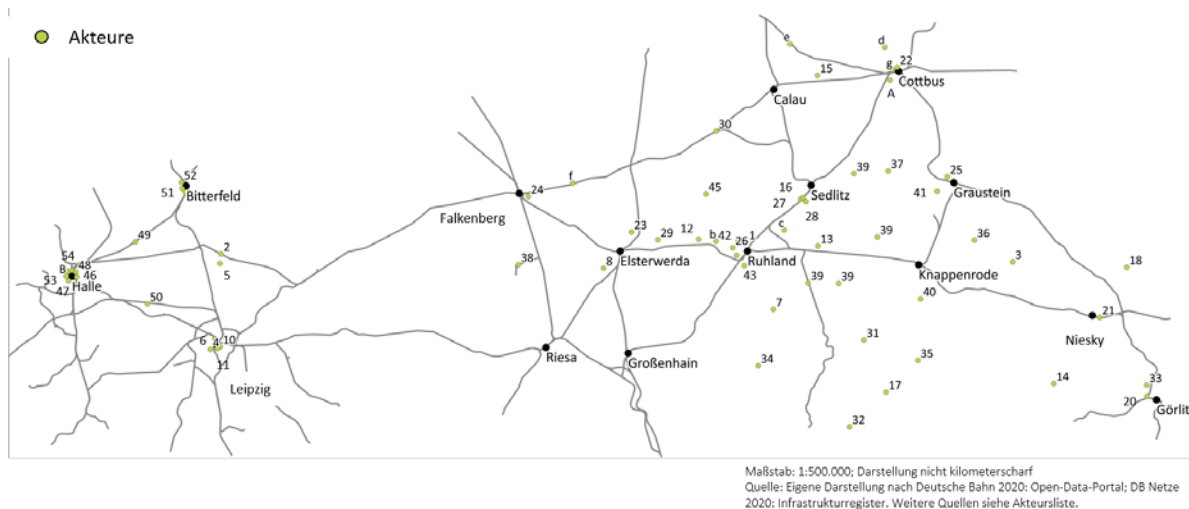


Abbildung 4.19: Akteure im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Unternehmen

- | | |
|---|---|
| 1. BASF Schwarzheide | 28. ZEDAS GmbH |
| 2. Railmaint Leipzig, Deltzsch | 29. TÜV Rheinland Akademie |
| 3. GOSTEC Gleistief, - Oberbau- und Schweißtechnik GmbH | 30. Sweco GmbH |
| 4. I.C.L. Infrastruktur Consulting Logistik GmbH | 31. SOBATEC GmbH |
| 5. DZ Rail Service GmbH | 32. Skeleton Technologies GmbH |
| 6. WERRA-Eisenbahnverkehrsgesellschaft mbH | 33. rondon Biegetechnik GmbH |
| 7. Rail Components and Systems GmbH | 34. RCS GmbH Rail Components and Systems |
| 8. Schmiedewerke Gröditz GmbH | 35. M-PT Matjeschk-PowerTools GmbH & Co. KG |
| 9. Deutsche Bahn Aktiengesellschaft (mehrere Standorte) | 36. KSC Anlagenbau GmbH |
| 10. Kompetenz für Schienengebundene Verkehre GmbH | 37. Lausitz Energie Bergbau AG ehem. Vattenfall |
| 11. Transdev Regio Ost GmbH | 38. Brottewitz Zuckerfabrik |
| 12. Betonfertigteile; B+F Beton- und Fertigteilgesellschaft mbH | 39. Brikettfabriken |
| 13. Apikal Anlagenbau GmbH | 40. Kaolinwerk Caminau |
| 14. CE cideon engineering GmbH & Co. KG | 41. ASG Spremberg GmbH |
| 15. Günter Lehmann Verkehrstechnik GmbH | 42. Scholz Recycling |
| 16. Industrie-Hydraulik Vogel & Partner GmbH | 43. Quarzwerk Hosena |
| 17. Lakowa Gesellschaft für Kunststoffbe- und -verarbeitung mbH | 44. TAKRAF |
| 18. Lausitz Elaste GmbH | 45. voestalpine Wire Germany |
| 19. Deutsche Bahn AG (mehrere Standorte) | 46. Regiocom |
| 20. TÜV Süd Rail GmbH | 47. Stadtwerke Halle |
| 21. ELH Waggonbau Niesky GmbH | 48. TÜV Nord |
| 22. AHG Industry | 49. DWV Dienstleistungsgesellschaft für Verkehrstechnik |
| 23. BCG Officeconsult | 50. Hanwha Q CELLS |
| 24. BLG RailTec GmbH | 51. Aleris – Novelis |
| 25. Erhard Hippe KG | 52. HAVAG Hallesche Verkehrs-AG |
| 26. HFG Transport-Technik GmbH | 53. Abellio Rail Mitteldeutschland GmbH |
| 27. PRODAT Informatik GmbH | 54. EuroRail GmbH |

Werkstätten

- a) DB Cargo Werkstätten
- b) HFG Transport-Technik
- c) WISAG Produktionsservice GmbH
- d) Piepenbrock Instandhaltung GmbH + Co KG
- e) Tec F&E Vetschau GmbH Fabrication & Engineering
- f) BLG RailTec GmbH
- g) DB Fahrzeuginstandhaltung Produktbereich Diesellokomotiven

(Forschungs-) Institute

- A) BTU Cottbus Senftenberg
- B) MLU Halle-Wittenberg

Quellen: www.firmen-in-sachsen.de, www.bahnadressen.net, www.berufsstart.de, www.gleisanschluss-brandenburg.de

4.3 Mögliche Standorte zur Einrichtung des Betriebsgeländes des Testfelds

Neben Eisenbahnstrecken benötigt das Testfeld ein eigenes Betriebsgelände für Büro-, Schulungs- und Sozialräumen sowie einen eigenen Gleisanschluss mit genügend Entwicklungsfläche zur Errichtung einer Halle und von Abstellgleisen (vgl. Kapitel 5.1). Während der Bereisung des Gebiets werden die in der Abbildung 4.20 dargestellten Orte besucht, die neben Bahnhöfen auch Strecken und angrenzende Bereiche umfassen. Die Übersicht zeigt, dass aufgrund der Größe der betrachteten Region keine vollumfängliche Analyse des Bereichs erfolgen konnte. Vorbehaltlich einer Prüfung der tatsächlichen Verfügbarkeit und Eignung der Flächen, können auf Grundlage der Inaugenscheinnahme bereits drei mögliche Standorte in Torgau, Ruhland und Niesky zur Einrichtung des Betriebsgeländes identifiziert werden. Diese sind in der nachfolgenden Grafik anhand der grünen Stecknadelköpfe erkennbar.



Abbildung 4.20: Besuchte Orte (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Die Prüfung der Standorte erfolgt unter folgenden Gesichtspunkten bzw. der Verfügbarkeit der folgenden Merkmale:

- Leerstehende Gebäude zur Einrichtung von Büroarbeitsplätzen
- Nähe zu einem Personenbahnhof mit mehr als einer Bahnsteigkante
- Stumpfgleise im Bahnhof
- Freiflächen zur Errichtung von Hallen, Abstellflächen und Parkplätzen
- Gute straßenseitige Zugänglichkeit der Fläche bzw. Hallen für Anlieferungen
- Gleisanschluss zur Fläche zum Abstellen von Zügen
- Mit Eisenbahnfahrzeugen befahrbare Halle
- Nähe zu niedergelassenen Betrieben mit Werkstätten
- Nähe zu Güterverkehrsanlagen
- Hotel-, Gaststätten und Freizeitangebot

Mit dem Ziel einer Stärkung des ländlichen Raums werden keine großen Städte in der Analyse berücksichtigt. Cottbus wurde des Weiteren bewusst deshalb nicht besucht, da die DB AG ab 2023 dort ihr bis dato größtes Bahnwerk errichtet [61], was mit umfangreichen Eingriffen in die dortigen Flächen einhergeht. Das Kapitel schließt mit einer Kurzanalyse weiterer Standorte.

4.3.1 Torgau

In Torgau steht nordöstlich des Bahnhofs das ehemalige Gelände der Ceravis AG zum Verkauf. Das Gelände verfügt über mehrere Lagerhallen, zwei ungenutzte Getreidespeicher, ein Verwaltungsgebäude, einen befahrbaren Lokschuppen und ein Getreideannahmegebäude. Ein eigener Gleisanschluss ist vorhanden, wobei der Infrastrukturanschlussvertrag vom Käufer zu übernehmen ist [130]. Abbildung 4.21 zeigt eine Fotocollage des Geländes und des stark überwucherten Gleisanschlusses an die Hauptstrecke 6345.



Abbildung 4.21: Fotocollage des Ceravis-Geländes in Torgau mit eigenem Anschluss an die Hauptstrecke (Eigene Aufnahmen)

Um vom Gelände auf die Strecke zu gelangen, sind drei Bahnübergänge zu passieren und einmal Kopf zu machen. Die Anschlussgleise sind stark überwuchert und die Holzschwellen marode. Als Besonderheit liegt in unmittelbarer Umgebung das Anschlussgleis der SBO Torgau mit dem der Elbehafen angebunden wird.

Torgau selbst ist einfach von Leipzig aus zu erreichen und verfügt über eine lange Stadtgeschichte und einen historischen Stadtkern. Hotels, Gastronomien und ein Kino sind in der Stadt verfügbar. Zudem gibt es diverse Freizeitangebote wie Museen und einen Badesee.

4.3.2 Ruhland

Der Personenverkehrsteil des Bahnhofs Ruhland ist mit Ausnahme des ehemaligen Empfangsgebäudes komplett saniert worden. Alle Bahnsteige sind über Aufzüge und neue Treppen erreichbar. Zur Straßenseite hin gibt es zusätzlich eine lange Rampe. Vor dem Bahnhof ist ein neuer Vorplatz, ein neuer Parkplatz für Reisende, ein neu gestalteter Busbahnhof sowie überdachte Fahrradstellplätze entstanden. Die Fotocollage in Abbildung 4.22 zeigt einen Ausschnitt des Angebots.



Abbildung 4.22: Fotocollage des Personenverkehrsteils des Bahnhofs Ruhland (Eigene Aufnahmen)

Der nicht mehr genutzte Güterverkehrsteil des Bahnhofs umfasst große Freiflächen, mehrere Hallen, die teilweise befahrbar und zum Teil mit Ladegleisen ausgestattet sind. Auf den Freiflächen verlaufen mehrere Gleise, die zur Abstellung von Zügen genutzt werden können. Die Fotocollage in Abbildung 4.23 gibt einen Eindruck des nicht mehr genutzten Güterverkehrsteils des Bahnhofs. Als charakteristisches Merkmal dieses Bereichs ist der alte Wasserturm auf dem Gelände zu nennen.

Sämtliche alte und derzeit ungenutzte Teile des Bahnhofs wie das Empfangsgebäude, Lager- und Werkgebäude, der Güterschuppen mit dem Umladebahnsteig einschließlich der Bahnsteigüberdachung und der Wasserturm stehen unter Denkmalschutz, was eine Neunutzung erschwert [158].



Abbildung 4.23: Fotocollage des Güterverkehrsteils des Bahnhofs Ruhland (Eigene Aufnahmen)

Ruhland mit seinen knapp 4000 Einwohnern verfügt über nur wenige Hotel- und Gastronomiebetriebe, die jedoch im nicht weit entfernt liegenden Schwarzheide zahlreicher verfügbar sind. Im nördlichen Bahnhofskopf von Ruhland beginnt die eingleisige Strecke 6571, die als Bahnhofsnebengleis von Ruhland nach Lauchhammer Ost führt [66]. Die eingleisige und nicht elektrifizierte Strecke ist über Weichenverbindungen mit der Strecke 6253 verbunden und erschließt neben einem Gleisanschluss eines Recyclingunternehmens einen Umschlagbahnhof, von dem aus der Gleisanschluss der BASF Schwarzheide GmbH bedient wird, wie Abbildung 4.24 zeigt.



Abbildung 4.24: Fotokollage der Strecke 6571 und des Anschlusses der BASF Schwarzheide GmbH (Eigene Aufnahmen)



Abbildung 4.25: Fotokollage des Personenbahnhofs Niesky (Eigene Aufnahmen)

4.3.3 Niesky

In Niesky zeigt sich ein ähnliches Bild wie in Ruhland, wie auch aus Abbildung 4.25 ersichtlich wird. Mit Ausnahme des Empfangsgebäudes ist der komplette Personenverkehrsteil des Bahnhofs vollständig saniert worden. Der Bahnhof verfügt über erneuerte Bahnsteige, Treppen und wurde barrierefrei mit Aufzügen ausgestattet. Im Bahnhofsbereich wie auch im weiteren Verlauf der Strecke 6207 in Richtung Horka wurden neue Lärmschutzwände installiert.

Das Empfangsgebäude ist in Privatbesitz eines Ehepaars aus Hessen und wird in der Stadt als „Schandfleck“ wahrgenommen [246]. Die Eigentumsverhältnisse des alten Güterbahnhoftails können nicht geklärt werden. Der alte Güterverkehrsteil schließt direkt an den Personenverkehrsteil des Bahnhofs an. Es existiert eine alte Halle mit einem Ladegleis, das auch straßenseitig über eine Laderampe verfügt. Das Stumpfgleis zweigt direkt von der Hauptstrecke ab und dient des Weiteren der Erschließung weiterer Verbindungs- und Abstellgleise im Bereich, wie Abbildung 4.26 zeigt.

Folgt man dem Verbindungsgleis weiter in westliche Richtung, erreicht man nach Passieren des Bahnübergangs den Gleisanschluss und das Werksgelände der Stahl Technology Niesky GmbH (Abbildung 4.27).

Die Stahl Technology Niesky GmbH übernimmt in Teilen das Geschäft der in die Insolvenz geratenen „Stahl- und Brückenbau Niesky“ und versucht die ehemaligen Mitarbeiter wieder sukzessive einzustellen. Es bleibt aber unsicher, wie lange die Bemühungen tatsächlich tragen und wie viele Angestellte dauerhaft beschäftigt werden können. Ausgeschlossen war, die Produktionsstätte an einen Mitbewerber zu verkaufen oder zu verpachten [8].

Das Werksgelände verfügt über eine umfangreiche Hallen-, Lager- und Verwaltungsgebäudeinfrastruktur. Es ist anzunehmen, dass ein Teil der Beschäftigten eine Eisenbahn-spezifische Ausbildung aufweist. Eine Kooperation oder eine Mitnutzung des Geländes durch das Testfeld könnte dem Werk eine weitere Zukunftsperspektive bieten. Weitere Kooperationen könnten mit der auf der anderen Seite der Strecke 6207 ansässigen ELH Waggonbau Niesky GmbH eingegangen werden und perspektivisch mit dem in Niesky geplanten Testzentrum TETIS (vgl. Kapitel 2.1.1). Niesky selbst verfügt bei rund 9000 Einwohnern über eine gute Infrastruktur aber über nur wenige Hotels.



Abbildung 4.26: Fotocollage des alten Güterbahnhofs Niesky (Eigene Aufnahmen)



Abbildung 4.27: Fotocollage des Gleisanschlusses und des folgenden Werksgeländes in Niesky (Eigene Aufnahmen)

4.3.4 Kurzanalyse weiterer Standorte

Bei der Suche nach einem geeigneten Standort für das Betriebsgelände des Testfelds ist neben den infrastrukturellen Randbedingungen auch zu bedenken, dass die temporär und dauerhaft vor Ort arbeitenden Personen ein entsprechendes Umfeld benötigen. Insbesondere die temporär vor Ort arbeitenden Menschen sind darauf angewiesen, in der Nähe ausreichende Übernachtungsmöglichkeiten sowie eine gewisse Auswahl eines gastronomischen Angebots vorzufinden. Der Standort sollte möglichst einfach und schnell erreichbar sein und Möglichkeiten zur Feierabendgestaltung bieten. Die folgende Tabelle 4.2 enthält für neun im Bereich von Bahnknoten liegenden Orte im Untersuchungsraum eine übersichtliche Abschätzung der oben genannten Aspekte.

TABELLE 4.2: EISENBAHN-RELEVANTE ORTE IM BEREICH DES TESTFELDS

Ort	Einwohner	Reisezeit ab Berlin Hbf. mit dem ÖPNV	Reisezeit ab Berlin mit dem Auto	Hotels	Gastronomie	Theater/Kino
Hoyerswerda	38.000	3 h	2,5 h	<10	>10	Ja/Ja
Riesa	35.000	2h - 2,5 h	2,5-3 h	<10	>10	Nein/Ja
Senftenberg	27.000	2 h-2,5 h	2 h	<10	<10	Ja/Ja
Torgau	20.000	2,5 h	2,5 h	>10	>10	Nein/Ja
Bitterfeld	15.000	1,5-2 h	2 h	>10	>10	Nein/Nein
Calau	9.000	1,5-2 h	1,5 h	1	<10	Ja/Nein
Niesky	9.000	3 h	3 h	3	>10	Nein/Nein
Falkenberg	7.000	1,5-2 h	2 h	1	<10	Nein/Nein
Ruhland	4.000	3 h	2 h	<10	<10	Nein/Ja

Die in der Tabelle betrachteten Orte liegen entweder im Bereich von Knotenpunkten des Eisenbahnverkehrs oder wie im Fall von Niesky in der Nähe relevanter Akteure. Die für den Bahnverkehr relevanten Knoten liegen aber nicht zwangsläufig in der Nähe größerer Orte und umgekehrt. Wie in Kapitel 4.3.2 erwähnt, weist beispielsweise Ruhland selber nur wenige Hotels und Gastronomiebetriebe auf, was sich aber durch die Nähe zu Schwarzheide relativiert.

Eine Abschätzung der Eignung der weiteren besuchten Orte zur Einrichtung des Betriebsgeländes des Testfelds enthält Tabelle 4.3. Die Eignung wird in Stichpunkten basierend auf den subjektiven Eindrücken der Bereisung beschrieben. Bildmaterial zu den einzelnen Orten findet sich im Anhang 3. Im Vergleich zu den drei oben im Detail beschriebenen Orten, sind die in der Tabelle 4.3 aufgeführten Orte alle weniger gut zur Einrichtung des Betriebsgeländes geeignet.

TABELLE 4.3: EINSCHÄTZUNG DER EIGNUNG ZUR EINRICHTUNG DES BETRIEBSGELÄNDES

Ort	Positiver Aspekt	Negativer Aspekt
Eilenburg	<ul style="list-style-type: none"> - Niveaufreie Bahnsteigzugänge - Güterverkehrsteil - Abstellgleise 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Aufzüge vorhanden - Güterverkehrsanlagen scheinen hoch ausgelastet zu sein - Keine ausreichenden nicht mehr genutzter Freiflächen/Gebäude
Eilenburg Ost	<ul style="list-style-type: none"> - - 	<ul style="list-style-type: none"> - Höhengleiche Bahnsteigzugänge - Keine ausreichenden nicht mehr genutzter Freiflächen/Gebäude
Brottewitz	<ul style="list-style-type: none"> - Gebäude, Flächen und Gleisanschluss der geschlossenen Zuckerfabrik - Nähe zu Bahnanlagen des Kieswerks in Mühlberg 	<ul style="list-style-type: none"> - Kein Personenbahnhof in der Umgebung - Schlechte Erreichbarkeit
Falkenberg	<ul style="list-style-type: none"> - Niveaufreie Bahnsteigzugänge - Aufzüge - Leerstehende Gebäude in Bahnhofsnähe - Sehr viele Bahnanlagen im Umfeld 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine ausreichenden Freiflächen und keine nicht mehr genutzten Abstellgleise im Bereich des Personenbahnhofs - Existierende Bahnanlagen scheinen Großteils in Betrieb und teilweise hoch ausgelastet zu sein
Senftenberg	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr viele Bahnanlagen im Umfeld 	<ul style="list-style-type: none"> - Existierende Bahnanlagen scheinen Großteils in Betrieb und teilweise hoch ausgelastet zu sein
Weißwasser	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht mehr genutztes Ladegleis im Bahnhof - Nicht mehr genutztes Gleis im Güterverkehrsteils des Bahnhofs 	<ul style="list-style-type: none"> - Ehemaligen Bahnanlagen wurden bereits anderen Nutzungen zugeführt (Einkaufszentrum) - Keine ausreichenden nicht mehr genutzten Freiflächen/Gebäude - Höhengleiche Bahnsteigzugänge

5 Anforderungen an das Testfeld und notwendige Nachrüstungen

In diesem Kapitel wird dargestellt, welche übergeordnete infrastrukturelle Grundausstattung für den Betrieb des Testfelds notwendig ist und welche Forschungsfeld-spezifischen Anforderungen bestehen. Durch einen Abgleich der Anforderungen mit der bereits vorhandenen Streckenausstattung werden die notwendigen Nachrüstungen ermittelt und möglichen Ausbaustufen zugeordnet. Insgesamt werden die folgenden vier Ausbaustufen betrachtet:

- Stufe 0: Einrichtung einer Organisationsstruktur mit infrastruktureller Grundausstattung
- Stufe 1: Realisierung kurzfristiger Testmöglichkeiten im Realbetrieb auf vorhandener Infrastruktur
- Stufe 2: Nutzung/Reaktivierung und Ausrüstung von Strecken ohne Regelbetrieb
- Stufe 3: Realisierung von Nachrüstungen zur Untersuchung spezifischer Fragestellungen

Ziel ist es, möglichst kurzfristig Testmöglichkeiten im Realbetrieb auf der vorhandenen Infrastruktur anzubieten (Stufe 1). Basis hierzu ist die Einrichtung einer Organisationsstruktur mit infrastruktureller Grundausstattung (Stufe 0). In der zweiten Ausbaustufe (Stufe 2) ist die Nutzung von stillgelegten Nebenstrecken bzw. Braunkohlebahnen in der Region vorgesehen. Auf diese Weise können Untersuchungen durchgeführt werden, die den Normalbetrieb behindern würden oder besonderer Sicherheitsanforderungen bedürfen (z. B. erste Tests für das autonome Fahren). Eine Ausrüstung dieser Strecken mit modernster Leit- und Sicherungstechnik ermöglicht die experimentelle Begleitung der Entwicklung des Standards ETCS Level 3. Im weiteren Ausbau des Testfeldes werden nach Aufrüstung der Schieneninfrastruktur für die jeweiligen Forschungsfelder, also eine Gruppe ähnlicher Fragestellungen, entsprechende Testmöglichkeiten angeboten und durchgeführt (Stufe 3).

5.1 Infrastrukturelle Grundausstattung

Für den Betrieb des Testfelds bedarf es neben der reinen Vorhaltung von Eisenbahnstrecken auch einer personellen und einer infrastrukturellen Grundausstattung. Personale werden neben der Begleitung von Untersuchungen vor allem für eine umfangliche Koordinierung der Testaktivitäten benötigt.

Neben Büroflächen für den Betreiber selbst sind auch Arbeitsplätze zur wechselnden Benutzung durch Kunden des Testfelds vorzuhalten. Aufgrund des Forschungscharakters des Testfelds sind darüber hinaus auch Schulungs-, Seminar- und Besprechungsräume anzubieten. Zum Verarbeiten und Speichern der durch Installationen des Testfelds erzeugten Datenmengen sind bereits von Beginn ausreichende Serverkapazitäten und Datenverbindungen einzuplanen.

Für Arbeiten an Fahrzeugen werden im Bereich leicht zugängliche Gleise zur Abstellung sowie eine Halle mit Decken- und Unterflurarbeitsständen benötigt. Weitere Hallen werden zum sicheren Abstellen von Equipment notwendig, welche möglichst einfach sowohl von der Straßen- wie auch von der Schienenseite her zugänglich sein sollten. Zur Trennung des Equipments unterschiedlicher Projekte oder Kunden, sollten die Abstellmöglichkeiten möglichst modular ausgestaltet werden.

Zur Förderung der technologischen Entwicklungen im personalintensiven Bereich des Schienengüterverkehrs, sollte im Bereich des Testfelds ein Güterbahnhof oder ausreichend großer Rangierbereich liegen, der beispielsweise für Tests im Kontext der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) genutzt wer-

den kann. Ein abgeschlossener Bereich ist ebenfalls für die Erprobung des autonomen Fahrens im Nahbereich und des automatisierten Rangierens notwendig. Die Bereiche der Zu- und Abläufe bieten Systemen zur automatischen Zustandserfassung von Fahrzeugen beste Testbedingungen.

Zur Stärkung der Innovationskraft soll das Testfeld auch kleineren Akteuren zur Beforschung einzelner Lösungen offenstehen. Diese Ideengeber, die teilweise Technologien aus anderen Bereichen in die Schienenverkehrsforschung übertragen, benötigen im Vergleich zu den etablierten Akteuren am Markt eine umfassendere Testinfrastruktur. Entsprechend soll zur Grundausrüstung des Testfelds auch eigenes Rollmaterial gehören, das beispielsweise mit zu testenden Sensoren ausgerüstet werden kann. Zur sicheren Installation und zur Durchführung der Testfahrten ist die Unterstützung durch Fachpersonal im Angebot des Testfelds zu gewährleisten.

5.2 Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen

Zur Klärung, welche Testaufgaben das Testfeld sinnvoll erbringen soll, erfolgt je Forschungsfeld eine Einschätzung der einzelnen Technologievarianten bzw. Ausprägungen bezüglich der Eignung zur Untersuchung auf einem Testfeld. Die Eignung wird sowohl anhand einer Einschätzung des allgemeinen Testbedarfs sowie einer Einschätzung der Technologiereife vorgenommen. Für relevante Varianten werden nachfolgend mögliche Ausbaustufen und dafür notwendige Nachrüstungen skizziert. Wenn Untersuchungen auf der bereits vorhandenen Infrastruktur möglich sind (Stufe 1), wird auch dies in den folgenden Unterkapiteln herausgestellt.

Die nachfolgend für die einzelnen Forschungsfelder erörterten Forschungsbedarfe stellen keine abschließende Betrachtung dar. Die Ausführungen verstehen sich vielmehr als ein Grundstock der möglichen und sinnvoll auf einem Testfeld zu untersuchenden Fragestellungen. Es ist davon auszugehen, dass das Testfeld mit diesem Grundstock in der Lage sein wird, auch auf neue Fragestellungen und Ideen reagieren zu können. Zudem ist anzunehmen, dass abgeschlossene Untersuchungen auf dem Testfeld weitere Fragestellungen nach sich ziehen werden. Eine besondere Chance liegt auch in der Vernetzung der unterschiedlichen Forschungsfelder bzw. Disziplinen auf dem Testfeld, aus deren Zusammenspiel sich voraussichtlich neue Fragestellungen ergeben werden.

5.2.1 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“

Das Testfeld bietet aufgrund der Größe und Diversität optimale Randbedingungen für Untersuchungen im Kontext „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“. Diese können nach der nötigen Vorplanung auch sehr kurzfristig auf dem Testfeld begonnen werden.

Für die übergeordneten Themenkomplexe der „ökologischen Vernetzung“ durch und über Schienenwege hinweg, der „präventiven Streckensicherung“ vor schädigenden Naturereignissen sowie der „Minimierung von Immissionen“ über den Wasser- und Luftpfad sollen wertvolle Erkenntnisse für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von Schienenwegen gewonnen werden. Hieraus abgeleitet werden die nachfolgenden Forschungsthemen für die Untersuchung auf einem offenen Testfeld identifiziert:

1. Querungshilfen
2. Ökologische Trassenpflege
3. Hangsicherung

4. Wetteraufzeichnung
5. Luftüberwachung/Streckenbefliegung
6. Niederschlagsentwässerung
7. Feinstaubimmissionen

Für die ökologische Vernetzung sind Querungshilfen, die in Form von Unter- und Überführungsbauwerken einschließlich ihrer Hinterlandanbindung durch Gehölze oder andere Leitstrukturen für die Widervernetzung von faunistischen Wechselbeziehungen und Lebensraumkorridoren bekanntermaßen bedeutend. Deren Funktionsfähigkeit hängt jedoch von zahlreichen Parametern wie z. B. Dimensionierung und Gestaltung ab, für die je nach Artengruppe und Naturraum weitere Erkenntnisse und Belege wünschenswert sind. Da Schienenwege im Vergleich zu Straßen durchlässiger sind, wäre auch ein Vergleich von faunistischen Wechselbeziehungen mit und ohne Querungshilfen zielführend.

Die ökologische Trassenpflege beschäftigt sich mit den ökologischen Effekten unterschiedlicher Nutzungstypen auf den Gleisnebenflächen, die zu einer Vernetzung von Lebensräumen entlang von Schienenwegen führt und die Biodiversität fördert. Hierbei ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis der positiven ökologischen Effekte mit dem Pflegeaufwand und den daraus resultierenden Kosten unter Hinzuziehung der indirekten Wirkungen zur Gewährleistung eines sicheren Bahnbetriebs im Rahmen von Instandhaltungsmaßnahmen zu untersuchen. Vor dem Hintergrund sollen auf dem Testfeld für unterschiedliche Nutzungstypen (z. B. Gehölze, Ruderalfluren, Magerrasen) alternative Pflegemaßnahmen angewendet werden.

Die präventive Sicherung von Strecken vor schädigenden Naturereignissen beinhaltet wiederum zwei Sichtweisen. Dies kann sich auf die baulichen und vegetationstechnischen Sicherungsmaßnahmen von Damm- und Einschnittböschungen beziehen bzw. auf Überwachungssysteme, um eine rechtzeitige Einstellung/Unterbrechung des Bahnbetriebs zu gewährleisten. Für Letzteres wären Systeme zur Überwachung von Hangrutschungen, Messnetze für Wetteraufzeichnungen oder ein Luftüberwachungskonzept mittels Drohnenbefliegung einzurichten bzw. zu entwickeln.

Die vegetationstechnischen Hangsicherungsalternativen sind wiederum eng verzahnt mit den Alternativen der ökologischen Trassenpflege, so dass entsprechende Abhängigkeiten und Synergien in der Kontrolle zu beachten sind. Das Testfeld kann sowohl dazu dienen, die Wirksamkeit alternativer Hangsicherungssysteme zu untersuchen als auch Systeme zur Überwachung von Hangbewegungen zu erproben.

Im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern verursacht der Schienenverkehr vergleichsweise geringe Emissionen und Immissionen. Daher wurde diesem Wirkpfad bisher relativ wenig Beachtung geschenkt. Vor dem Hintergrund steigender Umweltqualitätsnormen sollten diesbezügliche Informationen gewonnen und ausgewertet werden. Hierbei stehen die Themenfelder Niederschlagsentwässerung und Feinstaubimmissionen vor, die ebenso im Bundesforschungsprogramm Schiene des BMVI thematisiert und in aktuellen Forschungsvorhaben behandelt werden.

Für Oberflächen- und Grundwasserkörper gelten gemäß §§ 27 und 47 WHG das Verschlechterungsverbot und das Verbesserungsgebot. Dementsprechend darf z.B. die Niederschlagsentwässerung zu keiner negativen Veränderung des chemischen Zustandes von Oberflächen- und Grundwasserkörpern führen. Im Testfeld können das Schadstoffspektrum und die Stoffkonzentrationen im Niederschlagswasser bei Schienenwegen untersucht werden. Weiterhin wäre zu untersuchen, welche der standardmäßig angewendeten Entwässerungssysteme den besten Gewässerschutz liefern. Ggf. könnten darüberhinausgehende Entwässerungssysteme erprobt werden (z. B. Retentionsbodenfilter).

Als Feinstaubquellen sind insbesondere Dieselmotoren und Bremsen bekannt. Um deren Relevanz im Rahmen der Luftreinhaltung und gesundheitsschädlicher Auswirkungen beurteilen zu können, wären im Testfeld die Feinstaubkonzentrationen bei unterschiedlichen Zugsystemen (Antrieb und Bremssystem)

und Betriebssituationen (insbesondere Abbremsen und Beschleunigen in Bahnhöfen und Durchfahrten in Siedlungsbereichen) zu ermitteln und zu bewerten werden. Hierbei könnte auch potenziellen weiteren Feinstaubquellen wie z.B. Schleifstaub beim Oberleitungskontakt nachgegangen werden.

Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und notwendiger Nachrüstungen im Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ enthält die folgende Tabelle 5.1.

Zum Themenfeld der ökologischen Vernetzung haben die beteiligten Stakeholder vertiefende Fragestellungen eingebracht, die im Testfeld untersucht werden können:

- Wie wirkt sich die Gestaltung und Pflege von Begleitgrün in Verbindung mit anderen anlagebedingten Begleitelementen (Vernetzungsbauwerke, Entwässerungssysteme oder gleisnahe Kompensationsmaßnahmen) auf die biologische Vielfalt bzw. die Lebensraumvernetzung sowie die Dynamik invasiver Pflanzen aus?
- Als Teilbereich der Querungshilfen können auch diverser Materialien/Methoden/Arten von Vogelschutzmarkern an Oberleitungen getestet werden, wobei neben den Wirkungsgrad für Vögel auch mögliche negative Auswirkungen auf die Infrastruktur bzw. die Verkehrssicherheit zu berücksichtigen wären.
- Im Zusammenhang mit den Grunddatenerhebungen soll das Verhalten verschiedener Tierartengruppen im Gleisbereich und bei der Querung untersucht werden. Je nach Ergebnis könnte auch über den Einsatz von Wildwarnanlagen oder Erkennungssystemen für Tiere im Gleis oder Wildunfallmeldesysteme nachgedacht werden.
- Welche unterschiedlichen Störungen und ggf. angepassten Verhaltensweisen von Tieren ergeben sich je nach Bahnverkehr (Hochgeschwindigkeitsverkehre, Regionalverkehre, Güterverkehre) und welche Schutzmaßnahmen/Querungshilfen sind hierbei zielführend?

Sowohl die forschungsspezifischen Anforderungen an das Testfeld wie auch die aufgeführten Fragen verdeutlichen, dass das Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ sehr dynamisch ist. Somit können Anpassungen, Änderungen oder Erweiterungen der Untersuchungen aufgrund zwischenzeitlich gewonnener Erkenntnisse im Laufe der Zeit erforderlich werden.

5.2.2 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „LärmLab21“

Schienenverkehrslärm umfasst vier typische Schallquellen: Rollgeräusche an der Kontaktstelle von Rad und Schiene, Antriebs- und Aggregatgeräusche sowie aerodynamische Geräusche. In Geschwindigkeitsbereichen bis 50 km/h dominieren noch Antriebs- und Aggregatgeräusche, darüber hinaus Rollgeräusche. Aerodynamische Geräusche werden erst ab 250 km/h besonders relevant. Weitere Schallquellen bestehen punktuell, z. B. bei dem Durchfahren enger Kurven, bei der Überfahrt bestimmter Brückenbauwerke oder im Zuge von Rangierprozessen in Rangierbahnhöfen. Neben den genannten Primärschallquellen werden infolge der durch Zugfahrten ausgelösten mechanischen Schwingungen unter Umständen Sekundärschallquellen erzeugt, beispielsweise durch die Erschütterung angrenzender Gebäude (sog. Körperschall). Weitere bedeutsame Schallquellen resultieren aus Baustellentätigkeiten bzw. aus dem Betrieb von Baugeräten, Baumaschinen sowie Warnsystemen für die Beschäftigten im Gleis [9].

Den Erfordernissen des Lärmschutzes wird im Eisenbahnwesen bisher vor allem durch die Errichtung von Schallschutzwänden, die schallschutztechnische Umrüstung von Güterwagen und ein netzweites Lärm-Monitoring Rechnung getragen. Der aktuelle Forschungsstand im Themenfeld „Bahnlärm“ basiert u. a. auf den Ergebnissen mehrerer Bundesforschungsprogramme. Hervorzuheben ist das Programm „Initiative Lärmschutz-Erprobung neu und anwendungsorientiert“ (I-LENA) des BMVI und des EBA in Kooperation mit der Deutschen Bahn: Bis Ende 2020 wurden 30 innovative Schallminderungsmaßnah-

TABELLE 5.1: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „NACHHALTIGKEIT, UMWELT- UND KLIMASCHUTZ“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Querungshilfen/ Vernetzung	Aufstellung situations- und artspezifischer Monitoringkonzepte für identifizierte Wechselbeziehungen und Vernetzungsbauwerke	-	Ggf. Errichtung von Querungshilfen, Leiteinrichtungen und Vegetationsstrukturen
Ökologische Trassenpflege	Aufstellung eines Pflegeplans für repräsentative Trassenabschnitte mit unterschiedlichen Nutzungen (Wald, Offenland) und Topographien	-	Ggf. Anschaffung und Einsatz alternativer Pflegemaschinen
Hangsicherung	Einbau unterschiedlicher Hangsicherungs-systeme bei unterschiedlichen Gesteins- und Hangneigungs-klassen	-	Ggf. Errichtung von Messsystemen zur Überwachung von Hangbewegungen
Wetterdaten	Auswertung des vorhandenen DWD-Messnetzes an Trassenabschnitten mit hoher Gefährdung gegenüber Extremwetterereignissen	-	Ggf. Ergänzung/ Verfeinerung des vorhandenen Messnetzes durch zusätzliche Messstationen
Strecken- befliegung	Anschaffung von Drohnen mit unterschiedlichen Aufnahmesystemen und Aufstellung eines Erfassungsprogramms für o.g. Fragestellungen	-	-
Niederschlags- entwässerung	Errichtung von Gewässermessstellen an Einleitstellen unterschiedlicher Entwässerungssysteme	-	Ggf. Einbau von alternativen Entwässerungssystemen
Feinstaub- immissionen	Errichtung von Messstationen an Bahnhöfen und in Siedlungsbereichen	-	-

men am oder unmittelbar neben dem Gleis getestet [27]. Im Jahr 2017 initiierten BMVI und EBA zudem ein netzweites „Lärm-Monitoring“ an Schienenstrecken. Es wurden 19 Stationen zur Messung des örtlichen Schallpegels eingerichtet [98].

Ein aktueller Forschungsbedarf besteht nach Einschätzung des BMVI im Bereich Wahrnehmung von Geräuschquellen und der (subjektiv wahrgenommenen) Wirksamkeit alternativer stationärer Lärmschutzmaßnahmen. Die vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass Geräuschquellen mit dem gleichen Schalldruck von Betroffenen unterschiedlich wahrgenommen werden können [107]. Ziel soll es daher sein, diesen Zusammenhang mithilfe eines psycho-akustischen Ansatzes zu untersuchen. Zudem sieht das BMVI einen erheblichen Bedarf anwendungsreifer Techniken zur Minderung von Erschütterungen (sog. Erschütterungsschutz). Daneben existieren Forschungsbedarfe in den Themenfeldern landschafts- und stadt-bildgerechte Integration von Lärmschutzanlagen, Reduktion von Baustellenlärm sowie Reduktion von Emissionen durch Sonderanlagen des Bahnverkehrs, z. B. Abstellanlagen. Als Nachfolgeprojekt zu dem Ende 2020 ausgelaufenen Projekt I-LENA plant das BMVI in Kooperation mit dem DZSF ein dauerhaftes Experimentier- und Versuchsfeld (sogenanntes „LärmLab21“) vor Ort zu errichten. Das Konzept Lärm-Lab21 sieht eine zeitliche und räumliche Verzahnung mit dem offenen digitalen Testfeld vor. Neben der Durchführung von Labor- und Simulationsstudien sind Tests auf der bestehenden Eisenbahninfrastruktur geplant [77].

Im Forschungsfeld „LärmLab21“ werden unter Berücksichtigung des Bundesforschungsprogramms Schiene die nachfolgenden Forschungsthemen als potenziell relevant für die Untersuchung auf einem offenen Testfeld erachtet:

1. Optimierung von Schall- und Erschütterungsschutz
2. Psycho-akustischer Ansatz: Subjektive Wahrnehmung von Geräuschquellen/Lärmschutz
3. Landschafts- und stadt-bildgerechte Lärmschutzanlagen
4. Methoden zur Reduktion von Baulärm (Baulärm-Lab)
5. Lärmarme Sonderanlagen, z. B. Abstellanlagen, Rangierbahnhöfe, Umschlaganlagen

Die Forschungsthemen erfordern eine möglichst vielseitig genutzte, d. h. von Schienenfahrzeugen unterschiedlicher Bauart und in unterschiedlicher Verkehrsdichte im Realbetrieb befahrene Bahninfrastruktur. Der infrastrukturelle Fokus liegt auf Bahnstrecken (Forschungsthemen 1-4) sowie auf die im System Schiene vorhandenen Sonderanlagen, z. B. Abstellanlagen, Rangierbahnhöfe, Umschlaganlagen und Ausbesserungswerke (Forschungsthema 5). Speziell für das Forschungsthema 2 sind zudem Bahnanlagen in Siedlungsnähe mit einer entsprechenden Bevölkerungsdichte erforderlich. Für das Forschungsthema 3 sind zu Vergleichszwecken Streckenabschnitte mit und ohne bauliche Lärmschutzmaßnahmen notwendig.

Das für ein offenes digitales Testfeld angedachte Streckennetz bietet günstige infrastrukturelle Voraussetzungen für die fünf genannten Forschungsthemen. Aufgrund der räumlichen Ausdehnung über mehrere Eisenbahnstrecken hinweg wäre eine ausreichende Variabilität der lärmbeeinflussenden Faktoren (z. B. Verkehrsdichte, Streckenöffnungszeiten, Waggonbauarten, Beladungszustände, Geschwindigkeiten, Kurvenradien, Brücken, Streckenbewuchs, Qualität des Oberbaus, etc.) gegeben. Zur Durchführung eines psycho-akustischen Ansatzes sind Streckenabschnitte in räumlicher Nähe zur Bebauung vorhanden, z. B. im Raum Cottbus. Zur Untersuchung des dritten Forschungsthemas könnten die 2017 im Zuge des Ausbaus der Strecke Knappenrode – Horka errichteten konventionellen Lärmschutzwände neuester Bauart mit einbezogen werden. Zur Untersuchung von Methoden zur Reduktion von Baulärm eignet sich z. B. die Erprobung mobiler, d. h. flexibel entlang der Baustelle zu verwendender Lärmschutzwände. Für Tests im Forschungsthema lärmarme Sonderanlagen können u. a. Endbahnhöfe des nicht elektrifizierten Streckennetzes herangezogen werden, z. B. Cottbus oder Görlitz, die der Abstellung dieselbetriebener Schienenfahrzeuge dienen. Weiterhin eignen sich z. B. die Rangierbahnhöfe Halle (Saale) und das DB-Fahrzeuginstandsetzungswerk Cottbus als potenzielle Teststandorte.

Sämtliche Forschungsthemen erfordern ab der Ausbaustufe 0 voraussichtlich ortsnahe Projektarbeitsplätze sowie eine leistungsfähige IT-Infrastruktur u. a. zur Speicherung großer Datenmengen. Ab der Ausbaustufe 1 (Tests im Realbetrieb) sind für die jeweiligen Forschungsthemen von Beginn an projektspezifische Investitionen insbesondere in akustische Messtechnik erforderlich. Lärm-Messstationen können unter anderem Mikrofone, Achszähler, Steuerungseinheiten, Übertragungstechnologie und Datenaustauschserver beinhalten. Für die Forschungsthemen 1, 4 und 5 sind zudem Investitionen in akustische Kameras zu empfehlen. Zur Bearbeitung des zweiten Forschungsthemas sind projektspezifische Investitionen beispielsweise in elektrophysiologische Messinstrumente und in spezielle Tonaufnahmetechnik (sogenannter Kunstkopf) absehbar. Im Fall des vierten Forschungsthemas könnten an geeigneten Streckenabschnitten entsprechende Fundamente für den flexiblen Ein- und Ausbau innovativer Lärmschutzmaßnahmen beschafft werden, um Einbauverfahren und die lärmabsorbierende Wirkung in der Praxis zu untersuchen.

In der Ausbaustufe 3 (spezifische Aufrüstung der Forschungsfelder) könnten zur Bearbeitung des dritten Forschungsthemas vorhandene Freiflächen entlang des Streckennetzes testweise mit innovativen, landschafts- und stadtbildgerechten Lärmschutzanlagen bebaut werden. Auch hier eignet sich die Errichtung entsprechender Fundamente für den flexiblen Ein- und Ausbau dieser Anlagen. Das fünfte Forschungsthema könnte ebenfalls in der Ausbaustufe 3 u. a. Investitionen in lärmindernde Nachrüstungen an Triebfahrzeugen und stationäre Lärmschutzmaßnahmen erfordern. Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und notwendiger Nachrüstungen im Forschungsfeld „LärmLab21“ enthält die Tabelle 5.2.

TABELLE 5.2: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „LÄRMLAB21“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Optimierung von Schall- und Erschütterungsschutz	Messstationen; akustische Kameras	-	-
Psycho-akustischer Ansatz: Subjektive Wahrnehmung von Geräuschquellen/ Lärmschutz	Elektrophysiologische Messinstrumente; ggf. Kunstkopf	-	-
Landschafts- und stadtbildgerechte Lärmschutzanlagen	Messstationen	-	Aufstellversuche Lärmschutzanlagen auf Freiflächen
Methoden zur Reduktion von Baulärm (Baulärm-Lab)	Messstationen; ggf. akustische Kameras; ggf. Verwendung mobiler Lärmschutzwände	-	-
Lärmarme Sonderanlagen, z. B. Abstellanlagen, Rangierbahnhöfe, Umschlaganlagen	s. o.	-	Ggf. Nachrüstung an Bestandsfahrzeugen und stationärer Lärmschutz

5.2.3 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Alternative Antriebe“

Eine steigende Verkehrsnachfrage mit einhergehender Verkehrsüberlastung, die Energieversorgungssicherheit und der Klimawandel sind einige der Herausforderungen, mit denen Deutschland und die Europäische Union konfrontiert sind. Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert, dass der Eisenbahnsektor in den nächsten Jahrzehnten einen größeren Anteil der Verkehrsnachfrage übernehmen muss. Die Elektrifizierung des Schienenverkehrs durch Alternative Antriebe ist im Hinblick auf die Reduzierung von Luftschadstoffen von besonderem Interesse. Neben der Reduzierung von Luftschadstoffen kann durch die Elektrifizierung der Antriebsstränge die Gesamteffizienz erhöht werden. Die vielversprechendsten Energieversorgungssysteme für alternative Antriebstechnologien stellen hierbei die Batterien [198] und die Brennstoffzellen [7] dar, welche bereits in ersten (Pilot-)Anwendungen konventionelle Diesellokomotiven in Streckenabschnitten ohne Oberleitung ersetzen. Im Kontext des Forschungsfelds „Alternative Antriebe“ werden die folgenden Varianten als relevant für die Untersuchung erachtet:

- Elektromotor (konventioneller Triebzug mit Anschluss an Oberleitung)
- Diesel-Hybrid
- E-Hybrid
 - Hybrider Antriebsstrang bestehend aus Batterie und Brennstoffzelle
 - Hybrider Antriebsstrang bestehend aus zwei gekoppelten Batteriesystemen (Hochleistungs- und Hochenergiebatterie)
- Wasserstoff/Brennstoffzelle
- Batterie
- E-Fuels (flüssig und gasförmig)
- Biogas (CNG/LNG)

Das Streckennetz ist zu einem großen Teil bereits elektrifiziert, sodass Tests mit teil- und vollelektrifizierten Zügen bereits auf weiten Teilabschnitten möglich sind. Zusätzlich können auf den nicht/teil-elektrifizierten Abschnitten der Teststrecke insbesondere Batterie- oder Brennstoffzellen-betriebene sowie Hybrid-Varianten getestet werden. Auf solchen Streckenabschnitten können neben Stresstests gezielt von Oberleitungen abweichende Ladeinfrastrukturen für Batterie- oder Brennstoffzellen-betriebene sowie Hybrid-Varianten durchgeführt bzw. eingesetzt werden. Dabei wird der Testbedarf für die Variante E-Hybrid als relevanter angesehen als für die Variante Diesel-Hybrid, da Umrüstungslösungen für vorhandene Dieselfahrzeuge bereits heute durchgeführt werden [69].

Das Laden der Batteriesysteme der Batterie- und der Hybrid-Züge ist durch die vorhandenen Oberleitungen bereits möglich. Ein spezielles Unterwerk für verschiedene Stromsysteme (Gleichspannung, Wechselspannung mit ein-, zwei- oder dreiphasigen Systemen sowie Standard-Industrie- und verminderter Frequenz) kann mittel- bis langfristig nachgerüstet werden, da die Leistungselektronik für Hochvoltkomponenten marktreif ist. Dies beinhaltet den Austausch von 50 Hz-Transformatoren durch mittelfrequente Transformatoren (bspw. 1 kHz und 3 kV), um so kompakte Unterwerke zu realisieren und dadurch Effizienz zu steigern, Ressourcen zu schonen und Kosten zu senken [16]. Hier ist gleichzeitig mit der Bereitstellung verschiedener Anschlusstypen und ausreichend Anschlussleistung auf Schnelllademöglichkeiten der Batterien zu achten.

Um Standzeiten von entladenen batteriebetriebenen Zügen zu verkürzen, ist eine Bereitstellung von Schnellladetechnik notwendig. Dabei gibt es verschiedene Leistungsklassen und Anschlusstypen, welche zum schnellen Laden der Batteriesysteme geeignet sind und eingesetzt werden können. Eine Ausrüstung für flexible Schnellladetechnik ist mittelfristig realisierbar. Auch eine Schnellladung über dafür

vorgesehene Oberleitungen ist möglich. Die Anforderungen an die Leistungsklasse sollten anhand der notwendigen Zeit zur nahezu vollständigen Ladung von Batteriesystemen, die im Zugbereich eingesetzt werden, definiert werden.

Die Energieträgerversorgung durch Wasserstoff ist mittels einer Betankung mit Flaschen im Testlabor bzw. eine mobile Wasserstoff-Betankungsstation mit der Errichtung eines Elektrolyseurs zur lokalen Produktion innerhalb eines Testfeldes kurz- bis mittelfristig realisierbar. Langfristig wäre eine direkte Energieversorgung der Wasserstoff-Erzeugung der Elektrolyseure über Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) umsetzbar, sofern diese Art der Energieübertragung im Bereich des Testfeldes angestrebt wird. Beispielsweise durch Kopplung an große Photovoltaikanlagen (Gleichstromerzeuger) kann die Effizienz der Energieübertragung mit HGÜ gegenüber der konventionellen Versorgung durch Wechselspannung erhöht werden. Eine Energieträgerversorgung im Testfeld ist nur langfristig umsetzbar, da keine Wasserstoff-Ladeinfrastruktur vorhanden ist. Gleiches gilt für andere alternative Kraftstoffe, wie z.B. Methanol oder LNG, da sie sich in einem zu frühen Entwicklungsstadium befinden.

Eine hochauflösende Datenübertragung von beispielsweise Batterie- und Brennstoffzellmessdaten ist zurzeit noch nicht möglich. Eine Infrastruktur zur Datenübertragung mit 4G ist jedoch nachrüstbar, um eine Übertragung der Daten im kHz- bis MHz-Bereich zu erlauben und eine höhere Anzahl an Freiheitsgraden zur Überwachung und Analyse zu realisieren. Neben der Analyse von Batterie- und Brennstoffzellmessdaten wird durch ein 4G-Netz am Testfeld auch eine ausreichende Bandbreite für die Übertragung und Verarbeitung von Messdaten der Antriebskomponenten ermöglicht.

Bei einer mittel- bis langfristig realisierbaren Erweiterung auf 5G-Übertragung ist zusätzlich die Möglichkeit einer Remote-Diagnostik für einige Komponenten wie das Batteriesystem gegeben. Die Remote-Diagnostik erlaubt einen Zugriff aus der Ferne auf das Batteriesystem oder andere Komponenten beziehungsweise auf Daten dieser Komponenten. Ein Vorteil ist die Möglichkeit der Auslagerung von Rechenleistung aus den Systemen der Züge.

Der Bedarf an eine Energieträgerversorgung durch Biogas wird derzeit als gering eingeschätzt. Daher ist eine Infrastruktur zur Betankung von Biogas am Testfeld erst in der dritten Ausbaustufe vorgesehen, sofern die Entwicklung dieser Antriebstechnologie bis dahin in einem fortgeschrittenen Stadium ist.

Der Testbedarf für E-Fuels wird als gering eingeschätzt, da keine vergangene oder aktuelle Forschung und Entwicklung von Zügen, die mit E-Fuels angetrieben werden, bekannt ist.

Eine Übersicht unterschiedlicher forschungsspezifischer Anforderungen und notwendiger Nachrüstungen im Forschungsfeld „Alternative Antriebe“ enthält die folgende Tabelle 5.3. Je Zeile wird auf unterschiedliche Testarten eingegangen.

Neben den Fragestellungen zu den Ausbaustufen der relevanten Varianten der alternativen Antriebe können die folgenden Fragestellungen auf dem offenen digitalen Testfeld untersucht werden:

- Wie soll eine Energieträgerversorgung realisiert werden?
- Wie können Messdaten der Antriebskomponenten vollständig über Funkschnittstellen verarbeitet werden?
- Welche Testverfahren und Vermessungen an Antriebskomponenten (Batterien, Leistungselektronik, E-Motoren, usw.) können in einem modernen Testlabor mit flexibler Prüfumgebungen durchgeführt werden?
- Wie können innovative Antriebstopologien elektromechanischer Antriebe realisiert werden?
- Wie hoch ist die Ausfallrate von Zügen und Zugkomponenten unter bestimmten thermischen Belastungen? Kann eine beschleunigte Alterung von Zugkomponenten im Rahmen von thermischen Vermessungen beobachtet werden?

- Wie können Emissionsminderungen (Lärm, Abgas, Treibhausgase, Feinstaub) vermessen werden?
- Wie kann die Fahrzeugeffizienz bzw. die Antriebseffizienz von innovativen Antriebstechnologien bestimmt werden? Welche Fahrzeug- bzw. Antriebseffizienz können innovative Antriebstechnologien erreichen?
- Wie kann die Wirtschaftlichkeit von innovativen Antriebstechnologien bestimmt werden? Wie wirtschaftlich sind innovative Antriebstechnologien im Vergleich zu konventionellen Antriebsarten?

TABELLE 5.3: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „ALTERNATIVE ANTRIEBE“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Elektromotor	Konventionelles Unterwerk	Spezielles Unterwerk für verschiedene Stromsysteme	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)
Diesel-Hybrid	Betankung Diesel	-	-
E-Hybrid ¹	-	-	-
Wasserstoff/Brennstoffzelle	Wasserstoff-Bündel	Mobile Wasserstoff-Betankungsstation	Elektrolyseur zur Produktion vor Ort
Batterie	Oberleitungen zur Ladung der Batteriesysteme	Flexibles Schnellladesystem	-
Biogas (CNG/LNG)	-	-	Mobile Gas-Betankungsstation

5.2.4 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Connectivity“

Beim Zugfunk wird zwischen analogem Bahnfunk und dem digitalen Bahnfunk unterschieden. Betrachtet wird nachfolgend allein der digitale Bahnfunk, ausgehend von der gegenwärtigen Ausführung als GSM-R. Diente der digitale Bahnfunk bis zur Einführung von ETCS nur zur Kommunikation der am Eisenbahnbetrieb beteiligten Personen, wird er zunehmend auch zur Übertragung von Daten genutzt. Durch die Erweiterung der Nutzung ergeben sich dementsprechend erweiterte Anforderungen an den Bahnfunk.

Da viele (künftige) Anwendungen einen hochleistungsfähigen Datenfunk voraussetzen, muss dieser als ein integraler Bestandteil der Digitalisierung des Bahnsystems angesehen werden und wird im Weiteren unter dem Oberthema „Connectivity“ geführt. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass einige andere Forschungsfelder die Verfügbarkeit eines Datenfunks mit hoher Datenrate (Bandbreite) und geringer Verzögerung (Latenz) voraussetzen. Dementsprechend sollte es das Ziel sein, auf dem offenen digitalen Testfeld zumindest für einige Streckenabschnitte einen solchen Datenfunk zur Verfügung zu stellen.

¹ Die Ausbaustufen der Variante E-Hybrid sind bereits implizit in den Varianten Wasserstoff/Brennstoffzelle und Batterie inkludiert.

Connectivity ist u. a. Voraussetzung für die folgenden Technologien:

- Hochpräzise Lokalisierung/Positionsbestimmung von Zügen
- Lokalisierung von Objekten im Gleis
- Automatic Train Operation
- ETCS Level 3 (sowohl Hybrid als auch Moving Block)
- Predictive Maintenance (strecken- und fahrzeugseitig)

Bei den oben genannten Technologien handelt es sich jeweils um Anwendungen, für die eine sehr hohe Datenrate (Bandbreite) und eine geringe Verzögerung (Latenz) notwendig sind. Da beide Bedingungen mit dem heutigen Stand der Technik (GSM-R) nicht gegeben sind, ist für das Testen und die Nutzung der oben genannten Technologien die Ablösung von GSM-R durch einen hochleistungsfähigen Datenfunk unabdingbar. Perspektivisch ist dazu die Ablösung des heutigen Funkstandards GSM-R, der auch fast flächendeckend auf den Strecken des Testfelds vorhanden ist, durch FRMCS vorgesehen, der auf dem 5G-Standard beruht.

Das offene, digitale Testfeld sollte dazu genutzt werden die Einführung der neuen Datenfunkgeneration voranzutreiben. Demzufolge werden die folgenden Varianten für das Testfeld als relevant erachtet:

1. Lokale WLAN-Netze
2. FRMCS

Dadurch, dass sich FRMCS noch in der Spezifizierungs- und Erprobungsphase befindet [184], ergibt sich auch noch eine große Anzahl an offenen Fragestellungen, die auf dem offenen digitalen Testfeld untersucht werden können. Unter anderem gibt es zum jetzigen Zeitpunkt erst wenige Erfahrungen zur Positionierung von 5G-Funkmasten entlang Eisenbahnstrecken, sodass auf diesem Gebiet weitere Erfahrungen gesammelt und die Erkenntnisse bei zukünftigen Umsetzungen berücksichtigt werden können. Sollen bereits vor der flächendeckenden Ausrüstung mit FRMCS auf dem offenen Testfeld Test durchgeführt werden, welche ein hochverfügbares Datenfunknetz benötigen, besteht die Möglichkeit lokale WLAN-Netze entlang der Streckeninfrastruktur aufzuspannen. (Eine Zwischenlösung auf Grundlage von GPRS oder 4G ist nicht zwingend, da die angedachten Anwendungen nicht notwendigerweise auf diesen Standard zurückfallen müssen.) Die WLAN-Netze könnten zum Beispiel genutzt werden, um in einem kleinen Bereich verschiedene Tests zur Lokalisierung durchzuführen oder ATO im Rangierbereich zu testen.

Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und notwendiger Nachrüstungen im Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“ für die einzelnen Ausbaustufen enthält die Tabelle 5.4. Die Varianten entsprechen den oben im Text aufgelisteten Systemvarianten.

TABELLE 5.4: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „CONNECTIVITY“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Lokale WLAN-Netze	Lokale WLAN-Netze in dedizierten Bereichen	-	-
FRMCS	GSM-R	Prototypische Ausrüstung der eigenen Infrastruktur	-

Neben den Fragestellungen zum grundlegenden Setup eines FRMCS-Ausbaus können die folgenden Fragestellungen auf dem offenen digitalen Testfeld untersucht werden:

- Wie funktioniert eine Transition zwischen verschiedenen Funksystemen?
- Wie kann im Funk-Störfall der Betrieb (unter ETCS/ATO) aufrechterhalten werden?
- Welche Effekte gibt es, wenn Gleiselemente durch eine genaue Zuglokalisierung anstatt durch Gleisfreimeldemittel frei gemeldet werden?
- Welche Auswirkungen resultieren, wenn die genaue Zuglokalisierung ausfällt?
- Wie sicher und genau ist die Lokalisierung von Personal und Arbeitsgeräten im Gleis?
- Wie zuverlässig kann das TMS auf die Lokalisierung von Personal/Arbeitsgerät im Gleis reagieren?
- Welche Vorteile ergeben sich, wenn eine Schnittstelle zwischen Zug, BÜ und Auto mittels Car-to-x realisiert wird?
- Welche Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten lassen sich durch den Einsatz von Augmented Reality verbessern?
- Ergeben sich Vorteile beim intelligenten Baustellenmanagement (BIM-Projekten) bei der Verfügbarkeit von Datenfunk mit hoher Datenrate und geringer Latenz?

5.2.5 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „ATO/TMS“

Die (Teil-)Automatisierung des Zugverkehrs wird in den nächsten Jahren ein immer wichtigeres Thema im Bereich des Eisenbahnwesens werden. Während das autonome und fahrerlose Fahren im Bereich von Stadt- und U-Bahnen schon heute an vielen Orten der Welt genutzt wird, ist das automatische Fahren bei den Vollbahnen noch nicht abschließend spezifiziert und getestet. Dementsprechend bietet sich das offene digitale Testfeld an, um in diesem zukunftsreichen Forschungsbereich Testmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen.

Der Grad der Automatisierung wird durch den Grade of Automation (GoA) klassifiziert [252]. Während der GoA 1 ein Fahrerassistenzsystem mit manueller Umsetzung von Fahrempfehlungen durch den Triebfahrzeugführer beschreibt, sieht GoA 2 zwischen den Verkehrshalten ein automatisches Fahren vor. Im GoA 3 ist im regulären Betrieb kein Triebfahrzeugführer im Führerstand, so dass wesentlich höhere Anforderungen an eine Hinderniserkennung sowie Zugangsbeschränkungen entstehen. Im GoA 4 ist auch in der Rückfallebene kein Triebfahrzeugführer verfügbar.

Für das automatisierte Fahren ist in der Regel ein integriertes Traffic Management System (TMS) mit vorausschauender Konflikterkennung/-lösung zielführend, welches Fahrprofile ermittelt und als Fahrempfehlungen (GoA 1) bzw. im steuernden Durchgriff (GoA 2 bis GoA 4) übermittelt. Mit Hilfe eines TMS lassen sich auch unterschiedliche Ausprägungen von Abfahrtscountern untersuchen. Auf dem offenen digitalen Testfeld sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, um Tests mit den folgenden Schwerpunkten zu ermöglichen:

3. Automatisiertes Fahren im regulären Fahrgastbetrieb/Güterverkehr
4. Automatisiertes Fahren bei der Vor- und Nachbereitung von Zugfahrten
5. Nutzung von Abfahrtscountern

Unter Automatic Train Operation (ATO) wird der automatisierte Zugbetrieb in verschiedenen Automatisierungsgraden (GoA) verstanden. Es wird zwischen vier Ausprägungen unterschieden, wobei mit jedem höheren Grad mehr Verantwortung vom Triebfahrzeugfahrer (Tf) auf das System übergeht, wie in Abbildung 5.1 verdeutlicht.

GoA1	GoA2	GoA3	GoA4
Zugbetrieb ohne ATO	Halb-automatischer Zugbetrieb	Fahrerloser Zugbetrieb	Unbegleiteter Zugbetrieb
Manuelles Fahren mit FAS-Empfehlung	Automatisierter Fahrbetrieb (ATO)		
Lokführer im Führerstand, immer noch verantwortlich für Zugfahrt	Zugbegleitpersonal verantwortet einige Betriebsprozesse	Kein Personal an Bord für betriebliche Aufgaben	

Abbildung 5.1: Übersicht der Automatisierungsgrade (Eigene Darstellung)

Zu berücksichtigen ist, dass eine ATO-Ausrüstung immer aus einer streckenseitigen (ATO trackside/ATO-TS) und einer fahrzeugseitigen (ATO onboard/ATO-OB) Ausrüstung besteht. ATO trackside dient als Schnittstelle zum TMS und stellt dem ATO onboard verdichtete Daten zur Verfügung. Dementsprechend muss bei der Einführung von ATO trackside eine Schnittstelle zum TMS geschaffen werden, mit deren Hilfe die statischen Segment Profiles und die dynamischen Journey Profiles an die ATO-OB übertragen und berechnet werden können. Dafür ist es zielführend, dass das TMS über eine Konflikterkennung und -lösung verfügt, die Funkkapazitäten ausreichend dimensioniert sind und die Lokalisierung der Fahrzeuge möglichst genau ist. Das ATO onboard System berechnet auf Basis der zur Verfügung gestellten Daten (Segment Profile, Journey Profile) sowie der vorhandenen Fahrzeugdaten ein Fahrprofil und setzt dieses auch um [248]. Dementsprechend müssen für die Bearbeitung von Fragestellungen im Kontext ATO sowohl ausgerüstete Streckenbereiche als auch mindestens ein Fahrzeug mit einer ATO On-Board Unit zur Verfügung stehen. Insbesondere das Teilsystems ATO trackside muss explizit auf die jeweilige Strecke angepasst werden, sodass dieses zunächst zu projektieren ist, bevor mit der Implementierung begonnen werden kann. Dabei besteht die Möglichkeit, dass bei der Projektierung und Implementierung auch Tests im Rahmen des offenen digitalen Testfelds durchgeführt werden können.

Die Integration von Abfahrtscountern bietet eine Optimierungsmöglichkeit des Eisenbahnbetriebs. Im heutigen Eisenbahnbetrieb ist es in der Regel so, dass der Zugchef den Abfertigungsprozess erst beginnen darf, wenn die Ausfahrt gestellt ist und das Ausfahrtsignal den Fahrt-Begriff zeigt. Dadurch ist die vorausliegende Strecke bereits einige Zeit belegt, bevor sich der Zug tatsächlich in Bewegung setzt. Gerade in großen Bahnhöfen kann dies zur Behinderung anderer Fahrten führen. Ein Abfahrtscounter würde dem Zugchef mitteilen, wann die Ausfahrt voraussichtlich gestellt wird, sodass dieser den Abfertigungsprozess bereits einleiten könnte, bevor die Ausfahrt steht. Solche oder ähnliche Systeme sind bei Stadt- und U-Bahnen bereits im Einsatz.

Damit diese Technologie eingesetzt werden kann, muss eine Schnittstelle zum TMS entwickelt und getestet werden. Zusätzlich ist zu eruieren welche Anpassungen an bestehenden Regelwerken notwendig sind, um solch eine Technologie einsetzen zu können.

In Tabelle 5.5 ist aufgeführt, welche Anpassungen in den Ausbaustufen notwendig sind, um das Forschungsfeld „ATO/TMS“ zu bearbeiten. Da es sich bei ATO nicht um ein fertig entwickeltes System handelt, welches ohne weiteres kaufbar ist, bietet sich die Möglichkeit, dass eine potenzielle Ausrüstung auf dem Testfeld bereits durch Forschungsfragen und -tests begleitet werden kann. Da hier ein ATO-over-ETCS System in den Blick gefasst wird, können sich Synergien ergeben, wenn die streckenseitige ATO-Ausrüstung zeitgleich mit einer möglichen ETCS-Ausrüstung durchgeführt wird.

TABELLE 5.5: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „ATO/TMS“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Automatisiertes Fahren im regulären Fahrgastbetrieb/Güterverkehr	-	-	Streckenseitige Ausrüstung mit ATO-TS; Anschaffung / Ausrüstung eines Fahrzeugs mit ATO-OB
Automatisiertes Fahren bei der Vor- und Nachbereitung von Zugfahrten	-	-	Streckenseitige Ausrüstung mit ATO-TS; Anschaffung / Ausrüstung eines Fahrzeugs mit ATO-OB, räumlich abgetrennter Rangierbereich
Abfahrtscounter	Integration von Abfahrtscountern in Netzbereichen mit vorhandenem TMS	-	-

Das Testfeld ist im Kontext „ATO/TMS“ für die Untersuchung der folgenden Fragestellungen prädestiniert:

- Wie hoch ist der Kapazitätsbedarf unter ATO?
- Wie sieht das Verhalten bei Transitionen zwischen unterschiedlichen Automatisierungsgraden aus?
- Was passiert bei einer unterbrochenen Kommunikationsverbindung (ATO-OBU – TMS/ATO-TS)?
- Wie wirken sich unterschiedliche ATO-Konfigurationen (z. B. ATO-Sollbremskurven) aus?
- Welche TMS- und ATO-Zielfunktionen sind zielführend (energiesparendes fahren)?
- Wie genau können die Fahrvorgaben vom TMS umgesetzt werden?
- Wie akkurat ist die Konflikterkennung und -lösung des TMS?
- Wie sehen vollautomatisierte Ab-/Bereitstellungen unter ATO aus (GoA 3 oder GoA 4)?
- Können über Datenfunk beliebig viele Journey-Profile Updates gesendet werden?
- Wie wirkt sich ein Abfahrtscounter auf die Zugabfertigung aus?

Zusätzlich zu den eher technischen Fragestellungen ist das Testfeld auch insbesondere geeignet, um die Interaktion zwischen dem ATO-OB und dem Triebfahrzeugführer in den Automatisierungsgraden GoA 1 und GoA 2 zu untersuchen. Dies ist vor allem deshalb von besonderer Bedeutung, da mit GoA 2 das Aufgabenprofil des Tf maßgeblich verändert wird. Diese Untersuchungen sollten mit betroffenen Triebfahrzeugführern, Systemdesignern sowie den verantwortlichen Aufsichtsbehörden durchgeführt werden.

5.2.6 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Fahrzeuge“

Im Kontext des Forschungsfelds „Fahrzeuge“ werden vorrangig Themen aus vier übergeordneten Bereichen als relevant betrachtet:

1. Fahrzeugseitige Objekt- und Hinderniserkennung auf der Strecke
2. Fahrzeugseitige Objekterkennung im Bahnhofsbereich
3. Positionserkennung
4. Katastrophenschutz

Eine Automatisierung des Bahnverkehrs bei gleichbleibendem Sicherheitsstandard erfordert die Entlastung des Triebfahrzeugführers bei der Streckenbeobachtung bei GoA 2 bis hin zur sicheren Übernahme der Aufgabe der Streckenbeobachtung durch die Fahrzeugsteuerung bei GoA 3 und GoA 4.

Während im Metrobereich, mit abgeschlossenen, gesicherten Bahnbereichen mit standardisiertem Layout und einer zumeist vergleichsweise geringen Ausdehnung eine streckenseitige Überwachung auf Eindringen von Fremdkörpern in den Gleisbereich möglich ist, ist dies für den Vollbahnbereich mit seinen gewachsenen, uneinheitlichen Strukturen, den vielfältigen Szenarien für den Eintrag von Störungen und Fremdkörpern bisher nur ergänzend möglich, beispielsweise bei der Bahnübergangssicherung.

Forschungsthemen für fahrzeugseitige Überwachung beginnen bei der Erkennung von Gegenständen in oder Schäden an der Oberleitung, um durch eine Schnellabsenkung des Stromabnehmers noch vor Berührung mit dem Hindernis Oberleitungsschäden vermeiden zu können. Darauf baut weiterhin die Erkennung von Vegetationshindernissen im Lichtraum (z. B. bei Sturm umgestürzte Bäume) und von Personen oder Tieren im Gleisbereich und im an den Lichtraum angrenzenden Bereich auf. Als Zielstellung hierbei ist zugrunde zu legen, dass ein GoA3/4 Fahrzeug nicht absolut sicher sein muss und etwa alle Kollisionen vermeiden können muss. Ziel sollte es vielmehr sein, so gut oder besser wie ein fahrgesteuertes Fahrzeug zu sein. Ein Triebfahrzeugführer kann aufgrund der Randbedingungen des Bahnbetriebs (Bremswege, etc.) auch nicht alle Kollisionen mit Vegetation oder mit Tieren und Menschen im Gleisbereich verhindern. Aber gegenüber einem "blinden" System, das sich nur auf streckenseitige Einzäunung und Kollisionserkennung verlässt, kann ein Fahrer und kann ein Erkennungssystem auf dem Fahrzeug eine drohende Kollision frühzeitig erkennen und durch geeignete Maßnahmen (Warnsignale, Einleitung Schnellbremsung, Absenken Stromabnehmer etc.) die Folgen verringern. Hierbei können Erkenntnisse aus der Forschung zum autonomen Fahren aus dem Automotive Bereich für das Training der KI genutzt werden.

Im Betrieb besonders kritisch ist der Bahnsteigbereich. Eine automatisierte Abfertigung des Zuges für GoA 3/4 setzt ein Beherrschen dieses Bereichs voraus. Es geht dabei nicht nur um die Erkennung von Gegenständen und Personen im unmittelbaren Gleisbereich wie bei der Hinderniserkennung auf der Strecke, sondern auch um die Beobachtung des Türbereichs und um die Beobachtung des gesamten Schnittstellenbereich Fahrzeug-Bahnsteig, beispielsweise Personen zu erkennen, die in suizidaler Absicht oder fahrlässig sich der Bahnsteigkante nähern.

Im Bereich der Positionserkennung sind sowohl die Fortentwicklung von Technologien zur Bestimmung der Absolutposition, beispielsweise durch satellitengestützte Navigation (Galileo) und satelliten- und bodengestützte Präzisierung (augmented GPS) als auch gerade für sicherheitsrelevante Anwendungen die präzise Bestimmung der Relativposition in Bezug auf Gefahren- und Zwangspunkte wie Grenze Bahnhof Strecke oder Gefahrpunkt an Weichen relevant. Für ETCS Level 3 (insbesondere in Kombination zum Moving Block) ist die zuverlässige Bestimmung der Relativpositionen zu Gefahrpunkten Schlüssel zur weiteren Technologieentwicklung.

Da auch ein sicherheitstechnisch optimiertes System wie die Bahn nie absolut frei von Störfällen (Unfälle, Vandalismus, Terrorismus etc.) sein kann, sind Maßnahmen zur Minimierung von Schäden, insbesondere Personenschäden ein wichtiges Forschungsfeld. In dem EU-geförderten Project "SecureMetro" wurde bereits gezeigt, dass einfache Maßnahmen geeignet sind, die Auswirkungen eines Bombenanschlags in einem Metrofahrzeug zu verringern [233]. Hier besteht ein Potential für weitere Forschung, auch hinsichtlich anderer Anschlagsszenarien.

Ein zweiter entscheidender Faktor hinsichtlich der Begrenzung von Schäden ist das Training der Rettungsmannschaften. Dabei ermöglicht ein Testfeld, so wie „Brandhäuser“, als Trainingsfeld für Rettungskräfte gleichzeitig den Trainingsstand zu erhöhen und wichtige Hinweise für die Weiterentwicklung von Training und Evakuierungstechnik von Fahrzeugen zu liefern. Dabei besonders relevant ist der Umgang mit alternativen Antrieben, beispielsweise mit Batterie-/Hybridfahrzeugen oder mit Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen.

Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und notwendiger Nachrüstungen im Forschungsfeld „Fahrzeuge“ für die einzelnen Ausbaustufen enthält die Tabelle 5.6.

TABELLE 5.6: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „FAHRZEUGE“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Fahrzeugseitige Objekt- und Hinderniserkennung auf der Strecke	Freie Strecke mit unterschiedlichen Bedingungen, einschließlich Ein- und Mehrgleisigkeit, Bahnübergängen, Tunnel, Brücken, Haltepunkten, Rangierbereich; Insbesondere Nebenbahntypische Szenarien	Datenfunk (WLAN/4G/5G)	Spezifische Ausrüstung für relevante Testaufbauten Immaterielle Anforderung: Kooperation mit Hersteller aus Automotivbereich
Fahrzeugseitige Objekterkennung im Bahnhofsbereich	Bahnhöfe und Haltepunkten mit unterschiedliche Ausstattungs niveaus	Datenfunk (WLAN/4G/5G)	Spezifische Ausrüstung für relevante Testaufbauten
Positionserkennung	Strecken- und Rangierbereiche mit unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen (Einschnitt, Abschattung etc.)	Datenfunk (WLAN/4G/5G)	Bodengebundene Ortungseinrichtungen (augmented GPS)
Katastrophenschutz	Strecken und Haltepunkte mit unterschiedlichen Bedingungen, insbesondere auch Tunnelabschnitt Straßenanbindung	Datenfunk (WLAN/4G/5G)	Erweiterung der simulierten Einsatzszenarien, beispielsweise durch eine „Tunnelsimulation“ in Form eines in einer Halle aufgebauten Tunnelabschnittes

Über die dargestellten Fragestellungen hinaus wurden keine weiteren Fragestellungen untersucht. Es ist davon auszugehen, dass durch den offenen Charakter des Testfelds weitere Fragestellungen im Bereich der Fahrzeuginnovationen beforscht werden können. Diese Fragestellungen sind voraussichtlich ebenfalls mit der hier erarbeiteten Grundausstattung des Testfelds durchführbar.

Andere wichtige Themen hingegen bedürfen der Erprobung im tatsächlichen Einsatzalltag, mit einem Praxisbezug, der über den eines Testfeldes hinausgeht. Hier sei insbesondere die DAK erwähnt. Nichtsdestoweniger kann ein Testfeld hier unterstützend für spezielle Forschungsaufgaben wirken, die sich aus der Praxiserprobung ergeben, beispielsweise im Bereich Degradationsmodelle (vgl. Kapitel 5.2.9 „Predictive Maintenance“)

5.2.7 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Güterverkehr“

In Hinblick auf das Forschungsfeld „Güterverkehr“ sind insbesondere folgende fünf Bereiche zu nennen:

1. Positionserkennung
2. Automatisierte Zugabfertigung
3. Automatisierte Wagen- und Ladungskontrolle
4. Schnittstellen zum intermodalen Verkehr
5. Katastrophenschutz und Terrorabwehr

Ebenso wie im Personenverkehr, spielt auch im Güterverkehr die Positionserkennung eine wichtige Rolle. Noch über die eher rein betrieblichen Aspekte im Zugverkehr hinaus kommen hier weitere Aspekte zum Tragen, die sich unmittelbar auf die Positionserkennung von Einzelwagen beziehen. Dies sind beispielsweise Aufgaben im Rangier- und Verladebereich, wo die Relativposition nicht nur zu Bahnelementen wie Weichen etc., sondern auch zu anderen Wagen beim Rangieren oder zu Elementen neben der Schiene wie Verladeeinrichtungen Bedeutung hat.

Während im Personenverkehr technisch gestützte Verfahren zur Zugtaufe und Zugabfertigung bereits sehr verbreitet sind, bestehen im Güterverkehr noch große Hürden. Auf einem Testfeld kann die Eignung von bestehender Technologie hierzu getestet, diese weiterentwickelt und auch Ansätze für eine Migrationsstrategie entworfen werden. Dies hat eine besondere Bedeutung für die Frage der Wirtschaftlichkeit von Einzelwagenverkehren.

Innovativere Ansätze zu Einzelwagenverkehren wie Selbstorganisierende Verkehre, Last-Mile-Optionen wurden vor etwa 20 Jahren sehr intensiv untersucht, beispielsweise an der RWTH Aachen durch Prof. Frederich im Forschungsbereich SOG [128] und CargoMover [258]. Ein Testfeld bietet die Möglichkeit, den damaligen Forschungsstand wiederaufzunehmen und unter Nutzung des zwischenzeitlichen technologischen Fortschritts eine Machbarkeit über Versuchsträger hinaus erneut zu untersuchen.

Die Wageneingangs- und Ausgangskontrolle ist eine anspruchsvolle und zeitaufwändige Aufgabe. Bei Fehlern in der Ladungssicherungskontrolle können die Folgen dramatisch sein, beispielsweise beim Unfall auf der Großen Beltbrücke Januar 2019 [136]. Zur Unterstützung der Wagenmeister können hier automatisierte Verfahren eingesetzt werden, bei denen sowohl durch wagenseitige Selbstkontrolle wie auch streckenseitige Überwachung, beispielsweise durch Bilderkennung mögliche Probleme bei der Ladungssicherung oder aber auch an den Wagen selbst detektiert werden können.

Die mit dem Ziel der CO₂-Vermeidung vorangetriebene Elektrifizierung des Straßenverkehrs wird den intermodalen Verkehr vor neue Herausforderungen stellen, bietet jedoch auch sehr große Chancen, für deren Nutzung geeignete Technologien zu entwickeln sind.

So kann die Bereitstellung von Lademöglichkeiten auf Autotransportwagen und auf Flachwagen zum Transport von LKWs („Rollende Landstraße“) wichtige Impulse zur Expansion dieser Transporte geben. Beschränkte Batteriekapazität und lange Ladezeiten, also die sogenannte „Reichweitenangst“, können ihren Schrecken verlieren bei der Möglichkeit, Langstrecken einfach und bequem auf der Schiene zu be-

wältigen und dabei das Fahrzeug auch noch zu laden, sodass am Ende der Reise das Fahrzeug frisch aufgeladen für den Last-Mile-Bereich wieder bereitsteht. Die Entwicklung geeigneter Technologien für die Konstruktion oder auch die Nachrüstung von Tragwagen kann auf einem Testfeld gefördert werden, ebenso die Optimierung der Verladetechnologien im intermodalen Transport für selektive, nicht-konsequente Verladung.

Verfahren hierzu sind bereits im produktiven Einsatz, wie beispielsweise Modalohr oder Megaswing. Aber erst in Kombination mit der Elektrifizierung des Straßenverkehrs einerseits und der Energieversorgung der Güterwagen über automatische Kupplung andererseits besteht das Potential für einen für Verkehrsentscheidungen relevanten Benefit.

Daher ist die Energieversorgung über Zugsammelschiene, vorzugsweise über die automatische Kupplung, im Güterverkehr ein wichtiges Thema. Nutznießer solcher Entwicklung sind neben dem kombinierten Verkehr mit Kraftfahrzeugen auch der Transport verderblicher Waren (Kühlwagen) bzw. der kombinierte Transport von Containern, bei denen ein Energiebedarf (Kühlen, Heizen, o. ä.) besteht, insbesondere als umweltfreundlichere Alternative zu Diesel-Integralcontainern.

Hinsichtlich weiterer Ansätze zum Themenfeld Verladetechnik ist zu betrachten, dass rein generische Ansätze, die nicht auf ein spezielles Transportbedürfnis abgestimmt sind, auf einem Testfeld weniger Erfolgspotential mit sich bringen. Demgegenüber entstehen gute, erfolgversprechende Ansätze zu diesem Thema aus speziellen Verladebedürfnissen von Kunden, wie in der Vergangenheit z. B. Pa-Behälter, Abrollcontainersysteme, Mobiler, Modalohr, etc. gezeigt haben. Wenn also ein Großkunde (z. B. Post) einen spezifischen Forschungsbedarf aufweist, so bietet ein Testfeld eine gute Möglichkeit zur Erprobung. Empfohlen wird daher, zunächst mit möglichen Großkunden für solche Systeme zu sprechen und die Ausgestaltung der dafür erforderlichen Einrichtungen am und im Testfeld direkt mit diesen abzustimmen und keine Ausrüstung vorzuhalten.

Auch ein sicherheitstechnisch optimiertes System wie die Bahn ist nicht absolut frei von Störfällen, sei es Unfällen oder aber auch mutwillig herbeigeführten Vorfällen, sei es durch Vandalismus oder auch Terrorismus. Die Konstruktion von Fahrzeugen kann hier helfen, den Schaden, insbesondere auch den Personenschaden zu minimieren. Hier besteht ein Potential für weitere Forschung, auch hinsichtlich anderer Anschlagsszenarien.

Ein zweiter entscheidender Faktor hinsichtlich der Begrenzung von Schäden, Personen- wie Sachschäden bei Unfällen oder Anschlägen ist das Training der Rettungsmannschaften. Dabei kann ein Testfeld eine relevante Rolle spielen, so wie „Brandhäuser“ als Trainingsfeld für die Feuerwehr gleichzeitig den Trainingsstand zu erhöhen helfen, aber auch wichtige Hinweise für die Weiterentwicklung von Training, aber auch zur „Rettungsfreundlichkeit“ von Fahrzeugen geben können. Ergänzend ist hierbei auch an das sich stetig durch neue Transportgüter erneuernde Aufgabenfeld von besonderer Wichtigkeit, dabei ist auch und gerade an den Umgang mit Gefahrstoffen aller Art zu denken.

Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und notwendiger Nachrüstungen im Forschungsfeld „Güterverkehr“ für die einzelnen Ausbaustufen enthält die Tabelle 5.7.

TABELLE 5.7: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „GÜTERVERKEHR“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Positionserkennung	Strecken- und insbesondere Rangierbereiche mit unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen (Einschnitt, Abschattung etc.)	Datenfunk (WLAN/4G/5G); Schnittstellen zu einem TMS	Bodengebundene Ortungseinrichtungen (augmented GPS)
Automatisierte Zugabfertigung	Rangierbereiche	-	-
Automatisierte Wagen- und Ladungskontrolle	Rangier- und Ladebereiche	Datenfunk (WLAN/4G/5G) Videogate und ggf. andere infrastrukturseitige Sensorik gemäß detaillierter Planung	-
Schnittstellen zum intermodalen Verkehr	Straßenanbindung, ortsfeste, gleiseitige Energieversorgung (Elektrant), Stirnladerampe und gleisparallele Laderampe	Datenfunk (WLAN/4G/5G)	Nach Wahl des / der Intermodalen Konzepte Verladeeinrichtungen Immaterielle Anforderung: Kooperation mit Hersteller aus Automotivbereich
Katastrophenschutz und Terrorabwehr	Strecken und Haltepunkte mit unterschiedlichen Bedingungen, insbesondere auch Tunnelabschnitt Straßenanbindung	Datenfunk (WLAN/4G/5G)	Erweiterung der simulierten Einsatzszenarien, beispielsweise durch eine „Tunnelsimulation“ in Form eines in einer Halle aufgebauten Tunnelabschnittes

5.2.8 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Zugsicherungssysteme“

Dem Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“ kommt auf dem Testfeld eine Schlüsselrolle zu. Einerseits besteht in dem Forschungsfeld selbst ein hoher Forschungs-, Entwicklungs- und Testbedarf. Andererseits bedarf es einer gewissen sicherungstechnischen Grundausrüstung, um insbesondere Fragestellungen zum automatisierten bis hin zum autonomen Fahren überhaupt untersuchen zu können.

Auf dem offenen digitalen Testfeld sollen alle in Deutschland zum Einsatz kommenden Zugsicherungssysteme vorhanden sein [35]. Entsprechend dieser Forderung enthält die folgende Liste die als relevant für die Untersuchung erachteten Varianten:

1. PZB
2. LZB
3. ETCS Level 1 LS (ESG)
4. ETCS Level 1 FS
5. ETCS Level 2
6. ETCS Hybrid Level 3
7. ETCS Level 3 Moving Block

Das Streckennetz ist nahezu vollständig mit PZB ausgerüstet, sodass Tests auf der bereits bestehenden Infrastruktur möglich sind. Durchführbar sind auch Tests auf den mit LZB ausgerüsteten Strecken Leipzig – Riesa sowie Leipzig – Bitterfeld, welche aber aufgrund der herstellerseitigen Abkündigung des Systems als weniger relevant angesehen werden. Zwar ist die PZB langjährig bewährt und weist deshalb für sich allein keinen hohen Forschungsbedarf auf. Forschungsrelevant sind jedoch Transitionen zwischen PZB und ETCS. Durch die im Testfeld vorhandenen LZB-Strecken könnten auch Transitionen zwischen LZB und ETCS untersucht werden. Wahrscheinlicher ist jedoch ein Ersatz der LZB durch ETCS wie er auf der Strecke Leipzig – Riesa vorgesehen ist [63], sodass der Forschungsbedarf zu Transitionen zwischen LZB und ETCS als weniger relevant eingestuft wird.

Auf PZB aufsetzend sind mit kurzfristig realisierbarer Nachrüstungen auch Tests zu ETCS Level 1 LS (ESG) auf dem Testfeld realisierbar. ESG ist die Abkürzung von „ETCS signalgeführt“, was bedeutet, dass der Tf die Außensignale zu beachten hat und keine Führerstandsignalisierung ausgegeben wird. ETCS L1 LS ist wie ETCS L2 Teil der ETCS-Migrationsstrategie der DB Netz AG. Im Knoten Basel sowie am Oberrhein befindet sich ESG bereits im Betrieb.

ETCS L1 FS ist in Deutschland auf dem Netz der DB Netz AG nicht vorgesehen [63]. Für die ETCS-Ausrüstung von NE-Bahnen, für die noch kein Standard entwickelt wurde, ist diese Variante aber eine mögliche Option. Beispielsweise wird das System auf der Strecke Niebüll – Tønder eingeführt [257][257]. Perspektivisch bietet ETCS L1 FS aber Möglichkeiten als Rückfallebene für ETCS L2 im Fall von Funkausfällen.

Während ETCS Level 1 noch ohne Datenfunk auskommt und keine zusätzlichen Anforderungen an das Stellwerk stellt, ist für die Implementierung von ETCS Level 2 und Level 3 ein zusätzlicher infrastruktureller Aufwand notwendig. Ähnlich zur LZB-Streckenzentrale ist eine ETCS-Streckenzentrale (RBC) notwendig, die als Bindeglied zwischen dem Zug und dem Stellwerk fungiert. Der Zug und das RBC kommunizieren per Funk. Stellwerkseitig wird hierfür mindestens ein ESTW oder DSTW benötigt, da gegenwärtig keine Schnittstelle RSTW – RBC besteht.

Mit der VDE 8.2 Erfurt – Halle und der Strecke 6135 (Berlin – Dresden) gibt es im Bereich des Testfelds zwei mit ETCS Level 2 ausgerüstete und sich im regulären Verkehr befindliche Strecke. Wie bereits eingangs erwähnt, stellt die Zugsicherung ähnlich wie Connectivity (vgl. Kapitel 5.2.4) eine Schlüsseltechnologie für ATO und TMS (vgl. Kapitel 5.2.4) dar, sodass eine zeitnahe Ausrüstung des Testfelds, oder zumindest Teilen davon, mit ETCS L2 anzustreben ist.

Durch den weitgehenden Wegfall der streckenseitigen Gleisfreimeldung müssen Züge unter Level 3 mit einem Vollständigkeitsüberwachungssystem (TIMS – Train Integrity Monitoring System) ausgerüstet sein, welches für lokbespannte Züge noch nicht verfügbar ist. Für die Übermittlung der Zugvollständigkeitsinformation sowie der Zugposition ist zudem ein hochleistungsfähiger Datenfunk notwendig. ETCS

Hybrid Level 3 kann auf ETCS Level 2 aufgesetzt werden und bestehende Blöcke mit Gleisfreimeldemitteln mittels virtueller Blöcke weiter unterteilt werden. Dies ermöglicht einen Mischbetrieb von Zügen mit TIMS, welche auch die virtuellen Blöcke nutzen können, und Zügen ohne TIMS, die nur die längeren Blöcke mit streckenseitiger Gleisfreimeldung nutzen. Zudem ist ein Mischbetrieb von Zügen mit und ohne ETCS-Fahrzeugausrüstung möglich [11]. Eine fertige Spezifikation des Systems gibt es noch nicht. Eine weiterzuentwickelnde Vorstufe als Beschreibung von Hauptprinzipien und betrieblichen Szenarien ist hingegen verfügbar [94]. Die Weiterentwicklung von ETCS Hybrid Level 3 steht an der Schwelle den Sprung aus Testlaboren auf erste Teststrecken zu realisieren, wofür das Testfeld perspektivisch optimale Bedingungen bieten kann.

Einer Implementierung von ETCS Level 3 in der Kombination mit Moving Block und ohne streckenseitige Gleisfreimeldung, stehen derzeit noch fehlende Spezifikationen [157] sowie entscheidender, das Fehlen spezifischer Stellwerke entgegen. Zur Realisierung eines tatsächlichen Moving Blocks ist eine neue Stellwerksgeneration notwendig, die in der Lage sein muss, Fahrstraßen ohne feste Blockteilung zu verarbeiten [242][251]. Eine zeitnahe Verfügbarkeit solcher „geometrischer“ Stellwerke ist nicht zu erwarten.

Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und notwendiger Nachrüstungen im Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“ für die einzelnen Ausbaustufen enthält die Tabelle 5.8. Die Varianten entsprechen denen oben im Text aufgelisteten Zugsicherungssysteme bzw. -systemvarianten.

Das Testfeld ist im Kontext „Zugsicherungssysteme“ für die Untersuchung der folgenden Fragestellungen prädestiniert:

- Verhalten bei Transitionen zwischen unterschiedlichen Zugsicherungssystemen bzw. Betriebsarten
- Verhalten bei fehlenden Feldelementen
- Verhalten bei Unterbrechung der Kommunikationsverbindung
- Überprüfung der Robustheit von Feldelementen
- Verifizierung des vorher rechnerisch ermittelten Kapazitätsverbrauchs
- Interaktion Triebfahrzeugführer und ETCS-Führerraumanzeige (DMI)

Die Frage nach der Sicherheit eines Zugsicherungssystems ist beispielsweise eine Fragestellung, die sich nicht für die Untersuchung auf einem Testfeld eignet. Hier ist weiterhin eine rechnerische Nachweisführung erforderlich, die nicht durch Testfahrten ersetzt werden kann. Das Testfeld eignet sich auch nur bedingt zur Untersuchung des immer wichtiger werdenden Schutzes vor Cyberangriffen. Aus der Natur der Sache heraus erfolgt bei Cyberangriffen kein Angriff auf ein physisches Element der Infrastruktur. Nichtsdestotrotz können auf dem Testfeld Daten gesammelt werden, die dann beispielsweise im sich im Aufbau befindlichen ETCS-Labor des DZSF zur Untersuchung von Cyberangriffen nachgenutzt werden können. Völlig ungeeignet ist das Testfeld für die Untersuchung von Stellwerken, auch wenn auf diesem Bereich wie im Kontext zu ETCS Level 3 ein hoher Forschungsbedarf besteht. Aus Gründen der Sicherheit sind jedwede Eingriffe in die Stellwerkstechnik zu unterlassen, um die Zulassung nicht zu verlieren.

Neben der Untersuchung von rein technischen Fragestellungen bietet das Testfeld auch Chancen im Bereich von Ausbildung und Training. Ebenso bietet das Testfeld für Untersuchungen an der Schnittstelle der Technik zum Menschen optimale Bedingungen. Beispielsweise die Interaktion des Triebfahrzeugführers mit einer neuen Zugsicherung könnte untersucht werden, sofern kein Fahrsimulator für den Zweck zum Einsatz kommen soll.

TABELLE 5.8: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „ZUGSICHERUNGSSYSTEME“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
PZB	PZB-Ausrüstung nahezu vollständig auf Netz vorhanden	-	Schaltbare Magnete (Untersuchung von Transitionen zu/von ETCS)
LZB	LZB-Ausrüstung auf der Strecke Leipzig – Riesa vorhanden	-	Keine (Herstellerseitig für 2030 abgekündigt) ggf. Transitionsbereiche
ETCS Level 1 LS (ESG)	-	Balisen, LEU, zugseitige ETCS-Ausrüstung	-
ETCS Level 1 FS	-	Siehe L1LS, digitale Infrastrukturdaten, Marker Boards, LEU ggf. stellwerkseitig, schaltbare Balisen	Frei programmierbare, schaltbare Balisen
ETCS Level 2	-	Siehe L1LS, ESTW/DSTW, RBC, Balisen	Siehe L1LS, schaltbarer Datenfunk
ETCS Hybrid Level 3	-	Siehe Level 2, TIMS, FRMCS	Siehe Level 2, manipulierbares TIMS
ETCS Level 3 Moving Block	-	Siehe Hybrid Level 3, geometrisches Stw.	Keine (aufgrund Stw.-Anforderungen nicht realisierbar)

5.2.9 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Predictive Maintenance“

Mithilfe der „Predictive Maintenance“ – also der vorausschauenden Instandhaltung – können im Vergleich zur turnusmäßigen und korrektiven Instandhaltung Kosten gespart und Ausfälle der Infrastruktur sowie des Rollmaterials vermieden werden. Neben dem reinen Erfassen von Zustandsdaten ist die Interpretation der Daten und das Erkennen von Mustern sowie das Ableiten von Handlungsempfehlungen ein zukunftsweisendes Forschungsfeld.

Entsprechend werden die beiden folgenden übergeordneten Varianten im Kontext „Predictive Maintenance“ als relevant angesehen:

1. Infrastrukturmonitoring
2. Fahrzeugmonitoring

Beide Varianten hängen miteinander zusammen, da bezüglich der Erfassung der Daten vier verschiedene Optionen bestehen:

- Infrastrukturseitige Erfassung von Infrastrukturdaten
- Infrastrukturseitige Erfassung von Fahrzeugdaten
- Fahrzeugseitige Erfassung von Infrastrukturdaten
- Fahrzeugseitige Erfassung von Fahrzeugdaten

Auf dem bestehenden Netz können bereits heute Züge verkehren, die sowohl fahrzeug- als auch infrastrukturbezogene Daten erfassen und auf dem Fahrzeug speichern. Zum effizienten Übertragen von Daten vom Ort der Erfassung zum Ort der Auswertung sollte die Einrichtung eines leistungsfähigen Datenfunks angestrebt werden (vgl. Kapitel 5.2.4). Auf diese Weise können Sensoren an der Strecke genutzt werden, welche die erfassten Daten in Echtzeit an einen Server schicken. Zum Durchführen von Big-Data-Analysen sollten bereits bei der infrastrukturellen Grundausstattung des Testfelds ausreichende Serverkapazitäten und Datenverbindungen eingeplant werden. Denkbar ist auch die Integration der gewonnenen Erkenntnisse zum Zustand der Infrastruktur in ein BIM-System (Building Information Modeling).

Bevor auf dem Testfeld eine 4G- oder 5G-Funkabdeckung verfügbar ist, kann mit mithilfe eines lokales WLAN oder auch LoRaWANs ein Netz zur Datenübertragung aufgespannt werden. Die Technologie zeichnet sich dadurch aus, dass bei einem niedrigen Energieverbrauch Daten, insbesondere im außerstädtischen Bereich, über lange Distanzen gesendet werden können [232]. Bei innerstädtischen Projekten ist es so heute bereits möglich Daten des MIV (Anzahl, Art, Geschwindigkeit) aber auch Feinstaub- oder Stickstoffbelastungen sowie Wetterdaten zu erfassen [20].

Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Predictive Maintenance“ enthält die Tabelle 5.9. Die Zahlen in der ersten Spalte der Tabelle beziehen sich auf die oben aufgeführten Forschungsthemen/Varianten.

TABELLE 5.9: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „PREDICTIVE MAINTENANCE“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Infrastrukturmonitoring	Datenerfassung durch Fahrzeuge	Datenfunk (WLAN/4G/5G), infrastrukturseitige Sensoren	Spezifische Sensoren
Fahrzeugmonitoring	Datenerfassung durch Fahrzeuge	Datenfunk (WLAN/4G/5G), infrastrukturseitige Sensoren	Spezifische Sensoren

Das Testfeld ist im Kontext „Predictive Maintenance“ für die Untersuchung der folgenden Fragestellungen prädestiniert:

- Wie genau und zuverlässig kann das Degenerationsverhalten von Komponenten bestimmt werden?
- Kann der Zeitpunkt präventiver Instandhaltungsmaßnahmen derart optimiert werden, dass Ausfallzeiten der Infrastruktur und des Rollmaterials reduziert werden können?
- Kann die Verfügbarkeit der Infrastruktur bzw. des Rollmaterials bei gleichzeitiger Kostenersparnis erhöht werden?
- Entwickeln von betrieblichen Regelungen zur Optimierung der Instandhaltung und der Betriebsdurchführung auf Basis von Zustandsdaten.

Das Forschungsfeld „Predictive Maintenance“ weist somit nicht nur Verknüpfungen zu den Feldern Connectivity, Infrastruktur und Fahrzeugen auf, sondern auch zu den Bereichen Lärm- und Umweltschutz. Es ist davon auszugehen, dass die Anforderungen an die genutzten Sensoren mit dem Grad der Spezialisierung anwachsen. Bereits in Innenstädten genutzte Dehnungssensoren zur Überwachung und Meldung von Rissen in Gebäuden oder Brücken lassen sich vermutlich ebenso im Bereich des Testfelds nutzen. Sensoren hingegen, die beispielsweise per optischem Vergleich einzelne Fahrzeugkomponenten überwachen, werden vermutlich nur über spezifische Forschungsvorhaben auf dem Testfeld zum Einsatz kommen.

Alle Aktivitäten hängen in diesem Bereich von der Verfügbarkeit und der Qualität der erfassten Daten ab. Entsprechend ist die Frage der Eigentumsverhältnisse, der auf dem Testfeld erhobenen Daten und der Zugang zu diesen Daten rechtlich zu klären (vgl. Kapitel 7). Optimal werden die Daten nicht nur den auf dem Testfeld offiziell testenden Unternehmen zur Verfügung gestellt, sondern öffentlich über ein OpenData-Portal angeboten. Mindestens Forschungseinrichtungen sollten ein Zugang zu den Daten gewährt werden, um auch so indirekt die Forschung in diesem Bereich anzuregen.

5.2.10 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Streckeninfrastruktur“

Neben der Untersuchung der zum großen Teil „digitalen Themen“ bietet das Testfeld im Vergleich zu anderen Testeinrichtungen optimale Bedingungen zur Erprobung von Infrastrukturkomponenten im Realbetrieb. Denkbar sind u. a. folgende Untersuchungen:

- Einsatz von alternativen Werkstoffen / Recyclingmaterial, beispielsweise für Schwellen oder Schotter
- Alternative Befestigungsarten von Schienen
- Vermeidbarkeit von Schäden durch Extremwettereinflüsse (z. B. sehr hohe Temperaturen)
- Tests zur Verbesserung der Sichtbarkeit von (Licht-)Signalen

Im Netz der ÖBB wurden beispielsweise im Jahr 2019 auf fünf Kilometern Strecke die Schienen umweltfreundlich weiß eingefärbt und die Effekte auf das Verformungsverhalten über ein Jahr hinweg untersucht [199]. Forschungspotential bieten beispielsweise auch Schwellen, die nicht nur aus Recyclingmaterial bestehen sondern auch Emissionen vermindern und über ein Photovoltaikmodul Energie gewinnen können [106].

Hinsichtlich der Zustandserfassung der Infrastruktur, des Verschleißes oder auch der Lage von Gleisen, weist dieses Forschungsfeld Überschneidungen mit dem Forschungsfeld „Predictive Maintenance“ auf (vgl. 5.2.8). Auch dieses Beispiel zeigt die Vernetzung der Forschungsfelder untereinander und die notwendige und sinnvolle integrierte Betrachtung, wie sie auf dem Testfeld möglich ist.

Ein Großteil der Tests und Fragestellungen in diesem Kontext geht mit einem Eingriff in die Bestandsinfrastruktur einher. Um lange Genehmigungsprozesse zu vermeiden, sollten die Tests nach Möglichkeit auf nicht sich im regulären Verkehr befindlichen Strecken durchgeführt werden. Ist für die individuelle Fragestellung die Interaktion mit dem Verkehr jedoch unabdingbar, so sollten sich die Eingriffe in die Infrastruktur auf Bereiche ohne negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Strecke beschränken.

Da im Bereich des Testfelds sämtliche bahnüblichen Infrastrukturelemente vorhanden sind, ist die Basis für Tests heute bereits gegeben. Zur Vermeidung von Eingriffen an sich im Betrieb befindlichen Bestandstrecken können perspektivisch Strecken reaktiviert, neu errichtet und auf lange Sicht auch Strecken in ehemaligen Tagebauten genutzt werden. Diese Optionen fasst die Tabelle 5.10 zusammen.

TABELLE 5.10: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „STRECKENINFRASTRUKTUR“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Untersuchung ohne genehmigungspflichtige Veränderung an der Infrastruktur	Sämtliche Infrastrukturelemente sind im Bereich des Testfelds verfügbar	-	individuell
Untersuchung mit genehmigungspflichtiger Veränderung an der Infrastruktur	-	Streckenreaktivierung/Streckenreuebau	individuell

5.2.11 Anforderungen und Nachrüstungen im Kontext „Fahrgastlenkung/Information“

Fahrgastinformationen umfassen z. B. Fahrplan-, Routing-, Tarif-, Vertriebs- oder Kosteninformationen und werden Fahrgästen möglichst entlang der gesamten Reisekette angeboten. Die Informationsbereitstellung erfolgt sowohl statisch, z. B. mithilfe von Print-Fahrplänen bzw. Soll-Fahrplänen, als auch dynamisch, etwa über Dynamische Fahrgastinformations-Anzeiger (DFI-Anzeiger) oder auf privaten Endgeräten. Weiterhin wird beispielsweise zwischen visuellen, akustischen, kollektiv oder individuell zur Verfügung gestellten Fahrgastinformationen differenziert. Grundlegendes Ziel der Informationsbereitstellung ist es, Fahrtinteressierten wie Fahrgästen über verschiedenartige Informationskanäle verlässliche, an den Nutzerbedürfnissen ausgerichtete Daten anzubieten. Die vollständige Digitalisierung der Fahrgastinformation ermöglicht eine Datenbereitstellung in Echtzeit, sodass die Möglichkeit besteht, Fahrgastströme präzise zu beeinflussen, z. B. im Störfall, indem alternative Verkehrsverbindungen aufgezeigt werden [2].

Den Anforderungen der Fahrgastlenkung und -information wird durch eine Weiterentwicklung digitaler Angebote (z. B. in mobilen Apps oder Internetportalen) und infrastrukturelle Aufrüstungen in Bahnhöfen und an Haltestellen (z. B. hochgenaue Fahrgastzählensysteme, Pilotprojekt „Leuchtende Bahnsteigkante“ [19]) entsprochen. Aus den Forschungsprogrammen des BMVI „Durchgängige Elektronische Fahrgastinformation“ (DELFI) [72] und „Digitale Vernetzung im Öffentlichen Personenverkehr“ [18] sowie die Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ [21] leitet sich jedoch ein weitergehender Handlungsbedarf ab. Es lassen sich z. B. flächendeckende Optimierungspotenziale insbesondere in Bezug auf die Qualität bereitgestellter digitaler Fahrgastinformationen (z. B. deutschlandweite Datenpools für Fahrplandaten, deutschlandweite Fahrpreisauskunft) erkennen. Als gesichert gilt, dass qualitativ hochwertige Fahrgastinformationen die Akzeptanz öffentlicher Verkehrssysteme maßgeblich beeinflussen. In der Realität wird das Potenzial dieser Technologie u. a. aufgrund von fehlerhaften, nicht aktuellen bzw. unvollständigen Fahrgastinformationen nicht ausgeschöpft. Weitgehend ungenutzt bleibt zudem die Möglichkeit, Fahrzeugkapazitäten öffentlicher Verkehrsmittel mithilfe digitaler Systeme (z. B. Traffic Management Systeme, Crowdsourcing-Ansatz etc.) bestmöglich auszulasten und Prozesszeiten (z. B. Fahrgastwechsel- bzw. Haltezeiten, Umsteigevorgänge etc.) zu beschleunigen.

Das offene digitale Testfeld zeichnet sich durch eine vielseitig nutzbare Infrastruktur aus. Aufgrund der räumlichen Ausdehnung des Testfeldes werden viele der in Deutschland vorhandenen infrastrukturellen und verkehrlichen Rahmenbedingungen abgebildet. Das Testfeld eröffnet die Möglichkeit, digitale Fahr-

gastinformations- und Fahrgastlenkungssysteme bereits vor der flächenhaften Anwendung in einem realen Umfeld zu testen. Beispielsweise besteht die Option, Fahrzeug- und Infrastrukturaufrüstungen in einer initialen Testphase auf weniger befahrenen Streckenabschnitten durchzuführen, um das Betriebsgeschehen im Fall von Fehlfunktionen nicht stark zu beeinträchtigen. Ebenso sind großflächig angelegte Feldtests auch im städtisch geprägten Personenverkehr, z. B. im Großraum Leipzig, möglich. Der offene Charakter des Testfeldes bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Bürger aktiv und längerfristig in den Entwicklungsprozess einzubeziehen (sog. Citizen Science-Ansatz). Letztendlich sind technische Lösungen im Bereich der Fahrgastinformation und zur Lenkung von Fahrgastströmen nur dann erfolgreich, wenn diese von Fahrgästen angenommen werden.

Zusammenfassend werden in dem Kontext des Forschungsfeldes „Fahrgastlenkung/Information“ die folgenden Forschungsthemen als relevant für die Untersuchung in einem offenen digitalen Testfeld erachtet:

1. Akzeptanz digitaler Fahrgastinformationen
2. Effiziente Auslastungssteuerung in Bahnsystemen

Die beiden Forschungsthemen erfordern auf der Infrastrukturseite Bahnhöfe und Haltepunkte unterschiedlicher Größenordnung, Ausstattung und Qualitätsniveaus. Auf der betrieblichen Ebene ist ein möglichst heterogenes Verkehrsangebot, z. B. in Bezug auf die Fahrzeugausstattung und -kapazität, Taktung oder Auslastung, notwendig. Beide Forschungsthemen setzen zudem eine leistungsfähige Datenfernübertragung via Funk sowie leistungsfähige Betriebsleitsysteme, sogenannte Intermodal Transport Control Systeme (ITCS), voraus. Zusätzlich muss eine informationstechnische Aufrüstbarkeit der Bahnsteiganlagen und Fahrzeuge des Schienenpersonenverkehrs, z. B. mit DFI-Innenanzeigen oder Fahrgastzählsystemen, gegeben sein.

Das für ein offenes digitales Testfeld angedachte Streckennetz umfasst eine für Forschungszwecke ausreichend hohe Zahl an Zugangsstellen des Schienenpersonenverkehrs, sodass Bahnsteiganlagen in unterschiedlichen Dimensionierungen und Fahrgastinformationssysteme in unterschiedlichen Qualitäten vorhanden sind. Beispielsweise entsprechen die Bahnsteiganlagen nach Informationen des Zweckverbands Verkehrsverbund Oberlausitz-Niederschlesien (ZVON) [280] nur an manchen Standorten innerhalb des betrachteten Streckennetzes den Anforderungen der Barrierefreiheit. Dementsprechend sind z. B. Aufzüge, taktile Leitsysteme oder die für einen niveaugleichen Ein- und Ausstieg erforderlichen Bahnsteighöhen im Gebiet des Testfeldes nicht flächendeckend vorhanden. Eine ähnliche Heterogenität lässt sich in Bezug auf die informationstechnische Ausstattung der Bahnhöfe feststellen. Im Gebiet des Verkehrsverbundes Berlin-Brandenburg (VBB) sind z. B. LCD-Zugzielanzeigen vorhanden [259], die eine digitale Informationsbereitstellung (z. B. Verspätungsmeldungen) ermöglichen. Entsprechend einer Qualitätsanalyse des VBB [280] wird die Verfügbarkeit der Anzeigen und die Qualität der bereitgestellten Fahrgastinformationen jedoch als verbesserungswürdig beurteilt. Eine informationstechnische Nachrüstung einzelner Bahnhöfe und Haltepunkte ist grundsätzlich realisierbar. Anpassungen der baulichen Infrastruktur (z. B. Abmessungen von Bahnsteigen oder von Fahrgastunter- bzw. -überführungen) sind dagegen nicht beliebig möglich. Einer Optimierung der Fahrgastlenkung und den erreichbaren Prozesszeiten sind daher bauliche Grenzen gesetzt.

Beide Forschungsthemen erfordern bereits in der Ausbaustufe 0 ortsnahe Projektarbeitsplätze sowie eine leistungsfähige IT-Infrastruktur u. a. zur Speicherung großer Datenmengen. In der Ausbaustufe 1 (Realbetrieb) wird eine ausreichende Mobilfunkabdeckung im öffentlichen Netz erforderlich, die aktuell noch nicht flächendeckend gewährleistet ist (vergleiche dazu auch Netzverfügbarkeits-/Funklocherfassung der Bundesnetzagentur [22][148]). Es ist mindestens der Mobilfunkstandard 4G anzustreben. In der Ausbaustufe 3 (Spezifische Aufrüstung der Forschungsfelder) ist eine projektspezifische Aufrüstung der bestehenden Fahrgastinformationssysteme, z. B. im Rahmen leistungsfähiger Betriebsleitsysteme

(ITCS), erforderlich. Weiterhin sind Bahnsteiganlagen sowie im Untersuchungsgebiet verkehrende Fahrzeuge des Schienenpersonenverkehrs mit Sensorik und Anzeigen aufzurüsten. Eine Übersicht forschungsspezifischer Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/Information“ enthält die Tabelle 5.11.

TABELLE 5.11: FORSCHUNGSSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN UND NACHRÜSTUNGEN IM FORSCHUNGSFELD „FAHRGASTLENKUNG/INFORMATION“

Variante	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Akzeptanz digitaler Fahrgastinformationen	Verbesserung der Mobilfunkabdeckung (mind. 4G)	-	Aufrüstung bestehender Fahrgastinformations- und Betriebsleitsysteme (ITCS)
Effiziente Auslastungssteuerung in Bahnsystemen	Verbesserung der Mobilfunkabdeckung (mind. 4G)	-	Aufrüstung bestehender Bahnhöfe und Haltepunkte sowie von Fahrzeugen (Sensorik, Anzeigen)

6 Organisatorische und finanzielle Ausstattung

Für die Aufnahme des Testbetriebs auf dem Testfeld ist eine geeignete Organisationsstruktur zu wählen und die notwendigen finanziellen Mittel bereitzustellen. Ferner sind vor Betriebsaufnahme die Regelungen des rechtlichen Zugangs zum Testfeld zu klären (vgl. Kapitel 7).

6.1 Organisatorische Ausstattung

Für den Betrieb des offenen digitalen Testfelds soll eine Organisationsstruktur unter der Dachorganisation des DZSF etabliert werden. Administratives Personal wird u. a. für folgende Aufgaben benötigt:

- Ansprechpartner für Nutzer des Testfelds
- Unterstützung bei der Planung von Testaktivitäten
- Prüfung der Zugangsvoraussetzungen
- Koordinierung der Testaktivitäten und dafür notwendigen Vorbereitungen
- Koordinierungen mit dem Infrastrukturbetreiber sowie Planung und Beantragung von Sperrpausen, Einholen von Genehmigungen
- Erarbeitung und Bewirtschaftung eines Kostenkatalogs und Abrechnung der Leistungen

Eisenbahn-spezifisches Personal wie Monteure, Rangierer und Triebfahrzeugführer (Tf) ist für die Unterstützung solcher Nutzer vorzuhalten, die solche Personale nicht selbst bereitstellen können. Dies eröffnet auch Ideengebern aus anderen Branchen bzw. kleineren, weniger etablierten Akteuren einen Zugang zum Testfeld und der Erprobung ihrer Technologien oder Ideen unter Realbedingungen.

6.2 Finanzielle Ausstattung

Die Abschätzung der Kosten zur Einrichtung eines offenen digitalen Testfelds kann zum jetzigen Zeitpunkt nur überschlägig erfolgen. In dieser sehr frühen Phase des Gesamtprojekts „Testfeld“ sind verschiedene Fragestellungen noch nicht entschieden, die einen Einfluss auf die Gesamtkosten haben. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass insbesondere für Zukunftstechnologien oftmals noch keine Preisangaben verfügbar sind. Insofern diese auf dem Testfeld erstmals durch die Industrie implementiert werden, so ist zu erwarten, dass noch keine Marktpreise bestehen. In nachstehender Aufzählung werden verschiedene Fragestellungen aufgezeigt, die die Gesamtkosten entscheidend beeinflussen.

- Wie sieht die Organisationsstruktur bzw. Betreiberform (inkl. Zuschreibung der laufenden Kosten) aus?
- Erfolgt eine Kooperation unter Mitnutzung bestehender Infrastrukturen oder werden eigene Büros/Hallen/Abstellgleise errichtet?
- Erfolgt eine Kooperation oder wird eigenes Personal (Administration/Monteure/Rangierer/Tf/etc.) eingestellt?
- Wird Rollmaterial im Rahmen einer Kooperation gemeinsam genutzt, angemietet oder selbst erworben?
- Wie viele Strecken/ Streckenkilometer sind mit welcher Technologie auszurüsten?
- Können Kooperationsmodelle mit der Industrie eingegangen werden, die in niedrigeren Ausrüstungskosten resultieren?

- Welche Ausstattung soll tatsächlich vorgehalten werden und über welche projektspezifischen Ausrüstungen ist individuell zu entscheiden?
- Wie hoch ist der durch externe Projektpartner zu tragende Kostenanteil?

In den folgenden Abschnitten werden die Kosten für die Grundausrüstung und den übergeordneten Betrieb sowie für die einzelnen Forschungsfelder abgeschätzt. Im Kapitel 6.3 werden die Zahlen zusammengeführt.

6.2.1 Investitionen für die Grundausrüstung und den übergeordneten Betrieb des Testfelds

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für die Grundausrüstung und den Betrieb des Testfelds in den Ausbaustufen 0 bis 2 enthält die Tabelle 6.1. Diese Kalkulation legt den Erwerb der Grundausrüstung sowie die Beschäftigung eigener Personale zugrunde. Die Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.1: INVESTITIONEN FÜR DIE GRUNDAUSRÜSTUNG UND DEN ÜBERGEORDNETEN BETRIEB

	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2
Erwerb und Einrichtung des Betriebsgeländes	25.000.000 €	-	-
Erwerb von Rollmaterial	-	5.000.000 €	-
Erwerb eigener Streckeninfrastruktur	-	-	75.000.000 €
Summe Investitionskosten	25.000.000 €	5.000.000 €	75.000.000 €
Personalkosten (jährlich)	1.500.000 €	1.500.000 €	1.500.000 €
Durchführen von Versuchsfahrten (jährlich)	-	1.000.000 €	1.000.000 €
Instandhaltungskosten (jährlich)	-	100.000 €	500.000 €
Summe jährliche Kosten	1.500.000 €	2.600.000 €	3.000.000 €

Der Erwerb und die Einrichtung des eigenen Betriebsgeländes wird aufgrund der vor Ort zahlreichen Leerstände auf 25 Mio. Euro geschätzt. In Anlehnung an eine 2015 in Halle entstandene Werkstatt für S-Bahnfahrzeuge [104] werden von den 25 Mio. Euro allein 5 Mio. Euro für die Erstellung einer eigenen Werkstatthalle veranschlagt. Neben der Erstellung der Halle sind das Gelände und die Gebäude in den im Kapitel 5.1 beschriebenen Ausrüstungsstand zu versetzen. Zur Anschaffung von eigenem Rollmaterial werden 5 Mio. Euro kalkuliert. Um in der Stufe 2 eigene Strecken zu erwerben, wird der Finanzbedarf auf 75 Mio. Euro geschätzt.

Die jährlich anfallenden Personalkosten werden unter Annahme von 15 Angestellten unterschiedlicher Lohnniveaus auf in Summe 1,5 Mio. Euro geschätzt. Zur Durchführung von Versuchsfahrten auf dem öffentlichen Netz werden unter Annahme eines Trassenpreises von 1.600 Euro für eine Fahrt von Ruhland über Horka, Cottbus und Falkenberg bis zurück nach Ruhland mit einem Dieseltriebzug der BR 644 [67] und täglich zwei stattfindenden Fahrten an 300 Tagen im Jahr die Kosten auf 1 Mio. Euro aufgerundet. Instandhaltungskosten der eigenen Infrastrukturen werden ab der Stufe 2 mit jährlich 0,1 Mio. Euro und ab Stufe 2 mit 0,5 Mio. Euro veranschlagt. Projektspezifische Kosten in Stufe 3 fallen allein forschungsfeldbezogen an.

6.2.2 Spezifische Investitionen im Kontext „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.2. Die Höhe der Investitionskosten werden im besonderen Maße von der jeweiligen Fragestellung und dem Umfang der hierfür vorgesehenen Erhebung von repräsentativen und belastbaren Grundlagendaten bestimmt. Aufgrund der Vielschichtigkeit und Breite des Forschungsfeldes bietet die Testfeldumgebung eine Chance die Vorhaben unterschiedlicher Forschungsgeber zusammenzuführen. Die der Kostenschätzung zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.2: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „NACHHALTIGKEIT, UMWELT- UND KLIMASCHUTZ“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Monitoring	1.300.000 €	-	5.000.000 €
Wettermessstation	200.000 €	-	-
Gewässermessstation	200.000 €	-	-
Feinstaubmessstation	200.000 €	-	-
Drohnen	100.000 €	-	-
Summe	2.000.000 €		5.000.000 €

Für die Themenfelder der ökologischen Vernetzung sind zunächst eine faunistische und floristische Bestandserfassung am Streckennetz durchzuführen sowie die vorhandenen Querungsbauwerke zu inventarisieren. Auf dieser Grundlage werden repräsentative Streckenabschnitte für die Trassenpflege unterschiedlicher Nutzungstypen und Pflegemethoden definiert. Für die Wiedervernetzung von faunistischen Wechselbeziehungen und Lebensraumkorridoren werden unterschiedliche Bauwerkstypen wie Grünbrücken, Gewässerunterführungen oder Trockendurchlässe identifiziert und ggf. durch Strukturanreicherungen optimiert sowie geeignete Monitoringkonzepte für die jeweiligen Zielarten festgelegt. Die Bestandserfassung sollte zunächst über eine Datenrecherche und Trassenbegehung erfolgen.

Für die Untersuchungen von faunistischen Wechselbeziehungen und Querungshilfen ist auf Grundlage der Bestandserfassung zu klären, ob ausreichend geeignete Bauwerke vorhanden sind oder an bedeutenden Wechselbeziehungen Querungshilfen nachzurüsten oder vorhandene weiter zu optimieren sind. Hierbei ist auch zu klären, wie häufig Wildtiere bei welchem Ausbaugrad eine Bahnstrecke queren, wie das Überflugverhalten von Vögeln und Fledermäusen ist, welche Arten Querungshilfen nutzen und welche Ursachen zu Zugkollisionen führen. Die wesentlichen Kosten entstehen durch das Monitoring der faunistischen Wechselbeziehungen und sind abhängig von der Anzahl der Untersuchungsbereiche und der Erfassungsmethoden für die jeweiligen Zielarten (z.B. Wildkatze oder Fledermäuse) sowie der Laufzeit der Beobachtungen. In der Kostenschätzung wird von fünf Untersuchungsräumen und zunächst drei Untersuchungsjahren ausgegangen. Darüber hinaus wird das Ausrüsten von zwei Zügen mit Wärmebildkameras eingeplant.

Die alternativen ökologischen Pflegekonzepte sollten sich in die allgemeine Streckenunterhaltung integrieren und sich möglichst an dem vorhandenen, gängigen Maschinenpark orientieren. Ggf. ist in zusätzliche Maschinen zu investieren. Die primären Kosten entstehen durch das Monitoring ausgewählter

Pflegeabschnitte und ist abhängig von der Anzahl und Größe der Untersuchungsbereiche sowie der Laufzeit und Intensität der Beobachtungen. Für die Kostenschätzung wird von zehn Pflegeabschnitten und fünf Untersuchungsjahren ausgegangen.

Die Erprobung von Hangsicherungssystemen sollte möglichst an sanierungsbedürftigen Streckenabschnitten erfolgen, um sie in die allgemeine Streckenunterhaltung integrieren zu können. Zusätzlich Kosten würden dadurch nicht zwingend entstehen.

Für die weiteren Themenfelder wären in erster Linie Messstationen und -geräte anzuschaffen und einzurichten, wobei die Kosten insbesondere von der Anzahl der Messstationen abhängen. Hierbei wird grundsätzlich von jeweils zwei Messstationen ausgegangen.

6.2.3 Spezifische Investitionen im Kontext „LärmLab21“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „LärmLab21“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.3. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.3: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „LÄRMLAB21“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Akustische Messstationen	500.000 €	-	-
Akustische Kameras, elektrophysiologische Messinstrumente, Kunstköpfe etc.	500.000 €	-	-
Mobile Lärmschutzmaßnahmen	500.000 €	-	-
Stationäre Lärmschutzmaßnahmen	-	-	3.000.000 €
Summe	1.500.000 €	-	3.000.000 €

Zur Durchführung von Tests im Forschungsfeld „LärmLab21“ sind in der Ausbaustufe 1 Investitionen für akustische Messstationen im Gleisumfeld zu veranschlagen. Die Investitions- und Betriebskosten je Messstation betragen schätzungsweise mindestens 100.000 Euro pro Jahr (Preisstand 2016) [159]. Um Tests an mehreren Standorten (u. a. an Bahnstrecken unterschiedlicher Verkehrsdichte, in Siedlungsnähe, an Abstellanlagen) durchführen zu können, werden fünf Messstationen zu insgesamt 500.000 Euro kalkuliert. Darüber hinaus wird der Einsatz akustischer Kameras, elektrophysiologischer Messinstrumente und von Kunstköpfen kalkuliert. Die Anschaffungskosten bewegen sich in einer Preisspanne zwischen ca. 5.000 und mehreren 100.000 Euro; es wird ein überschlägiger Investitionsbetrag von insgesamt 500.000 Euro angenommen. Die Kosten für die Aufstellung und die mehrwöchige Untersuchung mobiler Lärmschutzwände auf einer Freifläche im Auftrag der DB Netz AG betragen in der Vergangenheit ca. 500.000 Euro (Preisstand 2019) [212]; derselbe Betrag wird für die Anschaffung mobiler Lärmschutzwände auf dem offenen digitalen Testfeld veranschlagt. In der Ausbaustufe 3 sind in dem Forschungsfeld zudem Kosten für Aufstellversuche von stationären Lärmschutzanlagen am Gleis zu veranschlagen. Aus den Referenzprojekten des „Sonderprogramms Lärmschutz Schiene“ (Preisstand 2015) [64] lässt sich ein Schwankungsbereich der kilometerbezogenen Kosten zwischen ca. 700.000 Euro (konventionelle Schallschutzwand) und 2,5 Mio. Euro (lärmsorbierende Geländeaufschichtung) ableiten. Um möglichst vielfältige Technologien an unterschiedlichen Standorten und über insgesamt mehrere Streckenkilometer zu testen, werden Kosten in Höhe von 3 Mio. Euro unterstellt. Mögliche Kosten durch die

Nachrüstung von Bestandsfahrzeugen mit lärmarmen Technologien werden aufgrund des Überschneidungsbereichs mit dem Forschungsfeld „Fahrzeuge“ an dieser Stelle nicht quantifiziert. Zusammenfassend ergeben sich im Forschungsfeld „LärmLab21“ in der Ausbaustufe 1 somit projektspezifische Investitionen von mindestens 1,5 Mio. Euro. In der Ausbaustufe 3 ist mit projektspezifischen Investitionen in Höhe von mindestens 3 Mio. Euro zu rechnen.

6.2.4 Spezifische Investitionen im Kontext „Alternative Antriebe“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „Alternative Antriebe“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.4. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.4: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „ALTERNATIVE ANTRIEBE“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Elektromotor	5.000.000 €	10.000.000 €	1.500.000 €
Diesel-Hybrid	50.000 €	-	-
E-Hybrid	-	-	-
Wasserstoff/Brennstoffzelle	1.000.000 €	500.000 €	780.000 €
Batterie	280.000 €	150.000 €	-
Summe	6.330.000 €	10.650.000 €	2.280.000 €

Um Tests und Vermessungen im Rahmen des Forschungsfeldes „Alternative Antriebe“ durchzuführen, sind in der Ausbaustufe 1 Investitionen in die konventionelle Versorgungsinfrastruktur zu veranschlagen. Diese belaufen sich auf ungefähr 6,33 Mio. Euro. Für Triebzüge, die von Elektromotoren angetrieben und aus Oberleitungen gespeist werden, sind 5 Mio. Euro für die Errichtung eines Unterwerkes zu veranschlagen (Preisstand 2011; Inflation berücksichtigt) [127]. Die Kraftstoffversorgung von Dieselhybriden Zügen kann durch eine Betankungsstation realisiert werden und wird mit 50.000 Euro kalkuliert. Zur Vermessung von wasserstoffbetriebenen Zügen wird die Beschaffung von einer Wasserstofftankstelle, die aus Bündeln versorgt wird, mit 1 Mio. Euro kalkuliert (Preisstand 2020) [86]. Zur Ladung von batteriebetriebenen Zügen wird für die Errichtung einer Oberleitung mit 280.000 Euro/km kalkuliert (Preisstand 2018; Inflation berücksichtigt) [148].

Für die Ausbaustufe 2 werden Investitionen in der Größenordnung von ungefähr 10,65 Mio. Euro anfallen. Dabei können die Kosten für ein spezielles Unterwerk, das verschiedene Stromsysteme bedienen kann, nur bedingt aufgelistet werden, da einschlägige Hersteller keine Antworten dazu liefern konnten. Dies liegt darin begründet, dass es sich um ein Produkt handelt, welches aufgrund von fehlender Nachfrage keine hochautomatisierte Produktionsstraße vorweist. Zudem ist der Gleichrichtertransformator vergleichsweise aufwendig in der Produktion, sodass die Abschätzungen aus dem Automotive- oder Photovoltaik-Bereich nicht anwendbar sind. Eine genauere Kostenabschätzung wird deswegen erst in den kommenden Jahren möglich sein, wenn die Forschung den Bereich der Prototypenentwicklung abgeschlossen hat. Hier wird das Unterwerk für verschiedene Stromsysteme mit einem Multiplikator 2 eines konventionellen Unterwerkes kalkuliert. Für den flexiblen Betrieb von wasserstoffbetriebenen Zügen wird die Beschaffung und Installation einer mobilen Wasserstofftankstelle mit 500.000 Euro kalkuliert (Preisstand 2015; Inflation berücksichtigt) [222]. Um die Schnellladung von Batteriesystemen für batteriebetriebene oder hybride Züge zu realisieren, wird die Installation eines 350 kW-Schnellladesystems

mit 150.000 Euro kalkuliert (Preisstand 2020) [1]. Zusätzlich muss der Netzanschlusspunkt für die Bereitstellung der benötigten Leistung zur Schnellladung ausreichend dimensioniert sein. Die Bereitstellung der Netzanbindung ist in den Kosten zur Installation des Schnellladesystems nicht inkludiert.

In der dritten Ausbaustufe sind dem Forschungsfeld die Kosten von ca. 2,28 Mio. Euro zu veranschlagen. Diese teilen sich auf die Versorgung des elektrifizierten Antriebsstranges auf. Für die Ausrüstung einer 50 km langen Strecke mit einer HGÜ-Leitung werden pauschal 1,5 Mio. Euro veranschlagt. Dabei werden ca. 250.000 Euro für die HGÜ-Freileitungen kalkuliert sowie 1,2 Mio. Euro für die HGÜ-Umrichter sowohl für die AC- als auch für die DC-Seite. Dabei wird die Betrachtung der spezifischen Kosten für HGÜ-Kabel hier nicht aufgeführt, da sie aufgrund der variierenden Verlegungskosten die größten Schwankungen aufweisen (Preisstand 2014; Inflation berücksichtigt) [126]. Ein Elektrolyseur mit einer elektrischen Anlagenleistung von 500 kW zur Onsite-Produktion vor Ort ist in der Lage ca. 5000 kWh/d Wasserstoff zu erzeugen und mit 780.000 Euro zu veranschlagen [150].

6.2.5 Spezifische Investitionen im Kontext „Connectivity“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „Connectivity“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.5. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.5: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „CONNECTIVITY“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Lokale WLAN-Netze	100.000 €	-	-
FRMCS	-	15.000.000 €	-
Summe	100.000 €	15.000.000 €	-

Damit erste Fragestellungen im Themenbereich „Connectivity“ bearbeitet werden können sind zusätzliche Investitionen notwendig. Der Aufbau lokaler WLAN-Netze kann entweder entlang bestehender Strecken zusätzlich zum vorhandenen Zugfunk GSM-R oder in einer späteren Stufe auf eigenen reaktiven Strecken des Testfeldes erfolgen. Dementsprechend fallen die Investitionskosten entweder in Stufe 1 oder in Stufe 2 an. Es wird davon ausgegangen, dass für die Einrichtung lokaler WLAN-Netze in dedizierten Bereichen nur geringe Kosten entstehen. Die Kosten dafür liegen bei ungefähr 100.000 Euro [20]. Bei der Installation von FRMCS ist hingegen mit Kosten von mehreren Millionen Euro zu rechnen. Da es allerdings noch keine Strecken mit vollständiger FRMCS-Ausrüstung gibt, beruht der Kostenschätzwert auf einer internen Befragung eines Experten. Mit den in Tabelle 6.5 angegebenen Kosten für FRMCS sollte zumindest die Beschaffung aller zentralen Komponenten abgedeckt sein. Eine genauere Kostenschätzung wird vermutlich erst in den nächsten Jahren möglich sein.

6.2.6 Spezifische Investitionen im Kontext „ATO/TMS“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „ATO/TMS“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.6. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.6: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „ATO/TMS“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Automatisiertes Fahren im regulären Fahrgastbetrieb/Güterverkehr	-	-	5.000.000 €
Automatisiertes Fahren bei der Vor- und Nachbereitung von Zugfahrten	-	-	200.000 €
Abfahrtscounter	200.000 €	-	-
Summe	200.000 €	-	5.200.000 €

Die Kostenschätzung für die Einführung von ATO allein gestaltet sich schwierig, da in vergleichbaren Projekten in der Regel gesamte Netzbereiche und Fahrzeugflotten auf einmal umgerüstet werden und zusätzlich ETCS eingeführt wird (vgl. [145]). Wie in Kapitel 5.2.5 beschrieben, besteht eine ATO-Ausrüstung immer aus strecken- und fahrzeugseitigen Komponenten. Da diese in der Regel auf den ETCS-Komponenten aufbauen, wird dringendst empfohlen, die ATO-Implementierung zusammen mit der ETCS (Level 2) Ausrüstung durchzuführen. Die in Tabelle 6.6 angegebenen Kosten für das automatisierte Fahren im Fahrgast-/Güterverkehr berücksichtigen, dass für das offene, digitale Testfeld eigene Fahrzeuge angeschafft werden, für die es noch keine ATO-Implementierungen gibt, sodass diese erst umgesetzt werden müssen. Sollte die Möglichkeit bestehen baugleiche Fahrzeuge zu beschaffen, für die bereits in anderen Projekten eine ATO-Ausrüstung in Planung ist, lassen sich die Kosten unter Umständen noch reduzieren (z. B. S-Bahn Stuttgart [145], S-Bahn Hamburg (ET 490) [58] oder DB Cargo [105]). Für das automatisierte Vor- und Nachbereiten von Zugfahrten wird mit nur geringen zusätzlichen Kosten gerechnet, da in der Regel keine Funktionalitäten neu entwickelt werden müssen. Unter Umständen ist eine Einzäunung des Rangierbereichs erforderlich, um unbefugten den Zutritt zu verweigern. Das Anlegen eines eigenen Rangierbereichs ist in den Kosten nicht enthalten.

Die Kosten, um ein Abfahrtscountersystem in bestehende TMS zu integrieren werden als verhältnismäßig gering eingeschätzt, sodass die Umsetzung auch bereits in der Stufe 1 erfolgen kann. Es wird angenommen, dass der Abfahrtscounter in das bestehende Dispositionssystem (LeiDis-D oder Nachfolger (RCS)) integriert werden kann.

6.2.7 Spezifische Investitionen im Kontext „Fahrzeuge“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „Fahrzeuge“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.7. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.7: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „FAHRZEUGE“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Augmented GPS	-	250.000 €	-
Trainingsfeld	300.000 €	-	-
Brandsimulationsanlage	-	-	800.000 €
Summe	300.000 €	250.000 €	800.000 €

Unter der Annahme, dass auf der Zielinfrastruktur Bahnhöfe und Haltepunkte mit unterschiedlicher Ausrüstung, Rangieranlagen und Straßenanbindung bereits vorhanden sind und Ausrüstungen für Datenübermittlung (WLAN, 5G etc.) dem Forschungsfeld „Connectivity“ zuzurechnen sind, sind Investitionen in die Infrastruktur für das Forschungsfeld „Fahrzeuge“ überschaubar.

Um den Betrieb von Versuchsträgern auf dem Testfeld auch ohne allgemeine, nicht-streckenbezogene Zulassung zu ermöglichen und Zeitverluste für Fahrzeuginstandhaltung zu minimieren, sollte unabhängig von konkreten aus Forschungsthemen erforderlichen Werkstatteinrichtungen eine Werkstatt für Nachschau, Verbrauchsmittelversorgung und die ersten Instandhaltungsstufen der Fahrzeuge auf dem Testfeld eingerichtet werden mit den erforderlichen einfachen Einrichtungen wie Halle, Grube, Dacharbeitsstand, Mechanik- und Elektroinstandhaltung (vgl. Kapitel 5.1 „Infrastrukturelle Grundausstattung“). Die Kosten für die Herstellung und Einrichtung der Werkstatthalle sind in den Kosten der Grundausstattung (Kapitel 6.2.1) enthalten. Hier sind im speziellen die für Fahrzeugbehandlung (Triebfahrzeuge und Wagen) zu berücksichtigenden Kosten angesetzt, wobei von einem heterogenen Fahrzeugpark ausgegangen wird. In Abhängigkeit vom Betriebsumfang und durch Forschungsthemen zusätzlich erforderlichen Instandhaltungsaufgaben (beispielsweise für Spezialfahrzeuge des Kombinierten Verkehrs, Verladeeinrichtungen) oder anderen Werkstattaufgaben kann ein erweiterter Bedarf entstehen, der hier nicht berücksichtigt wurde.

Kosten entstehen für fahrzeugrelevante Forschungsthemen vorwiegend im Rahmen der Ausrüstung der Fahrzeuge mit den für das jeweilige Forschungsziel relevanten Komponenten und ggf. für Versuchsaufbauten an der Strecke im direkten Zusammenhang mit Testfällen aus den Varianten.

Eine kostenrelevante Infrastruktureinrichtung in einer weiteren Ausbaustufe stellt ein bodengebundenes oder bodengestütztes Ortungssystem (augmented GPS) für die Variante „Positionsbestimmung“ dar.

Eine Ausrüstung eines Testfeldbereiches für Training von Rettungskräften und für Forschung zur Verbesserung des Katastrophenschutzes stellt dann eine signifikante Investition dar, die jedoch auf mehrere Stufen aufgeteilt, d. h. auch zeitlich verteilt werden kann. Für die Kostenschätzung wurden hierzu Erfahrungswerte von der Brandsimulationsanlage Nürnberg Airport zugrunde gelegt [197].

6.2.8 Spezifische Investitionen im Kontext „Güterverkehr“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „Güterverkehr“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.8. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert. Hierbei ergeben sich teilweise Überschneidungen zum Investitionsbedarf aus dem Forschungsfeld „Fahrzeuge“, die in der Tabelle entsprechend markiert sind (*).

Unter der Annahme, dass auf der Zielinfrastruktur eine Ausrüstung mit Bahnhöfen und Haltepunkten unterschiedlicher Ausrüstung, Rangieranlagen und Straßenanbindung bereits vorhanden ist und Ausrüstungen für Datenübermittlung (WLAN, 5G...) dem Forschungsfeld „Connectivity“ zuzurechnen sind, sind Investitionen in die Infrastruktur für das Forschungsfeld „Güterverkehr“ ebenso wie im Forschungsfeld „Fahrzeuge“ überschaubar.

Kosten entstehen für fahrzeugrelevante Forschungsthemen vorwiegend im Rahmen der Ausrüstung der Fahrzeuge mit den für die jeweilige Variante relevanten Komponenten und ggf. für Versuchsaufbauten an der Strecke im direkten Zusammenhang mit Testfällen aus den Varianten. Eine kostenrelevante Infrastruktureinrichtung in einer weiteren Ausbaustufe stellt ein bodengebundenes oder bodengestütztes Ortungssystem (augmented GPS) für die Variante „Positionsbestimmung“ dar. Diese dient jedoch gleichzeitig den Forschungsfelder „Fahrzeuge“ und „Güterverkehr“, ist hier der Vollständigkeit aufge-

TABELLE 6.8: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „GÜTERVERKEHR“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Augmented GPS*	-	250.000 €	-
Trainingsfeld*	300.000 €	-	-
Brandsimulationsanlage *	-	-	800.000 €
Automatische Ladungskontrolle, Videogate	-	50.000 €	-
Intermodale Verladung	-	-	300.000 €
Summe	300.000 €	300.000 €	1.100.000 €
Summe (ohne Überschneidungen mit dem Forschungsfeld "Fahrzeuge")	-	50.000 €	300.000 €

führt, aber redundant zu vorangehend genanntem Forschungsfeld. Gleiches gilt für die Variante „Katastrophenschutz“, wobei hier ggf. eine weitere Ausrichtung auf das Feld des Umgangs mit Gefahrstofftransporten zusätzliche Investitionsbedarfe auslösen könnte.

Die Variante „Automatische Ladungskontrolle“ kann je nach Ausgestaltung sehr unterschiedlich hohe Investitionen in die Infrastruktur zur Folge haben. Hier wird ein konservativer Wert für eine Videoüberwachung als erster Ansatz gewählt. Je nach Spezialisierung der Forschung sind hier weitere Investitionen erforderlich.

Die Investitionen in die Infrastruktur für das Forschungsthema Intermodaler Verkehr und Verladung können von der reinen Nutzung einer vorhandenen Kopframpe bis hin zum Aufbau eines kranbedienten Lagers gehen. Da hier der Investitionsbedarf allein aus der gewählten Forschungsvariante erwächst, kann hier keine zuverlässige Angabe erfolgen und sollte im Gespräch mit möglichen Anwendern bestimmt werden in Abhängigkeit der jeweiligen Forschungsbedürfnisse. Als erster konservativer Schätzwert für Nachrüstungen werden 300.000 Euro veranschlagt.

6.2.9 Spezifische Investitionen im Kontext „Zugsicherungssysteme“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für spezifische Investitionen im Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält Tabelle 6.9. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

Auf den Strecken im Bereich des Testfelds finden sich alle gängigen Zugsicherungssysteme. Im Detail sind dies PZB, LZB und ETCS Level 2. Demzufolge können Untersuchungen im Realbetrieb heute bereits stattfinden, ohne dass Investitionskosten in der Stufe 1 anfallen. In der Umsetzungsstufe 2 sollen Strecken neu mit modernster Leit- und Sicherungstechnik ausgerüstet werden. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass in ein neues digitales Stellwerk investiert wird. Sogenannte geometrische Stellwerke, wie sie für die Realisierung eines Moving Block notwendig sind, sind noch nicht am Markt verfügbar und damit für das Testfeld nicht zu beziffern. Detaillierte Kostenwerke für Stellwerke und Streckenausrüstungen sind nicht öffentlich verfügbar. In [29] werden 65 Mio. Euro für das Großprojekt Rostock-Warnemünde genannt. Dieses Projekt umfasst aber nicht nur das digitale Stellwerk an sich, sondern zudem umfangreiche Arbeiten an den umliegenden Strecken und dem Bahnhof Warnemünde [59].

TABELLE 6.9: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „ZUGSICHERUNGSSYSTEME“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Installation eines digitalen Stellwerks (anteilig)	-	1.000.000 €	-
Erstellung eines digitalen Infrastrukturmodells		150.000 €	-
Streckenausrüstung mit ETCS L1 LS / L1 FS	-	6.500.000 €	450.000 €
Installation eines RBC (anteilig)	-	500.000 €	-
Streckenausrüstung mit ETCS L2 / Hybrid L3 (ohne Kosten für Datenfunk)	-	50.000.000 €	100.000 €
Summe	-	58.150.000 €	550.000 €

Da digitale Stellwerke in der Lage sind einen großen Stellbereich abzudecken, sollte dieses nicht exklusiv für die Testfeldstrecken installiert werden. Vielmehr sollte im Rahmen einer gemeinsamen Strategie zusammen mit der DB Netz AG ein neues Stellwerk gemeinsam genutzt, finanziert und betrieben werden. Der vom Testfeld zu tragende Anteil für der DSTW wird mit 1 Mio. Euro abgeschätzt. In Analogie zur Abschätzung der Stellwerkskosten wird der Kostenanteil für das RBC mit 500.000 Euro abgeschätzt.

Die Kosten für Streckenausrüstungen hängen stark davon ab, inwieweit auf bereits vorhandene Ausrüstung aufgesetzt werden kann und wie komplex die Strecke auszugestalten ist bzw. ausgestaltet werden soll. Je mehr Signale, Bahnübergänge, Halteplätze und Geschwindigkeitswechsel vorhanden/geplant sind, umso komplexer und damit auch teurer wird die Ausrüstung. Aufgrund der vergleichsweise wenigen auszurüstenden Streckenkilometern besteht Grund zur Annahme, dass keine marktüblichen Preise aufgerufen werden. Denkbar sind aber auch Kooperationsmodelle mit der Industrie, die aufgrund eigener Interessen die Ausrüstung des Testfelds ggfs. zu nur sehr geringen Kosten realisieren.

Für die Ausrüstung einer 50 km langen Strecke werden pauschal für ETCS L1 LS/FS 6,5 Mio. Euro angenommen. Für eine für ETCS L2/Hybrid L3-Streckenausrüstung werden 50 Mio. Euro für 50 km Strecke veranschlagt. Die Kosten für den Datenfunk sind dabei nicht enthalten, um keine doppelten Positionen (vgl. Kapitel 6.2.5) zu erzeugen. Wenn die Strecken noch nicht digital aufgenommen wurden, werden für diese Position pauschal 150.000 Euro veranschlagt.

Für projektspezifische Untersuchungen bzw. Ausrüstungen in der Stufe 3 werden in der Summe 250.000 Euro veranschlagt. Die herzustellende Grundausrüstung für die Zugsicherung beläuft sich in der Stufe 2 auf mindestens 58,1 Mio. Euro.

6.2.10 Spezifische Investitionen im Kontext „Predictive Maintenance“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für spezifische Investitionen im Forschungsfeld „Predictive Maintenance“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.10. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.10: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „PREDICTIVE MAINTENANCE“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Installation von streckenseitigen Sensoren zur Realisierung einer Grunddatenerfassung	100.000 €	-	-
Installation spezifischer Infrastruktursensoren	-	2.000.000 €	-
Fahrzeugseitige Installation von Sensoren	-	1.000.000 €	-
Summe	100.000 €	3.000.000 €	-

In der Stufe 1 wird die Installation von nicht eisenbahnspezifischen Sensoren in Verbindung mit dem Aufspannen eines lokalen Datennetzes (vgl. Kapitel 6.2.5) gesehen. Für die Installation der Sensoren werden grob 100.000 Euro veranschlagt [20]. Mithilfe dieser Sensoren kann kostengünstig ein Grundstock von Daten erfasst und gesammelt werden, der auch zu späteren Zeitpunkten für Forschungsarbeiten genutzt werden kann. Wenn diese allgemeineren Daten nicht ausreichend sind, kann die Datenerfassung des Testfelds um spezifischere Sensoren oder Anlagen erweitert werden. Diese erlauben beispielsweise das Erfassen einzelner Güterwagen, fester Bremsen, Federbrüche und Gewichtüberschreitungen [219]. In einem derzeit bei der DB AG laufenden Projekt werden Weichenantriebe, -heizungen mit Sensoren überwacht. Das Projektbudget beträgt 60 Mio. Euro bei in Summe 46.000 überwachten Elementen [60]. Für eine erweiterte Erfassung von Daten werden die Kosten in der Stufe 2 auf 3 Mio. Euro geschätzt, die sich zu zwei Dritteln auf infrastrukturseitige Sensoren und zu einem Drittel auf fahrzeugspezifische Sensoren beziehen. Für Stufe 3 werden keine Kosten geschätzt, da diese von spezifischen Fragestellungen abhängen, die in diesem Forschungsbereich weit gefächert sind.

6.2.11 Spezifische Investitionen im Kontext „Streckeninfrastruktur“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für spezifische Investitionen im Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.11. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.11: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „STRECKENINFRASTRUKTUR“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Anschaffung von Werkzeugen	-	100.000 €	-
Leihkosten für große Baumaschinen	-	-	500.000 €
Summe	-	100.000 €	500.000 €

Zur Vermeidung von genehmigungspflichtigen Eingriffen an der Bestandsinfrastruktur, wird davon ausgegangen, dass der Hauptteil der Untersuchungen in diesem Kontext an Testfeld-eigenen Strecken erfolgt. Zeichnet sich in der Zeitspanne bis dem Testfeld eigene Strecken zur Verfügung stehen bereits ab, dass Untersuchungen angefragt werden, die einen gewissen Grundstock an Werkzeugen und Gleismessgeräten erfordern, dann sollte dieses erworben werden. In der Stufe 2 wird dafür ein Budget von pauschal 100.000 Euro veranschlagt. Größere Baumaschinen sollten bei Bedarf ausgeliehen werden. Ähnlich wie bei der Streckenausrüstung der Zugsicherung ist davon auszugehen, dass für die zu erwartenden kleinen Auftragsumfänge keine marktüblichen Preise angeboten werden können. Die Preisschätzung

erschwert weiter, dass die Anforderungen sehr vom spezifischen Untersuchungsvorhaben in Stufe 3 abhängig sein werden. Für Leihkosten großer Baumaschinen wird grob ein Budget von 500.000 Euro geschätzt.

6.2.12 Spezifische Investitionen im Kontext „Fahrgastlenkung/Information“

Eine Kalkulation des Mittelbedarfs für projektspezifische Investitionen im Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/Information“ in den Ausbaustufen 1 bis 3 enthält die Tabelle 6.12. Die zugrundeliegenden Annahmen werden nachfolgend textlich erläutert.

TABELLE 6.12: INVESTITIONEN IM FORSCHUNGSFELD „FAHRGASTLENKUNG/INFORMATION“

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Verbesserung der Mobilfunkabdeckung	1.200.000 €	-	-
Ausrüstung und funktionale Erweiterung Intermodal Transport Control Systeme (ITCS)			4.500.000 €
Informationstechnische Aufrüstung Bahnhöfe/Haltepunkte	-	-	500.000 €
Informationstechnische Aufrüstung Schienenfahrzeuge	-	-	500.000 €
Summe	1.200.000 €	-	5.500.000 €

Die Durchführung von Tests im Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/Information“ erfordert in der Ausbaustufe 1 eine punktuelle Verbesserung der Mobilfunkabdeckung, wobei eine Bandbreite von mindestens 4G erreicht werden muss. Für die Errichtung und Netzanbindung einer 4G-Mobilfunk-Basisstation mit einer Reichweite von ca. 1,5 km werden 120.000 Euro veranschlagt (Preisstand 2019) [251]. Um zehn unterversorgte Bahnhöfe und Haltepunkte anzubinden, werden überschlägig Investitionskosten in Höhe von 1,2 Mio. Euro veranschlagt.

In der Ausbaustufe 3 sind in dem Forschungsfeld zunächst Kosten für die Ausrüstung und funktionale Erweiterung von Intermodal Transport Control Systemen (ITCS) zu kalkulieren, die als Backend-Systeme den Informationsfluss zwischen Betriebsleitstellen, Fahrzeugen, den Fahrgastinformationssystemen und zentralisierten Fahrplan-Datenbanken (z. B. Landesdatendrehscheiben des ÖPNV) sicherstellen. Typischerweise erfordert der Rollout von modernen, echtzeitfähigen ITCS für ÖPNV-Teilnetze einen erheblichen Investitionsaufwand. Dieser kann in Abhängigkeit des Innovationsgrads (z. B. Integration intelligenter Dispositionswerkzeuge; spezifische Behandlung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben bei Reiseauskünften; Umsetzung eines anforderungsgesteuerten automatisierten Betriebs) und der Netzausdehnung eines Verkehrsunternehmens stark variieren. Standardisierte Kosten liegen daher speziell für neueste ITCS-Generationen nicht vor. Veröffentlichte Investitionen für ITCS betreffen ältere Systemgenerationen und belaufen sich zumeist auf zweistellige Millionenbeträge. Für das offene digitale Testfeld wird von einem Basisbetrag für das Rollout eines echtzeitfähigen ITCS von 4 Mio. Euro zuzüglich 500.000 Euro für die Umsetzung innovativer Zusatzfunktionen ausgegangen.

Hinzu kommen Kosten für die Aufrüstung bestehender DFI-Anzeiger an Bahnhöfen und Haltestellen. Die Kosten für die Errichtung und die technische Anbindung je DFI-Anzeige variieren je nach Ausführung und in Abhängigkeit davon, ob in einem großen Umfang oder lediglich in geringer Stückzahl beschafft wird, zwischen ca. 5.000 und 45.000 Euro (Preisstand 2017) [193]. Um zehn Bahnhöfe und Haltepunkte mit je einer modernen DFI-Anzeige auszustatten, werden überschlägig Kosten in Höhe von 500.000 Euro veranschlagt.

Weiterhin sind Kosten für die Ausrüstung von Schienenfahrzeugen mit DFI-Innenanzeigen sowie Fahrgastzählsystemen zu kalkulieren. Unter der Annahme, dass Bestandsfahrzeuge bereits über eine Basisausrüstung (z. B. Fahrzeugbordrechner, Wegimpulszähler, Datenfunk o. Ä.) verfügen, werden Investitionskosten in Höhe von 500.000 Euro für das informationstechnische Upgrade von fünf Schienenfahrzeugen kalkuliert. Insgesamt ergeben sich in dem Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/Information“ in der Ausbaustufe 1 somit projektspezifische Investitionen in Höhe von 1,2 Mio. Euro. In der Ausbaustufe 3 wird von projektspezifischen Investitionen in Höhe von 5,5 Mio. Euro ausgegangen.

6.3 Gesamtkostenbedarf

Tabelle 6.13 fasst die in den vorherigen Kapiteln ermittelten Investitionen für die Grundausrüstung und die projektspezifischen Investitionen in den elf Forschungsfeldern zusammen. Die vorliegende Kostenabschätzung ist entsprechend des voranschreitenden Planungs- und Realisierungsstands des offenen Testfelds fortlaufend anzupassen und zu präzisieren.

Die Investitionen in die Grundausrüstung belaufen sich auf insgesamt 105 Mio. Euro. Die Investitionskosten gliedern sich in 25 Mio. Euro für die Einrichtung des Betriebsgeländes (Stufe 0), 5 Mio. Euro für den Erwerb von Rollmaterial (Stufe 1) und 75 Mio. Euro für den Erwerb und die Inbetriebnahme eigener Streckeninfrastruktur (Stufe 2) auf.

Die projektspezifischen Investitionen belaufen sich auf insgesamt 122,2 Mio. Euro. Hohe Investitionen sind insbesondere in den Forschungsfeldern „Zugsicherungssysteme“, „Alternative Antriebe“ und „Connectivity“ notwendig. Die geschätzten Kosten in diesen drei Forschungsfeldern betragen 93,2 Mio. Euro. Mit den Investitionen in Leit- und Sicherungstechnik, Datenfunk und eine Energieversorgungsinfrastruktur werden die grundlegenden infrastrukturellen Voraussetzungen für zahlreiche projektspezifische Testvorhaben geschaffen. Es wird angenommen, dass die Kosten in diesen drei Forschungsfeldern zu 80 Prozent vom Bund zu tragen sind. Für die Investitionen in den weiteren Forschungsfeldern und insbesondere in Ausbaustufe 3 ist projektspezifisch zu prüfen, in welcher Höhe eine Kostenbeteiligung externer Projektpartner gerechtfertigt ist. Angenommen wird eine Kostenübernahme von bis zu 50 Prozent. Auf Basis dieser Annahmen belaufen sich die durch den Bund zu tragenden Investitionen (Kosten der Grundausrüstung und projektspezifische Kosten) in einer überschlägigen Kalkulation auf knapp 194 Mio. Euro.

Die Tabelle 6.14 enthält einen Vorschlag einer zeitlichen Staffelung und Aufteilung der Gesamtkosten des offenen digitalen Testfelds. Einzelinvestitionen mit einem Volumen von mindestens 1 Mio. Euro werden besonders hervorgehoben. Der Realisierungszeitraum für die Stufen 0 und 1 beginnt im Jahr 2021 und reicht bis ins Jahr 2025. Aufgrund des hohen Investitionsvolumens von Stufe 2 empfiehlt sich eine Staffelung der Maßnahmen im Zeitraum 2023 bis 2030 und ggf. darüber hinaus. Dies betrifft insbesondere die ohnehin schrittweise umzusetzenden Zugsicherungssysteme. Die Umsetzung der Stufe 3 beginnt spätestens ab dem Jahr 2026. Die laufenden Kosten des Testfelds werden ab Stufe 2 auf 3 Mio. Euro pro Jahr geschätzt und werden in der dargestellten Variante vom Bund getragen.

TABELLE 6.13: GESCHÄTZTE INVESTITIONEN [MIO. €] (STAND 11.03.2021)

Grundausrüstung	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Summe
Einrichtung Betriebsgelände	25,0	-	-	-	25,0
Erwerb Rollmaterial	-	5,0	-	-	5,0
Kauf Streckeninfrastruktur	-	-	75,0	-	75,0
Summe Investitionen in Grundausrüstung					105,0
Projektspezifische Kosten	Anteil Bund	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Summe
Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	50 %	2,0	-	5,0	7,0
LärmLab21	50 %	1,5	-	3,0	4,5
Alternative Antriebe	80 %	6,3	10,7	2,3	19,3
Connectivity	80 %	0,1	15,0	-	15,1
ATO/TMS	50 %	0,2	-	5,2	5,4
Fahrzeuge	50 %	0,3	0,25	0,8	1,35
Güterverkehr	50 %	-	0,05	0,3	0,35
Zugsicherungssysteme	80 %	-	58,2	0,6	58,8
Predictive Maintenance	50 %	0,1	3,0	-	3,1
Streckeninfrastruktur	50 %	-	0,1	0,5	0,6
Fahrgastlenkung/-information	50 %	1,2	-	5,5	6,7
Summe projektspezifische Investitionen					122,2
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Summe
Gesamtsumme	25,0	16,7	162,3	23,2	227,2
Anteil Bund	25,0	12,7	143,4	12,4	193,5
Anteil externer Partner	-	4,0	18,9	10,8	33,7

TABELLE 6.14: VORSCHLAG ZUR AUFTEILUNG DER GESAMTKOSTEN UND DER ZEITLICHEN STAFFELUNG ÜBER ZEHN JAHRE (STAND 11.03.2021)

Investitionen [Mio. €]		'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
Stufe 0											
	Erwerb Betriebsgelände	25,0	Bund: ca. 25 Mio. € (100 %)								
Stufe 1	Erwerb Rollmaterial	5,0	Bund: ca. 5 Mio. € (100 %)								
	Errichtung Unterwerk Bahnstrom	5,0	Bund: ca. 5,8 Mio. € (80 %)								
	Errichtung Wasserstofftankstelle	1,0									
	Verbesserung Mobiler Datenfunk	1,2									
	Umwelt-Monitoring	1,3	Bund: ca. 2,3 Mio. € (50 %)								
	Weitere Investitionen (je < 1 Mio. €)	3,2									
Stufe 2	Erwerb Strecken	75,0	Bund: ca. 75 Mio. € (100 %)								
	Mehrsystem-Unterwerk Bahnstrom	10,0	Bund: ca. 66 Mio. € (80 %)								
	Installation FRMCS	15,0									
	Errichtung Digitales Stellwerk	1,0									
	Streckenausrüstung ETCS L1	6,5	Bund: ca. 2,4 Mio. € (50 %)								
	Streckenausrüstung ETCS L2/L3	50,0									
	Installation Sensorik	3									
	Weitere Investitionen (je < 1 Mio. €)	1,8									
Stufe 3	Ausbau Umwelt-Monitoring	5,0	Bund: ca. 11,6 Mio. € (50 %)								
	Bau stationärer Lärmschutzanlagen	3,0									
	Streckenausrüstung HGÜ-Leitung	1,5									
	Installation ATO	5,0									
	Weitere Investitionen (je < 1 Mio. €)	8,7									
Laufende Kosten [Mio. € p.a.]	-	1,5	2,6	2,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Anteil Bund [Mio. €]		15,6	16,7	52,5	53,2	13,2	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Anteil externe Partner [Mio. €]		0,7	0,7	3,1	3,1	3,1	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6

7 Rechtliche Einordnung

Die rechtliche Untersuchung beschäftigt sich mit zwei großen Teilen, die auch im Folgenden differenziert dargestellt werden. Zunächst werden der Zugang zum Testfeld und somit die maßgeblichen regulierungsrechtlichen Fragestellungen untersucht. In einem zweiten Teil wird die rechtliche Umsetzbarkeit der auf dem Testfeld geplanten Erprobungsmethoden juristisch bewertet.

7.1 Regulierungsrechtlicher Zugang zum Testfeld

Im Rahmen der rechtlichen Bewertung wird zunächst (Kapitel 7.1.1) eine Clusterbildung vorgenommen. Durch die Clusterbildung sollen die verschiedenen Erprobungsmethoden so sortiert werden, dass eine gemeinsame rechtliche Bewertung möglich wird. Im Anschluss daran wird die rechtliche Bewertung für jedes einzelne Cluster vorgenommen (Kapitel 7.1.2, Kapitel 7.1.3, Kapitel 7.1.4).

7.1.1 Clusterbildung für die rechtliche Betrachtung

Das Testfeld hat vier verschiedene Kategorien an Forschungsschwerpunkten. Das sind zum einen Fahrzeugversuche, zum anderen Infrastrukturversuche sowie Betriebs- und Umweltversuche. Die einzelnen Erprobungsmethoden der jeweiligen Kategorien lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Fahrzeugversuche
 - Begleitung/Monitoring regulärer Zugfahrten
 - Versuchsfahrten mit zugelassenen Fahrzeugen im Realbetrieb
 - Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen im Realbetrieb
 - Versuchsfahrten mit nicht zugelassenen Fahrzeugen auf spezieller Infrastruktur
- Infrastrukturversuche
 - Beobachtung bestehender Infrastruktur
 - Versuche im Gleisfeld
 - Versuche mit innovativen Infrastrukturelementen
 - Bau- und Instandhaltungsversuche
- Betriebsversuche
 - Betriebsversuche unter Einbeziehung der freien Strecke
 - Betriebsversuche in Bahnhöfen
- Umweltversuche
 - Fahrende Untersuchungen
 - Untersuchungen am Gleiskörper
 - Untersuchungen am Randbereich von Strecken
 - Untersuchungen in der Umgebung

Für die vorstehenden Erprobungsmethoden werden daraus drei unterschiedliche Cluster gebildet. Das ist Cluster I (Kapitel 7.1.1.1), das die Erprobungsmethoden zusammenfasst, die Fahrten auf öffentlichen Strecken erfordern. Cluster II (Kapitel 7.1.1.2) aggregiert die Erprobungsmethoden, die Fahrten auf „privaten Strecken“ vorsehen. Zuletzt soll Cluster III (Kapitel 7.1.1.3) die Methoden vereinen, die Versuche ohne Fahrten beinhalten.

7.1.1.1 Cluster I

Cluster I beinhaltet die Erprobungsmethoden, die Fahrten auf öffentlichen Strecken erforderlich machen. In diesen Fällen wird sich die Frage nach dem Zugang zu den Gleisen nach dem Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG) [100] stellen.

Werden die oben aufgezählten Erprobungsmethoden i. S. des Clusters I zusammengebracht, so umfasst Cluster I folgende Versuche:

- Versuchsfahrten mit zugelassenen Fahrzeugen im Realbetrieb,
- Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen im Realbetrieb,
- Versuche unter Nutzung von Sensorik im Gleisfeld,
- Betriebsversuche auf „halböffentlicher“ Infrastruktur und
- fahrende Untersuchungen.

7.1.1.2 Cluster II

Cluster II beinhaltet die Erprobungsmethoden, die Fahrten auf „privaten Strecken“ erforderlich machen. Der Begriff „private Strecken“ im Unterschied zu „öffentlichen“ bezeichnet in diesem Zusammenhang solche Strecken, die im Eigentum eines privaten Betreibers (wie beispielsweise eines Unternehmens der Privatwirtschaft oder eines Vereines etc.) und nicht im Eigentum des Staates oder seiner von ihm allein bzw. mehrheitlich gehaltenen „Töchter“ des DB-Konzerns wie etwa der DB Netz AG stehen. Mit dieser Unterscheidung soll hingegen noch nicht danach differenziert werden, ob die Strecke i. S. des § 3 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) [5] dem öffentlichen Verkehr dient und damit eine öffentliche Eisenbahn darstellt oder eine nichtöffentliche Eisenbahn ist (§ 3 Abs. 2 AEG).

In diesen Fällen gilt das regulierungsrechtliche Zugangsrecht nur eingeschränkt bzw. kann möglicherweise ausgeschlossen werden.

Werden die oben aufgezählten Erprobungsmethoden i. S. des Clusters II zusammengebracht, so umfasst Cluster II folgende Versuche:

- Versuchsfahrten mit nicht zugelassenen Fahrzeugen/Prototypen/Erprobungsträgern auf spezieller Infrastruktur,
- Versuche mit innovativen (nicht zugelassenen) Infrastrukturelementen,
- Bau- und Instandhaltungsversuche,
- Betriebsversuche auf „halböffentlicher“ Infrastruktur und
- Betriebsversuche auf separater Infrastruktur.

7.1.1.3 Cluster III

Cluster III beinhaltet die Erprobungsmethoden, die keine Fahrten auf Strecken erforderlich machen. In diesen Fällen stellt sich die Frage nach dem regulierungsrechtlichen Zugang nicht.

Werden die oben aufgezählten Erprobungsmethoden i. S. des Clusters III zusammengebracht, so umfasst dies folgende Versuche:

- Begleitung/Monitoring regulärer Zugfahrten,
- Monitoring der nicht modifizierten Infrastruktur,
- Untersuchungen unmittelbar am Gleiskörper,
- Betriebsversuche in Bahnhöfen,
- Untersuchungen im Randbereich von Strecken,
- Untersuchungen in der Umgebung sowie
- Bau- und Instandhaltungsversuche.

7.1.2 Rechtliche Bewertung des Clusters I

In dem nun folgenden Abschnitt soll die (regulierungs-) rechtliche Bewertung für Cluster I vorgenommen werden. Dabei wird zunächst der regulierungsrechtliche Zugang zu den Messgeräten rechtlich begutachtet (Kapitel 7.1.2.1), ehe auf die Eigentümerstellung an den Versuchsdaten (Kapitel 7.1.2.2) eingegangen wird.

7.1.2.1 Zugang nach Eisenbahnregulierungsrecht

Ob Zugang nach dem Eisenbahnregulierungsrecht besteht, hängt zunächst davon ab, ob das ERegG anwendbar ist (Kapitel 7.1.2.1.1). Im Anschluss daran werden im positiven Fall die Voraussetzungen für das Zugangsrecht nach dem ERegG dargestellt (Kapitel 7.1.2.1.2 und 7.1.2.1.3). Im letzten Abschnitt (Kapitel 7.1.2.1.4) wird aufgezeigt, wie danach Trassenkapazitäten für Versuchsfahrten sichergestellt werden können.

7.1.2.1.1 Anwendbarkeit des ERegG

Das ERegG ist hier anwendbar, wenn die das Testfeld im Einzelnen ausmachenden Anlagen, Infrastruktureinrichtungen und Leistungen (im Folgenden bezeichnet als „Messgeräte“) und damit das Testfeld in seiner Gesamtheit dem Anwendungsbereich des Gesetzes unterfällt. Das ist nach § 1 Abs. 2 ERegG dann der Fall, wenn es sich bei den Messgeräten um eine „Nutzung von Eisenbahnanlagen und Serviceeinrichtungen im inländischen und grenzüberschreitenden Eisenbahnverkehr“ handelt. Darüber hinaus ist der Anwendungsbereich des Gesetzes nach § 1 Abs. 3 ERegG auch auf die „Versorgung von Eisenbahnen mit leitungsgebundener Energie, insbesondere Fahrstrom, und Telekommunikationsleistungen, soweit das jeweils durch das ERegG selbst bestimmt ist“, eröffnet. Zweifelsfrei dienen die in Rede stehenden Messgeräte weder der Versorgung von Eisenbahnen mit leitungsgebundener Energie noch mit Telekommunikationsleistungen nach § 1 Abs. 3 ERegG, sodass sich die Anwendbarkeit des ERegG lediglich nach § 1 Abs. 2 ERegG bestimmt. Demnach ist zu klären, ob die Messgeräte entweder als Eisenbahnanlage (Kapitel 7.1.2.1.1.1) oder als Serviceeinrichtung (Kapitel 7.1.2.1.1.1) einzustufen sind.

7.1.2.1.1.1 Messgeräte als Eisenbahnanlage

§ 1 Abs. 5 ERegG definiert Eisenbahnanlagen als die in Anlage 1 aufgeführten Anlagen. Nach Anlage 1 ERegG sind von Eisenbahnanlagen alle dort aufgeführten Anlagen erfasst, sofern diese zu Haupt- und Nebengleisen gehören, wobei Gleise innerhalb von Ausbesserungswerken, Bahnbetriebswerken oder Lokomotivschuppen sowie private Gleisanschlüsse ausgenommen sind. Anlage 1 ERegG zählt schließlich folgende Anlagen auf:

1. Grundstücke;
2. Bahnkörper und Planum, insbesondere Dämme, Einschnitte, Dränagen und Entwässerungsgräben, Öffnungen geringer Lichtweite, Futtermauern und Anpflanzungen zum Schutz der Böschungen usw., Seitenstreifen und Seitenwege, Einfriedungsmauern, Hecken und Zäune, Feuerchutzstreifen, Heizanlagen für Weichen, Gleiskreuzungen, Schneezäune;
3. Kunstbauten, insbesondere Brücken, Durchlässe und sonstige Bahnüberführungen, Tunnel, überdeckte Einschnitte und sonstige Bahnunterführungen, Stützmauern und Schutzbauten insbesondere gegen Lawinen, Steinschlag;
4. schienengleiche Übergänge einschließlich der zur Sicherung des Straßenverkehrs erforderlichen Anlagen;

5. Oberbau: Schienen, Rillenschienen und Leitschienen, Schwellen und Langschwellen, Kleineisen zur Schienenverbindung, Bettung einschließlich Kies und Sand, Weichen und Gleiskreuzungen, Drehscheiben und Schiebebühnen (ausgenommen diejenigen, die nur den Triebfahrzeugen dienen);
6. Sicherheits-, Signal- und Fernmeldeanlagen auf freier Strecke, auf Bahnhöfen und Rangierbahnhöfen, einschließlich der Anlagen zur Erzeugung, Umwandlung und Verteilung von elektrischem Strom für das Signalwesen und die Fernmeldeanlagen, die zu den vorgenannten Anlagen gehörenden Gebäude, Gleisbremsen;
7. Beleuchtungsanlagen für den Ablauf und die Sicherung des Verkehrs;
8. Anlagen zur Umwandlung und Zuleitung von Strom für die elektrische Zugförderung: Unterwerke, Stromversorgungsleitungen zwischen Unterwerk und Fahrdrabt, Fahrleitungen mit Masten, dritte Schiene mit Tragestützen;
9. Dienstgebäude des Wegedienstes, einschließlich eines Teils der Anlagen für die Erhebung von Beförderungsentgelten.

In Betracht kommt hier lediglich eine Einordnung der Messgeräte als Sicherheits-, Signal- und Fernmeldeanlagen auf freier Strecke, Bahnhöfen und Rangierbahnhöfen i. S. der Anlage 1 Nr. 6 ERegG. Die Messgeräte dienen der Erhebung, Verarbeitung und Weiterleitung von Testdaten und lassen sich nach dem Wortlaut somit zunächst unter den Begriff der „Fernmeldeanlagen“ subsumieren. Zudem befinden sie sich sozusagen „unterwegs“ (nicht nur in Bahnhöfen) am Rand der Strecke und damit „auf freier Strecke“ i. S. der Anlage 1 Nr. 6 ERegG.

Ein systematischer Vergleich der aufgeführten Anlagen untereinander sowie der in Anlage 1 insgesamt aufgezählten Anlagen führt jedoch zu einem anderen Ergebnis: Betrachtet man zunächst alle in Anlage 1 sonst aufgeführten Anlagen (etwa „Beleuchtungsanlagen für den Ablauf und die Sicherung des Verkehrs“ oder „Anlagen zur Umwandlung und Zuleitung von Strom für die elektrische Zugförderung“), so fällt auf, dass dort solche Anlagen aufgezählt sind, die der Sicherheit bzw. dem Funktionieren des Eisenbahnbetriebs dienen. So ist ein solcher beispielsweise ohne Bahnkörper und Planum (Nr. 2) oder schienengleiche Übergänge (Nr. 4) oder Brücken, Bahnüberführungen und Schutzbauten (Nr. 3) nicht oder zumindest nicht sicher möglich. In diesem Sinne argumentiert auch *Otte*, der hinsichtlich des Umfangs der in Anlage 1 aufgeführten Eisenbahnanlagen dort die „gesamte Eisenbahninfrastruktur, die baulich, systemisch und betrieblich zur Nutzung der Schienenwege *notwendig* ist, die der Betreiber der Schienenwege zu diesem Zweck technisch und betrieblich betreibt (...), die er erhalten und – teils durch Einpreisung der Kosten in den Trassenpreis – finanzieren muss,“ aufgezählt sieht [204] [109].

Was die Entstehungsgeschichte anbelangt, so entspricht Anlage 1 ERegG weitestgehend Anhang 1 der mit dem ERegG umgesetzten Richtlinie 2012/34/EU [223]. Zwar wurde im Rahmen der Umsetzung der von der Richtlinie 2012/34/EU verwendete Begriff der „Eisenbahnanlagen“ ersetzt. Hintergrund dieser Änderung war ausweislich der Gesetzesbegründung jedoch lediglich der weitere Anwendungsbereich des Begriffes „Eisenbahninfrastruktur“ im deutschen Recht, insbesondere im Bereich der Planfeststellung [73]. Vor diesem Hintergrund zeigt auch Erwägungsgrund 65 der Richtlinie 2012/34/EU, wonach festgelegt werden soll, „welche Bestandteile der Fahrwegbereitstellung wesentliche Voraussetzung für die Durchführung eines Verkehrsdienstes durch ein Eisenbahnunternehmen und als Gegenleistung für Mindestzugangsentgelte zu erbringen sind“, dass die in Anhang 2 Nr. 1 der Richtlinie aufgezählten Elemente des sogenannten Mindestzugangspaketes, zu denen insbesondere auch Anlagen nach Anhang 1 der Richtlinie bzw. Anlage 1 des ERegG gehören, eine wesentliche Voraussetzung für die Durchführung eines Eisenbahnverkehrsdienstes sind.

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die in Anlage 1 Nr. 6 ERegG aufgezählten Sicherheits-, Signal- und Fernmeldeanlagen, so fällt auf, dass etwa auch die als Regelbeispiel aufgeführten „Anlagen zur Erzeugung, Umwandlung und Verteilung von elektrischem Strom für das Signalwesen und die Fernmelde-

anlagen, die zu den vorgenannten Anlagen gehörenden Gebäude, Gleisbremsen“ unter das oben genannte Kriterium einer Notwendigkeit für die Nutzung der Schienendienste fallen. Die in Rede stehenden Messgeräte dienen dagegen lediglich der Erhebung, Verarbeitung und Weiterleitung von Testdaten. Sie passen somit systematisch nicht zu den in Anlage 1 Nr. 6 genannten Sicherheits-, Signal- und Fernmeldeanlagen auf freier Strecke.

Vor diesem Hintergrund sind die Messgeräte nicht als Anlage nach Anlage 1 ERegG und damit auch nicht als Eisenbahnanlage i. S. des § 1 Abs. 2 ERegG anzusehen.

7.1.2.1.1.2 Messgeräte als Serviceeinrichtung

In Betracht kommt jedoch noch eine Einstufung als Serviceeinrichtung. Durch § 2 Abs. 9 AEG, dessen Definition auf Grund von § 1 Abs. 4 ERegG hier Anwendung findet, werden Serviceeinrichtungen als „die Anlagen, unter Einschluss von Grundstück, Gebäude und Ausrüstung, um eine oder mehrere der in Anlage 2 Nummer 2 bis 4 des ERegG genannten Serviceleistungen erbringen zu können,“ definiert. In Anlage 2 Nr. 2–4 ERegG findet sich schließlich eine Aufzählung von Leistungen, die als Serviceeinrichtungen bzw. -leistungen anzusehen sind.

7.1.2.1.1.2.1 Einordnung in Anlage 2 Nr. 2 ERegG

Nach Anlage 2 Nr. 2 ERegG ist zu folgenden Leistungen der Zugang, einschließlich des – soweit vorhandenen – Schienenzugangs, gewährt:

- a) Personenbahnhöfe, deren Gebäude und sonstige Einrichtungen, einschließlich der Personenbahnsteige, der Zugangswege für Passagiere, der Zufahrtsstraßen und des Zugangs für Fußgänger, Einrichtungen für die Anzeige von Reiseauskünften sowie geeigneter Örtlichkeiten für den Fahrscheinverkauf;
- b) Güterterminals einschließlich der Laderampen sowie der Zugangswege für Güter, einschließlich der Zufahrtsstraßen;
- c) Rangierbahnhöfe und Zugbildungseinrichtungen einschließlich Rangiereinrichtungen;
- d) Abstellgleise;
- e) Wartungseinrichtungen, mit Ausnahme von Leistungen im Rahmen der schweren Instandhaltung, die für Hochgeschwindigkeitszüge oder andere Arten von Fahrzeugen erbracht werden, die besonderer Einrichtungen bedürfen;
- f) andere technische Einrichtungen einschließlich Reinigungs- und Wascheinrichtungen;
- g) Hilfseinrichtungen; zu Hilfseinrichtungen gehören auch Zuführungsgleise und Verladeeinrichtungen für Autozugverkehre;
- h) Einrichtungen für die Brennstoffaufnahme und Bereitstellung von Brennstoffen in diesen Einrichtungen, deren Preis auf der Rechnung getrennt auszuweisen ist.

Als möglich erscheint insbesondere eine Einordnung der Messgeräte als „andere technische Einrichtungen“ nach Anlage 2 Nr. 2 lit. f ERegG. Schon der Wortlaut „andere technische Einrichtungen“ zeigt, dass es sich hierbei um einen Auffangtatbestand für alle sonstigen beim Eisenbahnbetrieb genutzten Anlagen handelt, bei denen keine eindeutige Zuordnung zu anderen Nummern der Anlage 2 Nr. 2 möglich ist. Bestätigt wird das durch einen Blick auf die Entstehungsgeschichte der Anlage 2 Nr. 2 lit. f ERegG: Bereits deren Vorgängernorm § 2 Abs. 3c Nr. 7 AEG a. F. stellte einen solchen Auffangtatbestand dar [110] [152]. Gleiches gilt ausweislich der Gesetzesbegründung auch für die aktuelle Fassung der Vorschrift [74].

Für die Vorläufervorschrift des § 2 Abs. 3c Nr. 7 AEG a. F. wurde in der Literatur der Anwendungsbereich der Vorschrift derart eingeschränkt, als davon nur solche Einrichtungen berührt sein sollten, „die der Behandlung, Wartung und Reparatur von Zügen oder einzelnen Schienenfahrzeugen dienen“ [152] [110]. Zum damaligen Zeitpunkt erfasste § 2 Abs. 3c Nr. 7 AEG a. F. nach seinem Wortlaut allerdings „Wartungseinrichtungen und andere technische Einrichtungen“. Mit Blick auf die Systematik dieser Regelung war es nur sinnvoll, nur solche anderen technischen Einrichtungen als Serviceeinrichtungen anzusehen, die mit den genannten Wartungseinrichtungen vergleichbar waren. In Anlage 2 Nr. 2 ERegG sind die Wartungseinrichtungen nunmehr jedoch eigens in Nr. 2 lit. e aufgeführt, während Anlage 2 Nr. 2 lit. f ERegG lediglich „andere technische Einrichtungen einschließlich Reinigungs- und Wascheinrichtungen“ benennt. Allein die Systematik der Vorschrift, wonach die anderen technischen Einrichtungen vorab als Oberbegriff aufgeführt werden, zeigt, dass es sich bei dieser Vorschrift um einen allgemeinen, uneingeschränkten Auffangtatbestand handelt [205]. Die ausdrücklich genannten „Reinigungs- und Wascheinrichtungen“ sind dabei lediglich als Regelbeispiele aufgeführt, lassen jedoch keinen allgemeinfähigen Rückschluss auf den Begriff der „anderen technischen Einrichtungen“ zu.

Zu solchen anderen technischen Einrichtungen zählen neben den bereits ausdrücklich genannten Reinigungs- und Wascheinrichtungen insbesondere Zugvorheisanlagen [110] [153]. Zudem seien – so wird vertreten – einerseits einzelne besondere Ausstattungsmerkmale von Serviceeinrichtungen (wie etwa Elektranten oder Hydranten) erfasst; andererseits ließen sich über Anlage 2 Nr. 2 lit. f ERegG aber auch bestimmte Einrichtungen als selbstständige Serviceeinrichtung(en) qualifizieren [205]. Zudem sollen unter den Tatbestand auch zukünftig für alternative Antriebstechniken nötige Anlagen, insbesondere etwa Akku-Ladestationen zum Aufladen von Triebfahrzeugen, fallen [164].

Zu klären ist damit nun, ob die Messgeräte des Testfeldes nach alledem als „andere technische Einrichtung“ zu qualifizieren und damit als eine (oder mehrere) Serviceeinrichtung(en) einzustufen sind. Kriterium für die Beurteilung ist ihre Eisenbahnbetriebsbezogenheit, also die Erforderlichkeit für den Eisenbahnbetrieb [213] [165]. Allerdings kann hier kein enges Verständnis, also ein unmittelbarer Bezug zwischen der Einrichtung und Eisenbahnbetrieb verlangt werden, da die Regelbeispiele mit der Nennung von Reinigungs- und Wascheinrichtungen selbst Einrichtungen vorsehen, die für einen unmittelbaren Eisenbahnbetrieb nicht zwingend erforderlich sind. Ausgehend von dieser systematischen Wertung des Gesetzes wird ein mittelbarer Bezug zum Eisenbahnbetrieb ausreichend sein [166]. Messgeräte für Testeinrichtungen dienen der eisenbahnspezifischen Forschung und Innovation und besitzen auf Grund der mit ihnen möglichen eisenbahntechnischen Weiterentwicklung sowohl der Fahrzeuge als auch der Eisenbahninfrastruktur zwar keinen unmittelbaren Bezug zum Eisenbahnbetrieb, in jedem Fall aber einen mittelbaren Bezug.

Messgeräte sind daher als andere technische Einrichtungen i. S. der Anlage 2 Nr. 2 lit. f ERegG einzustufen.

Möglicherweise lassen sich die Messgeräte auch unter die sogenannten Hilfseinrichtungen nach Anlage 2 Nr. 2 lit. g ERegG fassen. Als Beispiele und damit gleichzeitig als Anhaltspunkt für das Verständnis solcher Hilfseinrichtungen nennt die Vorschrift selbst Zuführungsgleise und Verladeeinrichtungen für Autozugverkehre. Schon aus dem Wortlaut „Hilfseinrichtung“ lässt sich jedoch erkennen, dass die jeweilige Anlage den Eisenbahnbetrieb unterstützt bzw. vereinfacht, so wie das etwa bei den genannten Verladeeinrichtungen für Autozugverkehre der Fall ist. Das trifft auf die Messgeräte jedoch gerade nicht zu, die lediglich Daten erfassen und weiterleiten und sich somit nicht unmittelbar auf den konkreten Eisenbahnbetrieb auswirken. Die Messgeräte fallen daher nicht unter Hilfseinrichtungen i. S. der Anlage 2 Nr. 2 lit. g ERegG.

Im Ergebnis sind die Messgeräte als „andere technische Einrichtungen“ nach Anlage 2 Nr. 2 lit. f ERegG zu qualifizieren.

7.1.2.1.1.2.2 Einordnung in Anlage 2 Nr. 3 ERegG

In Anlage 2 Nr. 3 ERegG werden folgende Leistungen als mögliche Zusatzleistungen aufgeführt:

- a) Bereitstellung von Fahrstrom, dessen Preis auf der Rechnung getrennt von den für die Nutzung der Stromversorgungseinrichtungen erhobenen Entgelten auszuweisen ist, unbeschadet der Vorschriften des Energiewirtschaftsgesetzes;
- b) Vorheizen von Personenzügen;
- c) kundenspezifische Verträge über
 - aa) die Überwachung von Gefahrguttransporten,
 - bb) Unterstützung beim Betrieb ungewöhnlicher Züge.

Keine der aufgeführten Leistungen ist jedoch mit den hier in Rede stehenden Messgeräten vergleichbar, sodass die Messgeräte nicht als Zusatzleistungen i. S. der Anlage 2 Nr. 3 ERegG anzusehen sind.

7.1.2.1.1.2.3 Einordnung in Anlage 2 Nr. 4 ERegG

In Anlage 2 Nr. 4 ERegG werden folgende Leistungen als mögliche Nebenleistungen aufgeführt:

- a) Zugang zu Telekommunikationsnetzen;
- b) Bereitstellung zusätzlicher Informationen;
- c) technische Inspektion der Fahrzeuge;
- d) Fahrscheinverkauf in Personenbahnhöfen;
- e) Leistungen im Rahmen der schweren Instandhaltung, die in Wartungseinrichtungen erbracht werden, die für Hochgeschwindigkeitszüge oder andere Arten von Fahrzeugen bestimmt sind, die besonderer Einrichtungen bedürfen.

In Betracht kommt eine Einordnung der Messgeräte unter die „Bereitstellung zusätzlicher Informationen“ in Anlage 2 Nr. 4 lit. b) ERegG. Im Unterschied zu Zusatzleistungen nach Anlage 2 Nr. 3 ERegG besteht auf das Erbringen von Nebenleistungen kein Rechtsanspruch [75]. Trotzdem kann ein Zugangsberechtigter dennoch einen Anspruch auf angemessene, nichtdiskriminierende und transparente Leistungserbringung haben, sofern der Betreiber anderen Zugangsberechtigten gegenüber freiwillig eine solche Nebenleistung anbietet [167].

Für eine Einordnung unter dieses Merkmal spricht zunächst die Tatsache, dass durch die Messgeräte Messdaten zur Verfügung gestellt werden und damit entsprechend dem Wortlaut zusätzliche Informationen bereitgestellt werden können. Der Begriff „Informationen“ i. S. der Anlage 2 Nr. 4 lit. b) ERegG ist hierbei weit zu verstehen: Darunter können einerseits solche fallen, die sich auf das aktuelle Betriebsgeschehen beziehen, aber auch solche Informationen, die im Anschluss an den Betrieb dessen statistische Auswertungen ermöglichen [168].

Die Messgeräte und die durch sie bewirkte Aufzeichnung der Versuchsdaten stellen keine Nebenleistung i. S. der Anlage 2 Nr. 4 lit. b) ERegG dar. Bei den Versuchsdaten handelt es sich nicht um „zusätzliche Informationen“, sondern die Versuchsdaten sind unmittelbarer Bestandteil der grundlegenden Leistung der Serviceeinrichtung. Die Nutzung der Messgeräte erfolgt zu dem Zweck, dass die Versuchsdaten aufgezeichnet und gesammelt werden, um sie im Anschluss auszuwerten und für die Forschung und Innovation einzusetzen. Zwischen der Nutzung der Messgeräte und dem Zurverfügungstellen der Versuchsdaten besteht daher ein unmittelbarer Zusammenhang, der die Versuchsdaten und ihre Nutzung zum Teil der grundlegenden Leistung der Serviceeinrichtung macht.

7.1.2.1.1.3 Zwischenergebnis

Die Messgeräte des Testfeldes sind eine Serviceeinrichtung i. S. der Anlage 2 Nr. 2 ERegG. Der Anwendungsbereich des ERegG ist damit eröffnet.

7.1.2.1.2 Zugang zur Serviceeinrichtung

Im Folgenden werden die Voraussetzungen für den Zugang zu Serviceeinrichtungen nach dem ERegG dargestellt. Der Zugang zu Serviceeinrichtungen setzt sich aus dem physischen Zugang nach § 10 Abs. 3 ERegG sowie dem Zugang zur Leistung der Serviceeinrichtung nach § 11 Abs. 2 ERegG zusammen und bildet somit ein einheitliches Zugangsrecht [169].

7.1.2.1.2.1 Anwendung des regulierungsrechtlichen Zugangsrechts

Grundsätzlich unterliegen Serviceeinrichtungen dem eisenbahnrechtlichen Zugangsregime nach § 10 Abs. 3 i. V. mit § 11 Abs. 2 ERegG.

Ehe auf den rechtlichen Zugang zu den Messgeräten eingegangen wird, ist allerdings noch zu klären, ob möglicherweise eine Ausnahme vom regulierungsrechtlichen Zugangsregime für die Messgeräte in Betracht kommt. Das könnte sich zum einen aus der DVO (EU) 2018/1795 [87], zum anderen aus der DVO (EU) 2017/2177 [88] und schließlich aus § 2 Abs. 5 ERegG ergeben.

Aus der VO (EU) 2018/1795 ergeben sich in Bezug auf das Zugangsrecht zu Serviceeinrichtungen keine Ausnahmemöglichkeiten.

Eine Ausnahmemöglichkeit für das Zugangsrecht zu Serviceeinrichtungen könnte sich allerdings aus Art. 2 DVO (EU) 2017/2177 ergeben. Art. 2 DVO (EU) 2017/2177 wurde auf der Basis von Art. 13 Abs. 9 Richtlinie 2012/34/EU erlassen. Während § 11 Abs. 3 ERegG explizit auf einen Durchführungsakt nach Art. 13 Abs. 9 Richtlinie 2012/34/EU verweist, fehlt dieser bei § 10 Abs. 4 ERegG. Gleichwohl geht die DVO auch den Regelungen des § 10 ERegG vor, da einer nationalrechtlichen Anwendungsvorschrift über einen unionsrechtlichen Durchführungsakt allenfalls klarstellende Wirkung zukommen kann. Das ergibt sich schon daraus, dass sich die DVO als Durchführungsrechtsakt des Rechtsinstrumentes der Verordnung nach Art. 288 Abs. 2 AEUV [266] bedient und damit auch unmittelbar gilt [170]. Auf Grund des Anwendungsvorranges des EU-Rechts geht die DVO (EU) 2017/2177 den Regelungen des ERegG dann vor, wenn diese ihr inhaltlich entsprechen oder entgegenstehen.

Nach Art. 2 Abs. 1 der DVO können Serviceeinrichtungen von bestimmten oder allen Vorschriften der DVO ausgenommen werden. Inhaltlich stellt die DVO allerdings nur Vorgaben hinsichtlich der Transparenz (also der Beschreibung der Serviceeinrichtungen nach Art. 4 ff. DVO (EU) 2017/2177), der Kapazitätsbewirtschaftung und zur Kapazitätszuweisung (Art. 8 ff. DVO (EU) 2017/2177) auf [171]. Ausnahmen von dem Zugangsrecht als solchem sieht die DVO indes nicht vor, sodass Ausnahmemöglichkeiten nach der DVO hier nicht in Betracht kommen.

Eine Ausnahmemöglichkeit könnte sich schließlich aus § 2 Abs. 5 ERegG ergeben. Indes können Betreiber einer Serviceeinrichtung nur in Bezug auf bestimmte Pflichten von den Vorgaben des Gesetzes ausgenommen werden. Zu diesen Pflichten zählt ausweislich des Wortlautes der Norm die zur Zugangsgewährung nach §§ 10 Abs. 3, 11 Abs. 2 ERegG gerade nicht [163].

In Ermangelung von einschlägigen Ausnahmemöglichkeiten unterliegen die Messgeräte dem regulierungsrechtlichen Zugangsregime der §§ 10 ff. ERegG.

7.1.2.1.2.2 Voraussetzungen des Zuganges

Nachdem geklärt wurde, dass die Messgeräte dem regulierungsrechtlichen Zugangsregime der §§ 10 ff. ERegG unterliegen, werden in einem weiteren Schritt die einzelnen Voraussetzungen des Zuganges nach dem ERegG dargestellt.

7.1.2.1.2.2.1 Zugangsgegenstand

Der Zugangsgegenstand umfasst nach § 10 Abs. 3 ERegG und nach § 11 Abs. 2 ERegG Leistungen, die in den Einrichtungen nach Anlage 2 Nr. 2 ERegG erbracht werden. Ausweislich des Wortlautes bedeuten diese neben der eigentlichen Leistung auch den Zugang zur Einrichtung selbst, einschließlich des Zuganges zu den Schienenwegen. Der Zugangsgegenstand umfasst demnach den Zugang zu den Messgeräten des Testfeldes und – soweit das für die Nutzung der Einrichtungen notwendig ist – auch den Zugang zu den betreffenden Schienenwegen.

Des Weiteren ist zu klären, worin die Pflichtleistung der Serviceeinrichtung besteht. Weder aus dem Wortlaut des § 11 Abs. 2 ERegG noch aus dem Wortlaut der Anlage 2 Nr. 2 ERegG lässt sich ermitteln, was als Pflichtleistung von § 11 Abs. 2 ERegG erfasst ist [172]. Aus historischer Sicht lässt sich nicht klären, was der Gesetzgeber als Pflichtleistung verstehen will. Betrachtet man die Systematik zwischen Pflicht- (Nr. 2) und Zusatz- sowie Nebenleistungen nach Nr. 3 und 4, so lässt sich aus einem Umkehrschluss erkennen [172], dass die Pflichtleistung in unmittelbarem Zusammenhang mit der Funktion der Serviceeinrichtung stehen muss. Diese Auslegung ergibt sich auch aus dem Sinn und Zweck einer Pflichtleistung. Sie muss eine solche Leistung sein, die sich gerade aus der Funktion der jeweiligen Einrichtung ergibt, die also das „Wesen“ der Einrichtung selbst ausmacht.

Funktion der Messgeräte ist es, die sich aus den Versuchen ergebenden Daten aufzuzeichnen und zu sammeln, damit diese zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet werden können. Die Pflichtleistung besteht also gerade in der Datenaufzeichnung, Datensammlung und – damit die Daten ihren Zweck erfüllen können – auch in der Datenweitergabe.

7.1.2.1.2.2.2 Zugangsberechtigter

Zu klären ist nun, ob Fahrzeughersteller und Hersteller von (Teilen der) Eisenbahninfrastruktur Zugangsberechtigte i. S. des § 10 Abs. 3 ERegG sind.

Zugangsberechtigte sind nach der Begriffsbestimmung des § 1 Abs. 12 ERegG zum einen Eisenbahnverkehrsunternehmen (Nr. 1). Darüber hinaus sind nach Nr. 2 auch andere natürliche oder juristische Personen Zugangsberechtigt. Dazu zählt die Norm „insbesondere“ zuständige Behörden nach der VO (EG) Nr. 1370/2007 (a.), Verlader, Spediteure und „verladewillige“ Unternehmen des kombinierten Verkehrs (b.) sowie im Kontext des Regionalisierungsgesetzes nach dem Landesrecht bestimmte Stellen (c.).

Zu fragen ist dabei, ob der Kreis der Zugangsberechtigten nach Nr. 2 abschließend ist oder ob er weiter gefasst werden kann.

Betrachtet man den Wortlaut der Norm, so lässt das Wort „insbesondere“ darauf schließen, dass die nachfolgende Aufzählung nicht abschließend, sondern allenfalls als Regelbeispiel zu verstehen ist [206].

Diese Auslegung stützen auch die Gesetzgebungsmaterialien, wonach sich mit Einführung des ERegG keine inhaltliche Änderung zur bisherigen Rechtslage ergeben sollte [76]. Gerade der Vergleich zwischen § 1 Abs. 12 ERegG und § 14 Abs. 2, Abs. 3, Abs. 3 lit a AEG a. F. zeigt, dass in der ursprünglichen Fassung

eine abschließende Regelung vorgesehen war [207], wohingegen mit der Verwendung des Wortes „insbesondere“ legislativ eine Abweichung i. S. einer Öffnung vorgenommen wurde. Unterstützt wird dieses Verständnis durch die Wertung des Art. 3 Nr. 19 Richtlinie 2012/34/EU. Die Norm nennt ebenfalls „andere natürliche oder juristische Personen“ und dann beispielhaft („wie“) „Behörden, Verladere, Spediteure etc.“.

Dem Sinn und Zweck nach dient die Vorschrift dazu, demjenigen Zugang zu gewähren, der Schienenwege oder Serviceeinrichtungen nutzen möchte. Auf Grund der begrenzten Kapazitäten soll das nicht jeder, sondern nur derjenige sein, der ein berechtigtes Interesse an dem Zugang zu den Schienenwegen und zu den Serviceeinrichtungen geltend machen kann [173]. Das kann – und wird im Regelfall – dann der Fall sein, wenn ein Interesse am Transport von Gütern und Personen besteht. Das sollte aber auch dann der Fall sein, wenn es über die Verkehrsdienste hinaus um die spezifische Nutzung der Eisenbahninfrastruktur im Kontext eines eisenbahnbetriebsbezogenen Interesses geht. Unterstützt wird diese weite Auslegung auch durch Art. 3 Nr. 19 Richtlinie 2012/34/EU. Die Norm spricht nur von einem gemein- oder einzelwirtschaftlichen Interesse am Erwerb von Fahrwegkapazität. Dieses Interesse ist gerade nicht nur auf die Verkehrsdienste reduziert, sondern lässt auch ein solches Interesse, das über die Verkehrsdienste hinausgeht, genügen.

Ein berechtigtes Interesse am Erwerb von Fahrwegkapazität ist auch darin zu sehen, wenn sie zu Versuchs- und Forschungszwecken genutzt wird, die der Förderung und Innovation eisenbahntechnischer Leistungen dienen. Fahrzeughersteller und Hersteller von Eisenbahninfrastruktur sind insoweit zugangsberechtigt. Das ergibt sich daraus, dass sie zwar keine klassischen Verkehrsdienste erbringen; allerdings weist ihre Tätigkeit die auch sonst hinreichende und nötige Eisenbahnbetriebsbezogenheit auf, da durch ihre Innovation und Forschung die Entwicklung der Eisenbahntechnik vorangetrieben wird und diese so letztlich dem Eisenbahnbetrieb dient.

7.1.2.1.2.2.3 Zugangsverpflichteter

Zugangsverpflichtete sind die Betreiber von Serviceeinrichtungen nach § 1 Abs. 4 ERegG i. V. mit § 2 Abs. 11 AEG, also jeweils derjenige, der für den Betrieb einer Anlage i. S. des § 2 Abs. 9 AEG zuständig ist [174].

7.1.2.1.2.2.4 Zugangsbedingungen

Der Zugang muss nach § 10 Abs. 3 i. V. mit § 11 Abs. 2 ERegG zu nichtdiskriminierenden, angemessenen und transparenten Bedingungen gewährt werden.

Das Merkmal der „Nichtdiskriminierung“ bedeutet in Anlehnung an den allgemeinen Gleichheitssatz nach Art. 3 Abs. 1 GG [38], dass es zu keiner Gleichbehandlung von wesentlich Ungleichem bzw. zu keiner Ungleichbehandlung von wesentlich Gleichem jeweils ohne sachlichen Grund kommen darf [39] [154]. Insoweit stellt § 10 ERegG ein bereichsspezifisches Diskriminierungsverbot dar [214]. Anknüpfungspunkt einer möglichen Diskriminierung ist neben der Zugangsgewährung [40] [215] nach § 10 ERegG auch die Leistungsgewährung nach §§ 11, 14 ERegG [175].

Entscheidend für die Bestimmung einer Diskriminierung ist die Feststellung einer (Un-)Gleichbehandlung auf der Grundlage von Vergleichsgruppen [176]. Bei der Bildung von Vergleichsgruppen kommt es maßgeblich darauf an, diejenigen Zugangsberechtigten einem Vergleich zu unterziehen, die – unter gleichen Bedingungen – um den Erwerb von Infrastrukturkapazitäten konkurrieren und die letztlich die entsprechende Kapazität im Wege des Abschlusses eines Infrastrukturnutzungsvertrages erhalten [41] [268].

Die Art der Ungleichbehandlung ist dabei weit zu verstehen. Erfasst ist jede formale Ungleichbehandlung [216], aber auch eine faktische [42], potenzielle und versteckte [177] Diskriminierung.

Liegt eine solche Ungleich- bzw. Gleichbehandlung vor, so ist diese zu rechtfertigen, da die Gleichbehandlung von wesentlich ungleichen bzw. die unterschiedliche Behandlung von wesentlich gleichen Zugangsberechtigten nur dann erlaubt sind, wenn sie durch sachliche Gründe gerechtfertigt sind [217]. Ein solcher Grund kann sich nur aus den öffentlich-rechtlichen Vorschriften über den Zugang nach dem ERegG ergeben; ein Rückgriff auf zivilrechtliche Maßstäbe ist nicht möglich [43] [180].

Neben der Transparenz und der Nichtdiskriminierung ist die Angemessenheit der Bedingungen als eigenständige Anforderung im Wortlaut der Norm aufgeführt. Es liegt folglich nahe, dass dem Begriff ein eigener Bedeutungsinhalt zukommt [181]. „Angemessen“ erinnert an die Verhältnismäßigkeitsprüfung, genauer an die Prüfung der Verhältnismäßigkeit im engeren Sinn, die sich aus der Verfassung, namentlich dem Rechtsstaatsprinzip (Art. 20 Abs. 3 GG) ergibt [182]. Daher wäre es einleuchtend, wenn die vom potenziellen Zugangsverpflichteten aufgestellten Bedingungen einer Abwägung zwischen der Wichtigkeit des zu erreichenden Zweckes und der Intensität des Eingriffes für den Zugang Begehrenden unterzogen werden müssten (Zweck-Mittel-Relation) [135].

Die *Vorgängervorschrift* des § 10 ERegG war § 14 Abs. 1 S. 1 AEG a. F. Er stellte nicht auf die Angemessenheit und die Transparenz ab; alleine die Nichtdiskriminierung wurde gefordert. Das BVerwG hat zu § 14 Abs. 1 S. 1 AEG a. F. entschieden, dass das Gebot der Diskriminierungsfreiheit nicht umfasse, angemessene Schienennetz-Benutzungsbedingungen aufzustellen. Stattdessen sei eine Angemessenheitsprüfung durchzuführen, die sich allein dergestalt auf die Diskriminierung beziehe, dass die zur Rechtfertigung der Diskriminierung herangezogenen Sachgründe als solche überzeugten [44]. Eine Angemessenheitsprüfung, die über die Rechtfertigung der Ungleichbehandlung durch sachliche Gründe hinausgeht, war nach der alten Rechtslage daher nicht geboten. Maßgeblich ist jedoch, dass der dem § 14 Abs. 1 S. 1 AEG a. F. zu Grunde liegende Art. 5 Richtlinie 2001/14/EG [226] ebenfalls keinen Hinweis auf die Angemessenheit der Zugangsbedingungen enthält. Der nationale Gesetzgeber veränderte den Wortlaut der Norm jedoch, um die Richtlinie 2012/34/EU [223], genauer ihren Art. 10 Abs. 1, umzusetzen, der neben der Transparenz und der Diskriminierungsfreiheit auch die Angemessenheit als Anforderung statuiert. In der *Gesetzesbegründung* zu § 10 ERegG findet sich zwar kein Hinweis auf die neu in den Wortlaut der Norm aufgenommene Angemessenheit der Zugangsbedingungen. Dennoch ist davon auszugehen, dass eine Änderung des Wortlautes der Richtlinie und der Umsetzungsnorm im deutschen Recht eine Abkehr von der Normauslegung zur alten Rechtslage rechtfertigt und sogar gebietet. Der *historischen* Auslegung ist daher zu entnehmen, dass die „Angemessenheit“ der Zugangsbedingungen über die bloße Rechtfertigung der Diskriminierung hinausgehen muss.

Im ERegG wird an mehreren Stellen der Dreiklang „angemessen, nichtdiskriminierend und transparent“ verwendet. So normiert § 32 Abs. 2 S. 1 ERegG für die Ermittlung der Entgelte des Betreibers einer Serviceeinrichtung, dass ein Betreiber einer Serviceeinrichtung nach Anlage 2 Nr. 2 verpflichtet ist, die Entgelte so zu bemessen, dass sie angemessen, nichtdiskriminierend und transparent sind. Weiter heißt es: „Eine Beeinträchtigung der Grundsätze des Satzes 1 liegt insbesondere vor, wenn 1. Entgelte gefordert werden, welche die entstandenen Kosten für das Erbringen der Leistungen in unangemessener Weise überschreiten oder 2. einzelnen Zugangsberechtigten Vorteile gegenüber anderen Zugangsberechtigten eingeräumt werden, soweit hierfür nicht ein sachlich gerechtfertigter Grund vorliegt.“ Die Unterscheidung in den beiden zitierten Nummern macht den Unterschied zwischen der Angemessenheit und der Diskriminierungsfreiheit deutlich: Die Angemessenheit hat nach der *systematischen* Auslegung einen eigenständigen Regelungsgehalt, nämlich die Bewertung der Zweck-Mittel-Relation i. S. einer Verhältnismäßigkeitsprüfung.

Dagegen könnte jedoch eingewendet werden, dass sich die Angemessenheit der Zugangsbedingungen in § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG allein auf die Entgelte für den Zugang bezieht. Wiederum muss die *Systematik* der verschiedenen Regelungsregime des ERegG zur Auslegung herangezogen werden. § 39 Abs. 1 ERegG normiert, dass die Entgelte für den Zugang angemessen, nichtdiskriminierend und transparent sein müssen. § 39 ERegG bildet einen Auffangtatbestand. Schon in den §§ 25 ff. und §§ 31–41 ERegG ist dieser Grundsatz im Detail ausgestaltet. Normiert jedoch § 39 Abs. 1 ERegG einen eigenen Auffangtatbestand für das Regelungsregime der „Entgelte“, kann § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG nicht (nur) die Angemessenheit der Entgelte meinen. Daneben müssen weitere Anknüpfungspunkte für die Angemessenheit bestehen; ansonsten wäre der Regelungsgehalt des § 39 Abs. 1 ERegG entbehrlich, ausschließlich repetitiv und deklaratorisch. Ein solches Vorgehen des Gesetzgebers erscheint jedoch als sehr unwahrscheinlich. Die *systematische* Auslegung anhand des § 39 Abs. 1 ERegG streitet somit ebenfalls für einen eigenständigen Bedeutungsinhalt des Begriffes der „Angemessenheit“ in § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG. Für § 14 Abs. 1 S. 1 AEG a. F. hat das BVerwG, wie erwähnt, entschieden, dass die Angemessenheit der Entgelte nicht vom Wortlaut der Vorgängernorm des § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG umfasst sei [45]. Die beiden Regelungsgegenstände und Regelungsregime „Zugang“ und „Entgelte“ wurden demnach auch schon unter Geltung der alten Rechtslage strikt voneinander getrennt. Dass hiervon durch die Reform des AEG mit der Schaffung des ERegG abgewichen werden sollte, ist nicht erkennbar. Dennoch kann für ein Verständnis der Angemessenheit in § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG i. S. einer Prüfung der Verhältnismäßigkeit im engeren Sinn gewertet werden, dass das ERegG die Angemessenheit von der Diskriminierungsfreiheit im Rahmen der Prüfung der Entgelte für den Zugang unterscheidet. Grundsätzlich kennt das ERegG daher eine Angemessenheitsprüfung im dargestellten Sinn. Die strikte Trennung der Regelungsregime „Entgelte“ und „Zugang“ bedeutet demnach, dass die Prüfung der Angemessenheit der Entgelte nicht Regelungsgehalt des § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG ist. Trotzdem spricht die systematische Auslegung dafür, dass die Bedeutung des Begriffes „angemessen“ im Rahmen der Prüfung der Entgelte mit der in § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG übereinstimmt, sodass das Verhältnis zwischen dem eingesetzten Mittel und dem angestrebten Zweck untersucht werden muss.

Auch die *teleologische* Auslegung könnte für ein dahingehendes Verständnis des Begriffes „angemessen“, d. h. i. S. eines „Ins-Verhältnis-Bringens“ des Zweckes und des Mittels, sprechen. Ziel der Vorschrift wie auch ihrer Vorgängernorm in § 14 AEG a. F. war und ist es, den Zugang zur Eisenbahninfrastruktur in geregelte Bahnen zu leiten, um den Wettbewerb beim Zugang überhaupt erst zu ermöglichen [131]. Der Markt soll demnach von „ungerechten“ Vorteilen, auch auf Grund alter Monopole, befreit werden. Gerade kleinen Anbietern von Verkehrsleistungen soll es ermöglicht werden, sich am Wettbewerb zu beteiligen. Das kann nur geschehen, wenn die Zugangsbedingungen zum Netz auch im gezeigten Umfang angemessen sind.

Im Ergebnis ist daher im Rahmen des § 10 Abs. 1 S. 1 ERegG eine Angemessenheitsprüfung i. S. einer Prüfung des Verhältnisses zwischen dem eingesetzten Mittel, d. h. den Zugangsanforderungen, und dem dadurch angestrebten Zweck durchzuführen.

Ebenso wie das Gebot der Angemessenheit kommt dem Transparenzgebot nach § 10 Abs. 3 und § 11 Abs. 2 ERegG durch die Neufassung eine eigenständige Bedeutung zu, und es ist nicht mehr nur im Zusammenhang mit dem Diskriminierungsverbot zu verstehen [178].

Was unter transparenten Bedingungen zu verstehen ist, lässt der Wortlaut nicht erkennen. Auch die Gesetzesbegründung erlaubt keine Konkretisierung des Begriffes. Systematisch könnte auf das Transparenzgebot nach § 307 Abs. 1 S. 2 BGB zurückgegriffen werden, um den Begriff auszulegen.

Demnach müssen Vertragsklauseln so klar und verständlich abgefasst sein, dass sie für einen Durchschnittskunden verständlich sind [12]. Der Sinn und Zweck des Transparenzgebotes liegt in der Ver-

ständigkeit, Klarheit und Wahrnehmbarkeit der Bedingungen. Demnach müssen notwendige Informationen leicht auffindbar, klar aufbereitet und verständlich formuliert sein, und der Zugang darf nicht durch Nicht- oder Fehlinformationen erschwert oder verhindert werden [267] [23].

7.1.2.1.3 Zugang zu den Schienenwegen

Neben dem Zugang zur Serviceeinrichtung muss zudem ein Zugang zu den Schienenwegen nach § 10 Abs. 1, 2 i. V. mit § 11 Abs. 2 ERegG gewährt werden. Das ergibt sich daraus, dass vom Zugang zu den Messgeräten lediglich der Schienenweg in der Serviceeinrichtung umfasst wird. Die Schienenwege hin zur Serviceeinrichtung werden hingegen über § 10 Abs. 1, 2 ERegG erfasst. Es liegt in diesem Fall zwar möglicherweise eine Überschneidung zwischen Schienenweg und Serviceeinrichtung vor; diese wird aber dahingehend gelöst, dass der Betreiber der Schienenwege für „seinen“ Zugang den Schienenweg zur bloßen Durchfahrt und damit ohne die Benutzung der Serviceeinrichtung freigibt, wohingegen der Zugang zur Serviceeinrichtung den betreffenden Schienenweg zur Benutzung der Serviceeinrichtung umfasst [244] [114]. Demnach muss ein Antrag auf Zugang zu den jeweiligen Schienenwegen sowie ein Antrag auf Zugang zur jeweiligen Serviceeinrichtung gestellt werden.²

Zu klären ist allerdings, ob für Versuchsfahrten überhaupt der Zugang zu den Schienenwegen nach § 10 Abs. 1, 2 ERegG gewährt werden kann. Abs. 1 sieht den Zugang nur für die Erbringung von Schienengüterverkehrsdiensten vor, Abs. 2 nur für Schienenpersonenverkehrsdienste. Versuchsfahrten unterfallen weder den Schienengüter- noch den Schienenpersonenverkehrsdiensten.

Möglicherweise können Versuchsfahrten jedoch im Weg der Auslegung unter Abs. 1 bzw. Abs. 2 gefasst werden. Betrachtet man insoweit den *Wortlaut* der beiden Absätze, so ist bei diesen Verkehrsdiensten der Transport von Gütern oder Personen zwingend notwendig [129] [112].

Eine andere Betrachtung ergibt sich, wenn man sich *Sinn und Zweck* der Norm ansieht. Über den eigentlichen Transport von Personen und Gütern sollen in Bezug auf den konkreten Zugang davon auch Leerfahrten und Servicefahrten erfasst sein [155]. Der Sinn und Zweck der Norm umfasst also auch solche Fahrten, die für den laufenden Betrieb unabdingbar sind und einen reibungslosen Verkehr auf der Bahnstrecke zukünftig sichern.

Geht man von diesem Kriterium aus, so dienen Versuchsfahrten mit für den Transport von Gütern oder Personen geeigneten Fahrzeugen der Sicherung eines zukünftigen derartigen Verkehrs. Im Gegensatz zu Leer- oder Servicefahrten, die einen solchen reibungslosen Verkehr im nahen zeitlichen Rahmen gewährleisten sollen, dienen Versuchsfahrten der Entwicklung und Innovation neuer und besserer Fahrzeuge bzw. Infrastrukturen. Auch das soll in der ferneren Zukunft sicherstellen, dass der entsprechende Personen- und Güterverkehr reibungslos funktioniert.

Vor diesem Hintergrund sind Schienengüterverkehrsdienste und Schienenpersonenverkehrsdienste i. S. des § 10 Abs. 1, 2 ERegG weit zu verstehen und umfassen auch Versuchsfahrten mit für solche Verkehre geeigneten Fahrzeugen.

Die weiteren Voraussetzungen für den Zugang zu den Schienenwegen sind mit dem Zugang zu Serviceeinrichtungen identisch (siehe Kapitel 7.1.2.1.2.2)).

² Art. 7 DVO 2017/2177 sieht insoweit eine Zusammenarbeit zwischen dem Betreiber der Schienenwege und dem Betreiber der Serviceeinrichtung vor.

7.1.2.1.4 Sicherstellung der Kapazitäten für Versuchsfahrten

Nachdem nun geklärt ist, dass für Versuchsfahrten auf öffentlichen Strecken grundsätzlich ein Anspruch auf Zugang nach dem ERegG besteht, ist nun die Frage zu untersuchen, wie Kapazitäten für Versuchsfahrten gerade im Hinblick auf den Zugang zu den Schienenwegen (wo auch im Fall, der hier untersucht wird, eher Konflikte um den Zugang auftreten werden) sichergestellt werden können.

Die Problematik über die Sicherstellung von Kapazitäten ergibt sich maßgeblich daraus, dass Versuchsfahrten im Gegensatz zu regelmäßigen Verkehren nicht ein Jahr im Voraus planbar sind, wie

das aber für die Netzfahrplanerstellung notwendig wäre. Daraus kann sich das Problem ergeben, dass Versuchsfahrten bei der Trassenvergabe nicht oder nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Im Folgenden sollen nun Lösungen vorgestellt werden, die das Gesetz bereits jetzt vorsieht (Kapitel 7.1.2.1.4.1). Im Anschluss daran werden Lösungsmöglichkeiten *de lege ferenda* dargestellt (Kapitel 7.1.2.1.4.2).

7.1.2.1.4.1 Lösung nach aktueller Gesetzeslage

De lege lata sieht das ERegG vereinzelt Lösungsmöglichkeiten vor, wie etwa den besonderen Schienenweg nach § 57 ERegG (Kapitel 7.1.2.1.4.1.1), den Gelegenheitsverkehr nach § 56 ERegG (Kapitel 7.1.2.1.4.1.2), die Rahmenverträge nach § 49 ERegG (Kapitel 7.1.2.1.4.1.3). Weiterhin ist auch an eine mögliche Koordinierungsstelle zu denken, die den Zugang zu den Schienenwegen und zu den Messgeräten als Serviceeinrichtungen koordiniert (Kapitel 7.1.2.1.4.1.4).

7.1.2.1.4.1.1 Einstufung der Teststrecke als Besonderer Schienenweg

Um eine Sicherstellung von Kapazitäten für Versuchsfahrten zu gewährleisten, könnte darüber nachgedacht werden, den betreffenden Schienenweg i. S. einer Teststrecke als „besonderen Schienenweg“ nach § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG auszuweisen. Rechtsfolge dieser Vorschrift ist nach S. 2, dass der dabei bestimmten Art des Verkehrsdienstes bei der Zuweisung von Kapazitäten der Vorrang eingeräumt wird, womit eine Sicherstellung von Kapazitäten erreicht werden würde.

Für die Klassifizierung als „besonderer Schienenweg“ müssten Versuchsfahrten die Voraussetzungen des § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG erfüllen. Das setzt voraus, dass eine Versuchsfahrt als „eine bestimmte Art von Verkehrsdiensten“ zu verstehen ist.

Nach § 1 Abs. 4 ERegG i. V. mit § 2 Abs. 2 S. 1 AEG sind Verkehrsdienste der Schienenpersonenfern- und -nahverkehr sowie der Güterverkehr. Demnach kann ein Schienenweg nach § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG nur als „besonderer Schienenweg“ im Hinblick auf eine oder mehrere dieser drei Nutzungsvarianten ausgewiesen werden [186].

Anknüpfungspunkt der Verkehrsdienste ist dabei gerade die Beförderung von Personen oder Gütern [113]. Mit Versuchsfahrten werden indes aber (zumindest vorrangig) gerade keine Güter oder Personen befördert, sodass sie nicht als Verkehrsdienste i. S. des § 2 Abs. 2 S. 1 AEG anzusehen sind.

Zwar wurde im Rahmen des Zugangsanspruches zu Serviceeinrichtungen unter Kapitel 7.1.2.1.4.1.4 sowie bei dem Zugang zu den Schienenwegen unter Kapitel 7.1.2.1.3 dargelegt, dass auch Testfahrten entgegen dem Wortlaut unter „Arten von Schienengüterverkehrsdiensten“ bzw. unter „Schienenpersonenverkehrsdienste“ i. S. des § 10 Abs. 1, 2 ERegG zu fassen sind. Ausschlaggebend für diese Auslegung des

§ 10 ERegG war der Sinn und Zweck der Vorschrift, wonach alldenjenigen Zugang zu gewähren ist, der Schienenwege oder Serviceeinrichtungen nutzen möchte. Auf Grund der begrenzten Kapazitäten soll das nicht jeder, sondern nur derjenige sein, der ein berechtigtes Interesse an dem Zugang zu den Schienenwegen und zu den Serviceeinrichtungen geltend machen kann, was nicht nur der Fall ist, wenn ein Interesse am Transport von Gütern und Personen besteht, sondern auch dann, wenn über die Verkehrsdienste hinaus ein Interesse an einer spezifischen Nutzung der Eisenbahninfrastruktur vorliegt. Gerade vor dem unionsrechtlichen Hintergrund des freien Netzzuganges ist das Zugangsrecht des § 10 Abs. 1, 2 ERegG somit weit auszulegen. Bei § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG handelt es sich dagegen um eine Ausnahmvorschrift, die den freien Netzzugang gerade einschränkt und daher schon aus diesem Grund grundsätzlich eng auszulegen ist. Eine Ausweitung der „Verkehrsdienste“ i. S. des § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG über den Wortlaut hinaus auf Versuchsfahrten lässt sich demzufolge gerade nicht mit dem Anspruch auf freien Netzzugang rechtfertigen – im Gegenteil, sie würde ihn gerade für andere Zugangsberechtigte einschränken oder gerade ausschließen. Aus diesem Grund scheidet eine erweiternde Anwendung des § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG über seinen Wortlaut hinaus – insbesondere auf Versuchsfahrten – aus [208] [111].

Für Versuchsfahrten scheidet die Ausweisung als „besonderer Schienenweg“ nach § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG deshalb unter der geltenden Rechtslage aus.

7.1.2.1.4.1.2 Anträge außerhalb des Netzfahrplanes

Möglicherweise kommt allerdings eine Zuweisung von Trassen für Versuchsfahrten nach § 56 ERegG in Betracht. Diese Regelung sieht vor, dass über Anträge außerhalb des Netzfahrplanes kurzfristige Trassenzuweisungen möglich sind (sogenannter Gelegenheitsverkehr oder „Ad-hoc-Anträge“).

Die jährliche Netzfahrplanerstellung für die Schienenwege sieht nach §§ 50 ff. ERegG ein relativ zeitaufwändiges und umfangreiches Verfahren vor, das mit (relativ) „spontanen“ Versuchsfahrten in einem Spannungsverhältnis steht. Im Regelfall sind Versuchsfahrten nicht immer ein Jahr im Voraus planbar, da Forschung und Entwicklung selbst nur in einem begrenzten Maße planbar sind, sodass sich Versuchsfahrten in der Regel eher spontan ergeben. Damit scheint eine Anwendung von § 56 ERegG hier nahezu liegen.

Als problematisch erweist sich die Anwendung von § 56 ERegG bei Versuchsfahrten indes dadurch, dass erfolgreiche Anträge auf eine Trassenzuweisung außerhalb des Netzplanes davon abhängig sind, dass überhaupt noch Trassenkapazität frei ist. Denn ist auf der betreffenden Trasse durch den Netzfahrplan keine Kapazität mehr verfügbar, so kann ein Antrag nach § 56 Abs. 1 ERegG nicht erfolgreich sein.

Zwar sieht § 56 Abs. 3 S. 1 ERegG vor, dass der Betreiber von Schienenwegen Kapazitätsreserven für den Gelegenheitsverkehr unter bestimmten Voraussetzungen vorzuhalten hat, die aber nur erfüllt sind, wenn der Betreiber von Schienenwegen im Rahmen einer Erforderlichkeitsprüfung zu dem Ergebnis kommt, dass das Bedürfnis nach Kapazitätsreserven für Anträge nach § 56 Abs. 1 S. 1 ERegG besteht. Für die Erforderlichkeit von Kapazitätsreserven maßgeblich sind nach § 56 Abs. 3 S. 3 ERegG die Anträge nach § 56 Abs. 1 S. 1 ERegG, die in den vorhergehenden beiden Netzfahrplanperioden gestellt wurden, damit den tatsächlichen Bedürfnissen der Zugangsberechtigten Rechnung getragen wird.

Diese Lösung bietet sich für Versuchsfahrten auf dem Testfeld allerdings nur bedingt an. Zum einen ist dabei die Anfangsphase des Testfeldes problematisch. Beurteilungszeitraum für die Vorhaltung von Kapazitätsreserven sind eben die zwei letzten Netzfahrplanperioden, sodass der Umfang von möglichen Kapazitätsreserven, die im Zusammenhang mit dem Testfeld notwendig werden, erst zwei Jahre nach der Inbetriebnahme des Testfeldes bekannt ist und berücksichtigt wird. In diesen ersten beiden Netzfahrplanperioden kann es daher zu Engpässen bei möglichen Versuchsfahrten kommen. Zum anderen erscheint die Lösung über „Ad-hoc-Anträge“ als keine dauerhaft tragfähige Lösung für Versuchsfahrten,

da die Anzahl solcher Fahrten von Jahr zu Jahr unterschiedlich variieren kann und es daher zu überschüssigen Kapazitätsreserven oder aber zu Engpässen bei den Kapazitätsreserven kommen kann.

7.1.2.1.4.1.3 Rahmenvertrag

Eine Sicherstellung von Kapazitäten auf den Schienenwegen könnte über einen Rahmenvertrag nach § 49 ERegG erreicht werden. Diese Vorschrift gewährt dem Zugangsberechtigten die Sicherheit, dass ihm die erforderliche Schienenwegekapazität über einen längeren Zeitraum zur Verfügung steht.

Allerdings wird dem Zugangsberechtigten über einen solchen Rahmenvertrag keine konkrete Trasse zugewiesen (vgl. § 49 Abs. 1 S. 3 ERegG), sondern ihm wird lediglich eine rahmenrechtliche Bandbreite zur Verfügung gestellt.

Bei der Vergabe der Kapazitäten erlangt der Rahmenvertrag allerdings erst bei dem sogenannten Streitbeilegungsverfahren nach § 52 Abs. 7 ERegG Relevanz, da die rahmenvertraglich vereinbarte Bandbreite erst bei Kapazitätskonflikten zu berücksichtigen ist [78].

Durch den Rahmenvertrag darf zudem der Zugang anderer Zugangsberechtigter nicht völlig ausgeschlossen werden (vgl. § 49 Abs. 2 ERegG). Nach alter Rechtslage (vgl. § 13 Abs. 2 Eisenbahninfrastruktur-Benutzungsverordnung [260]) war eine Kapazitätsvergabe bis zu 75 %, die durch den Rahmenvertrag gebunden wurde, maßgeblich [79]. Mit dem Erlass des ERegG entfiel die Belastungshöchstgrenze von 75 %. Diese bestimmt sich nunmehr nach Art. 8 EU-DVO 2016/545 [89].

Der Rahmenvertrag stellt im Hinblick auf die Sicherstellung von Kapazitäten für Versuchsfahrten jedoch keine Lösung dar, da die großen Betreiber der Schienenwege gegenwärtig vom Abschluss von Rahmenverträgen absehen [80]. Eine Verpflichtung zum Abschluss eines Rahmenvertrags besteht für den Betreiber von Schienenwegen („kann“) nicht [81].

7.1.2.1.4.1.4 Dritte als Koordinierungsstelle für Schienen und Testeinrichtungen

Eine weitere Lösung wäre die Einrichtung einer Koordinierungsstelle (sogenannter „One-Stop-Shop“) zwischen dem Zugang zu den Schienenwegen und dem Zugang zu den Messgeräten. Für den Fall, dass eine solche Stelle eine sinnvolle Lösung darstellen würde, stellt sich die Frage, ob Dritte oder sogar das DZSF selbst eine solche Stelle bilden könnten.

7.1.2.1.4.1.4.1 Dritte als Koordinierungsstelle

Eine Möglichkeit könnte darin zu sehen sein, dass Dritte als Koordinierungsstelle auftreten und den Zugang zu den Schienenwegen sowie den Zugang zu den Messgeräten für sich und andere koordinieren.

Der Koordinierungsstelle kommt in einer solchen Konstellation die Aufgabe zu, Kapazitäten für Versuchsfahrten beim Betreiber der Schienenwege zu beantragen. Diese Anträge werden durch den Betreiber der Schienenwege nach den geltenden Vorgaben bei der Kapazitätszuweisung berücksichtigt. Im laufenden Netzfahrplan können Dritte oder die Koordinierungsstelle selbst dann den jeweiligen Zugang zu den Schienenwegen und Messgeräten für Versuchsfahrten vermitteln.

Allerdings können sich im Rahmen des Modells einer Koordinierungsstelle mehrere rechtliche Probleme ergeben. So kann sich zunächst die nicht ausreichende Berücksichtigung von Versuchsfahrten bei der Vergabe von Kapazitäten als hinderlich erweisen. Das ist natürlich insoweit nicht der Fall, wie ausrei-

chend Streckenkapazität besteht. Es gilt: Entweder wird die Kapazität zugeteilt, oder es kommt bei Trassenkonflikten zum Koordinierungsverfahren nach § 52 Abs. 3-6 ERegG. Zeitlich nicht eng gebundene Versuchsfahrten finden in einem solchen Fall mutmaßlich immer freie Kapazitäten.

Anders ist das allerdings, wenn beispielsweise auf Grund eines umfassenden Antrages auf Zuweisung von Schienenwegkapazität das Koordinierungsverfahren scheitert und keine einvernehmliche Lösung möglich ist. Im sich sodann anschließenden Streitbeilegungsverfahren nach § 52 Abs. 7 ERegG wird der Konflikt durch den Betreiber der Schienenwege nach der in § 52 Abs. 7 Nr. 1-3 ERegG normierten „Rangfolge“ gelöst. Bei dieser Reihenfolge findet die dort nicht genannte Versuchsfahrt keine Berücksichtigung, wird demnach zuallerletzt berücksichtigt, was bei sehr vielen Anträgen in der Regel zu ihrer Nichtberücksichtigung bei der Trassenvergabe führt. Dem Betreiber der Schienenwege ist es nach § 52 Abs. 7 S. 3 ERegG zwar grundsätzlich möglich, unter besonderen Umständen von der genannten Rangfolge abzuweichen; allerdings kann er die Reihenfolge nicht für immer modifizieren, da das dem Sinn eines einheitlichen Rahmens für die Konfliktbeilegung widerspräche [82]. Eine regelmäßige Berücksichtigung der Versuchsfahrten bei vielen Konflikten ist daher jedenfalls kaum möglich. Auch der Rahmenvertrag nach § 49 ERegG, der in diesem Stadium vorrangig zu berücksichtigen wäre, führt aus den genannten Gründen zu keiner Lösung (siehe Kapitel 7.1.2.1.4.1.3).

Ferner könnte die Koordinierungsstelle gegen das Verbot des Kapazitätshandels in § 42 Abs. 1, Abs. 2 ERegG verstoßen. Mit Abs. 1 der Norm soll verhindert werden, dass ein Zugangsberechtigter seine ihm zugewiesene Schienenwegkapazität an Dritte weiterveräußert. Der Gesetzgeber will damit verhindern, dass eine „Vorratshaltung“ bei Kapazitäten ohne verkehrliches Interesse stattfindet [83]. Flankiert wird die Vorschrift durch das umfassende Verbot des Kapazitätshandels nach Abs. 2.

Eine Ausnahme sieht § 42 Abs. 3 ERegG für den Fall vor, dass ein Zugangsberechtigter, der kein EVU ist, sich eines EVU bedient, um seine Kapazität nutzen zu können [245] [85]. In diesem Fall ist eine Übertragung gestattet. Für die Koordinierungsstelle bedeutet das, dass eine Übertragung von Kapazitäten für sie möglich ist, solange sie kein EVU ist.

Die Koordinierungsstelle kann sich im Fall von nicht benötigten Trassen allerdings der Notwendigkeit einer Kündigung und damit einhergehend einer Schadensersatzpflicht ausgesetzt sehen. Dem Betreiber steht nach § 60 Abs. 2 ERegG das Recht der Kündigung zu, wenn der Zugangsberechtigte von seinen Kapazitäten keinen Gebrauch macht und die nicht benötigten Trassen „verfallen“ lässt. Darüber hinaus sieht § 60 Abs. 2 S. 4 ERegG in dem Fall eine Schadensersatzpflicht des Zugangsberechtigten vor. Allerdings dürfte sich dieser Anspruch des Betreibers auf Grund einer fehlenden Pflichtverletzung der Koordinierungsstelle kaum realisieren lassen [133].

Die Koordinierungsstelle kann sich allerdings einem sogenannten Nichtnutzungsentgelt nach § 40 Abs. 1 S. 1 ERegG für den Fall ausgesetzt sehen, dass sie die ihr zugewiesene Schienenwegkapazität nicht nutzt. Die Höhe dieses Nichtnutzungsentgeltes setzt sich nach der Auffassung der BNetzA aus Vertrauens- [24] [202] und Erfüllungsschäden [25] zusammen [203], wobei administrative Kosten nicht erfasst werden [26]. Einen Anhaltspunkt für die zu erwartende Höhe der Nichtnutzungsentgelte bieten dabei die Schienennetz-Benutzungsbedingungen (SNB) der DB Netz AG [67].

7.1.2.1.4.1.4.2 DZSF als Koordinierungsstelle

Rechtliche Bedenken, dass das DZSF die Rolle als Koordinierungsstelle einnimmt, bestehen zunächst nicht. Allerdings ist zu klären, ob das DZSF neben seiner Rolle als Koordinierungsstelle auch als EVU oder EIU auftreten kann.

Das DZSF ist ein eigenständiges Bundesinstitut, das beim EBA angesiedelt, unter diesem „Dach“ organisiert und somit Teil der bundesunmittelbaren Staatsverwaltung ist.

Um als EVU bzw. EIU agieren zu können, muss das DZSF die Anforderungen es Art. 87e Abs. 3 S. 1 GG erfüllen. Demnach sind Eisenbahnen des Bundes in privatrechtlicher Form zu führen. Das schließt in der jetzigen Ausgestaltung des DZSF sein Auftreten als EVU bzw. EIU aus, da durch die Eingliederung in die bundesmittelbare Staatsverwaltung den Vorgaben des Art. 87e Abs. 3 S. 1 GG nicht entsprochen wird. Der Begriff „Eisenbahn des Bundes“ wird formal und gerade nicht funktional i. S. der Verkehrsbedeutung verstanden, knüpft also an die Eigentümerstellung an [185].

Für den Fall, dass das DZSF verfassungskonform als EVU bzw. EIU umgestaltet werden soll, bleiben daher nur zwei Optionen übrig: die Privatisierung des DZSF oder die Gründung eines eigenständigen EVU/EIU in Privatrechtsform.

Eine Privatisierung gelingt dann, wenn das DZSF aus dem EBA „herausgelöst“ und in eine privatrechtliche Form übergeführt wird. Darüber hinaus ist diese neue Form des DZSF nach den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit zu führen. Probleme ergeben sich bei dieser Variante vor allem mit der Rolle als Koordinierungsstelle, da das Verbot des Kapazitätshandels in diesem Fall greifen würde und eine Vermittlung von Schienenwegkapazität in Form von Trassen und Messgeräten an andere EVU mit geltendem Recht (vgl. § 42 Abs. 3 ERegG) nicht mehr vereinbar ist [84].

Eine eigenständige Gründung eines EVU/EIU, das sich auf Versuchsfahrten spezialisiert und im Eigentum des Bundes steht, ist unproblematisch unter Wahrung der Vorgaben des Art. 87e Abs. 3 S. 1 GG möglich. Ein solches EVU/EIU, das durch öffentliche Mittel finanziert wird (für den Fall, dass eine wirtschaftliche Führung verneint wird), könnte aber mit dem europäischen Beihilfenrecht nach Art. 107 Abs. 1 AEUV nicht im Einklang stehen. Allerdings dient das EVU/EIU nur der Forschung und Innovation im Schienenverkehr und dürfte demnach durch Art. 25 ff. der VO (EU) Nr. 651/2014 (Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung) von Art. 107 Abs. 1 AEUV ausgenommen sein.

Unbenommen bleibt dem DZSF aber, eigenständige Versuchsfahrten mit einem eigenen „Fuhrpark“ durchzuführen, da es zugangsberechtigt ist. Das DZSF ist daher nicht auf Versuchsfahrten Dritter angewiesen, sondern kann diese grundsätzlich eigenständig durchführen. Allerdings sind für eigenständige Versuchsfahrten dann aber die Beauftragung eines externen EVU als „Betriebsführer“ und eventuell auch als „Einsteller“ der Fahrzeuge notwendig, da nur dieses Zugbetrieb durchführen kann. Oder das DZSF tritt als Fahrzeug- bzw. Wagenhalter auf. Dann gelten insoweit die Vorgaben des § 31 bzw. § 32 AEG und das DZSF wird bezüglich der Teilnahme am Eisenbahnbetrieb (bei dem bloßen Halten von Wagen nur eingeschränkt) als nichtöffentliches EVU behandelt.

7.1.2.1.4.1.5 Zwischenergebnis

Zur Sicherstellung der Kapazitäten für Versuchsfahrten nach aktueller Rechtslage scheidet eine Ausweisung als „besonderer Schienenweg“ nach § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG aus. Eine Beantragung von Trassen für Versuchsfahrten über „Ad-hoc-Anträge“ nach § 56 ERegG ist zwar möglich; dabei kann jedoch nicht sichergestellt werden, dass ausreichend Trassen für die geplanten Versuchsfahrten zur Verfügung stehen. Ein solches Vorgehen bietet sich vor allem auf nicht ausgelasteten Trassen mit ausreichenden Kapazitätsreserven an. Der Abschluss eines Rahmenvertrages nach § 49 ERegG ist für den Betreiber der Schienenwege nicht verpflichtend und wird gegenwärtig nicht praktiziert, weshalb dieses Instrument bereits aus diesem Grund ausscheidet. Hinsichtlich der Umsetzung der Trassenbestellung kommt – als guter Ansatz, der jedoch einigen rechtlichen Vorgaben unterliegt – die Einrichtung einer Koordinierungsstelle zwischen dem Zugang zu den Schienenwegen und dem Zugang zu den Messgeräten in Betracht.

7.1.2.1.4.2 Lösung durch eine Änderung der Gesetzeslage

Angesichts der soeben dargestellten rechtlichen Hürden zur Sicherstellung der Kapazitäten für Versuchsfahrten nach aktueller Rechtslage werden im Folgenden Möglichkeiten zur Sicherstellung der Kapazität durch eine Änderung der Gesetzeslage untersucht. *De lege ferenda* könnte an eine Anpassung von § 57 ERegG (Kapitel 7.1.2.1.4.2.1) gedacht werden. Darüber hinaus wäre die Möglichkeit einer „Betriebseinstellung“ für Versuchsfahrten (Kapitel 7.1.2.1.4.2.2) zu erwägen. Eine weitere Möglichkeit bietet eine gesetzliche Berücksichtigungspflicht von Versuchsfahrten bei der Kapazitätsvergabe (Kapitel 7.1.2.1.4.2.3).

7.1.2.1.4.2.1 Änderungen im Fall von Besonderen Schienenwegen

Im Rahmen der „besonderen Schienenwege“ nach § 57 ERegG ist an eine Erweiterung der Verkehrsdienste laut § 2 Abs. 2 S. 1 AEG zu denken. Der dort aufgeführte Kanon (Schienenpersonenfern- und -nahverkehr sowie Schienengüterverkehr) könnte um Versuchsfahrten erweitert werden. In diesem Fall könnte ein Schienenweg bei Vorliegen der weiteren Voraussetzungen des § 57 Abs. 2 S. 1 ERegG auf die Nutzung für Versuchsfahrten beschränkt werden. Unionsrechtlichen Vorgaben stehen einer solchen Erweiterung nicht entgegen, da die Art. 49 Abs. 2 Richtlinie 2012/34/EU keine Beschränkung auf Personen- und Güterverkehr vorsieht (vgl. auch § 3 Abs. 1 lit. e des tschechischen Eisenbahnrechts³).

Indes löst die Erweiterung im Rahmen des „besonderen Schienenwegs“ nicht das Problem, dass Versuchsfahrten nicht bzw. in sehr wenigen Fällen längerfristig im Voraus geplant werden können. Eine Berücksichtigung bei der Netzfahrplanerstellung erscheint über eine solche Änderung kaum möglich. Im Übrigen ist es natürlich kaum vorstellbar, dass eine Strecke des „Regelbetriebsnetzes“ auf diese Weise für andere Verkehre faktisch gesperrt wird. Diesen Weg wird der Betreiber des jeweiligen Schienenweges, von dem die Initiative ausgehen muss (vgl. § 57 Abs. 2 ERegG) kaum gehen.

7.1.2.1.4.2.2 Zeitlich befristeter Testbetrieb auf der Strecke

Für Versuchsfahrten könnte ein neuer „Streckenmodus“, der sozusagen zwischen Betrieb und Stilllegung liegt, geschaffen werden.⁴ Der Modus zeichnet sich dadurch aus, dass der reguläre Betrieb der Strecke für den öffentlichen Schienenverkehr eingestellt wird und auf der Strecke nur Versuchsfahrten vorgenommen werden können, die Strecke aber nicht endgültig stillgelegt wird. Insoweit wäre angesichts der relativen Nähe zu betrieblichen Sperrfahrten (die Strecke ist nach § 39 Abs. EBO dann für reguläre Zugfahrten gesperrt; diese können dort unter besonderen Bedingungen stattfinden) [228] bei einer Änderung der Rechtslage auch die Normierung einer Sonderform der Sperrfahrt denkbar. Allerdings betrifft eine solche Regelung nur betriebliche Aspekte und kann die dargestellten netzzugangsrechtlichen Fragen daher nicht lösen.

Diese „Betriebseinstellung“ müsste durch die Regulierungsbehörde⁵ auf Antrag eines „Testbetriebsberechtigten“ erfolgen.⁶ Diese sind EVU bzw. EIU wie auch andere Unternehmen und Einrichtungen, die

³ Nähere Details zur dortigen Rechtslage auch in Bezug auf den dortigen Versuchsring in Velim konnten bislang trotz intensiver Bemühungen mangels Reaktion der tschechischen Seite leider nicht ermittelt werden.

⁴ Vergleichbare Überlegungen werden gegenwärtig in der Bundesrepublik Österreich im Zusammenhang mit dem Open Rail Lab angestellt.

⁵ Die Aufsichtsbehörde kommt nicht in Betracht, da sie nach § 4 Abs. 1 S. 1 BEVVG nicht mit dem Regulierungsrecht betraut ist.

⁶ So momentan jedenfalls das Modell in Österreich. Der Normvorschlag orientiert sich daran sowie am Modell des bestehenden Stilllegungsverfahrens nach § 11 AEG.

ein berechtigtes Interesse an Versuchsfahrten auf der Infrastruktur darlegen. Die Betriebseinstellung soll nur zeitlich befristet möglich sein und nur solche Strecken betreffen, die für das Verkehrsaufkommen wenig bis gar nicht relevant sind (hier käme ein vorheriges erfolgloses Angebot an Dritte zum unveränderten Weiterbetrieb der Infrastruktur durch sie als Voraussetzung in Frage), um so den öffentlichen Schienenverkehr nicht zu sehr einzuschränken. Maßgeblich hierfür kann die Kapazitätsauslastung der vorherigen Jahre sein. Auch kann dabei zwischen Fern- und Nahverkehrsstrecken differenziert werden.

Wird die „Betriebseinstellung“ ausgesprochen, muss dem Betreiber der Schienenwege, sofern er nicht selbst den Antrag gestellt hat, dagegen Rechtsschutz gewährt werden. Rechtliche Konsequenz der „Betriebseinstellung“ ist die Einschränkung des Zugangsrechts. Eine Einschränkung ist nach Art. 11 Abs. 1 S. 1 Richtlinie 2012/34/EU grundsätzlich möglich, aber bis dato nicht genutzt worden [179]. Ob eine solche Beschränkung – gerade bei „wettbewerblich relevanter“ Infrastruktur – vollumfänglich und längerfristig zulässig ist, muss mit Blick auf Art. 11 Abs. 1 S. 2 Richtlinie 2012/34/EU allerdings ohnehin als kritisch angesehen werden.

7.1.2.1.4.2.3 Testbetrieb als gesetzliche Pflicht bei der Berücksichtigung von Kapazitäten

De lege ferenda kommt überdies ein Regelungsmechanismus in Betracht, der Versuchsfahrten bei der Kapazitätsvergabe berücksichtigt werden lässt und einer Koordinierungsstelle eine praktikable Koordination von Trassenkapazitäten und Messgeräten ermöglicht. Zwar kann eine Koordinierungsstelle schon unter dem geltenden Recht Trassenkapazitäten reservieren und weitergeben (ohne damit zu handeln). Es ist dabei aber eben nicht sichergestellt, dass ausreichende Kapazitäten verfügbar sind, da Testfahrten nach aktueller Rechtslage keinerlei Vorrang eingeräumt wird und Rahmenverträge aktuell nicht abgeschlossen werden. Außerdem könnte die Koordinierungsstelle zwar ausreichend Trassen anmelden; falls diese dann jedoch nicht genutzt werden, fallen wiederum Nichtnutzungsentgelte an. Dafür könnte eine Neuregelung Abhilfe schaffen.

Hierzu muss eine Strecke als „Teststrecke“ ausgewiesen werden und ein Regelungsmechanismus für die Koordinierungsstelle geschaffen werden. Ferner ist an Dritte zu denken, die Versuchsfahrten ohne eine Koordinierungsstelle vornehmen wollen.

Die Berücksichtigung von Versuchsfahrten bei der Kapazitätsvergabe soll nicht auf jeder Strecke möglich sein, sondern nur auf solchen Strecken, die als „Teststrecke“ eingestuft werden. Die Regulierungsbehörde⁷ qualifiziert dazu eine Strecke durch Verwaltungsakt in Form einer Allgemeinverfügung nach § 35 S. 2 Verwaltungsverfahrensgesetz [269] als „Teststrecke“. Sie legt hierbei die Gründe dar, die zu dieser Einstufung führen (etwa die Geeignetheit der Strecke für Versuchsfahrten, das Vorhandensein von Messgeräten, etc.). Der Betreiber der Schienenwege sollte allerdings die Einstufung gerichtlich voll überprüfen und die Aufhebung verlangen können, wenn die Gründe für die Einstufung nicht mehr vorliegen (etwa kein Bedarf mehr für Versuchsfahrten besteht, betriebliche Gründe oder ein sehr hohes Verkehrsaufkommen entgegenstehen oder die Eignung der Strecke zweifelhaft ist).

Die Koordinierungsstelle beantragt beim Betreiber der Schienenwege auf dem als „Teststrecke“ qualifizierten Schienenweg Kapazitäten für Versuchsfahrten. Dabei ist sicherzustellen, dass die Versuchsfahrten den regulären Betrieb des Schienenverkehrs nicht ausschließen. Diese beantragten Kapazitäten werden bei der Netzfahrplanerstellung vorrangig berücksichtigt. Die Koordinierungsstelle vermittelt dann an Dritte oder an sich selbst die Kapazitäten für den Schienenweg und die Messgeräte zu angemessenen, transparenten und diskriminierungsfreien Bedingungen. Aufgabe der Koordinierungsstelle ist es,

⁷ Die Aufsichtsbehörde kommt wegen § 4 Abs. 1 S. 1 BEVVG nicht in Betracht.

die durch sie reservierten Kapazitäten zu koordinieren, damit eine Nichtnutzung der reservierten Kapazitäten vermieden wird. Der Koordinierungsstelle ist es möglich, bis zum Ablauf einer zu bestimmenden Frist die reservierte Kapazität zu stornieren und für den allgemeinen Schienenverkehr wieder freizugeben. Ein Trassenentgelt nach § 40 Abs. 1 S. 1 wird in diesem Fall nicht erhoben.

Auch andere als die Koordinierungsstelle können beim Betreiber der Schienenwege Kapazitäten für Versuchsfahrten beantragen. Diese Anträge werden ebenfalls bei der Netzfahrplanerstellung berücksichtigt und ermöglichen es Dritten, eigene Versuchsfahrten durchzuführen. Hierbei sollen auch eigene Messgeräte (nur mobile Einrichtungen) genutzt werden können. Ferner sollen Dritte neben den eigenen Messgeräten auch die Messgeräte der Koordinierungsstelle nutzen können. Hierfür ist eine Antragstellung bei der Koordinierungsstelle notwendig. Dritte sollen bei der Durchführung von Versuchsfahrten (ohne die Nutzung der Messgeräte der Koordinierungsstelle) die Koordinierungsstelle informieren, damit diese die Versuchsfahrten umfassend planen kann. Jeder Dritte ist für die von ihm reservierten Kapazitäten verantwortlich. Eine Stornierungsfrist sowie das Entfallen von Trassenentgelten nach § 40 Abs. 1 S. 1 ERegG soll dem Dritten dabei aber eine hinreichende Flexibilität für Versuchsfahrten geben.

7.1.2.1.4.3 Zwischenergebnis

Die Messgeräte und Einrichtungen des Testfelds sind als Serviceeinrichtungen zu qualifizieren, weswegen für Versuchsfahrten auf öffentlichen Strecken grundsätzlich ein Anspruch auf Zugang nach dem ERegG besteht. Die aktuelle Gesetzeslage bietet dabei auf Dauer jedoch keine ausreichenden Möglichkeiten zur Sicherstellung der Kapazitäten für Versuchsfahrten. Vor diesem Hintergrund wird der Gesetzgeber für bessere und rechtssichere Lösungen das Gesetz erweitern müssen. Als Vorschläge bieten sich etwa die sog. Betriebseinstellung oder ein gesetzlicher Mechanismus an, der Versuchsfahrten bei der Kapazitätsvergabe hinreichend berücksichtigt.

7.1.2.2 Rechte an Versuchsdaten

Führt das DZSF bzw. die Koordinierungsstelle die Versuche selbst durch, so ist sie Inhaberin bzw. (untechnisch) „Eigentümerin“ der Daten. Bei Versuchen von Dritten hängt die „Eigentumslage“ von den jeweiligen Nutzungsbedingungen für Serviceeinrichtungen ab.

Sowohl die DSGVO als auch das BDSG setzen für ihre Anwendung die Verarbeitung personenbezogener Daten voraus. Art. 4 Nr. 1 DSGVO definiert personenbezogene Daten als „alle Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person (im Folgenden ‚betroffene Person‘) beziehen; als identifizierbar wird eine natürliche Person angesehen, die direkt oder indirekt, insbesondere mittels Zuordnung zu einer Kennung wie einem Namen, zu einer Kennnummer, zu Standortdaten, zu einer Online-Kennung oder zu einem oder mehreren besonderen Merkmalen, die Ausdruck der physischen, physiologischen, genetischen, psychischen, wirtschaftlichen, kulturellen oder sozialen Identität dieser natürlichen Person sind, identifiziert werden kann“. Die Anwendbarkeit von DSGVO und BDSG ist also nur dann gegeben, soweit die im Rahmen des Testfeldes ermittelten Daten die Zuordnung zu einer bestimmten Person – sei es auch nur mittelbar mithilfe der angegebenen Referenzdaten – ermöglichen [102]. Im Regelfall wird es sich bei der im Rahmen des Testfeldes generierten Daten aber um solche Informationen handeln, die sich nicht auf identifizierte oder identifizierbare natürliche Personen beziehen, sodass DSGVO und BDSG in dieser Konstellation keine Anwendung finden [148].

Möglicherweise besteht jedoch ein Anspruch auf Zugang zu den durch das Testfeld erworbenen Informationen nach § 14 Abs. 2 ERegG. Demnach kann ein Zugangsberechtigter den Betreiber der Schienenwege oder den Betreiber einer Serviceeinrichtung um Nebenleistungen ersuchen. Diese Nebenleistun-

gen umfassen nach Anlage 2 Nr. 4 lit. b ERegG insbesondere die „Bereitstellung zusätzlicher Informationen“. Eine solche Nebenleistung scheidet jedoch von vornherein aus, wenn die Versuche durch Dritte durchgeführt werden und der Koordinierungsstelle nur eine Vermittlerposition zukommt. Führt die Koordinierungsstelle indes selbst die Versuche durch, kann der Zugang zu den dabei gewonnenen Daten eine Nebenleistung nach Anlage 2 Nr. 4 lit. b ERegG sein. Der Anspruch auf Zugang zu diesen Versuchsdaten bemisst sich dann nach § 14 Abs. 2 ERegG. Nach § 16 ERegG geht jedoch eine DVO dem Zugang zu Nebenleistungen nach § 14 Abs. 2 ERegG vor. Allerdings sieht die DVO (EU) 2017/2177 keine Ausnahme im Hinblick auf den Zugang zu Nebenleistungen vor. Ferner ergibt sich auch keine Ausnahme aus § 2 Abs. 5 ERegG.

Zugangsberechtigte nach § 14 Abs. 2 ERegG sind wiederum die Zugangsberechtigten nach § 1 Abs. 12 ERegG (vgl. Kapitel 7.1.2.1.2.2.2). Dem Grunde nach ist der Betreiber einer Serviceeinrichtung nach § 14 Abs. 2 S. 2 ERegG nicht verpflichtet, Nebenleistungen anzubieten. Eine Nebenleistung kann der Betreiber einer Serviceeinrichtung allerdings überhaupt nur dann anbieten, wenn ein Zugangsberechtigter den Betreiber einer Serviceeinrichtung um eine solche Nebenleistung gebeten hat. Demnach kann der Betreiber der Serviceeinrichtung eine Nebenleistung nicht von sich aus anbieten. Beschließt der Betreiber der Serviceeinrichtung, eine Nebenleistung auf die Anfrage eines Zugangsberechtigten anzubieten, so muss er diese nach § 14 Abs. 2 S. 3 ERegG für alle Zugangsberechtigten, welche die Nebenleistung anfragen, zu transparenten, angemessenen und nicht-diskriminierenden Bedingungen anbieten. Insoweit käme einer Koordinierungsstelle ein Wahlrecht zu: Entweder sie bietet die Versuchsdaten allen an, die Interesse an den Versuchsdaten haben, oder sie bietet die Versuchsdaten niemandem an.

7.1.3 Rechtliche Bewertung des Clusters II

Im Rahmen von Versuchsfahrten auf privaten Strecken stellt sich ebenfalls die Frage, ob hier Zugang nach dem Regulierungsrecht zu gewähren ist (Kapitel 7.1.3.1). Darüber hinaus ist ebenfalls die „Eigentumsfrage“ bezüglich der durch die Versuchsfahrten gewonnenen Daten zu klären (Kapitel 7.1.3.2).

7.1.3.1 Zugang nach Eisenbahnregulierungsrecht

Die Messgeräte auf „privaten Strecken“ (zu dem Begriff schon oben in Kapitel 7.1.1.2) stellen Serviceeinrichtungen dar, sodass die Anwendbarkeit des ERegG zu bejahen ist.

Zu klären ist, ob zu diesen Strecken nach allgemeinen Regeln (§§ 10 f. ERegG) Zugang zu gewähren ist oder ob hier Privilegierungen greifen. Zum einen ist insofern zu erörtern, ob für private Strecken das Zugangsrecht nach dem ERegG überhaupt besteht (Kapitel 7.1.3.1.1). Zum anderen wäre an eine Privilegierung nach § 15 ERegG zu denken (Kapitel 7.1.3.1.2).

7.1.3.1.1 Zugangsrecht nach dem ERegG auf Grund privater Infrastruktur

Ob das Zugangsrecht des ERegG bei privater Infrastruktur besteht, könnte davon abhängig sein, ob es sich um eine öffentliche oder nichtöffentliche Eisenbahn handelt (Kapitel 7.1.3.1.1.1). Ferner ist zu klären, ob es sich bei privaten Strecken überhaupt um Eisenbahnanlagen handelt, die vom Zugangsrecht nach §§ 10 ERegG erfasst sind (Kapitel 7.1.3.1.1.2), und ob es davon Ausnahmen gibt (Kapitel 7.1.3.1.1.3).

7.1.3.1.1.1 Differenzierung zwischen öffentlicher und nichtöffentlicher Eisenbahn

Möglicherweise greift das Zugangsrecht nach §§ 10 f. ERegG nicht, da die Versuchsfahrten auf einer privaten Infrastruktur und nicht auf einer öffentlichen Infrastruktur stattfinden.

Demnach wäre zu überprüfen, ob das Zugangsrecht zwischen privater und öffentlicher Infrastruktur unterscheidet. Eine Abgrenzung nimmt § 3 AEG allerdings nur zwischen öffentlichen und nichtöffentlichen Eisenbahnen vor. Nichtöffentliche Eisenbahnen liegen nach § 3 Abs. 2 AEG immer dann vor, wenn es sich um keine öffentliche Eisenbahn handelt [209]. Öffentliche Eisenbahn sind in den Fällen des § 3 Abs. 1 Nr. 1-3 AEG gegeben, also insbesondere Eisenbahninfrastrukturunternehmen (Nr. 2) sowie Betreiber der Schienenwege (Nr. 3), soweit sie Zugang gewähren müssen.

Letztlich kann die Unterscheidung zwischen öffentlicher und nichtöffentlicher Eisenbahn hier dahinstehen, da sie für das eisenbahnregulierungsrechtliche Zugangsrecht als Ausgangspunkt nicht relevant ist, sondern erst als Folge daran anknüpft. Für das Zugangsrecht nach §§ 10 f. ERegG und für die Einordnung als öffentliche oder nichtöffentliche Eisenbahn ist die Frage, ob eine Infrastruktur in privater Hand ist, nicht entscheidungserheblich [210].

7.1.3.1.1.2 Private Strecken als Eisenbahnanlagen

Nach § 10 Abs. 1, 2 ERegG erfasst das Zugangsrecht nur Eisenbahnanlagen. Die Legaldefinition des Begriffs „Eisenbahnanlagen“ in § 1 Abs. 5 ERegG verweist dabei auf die Anlage 1 des ERegG. Ausweislich ihres Wortlautes werden vom Begriff „Eisenbahnanlagen“ „private Gleisanschlüsse“ nicht erfasst. Diese sind demnach kein Zugangsgegenstand i. S. des § 10 Abs. 1, 2 ERegG. Private Anschlüsse sind solche Eisenbahngleise, die dazu dienen, Privatgelände mit dem Schienennetz zu verbinden [183]. Somit ist eine private Strecke von der „Anschlussweiche“ an das Schienennetz bis zu den dahinterliegenden Gleisen von dem Begriff der „Eisenbahnanlage“ ausgenommen, sofern es sich nicht um eine Werksbahn nach § 2 Abs. 8 AEG handelt. In diesem Fall sieht § 15 ERegG Besonderheiten für sie vor. Vor diesem Hintergrund unterfallen private Gleisanschlüsse, die an das öffentliche Schienennetz angeschlossen sind, möglicherweise aber auch private Gleisanschlüsse, die keine Verbindung mehr mit dem öffentlichen Schienennetz aufweisen, nicht dem oben dargestellten Zugangsrecht des ERegG, sondern allenfalls den Sonderregeln des § 15 ERegG. Es handelt sich dabei aber auch nicht um reguläre Schienenwege, auf denen der übliche Eisenbahnverkehr stattfindet.

7.1.3.1.1.3 Ausnahme vom Ausschluss des Zugangsrechts

Eine Ausnahme von dem Ausschluss des Zugangsrechts bei privaten Gleisanschlüssen liegt indes aber ohnehin dann vor, wenn das Anschlussgleis zu einer Serviceeinrichtung führt. Insoweit ist dann Zugang nach § 10 Abs. 3 i. V. mit § 11 Abs. 2 ERegG zu gewähren („einschließlich des Schienenzuganges“) [211], sodass in diesem Fall das Zugangsrecht nach ERegG sehr wohl greift. Wie bereits dargestellt wurde, handelt es sich bei den Messgeräten des Testfeldes um Serviceeinrichtungen. Vor diesem Hintergrund ist auch bei privaten Gleisanschlüssen der Zugang nach § 10 Abs. 3 i. V. mit § 11 Abs. 2 ERegG zu gewähren.

7.1.3.1.1.4 Zwischenergebnis

Private Infrastruktur unterfällt als „Eisenbahnanlage“ nach § 1 Abs. 5 i. V. mit Anlage 1 ERegG grundsätzlich in gleicher Weise wie „öffentliche“ (staatliche) dem Regelungsregime des ERegG. Davon ausgenommen sind zwar private Gleisanschlüsse; diese Ausnahme gilt jedoch dann nicht, wenn das Anschlussgleis zu einer Serviceeinrichtung führt.

7.1.3.1.2 Privilegierung des Zuganges nach § 15 ERegG

Möglicherweise kann der Inhaber der privaten Infrastruktur das allgemeine Zugangsrecht einschränken. Das ist der Fall, wenn die Voraussetzungen des § 15 Abs. 1 ERegG erfüllt sind, da sich in diesem Fall der Betreiber einer Werksbahn vorbehalten kann, wie und in welchem Umfang „fremde“ Fahrten auf seiner Eisenbahninfrastruktur vorgenommen werden.

Die fragliche Eisenbahninfrastruktur müsste demnach als eine Werksbahn eingestuft werden. Nach § 2 Abs. 8 S. 1 AEG ist eine Werksbahn eine solche Eisenbahninfrastruktur, die zur ausschließlichen Nutzung für den eigenen Güterverkehr betrieben wird.

Indes stellen Versuchsfahrten keinen Güterverkehr dar, sodass eine Werksbahn nicht anzunehmen ist. Auch über § 2 Abs. 8 S. 3 AEG kommt man zu keiner anderen Wertung, da über die „sonstige Nutzung, die gelegentlich oder in geringem Umfang“ stattfindet, hinaus immer noch vorausgesetzt wird, dass die Eisenbahninfrastruktur maßgeblich für den eigenen Güterverkehr vorgesehen ist. Das ist aber bei Messgeräten auf privater Eisenbahninfrastruktur dadurch nicht der Fall, dass kein (eigener) Güterverkehr auf den Gleisen betrieben wird, wie er für den von der Norm in den Blick genommenen Gleisanschluss eines Gewerbebetriebes zum „großen Netz“ typisch ist.

Ob die Voraussetzungen für eine Analogie [249] im Hinblick auf Versuchsfahrten vorliegen, kann letztlich dahinstehen, da einer solchen Analogie Art. 2 Abs. 3 lit. d Richtlinie 2012/34/ entgegensteht. Die Vorschrift sieht nämlich vor, dass Ausnahmen von Kapitel 2 der Richtlinie nur für Fahrwege zur ausschließlichen Nutzung für den eigenen Güterverkehr möglich sind. Kapitel 2 der Richtlinie enthält aber unter anderem gerade auch das (umfassende) Zugangsrecht in ihrem Art. 10.

Eine Privilegierung nach § 15 Abs. 1 ERegG kommt für Betreiber der privaten Infrastruktur demzufolge nicht in Betracht.

7.1.3.1.3 Zwischenergebnis

Versuche mit Fahrten auf privaten Strecken unterliegen ebenfalls dem Zugangsrecht nach §§ 10 f. ERegG. Zwar sind vom Zugangsanspruch private Gleisanschlüsse ausgenommen; diese Ausnahme gilt jedoch insoweit nicht, als die privaten Gleisanschlüsse zu einer Serviceeinrichtung führen, die im Fall des Testfeldes mit den Messgeräten vorliegt. Auch Einschränkungen des Zugangsrechts nach § 15 ERegG kommen nicht in Betracht, da die gesetzlichen Voraussetzungen hierfür nicht vorliegen.

7.1.3.2 Rechte an den Versuchsdaten

Führen das DZSF bzw. die Koordinierungsstelle die Versuche selbst durch, so ist es bzw. sie „Eigentümer(in)“ der Daten. Bei Versuch von Dritten hängt die „Eigentumslage“ von den jeweiligen Nutzungsbedingungen für Serviceeinrichtungen ab.

DSGVO sowie BDSG finden wiederum keine Anwendung (vgl. Kapitel 7.1.2.2).

Hinsichtlich eines möglichen Anspruches auf Bereitstellung der durch das Testfeld gewonnenen Daten in Form einer Nebenleistung i. S. des § 14 Abs. 2 ERegG kommt dem Betreiber der Einrichtung wiederum ein Wahlrecht zu (vgl. Kapitel 7.1.2.2).

7.1.4 Rechtliche Bewertung des Clusters III

7.1.4.1 Zugang nach Eisenbahnregulierungsrecht

Bei den in Rede stehenden „Versuchen ohne Fahrten“ muss weder Zugang zu Eisenbahnanlagen noch zu Serviceeinrichtungen gewährt werden, sodass sich rechtliche Fragen zum Zugang nicht stellen.

7.1.4.2 Rechte an den Versuchsdaten

Führen das DZSF bzw. die Koordinierungsstelle die Versuche selbst durch, so ist es bzw. sie „Eigentümer(in)“ der Daten. Bei Versuch von Dritten hängt die „Eigentumslage“ von den jeweiligen Nutzungsbedingungen für Serviceeinrichtungen ab.

DSGVO sowie BDSG finden keine Anwendung (vgl. Kapitel 7.1.2.2).

Auch hier kommt dem Betreiber der Einrichtung ein Wahlrecht zu (vgl. Kapitel 7.1.2.2).

7.1.5 Ergebnisse zu 7.1

Die Messgeräte und Einrichtungen des Testfeldes sind als Serviceeinrichtungen zu qualifizieren, weswegen für Versuchsfahrten auf öffentlichen Strecken grundsätzlich ein Anspruch auf Zugang nach dem ERegG besteht.

Für Versuche mit Fahrten auf „privaten Strecken“ hat sich ergeben, dass diese Versuche ebenfalls dem Zugangsrecht nach §§ 10 f. ERegG unterliegen. Denn es ist insofern unerheblich, dass die Versuche auf „privaten Strecken“ stattfinden, da gleichwohl Zugang zu den Serviceeinrichtungen gewährt werden muss. Auch Einschränkungen des Zugangsrechts nach § 15 ERegG für sog. Werksbahnen (als Teil der nichtöffentlichen Eisenbahnen) kommen nicht in Betracht, da die gesetzlichen Voraussetzungen hierfür nicht vorliegen.

Die im dritten Cluster behandelten Versuche ohne Fahrten weisen aus regulierungsrechtlicher Sicht keine Probleme auf.

Soweit das Regulierungsrecht anwendbar ist, zeigen sich mithin in der praktischen Anwendung Probleme, die das ERegG in seiner derzeitigen Fassung nicht lösen kann, da es den Tatbestand einer Versuchsfahrt nicht kennt. So bleiben einige Regelungen vage und sind selbst nach einer juristischen Auslegung nicht rechtssicher anzuwenden. Vor diesem Hintergrund wird der Gesetzgeber für bessere und rechtssichere Lösungen das Gesetz erweitern müssen. Als Vorschläge bieten sich etwa die sog. vorübergehende Betriebseinstellung (nach dem Vorbild Österreichs) oder ein gesetzlicher Mechanismus an, der Versuchsfahrten bei der Kapazitätsvergabe hinreichend berücksichtigt.

7.2 Rechtliche Umsetzbarkeit der geplanten Erprobungsmethoden

Die geplanten Erprobungsmethoden auf dem Testfeld lassen sich in folgende vier Kategorien unterteilen: Fahrzeugversuche, Infrastrukturversuche, Betriebsversuche und Umweltversuche. Dementsprechend werden im Folgenden zunächst die einschlägigen Regelungen zu Sicherheitsanforderungen, ins-

besondere an Fahrzeuge, Eisenbahninfrastruktur sowie den Betrieb, dargestellt (Kapitel 7.2.1). Anschließend werden die konkret geplanten Erprobungsmethoden auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit hin untersucht. Darauf folgt eine Übersicht über die wichtigsten einzuholenden Genehmigungen, wiederum differenziert nach Fahrzeugen, Infrastruktur und Betrieb (Kapitel 7.2.2). Im Anschluss wird untersucht, inwieweit die geplanten Erprobungsmethoden auf stillgelegter oder freigestellter Infrastruktur durchgeführt werden können (Kapitel 7.2.4). Zuletzt werden die konkret geplanten Erprobungsmethoden auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit hin untersucht (Kapitel 7.2.4).

7.2.1 Darstellung der einschlägigen Regelungen und Sicherheitsanforderungen

Ziel der rechtlichen Untersuchung ist unter anderem ein Überblick darüber, welche geplanten Erprobungsmethoden auf welcher Art von Infrastruktur durchgeführt werden können. Auf verschiedener Eisenbahninfrastruktur gelten jedoch jeweils andere Sicherheitsanforderungen.

In einem ersten Schritt erfolgt deshalb die Bestimmung und Abgrenzung der jeweils einschlägigen Rechtsvorschriften (Kapitel 7.2.1.1). Dabei wird der Anwendungsbereich des AEG, der EBO [96], der EIGV [99] sowie der BOA [13] der Länder dargestellt und deren Geltungsbereich voneinander abgegrenzt.

Darauf folgt eine Darstellung der einschlägigen Regelungen zu Sicherheitsanforderungen differenziert nach allgemeinen Sicherheitspflichten des AEG (Kapitel 7.2.1.2), Regelungen und Sicherheitsanforderungen an Fahrzeuge (Kapitel 7.2.1.3), Infrastruktur (Kapitel 7.2.1.4) und den Betrieb (Kapitel 7.2.1.5). Diese abstrakten Ausführungen dienen später als Basis für die konkrete Beurteilung der rechtlichen Umsetzbarkeit der geplanten Erprobungsmethoden. Abgeschlossen wird die Darstellung durch Ausführungen zur Verantwortlichkeit der verschiedenen Beteiligten (Kapitel 7.2.1.6) sowie zu Regelungen speziell zu Probefahrten⁸ (Kapitel 7.2.1.7).

7.2.1.1 Maßgebliche Rechtsvorschriften

Regelungen zu Sicherheitsanforderungen finden sich einerseits im AEG, andererseits aber auch in der EBO, der EIGV und den BOA der Länder, weswegen zunächst eine Abgrenzung der Anwendungsbereiche dieser Rechtsvorschriften stattfinden muss.

7.2.1.1.1 Anwendungsbereich des AEG

Das AEG gilt gemäß § 1 Abs. 2 S. 1 AEG „für Eisenbahnen“. Ausgenommen vom Anwendungsbereich sind nach § 1 Abs. 2 S. 2 AEG etwa Magnetschwebebahnen, Straßenbahnen oder Bergbahnen. Der Begriff der Eisenbahn wird in § 2 Abs. 1 AEG durch das Gesetz definiert und zwar als „öffentliche Einrichtungen oder privatrechtlich organisierte Unternehmen, die Eisenbahnverkehrsdienste erbringen (Eisenbahnverkehrsunternehmen) oder eine Eisenbahninfrastruktur betreiben (Eisenbahninfrastrukturunternehmen).“

⁸ Im Folgenden wird sowohl der Begriff „Probefahrt“ als auch derjenige der Fahrten bzw. Ausnahmegenehmigungen „zu Probezwecken“ verwendet. Normiert ist allein der Begriff „Probefahrt“, der jedoch auf Fahrzeug- und Betriebsversuche zugeschnitten ist, weswegen in anderem Kontext im Folgenden der Begriff der Fahrten und Ausnahmen „zu Probezwecken“ verwendet wird.

Die Erbringung von Eisenbahnverkehrsdiensten meint in diesem Zusammenhang das Erbringen von Eisenbahnverkehrsdiensten zur Beförderung von Gütern oder Personen (vgl. § 2 Abs. 3 S. 1 AEG). Zwar stellen solche Fahrten, die nicht der Beförderung von Gütern oder Personen dienen – etwa reine Versuchsfahrten durch Hersteller von Schienenfahrzeugen mit Triebfahrzeugen, Triebzügen oder Wagen –, keine Eisenbahnverkehrsdienste dar [115]. Bei der Durchführung von Testfahrten durch Unternehmen, die daneben auch Güter oder Personen auf der Schiene befördern, bleibt deren Status als EVU jedoch trotzdem bestehen. Ansonsten gelten für Wagenhalter oder Hersteller von Schienenfahrzeugen gemäß §§ 31, 32 AEG die Vorschriften für nichtöffentliche Eisenbahnunternehmen entsprechend.

Der Betrieb einer Eisenbahninfrastruktur i. S. des § 2 Abs. 1 AEG meint dagegen die Ausübung der rechtlichen und tatsächlichen Kontrolle über die Gesamtheit der Funktionen von Eisenbahninfrastrukturanlagen [138].

Angesichts des offenen Wortlautes „Eisenbahn“ in § 1 Abs. 2 S. 1 AEG gilt das AEG auch für nichtöffentliche Eisenbahnen i. S. des § 3 AEG. Auch ist eine Schienenverbindung zu anderen Eisenbahnen oder zum Schienensystem ist nicht erforderlich [139]. Hintergrund ist, dass auch solche vom Eisenbahnnetz isolierten Eisenbahnen in (sicherheits-)technischer Hinsicht vergleichbare Regelungsbedürfnisse aufwerfen [139].

7.2.1.1.2 Anwendungsbereich der EBO

Gemäß § 1 Abs. 1 EBO gilt die EBO für regelspurige Eisenbahnen, nicht jedoch für den Bau, den Betrieb oder die Benutzung der Bahnanlagen eines nichtöffentlichen EIU.

7.2.1.1.3 Anwendungsbereich der EIGV

Die EIGV gilt gemäß § 1 Abs. 3 EIGV dagegen für das regelspurige Eisenbahnsystem im Zuständigkeitsbereich des EBA. Der Zuständigkeitsbereich des EBA wird (hauptsächlich) durch § 5 AEG als zentrale Zuständigkeitsnorm vorgegeben. Nach § 5 Abs. 1a AEG ist der Bund für im Bereich von Eisenbahnaufsicht und Genehmigungen insbesondere zuständig für Eisenbahnen des Bundes mit Sitz im Inland. Ihm obliegen außerdem gemäß § 5 Abs. 1 lit. e S. 1 AEG für die Eisenbahnen im übergeordneten Netz, für die Halter von hierauf verkehrenden Eisenbahnfahrzeugen, für die für deren Instandhaltung zuständigen Stellen und für die sonstigen Verantwortlichen im übergeordneten Netz die dort aufgeführten Aufgaben, insbesondere die Eisenbahnaufsicht (Nr. 4). Die Wahrnehmung dieser Aufgabe erfolgt gemäß § 5 Abs. 1e S. 2, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 BEVVG [31] durch das EBA. Die EIGV gilt somit für Eisenbahnen im übergeordneten Netz und hierauf verkehrende Eisenbahnfahrzeuge. Das übergeordnete Netz definiert sich wiederum gemäß § 2b Abs. 1 AEG als das „regelspurige Eisenbahnnetz, ausgenommen

1. Netze, die vom übrigen Eisenbahnsystem funktional getrennt sind und die nur für die Personenbeförderung im örtlichen Verkehr, Stadt- oder Vorortverkehr genutzt werden;
2. Eisenbahninfrastrukturen im Privateigentum, die von ihrem Eigentümer oder einem Betreiber für den eigenen Güterverkehr oder für die Personenbeförderung zu nichtgewerblichen Zwecken genutzt werden;
3. Infrastrukturen für Stadtbahnen, die gelegentlich von Eisenbahnfahrzeugen unter den Betriebsbedingungen für das betreffende Stadtbahnssystem genutzt werden, wenn dies für diese Fahrzeuge ausschließlich für Verbindungszwecke erforderlich ist;
4. Infrastrukturen, die ausschließlich für den lokal begrenzten Einsatz oder ausschließlich für historische oder touristische Zwecke genutzt werden.“

Weiterhin gilt die EIGV gemäß § 1 Abs. 4 EIGV nicht für

1. „nichtöffentliche Eisenbahninfrastrukturen und ausschließlich hierauf genutzte Fahrzeuge,
2. Fahrzeuge, die von Eisenbahninfrastrukturen, die in den Zuständigkeitsbereich der Länder fallen, in den nächsten Bahnhof verkehren, der in den Zuständigkeitsbereich des Eisenbahn-Bundesamtes fällt,
3. Zweisystem-Stadtbahnfahrzeuge sowie
4. Fahrzeuge, die ausschließlich zu historischen oder touristischen Zwecken genutzt werden“

Insgesamt verdrängt die EIGV die EBO bezüglich der Zulassung von Fahrzeugen oder Teilen von Fahrzeugen oder anderer Bahnanlagen. Mangels Regelungen der EIGV zum Betrieb gilt in diesem Bereich jedoch weiterhin die EBO.

7.2.1.1.4 Anwendungsbereich der BOA der Länder

Eine Abgrenzung von EIGV und EBO zu den BOA der Länder lässt sich wie folgt vornehmen: EIGV und EBO gelten nur für öffentliche Eisenbahnen i. S. des § 3 AEG. Die BOA der Länder gelten dagegen für nichtöffentliche Eisenbahnen, genauer so genannte Anschlussbahnen. Das derzeit vorgesehene Gebiet des Testfeldes erstreckt sich auf Teile von Sachsen und Brandenburg. Die BOA gilt gemäß Anlage II Kapitel XI Sachgebiet A Abschnitt III Nr. 2 Einigungsvertrag [95] als Recht der ehemaligen DDR fort, solange die in Art. 1 des Einigungsvertrages genannten Länder diese nicht aufheben oder ändern. Derzeit gilt die BOA sowohl in Brandenburg [103] als auch in Sachsen⁹ fort.

Der Begriff der von der BOA umfassten „Anschlussbahn“ ergibt sich dabei aus § 1 Abs. 1, 2 sowie § 2 Abs. 1 BOA. Nach § 2 Abs. 1 S. 4 BOA setzt die Eigenschaft einer Anschlussbahn insbesondere voraus, dass diese „mit dem Gleisnetz der Deutschen Reichsbahn so in Verbindung (steht), daß der unmittelbare Übergang von Schienenfahrzeugen des öffentlichen Verkehrs möglich ist.“ Es muss also, übertragen auf die heutige Rechtslage, – entsprechend der Bezeichnung „Anschlussbahn“ – eine Verbindung zum übrigen Schienennetz bestehen.

Mit Blick darauf, dass der Geltungsbereich der BOA sich nur auf Anschlussbahnen und damit solche mit einer Anbindung an das übrige Schienennetz erstreckt, stellt sich die Frage, welche Rechtsvorschriften auf einer nichtöffentlichen, vom übrigen Schienennetz abgegrenzten Infrastruktur maßgeblich sind, sofern eine solche trotz fehlender Anbindung an das übrige Netz etwa mit Blick auf die geringeren rechtlichen Hürden in Betracht gezogen wird. Zwar ist die BOA angesichts ihres frühen Entstehungszeitpunktes oft im Lichte der heutigen Rechtslage auszulegen; trotzdem entspricht die dortige Definition der Anschlussbahn durchaus auch der heutigen „Lesart“ (vgl. insbesondere § 13 AEG zum Recht auf Anschluss, das nach Abs. 3 der Norm auch „Werksbahnen“ und damit in der heutigen Terminologie „Anschlussbahnen“ erfasst). Für den Fall, dass es eine solche, vom Geltungsbereich der Verordnungen (EIGV, EBO, BOA) nicht geregelten Infrastrukturbereich gibt,¹⁰ ist mangels Anwendbarkeit der BOA auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur allein eine Geltung des AEG (und nur des AEG) möglich, dessen Anwendungsbereich gerade nicht zwischen öffentlichen und nichtöffentlichen Eisenbahnen differenziert (vgl. § 1 Abs. 2 S. 1 AEG). Im Rahmen der folgenden gutachterlichen Ausführungen wird deshalb zwischen nichtöffentlicher Infrastruktur als Anschlussbahn einerseits und nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur, auf der allein das AEG gilt, andererseits differenziert.

⁹ Vgl. Ausfertigung des Gesetzes zur Regelung der Rechtsverhältnisse bei Eisenbahnen und Seilbahnen im Freistaat Sachsen v. 12.03.1998. Ein aktuell geltender Gesetzestext der BOA in Sachsen wurde nicht gefunden, weswegen im Rahmen der rechtlichen Untersuchung auf den Gesetzestext der BOA aus Brandenburg Bezug genommen wird.

¹⁰ Soweit ersichtlich, wurde diese Frage bislang allerdings noch nicht diskutiert.

7.2.1.1.5 Zusammenfassung

Insgesamt lässt sie die Abgrenzung zwischen den genannten Rechtsvorschriften wie folgt grafisch darstellen:

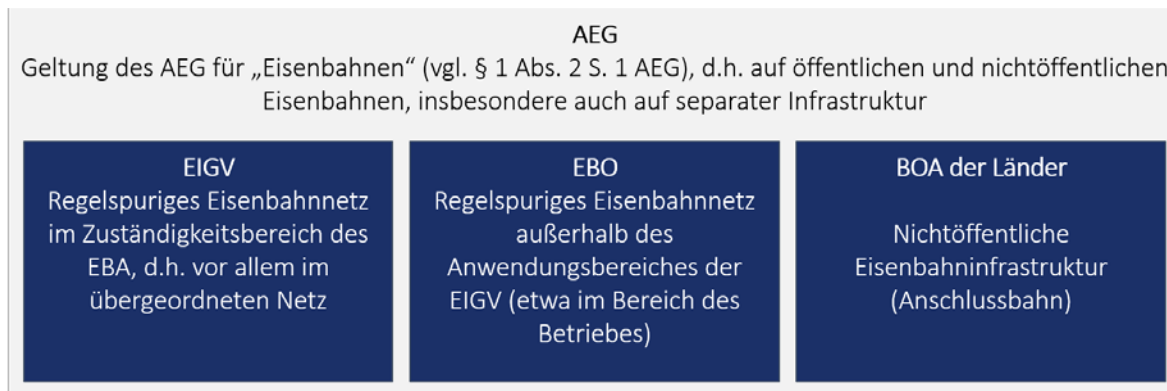


Abbildung 7.1: Anwendungsbereiche der Rechtsvorschriften (Eigene Darstellung)

7.2.1.2 Allgemeine Sicherheitspflichten des AEG

7.2.1.2.1 § 4 Abs. 1 AEG als Generalklausel

Ausgangspunkt für die Sicherheit im Eisenbahnrecht bildet die Vorschrift des § 4 Abs. 1 AEG. Demnach müssen Eisenbahninfrastrukturen und Fahrzeuge den Anforderungen der öffentlichen Sicherheit an den Bau zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme oder zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens (Nr. 1) und an den Betrieb (Nr. 2) genügen. Eisenbahninfrastruktur definiert sich gemäß § 2 Abs. 6 AEG als Betriebsanlagen der Eisenbahnen einschließlich der Bahnstromfernleitungen, während der Begriff der „Fahrzeuge“ nicht durch das Gesetz definiert wird. Jedoch sind darunter (spurgebundene) Schienenfahrzeuge (also solche, die auf Eisenbahninfrastrukturen verkehren können) zu verstehen [118]. Unter die in § 4 Abs. 1 AEG genannten Anforderungen der öffentlichen Sicherheit fällt die Gesamtheit aller Maßnahmen und Verhaltensweisen, die erforderlich sind, um Störungen im Zugbetrieb, insbesondere Unfälle und andere gefährliche Ereignisse zu vermeiden [119]. Zu treffen sind somit die Sicherheitsvorkehrungen, die verständige, umsichtige, vorsichtige und gewissenhafte Fachleute für das Eisenbahnwesen nach dem jeweiligen Stand der Technik für ausreichend halten dürfen und die nach den Umständen zumutbar sind [120]. Hierbei dient § 4 Abs. 1 AEG lediglich als Generalklausel; präzise Anforderungen lassen sich aus § 4 Abs. 1 AEG gerade nicht ableiten [140]. Dafür sind vielmehr andere Normen, etwa des AEG, der EBO, der Eisenbahn-Signalordnung 1959, [101] der EBV [97] oder der TSI-Verordnungen, aber auch anerkannte Regeln der Technik heranzuziehen (vgl. etwa § 2 Abs. 1 EBO).

Was den maßgeblichen Zeitpunkt zur Beachtung der jeweiligen Sicherheitsanforderungen betrifft, so ist für den Bau gemäß § 4 Abs. 1 AEG auf den Zeitpunkt der Inbetriebnahme bzw. des Inverkehrbringens abzustellen. Nach der Inbetriebnahme bzw. des Inverkehrbringens sind dagegen die Anforderungen an den Betrieb zu beachten.

7.2.1.2.2 § 4 Abs. 2 AEG als Regelung zur allgemeinen Verantwortlichkeit

§ 4 Abs. 2 AEG bestimmt, dass Eisenbahnen, Halter von Eisenbahnfahrzeugen oder Hersteller – sofern in einer Rechtsvorschrift eine Genehmigung für die Inbetriebnahme einer Eisenbahninfrastruktur oder eines Fahrzeuges oder für das Inverkehrbringen eines Fahrzeuges vorgeschrieben ist – diese beantragen können. Durch diese Vorschrift wird die Verantwortung für die Sicherheit im Zeitpunkt der Genehmigung der Inbetriebnahme festgelegt. Die Verantwortung trägt demnach derjenige, der den Antrag auf Genehmigung stellt (z. B. Hersteller, Eisenbahn, Halter) [121].

Zu den genannten Rechtsvorschriften, die eine Genehmigung für die Inbetriebnahme bzw. das Inverkehrbringen vorsehen, zählen etwa § 32 EBO sowie die §§ 8 ff. EIGV. Inbetriebnahme i. S. des § 4 Abs. 2 AEG meint dabei gerade keinen Versuchs- oder Probetrieb, sondern den erstmaligen dauerhaften Einsatz einer neu hergestellten oder wesentlich geänderten Eisenbahninfrastruktur oder eines Fahrzeuges [122].

Soweit keine Genehmigungsvorbehalte in anderen Rechtsvorschriften vorhanden sind – wie etwa regelmäßig im Bereich der Infrastruktur –, tragen subsidiär die EIU gemäß § 4 Abs. 3 S. 2 AEG die Verantwortung [122].

7.2.1.2.3 § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG als Pflicht zur sicheren Betriebsführung

Darüber hinaus legt § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG die Pflicht der EVU, EIU und Halter von Eisenbahnfahrzeugen zur sicheren Betriebsführung fest. Unter dem Betrieb von Eisenbahnfahrzeugen ist das „sichere (...) Bewegen von Fahrzeugen im Rahmen von Zug- und Rangierfahrten“ zu verstehen [141]. Ziel ist die Verhinderung von Gefahren für Leib, Leben und Sachwerte [123].

7.2.1.3 Regelungen und Sicherheitsanforderungen an Fahrzeuge

Im Folgenden werden Regelungen zu Sicherheitsanforderungen speziell an Fahrzeuge dargestellt. Dabei wird zwischen den die allgemeine Sicherheitspflicht des § 4 AEG konkretisierenden Rechtsvorschriften der EIGV, der EBO sowie der BOA differenziert.

7.2.1.3.1 Regelungen der EBO

7.2.1.3.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit

Gemäß § 2 Abs. 1 S. 1 EBO müssen Bahnanlagen und Fahrzeuge so beschaffen sein, dass sie den Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Diese Anforderungen gelten nach § 2 Abs. 1 S. 2 EBO als erfüllt, wenn die Bahnanlagen und Fahrzeuge den Vorschriften der EBO selbst und, soweit diese keine ausdrücklichen Vorschriften enthält, den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Von den anerkannten Regeln der Technik darf jedoch gemäß § 2 Abs. 2 EBO dann abgewichen werden, wenn mindestens die gleiche Sicherheit wie bei Beachtung dieser Regeln nachgewiesen ist.

Der Begriff der „Bahnanlagen“ definiert sich in § 4 Abs. 1 S. 1 EBO als alle Grundstücke, Bauwerke und sonstigen Einrichtungen einer Eisenbahn, die unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zur Abwicklung oder Sicherung des Reise- oder Güterverkehrs auf der Schiene erforderlich sind. Regeln der Technik sind solche Regeln, die speziell die technische Konstruktion, Beschaffenheit und Wirkungsweise technischer Anlagen, Geräte, Maschinen oder Bauwerke zum Gegenstand haben [46]. Anerkannt sind sie

dann, wenn sie in der Praxis erprobt und bewährt sind und sich bei der Mehrheit der Praktiker durchgesetzt haben [47]. Beispiele solche anerkannter Regeln der Technik sind UIC-Richtlinien, Europäische Normen und DIN-Normen, Richtlinien der Eisenbahnen oder VDV-Richtlinien [273].

Nach § 1 Abs. 4 EBO gelten außerdem die Vorschriften für Neubauten auch für umfassende Umbauten bestehender Bahnanlagen und Fahrzeuge. Daneben besteht die Möglichkeit von Ausnahmen von allen Vorschriften der EBO nach § 3 Abs. 1 EBO.

7.2.1.3.1.2 Regelungen zu Fahrzeugen

Regelungen speziell zu Fahrzeugen enthält die EBO in den §§ 18–33 EBO. Bedeutsam ist in diesem Zusammenhang insbesondere § 32 EBO, der die Abnahme und Untersuchung der Fahrzeuge festlegt. Nach § 32 Abs. 1 EBO dürfen neue (und auf Grund von § 1 Abs. 4 EBO auch umfassend umgebaute) Fahrzeuge erst in Betrieb genommen werden, wenn sie abgenommen worden sind. Diese Abnahme stellt eine Genehmigung i. S. des § 3 Abs. 2 EBO dar. Eine Inbetriebnahme i. S. des § 4 Abs. 2 AEG – das AEG verwendet an dieser Stelle „Inbetriebnahme“ sowohl für Fahrzeuge als auch für die Infrastruktur – ist gerade kein Versuchs- oder Probetrieb, sondern der erstmalige dauerhafte Einsatz einer neu hergestellten oder wesentlich geänderten Eisenbahninfrastruktur oder eines Fahrzeuges [122].

7.2.1.3.2 Regelungen der EIGV

7.2.1.3.2.1 Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit

Gemäß § 3 EIGV müssen das Eisenbahnsystem, seine Teilsysteme und die Interoperabilitätskomponenten einschließlich ihrer Schnittstellen die grundlegenden Anforderungen erfüllen, die in Anhang III der Richtlinie (EU) 2016/797 [224] jeweils für sie festgelegt sind. Bedeutsam sind in diesem Zusammenhang insbesondere die TSI, die gemäß § 4 Abs. 2 EIGV nach Maßgabe der Anlage 1 der EIGV anzuwenden sind, wobei im Bereich der Fahrzeuge die in Anlage 1 Nr. 3 EIGV enthaltenen Vorgaben maßgeblich sind. § 4 Abs. 2 EIGV legt die Fälle fest, die von der Anwendung der TSI ausgenommen sind, etwa funktional vom übrigen Eisenbahnsystem getrennte Netze¹¹ mit Nutzung im örtlichen-, Stadt- oder Vorortverkehr (Nr. 1), Infrastrukturen, die nicht dem übergeordneten Netz i. S. des § 2b AEG zugeordnet sind, (Nr. 2) sowie darauf genutzte Fahrzeuge (Nr. 3). Für die funktional vom übrigen Eisenbahnsystem getrennten Netze i. S. des § 4 Abs. 3 EIGV stellt § 4 Abs. 4 EIGV spezielle Anforderungen auf, die erfüllt werden müssen.

Überdies lässt § 5 EIGV in bestimmten Fällen Ausnahmen von der vollständigen oder teilweisen Anwendung der TSI zu. Die Gründe für Ausnahmen sind dort abschließend aufgezählt. Zuständige Behörde ist insoweit das EBA gemäß § 5 Abs. 1e S. 1 Nr. 12, S. 2, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1a BEVVG.

Hinsichtlich der Erfüllung der in § 3 EIGV genannten grundlegenden Anforderungen zählt § 6 Abs. 1 EIGV schließlich die zu beachtenden Vorschriften auf, nämlich die entsprechenden TSI (Nr. 1), die notifizierten technischen Vorschriften (Nr. 2) und die technischen Vorschriften, die für die Teilsysteme Infrastruktur, Energie, streckenseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung zusätzlich gelten (Nr. 3). Für Bestandteile außerhalb des Anwendungsbereichs der TSI sind gemäß § 6 Abs. 2 EIGV die notifizierten technischen Vorschriften und die für die übrige Eisenbahninfrastruktur gemäß Anlage 2 EIGV geltenden technischen Vorschriften anzuwenden.

¹¹ Eine genauere Festlegung, was unter dem Begriff „funktional getrennt“ zu verstehen ist, erfolgt in § 4 Abs. 3 EIGV.

7.2.1.3.2.2 Regelungen zu Fahrzeugen

Hinsichtlich des Inverkehrbringens und der Änderung von Fahrzeugen bestimmt zunächst § 9 Abs. 1 EIGV, dass das erstmalige Inverkehrbringen eines Fahrzeuges einer Genehmigung für das Inverkehrbringen bedarf. Wiederum kann auf die Definition der Inbetriebnahme des AEG (als Oberbegriff von Inverkehrbringen) zurückgegriffen werden, wonach lediglich der erstmalige dauerhafte Einsatz einer neu hergestellten oder wesentlich geänderten Eisenbahninfrastruktur oder eines Fahrzeuges gemeint ist [122].

Das Inverkehrbringen eines aufgerüsteten oder erneuerten Fahrzeuges bedarf dagegen gemäß § 9 Abs. 3 EIGV nur dann einer Genehmigung für das Inverkehrbringen, wenn eine in Anlage 4 genannte Maßnahme durchgeführt werden soll. Grundsätzlich und vorbehaltlich des § 4 Abs. 5 S. 3 EIGV müssen zwar bestehende Infrastrukturen und Fahrzeuge gemäß § 4 Abs. 5 S. 1 EIGV nicht den neuen TSI oder deren Änderungen genügen. Im Fall von Aufrüstungen oder Erneuerungen sind gemäß § 4 Abs. 5 S. 4 EIGV jedoch die TSI in Bezug auf die jeweilige Aufrüstung oder Erneuerung anzuwenden.

7.2.1.3.3 Regelungen der BOA

7.2.1.3.3.1 Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit

Zunächst regelt § 3 Abs. 1 BOA die allgemeine Sicherheitspflicht, wonach „Ordnung und Sicherheit als oberster Grundsatz für den Bau und das Betreiben der Anschlussbahn und Pflicht des Anschliebers“ anzusehen seien. Zudem trägt laut § 3 Abs. 2 BOA der Anschließer die Verantwortung dafür, „dass die für die Durchführung des Betriebsdienstes und für die vorgeschriebenen Prüfungen, Revisionen und Untersuchungen der Bahnanlagen und Fahrzeuge die personellen und technischen Voraussetzungen und Mittel vorhanden bzw. vertraglich gebunden sind.“

7.2.1.3.3.2 Regelungen zu Fahrzeugen

Mit Blick auf Regelungen zum Inverkehrbringen sowie Änderungen von Fahrzeugen ist für das erstmalige Inverkehrbringen einerseits eine Genehmigung für neue Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen gemäß § 7 Abs. 1 S. 1 lit. c BOA erforderlich, andererseits zudem eine bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor der Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA sowie eine Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA. Zuständige Behörde ist die jeweils zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Im Fall einer Umrüstung oder Änderung bedarf es ebenso einer Genehmigung für geänderte Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. c BOA, einer bahnaufsichtsrechtlichen Prüfung vor der Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA sowie einer Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA. Auch hierfür ist wiederum die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG zuständig.

Weitere spezielle Regelungen zu den Fahrzeugen finden sich in den §§ 40-50 BOA.

7.2.1.4 Regelungen und Sicherheitsanforderungen an Infrastruktur

Parallel zur Darstellung zu den Fahrzeugen werden nun die wichtigsten Regelungen und Sicherheitsanforderungen speziell an die Infrastruktur vorgestellt.

7.2.1.4.1 Regelungen der EBO

7.2.1.4.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit

Hinsichtlich der allgemeinen Anforderungen an die Sicherheit kann auf die bereits unter Kapitel 7.2.1.3.1.1 getätigten Ausführungen verwiesen werden: Es gilt auch hier die allgemeine Sicherheitsanforderung des § 2 EBO und zwar über § 1 Abs. 4 EBO insbesondere auch für umfassende Umbauten bestehender Bahnanlagen, wobei § 3 Abs. 1 EBO die Möglichkeit von Ausnahmen vorsieht.

7.2.1.4.1.2 Regelungen zu Bahnanlagen

Spezielle Regelungen zu Bahnanlagen finden sich in den §§ 4–17 EBO. Bahnanlagen werden gemäß § 4 Abs. 1 EBO definiert als „alle Grundstücke, Bauwerke und sonstigen Einrichtungen einer Eisenbahn, die unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zur Abwicklung oder Sicherung des Reise- oder Güterverkehrs auf der Schiene erforderlich sind. Dazu gehören auch Nebenbetriebsanlagen sowie sonstige Anlagen einer Eisenbahn, die das Be- und Entladen sowie den Zu- und Abgang ermöglichen oder fördern. Es gibt Bahnanlagen der Bahnhöfe, der freien Strecke und sonstige Bahnanlagen. Fahrzeuge gehören nicht zu den Bahnanlagen.“ Dabei gelten die Vorschriften sowohl für Neubauten als auch für umfassende Umbauten bestehender Bahnanlagen (vgl. § 1 Abs. 4 EBO), wobei § 3 Abs. 1 EBO die Möglichkeit von Ausnahmen von Vorschriften der EBO vorsieht.

7.2.1.4.2 Regelungen der EIGV

7.2.1.4.2.1 Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit

Hinsichtlich der allgemeinen Anforderungen an die Sicherheit kann auf die obigen Ausführungen zu den Fahrzeugen, insbesondere zu den TSI verwiesen werden (siehe Kapitel 7.2.1.3.2.1). Für die Infrastruktur sind dabei die in Anlage 1 Nr. 2 EIGV enthaltenen Vorgaben maßgeblich. Relevante TSI in diesem Bereich sind etwa die TSI Infrastruktur [261], Energie [262], Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung [263], Sicherheit in Eisenbahntunneln [264] und Eingeschränkt mobile Personen [265].

7.2.1.4.2.2 Regelungen zur Infrastruktur

Hinsichtlich der Inbetriebnahme und der Änderung von Infrastruktur bestimmt zunächst § 9 Abs. 2 S. 1 EIGV, dass die erstmalige Inbetriebnahme eines Teilsystems Infrastruktur, Energie, streckenseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung sowie die erstmalige Inbetriebnahme der übrigen Eisenbahninfrastruktur einer Inbetriebnahmegenehmigung bedarf. Das gilt nach § 9 Abs. 2 S. 2 EIGV Satz 1 unbeschadet einer vorherigen Planfeststellung oder Plangenehmigung für das Vorhaben. Des Weiteren enthält § 16 EIGV die Voraussetzungen für die Erteilung einer Inbetriebnahmegenehmigung, sofern TSI anzuwenden sind. Sind die TSI nicht anzuwenden, legt § 17 EIGV die maßgeblichen Voraussetzungen fest.

Im Fall einer Aufrüstung oder Erneuerung bestimmt § 9 Abs. 4 S. 1 EIGV, ob und inwieweit eine Inbetriebnahmegenehmigung nötig ist. Demnach bedarf es einer solchen im Fall eines auferüsteten oder erneuerten Teilsystems Infrastruktur, Energie, streckenseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung (Nr. 1) sowie für den Fall einer Aufrüstung oder Erneuerung der übrigen Infrastruktur, wenn eine in Anlage 4 EIGV genannte Maßnahme durchgeführt werden soll (Nr. 2). Keiner Inbetriebnahmegenehmigung bedürfen die in Anlage 5 EIGV genannten Maßnahmen, die nach § 9 Abs. 4 S. 2 EIGV als

Austausch im Zuge von Instandhaltungsarbeiten gelten. Hinsichtlich der materiell für die Inbetriebnahmegenehmigung zu erfüllenden Anforderungen verweist § 20 EIGV auf die Voraussetzungen nach den §§ 16 oder 17 EIGV. Darüber hinaus ist wiederum § 4 Abs. 5 S. 4 EIGV zu beachten, wonach im Fall von Aufrüstungen oder Erneuerungen die TSI in Bezug auf die jeweilige Aufrüstung oder Erneuerung anzuwenden sind.

7.2.1.4.3 Regelungen der BOA

7.2.1.4.3.1 Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit

Hinsichtlich der allgemeinen Sicherheitsanforderungen kann auf die obigen Ausführungen (siehe Kapitel 7.2.1.3.3.1), insbesondere zur Sicherheitspflicht nach § 3 Abs. 1, 2 BOA, verwiesen werden.

7.2.1.4.3.2 Regelungen zur Infrastruktur

Regelungen zur Inbetriebnahme oder Umrüstung und Änderung der Infrastruktur enthält die BOA zunächst in § 7 Abs. 1 S. 1 lit. a, b BOA, der bei der erstmaligen Inbetriebnahme eine Genehmigung für neue Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundsaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) vorsieht. Zudem sind bei der erstmaligen Inbetriebnahme wiederum eine bahnaufsichtsrechtliche Prüfung nach § 8 Abs. 1 BOA sowie eine Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA erforderlich. Zuständige Behörde ist die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Im Fall einer Umrüstung oder Änderung ist gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. a, b BOA ebenfalls eine Genehmigung für geänderte Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundsaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) ebenso erforderlich wie eine bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor der Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA sowie eine Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA, wobei wiederum die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG zuständig ist.

Weitere Regelungen zur Infrastruktur („Bahnanlagen“) enthält die BOA in den §§ 11-39 BOA.

7.2.1.5 Regelungen und Sicherheitsanforderungen an den Betrieb

Im Folgenden werden die wichtigsten Regelungen und Sicherheitsanforderungen speziell an den Betrieb dargestellt, differenziert nach denen des AEG, der EBO, der EIGV sowie der BOA.

7.2.1.5.1 Regelungen des AEG

7.2.1.5.1.1 Pflicht zur sicheren Betriebsführung

Zunächst bestimmt § 4 Abs. 3 S. 1 AEG, dass die Eisenbahnen und Halter von Eisenbahnfahrzeugen verpflichtet sind, ihren Betrieb sicher zu führen (Nr. 1) und an Maßnahmen des Brandschutzes und der Technischen Hilfeleistung mitzuwirken (Nr. 2).

Eisenbahnen meint dabei gemäß § 2 Abs. 1 AEG wiederum EVU oder EIU, während „Halter von Eisenbahnfahrzeugen“ sich sowohl auf die Fahrzeughalter i. S. des § 2 Abs. 13 AEG als auch die Wagenhalter i. S. des § 2 Abs. 14 AEG bezieht. „Halter“ ist dabei derjenige, der als juristische oder natürliche Person,

als Eigentümer oder Verfügungsberechtigter ein Fahrzeug als Beförderungsmittel nutzt und als solcher in einem Fahrzeugeinstellungsregister registriert ist (das kann insbesondere auch der Hersteller sein) [125].

Die Pflicht zur sicheren Führung des Betriebes in § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG dient der Gewährleistung, dass durch die Eisenbahnen keinerlei Gefahren für Leben, Gesundheit und Sachen bestehen, wobei diese Pflicht in anderen Rechtsquellen konkretisiert wird. Im Rahmen der Mitwirkung an Maßnahmen des Brandschutzes und der Technischen Hilfeleistung laut § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 2 AEG besteht keine primäre Zuständigkeit der EVU und Halter (diese liegt in der Regel bei der öffentlichen Feuerwehr und dem Katastrophenschutz); jedoch gibt es eine Pflicht zu deren Unterstützung.

7.2.1.5.1.2 Pflicht zum Erhalt der Eisenbahninfrastruktur in betriebsbereitem Zustand

Zudem sind Eisenbahnen nach § 4 Abs. 3 S. 2 AEG verpflichtet, die Eisenbahninfrastruktur sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Adressat dieser Pflicht sind mit Blick auf die Legaldefinition der Eisenbahninfrastruktur in § 2 Abs. 6 AEG nur die EIU i. S. des § 2 Abs. 1 Fall 2 AEG.

7.2.1.5.1.3 Pflicht zur Instandhaltung

Gemäß § 4a Abs. 1 S. 1 AEG sind die Eisenbahnen und Halter von Eisenbahnfahrzeugen als „für die Instandhaltung zuständige Stelle“ für die Instandhaltung jedes ihrer Eisenbahnfahrzeuge zuständig. Dabei gilt § 4a AEG (mit Ausnahme von Abs. 3 und 4) für die Instandhaltung aller Arten von Eisenbahnfahrzeugen. In diesem Zusammenhang meint „Instandhaltung“ die Erhaltung der Eisenbahnfahrzeuge im betriebssicheren Zustand [276] [57]. Die Verantwortung für die Instandhaltung kann gemäß § 4a Abs. 1 S. 2 AEG auch auf die für die Instandhaltung zuständige Stelle eines Dritten übertragen werden. Dabei ist eine vollständige Übertragung ebenso nötig wie eine Registrierung als ECM im Fahrzeugeinstellungsregister [51]. Mit dieser Übertragung ist der Dritte als ECM öffentlich-rechtlich für die Instandhaltung der übernommenen Eisenbahnfahrzeuge verantwortlich [52].

Daneben regelt § 4a Abs. 2 AEG die Pflicht der ECM zum Erhalten der von ihnen zur Instandhaltung übernommenen Eisenbahnfahrzeuge in betriebssicherem Zustand. Der Wortlaut „zu halten“ zeigt, dass die Instandhaltungspflicht jederzeit besteht und überdies einer Dynamisierung unterliegt [53]. Dagegen enthält § 4a Abs. 2 AEG keine Aussage darüber, wann sich ein Eisenbahnfahrzeug in betriebssicherem Zustand befindet. Das ergibt sich vielmehr durch weitere Regelungen, insbesondere die des § 4a Abs. 3 und 4 AEG. Hinsichtlich des zeitlichen Anwendungsbereiches endet die Herstellerverantwortung mit der Inbetriebnahme. Zu diesem Zeitpunkt beginnt sowohl die Instandhaltungs- als auch die Betriebsverantwortung [54]. Während die Instandhaltungsverantwortung auf die Aufrechterhaltung des sicheren Betriebszustandes der zur Instandhaltung übernommenen Eisenbahnfahrzeuge abzielt, bezieht sich die Betriebsverantwortung auf die sichere Betriebsführung [55].

7.2.1.5.1.4 Einrichtung eines Sicherheitsmanagementsystems

Gemäß § 4 Abs. 4 S. 1 AEG müssen Eisenbahnen, die eine Sicherheitsbescheinigung oder eine Sicherheitsgenehmigung benötigen, ein Sicherheitsmanagementsystem nach Artikel 9 Absatz 1 bis 5 der Richtlinie (EU) 2016/798 [225] einrichten. Eisenbahnen, die keine Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigung benötigen, haben nach § 4 Abs. 4 S. 2 AEG in geeigneter Weise Regelungen zur Erfüllung der Anforderungen der öffentlichen Sicherheit festzulegen. Überdies müssen in beiden Fällen über den Inhalt der Regelungen in nicht personenbezogener Form Aufzeichnungen geführt werden (vgl. § 4 Abs. 1 S. 1, 2 AEG). Ob eine Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigung notwendig ist (und somit ein Sicher-

heitsmanagementsystem zwingend eingeführt werden muss), hängt davon ab, ob der Eisenbahnbetrieb bzw. der Betrieb der Eisenbahninfrastruktur auf dem übergeordneten Netz i. S. des § 2b Abs. 1 AEG stattfindet (vgl. § 7a Abs. 1 S. 1 AEG zur Sicherheitsbescheinigung sowie § 7c AEG zur Sicherheitsgenehmigung).

7.2.1.5.1.5 Pflicht zur Mitteilung wesentlicher Änderungen des Eisenbahnbetriebes

§ 7f Abs. 3 AEG enthält darüber hinaus eine Pflicht zur Mitteilung wesentlicher Änderungen des Eisenbahnbetriebes. Eine solche wesentliche Betriebsänderung muss demnach 14 Tage vor der Inbetriebnahme bei der zuständigen Behörde angezeigt werden. Für Eisenbahnen des Bundes handelt es sich bei dieser Behörde gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG um das EBA, für die übrigen Eisenbahnen zeichnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden als verantwortlich.

7.2.1.5.1.6 Geltung des § 4 AEG auch auf separater Infrastruktur

Mit Blick auf das auf separater, also vom öffentlichen Eisenbahnnetz abgetrennter, Infrastruktur deutlich geringere Gefahropotenzial stellt sich die Frage, ob und inwieweit die allgemeine Pflicht zur sicheren Durchführung des Betriebes nach § 4 Abs. 1 Nr. 2, Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG auch dort gilt.

Der Betrieb der Eisenbahninfrastruktur wird als „die Ausübung der rechtlichen und tatsächlichen Kontrolle über die Gesamtheit der Funktionen von Eisenbahninfrastrukturanlagen“ definiert [138], während der Betrieb von Eisenbahnfahrzeugen als „das sichere Bewegen von Fahrzeugen im Rahmen von Zug- und Rangierfahrten“ [142] verstanden wird. Allein ausgehend von diesen Definitionen, unterfällt auch das Durchführen von Testfahrten dem Begriff des „Betriebes“ i. S. des § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG. Ein einziger Anknüpfungspunkt für die fehlende Anwendbarkeit des § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG wäre insoweit, dass der Betrieb nur Tätigkeiten im Zusammenhang mit Eisenbahnverkehrsleistungen erfasst, die bei reinen Testfahrten ohne Transport von Gütern oder Personen gerade nicht vorliegen. Die Rechtslage ist diesbezüglich jedoch unklar, zumal die Anforderungen an die Sicherheit der Infrastruktur in jedem Fall weiterbestehen. Auch reine Testfahrten auf separater Infrastruktur unterfallen somit im Zweifel dem Anwendungsbereich des § 4 Abs. 1 Nr. 1, Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG. Daraus ergibt sich insbesondere auch das Bestehen der Pflicht zur sicheren Betriebsführung gemäß § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG sowie der Pflicht zur Mitwirkung an Maßnahmen des Brandschutzes und der Technischen Hilfeleistung gemäß § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 2 AEG. Somit gilt selbst bei abgegrenzter Eisenbahninfrastruktur die Pflicht zur sicheren Betriebsführung ebenso.

7.2.1.5.1.7 Mögliche Abmilderung der Verpflichtung zur sicheren Betriebsführung

Eine „Abmilderung“ der Verpflichtung zur sicheren Betriebsführung wäre nur mit folgender Überlegung möglich: Allgemein wird ein Zusammenhang der in § 4 Abs. 1 AEG normierten Sicherheitspflicht mit dem Zweck der jeweiligen Infrastruktur angenommen. Mit anderen Worten: Der Umfang der Sicherheitspflicht ist abhängig von der Funktion und Kapazität einer Strecke [143]. Bei einer Festlegung der betreffenden (abgegrenzten) Strecke als Teststrecke durch das EIU wären vor diesem Hintergrund möglicherweise entsprechend niedrigere Anforderungen an die Sicherheitspflicht zu stellen. So könnten etwa nicht die üblichen Kriterien für einen sicheren Eisenbahnbetrieb gelten, sondern vielmehr könnten sich die Anforderungen in Bezug auf § 4 Abs. 1, 3 AEG so darstellen, dass die Durchführung der Erprobungen in sich sicher sein muss, sodass durch sie keine Gefahr für Leben und Gesundheit anderer Menschen entsteht.

Auch diese Auslegung ergibt sich jedoch weder ausdrücklich aus dem Gesetz, noch findet sich ein gesetzlicher Anhaltspunkt dafür. Gerade mit Blick auf Erprobungen mit einem höheren Gefahrpotenzial (z. B. mit der gezielten Herbeiführung von Crashes) und auf das damit verbundene Haftungsrisiko empfiehlt sich im Sinne der Rechtssicherheit eine gesetzliche Normierung (dazu später noch ausführlich in Kapitel 7.2.1.7.4).

7.2.1.5.2 Regelungen der EBO

Hinsichtlich der allgemeinen Anforderungen an die Sicherheit kann wiederum auf die bereits in Kapitel 7.2.1.3.1.1 gemachten Ausführungen verwiesen werden: Es gilt die allgemeine Sicherheitsanforderung des § 2 EBO, wobei § 3 Abs. 1 EBO die Möglichkeit von Ausnahmen vorsieht. In den §§ 34–46 EBO enthält die EBO außerdem spezielle Regelungen zum Bahnbetrieb.

7.2.1.5.3 Regelungen der EIGV

Die EIGV enthält naturgemäß keine Regelungen zur Durchführung des Betriebes.

7.2.1.5.4 Regelungen der BOA

Neben der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 3 Abs. 1 BOA (siehe oben, Kapitel 7.2.1.3.3.1) enthält die BOA in ihren §§ 51–61 BOA außerdem spezielle Regelungen zum Betriebsdienst. Überdies finden sich in den §§ 62–63 BOA Vorschriften zu Ereignissen, Wagenbeschädigungen und zum Aufgleisen von Fahrzeugen. Zudem enthält die BOA eine Genehmigungspflicht für neue Betriebsarten mit Triebfahrzeugen oder sonstigen Rangiermitteln nach § 7 Abs. 1 S. 1 lit. d BOA. Zuständige Behörde ist die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. § 66 BOA ermöglicht wiederum Ausnahmegenehmigungen, insbesondere auch zum Betriebsdienst, die durch die jeweilige Landesbehörde erteilt werden (vgl. § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG).

7.2.1.6 Verantwortlichkeit der Beteiligten untereinander im Regelbetrieb

Im Folgenden wird – lediglich überblicksartig – die Verantwortlichkeit der Beteiligten untereinander im Regelbetrieb skizziert.

Verantwortlichkeit für Mängel am Fahrzeug

Die Instandhaltungsverantwortung nach § 4a Abs. 1 AEG tragen Eisenbahnen oder die Halter von Eisenbahnfahrzeugen (als für die Instandhaltung zuständige Stelle). Dabei ist eine Übertragung der Instandhaltungsverantwortung auf Dritte möglich.

Im Fall einer Personenverschiedenheit ist entweder die Eisenbahn oder der Halter die ECM, wobei weder im nationalen Recht noch im Unionsrecht festgelegt ist, wer genau in diesem Fall als ECM anzusehen ist [56]. Vor diesem Hintergrund ist eine interne Vereinbarung zwischen der Eisenbahn und dem Halter notwendig.

Verantwortlichkeit für Mängel an der Infrastruktur

Die grundsätzliche Verantwortung für Mängel an der Infrastruktur trägt der Betreiber der Schienenwege, der gemäß § 4 Abs. 3 S. 2, Abs. 7 AEG zum Erhalt der Eisenbahninfrastruktur in betriebsbereitem Zustand verpflichtet ist.

Verantwortlichkeit für Mängel im Betrieb

Verantwortlich für Mängel im Betrieb zeichnen grundsätzlich Eisenbahnen und Halter von Eisenbahnfahrzeugen, die gemäß § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG zur sicheren Betriebsführung verpflichtet sind.

7.2.1.7 Regelungen zu Probefahrten

Eine Inbetriebnahme i. S. des § 4 Abs. 2 AEG – das AEG verwendet an dieser Stelle „Inbetriebnahme“ sowohl für Fahrzeuge als auch für Infrastruktur – meint gerade keinen Versuchs- oder Probetrieb, sondern den erstmaligen dauerhaften Einsatz einer neu hergestellten oder wesentlich geänderten Eisenbahninfrastruktur oder eines Fahrzeuges [122]. Auf dem Testfeld sollen jedoch Änderungen an Fahrzeugen und Infrastruktur lediglich erprobt werden. Eine Genehmigung für das Inverkehrbringen oder die Inbetriebnahme bzw. eine erneute Abnahme oder Ähnliches, die auf den dauerhaften Einsatz abzielt, wäre deshalb nicht sinngerecht. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden die in den einzelnen maßgeblichen Rechtsquellen vorgesehenen Regelungen zu Probefahrten dargestellt. Diese erfassen gerade den auf dem Testfeld beabsichtigten Fall, dass Änderungen an Fahrzeugen, Infrastruktur und Betrieb lediglich zu Erprobungszwecken und nicht etwa mit Blick auf eine langfristige Nutzung vorgenommen werden.

7.2.1.7.1 Probefahrt nach der EBO

Die EBO enthält mit § 40 Abs. 8 EBO lediglich eine einzige Vorschrift zu Probefahrten. Demnach sind für Probefahrten „Ausnahmen von vorstehenden Vorschriften zulässig (§ 3 Abs. 1 Nr. 2), ausgenommen von der Vorschrift in Absatz 6.“ Nach dem Gesetzeswortlaut gilt § 40 Abs. 8 EBO somit lediglich für Ausnahmen von den Vorschriften des § 40 EBO. Durch einen Erlass des Bundesverkehrsministeriums [17] wurde jedoch einerseits die Zuständigkeit für Ausnahmen im Zuge von Probefahrten gemäß § 40 Abs. 8 EBO

auf das EBA übertragen, andererseits klargelegt, dass auch von anderen Vorschriften der EBO als denen des § 40 EBO abgewichen werden kann. Somit sind Probefahrten nach der EBO über eine entsprechende Ausnahmegenehmigung des EBA nach § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 EBO möglich.

Materielle Voraussetzung für eine Probefahrt bzw. eine solche Ausnahmegenehmigung ist eine Sicherheitsbewertung des Gefahrenpotenzials sowie die Beachtung der Grundsätze der Sicherheit [229]. Angesichts der Tatsache, dass eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nicht nur von der Vorschrift des § 40 EBO, sondern auch von sonstigen Vorschriften der EBO möglich ist, erstreckt sich die Möglichkeit von Ausnahmen zu Probezwecken nicht nur auf den Bereich des Betriebes und der Fahrzeuge, sondern insbesondere auch auf den der Infrastruktur. Allerdings ist zu beachten, dass eine solche Ausnahmegenehmigung materiell eine Sicherheitsbewertung des Gefahrenpotenzials sowie die Beachtung der Grundsätze der Sicherheit erfordert. Im Fall einer Änderung an Bahnanlagen ist das Gefahrpotenzial aber typischerweise höher als bei Fahrzeugen, sodass solche Ausnahmegenehmigungen voraussichtlich nur sehr restriktiv erteilt werden.

7.2.1.7.2 Probefahrt nach der EIGV

In der EIGV wurde mit § 15 EIGV eine eigenständige Regelung für Probefahrten geschaffen.

7.2.1.7.2.1 Definition

„Probefahrten“ werden in § 2 Nr. 18 EIGV definiert als „Fahrten zur praktischen Erprobung noch nicht genehmigter technischer oder betrieblicher Parameter struktureller Teilsysteme oder Fahrten zur Erprobung der sicheren Integration der strukturellen Teilsysteme untereinander; die Erprobung ist nur vorübergehend und schließt einen bestimmungsgemäßen Betrieb, insbesondere die Beförderung von Personen und Gütern, aus“. Die Bestimmungen des § 15 EIGV gelten also nur insoweit, als die in der Definition des § 2 Nr. 18 EIGV genannten Voraussetzungen erfüllt sind.

7.2.1.7.2.2 Erfordernis einer Genehmigung

Gemäß § 15 Abs. 1 EIGV dürfen Eisenbahnen und Fahrzeughalter ohne Genehmigung Probefahrten durchführen, wenn hierbei die Sicherheit des Eisenbahnverkehrs nicht beeinträchtigt wird. Unter dieser Voraussetzung ist die Durchführung einer Probefahrt somit sogar ohne besondere Genehmigung möglich.

Eine Genehmigung ist dagegen gemäß § 15 Abs. 4 S. 1 EIGV dann nötig, „wenn bei den Fahrten auf den jeweiligen Strecken oder beim Befahren von Gleisbögen abgewichen werden soll von

1. zulässigen Radsatzlasten und Fahrzeuggewichten je Längeneinheit,
2. geltenden Maßen der Bezugslinie,
3. vorgeschriebenen und bestimmungsgemäß betriebenen Zugfunk- und Zugbeeinflussungsanlagen,
4. festgelegten Bremswegen oder
5. zulässigen Geschwindigkeiten.“

§ 15 Abs. 4 S. 2 EIGV stellt weiter klar, dass Gegenstand der genannten Genehmigung ausschließlich die Zulässigkeit der Abweichungen von den in Satz 1 genannten Parametern ist. Sofern eine Genehmigung nach § 15 Abs. 4 S. 1 EIGV vorliegt, bedarf es gemäß § 15 Abs. 4 S. 3 EIGV außerdem im genehmigten Umfang keiner anderen eisenbahnrechtlichen Ausnahmegenehmigung.

§ 15 Abs. 6 EIGV nennt schließlich Fälle, in denen die Genehmigung zur Probefahrt zwingend zu erteilen ist. Das ist dann der Fall, wenn der Antragsteller für die beantragten Probefahrten ein Risikomanagementverfahren durchgeführt (Nr. 1) oder durch eine schriftliche oder elektronische Erklärung nach Artikel 16 der DVO (EU) Nr. 402/2013 [90] bestätigt hat, dass alle für die Art und den Umfang der beantragten Probefahrten ermittelten Gefährdungen und damit verbundenen Risiken auf einem vertretbaren Niveau gehalten werden (Nr. 2).

7.2.1.7.2.3 Verfahren bei Durchführung einer Probefahrt

Sofern erforderlich, ist zunächst die Genehmigung zur Durchführung einer Probefahrt einzuholen. Eine nach § 15 Abs. 4 EIGV nötige Genehmigung ist gemäß § 15 Abs. 5 EIGV schriftlich oder elektronisch zu beantragen. Zuständige Behörde ist gemäß § 10 Abs. 2 S. 3 EIGV das EBA.

Im Anschluss muss sich das EVU oder der Fahrzeughalter, das oder der die Probefahrt durchführt, mit dem betroffenen EIU abstimmen (§ 15 Abs. 2 S. 1 EIGV). Das betroffene EIU hat dem Ersuchenden gemäß § 15 Abs. 2 S. 2 EIGV die Probefahrt innerhalb von drei Monaten nach dem erstmaligen Ersuchen zu gewähren, wenn die sichere Durchführung der Probefahrt gewährleistet ist.

Sofern die Probefahrten nicht innerhalb von drei Monaten nach dem erstmaligen Ersuchen seitens des EIU gewährt wird, kann gemäß § 15 Abs. 3 EIGV das EBA die Durchführung von Probefahrten anordnen, wenn die sichere Durchführung der Probefahrt gewährleistet ist.

7.2.1.7.2.4 Sichere Durchführung der Probefahrt

Wie bereits mehrfach erwähnt wurde, setzt die Durchführung der Probefahrt voraus, dass deren sichere Umsetzung gewährleistet ist. EVU bzw. Fahrzeughalter trifft somit eine Pflicht zur sicheren Durchführung des Betriebes der Probefahrt.

Weitere Einzelheiten zu Probefahrten auf der Infrastruktur der DB Netz AG finden sich etwa in Modul 810.0400 der Richtlinie für den technischen Netzzugang als Bestandteil der SNB [230].

7.2.1.7.2.5 Anwendungsbereich des § 15 EIGV

Die Regelung zu Probefahrten in § 15 EIGV gilt nach ihrem Wortlaut (vgl. allein „Probefahrt“) nur für Fahrzeuge. So spricht etwa die Vorschrift des § 15 Abs. 4 EIGV von Abweichungen der zulässigen Rad-satzlasten und Fahrzeuggewichte oder festgelegter Bremswege und Geschwindigkeiten. Das alles sind allein fahrzeugbezogene Angaben. Zudem befindet sich § 15 EIGV systematisch in Kapitel 3 der EIGV und somit nach Kapitel 2, das die Erteilung von Genehmigungen für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen und von Fahrzeugtypgenehmigungen regelt. Kapitel 4 und 5 enthalten dagegen Vorschriften zur Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für die Infrastruktur. Würde sich § 15 EIGV auch auf die Infrastruktur beziehen, hätte ihn der Normgeber mutmaßlich und sinnvollerweise nach Kapitel 4 und 5 platziert.

Somit gilt § 15 EIGV lediglich für Ausnahmen zu Probezwecken bei Fahrzeugen, eben „Probefahrten“ in diesem Sinn. Dieses Ergebnis wird auch durch die Definition des § 2 Nr. 18 EIGV bestätigt, der lediglich auf die Erprobung „technischer oder betrieblicher Parameter struktureller Teilsysteme oder Fahrten zur Erprobung der sicheren Integration der strukturellen Teilsysteme untereinander“ abzielt.

7.2.1.7.3 Probefahrt nach der BOA

Die BOA enthält keine gesonderten Regelungen zu Probefahrten. Jedoch ist nach § 66 BOA eine Ausnahmegenehmigung möglich bei „Bau, Veränderungen, Instandhaltung von Bahnanlagen und Fahrzeugen sowie beim Betriebsdienst“. In Ermangelung konkreter Regelungen wird man die Vorschrift des § 66 BOA (gerade auch mit Blick auf die im Rahmen der EIGV und der EBO vorgesehenen Möglichkeiten zu Probezwecken) dahingehend auslegen müssen, dass insbesondere auch Ausnahmegenehmigungen zu Probezwecken (die bei der Gewährleistung einer sicheren Betriebsführung sogar ein „Minus“ im Vergleich zu einer dauerhaften Ausnahme darstellen) erfasst sind. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Eine solche Ausnahmegenehmigung kann jedoch mit Blick auf § 3 Abs. 1 BOA ebenfalls nur dann erteilt werden, wenn die sichere Durchführung der Probefahrt gewährleistet ist.

Seinem Wortlaut nach gilt § 66 BOA sowohl für Ausnahmen beim Bau und bei Veränderungen von Infrastruktur und Fahrzeugen als auch beim Betrieb.

7.2.1.7.4 Probefahrt nach dem AEG

Das AEG enthält weder spezielle Regelungen zu Probefahrten noch Ausnahmemöglichkeiten von seinen Vorschriften, insbesondere von denen zur sicheren Betriebsführung. Somit wären an sich außerhalb des Anwendungsbereiches von EIGV, EBO und BOA (dazu Kapitel 7.2.1.1.4 mit Fußnote 10) keine Ausnahmen für Fahrten zu Probezwecken möglich.

Gegen dieses Ergebnis spricht jedoch, dass die nichtöffentliche, abgegrenzte Infrastruktur (auf der allein das AEG gilt) weit weniger Gefahrenpotenzial birgt, insbesondere dann, wenn dort kein Regelbetrieb stattfindet, sondern gerade unter separaten Bedingungen Tests durchgeführt werden sollen. Auch lassen EIGV, EBO und BOA – die ja gerade die Generalklausel des § 4 Abs. 1 AEG konkretisieren – Ausnahmegenehmigungen der Aufsichtsbehörde insbesondere für Fahrten zu Probezwecken zu. Die Interessenlage hinsichtlich eines Bedürfnisses für Ausnahmen zu Probezwecken ist insoweit vergleichbar. Wie soeben festgestellt wurde, besteht auf abgegrenzter Infrastruktur ein weitaus geringeres Gefahrenpotenzial als beispielsweise auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz. Vor diesem Hintergrund lässt sich sogar folgern, dass – wenn schon die EIGV auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz Ausnahmemöglichkeiten für Probefahrten vorsieht – das erst recht auf der abgegrenzten Infrastruktur möglich sein muss (Erst-Recht-Schluss). Diese Erwägungen sprechen somit für die Möglichkeit der Aufsichtsbehörde zu Ausnahmegenehmigungen für Probezwecke im (alleinigen) Anwendungsbereich des AEG.

Rechtlich lässt sich das wie folgt konstruieren: Einerseits lässt sich mit Blick auf die vorhandene (wohl auch planwidrige) Regelungslücke sowie die vergleichbare Interessenlage eine Gesamtanalogie zu den vorgesehenen Ausnahmeregelungen in EIGV, EBO und BOA annehmen. Dagegen spricht jedoch, dass EIGV, EBO und BOA lediglich den Rang einer Verordnung haben und das höherrangige AEG konkretisieren.

Andererseits (oder auch zusätzlich) lässt sich die Befugnis der Aufsichtsbehörde zur Erteilung von Ausnahmegenehmigungen für Probezwecke aus § 5a Abs. 2 S. 1 AEG ableiten: Aufgabe der Eisenbahnaufsichtsbehörde im Bereich des Eisenbahnrechts ist gemäß § 5a Abs. 1 AEG die Gefahrenabwehr. Zu diesem Zweck hat die Aufsichtsbehörde gemäß § 5a Abs. 2 S. 1 AEG die Befugnis, die erforderlichen Maßnahmen zu treffen. Eine Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde zu Probezwecken lässt sich somit als „Minusmaßnahme“ der Gefahrenabwehr im Eisenbahnrecht ansehen und somit auf § 5a Abs. 2 S. 1 AEG stützen.

Die Entscheidung der Aufsichtsbehörde über eine mögliche Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken erfolgt wiederum im Einzelfall unter Darlegung der jeweils maßgeblichen Abweichungen und der vorgesehenen Maßnahmen im Rahmen einer Risikobewertung. Zuständige Aufsichtsbehörde wäre für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für die übrigen Eisenbahnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Nimmt man die Möglichkeit einer solchen Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken auch im Rahmen des AEG an, so stellt sich weiter die Frage nach deren Umfang. Grundsätzlich gilt stets die Maßgabe einer sichergestellten Betriebssicherheit. Unproblematisch sind deshalb solche Erprobungen, die auch im Rahmen von Probefahrten bzw. Ausnahmen nach der EIGV, EBO und BOA zulässig wären, d. h. solche, bei denen die Betriebssicherheit¹² weiterhin gewährleistet ist. Dagegen ist fraglich, ob und inwieweit auf separater Infrastruktur auch solche Erprobungen durchgeführt werden können, bei denen die Betriebssicherheit nicht immer gewährleistet werden kann.

Grundsätzlich muss gemäß § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG auch auf separater Infrastruktur die Betriebssicherheit gewährleistet sein. Für eine Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde auch für Maßnahmen mit hohem Gefahrenpotenzial (z. B. bei der Herbeiführung von Crashes) spricht zunächst, dass die separate, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur bei fachgerechter Durchführung trotzdem nur ein geringes Gefahrenpotenzial (insbesondere nur für Sachen) birgt. So könnte man etwa die Sicherheitsanforderungen des § 4 AEG bei einer Definition der Infrastruktur als Teststrecke durch den Infrastrukturbetreiber dahingehend einschränkend auslegen, dass nur die Erprobung selbst sicher durchgeführt werden muss (dazu bereits oben in Kapitel 7.2.1.5.1.7), was insbesondere bei einer Zertifizierung der Strecke als Testanlage anzunehmen wäre.

Dagegen spricht jedoch, dass unter Umständen die Eisenbahninfrastruktur durch die Erprobung sogar gezielt beschädigt wird. Außerdem gilt § 4 Abs. 1 AEG, wie ausgeführt wurde, gerade auch für eine abgegrenzte, nichtöffentliche Infrastruktur.

Jedenfalls führt die fehlende Normierung von Ausnahmemöglichkeiten im AEG insbesondere zu Probezwecken zu einer erheblichen Rechtsunsicherheit. Gerade bei Erprobungen mit einem hohen Gefahrenpotenzial stellt sich die Frage nach der Haftung im Fall von möglichen Unfällen, wodurch sich die Aufsichtsbehörde bei der vorherigen Erteilung einer Ausnahmegenehmigung im schlimmsten Fall sogar strafrechtlichen Konsequenzen stellen muss. Es ist deshalb schon fraglich, inwieweit die zuständige Aufsichtsbehörde solche Ausnahmegenehmigungen angesichts der fehlenden expliziten Rechtsgrundlage überhaupt erteilen wird. Wegen dieser unklaren Rechtslage wäre mit Blick auf die Rechtssicherheit eine Normierung im AEG (unter Berücksichtigung der bereits bestehenden Regelungen etwa der EIGV) wünschens- und empfehlenswert. In diesem Zuge erscheint auch eine Klarstellung der geltenden Rechtsvorschriften auch nichtöffentlicher, separater Infrastruktur (vgl. hierzu Kapitel 7.2.1.1.4) als sinnvoll.

¹² Die im Anschluss unter 7.2.4 untersuchten Erprobungsmethoden unterscheiden sich einzeln beim Aufwand zur Sicherstellung der Betriebssicherheit. Sind bestehende Regelwerke nicht anwendbar oder ausreichend, können methodische Ansätze des Risikomanagements hinzugezogen werden. Da bislang die zu untersuchenden Erprobungsmethoden nur sehr abstrakt dargestellt sind und eine konkrete Untersuchung der rechtlichen Umsetzbarkeit aus diesem Grund nicht möglich ist, wird im Rahmen der noch folgenden Ausführungen des Abschlussberichtes hinsichtlich der Durchführbarkeit der Erprobungen stets nur abstrakt darauf abgestellt, ob die Betriebssicherheit gewährleistet ist.

7.2.1.7.5 Zusammenfassung

EIGV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regelung zu Probefahrten in § 15 EIGV für Fahrzeuge ▪ Ohne Genehmigung möglich, sofern die Sicherheit des Eisenbahnverkehrs nicht beeinträchtigt wird ▪ Zuständige Behörde: EBA
EBO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausnahmen zu Probezwecken über Ausnahmegenehmigung nach § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 EBO möglich ▪ Zuständige Behörde: EBA oder zuständige Landesbehörde (vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 2 EBO)
BOA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine gesonderten Regelungen zur Probefahrt in der BOA ▪ Ausnahmegenehmigungen nach § 66 BOA möglich bei Bau, Veränderungen, Instandhaltung von Bahnanlagen und Fahrzeugen sowie beim Betriebsdienst ▪ Zuständige Behörde: Zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG
AEG	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine normierten Ausnahmemöglichkeiten im AEG ▪ Notwendigkeit einer Gesamtanalogie ▪ Rechtsunsicherheit: Normierung einer Ausnahme zu Probezwecken wünschenswert

Abbildung 7.2: Regelungen zu Probefahrten (Eigene Darstellung)

7.2.2 Übersicht über die einzuholenden Genehmigungen

An dieser Stelle folgt eine Übersicht über die wichtigsten für einen Testbetrieb bzw. den Betrieb einer Teststrecke einzuholenden eisenbahnrechtlichen Genehmigungen. Abhängig von der vorgesehenen Erprobungsmaßnahme oder aber auch nur bei der Durchführung eines realen Eisenbahnbetriebes sind eine Vielzahl von eisenbahnrechtlichen Genehmigungen notwendig. Das Kapitel soll deshalb helfen, einen Überblick über die wichtigsten einzuholenden Genehmigungen zu schaffen, um die spätere konkrete Durchführung der geplanten Erprobungen zu erleichtern.

Bei der Darstellung wird wiederum differenziert nach den Genehmigungen für Fahrzeuge, die Infrastruktur sowie die Durchführung des Betriebes, wobei auch an dieser Stelle eine weitere Differenzierung nach den Vorschriften des AEG, der EIGV, der EBO und der BOA erfolgen muss, da die Versuche auf verschiedenen Arten von Infrastruktur erfolgen können.

7.2.2.1 Genehmigungen im Bereich der Fahrzeuge

Zunächst werden die maßgeblichen Genehmigungen beim Inverkehrbringen sowie der Änderung von Fahrzeugen, differenziert nach dem Anwendungsbereich der EIGV, der EBO, der BOA sowie ausschließlich des AEG dargestellt.

7.2.2.1.1 Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA

Auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA und somit im Anwendungsbereich der EIGV bedarf es für das erstmalige Inverkehrbringen eines Fahrzeuges einer Genehmigung für das Inverkehrbringen nach § 9 Abs. 1 EIGV. Genehmigungsstelle sind nach § 10 Abs. 2 S. 2 EIGV entweder das EBA oder die ERA.

Für die Umrüstung oder Änderung eines Fahrzeuges bedarf es nur dann einer Genehmigung für das Inverkehrbringen nach § 9 Abs. 3 EIGV, falls eine in Anlage 4 EIGV genannte Maßnahme durchgeführt wird. Genehmigungsstelle ist wiederum entweder das EBA oder die ERA nach § 10 Abs. 2 S. 2 EIGV.

7.2.2.1.2 Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV

Die EBO schreibt für das erstmalige Inverkehrbringen von Fahrzeugen die Abnahme nach § 32 Abs. 1 EBO vor. Diese erfolgt für Eisenbahnen des Bundes durch das EBA, für nichtbundeseigenen Eisenbahnen durch die zuständige Landesbehörde; vgl. § 3 Abs. 2 EBO.

Eine Umrüstung oder Änderung von Fahrzeugen erfordert nur dann ebenfalls eine Abnahme nach § 1 Abs. 4 i. V. mit § 32 Abs. 1 EBO, falls ein umfassender Umbau erfolgt. Für Eisenbahnen des Bundes erfolgt die Abnahme wiederum durch das EBA, für nichtbundeseigenen Eisenbahnen durch die zuständige Landesbehörde; vgl. § 3 Abs. 2 EBO. Wann ein solcher umfassender Umbau i. S. des § 1 Abs. 4 EBO vorliegt, ist nicht genauer definiert [274].

7.2.2.1.3 Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur bzw. Anschlussbahn

Für Anschlussbahnen und somit im Anwendungsbereich der BOA bedarf es für ein erstmaliges Inverkehrbringen von Fahrzeugen einer Genehmigung für neue Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen gemäß § 7 Abs. 1 S. 1 lit. c BOA. Zudem bedarf es vor der Inbetriebnahme einer bahnaufsichtsrechtlichen Prüfung nach § 8 Abs. 1 BOA sowie einer Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Auch für eine Umrüstung oder Änderung bedarf es gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. c BOA einer Genehmigung für geänderte Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen sowie ebenfalls einer bahnaufsichtsrechtlichen Prüfung vor der Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA und einer Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA, wobei wiederum die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG zuständig zeichnet.

7.2.2.1.4 Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur

Auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Eisenbahninfrastruktur gilt lediglich das AEG, das keine besonderen Genehmigungen für Fahrzeuge vorsieht.

7.2.2.1.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 7.1 werden zusammenfassend die jeweils nötigen Genehmigungen im Anwendungsbereich der EIGV, der EBO, der BOA sowie lediglich des AEG dargestellt. Dabei beschränkt sich die Darstellung auf den für Erprobungsversuche vor allem relevanten Fall der Änderungen am Fahrzeug.

7.2.2.2 Genehmigungen im Bereich Infrastruktur

Parallel zu den Ausführungen im Bereich der Fahrzeuge werden nun die maßgeblichen Genehmigungen bei der Inbetriebnahme bzw. Änderung von Eisenbahninfrastruktur dargestellt. Dabei wird wiederum zwischen dem Anwendungsbereich der EIGV, der EBO, der BOA sowie ausschließlich des AEG differenziert.

TABELLE 7.1: BENÖTIGTE GENEHMIGUNGEN IM ANWENDUNGSBEREICH DER EIGV; EBO; BOA UND DES AEG – ÄNDERUNG FAHRZEUGE

Genehmigung für Änderungen am Fahrzeug	
Anwendungsbereich der EIGV	<ul style="list-style-type: none"> - Genehmigung für das Inverkehrbringen nach § 9 Abs. 3 EIGV, falls eine in Anlage 4 EIGV genannte Maßnahme durchgeführt wird - Zuständige Behörde: EBA oder ERA nach § 10 Abs. 2 S. 2 EIGV
Anwendungsbereich der EBO	<ul style="list-style-type: none"> - Abnahme nach § 1 Abs. 4 i. V. mit § 32 Abs. 1 EBO, falls umfassender Umbau - Zuständige Behörde: EBA für Eisenbahnen des Bundes, zuständige Landesbehörde für nichtbundeseigenen Eisenbahnen (vgl. § 3 Abs. 2 EBO)
Anwendungsbereich der BOA	<ul style="list-style-type: none"> - Genehmigung für geänderte Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. c BOA - Bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA - Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA - Zuständige Behörde: Staatliche Bahnaufsicht = Zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG
Anwendungsbereich nur des AEG ¹³	<ul style="list-style-type: none"> - keine Genehmigungen vorgesehen

7.2.2.2.1 Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA

Im Anwendungsbereich der EIGV erfordert die erstmalige Inbetriebnahme der Eisenbahninfrastruktur einer Inbetriebnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 2 EIGV. Zuständige Genehmigungsstelle ist gemäß § 10 Abs. 2 S. 3 EIGV das EBA.

Im Fall einer Umrüstung oder Änderung ist eine Inbetriebnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 4 EIGV nur unter den dort genannten Voraussetzungen nötig, wobei das EBA wiederum zuständige Genehmigungsstelle ist (vgl. § 10 Abs. 2 S. 3 EIGV).

Antragsteller ist das verantwortliche EIU, wobei der Antragsteller nach § 10 Abs. 1 VV IBG Infrastruktur [270] einen Inbetriebnahmeverantwortlichen oder einen anderen geeigneten Mitarbeiter bestellen muss, der die Aufgaben aus den §§ 18 und 23 EIGV wahrnimmt.

7.2.2.2.2 Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV

Die EBO enthält keine besonderen Regelungen hinsichtlich der Inbetriebnahme bzw. Umrüstung oder Änderung von Infrastruktur. Stattdessen wird die Einhaltung der Vorschriften über die notwendige Sicherheitsgenehmigung nach § 7c AEG bzw. die Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes nach § 7f AEG oder ein ggf. durchzuführendes Planfeststellungs- oder Plangenehmigungsverfahren sichergestellt.

¹³ Das ist der Fall auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Eisenbahninfrastruktur.

7.2.2.2.3 Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur bzw. Anschlussbahn

Im Anwendungsbereich der BOA bedarf es für die erstmalige Inbetriebnahme einer Eisenbahninfrastruktur zunächst der Genehmigung für neue Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundsaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) gemäß § 7 Abs. 1 S. 1 lit. a, b BOA. Zusätzlich ist eine bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor der Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA sowie eine Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA erforderlich. Zuständige Behörde ist jeweils die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Auch bei einer Umrüstung oder Änderung bedarf es der Genehmigung für geänderte Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundsaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. a, b BOA sowie wiederum einer bahnaufsichtsrechtlichen Prüfung vor der Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA und einer Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA, wobei wiederum die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG zuständig ist.

7.2.2.2.4 Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur

Auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Eisenbahninfrastruktur gilt lediglich das AEG, das keine besonderen Genehmigungen für Eisenbahninfrastruktur vorsieht.

7.2.2.2.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 7.2 werden zusammenfassend die jeweils nötigen Genehmigungen im Anwendungsbereich der EIGV, der EBO, der BOA sowie lediglich des AEG dargestellt. Dabei beschränkt sich die Darstellung auf den für Erprobungsversuche vor allem relevanten Fall der Änderungen an der Infrastruktur.

7.2.2.3 Genehmigungen im Bereich Betrieb

Zuletzt werden die wichtigsten Genehmigungen im Bereich des Betriebes dargestellt. Abweichend von den Ausführungen zu Fahrzeugen und der Infrastruktur wird dabei auf Grund anderer Anknüpfungsvoraussetzungen der Genehmigungen für den Betrieb zwischen dem übergeordneten Netz i. S. des § 2b AEG, der öffentlichen Eisenbahninfrastruktur, die kein übergeordnetes Netz ist, der nichtöffentlichen Eisenbahninfrastruktur, die eine Anschlussbahn ist, sowie der nichtöffentlichen, abgegrenzten Eisenbahninfrastruktur differenziert.

Selbst im Rahmen dieser Unterscheidung kann angesichts der zum Teil zahlreichen Ausnahmen der Genehmigungstatbestände die Notwendigkeit einzelner Genehmigungen nicht pauschal festgestellt werden, sondern muss vielmehr im Einzelfall beurteilt werden. Die folgende Darstellung dient deshalb nur als Überblick darüber, welche Genehmigungen typischerweise notwendig sind, ohne dass dabei ein Anspruch auf Vollständigkeit der Auflistung bestehen soll.

TABELLE 7.2: BENÖTIGTE GENEHMIGUNGEN IM ANWENDUNGSBEREICH DER EIGV; EBO; BOA UND DES AEG – ÄNDERUNG INFRASTRUKTUR

Genehmigung für Änderungen an der Infrastruktur	
Anwendungsbereich der EIGV	<ul style="list-style-type: none"> - Inbetriebnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 4 EIGV nur unter den dort genannten Voraussetzungen nötig - Zuständige Behörde: EBA nach § 10 Abs. 2 S. 3 EIGV
Anwendungsbereich der EBO	<ul style="list-style-type: none"> - keine Genehmigungen vorgesehen
Anwendungsbereich der BOA	<ul style="list-style-type: none"> - Genehmigung für geänderte Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundsaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. a, b BOA - Bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor Inbetriebnahme nach § 8 Abs. 1 BOA - Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA • Zuständige Behörde: Staatliche Bahnaufsicht = Zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG
Anwendungsbereich nur des AEG ¹⁴	<ul style="list-style-type: none"> - keine Genehmigungen vorgesehen

7.2.2.3.1 Übergeordnetes Netz i. S. des § 2b AEG

Unternehmensgenehmigung

Gemäß § 6 Abs. 1 S. 1 AEG bedürfen folgende Tätigkeiten einer Unternehmensgenehmigung:

1. die Erbringung von Eisenbahnverkehrsdiensten
2. die selbständige Teilnahme am Eisenbahnbetrieb durch Fahrzeughalter
3. das Betreiben von Schienenwegen, Steuerungs- und Sicherungssystemen oder Bahnsteigen durch Eisenbahnunternehmen

Betreiber einer Serviceeinrichtung, einer Werksbahn und Tätigkeiten i. S. des § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 1, 2 AEG, soweit die Eisenbahninfrastruktur einer Werksbahn benutzt wird, bedürfen dagegen keiner Unternehmensgenehmigung.

Zuständige Genehmigungsbehörde ist gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG, § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 BEVVG das EBA für Eisenbahnen des Bundes. Bei nichtbundeseigenen Eisenbahnen ist die jeweilige Landesbehörde zuständig (vgl. § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 1b, 2 AEG).

¹⁴ Das ist der Fall auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Eisenbahninfrastruktur.

Sicherheitsbescheinigung

Gemäß § 7a Abs. 1 S. 1 AEG bedürfen EVU für die Teilnahme am Eisenbahnbetrieb auf dem übergeordneten Netz (vgl. hierzu § 2b AEG) einer Sicherheitsbescheinigung. Von dieser Regel machen die § 7a Abs. 1 S. 2, 3 AEG Ausnahmen. Keine Sicherheitsbescheinigungen werden demnach auf Eisenbahninfrastrukturen nach § 2b Abs. 1 Nr. 1–4 AEG bis in den Übergangsbahnhof des übergeordneten Netzes benötigt. Ebenfalls keine Sicherheitsbescheinigung erfordert die Teilnahme am Eisenbahnbetrieb mit Fahrzeugen, die ausschließlich für historische oder touristische Zwecke auf dem übergeordneten Netz genutzt werden.

Zuständige Behörde zur Erteilung der Sicherheitsbescheinigung ist gemäß § 5 Abs. 1e S. 1 Nr. 2a), S. 2, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1a BEVVG das EBA.

Sicherheitsgenehmigung

Während EVU auf dem übergeordneten Netz eine Sicherheitsbescheinigung benötigten, müssen Betreiber der Schienenwege zum Betreiben der Eisenbahninfrastruktur im übergeordneten Netz eine Sicherheitsgenehmigung nach § 7c AEG vorweisen. Zuständige Behörde ist wiederum das EBA gemäß § 5 Abs. 1e S. 1 Nr. 2b), S. 2, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1a BEVVG.

Einrichtung eines Sicherheitsmanagementsystems nach Art. 9 Abs. 1–5 Richtlinie (EU) 2016/798

Gemäß § 4 Abs. 4 AEG müssen Eisenbahnen, die eine Sicherheitsbescheinigung oder eine Sicherheitsgenehmigung benötigen, ein Sicherheitsmanagementsystem nach Art. 9 Abs. 1–5 Richtlinie (EU) 2016/798 einrichten und darüber in nicht personenbezogener Form Aufzeichnungen führen (vgl. § 4 Abs. 4, 5 AEG).

Erlaubnis zur Aufnahme und Anzeige zur Änderung des Betriebes

Eisenbahnen, die keiner Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigungen bedürfen, benötigen gemäß § 7f Abs. 1 S. 1 AEG eine Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes oder zur Erweiterung des Betriebes einer Eisenbahninfrastruktur auf einer Strecke, die nicht unmittelbar an eine bereits von ihr betriebene Strecke angrenzt.

Daneben müssen gemäß § 7f Abs. 3 AEG auch wesentliche Änderungen des zugelassenen Betriebes, die die Betriebssicherheit berühren gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden.

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für Eisenbahnen des Bundes nach § 5 Abs. 1a Nr. 1, 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Einer solchen Erlaubnis zur Aufnahme bzw. Anzeige zur Änderung des Betriebes bedarf es auf dem übergeordneten Netz nur dann, wenn Eisenbahnen keiner Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigung bedürfen, also bei EVU insbesondere dann, wenn ein Ausnahmetatbestand der Sicherheitsbescheinigung eingreift.

Instandhaltungsstellen-Bescheinigung

Gemäß § 7g Abs. 1 S. 1 AEG bedarf die für die Instandhaltung zuständige Stelle einer Instandhaltungsstellen-Bescheinigung, sofern die in § 7g Abs. 1 S. 1 AEG genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Das ist dann der Fall, wenn die instand zuhaltenden Fahrzeuge auf dem übergeordneten Netz verkehren und die für die Instandhaltung zuständige Stelle von Art. 3 Abs. 2 der DVO (EU) 2019/779

[91] erfasst ist, was dann anzunehmen ist, wenn sie für die Instandhaltung von Güterwagen zuständig ist oder es sich um eine Stelle handelt, die weder EVU noch Infrastrukturbetreiber ist und Fahrzeuge ausschließlich für den eigenen Betrieb instand hält. Ausnahmen von der Notwendigkeit einer Instandhaltungsstellen-Bescheinigung legt § 7g Abs. 1 S. 2, 3 AEG fest. Keine Instandhaltungsstellen-Bescheinigung erfordert demnach die Instandhaltung von Fahrzeugen, die ausschließlich für historische oder touristische Zwecke auf dem übergeordneten Netz genutzt werden oder die auf Eisenbahninfrastrukturen nach § 2b Abs. 1 Nr. 1–4 AEG betrieben werden und ausschließlich bis in den Übergangsbahnhof des übergeordneten Netzes fahren.

Zuständige Behörde für die Erteilung der Instandhaltungsstellen-Bescheinigung ist das EBA als Sicherheitsbehörde gemäß § 5 Abs. 1d S. 3 Nr. 3, S. 2, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1a BEVVG.

Bestellung eines Betriebsleiters

Gemäß § 1 Abs. 1 EBV müssen EIU mit Sitz im Inland vor der Betriebsaufnahme mindestens einen Betriebsleiter bestellen. EVU mit Sitz im Inland müssen nach § 1 Abs. 2 EBV vor der Betriebsaufnahme ebenfalls mindestens einen Betriebsleiter bestellen, wobei ein Betriebsleiter dann nicht bestellt werden muss, wenn das EVU bereits eine Sicherheitsbescheinigung nach § 7a Abs. 1 AEG benötigt, was auf dem übergeordneten Netz regelmäßig der Fall ist.

Die zuständige Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall bei Vorliegen einfacher Betriebsverhältnisse einer Eisenbahn gemäß § 3 EBV Ausnahmen von der grundsätzlichen Pflicht zur Bestellung eines Betriebsleiters zulassen.

Bei Eisenbahnen, die sowohl als EIU als auch als EVU eines Betriebsleiters bedürfen, kann dieser für beide Bereiche zugleich verantwortlich sein (§ 1 Abs. 3 EBV).

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für bundeseigene Eisenbahnen das EBA gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BEVVG, für nichtbundeseigene Eisenbahnen gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG die jeweils zuständige Landesbehörde.

7.2.2.3.2 Öffentliche Eisenbahninfrastruktur, die kein übergeordnetes Netz ist

Unternehmensgenehmigung

Gemäß § 6 Abs. 1 S. 1 AEG bedürfen folgende Tätigkeiten einer Unternehmensgenehmigung:

1. die Erbringung von Eisenbahnverkehrsdiensten
2. die selbständige Teilnahme am Eisenbahnbetrieb durch Fahrzeughalter
3. das Betreiben von Schienenwegen, Steuerungs- und Sicherungssystemen oder Bahnsteigen durch Eisenbahnunternehmen

Betreiber einer Serviceeinrichtung, einer Werksbahn und Tätigkeiten i. S. des § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 1, 2 AEG, soweit die Eisenbahninfrastruktur einer Werksbahn benutzt wird, bedürfen dagegen keiner Unternehmensgenehmigung.

Zuständige Genehmigungsbehörde ist gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG, § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 BEVVG das EBA für Eisenbahnen des Bundes. Bei nichtbundeseigenen Eisenbahnen ist die jeweilige Landesbehörde zuständig (vgl. § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 1b, 2 AEG).

Erlaubnis zur Aufnahme und Anzeige zur Änderung des Betriebes

Eisenbahnen, die keiner Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigungen bedürfen, benötigen gemäß § 7f Abs. 1 S. 1 AEG eine Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes oder zur Erweiterung des Betriebes einer Eisenbahninfrastruktur auf einer Strecke, die nicht unmittelbar an eine bereits von ihr betriebene Strecke angrenzt.

Daneben müssen gemäß § 7f Abs. 3 AEG auch wesentliche Änderungen des zugelassenen Betriebes, die die Betriebssicherheit berühren gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden.

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Bestellung eines Betriebsleiters

Gemäß § 1 Abs. 1 EBV müssen EIU mit Sitz im Inland vor der Betriebsaufnahme mindestens einen Betriebsleiter bestellen. EVU mit Sitz im Inland müssen nach § 1 Abs. 2 EBV vor der Betriebsaufnahme ebenfalls mindestens einen Betriebsleiter bestellen, wobei ein Betriebsleiter dann nicht bestellt werden muss, wenn das EVU bereits eine Sicherheitsbescheinigung nach § 7a Abs. 1 AEG benötigt.

Die zuständige Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall bei Vorliegen einfacher Betriebsverhältnisse einer Eisenbahn gemäß § 3 EBV Ausnahmen von der grundsätzlichen Pflicht zur Bestellung eines Betriebsleiters zulassen.

Bei Eisenbahnen, die sowohl als EIU als auch als EVU eines Betriebsleiters bedürfen, kann dieser für beide Bereiche zugleich verantwortlich sein (§ 1 Abs. 3 EBV).

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für bundeseigene Eisenbahnen das EBA gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BEVVG, für nichtbundeseigene Eisenbahnen gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG die jeweils zuständige Landesbehörde.

Nicht benötigte Genehmigungen

Mangels übergeordneten Netzes bedarf es hier weder einer Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigung und folglich auch keiner Einrichtung eines Sicherheitsmanagementsystems noch einer Instandhaltungsstellen-Bescheinigung.

7.2.2.3.3 Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur bzw. Anschlussbahn

Unternehmensgenehmigung

Gemäß § 6 Abs. 1 S. 1 AEG bedürfen folgende Tätigkeiten einer Unternehmensgenehmigung:

1. die Erbringung von Eisenbahnverkehrsdiensten
2. die selbständige Teilnahme am Eisenbahnbetrieb durch Fahrzeughalter
3. das Betreiben von Schienenwegen, Steuerungs- und Sicherungssystemen oder Bahnsteigen durch Eisenbahnunternehmen

Betreiber einer Serviceeinrichtung, einer Werksbahn und Tätigkeiten i. S. des § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 1, 2 AEG, soweit die Eisenbahninfrastruktur einer Werksbahn benutzt wird, bedürfen dagegen keiner Unternehmensgenehmigung.

Zuständige Genehmigungsbehörde ist gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG, § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 BEVVG das EBA für Eisenbahnen des Bundes. Bei nichtbundeseigenen Eisenbahnen ist die jeweilige Landesbehörde zuständig (vgl. § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 1b, 2 AEG).

Erlaubnis zur Aufnahme und Anzeige zur Änderung des Betriebes

Eisenbahnen, die keiner Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigungen bedürfen, benötigen gemäß § 7f Abs. 1 S. 1 AEG eine Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes oder zur Erweiterung des Betriebes einer Eisenbahninfrastruktur auf einer Strecke, die nicht unmittelbar an eine bereits von ihr betriebene Strecke angrenzt.

Daneben müssen gemäß § 7f Abs. 3 AEG auch wesentliche Änderungen des zugelassenen Betriebes, die die Betriebssicherheit berühren gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden.

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern laut § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Bestellung eines Betriebsleiters

Gemäß § 1 Abs. 1 EBV müssen EIU mit Sitz im Inland vor der Betriebsaufnahme mindestens einen Betriebsleiter bestellen. EVU mit Sitz im Inland müssen nach § 1 Abs. 2 EBV vor der Betriebsaufnahme ebenfalls mindestens einen Betriebsleiter bestellen, wobei ein Betriebsleiter dann nicht bestellt werden muss, wenn das EVU bereits eine Sicherheitsbescheinigung nach § 7a Abs. 1 AEG benötigt.

Die zuständige Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall bei Vorliegen einfacher Betriebsverhältnisse einer Eisenbahn gemäß § 3 EBV Ausnahmen von der grundsätzlichen Pflicht zur Bestellung eines Betriebsleiters zulassen.

Bei Eisenbahnen, die sowohl als EIU als auch als EVU eines Betriebsleiters bedürfen, kann dieser für beide Bereiche zugleich verantwortlich sein, § 1 Abs. 3 EBV.

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für bundeseigene Eisenbahnen das EBA gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BEVVG, für nichtbundeseigene Eisenbahnen gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG die jeweils zuständige Landesbehörde.

Genehmigung für die Betriebsaufnahme

Gemäß § 9 Abs. 1 BOA ist für das Betreiben einer neuen und bei Rechtsträger- oder Eigentumswechsel einer bestehenden Anschlussbahn eine Genehmigung für die Betriebsaufnahme nötig. Zuständige Behörde ist die Staatliche Bahnaufsicht und somit die jeweils zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Genehmigung zur Aufnahme der Betriebsführung

Eine Genehmigung zur Aufnahme der Betriebsführung ist gemäß § 9 Abs. 4 BOA für die Betriebsführung mit Triebfahrzeugen oder sonstigen Rangiermitteln – ausgenommen Einradwagenschieber und Handseilwinden – notwendig. Zuständige Behörde ist wiederum die Staatliche Bahnaufsicht und damit die jeweils zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Genehmigung für Betriebsarten mit Triebfahrzeugen oder sonstige Rangiermittel

Gemäß § 7 Abs. 1 S. 1 lit. d BOA machen neue Betriebsarten mit Triebfahrzeugen oder sonstigen Rangiermittel eine Genehmigung für Betriebsarten mit Triebfahrzeugen oder sonstige Rangiermittel erforderlich, wobei wiederum die jeweilige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG zuständig zeichnet.

Genehmigung zur Einrichtung von Personenbeförderungen auf Anschlussbahnen

Die Einrichtung von Personenbeförderungen auf Anschlussbahnen (ungeachtet der Frage nach der Vereinbarkeit dieser Regel mit der Definition einer „Werksbahn“ in § 2 Abs. 8 AEG) erfordert gemäß § 4 BOA eine Genehmigung zur Einrichtung von Personenbeförderungen auf Anschlussbahnen. Zuständige Behörde ist der „Leiter der Staatlichen Bahnaufsicht des Ministeriums für Verkehrswesen“. Das ist heute mutmaßlich die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG.

Nicht benötigte Genehmigungen

Mangels übergeordneten Netzes bedarf es weder einer Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigung und folglich auch keiner Einrichtung eines Sicherheitsmanagementsystems noch einer Instandhaltungsstellen-Bescheinigung.

Einer Unternehmensgenehmigung bedarf es insbesondere dann nicht, wenn eine Werksbahn i. S. des § 2 Abs. 8 AEG vorliegt (vgl. § 6 Abs. 1 S. 2 AEG; dazu oben).

7.2.2.3.4 Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur

Unternehmensgenehmigung

Gemäß § 6 Abs. 1 S. 1 AEG bedürfen folgende Tätigkeiten einer Unternehmensgenehmigung:

1. die Erbringung von Eisenbahnverkehrsdiensten
2. die selbständige Teilnahme am Eisenbahnbetrieb durch Fahrzeughalter
3. das Betreiben von Schienenwegen, Steuerungs- und Sicherungssystemen oder Bahnsteigen durch Eisenbahnunternehmen

Betreiber einer Serviceeinrichtung, einer Werksbahn und Tätigkeiten i. S. des § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 1, 2 AEG, soweit die Eisenbahninfrastruktur einer Werksbahn benutzt wird, bedürfen dagegen keiner Unternehmensgenehmigung.

Zuständige Genehmigungsbehörde ist gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG, § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 4 BEVVG das EBA für Eisenbahnen des Bundes. Bei nichtbundeseigenen Eisenbahnen ist die jeweilige Landesbehörde zuständig (vgl. § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 1b, 2 AEG).

Erlaubnis zur Aufnahme und Anzeige zur Änderung des Betriebes

Eisenbahnen, die keiner Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigungen bedürfen, benötigen gemäß § 7f Abs. 1 S. 1 AEG eine Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes oder zur Erweiterung des Betriebes einer Eisenbahninfrastruktur auf einer Strecke, die nicht unmittelbar an eine bereits von ihr betriebene Strecke angrenzt.

Daneben müssen gemäß § 7f Abs. 3 AEG auch wesentliche Änderungen des zugelassenen Betriebes, die die Betriebssicherheit berühren gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden.

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Bestellung eines Betriebsleiters

Gemäß § 1 Abs. 1 EBV müssen EIU mit Sitz im Inland vor der Betriebsaufnahme mindestens einen Betriebsleiter bestellen. EVU mit Sitz im Inland müssen nach § 1 Abs. 2 EBV vor der Betriebsaufnahme ebenfalls mindestens einen Betriebsleiter bestellen, wobei ein Betriebsleiter dann nicht bestellt werden muss, wenn das EVU bereits eine Sicherheitsbescheinigung nach § 7a Abs. 1 AEG benötigt.

Die zuständige Aufsichtsbehörde kann im Einzelfall bei Vorliegen einfacher Betriebsverhältnisse einer Eisenbahn gemäß § 3 EBV Ausnahmen von der grundsätzlichen Pflicht zur Bestellung eines Betriebsleiters zulassen.

Bei Eisenbahnen, die sowohl als EIU als auch als EVU eines Betriebsleiters bedürfen, kann dieser für beide Bereiche zugleich verantwortlich sein, § 1 Abs. 3 EBV.

Zuständige Aufsichtsbehörde ist für bundeseigene Eisenbahnen das EBA gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 1, Abs. 2 S. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BEVVG, für nichtbundeseigene Eisenbahnen gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG die jeweils zuständige Landesbehörde.

Nicht benötigte Genehmigungen

Mangels übergeordneten Netzes bedarf es weder einer Sicherheitsbescheinigung oder -genehmigung und folglich auch keiner Einrichtung eines Sicherheitsmanagementsystems noch einer Instandhaltungsstellen-Bescheinigung.

Einer Unternehmensgenehmigung bedarf es insbesondere dann nicht, wenn eine Werksbahn i. S. des § 2 Abs. 8 AEG vorliegt (vgl. § 6 Abs. 1 S. 2 AEG; dazu oben).

Mangels Anschlussbahn werden auch keine Genehmigungen nach der BOA benötigt.

7.2.3 Durchführung der Erprobungsmethoden auf stillgelegter oder freigestellter Infrastruktur

Im Folgenden wird untersucht, ob und inwieweit Erprobungsmethoden auch auf stillgelegter oder freigestellter Infrastruktur durchgeführt werden können. Hintergrund dieser Überlegung ist die allgemeine Pflicht zur sicheren Betriebsführung in § 4 AEG, die Erprobungsmethoden mit hohem Gefahrenpotenzial auf Eisenbahninfrastruktur verhindert oder zumindest wesentlich erschwert. Diese Pflicht insbesondere des § 4 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 AEG gilt nämlich auch auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur (ausführlich dazu in Kapitel 7.2.1.5.1.6), wobei das AEG jedenfalls gesetzlich keine Ausnahmemöglichkeiten vorsieht (siehe dazu bereits in Kapitel 7.2.1.7.4) Eine mögliche Lösung wäre deswegen die Durchführung der Erprobungsmethoden auf bereits stillgelegter oder sogar freigestellter Infrastruktur.

7.2.3.1 Stillgelegte Eisenbahninfrastruktur

Eine Stilllegung nach § 11 Abs. 1 S. 2 AEG ist nötig, sofern ein öffentliches EIU die

- Einstellung des Betriebes einer Strecke
- die Einstellung des Betriebes einer Serviceeinrichtung
- die Einstellung des Betriebes eines für die Betriebsabwicklung wichtigen Bahnhofs oder
- die mehr als geringfügige Verringerung der Kapazität einer Strecke

beabsichtigt. In Folge der Stilllegung entfällt die Betriebspflicht nach § 11 Abs. 1 S. 1 AEG. Außerdem führt die Stilllegung dazu, dass eine Unternehmensgenehmigung nach § 6 AEG für die betreffende Infrastruktur nicht mehr gilt (vgl. § 6 Abs. 2 S. 2 AEG: Erteilung der Unternehmensgenehmigung für eine bestimmte Infrastruktur).

Ohne eine Unternehmensgenehmigung ist nach § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 3 AEG jedoch gerade kein Betreiben von Schienenwegen, Steuerungs- und Sicherungssystemen oder Bahnsteigen mehr möglich. Zwar sind auf stillgelegter Infrastruktur Inspektions- und Bauzugfahrten mit besonderer Erlaubnis der Aufsichtsbehörde zulässig.¹⁵ Das Durchführen von Tests und Erprobungen erfordert jedoch gerade ein Betreiben der Schienenwege. Dabei sollen nicht nur einzelne Fahrten zur Inspektion vorgenommen werden, die ohnehin ein geringes Gefahrenpotenzial mit sich bringen. Vielmehr soll einerseits ein Regelbetrieb simuliert werden, andererseits sollen Erprobungen mit teilweise hohem Gefahrenpotenzial durchgeführt werden. Stillgelegte Infrastruktur zeichnet sich aber dadurch aus, dass kein Betrieb mehr stattfindet. Somit ist die Durchführung der Erprobungen auf stillgelegter Eisenbahninfrastruktur rechtlich nicht möglich.

Nun lässt sich weiter die Frage stellen, ob dieses Ergebnis auch für Werksbahnen und sonstige Tätigkeiten gilt, die nach § 6 Abs. 1 S. 2 AEG keiner Unternehmensgenehmigung bedürfen. Zwar ist eine Unternehmensgenehmigung in diesen Fällen nicht erforderlich zum Betreiben der Schienenwege. Beispielsweise auf einer Anschlussbahn dürfen jedoch auch nur mit der BOA konforme Tätigkeiten ausgeübt werden; auch die BOA sieht entsprechende Genehmigungen für das Betreiben einer Anschlussbahn vor (siehe dazu bereits Kapitel 7.2.2.3.3.) Nicht möglich ist dabei deswegen die Simulation des „Normalbetriebes“ ohne solche Genehmigungen auf stillgelegter Infrastruktur.

Zusammenfassend ist die Durchführung der Erprobungsmethoden auf stillgelegter Infrastruktur nicht möglich.

7.2.3.2 Freigestellte Eisenbahninfrastruktur

Die Freistellung eines Grundstückes von Bahnbetriebszwecken nach § 23 Abs. 1 AEG ist dann möglich, wenn kein Verkehrsbedürfnis mehr besteht und langfristig eine Nutzung der Infrastruktur im Rahmen der Zweckbestimmung nicht mehr zu erwarten ist. Dabei stellt sich zunächst die Frage, ob die Durchführung von Testfahrten überhaupt noch eine Nutzung der Infrastruktur im Rahmen der Zweckbestimmung darstellt. Nur falls das verneint wird, ist eine Freistellung noch gewidmeter Strecken bei geplanten Erprobungszwecken überhaupt möglich.

¹⁵ Eine ausdrückliche Ermächtigungsgrundlage für eine solche Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde findet sich ebenfalls nicht im AEG. In Betracht kommt jedoch wiederum eine Erlaubnis der Aufsichtsbehörde gestützt auf § 5a Abs. 1 S. 2 Nr. 1, Abs. 2 AEG (vgl. hierzu bereits Kapitel 7.2.1.7.4).

Für eine Nutzung im Rahmen der Zweckbestimmung spricht, dass bei der Durchführung von Testfahrten die betreffende Eisenbahninfrastruktur gerade als solche genutzt werden soll. Es wird einerseits Regelbetrieb simuliert; andererseits sollen Testfahrten und Erprobungen im Zusammenhang mit dem Eisenbahnbetrieb durchgeführt werden. Eine solche Nutzung steht dem Widmungszweck somit nicht per se entgegen. Andererseits sollen aber auch Erprobungen durchgeführt werden, die weit mehr Gefahropotenzial aufweisen als der übliche Regelbetrieb. Dieser sieht (in der Regel) gerade keine gezielte Erprobung vor. Trotzdem handelt es noch um Eisenbahnbetrieb (möglicherweise nur „getesteten“ oder „gestörten“), sodass eine Freistellung bei weiterer Nutzung für Eisenbahnbetriebszwecke bereits regelmäßig ausscheidet.

Die Rechtsfolge einer Freistellung besteht im Wegfall der Wirkungen der Planfeststellung, insbesondere der eisenbahnspezifischen Zweckbindung. Das wiederum bringt auch das Ende der eisenbahnspezifischen Aufsicht mit sich [144]. Auch nach dem Wegfall dieser öffentlich-rechtlichen Pflicht bestehen jedoch weiterhin zivilrechtliche Verkehrssicherungspflichten aus §§ 311, 241 Abs. 2 BGB [30] [124]. Doch selbst bei einer Nutzung der Teststrecke nach ihrer Freistellung müssen weiterhin auch öffentlich-rechtliche Sicherheitspflichten (z. B. des Gewerberechts) beachtet werden. Die Freistellung hat somit lediglich zur Folge, dass die Anlage nicht mehr der Eisenbahnaufsicht unterfällt. Vor dem Hintergrund, dass auf der Strecke jedoch gerade realer Eisenbahnbetrieb simuliert werden soll, erscheint es sinnvoller und auch „näher am geltenden Recht“, wenn die Aufsicht weiterhin durch die zuständige Eisenbahnaufsichtsbehörde ausgeübt wird, zumal das AEG spezielle, auf den Eisenbahnbetrieb zugeschnittene Regelungen enthält, während etwa die Gewerbeordnung oder das allgemeine Sicherheitsrecht kaum praktikabel angewendet werden können (das spricht eben gegen die Freistellung mangels Wegfalles des Widmungszweckes, zu dem auch die Gefahrenabwehr zählt).

Vor diesem Hintergrund ist eine Durchführung der Erprobungsmethoden auf freigestellter Infrastruktur rechtlich nicht oder zumindest nur schwer umsetzbar und jedenfalls auch im Hinblick auf die dann geltenden Sicherheitsregeln nicht praktikabel.

7.2.4 Rechtliche Umsetzbarkeit der geplanten Erprobungsmethoden

In einem letzten Schritt werden die konkret geplanten Erprobungsmethoden auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit hin untersucht. Dabei dienen die zuvor erarbeiteten Ausführungen als Grundlage, sodass regelmäßig auf sie verwiesen wird und letztlich anhand dieser zuvor abstrakt aufgestellten Kriterien nun eine Subsumtion der konkret vorgesehenen Maßnahmen erfolgt.

Die geplanten Erprobungsmethoden lassen sich in die vier Kategorien Fahrzeugversuche, Infrastrukturversuche, Betriebsversuche und Umweltversuche einordnen. Innerhalb dieser Kategorien lassen sich wiederum weitere Unterkategorien bilden. Diese Unterkategorien von geplanten Erprobungsmethoden werden nun auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit untersucht.

Soweit im Rahmen der Untersuchung die (fehlende) Notwendigkeit von Genehmigungen festgestellt wird, bezieht sich das ausschließlich auf solche Genehmigungen, die speziell zur Durchführung der Erprobung (etwa für dafür notwendige Änderungen an Fahrzeugen etc.) benötigt werden. Nicht von dieser Betrachtung erfasst sind sonstige Genehmigungen – etwa zum Betrieb –, die von vornherein für das Betreiben einer Eisenbahninfrastruktur oder der Erbringung von Verkehrsdiensten benötigt werden. Bezüglich dieser allgemein notwendigen Genehmigungen kann auf die Ausführungen in Kapitel 7.2.2 verwiesen werden.

7.2.4.1 Fahrzeugversuche

7.2.4.1.1 Begleitung bzw. Monitoring regulärer Zugfahrten

TABELLE 7.3: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT BEGLEITUNG/MONITORING REGULÄRER ZUGFAHRTEN

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen dieser Erprobungsmethode soll eine Begleitung bzw. ein Monitoring regulärer Zugfahrten stattfinden. Auf diese Weise finden etwa Untersuchungen zur Akzeptanz, Arbeitsplatzgestaltung und Effizienz statt.
Notwendigkeit von Änderungen am Fahrzeug	Es erfolgt keine Änderung am Fahrzeug selbst oder an der Durchführung des Betriebes. Es findet lediglich eine Beobachtung statt.
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es findet weder eine Änderung am Fahrzeug noch am Betrieb statt, sodass die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.
Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen. Insbesondere stellt die Durchführung keine Probefahrt dar, da lediglich eine Beobachtung bzw. ein Monitoring stattfindet.
Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Das ist durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen. Insbesondere stellt die Durchführung keine Probefahrt dar, da lediglich eine Beobachtung bzw. ein Monitoring stattfindet.
Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Das ist durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen. Insbesondere stellt die Durchführung keine Probefahrt dar, da lediglich eine Beobachtung bzw. ein Monitoring stattfindet.
Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur	Das ist durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen. Insbesondere stellt die Durchführung keine Probefahrt dar, da lediglich eine Beobachtung bzw. ein Monitoring stattfindet.

7.2.4.1.2 Versuchsfahrten mit zugelassenen Fahrzeugen im Realbetrieb

TABELLE 7.4: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT VERSUCHSFAHRTEN MIT ZUGELASSENEN FAHRZEUGEN IM REALBETRIEB

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen dieser Erprobungsmethode sollen im Realbetrieb Versuchsfahrten mit zugelassenen Fahrzeugen, die mit zusätzlicher Sensorik ausgestattet sind, stattfinden. Beispiele sind Verbrauchsmessungen sowie Predictive Maintenance.</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen am Fahrzeug</p>	<p>Die Notwendigkeit einer Änderung am Fahrzeug zur Durchführung der vorgestellten Maßnahme, lässt sich nicht pauschal festlegen. Ob eine Änderung nötig ist, hängt vielmehr von der konkret vorgesehenen Maßnahme ab und kann nur im Einzelfall beurteilt werden.</p>
<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es muss unterstellt werden, dass trotz der Ausstattung mit zusätzlicher Sensorik bzw. der ggf. nötigen Änderungen am Fahrzeug die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Probefahrt oder die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen zu Probezwecken nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Sofern eine Änderung am Fahrzeug notwendig ist, bedarf es grundsätzlich einer Genehmigung für das Inverkehrbringen nach § 9 Abs. 3 EIGV, falls eine in Anlage 4 EIGV genannte Maßnahme durchgeführt wird. Genehmigungsstelle wären nach § 10 Abs. 2 S. 2 EIGV insoweit das EBA oder die ERA.</p> <p>Im Rahmen der Maßnahme soll jedoch die Änderung am Fahrzeug nicht dauerhaft, sondern lediglich zu Versuchs- und Probezwecken erfolgen. Geeignet ist deswegen vielmehr die Durchführung einer Probefahrt nach § 15 EIGV. Diese ist nach § 15 Abs. 1 EIGV grundsätzlich genehmigungsfrei. Ausnahmen hiervon sind in § 15 Abs. 4 EIGV geregelt. In diesem Fall muss eine Genehmigung beim EBA beantragt werden. Materielle Voraussetzung ist jedoch die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit. Ist das nicht der Fall, kann keine Probefahrt auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA erfolgen.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsgebietes der EIGV</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode wiederum ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Sofern eine Änderung am Fahrzeug notwendig ist, bedürfte diese auch nach der EBO gemäß § 1 Abs. 4 i. V. mit § 32 Abs. 1 EBO einer Abnahme des Fahrzeuges, allerdings nur im Fall umfassender Umbaumaßnahmen. Diese erfolgt für Eisenbahnen des Bundes durch das EBA, für nichtbundeseigenen Eisenbah-</p>

	<p>nen durch die zuständige Landesbehörde (vgl. § 3 Abs. 2 EBO). Jedoch ist wiederum eine Probefahrt das geeignetere Mittel zur Durchführung der Erprobungsmaßnahme. Eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken ist gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen. Materielle Voraussetzung ist auch hier die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit. Ist das nicht der Fall, kann keine Probefahrt auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Im Fall einer Änderung am Fahrzeug wäre an sich eine Genehmigung für geänderte Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. c BOA erforderlich, die durch die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG erteilt wird. Parallel zur Situation im Anwendungsbereich von EIGV und EBO ist jedoch eine Ausnahmegenehmigung zu Erprobungszwecken vorzuziehen. Mangels spezieller Regelungen in der BOA zu Ausnahmen für Probezwecke kommt nur eine allgemeine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA in Betracht. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss wiederum die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA). Ist das nicht der Fall, kann keine Testfahrt zu Probezwecken auf einer Anschlussbahn erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Für den Fall einer Änderung am Fahrzeug muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Erprobung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen. Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern laut § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

7.2.4.1.3 Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen im Realbetrieb

TABELLE 7.5: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT VERSUCHSFAHRTEN MIT MODIFIZIERTEN FAHRZEUGEN IM REALBETRIEB

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Die Maßnahme sieht Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen im Realbetrieb vor. Die Fahrten sollen auf Strecken der DB Netz AG oder privater EIU durchgeführt werden. Beispiele solcher Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen sind die verschiedenen „grades of automation“ im Rahmen von Versuchen zur Automatic Train Operation (GoA 1–3 mit Rückfallebenen).</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen am Fahrzeug</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode erfolgt eine Änderung am Fahrzeug.</p>
<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es muss unterstellt werden, dass trotz der Modifikation der Fahrzeuge die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Probefahrt oder die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen zu Probezwecken nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Angesichts der notwendigen Änderung am Fahrzeug zur Durchführung der Erprobungsmethode bedarf es grundsätzlich einer Genehmigung für das Inverkehrbringen nach § 9 Abs. 3 EIGV, falls eine in Anlage 4 EIGV genannte Maßnahme durchgeführt wird. Genehmigungsstelle wären nach § 10 Abs. 2 S. 2 EIGV insoweit das EBA oder die ERA.</p> <p>Im Rahmen der Maßnahme soll jedoch die Änderung am Fahrzeug nicht dauerhaft, sondern lediglich zu Versuchs- und Probezwecken erfolgen. Geeignet ist deswegen vielmehr die Durchführung einer Probefahrt nach § 15 EIGV. Diese ist nach § 15 Abs. 1 EIGV grundsätzlich genehmigungsfrei. Ausnahmen hiervon sind in § 15 Abs. 4 EIGV geregelt. In diesem Fall muss eine Genehmigung beim EBA beantragt werden. Materielle Voraussetzung ist jedoch die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit. Ist das nicht der Fall, kann keine Probefahrt auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA erfolgen.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsberichts der EIGV</p>	<p>Angesichts der notwendigen Änderung am Fahrzeug zur Durchführung der betreffenden Erprobungsmethode bedürfte auch nach der EBO gemäß § 1 Abs. 4 i. V. mit § 32 Abs. 1 EBO einer Abnahme des Fahrzeuges, allerdings nur im Fall umfassender Umbaumaßnahmen. Diese erfolgt für Eisenbahnen des Bundes durch das EBA, für nichtbundeseigenen Eisenbahnen durch die zuständige Landesbehörde (vgl. § 3 Abs. 2 EBO). Jedoch ist wiederum eine Probefahrt das geeignetere Mittel zur Durchführung der Erprobungsmaßnahme. Eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken ist gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen.</p>

	<p>Materielle Voraussetzung ist auch hier die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit. Ist das nicht der Fall, kann keine Probefahrt auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Angesichts der notwendigen Änderung am Fahrzeug zur Durchführung der Erprobungsmethode wäre an sich eine Genehmigung für geänderte Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. c BOA erforderlich, die durch die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG erteilt wird. Parallel zur Situation im Anwendungsbereich von EIGV und EBO ist jedoch eine Ausnahmegenehmigung zu Erprobungszwecken vorzuziehen. Mangels spezieller Regelungen der BOA zu Ausnahmen für Probezwecke kommt nur eine allgemeine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA in Betracht. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss wiederum die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA). Ist das nicht der Fall, kann keine Testfahrt zu Probezwecken auf einer Anschlussbahn erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Erprobung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

7.2.4.1.4 Versuchsfahrten mit nicht zugelassenen Fahrzeugen/Prototypen/Erprobungsträgern

TABELLE 7.6: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT VERSUCHSFAHRTEN MIT NICHT ZUGELASSENEN FAHRZEUGEN/PROTOTYPEN/ERPROBUNGSTRÄGERN

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Versuchsfahrten mit nicht zugelassenen Fahrzeugen, Prototypen oder Erprobungsträgern durchgeführt werden, um so z. B. Innovative Fahrwerks- und Antriebskonzepte zu testen oder Unfallszenarien zu reproduzieren. Falls nötig, soll das auf spezieller Infrastruktur, etwa privater EIU, Kohlebahnen, BOA-Strecken oder eigener Infrastruktur geschehen.</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen am Fahrzeug</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode erfolgt eine Änderung am Fahrzeug.</p>
<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es muss unterstellt werden, dass trotz der Änderungen am Fahrzeug die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Probefahrt oder die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen zu Probezwecken nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Angesichts der notwendigen Änderung am Fahrzeug zur Durchführung der Erprobungsmethode bedarf es grundsätzlich einer Genehmigung für das Inverkehrbringen nach § 9 Abs. 3 EIGV, falls eine in Anlage 4 EIGV genannte Maßnahme durchgeführt wird. Genehmigungsstelle wären nach § 10 Abs. 2 S. 2 EIGV insoweit das EBA oder die ERA.</p> <p>Im Rahmen der Maßnahme soll jedoch die Änderung am Fahrzeug nicht dauerhaft, sondern lediglich zu Versuchs- und Probezwecken erfolgen. Geeignet ist deswegen vielmehr die Durchführung einer Probefahrt nach § 15 EIGV. Diese ist nach § 15 Abs. 1 EIGV grundsätzlich genehmigungsfrei. Ausnahmen hiervon sind in § 15 Abs. 4 EIGV geregelt. In diesem Fall muss eine Genehmigung beim EBA beantragt werden. Materielle Voraussetzung ist jedoch die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit. Ist das nicht der Fall, kann keine Probefahrt auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA erfolgen.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsberreichs der EIGV</p>	<p>Angesichts der notwendigen Änderung am Fahrzeug zur Durchführung der betreffenden Erprobungsmethode bedürfte auch nach der EBO gemäß § 1 Abs. 4 i. V. mit § 32 Abs. 1 EBO einer Abnahme des Fahrzeuges, allerdings nur im Fall umfassender Umbaumaßnahmen. Diese erfolgt für Eisenbahnen des Bundes durch das EBA, für nichtbundeseigenen Eisenbahnen durch die zuständige Landesbehörde (vgl. § 3 Abs. 2 EBO). Jedoch ist wiederum eine Probefahrt das geeignetere Mittel zur Durchführung der Erprobungsmaßnahme. Eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken ist gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen. Materielle</p>

	<p>Voraussetzung ist auch hier die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit. Ist das nicht der Fall, kann keine Probefahrt auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Angesichts der notwendigen Änderung am Fahrzeug zur Durchführung der Erprobungsmethode wäre an sich eine Genehmigung für geänderte Bauarten von Fahrzeugen und maschinentechnischen Anlagen gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. c BOA erforderlich, die durch die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG erteilt wird. Parallel zur Situation im Anwendungsbereich von EIGV und EBO ist jedoch eine Ausnahmegenehmigung zu Erprobungszwecken vorzuziehen. Mangels spezieller Regelungen der BOA zu Ausnahmen für Probezwecke kommt nur eine allgemeine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA in Betracht. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss wiederum die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA). Ist das nicht der Fall, kann keine Testfahrt zu Probezwecken auf einer Anschlussbahn erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Erprobung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer evtl. möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

7.2.4.1.5 Zusammenfassung

TABELLE 7.7: ZUSAMMENFASSUNG RECHTLICHE UMSETZBARKEIT FAHRZEUGVERSUCHE

	Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur
Begleitung/Monitoring regulärer Zugfahrten	Keine Genehmigungen notwendig	Keine Genehmigungen notwendig	Keine Genehmigungen notwendig	Keine Genehmigungen notwendig
Versuchsfahrten mit zugelassenen Fahrzeugen im Realbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Fahrzeug: Keine Genehmigungen notwendig Änderung Fahrzeug: Probefahrt, sofern Betriebssicherheit gewährleistet 	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Fahrzeug: Keine Genehmigungen notwendig Änderung Fahrzeug: Probefahrt, sofern Betriebssicherheit gewährleistet 	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Fahrzeug: Keine Genehmigungen notwendig Änderung Fahrzeug: Ausnahmegenehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet 	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Fahrzeug: Keine Genehmigungen notwendig Änderung Fahrzeug: Ausnahmegenehmigung nur nötig, falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet
Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen im Realbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> Probefahrt, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Probefahrt, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Ausnahmegenehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Genehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde nötig
Versuchsfahrten mit nicht zugelassenen Fahrzeugen/Prototypen/Erprobungsträgern	<ul style="list-style-type: none"> Probefahrt, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Probefahrt, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Ausnahmegenehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Genehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde nötig

7.2.4.1.6 Grafische Zusammenfassung

	Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur
Begleitung/Monitoring regulärer Zugfahrten	✓	✓	✓	✓
Versuchsfahrten mit zugelassenen Fahrzeugen im Realbetrieb	Keine Änderung ✓	Keine Änderung ✓	Keine Änderung ✓	Keine Änderung ✓
	Änderung ✓ Falls Betriebssicherheit gewährleistet	Änderung ✓ Falls Betriebssicherheit gewährleistet	Änderung ✓ Falls Betriebssicherheit gewährleistet	Änderung ✓ Falls Betriebssicherheit gewährleistet
Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen im Realbetrieb	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Probefahrt möglich	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Probefahrt möglich	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Ausnahmegenehmigung möglich	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓
	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig
Versuchsfahrten mit nicht zugelassenen Fahrzeugen/Prototypen/Erprobungsträgern	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Probefahrt möglich	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Probefahrt möglich	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Ausnahmegenehmigung möglich	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓
	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig

Abbildung 7.3: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Fahrzeugversuche (Eigene Darstellung)

7.2.4.2 Infrastrukturversuche

7.2.4.2.1 Monitoring der nicht modifizierten Infrastruktur

TABELLE 7.8: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT MONITORING DER NICHT MODIFIZIERTEN INFRASTRUKTUR

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen der Maßnahme soll ein Monitoring der nicht modifizierten Infrastruktur stattfinden, um so etwa den Verschleiß von Weichen, die Zuverlässigkeit von LST-Elementen oder elektrische Anlagen zu überwachen.
Notwendigkeit von Änderungen an der Infrastruktur	Es erfolgt keine Änderung an der Infrastruktur selbst oder an der Durchführung des Betriebes. Es findet lediglich eine Beobachtung statt.
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es findet weder eine Änderung an der Infrastruktur noch am Betrieb statt, so dass die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.
Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Das ist durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen, solange die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.
Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Das ist durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen, solange die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.
Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Das ist durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen, solange die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.
Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur	Das ist durchführbar auch ohne das Einholen besonderer Genehmigungen, solange die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. ¹⁶

¹⁶ Für den – eigentlich nicht vorgesehenen – Fall, dass die Betriebssicherheit beeinträchtigt ist, könnte die Erprobungsmethode allenfalls auf abgegrenzter, nichtöffentlicher Eisenbahninfrastruktur durchgeführt werden, sofern eine Ausnahme genehmigung durch die Aufsichtsbehörde erteilt werden kann.

7.2.4.2.2 Versuche unter Nutzung von Sensorik im Gleisfeld

TABELLE 7.9: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT VERSUCHE UNTER NUTZUNG VON SENSORIK IM GLEISFELD

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Versuche unter Nutzung von Sensorik im Gleisfeld, z. B. zur Schadensfrüherkennung an Gleis und Fahrzeug oder zur Hinderniserkennung durchgeführt werden.
Notwendigkeit von Änderungen an der Infrastruktur	Die Notwendigkeit von Änderungen an der Infrastruktur zur Durchführung der vorgestellten Maßnahme, lässt sich nicht pauschal festlegen. Ob eine Änderung nötig ist, hängt vielmehr von der konkret vorgesehenen Maßnahme ab und kann nur im Einzelfall beurteilt werden.
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es muss unterstellt werden, dass trotz der gegebenenfalls nötigen Änderungen an der Infrastruktur die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Erteilung von Ausnahmegenehmigungen (vor allem zu Probezwecken) nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.
Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Sofern eine Änderung an der Infrastruktur notwendig ist, bedarf es einer Inbetriebnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 4 EIGV – allerdings nur, sofern die dort genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Genehmigungsstelle wäre nach § 10 Abs. 2 S. 3 EIGV insoweit das EBA.</p> <p>Die EIGV enthält bezogen auf die Infrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten zu Probezwecken. Eine Erprobung der Infrastruktur ist somit auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA nicht möglich.</p>
Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsgebietes der EIGV	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Sofern eine Änderung an der Infrastruktur notwendig ist, enthält die EBO diesbezüglich keine Regelungen.¹⁷</p> <p>Jedoch ist wiederum eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken das geeignetere Mittel zur Durchführung der Maßnahmen. Im Gegensatz zur EIGV beschränkt sich die Möglichkeit einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken in der EBO grundsätzlich nicht auf Fahrzeuge. Allerdings ist mit Blick auf</p>

¹⁷ Stattdessen wird die Einhaltung der Vorschriften über die notwendige Sicherheitsgenehmigung nach § 7c AEG bzw. die Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes nach § 7f AEG oder ein gegebenenfalls durchzuführendes Planfeststellungs- oder Plangenehmigungsverfahren sichergestellt.

	<p>die im Rahmen der Versuchsfahrt sicherzustellende Betriebssicherheit bei Änderungen an der Infrastruktur die materielle Hürde zur Erlangung einer Ausnahmegenehmigung deutlich höher. Nur bei Gewährleistung der Betriebssicherheit kann das EBA als Aufsichtsbehörde für bundeseigene Eisenbahnen eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nach § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO erteilen.</p> <p>Ist die Betriebssicherheit nicht gewährleistet, kann keine Fahrt zur Erprobung der Infrastruktur auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Im Fall einer Änderung an der Infrastruktur wäre eine Genehmigung für geänderte Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundschaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. a, b BOA erforderlich, die durch die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG erteilt wird.</p> <p>Daneben muss nach § 8 Abs. 1 BOA eine bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor der Inbetriebnahme erfolgen, und es bedarf einer Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA, für die jeweils wiederum die zuständige Landesbehörde zuständig ist.</p> <p>Parallel zur Situation im Anwendungsbereich von EIGV und EBO ist jedoch eine Ausnahmegenehmigung zu Erprobungszwecken vorzuziehen. Mangels spezieller Regelungen der BOA zu Ausnahmen für Probezwecke kommt nur eine allgemeine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA in Betracht, die auch für Infrastruktur erteilt werden kann. Zuständige Behörde ist wiederum die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde laut § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss erneut die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA). Ist das nicht der Fall, kann keine Testfahrt zur Erprobung der Infrastruktur auf einer Anschlussbahn erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Für den Fall einer Änderung an der Infrastruktur muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Erprobung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der all-</p>

	<p>gemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>
Mögliche Planfeststellungspflicht	<p>Für die Durchführung der Erprobungsmaßnahme auf jeglicher Infrastruktur ist überdies eine mögliche Planfeststellungspflicht zu beachten.</p> <p>Handelt es sich um eine Betriebsanlage der Eisenbahn i. S. des § 18 Abs. 1 S. 1 AEG, und wird diese geändert, löst diese Änderung möglicherweise die Planfeststellungspflicht aus. In den in § 18 Abs. 1 S. 2 AEG i. V. mit § 74 Abs. 6 VwVfG genannten (minder invasiven) Fällen kann eine Plangenehmigung an Stelle des Planfeststellungsverfahrens treten. In den unwesentlichen Fällen des § 18 Abs. 1 S. 2 AEG i. V. mit § 74 Abs. 7 VwVfG entfällt die Planfeststellungspflicht sogar komplett.</p>

7.2.4.2.3 Versuche mit innovativen Infrastrukturelementen

TABELLE 7.10: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT VERSUCHE MIT INNOVATIVEN (NICHT ZUGELASSENEN) INFRASTRUKTURELEMENTEN

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Versuche mit innovativen (nicht zugelassenen) Infrastrukturelementen durchgeführt werden, etwa mit stationären Energiespeichern, Betankungsanlagen, Ladesystemen oder neuen Oberbaustoffen. Stattfinden soll das entweder auf Strecken der DB Netz AG oder gegebenenfalls auf spezieller Infrastruktur, etwa privater EIU, Kohlebahnen, BOA-Strecken oder eigener Infrastruktur.
Notwendigkeit von Änderungen an der Infrastruktur	Im Rahmen der Erprobungsmethode erfolgt eine Änderung an der Infrastruktur.
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es muss unterstellt werden, dass trotz der notwendigen Änderungen an der Infrastruktur die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Erteilung von Ausnahmegenehmigungen (vor allem zu Probezwecken) nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.
Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Angesichts der notwendigen Änderungen an der Infrastruktur zur Durchführung der Erprobungsmethode bedarf es einer Inbetriebnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 4 EIGV – allerdings nur, sofern die dort genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Genehmigungsstelle wäre nach § 10 Abs. 2 S. 3 EIGV insoweit das EBA.

<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsgebietes der EIGV</p>	<p>Die EIGV enthält bezogen auf die Infrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten zu Probezwecken. Eine Erprobung der Infrastruktur ist somit auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA nicht möglich.</p> <p>Die EBO enthält keine Regelungen zu speziellen Genehmigungen im Fall einer Änderung an der Infrastruktur.¹⁸</p> <p>Jedoch ist wiederum eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken das geeignetere Mittel zur Durchführung der Maßnahmen. Im Gegensatz zur EIGV beschränkt sich die Möglichkeit einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken in der EBO grundsätzlich nicht auf Fahrzeuge. Allerdings ist mit Blick auf die im Rahmen der Versuchsfahrt sicherzustellende Betriebssicherheit bei Änderungen an der Infrastruktur die materielle Hürde zur Erlangung einer Ausnahmegenehmigung deutlich höher. Nur bei Gewährleistung der Betriebssicherheit kann das EBA als Aufsichtsbehörde für bundeseigene Eisenbahnen eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nach § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO erteilen.</p> <p>Ist die Betriebssicherheit nicht gewährleistet, kann keine Fahrt zur Erprobung der Infrastruktur auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Angesichts der notwendigen Änderung an der Infrastruktur zur Durchführung der Erprobungsmethode wäre eine Genehmigung für geänderte Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundschaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. a, b BOA erforderlich, die durch die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG erteilt wird.</p> <p>Daneben muss nach § 8 Abs. 1 BOA eine bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor der Inbetriebnahme erfolgen, und es bedarf einer Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA, für die jeweils wiederum die zuständige Landesbehörde zuständig ist.</p> <p>Parallel zur Situation im Anwendungsbereich von EIGV und EBO ist jedoch eine Ausnahmegenehmigung zu Erprobungszwecken vorzuziehen. Mangels spezieller Regelungen der BOA zu Ausnahmen für Probezwecke kommt nur eine allgemeine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA in Betracht, die auch für Infrastruktur erteilt werden kann. Zuständige Behörde ist wiederum die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde laut § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss erneut die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA). Ist dies nicht der Fall, kann keine Testfahrt zur Erprobung der Infrastruktur auf einer Anschlussbahn erfolgen.</p>

¹⁸ Stattdessen wird die Einhaltung der Vorschriften über die notwendige Sicherheitsgenehmigung nach § 7c AEG bzw. die Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes nach § 7f AEG oder ein gegebenenfalls durchzuführendes Planfeststellungs- oder Plangenehmigungsverfahren sichergestellt.

<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Erprobung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>
<p>Mögliche Planfeststellungspflicht</p>	<p>Für die Durchführung der Erprobungsmaßnahme auf jeglicher Infrastruktur ist überdies eine mögliche Planfeststellungspflicht zu beachten.</p> <p>Handelt es sich um eine Betriebsanlage der Eisenbahn i. S. des § 18 Abs. 1 S. 1 AEG, und wird diese geändert, löst diese Änderung möglicherweise die Planfeststellungspflicht aus. In den in § 18 Abs. 1 S. 2 AEG i. V. mit § 74 Abs. 6 VwVfG genannten (minder invasiven) Fällen kann eine Plangenehmigung an Stelle des Planfeststellungsverfahrens treten. In den unwesentlichen Fällen des § 18 Abs. 1 S. 2 AEG i. V. mit § 74 Abs. 7 VwVfG entfällt die Planfeststellungspflicht sogar komplett.</p>

7.2.4.2.4 Bauversuche und Instandhaltungsversuche

TABELLE 7.11: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT BAU-/INSTANDHALTUNGSVERSUCHE

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Bau- und Instandhaltungsversuche, z. B. mit Instandhaltungsrobotern, automatisierten Gleisbaumaschinen oder neuen Brückenbautechnologien durchgeführt werden.</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen an der Infrastruktur</p>	<p>Die Notwendigkeit von Änderungen an der Infrastruktur zur Durchführung der vorgestellten Maßnahme, lässt sich nicht pauschal festlegen. Ob eine Änderung nötig ist, hängt vielmehr von der konkret vorgesehenen Maßnahme ab und kann nur im Einzelfall beurteilt werden.</p>
<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es muss unterstellt werden, dass trotz der gegebenenfalls nötigen Änderungen an der Infrastruktur die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Erteilung von Ausnahmegenehmigungen (vor allem zu Probezwecken) nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.</p>

<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Sofern eine Änderung an der Infrastruktur notwendig ist, bedarf es einer Inbetriebnahmegenehmigung nach § 9 Abs. 4 EIGV – allerdings nur, sofern die dort genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Genehmigungsstelle wäre nach § 10 Abs. 2 S. 3 EIGV insoweit das EBA.</p> <p>Die EIGV enthält bezogen auf die Infrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten zu Probezwecken. Eine Erprobung der Infrastruktur ist somit auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA nicht möglich.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Sofern eine Änderung an der Infrastruktur notwendig ist, enthält die EBO diesbezüglich keine Regelungen.¹⁹</p> <p>Jedoch ist wiederum eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken das geeignetere Mittel zur Durchführung der Maßnahmen. Im Gegensatz zur EIGV beschränkt sich die Möglichkeit einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken in der EBO grundsätzlich nicht auf Fahrzeuge. Allerdings ist mit Blick auf die im Rahmen der Versuchsfahrt sicherzustellen Betriebsicherheit bei Änderungen an der Infrastruktur die materielle Hürde zur Erlangung einer Ausnahmegenehmigung deutlich höher. Nur bei Gewährleistung der Betriebssicherheit kann das EBA als Aufsichtsbehörde für bundeseigene Eisenbahnen eine Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO erteilen.</p> <p>Ist die Betriebssicherheit nicht gewährleistet, kann keine Fahrt zur Erprobung der Infrastruktur auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV erfolgen.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Im Fall einer Änderung an der Infrastruktur wäre eine Genehmigung für geänderte Bauarten sowie Sonderkonstruktionen im Gleisbau (lit. a) oder Bauarten und Grundschaltungen von sicherungs- und fernmeldetechnischen Anlagen (lit. b) gemäß § 7 Abs. 1 S. 2, 1 lit. a, b BOA erforderlich, die durch die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG erteilt wird.</p> <p>Daneben muss nach § 8 Abs. 1 BOA eine bahnaufsichtsrechtliche Prüfung vor der Inbetriebnahme erfolgen, und es bedarf einer Genehmigung zur Inbetriebnahme nach § 9 Abs. 2 BOA, für die jeweils wiederum die zuständige Landesbehörde zuständig ist.</p> <p>Parallel zur Situation im Anwendungsbereich von EIGV und EBO ist jedoch eine Ausnahmegenehmigung zu Erprobungszwecken vorzuziehen. Mangels spezieller Regelungen der BOA zu Ausnahmen für Probezwecke kommt nur</p>

¹⁹ Stattdessen wird die Einhaltung der Vorschriften über die notwendige Sicherheitsgenehmigung nach § 7c AEG bzw. die Erlaubnis zur Aufnahme des Betriebes nach § 7f AEG oder ein gegebenenfalls durchzuführendes Planfeststellungs- oder Plangenehmigungsverfahren sichergestellt.

<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>eine allgemeine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA in Betracht, die auch für Infrastruktur erteilt werden kann. Zuständige Behörde ist wiederum die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde laut § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss erneut die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA). Ist das nicht der Fall, kann keine Testfahrt zur Erprobung der Infrastruktur auf einer Anschlussbahn erfolgen.</p> <p>Für den Fall, dass keine genehmigungspflichtige bzw. sicherheitsrelevante Änderung erfolgt, ist die Durchführung der Erprobungsmethode ohne Genehmigungen möglich.</p> <p>Für den Fall einer Änderung an der Infrastruktur muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Erprobung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>
<p>Mögliche Planfeststellungspflicht</p>	<p>Für die Durchführung der Erprobungsmaßnahme auf jeglicher Infrastruktur ist überdies eine mögliche Planfeststellungspflicht zu beachten.</p> <p>Handelt es sich um eine Betriebsanlage der Eisenbahn i. S. des § 18 Abs. 1 S. 1 AEG, und wird diese geändert, löst diese Änderung möglicherweise die Planfeststellungspflicht aus. In den in § 18 Abs. 1 S. 2 AEG i. V. mit § 74 Abs. 6 VwVfG genannten (minder invasiven) Fällen kann eine Plangenehmigung an Stelle des Planfeststellungsverfahrens treten. In den unwesentlichen Fällen des § 18 Abs. 1 S. 2 AEG i. V. mit § 74 Abs. 7 VwVfG entfällt die Planfeststellungspflicht sogar komplett.</p> <p>Eine bloße Instandhaltung i. S. des § 2 Abs. 7c AEG [156] [234] [255] sowie eine Erneuerung nach § 2 Abs. 7d AEG unterfallen nicht der Planfeststellungspflicht. Für die Erneuerung gilt das gemäß § 18 Abs. 1 S. 4 AEG allerdings nur dann, wenn nicht der Grundriss der Betriebsanlage wesentlich geändert wird.</p>

7.2.4.2.5 Zusammenfassung

TABELLE 7.12: ZUSAMMENFASSUNG RECHTLICHE UMSETZBARKEIT INFRASTRUKTURVERSUCHE

	Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur
Monitoring der nicht modifizierten Infrastruktur	Keine Genehmigungen notwendig	Keine Genehmigungen notwendig	Keine Genehmigungen notwendig	Keine Genehmigungen notwendig
Versuche unter Nutzung von Sensorik im Gleisfeld	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig Änderung Infrastruktur: Inbetriebnahmegenehmigung als einzige Möglichkeit Mögliche Planfeststellungspflicht 	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig Änderung Infrastruktur: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich Mögliche Planfeststellungspflicht 	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig Änderung Infrastruktur: Ausnahmegenehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich Mögliche Planfeststellungspflicht 	<ul style="list-style-type: none"> Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig Änderung Infrastruktur: Ausnahmegenehmigung nur nötig, falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde nötig Mögliche Planfeststellungspflicht
Versuche mit innovativen (nicht zugelassenen) Infrastrukturelementen	<ul style="list-style-type: none"> Inbetriebnahmegenehmigung als einzige Möglichkeit Mögliche Planfeststellungspflicht 	<ul style="list-style-type: none"> Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich Mögliche Planfeststellungspflicht 	<ul style="list-style-type: none"> Ausnahmegenehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich Mögliche Planfeststellungspflicht 	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Genehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde nötig Mögliche Planfeststellungspflicht

**Bau-/In-
standhal-
tungsversu-
che**

- | | | | |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig• Änderung Infrastruktur: Inbetriebnahmegenehmigung als einzige Möglichkeit• Mögliche Planfeststellungspflicht | <ul style="list-style-type: none">• Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig• Änderung Infrastruktur: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet• Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich• Mögliche Planfeststellungspflicht | <ul style="list-style-type: none">• Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig• Änderung Infrastruktur: Ausnahmegenehmigung möglich, sofern Betriebssicherheit gewährleistet• Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, nicht möglich• Mögliche Planfeststellungspflicht | <ul style="list-style-type: none">• Keine Änderung Infrastruktur: Keine Genehmigung notwendig• Änderung Infrastruktur: Ausnahmegenehmigung nur nötig, falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet• Falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet, Ausnahmegenehmigung der Aufsichtsbehörde nötig• Mögliche Planfeststellungspflicht |
|---|--|--|--|

7.2.4.2.6 Grafische Zusammenfassung

	Regel- spuriges Eisen- bahnnetz im Zu- ständig- keitsbe- reich des EBA	Regelspuriges Eisenbahn- netz außerhalb des Anwen- dungsbereichs der EIGV		Nichtöffentliche Eisen- bahninfrastruktur (An- schlussbahn)		Nichtöffentliche, abge- grenzte Eisenbahninfra- struktur	
Monito- ring der nicht mo- difizier- ten Infra- struktur	✓	✓		✓		✓	
Versuche unter Nutzung von Sen- sorik im Gleisfeld	Keine Än- derung ✓	Keine Änderung ✓		Keine Änderung ✓		Keine Änderung ✓	
	Änderung (✗) Nur durch Inbe- triebna- hme- geneh- migung	Änderung ✓ Ausnahme zu Probe- zwecken, möglich falls Betriebssi- cherheit ge- währleistet	Änderung ✗ Keine Aus- nahme zu Probezwe- cken mög- lich, falls Be- triebssicher- heit nicht gewährleis- tet	Änderung ✓ Ausnahme zu Probe- zwecken möglich, falls Be- triebssicher- heit gewähr- leistet	Änderung ✗ Keine Aus- nahme zu Probezwe- cken mög- lich, falls Be- triebssicher- heit nicht gewährleis- tet	Änderung ✓ Keine Aus- nahmege- nehmigung nötig, falls Betriebssi- cherheit ge- währleistet	Änderung ✓ Ausnahme- genehmi- gung nötig, falls Be- triebssicher- heit nicht gewährleis- tet

Versuche mit innovativen (nicht zugelassenen) Infrastrukturelementen	(x) Nur durch Inbetriebnahme genehmigung	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken möglich		Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Ausnahmegenehmigung möglich		Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	
		Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x		Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x		Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig	
Bau-/Instandhaltungsversuche	Keine Änderung ✓	Keine Änderung ✓		Keine Änderung ✓		Keine Änderung ✓	
		Änderung (x) Nur durch Inbetriebnahme genehmigung	Änderung ✓ Ausnahme zu Probezwecken, möglich falls Betriebssicherheit gewährleistet	Änderung x Keine Ausnahme zu Probezwecken möglich, falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet	Änderung ✓ Ausnahme zu Probezwecken möglich, falls Betriebssicherheit gewährleistet	Änderung x Keine Ausnahme zu Probezwecken möglich, falls Betriebssicherheit nicht gewährleistet	Änderung ✓ Keine Ausnahmegenehmigung nötig, falls Betriebssicherheit gewährleistet

Abbildung 7.4: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Infrastrukturversuche (Eigene Darstellung)

7.2.4.3 Betriebsversuche

7.2.4.3.1 Betriebsversuche unter Einbeziehung der freien Strecke

TABELLE 7.13: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT BETRIEBSVERSUCHE UNTER EINBEZIEHUNG DER FREIEN STRECKE

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Betriebsversuche unter Einbeziehung der freien Strecke, z. B. LST-Analysen, Mobilfunkversuche, arbeitswissenschaftliche Untersuchungen, Streckenüberwachungen, Hinderniserkennungen oder Untersuchungen zur Nutzerakzeptanz durchgeführt werden.</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen am Betrieb</p>	<p>Die Notwendigkeit einer Änderung des Betriebes zur Durchführung der vorgestellten Maßnahme lässt sich nicht pauschal festlegen. Ob eine Änderung des Betriebes nötig ist, hängt vielmehr von der konkret vorgesehenen Maßnahme ab und kann nur im Einzelfall beurteilt werden.</p>
<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es muss unterstellt werden, dass trotz der gegebenenfalls nötigen Änderungen des Betriebes die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Erteilung von Ausnahmegenehmigungen (vor allem zu Probezwecken) nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der EBO mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der EBO bedarf es einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken, die gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen ist. Materielle Voraussetzung ist die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit.</p> <p>Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung nicht möglich.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV</p>	<p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der EBO mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p>

	<p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für die übrigen Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der EBO bedarf es einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken, die gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen ist. Materielle Voraussetzung ist die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit.</p> <p>Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung nicht möglich.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der BOA mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Außerdem müssen neue Betriebsarten mit Triebfahrzeugen oder sonstigen Rangiermitteln nach § 7 Abs. 1 S. 1 lit. d BOA durch die zuständige Landesaufsichtsbehörde genehmigt werden.</p> <p>Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der BOA ist eine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA nötig. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss wiederum die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA).</p> <p>Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Erprobung nicht möglich.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

	<p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>
--	--

7.2.4.3.2 Betriebsversuche in Bahnhöfen

TABELLE 7.14: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT BETRIEBSVERSUCHE IN BAHNHÖFEN

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Betriebsversuche in Bahnhöfen, etwa zur Zugfertigstellung, zur Hinderniserkennung, zur Fahrgastlenkung oder zur Nutzerakzeptanz durchgeführt werden.
Notwendigkeit von Änderungen am Betrieb	Die Notwendigkeit einer Änderung des Betriebes zur Durchführung der vorgestellten Maßnahme lässt sich nicht pauschal festlegen. Ob eine Änderung des Betriebes nötig ist, hängt vielmehr von der konkret vorgesehenen Maßnahme ab und kann nur im Einzelfall beurteilt werden.
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es muss unterstellt werden, dass trotz der gegebenenfalls nötigen Änderungen des Betriebes die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Erteilung von Ausnahmegenehmigungen (vor allem zu Probezwecken) nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.
Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	<p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der EBO mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV</p>	<p>Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der EBO bedarf es einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken, die gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen ist. Materielle Voraussetzung ist die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit.</p> <p>Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung nicht möglich.</p> <p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der EBO mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der EBO bedarf es einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken, die gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen ist. Materielle Voraussetzung ist die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit.</p> <p>Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung nicht möglich.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der BOA mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Außerdem müssen neue Betriebsarten mit Triebfahrzeugen oder sonstigen Rangiermitteln nach § 7 Abs. 1 S. 1 lit. d BOA durch die zuständige Landesaufsichtsbehörde genehmigt werden.</p> <p>Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der BOA ist eine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA nötig. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss wiederum die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA).</p> <p>Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Erprobung nicht möglich.</p>

<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>
---	---

7.2.4.3.3 Betriebsversuche auf halböffentlicher Infrastruktur

TABELLE 7.15: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT BETRIEBSVERSUCHE AUF HALBÖFFENTLICHER INFRASTRUKTUR

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Betriebsversuche auf halböffentlicher Infrastruktur (etwa privater EIU, Kohlebahnen oder Anschlussbahnen) durchgeführt werden. Konkrete Beispiele für solche Betriebsversuche sind etwa Versuche zu Rangier- und Verladeprozesse sowie niedrigen „grades of automation“ im Rahmen von Versuchen zur Automatic Train Operation (GoA).</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen am Betrieb</p>	<p>Die Notwendigkeit einer Änderung des Betriebes zur Durchführung der vorgestellten Maßnahme lässt sich nicht pauschal festlegen. Ob eine Änderung des Betriebes nötig ist, hängt vielmehr von der konkret vorgesehenen Maßnahme ab und kann nur im Einzelfall beurteilt werden.</p>
<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es muss unterstellt werden, dass trotz der gegebenenfalls nötigen Änderungen des Betriebes die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Ist das nicht der Fall, wäre insbesondere eine Erteilung von Ausnahmegenehmigungen (vor allem zu Probezwecken) nicht möglich. Die Erprobungsmethode könnte in diesem Fall allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.</p>

Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA

Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der EBO mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.

Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der EBO bedarf es einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken, die gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen ist. Materielle Voraussetzung ist die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit.

Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung nicht möglich.

Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereiches der EIGV

Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der EBO mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.

Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der EBO bedarf es einer Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken, die gemäß § 40 Abs. 8 i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2a) EBO für bundeseigene Eisenbahnen beim EBA zu beantragen ist. Materielle Voraussetzung ist die sichere Durchführung der Probefahrt, insbesondere die Gewährleistung der Betriebssicherheit.

Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung nicht möglich.

Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)

Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung sowie keine Abweichung von Vorschriften der BOA mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.

Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.

Außerdem müssen neue Betriebsarten mit Triebfahrzeugen oder sonstigen Rangiermitteln nach § 7 Abs. 1 S. 1 lit. d BOA durch die zuständige Landesaufsichtsbehörde genehmigt werden.

<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Im Fall einer Abweichung von Vorschriften der BOA ist eine Ausnahmegenehmigung nach § 66 BOA nötig. Zuständige Behörde ist die „Staatliche Bahnaufsicht“ und damit die zuständige Landesbehörde nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, Abs. 2 S. 1 AEG. Bei Durchführung der Erprobung muss wiederum die Betriebssicherheit gewährleistet sein (vgl. § 3 Abs. 1 BOA).</p> <p>Sofern die Betriebssicherheit bei Durchführung der Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Erprobung nicht möglich.</p> <p>Sofern die Erprobungsmethode keine wesentliche Betriebsänderung mit sich bringt und die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist, kann die Erprobung auch ohne spezielle Genehmigungen durchgeführt werden.</p> <p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Für den Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Erprobungsmethode nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>
---	--

7.2.4.3.4 Betriebsversuche auf separater Infrastruktur

TABELLE 7.16: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT BETRIEBSVERSUCHE AUF SEPARATER INFRASTRUKTUR

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Betriebsversuche auf separater Infrastruktur, z. B. zur Automatic Train Operation mit höheren GoA, zu LST-Prototypen oder zum Katastrophenschutz durchgeführt werden.</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen am Betrieb</p>	<p>Die Notwendigkeit einer Änderung des Betriebes zur Durchführung der vorgestellten Maßnahme lässt sich nicht pauschal festlegen. Ob eine Änderung des Betriebes nötig ist, hängt vielmehr von der konkret vorgesehenen Maßnahme ab und kann nur im Einzelfall beurteilt werden.</p>

<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es wird davon ausgegangen, dass im Rahmen dieser Betriebsversuche die Betriebssicherheit nicht gewährleistet ist. Die Erprobungsmethode können somit allenfalls auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur stattfinden.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Angesichts der Tatsache, dass im Rahmen der in Rede stehenden Erprobungsversuche die Betriebssicherheit nicht gewährleistet ist, kann die Erprobung nicht auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA stattfinden.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV</p>	<p>Angesichts der Tatsache, dass im Rahmen der in Rede stehenden Erprobungsversuche die Betriebssicherheit nicht gewährleistet ist, kann die Erprobung nicht auf dem regelspurigen Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV stattfinden.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Angesichts der Tatsache, dass im Rahmen der in Rede stehenden Erprobungsversuche die Betriebssicherheit nicht gewährleistet ist, kann die Erprobung nicht auf Anschlussbahnen stattfinden.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Für den Fall einer wesentlichen Betriebsänderung muss diese gemäß § 7f Abs. 3 AEG 14 Tage vor Inbetriebnahme gegenüber der Aufsichtsbehörde angezeigt werden. Zuständige Behörde ist das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern gemäß § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p> <p>Da bei der durchzuführenden Erprobungsmethode die Betriebssicherheit nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

7.2.4.3.5 Zusammenfassung

TABELLE 7.17: ZUSAMMENFASSUNG RECHTLICHE UMSETZBARKEIT BETRIEBSVERSUCHE

	Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur
Betriebsversuche unter Einbeziehung der freien Strecke	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von EBO und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von EBO und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von BOA und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von BOA: Ausnahmegenehmigung nötig • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: Ausnahmegenehmigung nötig
Betriebsversuche in Bahnhöfen	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von EBO und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von EBO und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von BOA und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von BOA: Ausnahmegenehmigung nötig • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei nicht gewährleiteter Betriebssicherheit: Ausnahmegenehmigung nötig

<p>Betriebsversuche auf halb-öffentlicher Infrastruktur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von EBO und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig • Bei nicht gewährleiteteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von EBO und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig • Bei nicht gewährleiteteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung, keine Abweichung von BOA und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei Abweichung von BOA: Ausnahmegenehmigung nötig • Bei nicht gewährleiteteter Betriebssicherheit: nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine wesentliche Betriebsänderung und die Betriebssicherheit gewährleistet ist: ohne Genehmigungen möglich • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG • Bei nicht gewährleiteteter Betriebssicherheit: Ausnahmegenehmigung nötig
<p>Betriebsversuche auf separater Infrastruktur</p>	<p>Nicht durchführbar, da Betriebssicherheit nicht gewährleistet</p>	<p>Nicht durchführbar, da Betriebssicherheit nicht gewährleistet</p>	<p>Nicht durchführbar, da Betriebssicherheit nicht gewährleistet</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ausnahmegenehmigung nötig, da Betriebssicherheit nicht gewährleistet • Bei wesentlicher Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG

7.2.4.3.6 Grafische Zusammenfassung

	Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur
Betriebsversuche unter Einbeziehung der freien Strecke	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Bei Abweichung von BOA: Ausnahmegenehmigung nötig</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>
	<p>Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✗</p>	<p>Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✗</p>	<p>Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✗</p>	<p>Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">(✓)</p> <p>Ausnahmegenehmigung nötig</p>
Betriebsversuche in Bahnhöfen	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Bei Abweichung von BOA: Ausnahmegenehmigung nötig</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>	<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit</p> <p style="text-align: center;">✓</p> <p>Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig</p>

	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig
Betriebsversuche auf halböffentlicher Infrastruktur	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Bei Abweichung von EBO: Ausnahmegenehmigung zu Probezwecken nötig Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Bei Abweichung von BOA: Ausnahmegenehmigung nötig Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓ Wesentliche Betriebsänderung: Anzeige nach § 7f Abs. 3 AEG nötig
	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit x	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig
Betriebsversuche auf separater Infrastruktur	x	x	x	(✓) Ausnahmegenehmigung nötig

Abbildung 7.5: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Betriebsversuche (Eigene Darstellung)

7.2.4.4 Umweltversuche

Abschließend werden die Umweltversuche auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit überprüft. Hinsichtlich der Abgrenzung von Umweltversuchen von sonstigen Versuchen, insbesondere solchen der Infrastruktur, kann keine pauschale Aussage getroffen werden. Insbesondere kann eine Abgrenzung nicht anhand eines bestimmten geografischen Bereiches in Gleisnähe vorgenommen werden. Mit anderen Worten: Allein die Tatsache, dass die Erprobung Änderungen an der Infrastruktur mit einem bestimmten Abstand vom Gleis erfordert, lässt keine Rückschlüsse darauf zu, ob etwaige Genehmigungen, die im Fall einer Änderung der Eisenbahninfrastruktur vorgeschrieben sind, benötigt werden oder nicht. Das ist vielmehr eine Frage des Einzelfalles, so wie auch generell anhand der konkreten Situation bestimmt werden muss, ob eine bestimmte Maßnahme eine genehmigungspflichtige Änderung auslöst.

Auf Grund der großen Vielzahl an möglichen Versuchen im Zusammenhang mit der Umwelt kann eine rechtliche Beurteilung der Umsetzbarkeit im Folgenden nur sehr abstrakt erfolgen. Zur besseren rechtlichen Einordnung möglicher geplanter Umweltversuche werden deshalb zunächst wichtige Rechtsquellen und Rechtsvorschriften, die bei bestimmten Untersuchungen relevant sein können, aufgelistet. Diese Auflistung ist keinesfalls vollständig, sondern soll zunächst nur ein Problembewusstsein schaffen.

Im Anschluss an diese Auflistung erfolgt die abstrakte rechtliche Einordnung der auf dem Testfeld geplanten Umweltversuche.

Untersuchungen im Zusammenhang mit Vegetation/Tieren:

- Bundesnaturschutzgesetz [36] (BNatSchG)
 - Funktionssicherung bei Flächen für öffentliche Zwecke, insbesondere Flächen des öffentlichen Verkehrs (§ 4 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG)
 - Besonderer Gebiets-/Objektschutz (§§ 20–36 BNatSchG)
 - Regelung zu Eingriffen in Natur- und Landschaft (§ 14 BNatSchG)
 - Allgemeiner (§§ 39–43 BNatSchG) und Besonderer Artenschutz (§§ 44–47 BNatSchG)
- Naturschutzgesetze der Länder (Sächsisches Naturschutzgesetz, Brandenburgisches Naturschutzgesetz)
- Bundeswaldgesetz (BWaldG)
- Waldgesetze der Länder (Waldgesetz für den Freistaat Sachsen, Waldgesetz des Landes Brandenburg)
- Sonstiges Recht der Länder (Verordnungen zum Wald, etwa die Sächsische Privat- und Körperschaftswaldverordnung)
- Kommunale Baumschutzsatzungen
- Bürgerliches Gesetzbuch (Eigentümergebote, Unterlassungsansprüche, Recht zum Betreten von Grundstücken, etc., insbesondere §§ 903 ff., 985 ff. BGB)
- gegebenenfalls Vorgaben der EIU zum Vegetationsmanagement

Untersuchungen im Zusammenhang mit Lärm/Erschütterung/Schall/Immission gefährlicher Stoffe:

- Bundes-Immissionsschutzgesetz [37] (BImSchG)
 - Beschaffenheit und Betrieb von Fahrzeugen, Bau und Änderung von Straßen und Schienenwegen (§§ 38–43 BImSchG)
 - Lärminderungsplanung (§§ 47a–47f BImSchG)
- Auf Grund des BImSchG erlassene Rechtsverordnungen, etwa
 - 4. BImSchV – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen
 - 9. BImSchV – Verordnung über das Genehmigungsverfahren
 - 12. BImSchV – Störfall-Verordnung
 - 16. BImSchV – Verkehrslärmschutzverordnung

- 24. BImSchV – Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung
- 26. BImSchV – Verordnung über elektromagnetische Felder
- 32. BImSchV – Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung
- Richtlinie (EU) 2016/797 und TSI NOISE [92]

Untersuchungen im Zusammenhang mit Unternehmen/Menschen:

- Bürgerliches Gesetzbuch (Eigentümergebühren, Unterlassungsansprüche, Recht zum Betreten von Grundstücken, etc., insbesondere §§ 903 ff., 985 ff. BGB)
- Datenschutzrecht bei der Erhebung von Daten
 - EU-Datenschutzgrundverordnung (DSGVO)
 - Grundgesetz [134] (Allgemeines Persönlichkeitsrecht, Recht auf informationelle Selbstbestimmung, Recht auf Gewährleistung der Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme)
 - Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)
 - Landesdatenschutzgesetze (LDSG)
- Unternehmen
 - Berufsfreiheit in Art. 12 GG
 - Eigentumsfreiheit in Art. 14 GG
 - Recht am eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetrieb (Art. 14 GG)
 - Arbeitsrecht (Arbeits-, Tarifverträge, Gesetze, Verordnungen, EU-Recht)
 - Kartellrecht (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen – GWB)

7.2.4.4.1 Fahrende Untersuchungen

TABELLE 7.18: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT FAHRENDE UNTERSUCHUNGEN

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen fahrende Untersuchungen, z. B. zur Streckenüberwachung, zur Hinderniserkennung oder auch Mobilfunkversuche sowie Untersuchungen zur Nutzerakzeptanz stattfinden.
Notwendigkeit von Änderungen an Fahrzeug, Infrastruktur oder Betrieb	Die Durchführung der Erprobungsmethode erfordert keine Änderung von Fahrzeugen, Infrastruktur oder im Rahmen des Betriebes. Es finden lediglich Überwachungen sowie sonstige Beobachtungen statt. ²⁰
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es findet weder eine Änderung an Fahrzeugen oder der Infrastruktur noch am Betrieb statt. Auch sonst wird davon ausgegangen, dass die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.

²⁰ Abhängig von der konkret vorgesehenen Maßnahme kann eine Änderung an Fahrzeugen, Infrastruktur oder an der Durchführung des Betriebes unter Umständen doch nötig sein. Für die rechtliche Beurteilung wird dieser Fall jedoch ausgeklammert.

<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsgebietes der EIGV</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern dies der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

7.2.4.4.2 Untersuchungen unmittelbar am Gleiskörper

TABELLE 7.19: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT UNTERSUCHUNGEN UNMITTELBAR AM GLEISKÖRPER

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Untersuchungen unmittelbar am Gleiskörper, entweder an Strecken der DB Netz AG, privater EIU, Kohlebahnen, Anschlussbahnen oder an eigener Infrastruktur durchgeführt werden. Beispiele sind etwa innovative Schallschutzmaßnahmen, Versuche zur Gewinnung regenerativer Energie, Lärmmonitoring, die Immission gefährlicher Stoffe sowie Erprobungen zur Vegetationskontrolle oder zum Schutz von und vor Tieren.
Notwendigkeit von Änderungen an Fahrzeug, Infrastruktur oder Betrieb	Die Durchführung der Erprobungsmethode erfordert keine Änderung von Fahrzeugen, Infrastruktur oder im Rahmen des Betriebes. Es finden lediglich Überwachungen sowie sonstige Beobachtungen statt. ²¹
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es findet weder eine Änderung an Fahrzeugen oder der Infrastruktur noch am Betrieb statt. Auch sonst wird davon ausgegangen, dass die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.
Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen. Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.
Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsgebietes der EIGV	Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen. Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.
Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen. Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.

²¹ Abhängig von der konkret vorgesehenen Maßnahme kann eine Änderung an Fahrzeugen, Infrastruktur oder an der Durchführung des Betriebes unter Umständen doch nötig sein. Für die rechtliche Beurteilung wird dieser Fall jedoch ausgeklammert.

<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten, insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>
---	--

7.2.4.4.3 Untersuchungen im Randbereich von Strecken

TABELLE 7.20: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT UNTERSUCHUNGEN IM RANDBEREICH VON STRECKEN

<p>Beschreibung der Maßnahme</p>	<p>Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Untersuchungen im Randbereich von Strecken, z. B. zu Hangrutschungen, Extremwetterereignissen sowie zur Vegetationskontrolle oder dem Schutz von und vor Tieren stattfinden.</p>
<p>Notwendigkeit von Änderungen an Fahrzeug, Infrastruktur oder Betrieb</p>	<p>Die Durchführung der Erprobungsmethode erfordert keine Änderung von Fahrzeugen, Infrastruktur oder im Rahmen des Betriebes. Es finden lediglich Überwachungen sowie sonstige Beobachtungen statt.²²</p>
<p>Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme</p>	<p>Es findet weder eine Änderung an Fahrzeugen oder der Infrastruktur noch am Betrieb statt. Auch sonst wird davon ausgegangen, dass die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.</p>
<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.</p>

²² Abhängig von der konkret vorgesehenen Maßnahme kann eine Änderung an Fahrzeugen, Infrastruktur oder an der Durchführung des Betriebes unter Umständen doch nötig sein. Für die rechtliche Beurteilung wird dieser Fall jedoch ausgeklammert.

<p>Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsgebietes der EIGV</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.</p>
<p>Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Durchführung der Untersuchung nicht möglich.</p>
<p>Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur</p>	<p>Es muss danach differenziert werden, ob die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist. Sofern das der Fall ist, kann die Untersuchung ohne das Einholen spezieller Genehmigungen erfolgen.</p> <p>Für den (wohl eher seltenen) Fall, dass die Betriebssicherheit bei der durchzuführenden Untersuchung nicht gewährleistet werden kann, ist eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde nötig (vgl. Kapitel 7.2.1.7.4). Angesichts der Tatsache, dass das AEG auch für nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur keine Ausnahmemöglichkeiten insbesondere von der allgemeinen Sicherheitspflicht des § 4 AEG vorsieht, herrscht in diesem Fall erhebliche Rechtsunsicherheit hinsichtlich der rechtlichen Umsetzbarkeit (vgl. wiederum Kapitel 7.2.1.7.4).</p> <p>Zuständige Aufsichtsbehörde für die Erteilung einer eventuell möglichen Ausnahmegenehmigung wäre das EBA für Eisenbahnen des Bundes gemäß § 5 Abs. 1a, 2 S. 1 Hs. 1 AEG i. V. mit § 3 Abs. 1 Nr. 2 BEVVG das EBA, für übrige Eisenbahnen die von den Ländern nach § 5 Abs. 1a Nr. 2, 2 S. 1 AEG bestimmten Behörden.</p>

7.2.4.4 Untersuchungen in der Umgebung

TABELLE 7.21: RECHTLICHE UMSETZBARKEIT UNTERSUCHUNGEN IN DER UMGEBUNG

Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen der Erprobungsmethode sollen Untersuchungen in der Umgebung, z. B. Lärmuntersuchungen in Siedlungen (LärmLab 21), Untersuchungen zu Human Factors, zur Anwohnerakzeptanz oder zu Mobilitäts- und Logistikketten durchgeführt werden.
Notwendigkeit von Änderungen an Fahrzeug, Infrastruktur oder Betrieb	Die Durchführung der Erprobungsmethode erfordert keine Änderung von Fahrzeugen, Infrastruktur oder im Rahmen des Betriebes. Es finden lediglich Überwachungen sowie sonstige Beobachtungen statt. ²³
Gewährleistung der Betriebssicherheit durch die Maßnahme	Es findet weder eine Änderung an Fahrzeugen oder der Infrastruktur noch am Betrieb statt. Auch sonst wird davon ausgegangen, dass die Betriebssicherheit weiterhin gewährleistet ist.
Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Bei Untersuchungen in der Umgebung besteht in der Regel kein direkter Bezug zur Betriebssicherheit, sodass die in Rede stehende Erprobungsmethode ohne spezielle eisenbahnrechtliche Genehmigungen durchgeführt werden kann.
Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsgebietes der EIGV	Bei Untersuchungen in der Umgebung besteht in der Regel kein direkter Bezug zur Betriebssicherheit, sodass die in Rede stehende Erprobungsmethode ohne spezielle eisenbahnrechtliche Genehmigungen durchgeführt werden kann.
Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Bei Untersuchungen in der Umgebung besteht in der Regel kein direkter Bezug zur Betriebssicherheit, sodass die in Rede stehende Erprobungsmethode ohne spezielle eisenbahnrechtliche Genehmigungen durchgeführt werden kann.
Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur	Bei Untersuchungen in der Umgebung besteht in der Regel kein direkter Bezug zur Betriebssicherheit, sodass die in Rede stehende Erprobungsmethode ohne spezielle eisenbahnrechtliche Genehmigungen durchgeführt werden kann.

²³ Abhängig von der konkret vorgesehenen Maßnahme kann eine Änderung an Fahrzeugen, Infrastruktur oder an der Durchführung des Betriebes unter Umständen doch nötig sein. Für die rechtliche Beurteilung wird dieser Fall jedoch ausgeklammert.

7.2.4.4.5 Zusammenfassung

TABELLE 7.22: ZUSAMMENFASSUNG RECHTLICHE UMSETZBARKEIT UMWELTVERSUCHE

	Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur
Fahrende Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Ausnahme genehmigung nötig
Untersuchungen unmittelbar am Gleiskörper	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Ausnahme genehmigung nötig
Untersuchungen im Randbereich von Strecken	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: nicht durchführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sofern keine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Keine Genehmigung nötig • Sofern Beeinträchtigung der Betriebssicherheit: Ausnahme genehmigung nötig
Untersuchungen in der Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Eisenbahnrechtlich unproblematisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Eisenbahnrechtlich unproblematisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Eisenbahnrechtlich unproblematisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Eisenbahnrechtlich unproblematisch

7.2.4.4.6 Grafische Zusammenfassung

	Regelspuriges Eisenbahnnetz im Zuständigkeitsbereich des EBA	Regelspuriges Eisenbahnnetz außerhalb des Anwendungsbereichs der EIGV	Nichtöffentliche Eisenbahninfrastruktur (Anschlussbahn)	Nichtöffentliche, abgegrenzte Eisenbahninfrastruktur
Fahrende Untersuchungen	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓
	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig
Untersuchungen unmittelbar am Gleiskörper	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓
	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig
Untersuchungen im Randbereich von Strecken	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓	Gewährleistung der Betriebssicherheit ✓
	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit ✗	Keine Gewährleistung der Betriebssicherheit (✓) Ausnahmegenehmigung nötig
Untersuchungen in der Umgebung	✓	✓	✓	✓

Abbildung 7.6: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Umweltversuche (Eigene Darstellung)

7.2.5 Ergebnisse zu 7.2

Für die Bewertung der rechtlichen Umsetzbarkeit der geplanten Erprobungen auf dem Testfeld werden die geplanten Versuche in folgende vier Kategorien unterteilt: Fahrzeugversuche, Infrastrukturversuche, Betriebsversuche und Umweltversuche. Innerhalb dieser Kategorien lässt sich zwischen den einzelnen Erprobungen weiter differenzieren, etwa zwischen Versuchen, die lediglich das Monitoring bestimmter Zugfahrten beinhalten, solchen, die unter Einsatz nicht modifizierter Fahrzeuge und Infrastruktur stattfinden, bis hin zu Erprobungen mit nicht zugelassenen Fahrzeug- und Infrastrukturelementen. Die Versuche können sich hinsichtlich Technologiereifegrad von Erprobungsmitteln und der Anwendungsmöglichkeit bestehender Regelwerke unterscheiden.

Für alle Kategorien der Fahrzeug- und Infrastrukturerprobung, ebenso wie für Betriebs- und Umweltversuche gilt stets die Maßgabe einer sichergestellten Betriebssicherheit. Die Kategorien unterscheiden sich allerdings einzeln im Aufwand für deren Sicherstellung. Sind bestehende Regelwerke nicht anwendbar oder ausreichend, können methodische Ansätze des Risikomanagements hinzugezogen werden. Sofern die Betriebssicherheit nicht gewährleistet werden kann, darf die Erprobung überhaupt nicht durchgeführt werden.

Insbesondere außerhalb des Anwendungsbereiches EIGV sowie für Erprobungen an der Infrastruktur gibt es bisher keine einheitlichen Regelungen zu Probefahrten und sonstigen Erprobungen. Auch auf nichtöffentlicher, abgegrenzter Infrastruktur besteht nach § 4 AEG weiterhin die Pflicht zur Gewährleistung eines sicheren Eisenbahnbetriebes. Mit Blick auf die Rechtssicherheit wäre eine eigenständige Normierung von Regelungen zu Probezwecken im AEG selbst sowie unter Anpassung der bereits bestehenden Vorschriften in den weiteren Verordnungen (EBO, EIGV, BOA) wünschens- und empfehlenswert. In diesem Zuge erscheint auch eine Klarstellung geltender Rechtsvorschriften für eine nichtöffentliche, separate Infrastruktur (vgl. hierzu Kapitel 7.2.1.1.4) sinnvoll.

7.3 Ergebnisse der rechtlichen Einordnung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich das „offene digitale Testfeld“ und die damit verbundenen geplanten Erprobungen – sowohl hinsichtlich des regulierungsrechtlichen Zugangsanspruches als auch hinsichtlich der (sicherheits-)rechtlichen Umsetzbarkeit der Erprobungen – nach aktueller Rechtslage nicht rechtssicher umsetzen lassen. Vor diesem Hintergrund kommen verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung des rechtlichen Rahmens in Betracht, die im Folgenden nochmals zusammenfassend dargestellt werden.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Kapazität für die Durchführung der Testfahrten auf dem Testfeld könnte man zunächst die in § 57 ERegG genannten „Verkehrsdienste“ um Versuchsfahrten erweitern, damit diesen letztlich ein Vorrang bei der Zuweisung von ansonsten nicht ausreichender und damit verfügbarer Schienenwegkapazität eingeräumt wird. Diese Gesetzesänderung hilft jedoch nur in den Fällen, in denen Versuchsfahrten langfristig im Voraus geplant werden können, was in der Regel nicht der Fall sein dürfte. Auch führt sie voraussichtlich nicht dazu, dass eine Strecke des „Regelbetriebsnetzes“ auf diese Weise für andere Verkehre faktisch gesperrt wird.

Als weitere Möglichkeit kommt die Schaffung eines neuen Streckenmodus mit einem Wechsel weg vom „Normalbetrieb“ hin zum „Testbetrieb“ in Betracht, in dem der reguläre Betrieb der Strecke für den öffentlichen Schienenverkehr eingestellt wird und auf der Strecke nur Versuchsfahrten vorgenommen werden können. Diese Betriebseinstellung soll nur zeitlich befristet möglich sein und nur solche Strecken betreffen, die für das Verkehrsaufkommen wenig bis gar nicht relevant sind; andernfalls ist eine

Vereinbarkeit mit dem Unionsrecht und dem dort niedergelegten Zugangsrecht äußerst fraglich. Zu beachten sind außerdem ausreichende Rechtsschutzmöglichkeiten für den Betreiber der Schienenwege gegen eine solche vorübergehende weitgehende „Stilllegung“ seiner Strecke.

Überdies kommt ein neu zu schaffender Regelungsmechanismus in Betracht, der Versuchsfahrten bei der Kapazitätsvergabe eine starke Berücksichtigung finden lässt und einer Koordinierungsstelle die praktikable Koordination von Trassenkapazitäten und Messgeräten ermöglicht. Hierzu muss eine Strecke durch die Aufsichts- oder Regulierungsbehörde – etwa durch einen Verwaltungsakt – als „Teststrecke“ ausgewiesen und ein Regelungsmechanismus für die Koordinierungsstelle geschaffen werden. Auch hierbei sind Rechtsschutzmöglichkeiten des Betreibers der Schienenwege zu beachten.

Im Hinblick auf die (sicherheits-)rechtliche Umsetzbarkeit der Erprobungen sollten eigenständige Regelungen zu Probezwecken im AEG selbst sowie unter Anpassung der bereits bestehenden Vorschriften in den weiteren Verordnungen (EBO, EIGV, BOA) geschaffen werden. In diesem Zuge erscheint auch eine Klarstellung geltender Rechtsvorschriften für nichtöffentliche, separate Infrastruktur als empfehlenswert.

8 Befragung der Stakeholder

Während der Erstellung der Studie wird eine Befragung des Sektors mittels eines online auszufüllenden Fragebogens durchgeführt, um eine möglichst praxisnahe Ausgestaltung des Testfelds zu erzielen. Der Fragebogen gliedert sich thematisch in die folgenden vier Bereiche:

- Stakeholder-bezogene Fragen zu Tätigkeitsschwerpunkten und der eigenen Testerfahrung
- Fragen zu den geplanten Forschungsfeldern und den in Kapitel 5.2 erörterten Fragestellungen
- Abfrage weiterer Fragestellungen, die der Befragte selbst gerne auf einem offenen digitalen Testfeld untersuchen würde
- Fragen zur infrastrukturellen, technischen und organisatorischen Ausgestaltung des Testfelds

Während der ungefähr fünf Wochen laufenden Umfrage wird der Fragebogen von 108 Personen ausgefüllt. Wie aus Abbildung 8.1 ersichtlich, kommen die meisten Antworten aus den Stakeholder-Gruppen der Bahnindustrie und der EIU.

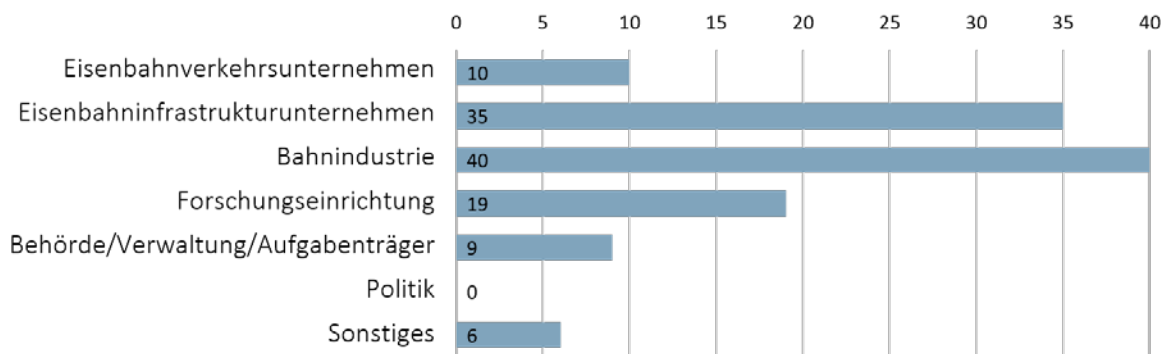


Abbildung 8.1: Stakeholder-Gruppen (Eigene Darstellung)

Die meisten Umfrageteilnehmer verfügen über eine langjährige Arbeitserfahrung im Schienenverkehrssektor. Mehr als die Hälfte der Befragten weist sogar mehr als 15 Jahre Arbeitserfahrung im Bereich auf, wie sich aus Abbildung 8.2 entnehmen lässt.

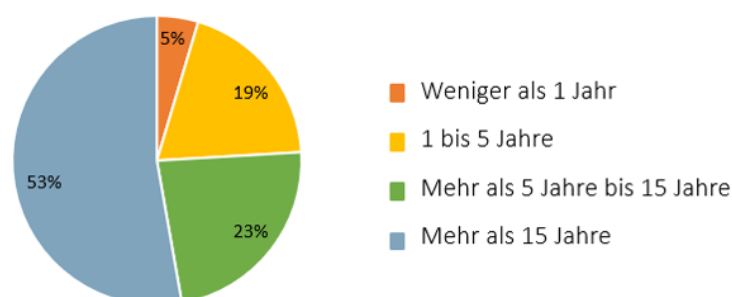


Abbildung 8.2: Arbeitserfahrung der Befragten (Eigene Darstellung)

54 % der Umfrageteilnehmer verfügen selbst über eigene Erfahrungen bei der Planung, Durchführung oder Begleitung von Tests an Schienenwegen oder -fahrzeugen. Abbildung 8.3 zeigt, dass Testerfahrung in allen abgefragten Bereichen vorliegt.

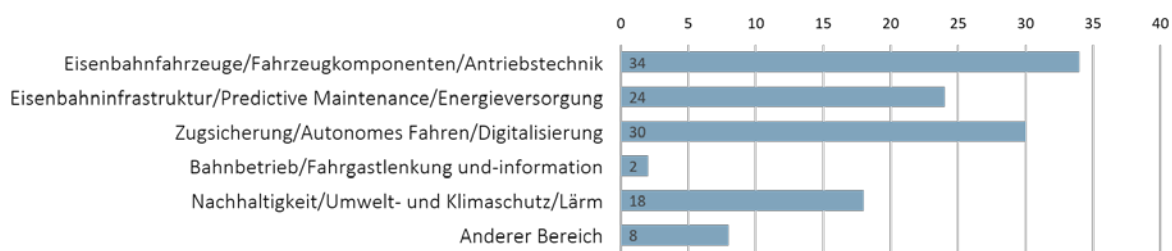


Abbildung 8.3: Bereiche der Testerfahrung (Eigene Darstellung)

Liegt eigene Testerfahrung in einem oder mehreren Bereichen vor, wird der Grad der Zustimmung in Bezug auf den in Abbildung 8.4 enthaltenen Aussagen abgefragt. Die detaillierten Antworten für die einzelnen Bereiche sind im Anhang 4 enthalten. Abbildung 8.4 zeigt die prozentuale Verteilung aller gegebenen Antworten über alle abgefragten Bereiche zuzüglich der Testerfahrung aus „anderen Bereichen“, sodass eine Datenbasis von 116 gegebenen Antworten resultiert.

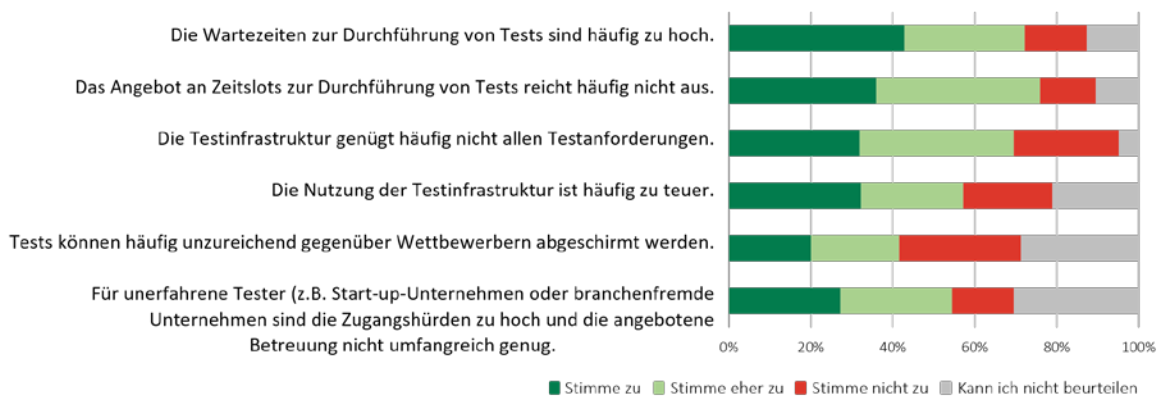


Abbildung 8.4: Testerfahrung in allen Bereichen zuzüglich der frei ergänzten Bereiche (Eigene Darstellung)

Um den „Grad der Stimmung“ anhand einer einzigen Zahl ausdrücken zu können, wird dieser für jeden der abgefragten Bereiche und über alle gegebenen Antworten mithilfe folgender Formel ermittelt:

$$(1,0 * Zustimmung + 0,5 * bedingte Zustimmung) / (alle Stimmen mit Meinung)$$

Ist der ermittelte Wert größer als 50 %, wird eine überwiegende Zustimmung angenommen, welche die Notwendigkeit eines Testfelds untermauert. Die folgende Auswertung zeigt den Nutzen des geplanten Testfelds für jeden der abgefragten Bereiche. Insbesondere aber für Untersuchungen im Kontext „Autonomes Fahren“, „Zugsicherung“ und „Digitalisierung“:

- Zugsicherung/Autonomes Fahren/Digitalisierung: 64 %
- Eisenbahnfahrzeuge/Fahrzeugkomponenten/Antriebstechnik: 61 %
- Alle Bereiche zuzüglich der frei ergänzten Bereiche: 57 %
- Eisenbahninfrastruktur/Predictive Maintenance/Energieversorgung: 55 %
- Nachhaltigkeit/Umwelt- und Klimaschutz/Lärm: 53 %

8.1 Einschätzung des Forschungsbedarfs

Im zweiten Fragenkomplex der Befragung wird getrennt nach den elf Forschungsfeldern die Relevanz der in Kapitel 5.2 diskutierten Themen/Technologien abgefragt. Dabei wird auch unterschieden, ob die Themen eine grundsätzliche Relevanz für die Allgemeinheit haben oder speziell für den befragten Umfrageteilnehmer.

8.1.1 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“

Abbildung 8.5 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“.

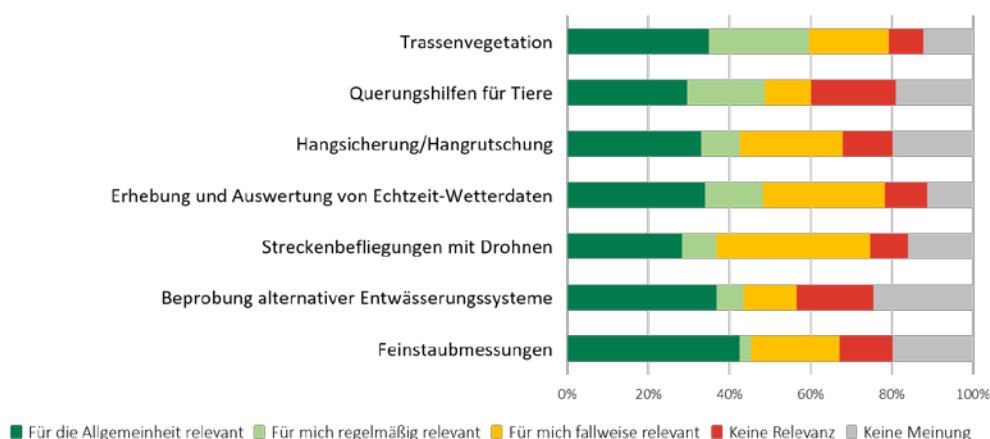


Abbildung 8.5: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Themen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ untersuchen würden:

- Wirkung der Gestaltung von Begleitgrün und anderen anlagebedingten Begleitelementen (Entwässerung und Wasserrückhaltung, Unter- und Überführungen, etc.) auf die biologische Vielfalt bzw. die Lebensraumvernetzung sowie die Dynamik invasiver Pflanzen
- Implementierung von Vogelschutzmarkern in die Oberleitung. Test diverser Materialien/Methoden/Arten von Signalen, Ermittlung möglicher negativer Auswirkungen auf die Infrastruktur bzw. die Verkehrssicherheit, Ermittlung des Wirkungsgrads der Maßnahme
- Management von gleisnahen naturschutzfachlichen Kompensationsmaßnahmen
- Bedeutung des Substrat-, Vegetations- und Biotopmanagements (auch zur Böschungs- und Grundwassersicherung)
- Wildwarnanlagen und Querungshilfen
- Erkennungssysteme für Menschen und Tiere im Gleis
- Wildunfallmeldesysteme
- Nutzung von Bahnunterführungen mit Grünstreifen durch Kleintiere und Säuger
- Aufenthalt im Gleisbereich und Querung des Gleisbereichs durch verschiedene Tierartengruppen
- Barrierewirkung von Hochgeschwindigkeitsverkehren
- Auswirkungen von Hochgeschwindigkeiten auf Vegetation und Kleintiere im Begleitgrün

- Mortalität bei Hochgeschwindigkeitsverkehren (welche Arten und Häufigkeiten), Sekundärmortalität durch Prädation von verunfallten Tieren
- Störwirkung von Verkehren: Güterverkehr insbesondere in der Nacht und in den Dämmerungszeiten
- Überflugverhalten von Fledermäusen

8.1.2 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Lärmschutz bzw. LärmLab21“

Abbildung 8.6 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Lärmschutz bzw. LärmLab21“.

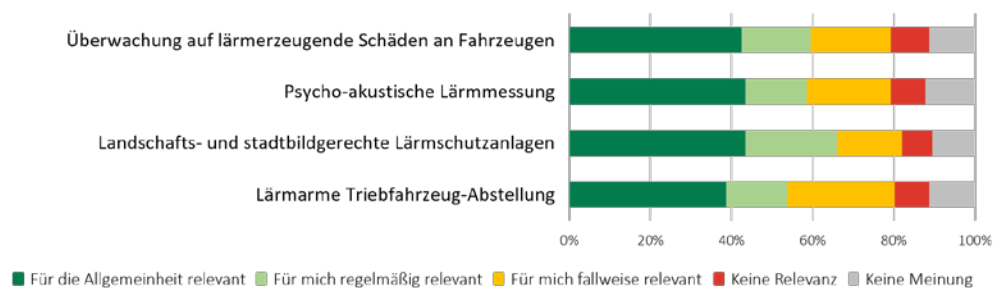


Abbildung 8.6: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Lärmschutz“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Themen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Lärmschutz“ untersuchen würden:

- Begrünung von Schallschutzmaßnahmen und Untersuchung der Effekte auf die Wirkung, Wartbarkeit, Lebensdauer
- Innovative Lärmschutzmaßnahmen an der Infrastruktur (am Entstehungsort, an der Ausbreitung und beim Empfänger/Anwohner)

8.1.3 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Alternative Antriebe“

Abbildung 8.7 enthält die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Alternative Antriebe“.



Abbildung 8.7: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Alternative Antriebe“ (Eigene Darstellung)

8.1.4 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Digitale Vernetzung bzw. Connectivity“

Abbildung 8.8 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Digitale Vernetzung bzw. Connectivity“.

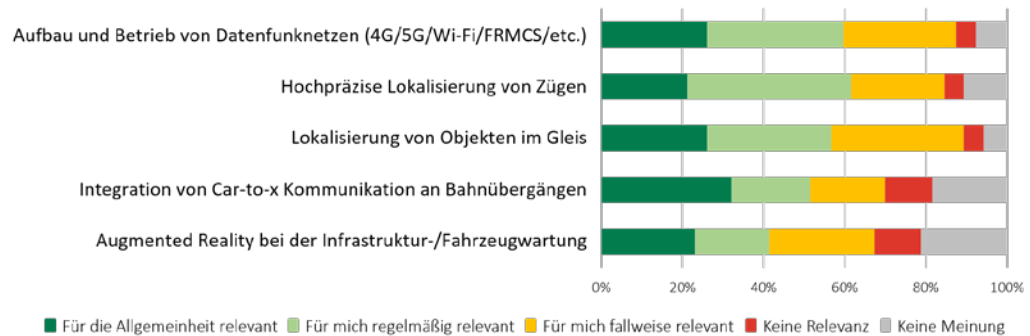


Abbildung 8.8: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Digitale Vernetzung“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Themen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Digitale Vernetzung“ untersuchen würden:

- IT-Sicherheit der digitalen Vernetzung im Betriebsablauf
- Alle Fragestellungen, die im zur Erreichung des Zielbildes der "Digitalen Schiene Deutschland" erforderlich sind.

8.1.5 Ergebnisse für das Forschungsfeld „ATO/TMS“

Abbildung 8.9 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „ATO/TMS“.

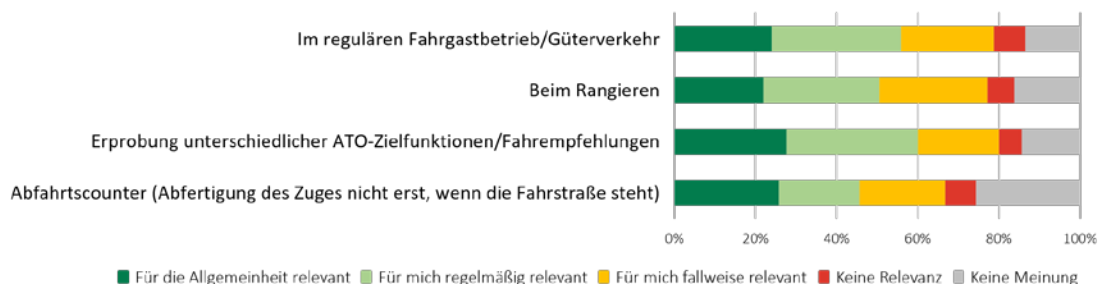


Abbildung 8.9: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Automatisiertes Fahren (ATO)/Traffic Management“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Themen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „ATO/TMS“ untersuchen würden:

- Zusammenspiel der Systemkomponenten (Netzwerk, Stellwerk, Fahrzeug, Leittechnik)
- Priorisierung und deren Verwaltung für automatisiertes Fahren Validierung der Sicherheitsvorgaben
- Einfluss der unterschiedlichen Fahrweise verschiedener Triebfahrzeugführer auf Fahrzeiten und Kapazität.

8.1.6 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Fahrzeuge“

Abbildung 8.10 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Fahrzeuge“.

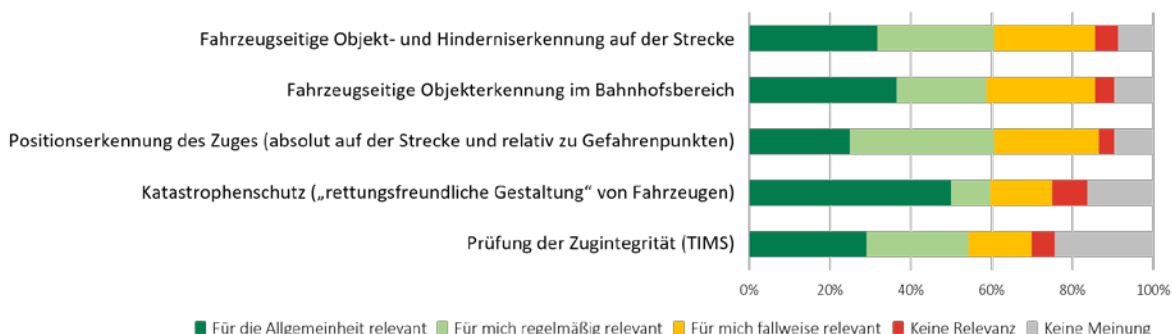


Abbildung 8.10: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Fahrzeuge“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner das Thema der vollautonomen Zugabfertigung, welchen sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Fahrzeuge“ untersuchen würden.

8.1.7 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Güterverkehr“

Abbildung 8.11 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Güterverkehr“.

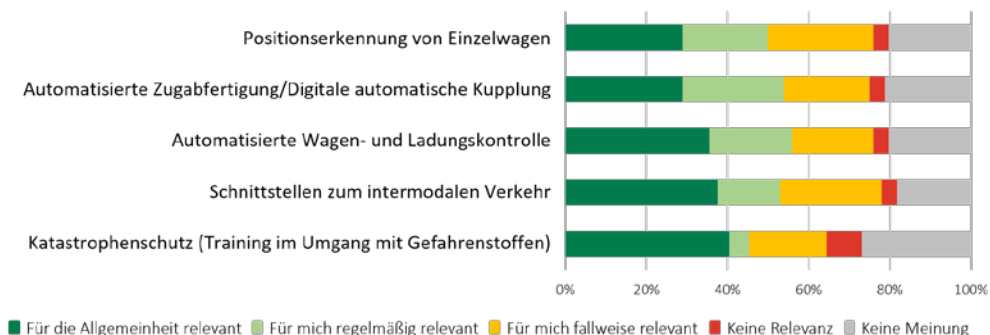


Abbildung 8.11: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Güterverkehr“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Themen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Güterverkehr“ untersuchen würden:

- Umladen von Sattelaufliegern
- Nachweis der Praxistauglichkeit neuer digitaler Automatisierungs- und Sicherungseinrichtungen

8.1.8 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“

Abbildung 8.12 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“.

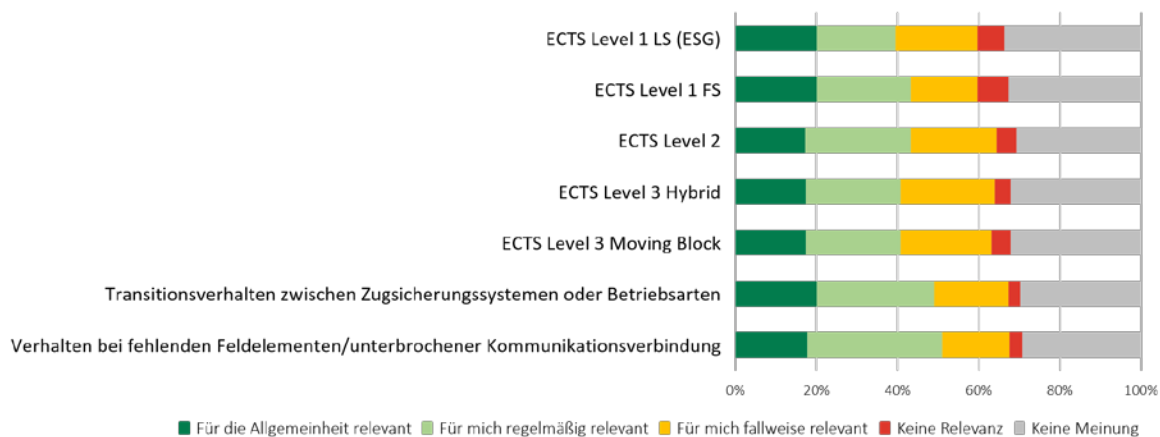


Abbildung 8.12: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Themen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Zugsicherungssysteme“ untersuchen würden:

- Ergonomische und psychophysische Gestaltung von Leitsystemen Belastungs- und Beanspruchungsoptimierung Vermeidung vom Technikstress
- Tatsächliche Leistungsfähigkeit bei unterschiedlichen ETCS-Leveln (nicht nur theoretisch)
- Robustheit einzelner Sensormeldung; Sensordatenfusion verschiedener Ortungssensoren; Latenzzeiten und Reaktionszeiten bei der Fahrstraßenbildung; innovative Lösungen für den Sicherungskern der infrastrukturseitigen Sicherungstechnik

8.1.9 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Vorausschauende Instandhaltung bzw. Predictive Maintenance“

Abbildung 8.13 zeigt die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Vorausschauende Instandhaltung bzw. Predictive Maintenance“.

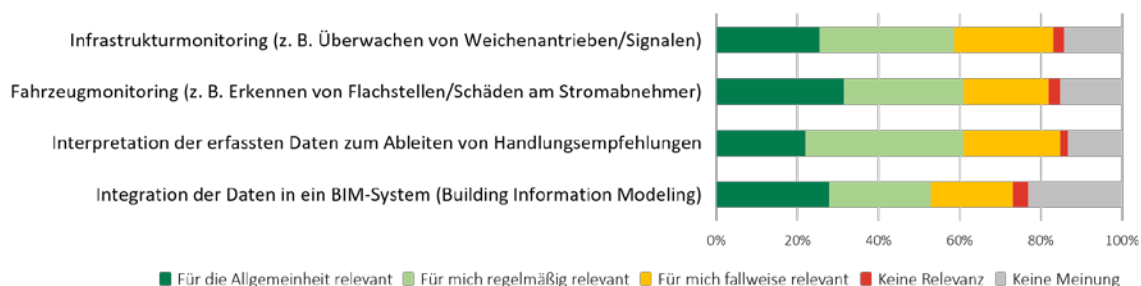


Abbildung 8.13: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Vorausschauende Instandhaltung bzw. Predictive Maintenance“ (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner die Erprobung von fahrzeugseitigen kamerabasierenden Streckenmonitoringsystemen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Predictive Maintenance“ untersuchen würden.

8.1.10 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“

Abbildung 8.14 enthält die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“.

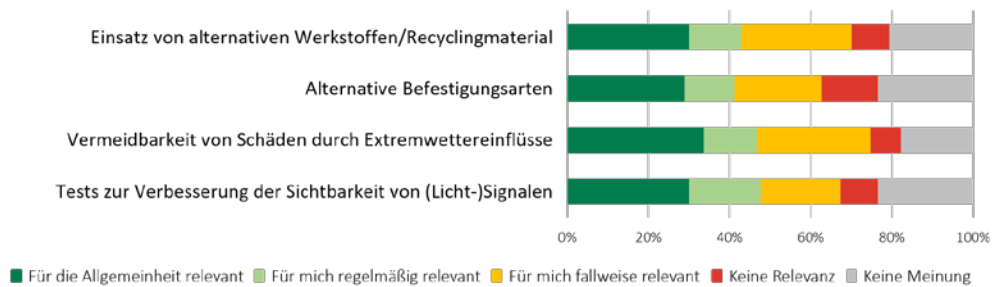


Abbildung 8.14: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“ (Erprobung von Infrastrukturkomponenten) (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Themen, die sie gerne auf dem Testfeld im Kontext „Streckeninfrastruktur“ untersuchen würden:

- Alternative Weichenheizsysteme und Gleisfeldbeleuchtungen
- Erhöhung der Streckenverfügbarkeit durch Reduzierung infrastrukturseitiger Schwächen

8.1.11 Ergebnisse für das Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/-information“

Abbildung 8.15 enthält die Ergebnisse für das Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/-information“.

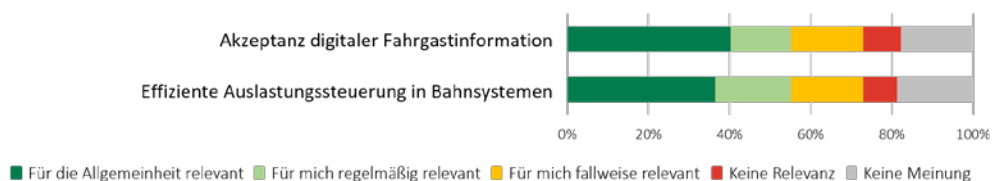


Abbildung 8.15: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/-information“ (Eigene Darstellung)

8.2 Wünsche zur Ausgestaltung des Testfelds

Der dritte Themenkomplex der Befragung behandelt sowohl die organisatorische als auch die technische und infrastrukturelle Ausgestaltung des Testfelds. Abbildung 8.16 zeigt die Relevanz verschiedener organisatorischer Randbedingungen. Den Befragten ist besonders wichtig, dass das Testfeld durch einen neutralen Betreiber betrieben wird. Dieser soll sowohl bei der Planung als auch bei der Durchführung

der Untersuchungen unterstützen und eigenes Rollmaterial zur Verfügung stellen. Neben kurzen Vorlaufzeiten bei der Anmeldung von Tests wird insbesondere eine unterbrechungsfreie Verfügbarkeit der Testumgebung als relevant angesehen.

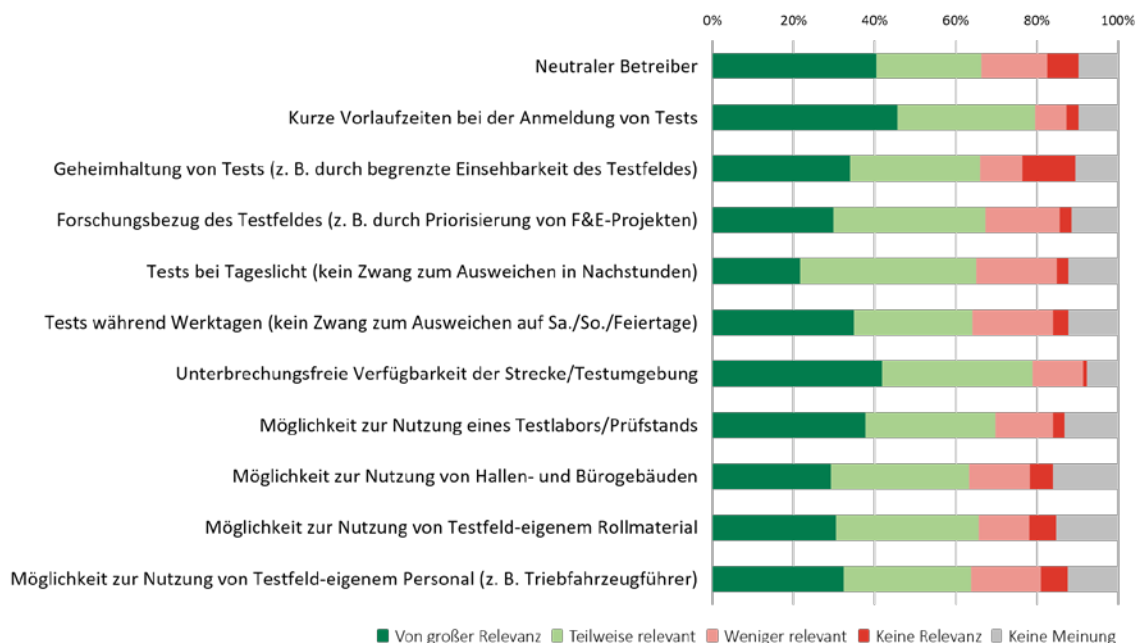


Abbildung 8.16: Relevanz organisatorischer Randbedingungen (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Umfrage nennen die Befragten ferner folgende Aspekte in Bezug auf die organisatorischen Randbedingungen des Testfelds:

- Klare einfache Verwaltungsstrukturen
- Kein Zwang zur Offenlegung von Interna (lediglich Schnittstellen)
- Akkreditierung als Prüf- und Testzentrum
- Kooperationen mit bestehenden Testarealen
- Möglichkeit zur Durchführung von Vorher-/Nachher-Messungen

Bezüglich der gewünschten Ausstattung des Testfelds werden die folgenden zusätzlichen Einrichtungen bzw. Konkretisierungen genannt:

- Rechenzentrum mit IT-Support
- Repräsentative Veranstaltungsräumlichkeiten
- Simulatoren
- Kantine
- Ausreichende Gleis- und Werkstattkapazitäten

In Bezug auf die Relevanz verschiedener möglicher Testumgebungen zeigt Abbildung 8.17 eine Präferenz der Befragten für die Nutzung von Testfeld-eigenen Strecken. Im Gegensatz zur Mitnutzung von Strecken im regulären Verkehr sind dort einfacher unterbrechungsfreie Untersuchungen realisierbar. Die Verfügbarkeit eines Güterverkehrsbereichs wird als relevanter eingestuft als die einer Personenverkehrsanlage, was ggfs. bei der Auswahl eines Standorts abzuwägen ist.

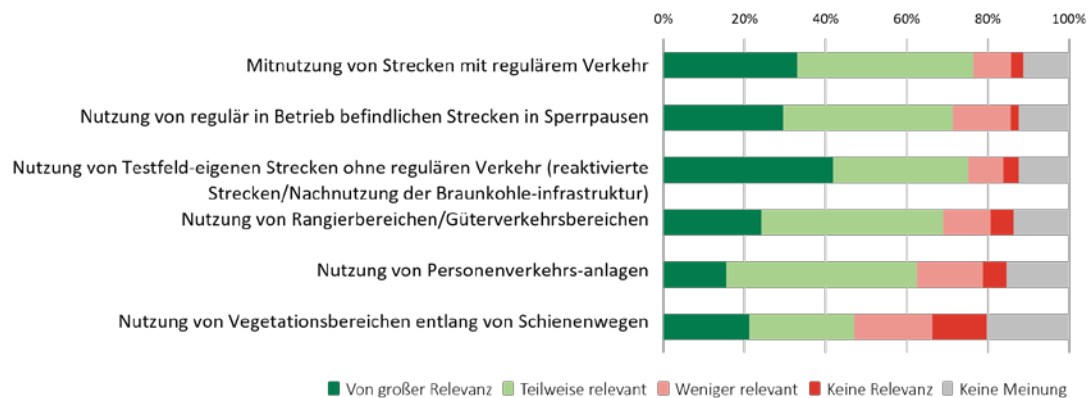


Abbildung 8.17: Relevanz unterschiedlicher Testumgebungen (Eigene Darstellung)

Im Freitext der Befragung werden weitere explizite Wünsche an die Streckentopografie sowie die an Landschaftstypen formuliert, durch die die Strecken verlaufen:

- Kurvenarme sowie kurvenreiche Strecken
- Ebene Strecken sowie Strecken mit Steigungen und Gefälle
- Strecken mit niedriger und hoher Konizität
- Strecke mit Tunneln und entlang von Einschnitten
- Strecken entlang von Bebauung/ohne Bebauung
- Strecken mit/ohne Bäume
- Strecken mit/ohne künstliche Beleuchtung (bspw. in Rangierbereichen oder entlang von Straßen oder beleuchteten Schnellradwegen)

Ferner sollen die Strecken möglichst gut von außerhalb des eng abgegrenzten Schienenkörpers zugänglich sein. Auch das Testfeld als solches sollte eine gute Erreichbarkeit aufweisen und im Optimalfall auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sein.

Abbildung 8.18 fasst die Ergebnisse in Bezug auf die gewünschte Länge der Strecke, der Elektrifizierung und der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zusammen. Es zeigt sich, dass der Großteil der Befragten eine lange und elektrifizierte Strecke bevorzugt, die mit Geschwindigkeiten von mehr als 100 km/h befahren werden kann.

Ferner wünschen sich die Befragten eine umfangreiche und hoch leistungsfähige Datenfunkabdeckung des Testfelds und eine Ausrüstung der Strecken mit ETCS Level 2, wie aus den Abbildungen 8.19 und 8.20 hervorgeht.

Im Freitext der Befragung werden zudem die folgenden Wünsche an die technischen Randbedingungen formuliert:

- Verkabelung entlang der Strecke mit freien belegbaren Adern
- Verkabelung mit Lichtwellenleitern
- Beregnungsanlage
- Verbau einer Warnanlage zur automatischen Warnung bei herannahenden Zügen
- Zulässige Streckengeschwindigkeiten bis 300 km/h
- ETCS Level 3
- Keine Bindung an vorhandene Zugsicherungssysteme

- Einfacher Einbau der zu testenden Komponenten
- Abschaltbarkeit der eingebauten Komponenten
- Einbau von Komponenten ohne Zulassung, die selbst aber keine Sicherheitsverantwortung aufweisen
- Längere Einbaudauer der Komponenten

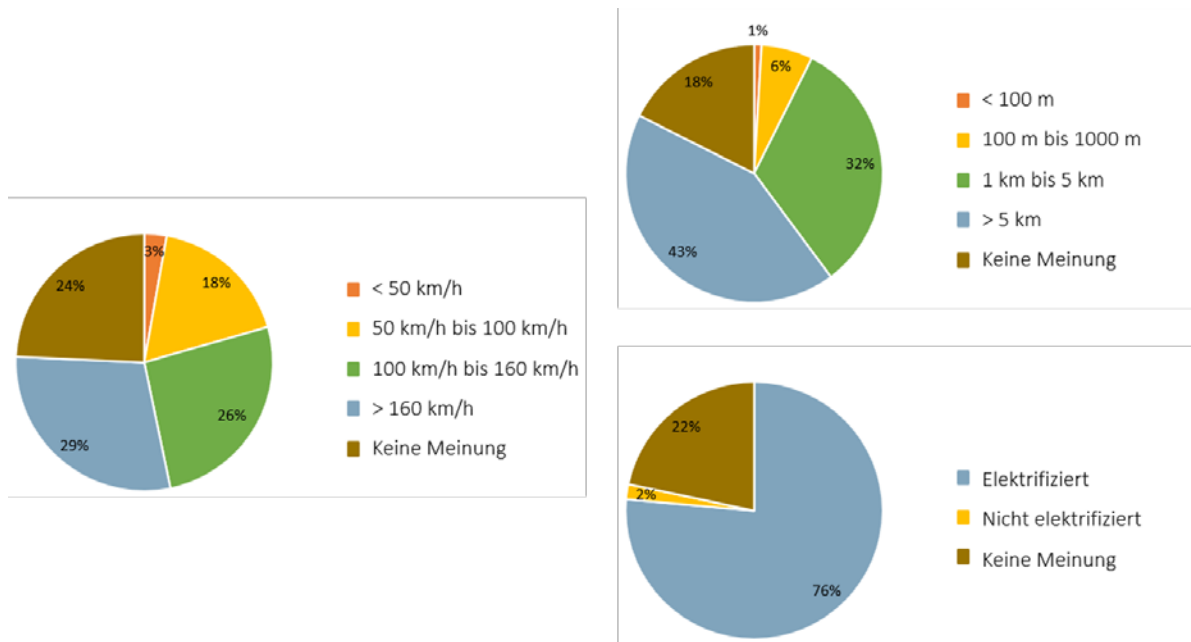


Abbildung 8.18: Wünsche zur Streckenlänge, Elektrifizierung und erlaubten Geschwindigkeit (Eigene Darstellung)

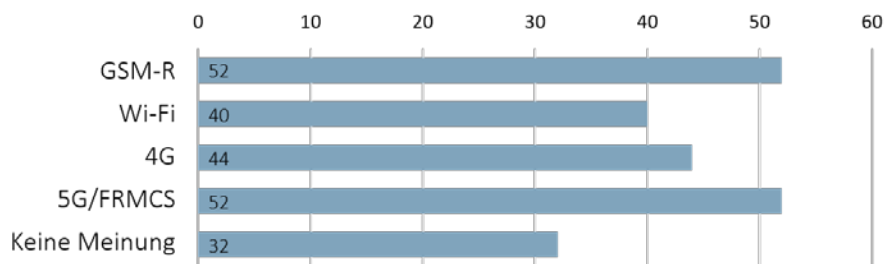


Abbildung 8.19: Gewünschte Datenfunkabdeckung (Eigene Darstellung)

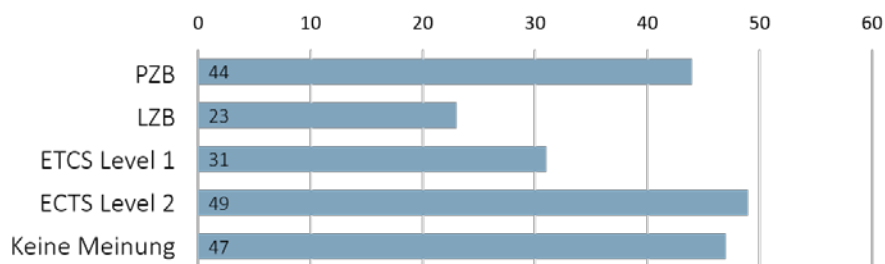


Abbildung 8.20: Gewünschtes Zugsicherungssystem (Eigene Darstellung)

8.3 Fazit der Befragung

Der Rücklauf von 108 ausgefüllten Fragebögen während des rund fünfwöchigen Befragungszeitraums zeugt von einem hohen Interesse der Stakeholder an der Realisierung eines offenen digitalen Testfelds. Der Großteil der Befragten verfügt über eine langjährige Arbeitserfahrung. 53 % können sogar auf eine Arbeitserfahrung von mehr als 15 Jahren im Schienenverkehrssektor zurückblicken. Zudem weisen 54 % der Umfrageteilnehmer eigene Testerfahrungen auf. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass das Groß der gegebenen Antworten ein realistisches Bild beschreibt, das sich weitestgehend mit den Überlegungen der vorherigen Kapitel deckt. Insbesondere zu den in Auszügen wiedergegebenen Antworten auf Freitextfragen ist anzumerken, dass diese im Einzelfall auf ihre Relevanz für eine etwaige Umsetzung im Testfeld zu überprüfen sind.

Das Testfeld wird für alle abgefragten Bereiche als sinnvoll angesehen. Insbesondere aber für Untersuchungen im Kontext des autonomen Fahrens, der Zugsicherung und der Digitalisierung, was der im Abschlussbericht der Arbeitsgruppe 5 des Zukunftsbündnis Schiene beschriebenen Zielsetzung entspricht [35]. Die im Kapitel 5.2 erarbeitete Bandbreite geeigneter Themen zur Untersuchung auf einem Testfeld wird durch die Umfrage bestätigt. Zahlreiche weitere Themen, insbesondere der Bereiche ATO, Kapazität und Umwelt wurden durch die Befragten ergänzt. Durch die geplante breite Aufstellung des Testfelds, lassen sich auch die neu ergänzten Fragestellungen zu großen Teilen bereits nach Realisierung der Ausbaustufe 2 untersuchen. Abschließend kann dies aber erst nach einer eingehenden Prüfung des konkreten Untersuchungsgegenstands beantwortet werden.

In Bezug auf die organisatorische Ausgestaltung ist den Befragten insbesondere ein neutraler Betreiber des Testfelds mit einfachen Verwaltungsstrukturen wichtig, der bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen unterstützt und eigenes Rollmaterial zur Verfügung stellt. Optimal sollen die Vorlaufzeiten möglichst kurz ausfallen und gleichzeitig möglichst lange und unterbrechungsfreie Zeitfenster für Untersuchungen zur Verfügung stehen. Der Wunsch der möglichst unterbrechungsfreien Durchführbarkeit von Untersuchungen deckt sich mit dem Vorzug der Testfeld-eigenen Stecken ohne regulären Verkehr. Nichtsdestotrotz wird auch die Mitnutzung von Strecken mit regulärem Verkehr als relevant eingestuft, da eine Vielzahl von Untersuchungen erst durch die Interaktion mit anderen Zügen sinnvoll möglich wird. Der Großteil der Befragten wünscht sich eine möglichst lange und elektrifizierte Strecke, die mit mindestens 100 km/h befahren werden kann. Zudem wird eine Streckenausrüstung mit ETCS Level 2 und eine hochleistungsfähige Datenfunkabdeckung auf dem gesamten Areal des Testfelds gefordert.

9 Ausblick

Mit dem Abschlussbericht legen die Gutachter dem DZSF eine Systematik über elf mögliche Forschungsfelder des offenen digitalen Testfelds vor. Es werden umfangreiche Informationen zu der vorhandenen Infrastruktur und zu weiteren relevanten Rahmenbedingungen im Gebiet des geplanten Testfelds erarbeitet. Basierend auf einer Erhebung grundlegender Anforderungen an bestimmte Testvorhaben und dem Abgleich mit der bereits vorhandenen Infrastruktur enthält der Bericht eine überschlägige Kalkulation der finanziellen Mittel zur Etablierung des Testfelds. Weiterhin werden Empfehlungen ausgesprochen, um bestimmte Erprobungsszenarien entlang des digitalen Testfelds möglichst rechtssicher zu planen und durchzuführen.

Aufgrund der Vielfalt der abgedeckten, unter Realbedingungen zu untersuchenden Testfragestellungen, dem offenen Zugang und des hiermit verknüpften Innovationspotenzials ist die Umsetzung des Testfelds zu befürworten. Diese gutachterliche Einschätzung wird durch die Ergebnisse einer projektbegleitend durchgeführten Stakeholderbefragung bestätigt. Eine möglichst zügige Umsetzung des Testfelds ist daher zu empfehlen. Zunächst ist es erforderlich, die Finanzierungsgrundlage für die allgemeine sowie forschungsfeldspezifische Grundausstattung des Testfelds sicherzustellen. Neben der Verwendung von Bundesmitteln ist im Fall projektspezifischer Kosten eine finanzielle Beteiligung externer Partner einzuplanen. Zeitgleich ist das bestehende Eisenbahnrecht an die Anforderungen der Forschungsarbeiten entlang des Testfelds anzupassen. Insbesondere ist eine Novellierung des ERegG in Bezug auf die rechtliche Thematik von Test- und Versuchsfahrten ist wünschenswert, wenn das Konzept eines offenen Testfelds reibungslos umgesetzt werden soll

Die Umsetzung des offenen digitalen Testfelds setzt die Festlegung eines Standorts zur Einrichtung des Betriebsgeländes voraus. Die Standort-Vorschläge der Gutachter sind weiter zu prüfen und ggf. weiterzuerfolgen. Daneben ist eine Entscheidung hinsichtlich der rechtlichen Form und Organisationsstruktur des Testfelds erforderlich. Die überschlägig durchgeführten Kostenschätzungen der Gutachter sind in konkretisierenden Planungsschritten zu verfeinern und ggf. anzupassen. Der Planungs- und Realisierungsprozess sollte sich an den vorgeschlagenen Umsetzungsstufen und -zeiträumen orientieren. Insgesamt ist von einem etwa zehnjährigen Umsetzungszeitraum auszugehen.

Mit der ersten Umsetzungsstufe des offenen digitalen Testfelds werden den Nutzern vor Ort Hallen- und Büroinfrastrukturen zur Verfügung gestellt. Nach der Realisierung eines Bahnstrom-Unterwerks und einer Wasserstofftankstelle, der Gewährleistung einer ausreichend performanten mobilen Datenfunkabdeckung und diversen Beobachtungs- und Messeinrichtungen entlang der regulär befahrenen Infrastruktur des Testfelds wird der Grundstein für erste Testvorhaben im Realbetrieb geschaffen. Im weiteren Zeitverlauf ist davon auszugehen, dass insbesondere durch den Erwerb von testfeldeigenen Strecken und von testfeldeigenem Rollmaterial, die Ausrüstung von Strecken mit ETCS, FRMCS und Sensorik und die Realisierung einer elektrischen Ladeinfrastruktur bedeutsame Weichenstellungen für einen intensiven Testbetrieb gelegt werden. Um dem offenen Testbetrieb günstige Voraussetzungen zu schaffen, sollten diese Investitionen möglichst zügig erfolgen.

Mit dem geplanten digitalen Testfeld eröffnen sich innerhalb der Bahnbranche und auch in den Braunkohlerevieren in der unmittelbaren Umgebung neue Innovations-, Beschäftigungs- und Zukunftsmöglichkeiten. Das Vorhaben bietet daher das Potenzial, mehrere Ziele zu verknüpfen.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Kategorisierung von Testeinrichtungen	17
Abbildung 2.2: Kartographische Übersicht der Testzentren mit Teststringen in Europa	18
Abbildung 2.3: Kartographische Übersicht geplanter und verworfener Testzentren mit Teststringen in Europa	19
Abbildung 2.4: Kartographische Übersicht von Testzentren mit Teststringen weltweit	19
Abbildung 2.5: Übersicht der Eigentümer und Betreiber von Testzentren mit Teststringen in Europa	20
Abbildung 2.6: Maßstäblicher Vergleich der grundlegenden Testinfrastrukturen von Testzentren mit Teststringen	21
Abbildung 2.7: Kartographische Übersicht der Testzentren mit Testgleisen in Europa	24
Abbildung 2.8: Kartographische Übersicht der Testzentren mit Testgleisen in Deutschland und Großbritannien	24
Abbildung 2.9: Übersicht der Eigentümer und Betreiber von Testzentren mit Testgleisen in Europa	25
Abbildung 2.10: Übersicht der Eigentümer und Betreiber von Testständen und Laboren in Europa	28
Abbildung 2.11: Kartographische Übersicht der Teststände und Labore in Europa	29
Abbildung 2.12: Kartographische Übersicht der Teststände und Labore in Deutschland	29
Abbildung 2.13: Kartographische Übersicht der temporären Testfelder in Europa	32
Abbildung 2.14: Kartographische Übersicht der temporären Testfelder in Deutschland und in der Schweiz	32
Abbildung 2.15: Übersicht der Eigentümer, Betreiber und Kooperationspartner temporärer Testfelder in Europa	33
Abbildung 2.16: Schematische Darstellung des Streckenverlaufs des Digitalen Testfelds Erzgebirge	36
Abbildung 2.17: Schematische Darstellung des Streckenverlaufs des Open.Rail.Labs Burgenland	36
Abbildung 3.1: Themenfelder, Forschungsschwerpunkte und Forschungsfelder im Überblick.....	42
Abbildung 3.2: Exemplarische Darstellung der Zuordnung der Themen	42
Abbildung 4.1: Darstellung der in Betrieb befindlichen Strecken im Bereich Halle (Saale), Cottbus und Niesky.....	44
Abbildung 4.2: Darstellung der ein- und zweigleisig ausgebauten Stecken im Bereich des Testfelds	44
Abbildung 4.3: Darstellung der elektrifizierten und nicht elektrifizierten Stecken im Bereich des Testfelds	44
Abbildung 4.4: Darstellung der maximal zulässigen Streckengeschwindigkeiten im Bereich des Testfelds	46
Abbildung 4.5: Bahnübergänge im Bereich des Testfelds	47
Abbildung 4.6: Brücken im Bereich des Testfelds	47
Abbildung 4.7: Tunnel im Bereich des Testfelds	47
Abbildung 4.8: Verfügbare Kommunikationssysteme im Bereich des Testfelds	48
Abbildung 4.9: Übergeordnete Netzfunktionen der Strecken im Bereich des Testfelds	48

Abbildung 4.10: Pz-/Gz- und Mischverkehrsstrecken im Bereich des Testfelds	49
Abbildung 4.11: Netzgrafik 2020	49
Abbildung 4.12: Netzgrafik 2030	50
Abbildung 4.13: Gleisanschlüsse im Bereich des Testfelds	50
Abbildung 4.14: Stillgelegte/abgebaute Strecken, Anschluss- und Werkbahnen	51
Abbildung 4.15: Gewässerflächen und Straßenachsen im Bereich des Testfelds	52
Abbildung 4.16: Bevölkerungsdichte im Bereich des Testfelds	52
Abbildung 4.17: Großschutzgebiete im Bereich des Testfelds, ohne Sachsen-Anhalt	53
Abbildung 4.18: CO ₂ -Emissionen des Schienenverkehrs im Bereich des Testfelds	54
Abbildung 4.19: Akteure im Bereich des Testfelds	55
Abbildung 4.20: Besuchte Orte	56
Abbildung 4.21: Fotocollage des Ceravis-Geländes in Torgau mit eigenem Anschluss an die Hauptstrecke	57
Abbildung 4.22: Fotocollage des Personenverkehrsteils des Bahnhofs Ruhland	58
Abbildung 4.23: Fotocollage des Güterverkehrsteils des Bahnhofs Ruhland	59
Abbildung 4.24: Fotokollage der Strecke 6571 und des Anschlusses der BASF Schwarzheide GmbH60	
Abbildung 4.25: Fotocollage des Personenbahnhofteils Niesky.....	60
Abbildung 4.26: Fotocollage des alten Güterbahnhofteils Niesky	62
Abbildung 4.27: Fotocollage des Gleisanschlusses und des folgenden Werksgeländes in Niesky.....	62
Abbildung 5.1: Übersicht der Automatisierungsgrade	77
Abbildung 7.1: Anwendungsbereiche der Rechtsvorschriften	135
Abbildung 7.2: Regelungen zu Probefahrten	149
Abbildung 7.3: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Fahrzeugversuche	170
Abbildung 7.4: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Infrastrukturversuche	182
Abbildung 7.5: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Betriebsversuche	194
Abbildung 7.6: Kurz-Zusammenfassung Rechtliche Umsetzbarkeit Umweltversuche.....	203
Abbildung 8.1: Stakeholder-Gruppen	206
Abbildung 8.2: Arbeitserfahrung der Befragten	206
Abbildung 8.3: Bereiche der Testerfahrung	207
Abbildung 8.4: Testerfahrung in allen Bereichen zuzüglich der frei ergänzten Bereiche	207
Abbildung 8.5: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“	208
Abbildung 8.6: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Lärmschutz“	209
Abbildung 8.7: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Alternative Antriebe“	209
Abbildung 8.8: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Digitale Vernetzung“	210
Abbildung 8.9: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Automatisiertes Fahren (ATO)/Traffic Management“	210

Abbildung 8.10: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Fahrzeuge“	211
Abbildung 8.11: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Güterverkehr“	211
Abbildung 8.12: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“	212
Abbildung 8.13: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Vorausschauende Instandhaltung bzw. Predictive Maintenance“	212
Abbildung 8.14: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“ (Erprobung von Infrastrukturkomponenten).....	213
Abbildung 8.15: Relevanz einzelner Themen im Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/-information“	213
Abbildung 8.16: Relevanz organisatorischer Randbedingungen	214
Abbildung 8.17: Relevanz unterschiedlicher Testumgebungen.....	215
Abbildung 8.18: Wünsche zur Streckenlänge, Elektrifizierung und erlaubten Geschwindigkeit	216
Abbildung 8.19: Gewünschte Datenfunkabdeckung	216
Abbildung 8.20: Gewünschtes Zugsicherungssystem	216
Abbildung 13.1: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ zu anderen Forschungsfeldern.....	245
Abbildung 13.2: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „LärmLab21“ zu anderen Forschungsfeldern	245
Abbildung 13.3: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Alternative Antriebe“ zu anderen Forschungsfeldern.....	246
Abbildung 13.4: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Connectivity“ zu anderen Forschungsfeldern.....	246
Abbildung 13.5: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „ATO/TMS“ zu anderen Forschungsfeldern	246
Abbildung 13.6: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Fahrzeuge“ zu anderen Forschungsfeldern.....	247
Abbildung 13.7: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Güterverkehr“ zu anderen Forschungsfeldern	247
Abbildung 13.8: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Zugsicherungssysteme“ zu anderen Forschungsfeldern	247
Abbildung 13.9: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Predictive Maintenance“ zu anderen Forschungsfeldern.....	248
Abbildung 13.10: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Streckeninfrastruktur“ zu anderen Forschungsfeldern	248
Abbildung 13.11: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Fahrgastlenkung/-information“ zu anderen Forschungsfeldern	248
Abbildung 13.12: Darstellung der mit PZB ausgerüsteten Strecken im Bereich des Testfelds	249
Abbildung 13.13: Darstellung der mit LZB ausgerüsteten Strecken im Bereich des Testfelds	249
Abbildung 13.14: Darstellung der mit ETCS ausgerüsteten Strecken im Bereich des Testfelds.....	250
Abbildung 13.15: Darstellung der zur Anwendung kommenden Betriebsverfahren im Bereich des Testfelds	250

Abbildung 13.16: Darstellung der höchsten zulässigen Ströme für Personenzüge im Bereich des Testfelds	250
Abbildung 13.17: Darstellung der höchsten zulässigen Ströme für Güterzüge im Bereich des Testfelds	251
Abbildung 13.18: Darstellung von Streckenklassen mit zulässiger Radsatz- und Meterlast im Bereich des Testfelds	251
Abbildung 13.19: PV-Haltepunkte im Bereich des Testfelds	251
Abbildung 13.20: GV-Netzgrafik 2030 für den Bereich des Testfelds	252
Abbildung 13.21: Naturschutzgebiete im Bereich des Testfelds, ohne Sachsen-Anhalt	252
Abbildung 13.22: Landschaftsschutzgebiete im Bereich des Testfelds, ohne Sachsen-Anhalt	253
Abbildung 13.23: Übersicht besuchter Orte	254
Abbildung 13.24: Niveaufreie Kreuzung der Strecke 6360 mit dem Gallener Weg bei Jesewitz	255
Abbildung 13.25: Personenverkehrsteil des Bahnhofs Eilenburg.....	256
Abbildung 13.26: Güterverkehrsteil des Bahnhofs Eilenburg.....	256
Abbildung 13.27: Bahnhof Eilenburg Ost.....	257
Abbildung 13.28: Stillgelegte Strecke bei Doberschütz	257
Abbildung 13.29: Mockrehna am Bahnübergang	258
Abbildung 13.30: Streckenabschnitt mit vielen Bahnübergängen und hohem Güterverkehrsanteil	258
Abbildung 13.31: Eingleisiger Abschnitt der Strecke 6345 im Bereich der Elbbrücke	259
Abbildung 13.32: Ceravis-Gelände mit eigenem stark überwuchertem Anschluss an die Hauptstecke	260
Abbildung 13.33: Blick von der Brücke der B 182 in nördliche und südliche Richtung der Strecke 6345	261
Abbildung 13.34: Anschlussgleis der SBO Torgau im Bereich der Naundorfer Str.	261
Abbildung 13.35: Gleisanschluss und Betriebsgelände des Kieswerks Mühlberg	262
Abbildung 13.36: Gleisanschluss der Zuckerfabrik im Bereich der Mühlberger Str. und der Burxdorfer Str.	262
Abbildung 13.37: Blick vom BÜ auf die Strecken 6827 und 6133 in nördlicher und südlicher Richtung	263
Abbildung 13.38: Verbindungskurve in Falkenberg im Bereich der Schützenstr. 21	263
Abbildung 13.39: Blick von Brücke der Uebigauer Str. in südliche Richtung	264
Abbildung 13.40: Blick von Brücke der Uebigauer Str. in nördliche Richtung	264
Abbildung 13.41: Bahnhof Falkenberg und Bahnhofsstraße mit zahlreichen leerstehenden Häusern	265
Abbildung 13.42: Am oberen Güterbahnhof in Falkenberg	266
Abbildung 13.43: Werkstätte der BLG RailTec und zugehörige hoch ausgelastete Gleisgruppe.....	266
Abbildung 13.44: Streckengleise der Strecke 6207 in Biehla im Bereich der Straße Am Stein	267
Abbildung 13.45: Neu sanierter Personenbahnhof Ruhland mit marodem Empfangsgebäude	267

Abbildung 13.46: Alter Güterverkehrsteil des Bahnhofs Ruhland	268
Abbildung 13.47: Anschluss der BASF Schwarzheide GmbH von der Brücke Schipkauer Str. aufgenommen	269
Abbildung 13.48: Verschieden Teile des Güterbahnhofs Senftenberg.....	269
Abbildung 13.49: Bahnhof Weißwasser mit zahlreichen Gz-Gleisen und nicht mehr genutztem Stumpfgleis	270
Abbildung 13.50: Blick in den Tagebau Nochten vom Aussichtsturm zum Schweren Berg.....	270
Abbildung 13.51: Ehemalige Bahnhofsgebäude in Bad Muskau und ehemalige Eisenbahnbrücke über die Neiße	271
Abbildung 13.52: Parkeisenbahn in Bad Muskau (- Weißwasser)	271
Abbildung 13.53: Stillgelegte Strecke nördlich Bucze, in Sanice, Brückenkopf auf polnischer Seite und alter Bahndamm ohne Gleise auf deutscher Seite	272
Abbildung 13.54: Nicht mehr in Betrieb befindliche Strecke 6577 in Lodenau in nördlich und südliche Richtung	273
Abbildung 13.55: Güterbahnhof Horka mit Blick in westlicher und östlicher Richtung	273
Abbildung 13.56: Lärmschutz in Horka im Bereich der Rothenburger Straße/Uhlmannsdorfer Str.	274
Abbildung 13.57: Neu sanierter Personenverkehrsteil des Bahnhofs Niesky mit marodem Empfangsgebäude	274
Abbildung 13.58: Alter Güterverkehrsteil des Bahnhofs Niesky	275
Abbildung 13.59: Gleisanschluss und Werksgelände der Stahl Technology Niesky GmbH	275
Abbildung 13.60: Strecke 6207 in westlicher und östlicher Richtung im Bereich Mücka	276
Abbildung 13.61: Zweigleisige nicht mehr genutzte Kohlebahn mit Kabelschacht im Bereich Boxberg	276
Abbildung 13.62: Citytunnel Leipzig Gleis 2	277
Abbildung 13.64: Testerfahrung im Bereich Eisenbahnfahrzeuge/Fahrzeugkomponenten/Antriebstechnik	278
Abbildung 13.65: Testerfahrung im Bereich Eisenbahninfrastruktur/Predictive Maintenance/Energieversorgung	278
Abbildung 13.66: Testerfahrung im Bereich Zugsicherung/Autonomes Fahren/Digitalisierung	279
Abbildung 13.67: Testerfahrung im Bereich Nachhaltigkeit/Umwelt- und Klimaschutz/Lärm	279

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Basis-Testangebot in Testzentren mit Testringen (Auswahl)	22
Tabelle 2.2: Ergänzendes Testangebot in Testzentren mit Testringen (Auswahl)	22
Tabelle 2.3: Testangebot in Testzentren mit Testgleisen (Auswahl)	27
Tabelle 2.4: Testangebot in Testständen und Laboren (Auswahl).....	31
Tabelle 2.5: Testangebot temporärer Testfelder (Auswahl)	35
Tabelle 4.1: Längen der Strecken innerhalb des Bereichs des Testfelds.....	45
Tabelle 4.2: Eisenbahn-relevante Orte im Bereich des Testfelds	63
Tabelle 4.3: Einschätzung der Eignung zur Einrichtung des Betriebsgeländes	64
Tabelle 5.1: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“	69
Tabelle 5.2: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „LärmLab21“	71
Tabelle 5.3: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Alternative Antriebe“	74
Tabelle 5.4: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Connectivity“	75
Tabelle 5.5: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „ATO/TMS“	78
Tabelle 5.6: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Fahrzeuge“	80
Tabelle 5.7: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Güterverkehr“	83
Tabelle 5.8: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“	86
Tabelle 5.9: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Predictive Maintenance“	87
Tabelle 5.10: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“	89
Tabelle 5.11: Forschungsspezifische Anforderungen und Nachrüstungen im Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/Information“	91
Tabelle 6.1: Investitionen für die Grundausstattung und den übergeordneten Betrieb	93
Tabelle 6.2: Investitionen im Forschungsfeld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz “	94
Tabelle 6.3: Investitionen im Forschungsfeld „LärmLab21“	95
Tabelle 6.4: Investitionen im Forschungsfeld „Alternative Antriebe“	96
Tabelle 6.5: Investitionen im Forschungsfeld „Connectivity“	97
Tabelle 6.6: Investitionen im Forschungsfeld „ATO/TMS“	98
Tabelle 6.7: Investitionen im Forschungsfeld „Fahrzeuge“	98

Tabelle 6.8: Investitionen im Forschungsfeld „Güterverkehr“	100
Tabelle 6.9: Investitionen im Forschungsfeld „Zugsicherungssysteme“	101
Tabelle 6.10: Investitionen im Forschungsfeld „Predictive Maintenance“	102
Tabelle 6.11: Investitionen im Forschungsfeld „Streckeninfrastruktur“	102
Tabelle 6.12: Investitionen im Forschungsfeld „Fahrgastlenkung/Information“	103
Tabelle 6.13: Geschätzte Investitionen [Mio. €] (Stand 11.03.2021)	105
Tabelle 6.14: Vorschlag zur Aufteilung der Gesamtkosten und der zeitlichen Staffelung über zehn Jahre (Stand 11.03.2021).....	106
Tabelle 7.1: Benötigte Genehmigungen im Anwendungsbereich der EIGV; EBO; BOA und des AEG – Änderung Fahrzeuge.....	151
Tabelle 7.2: Benötigte Genehmigungen im Anwendungsbereich der EIGV; EBO; BOA und des AEG – Änderung Infrastruktur	153
Tabelle 7.3: Rechtliche Umsetzbarkeit Begleitung/Monitoring regulärer Zugfahrten	162
Tabelle 7.4: Rechtliche Umsetzbarkeit Versuchsfahrten mit zugelassenen Fahrzeugen im Realbetrieb.....	163
Tabelle 7.5: Rechtliche Umsetzbarkeit Versuchsfahrten mit modifizierten Fahrzeugen im Realbetrieb.....	165
Tabelle 7.6: Rechtliche Umsetzbarkeit Versuchsfahrten mit nicht zugelassenen Fahrzeugen/Prototypen/Erprobungsträgern.....	167
Tabelle 7.7: Zusammenfassung rechtliche Umsetzbarkeit Fahrzeugversuche.....	169
Tabelle 7.8: Rechtliche Umsetzbarkeit Monitoring der nicht modifizierten Infrastruktur.....	171
Tabelle 7.9: Rechtliche Umsetzbarkeit Versuche unter Nutzung von Sensorik im Gleisfeld.....	172
Tabelle 7.10: Rechtliche Umsetzbarkeit Versuche mit Innovativen (nicht zugelassenen) Infrastrukturelementen	174
Tabelle 7.11: Rechtliche Umsetzbarkeit Bau-/Instandhaltungsversuche	176
Tabelle 7.12: Zusammenfassung rechtliche Umsetzbarkeit Infrastrukturversuche	179
Tabelle 7.13: Rechtliche Umsetzbarkeit Betriebsversuche unter Einbeziehung der freien Strecke.....	183
Tabelle 7.14: Rechtliche Umsetzbarkeit Betriebsversuche in Bahnhöfen	185
Tabelle 7.15: Rechtliche Umsetzbarkeit Betriebsversuche auf halböffentlicher Infrastruktur	187
Tabelle 7.16: Rechtliche Umsetzbarkeit Betriebsversuche auf separater Infrastruktur.....	189
Tabelle 7.17: Zusammenfassung rechtliche Umsetzbarkeit Betriebsversuche	191
Tabelle 7.18: Rechtliche Umsetzbarkeit fahrende Untersuchungen	196
Tabelle 7.19: Rechtliche Umsetzbarkeit Untersuchungen unmittelbar am Gleiskörper.....	198
Tabelle 7.20: Rechtliche Umsetzbarkeit Untersuchungen im Randbereich von Strecken	199
Tabelle 7.21: Rechtliche Umsetzbarkeit Untersuchungen in der Umgebung	201
Tabelle 7.22: Zusammenfassung rechtliche Umsetzbarkeit Umweltversuche	202

12 Quellenverzeichnis

ABB Automation Products GmbH (2020): ABB Ladesysteme. Beschreibung der Ladesäulen und ergänzender Dienstleistungen, Preislisten, [online]

https://library.e.abb.com/public/b5915fa39ea04b2a9e8af481ab166806/9AKK107680A5348_Rev_A_Ladestationen_Prodktuebersicht_DE_Preisliste_042020.pdf?x-sign=6sE1bZNaG-NLJ2klSCY+4hiu3IvQHNAHyVY3QUMgjL19I6oWMt30vMmJd/ZLtWO71 [19.11.2020].

Ackermann, T. (2016): Marketing im ÖPNV. Handbuch, VDV [Hrsg.], DVV Media Group GmbH, S. 415-420.

AFER (2020): Homepage Fäurei Railway Test Center (CTF), [online] <http://www.afer.ro/ctff/ctffen.html> [26.08.2020].

Albert, R. (2020): Große Visionen und die praktische Umsetzung - Wo steht die LST, in: Signal + Draht (112), Heft 1+2, S. 10.

Allgemeines Eisenbahngesetz (1993): Gesetz v. 27.12.1993 (BGBl. I S. 2378, ber. 1994 I S. 2439), zuletzt geändert durch Gesetz v. 03.12.2020 (BGBl. I S. 2694).

Alstom (2011): Salzgitter. Transport in Deutschland. Schienenfahrzeuge aus Salzgitter: attraktiv, wirtschaftlich und umweltfreundlich, Presseinformation, [online] <https://web.archive.org/web/20111212023123/http://www.alstom.com/germany/de/locations/salzgitter/> (08.10.2020).

ALSTOM Holdings (2018): Weltpremiere: Alstoms Wasserstoff-Züge starten im öffentlichen Linienverkehr in Niedersachsen, Stefan Brauße, stefan.brausse@alstomgroup.com, 16.09.2018, [online] <https://www.alstom.com/de/press-releases-news/2018/9/weltpremiere-alstoms-wasserstoff-zuege-starten-im-oeffentlichen> [05.11.2020].

AndresPartner (2020): Stahl- und Brückenbau Niesky GmbH: Arbeitsplätze in Niesky durch Teilübernahme gerettet, Pressemitteilung vom 13.03.2020 der AndresPartner, Rechtsanwälte & Steuerberater, Insolvenzverwaltung & Restrukturierung, Partnerschaft mbB, [online] <https://www.andrespartner.de/de/pressemitteilungen-22,2848, Stahl-und-brueckenbau-niesky-gmbh-arbeitsplaetze-in-niesky-durch-teiluebernahme-gerettet.html> [10.11.2020].

Asmussen, B. & Dieck, K. (2019): Schutz vor Lärm und Erschütterungen, in: Lothar, F. & Fengler, W. [Hrsg.]: Handbuch Eisenbahninfrastruktur, 3. Auflage, Springer Vieweg-Verlag, S. 932-952.

Barbu, G. et al. (2014): SATLOC - GNSS gestützte Zugsicherung für Strecken mit niedriger Verkehrsdichte, in: Signal + Draht (106), Heft April, S. 39-44.

Bartholomeus, M.; Arenas, L.; Treydel, R.; et al. (2018): ERTMS Hybrid Level 3, in: Signalling + Datacommunication (110), Heft 1+2/2018, S. 15-22.

Basedow, Jürgen (2019), in: Münchner Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch, Bd. 2, 8. Auflage, München, C.H.Beck, § 305 Rn. 80.

Bau- und Betriebsordnung für Anschlußbahnen (1982): Verordnung v. 13.05.1982 (GBl. SDr. Nr. 1080).

- Bergt, Ulrich** (2014): Bombardier-Züge in Hennigsdorf im Test, in: Märkische Allgemeine (MAZ), [online] <https://www.maz-online.de/Lokales/Oberhavel/Bombardier-Zuege-fuer-die-Schweiz-in-Hennigsdorf-im-Test> [08.10.2020].
- Beuving, M.** (2016): Wasser als Maßnahme gegen rutschige Schienengleise, in: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), Heft Nr. 4, S. 41-44.
- BMBF** (2020): Der Forschungscampus Flexible Elektrische Netze. Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen, [online] https://www.forschungscampus.bmbf.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/344/live/lw_pdf/bmbf-einleger-fen_bf.pdf [05.11.2020].
- BMV** (1997): Erlass v. 14. Mai 1997 – E 15/32.31.01/62 (EBA) 97 (56).
- BMVI** (2016): Digitale Vernetzung im öffentlichen Personenverkehr. Akteure des Dialog- und Stakeholderprozesses im Rahmen der Initiative Digitale Vernetzung im Öffentlichen Personenverkehr [Hrsg.] Roadmap, [online] https://www.digital-vernetzt-mobil.de/wp-content/uploads/2016/11/Roadmap_DVOEP_2016-08-03.pdf [26.08.2020].
- BMVI** (2018): Leuchtende Bahnsteigkante - Zugauslastung in Echtzeit. Initiator: S-Bahn Stuttgart & SIUT GmbH, [online] <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/Mobilitaetspreis-Gewinner-2018/mobilitaetspreis-preistraeger-leuchtende-bahnsteigkante.html> [26.08.2020].
- BMVI** (2019): mFund-Projekte im Portrait. 7 Fragen an EnDyVA, November 2019, [online] https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/mFUND/sieben-fragen-an-EnDyVA.pdf?__blob=publicationFile [06.11.2020].
- BMVI** (2020): Übersicht der geförderten Projekte der Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“, [online] <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/uebersicht-gefoerderte-projekte-digitalisierung-kommunale-verkehrssysteme.html> [26.08.2020].
- BNetzA** (2020): Breitbandmessung/Funkloch-App, entwickelt von der zafaco GmbH, [online] <https://breitbandmessung.de/kartenansicht-funkloch> [26.08.2020].
- BNetzA** (2016): Beschluss v. 18.11.2016 – Az.: BK10-16-0009 Z, S. 8.
- BNetzA** (2017): Beschluss v. 06.02.2017 – Az.: BK10-16-0008_E, S. 139.
- BNetzA** (2017): Beschluss v. 06.02.2017 – Az.: BK10-16-0008_E, S. 140.
- BNetzA** (2017): Beschluss v. 06.02.2017 – Az.: BK10-16-0008_E, S. 138.
- Böcker, D., Geiger, P. & Asmussen, B.** (2019): Lärmschutzinitiative I-LENA nimmt Fahrt auf, in: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), Heft 02/2019, S. 44-49.
- Brand, A. & Nänni, C.** (2019): Bahn- und Fahrgastkommunikation: von 2G/GSM-R zu 5G/FRMCS aus SBB-Perspektive, in: Signal + Draht (111) 7+8, S. 6-15.
- Buchsteiner, R.** (2019): So funktionieren die neuen Digitalstellwerke der Bahn, 30.10.2019, [online] <https://www.rnd.de/politik/so-funktionieren-die-neuen-digital-stellwerke-der-bahn-K6EVWTSXVGHZJRBOYAAL5QPYPY.html> [10.11.2020].
- Bürgerliches Gesetzbuch** (2002): Gesetz v. 02.01.2002 (BGBl. I S. 42, ber. S. 2909 und 2003 I S. 738), zuletzt geändert durch Gesetz v. 22.12.2020 (BGBl. I S. 3256).

Bundeseisenbahnverkehrsverwaltungsgesetz (1993): Gesetz v. 27.12.1993(BGBl. I S. 2378), zuletzt geändert durch Gesetz v. 03.12.2020 (BGBl. I S. 2694).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017): Wir bringen automatisiertes und vernetztes Fahren auf die Straße, Broschüre, [online] https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Publikationen/DG/digitales-testfeld-autobahn-internet.pdf?__blob=publicationFile [26.08.2020].

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2019): Bundesforschungsprogramm Schiene, [online] https://www.dzsf.bund.de/DZSF/DE/Forschungsprogramm/forschungsprogramm_Schiene.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [18.08.2020], S. 49.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020): Abschlussbericht der Arbeitsgruppen des Zukunftsbündnis Schiene (Stand: Mai 2020): Bericht über die Arbeit des Zukunftsbündnis Schiene vom Oktober 2018 bis zum Mai 2020, [online] https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Anlage/E/abschlussbericht-arbeitsgruppen-zukunftsbuendnis-schiene.pdf?__blob=publicationFile [17.08.2020].

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020): Abschlussbericht der Arbeitsgruppen des Zukunftsbündnis Schiene (Stand: Mai 2020): Bericht über die Arbeit des Zukunftsbündnis Schiene vom Oktober 2018 bis zum Mai 2020, [online] https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Anlage/E/abschlussbericht-arbeitsgruppen-zukunftsbuendnis-schiene.pdf?__blob=publicationFile [17.08.2020].

Bundesnaturschutzgesetz (2009): Gesetz v. 29.07.2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Verordnung v. 19.06.2020 (BGBl. I S. 1328).

Bundes-Immissionsschutzgesetz (2013): Gesetz v. 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Gesetz v. 09.12.2020 (BGBl. I S. 2873).

Bundesverwaltungsgericht (2011): Urteil v. 29.09.2011 – Az.: 6 C 17.10, Rn. 71, juris.

Bundesverwaltungsgericht (2015): Urteil v. 11.11.2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 38, juris.

Bundesverwaltungsgericht (2015): Urteil v. 11.11.2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 37, juris.

Bundesverwaltungsgericht, (2015): Urteil v. 11.11.2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 41, juris, auch zum Folgenden.

Bundesverwaltungsgericht (2015): Urteil v. 11.11.2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 40, juris.

Bundesverwaltungsgericht (2015): Urteil v. 11.11.2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 50, juris.

Bundesverwaltungsgericht (2015): Urteil v. 11.11. 2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 49 f., juris.

Bundesverwaltungsgericht (2015): Urteil v. 11.11. 2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 51, juris.

Bundesverwaltungsgericht (1995): Beschluss v. 18.12.1995 – Az.: 4 B 250.95.

Bundesverwaltungsgericht (1996): Beschluss v. 30.09.1996 – Az.: 4 B 175.96.

BVG (2015): Frisch getauft an die Arbeit: Neuer Berliner U-Bahnzug „Icke“ ab sofort im Linienbetrieb, Pressemitteilung vom 02.09.2015, [online] <https://www.bvg.de/de/index.php?section=downloads&cmd=32&download=1728> [05.01.2021].

Centre d'Essais Ferroviaires (2015): Laboratoire et infrastructures d'essais ferroviaires, Broschüre, [online] http://www.c-e-f.fr/images/PlaqCEF2015-Francais-BD_adb13.pdf [26.08.2020].

Centro de estudios y experimentación de obras públicas (ohne Datum): CEDEX Track Box (CTB), [online] http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/D3AAEA4F-4E44-4194-B761-E0B760D2CF98/144152/CEDEXTRACKBOX_english.pdf [09.10.2020].

Dahlendorf, Jana (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4a AEG Rn. 21 f. m.w.N.

Dahlendorf, Jana (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4a AEG Rn. 24.

Dahlendorf, Jana (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4a AEG Rn. 28.

Dahlendorf, Jana (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4a AEG Rn. 34.

Dahlendorf, Jana (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4a AEG Rn. 35 m.w.N.

Dahlendorf, Jana (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4a AEG Rn. 16 f. m.w.N.

Dahlendorf, Jana (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4a AEG Rn. 13.

DB AG (2018): Digitale S-Bahn Hamburg: Referenzprojekt für die Anwendung neuer Technologien auf der Schiene, [online] <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/3183678/a276f2c3ef8c9de0112c408355d141f0/TD-Digitale-S-Bahn-Hamburg-data.pdf> [11.11.2020].

DB AG (2019): Faktenblatt Digitales Stellwerke Warnemünde, 09/2019, [online] <https://www.deutschebahn.com/resource/blob/4578240/d0ee86dcc34968c7e077b3de5a9a84bf/PI-ESTW-Faktenblatt-data.pdf> [10.11.2020].

DB AG (2020): DB sorgt mit „Weichen-EKG“ für verlässlichere Züge: Bereits 3.600 Störungen frühzeitig erkannt und verhindert, 07.06.2020, [online] https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart_zentrales_uebersicht/DB-sorgt-mit-Weichen-EKG-fuer-verlaesslichere-Zuege-Bereits-3-600-Stoerungen-fruehzeitig-erkannt-und-verhindert-5272546 [11.11.2020].

DB AG (2020): Die Braunkohle geht – die Bahn kommt: In Cottbus entsteht Europas modernstes Bahnwerk, 17.09.2020, [online] https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart_zentrales_uebersicht/Die-Braunkohle-geht-die-Bahn-kommt-In-Cottbus-entsteht-Europas-modernstes-Bahnwerk-5591830 [09.11.2020].

DB Netz AG (2014): Abgabe von Eisenbahninfrastruktur. Strecke 6624 Annaberg-Buchholz Süd - Schwarzenberg (Erzgebirge), Ausschreibung vom 06.02.2014 bis 06.05.2014, [online] https://web.archive.org/web/20140223113843if_/http://www.db-netz.de/file/2955692/data/ausschreibung_6624.pdf [13.10.2020].

DB Netz AG (2014): European Train Control System (ETCS) bei der DB Netz AG, [online] https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjwMWP1LvrAhVQ3aQKHTMQAJQQFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fwww.deutschebahn.com%2Fresource%2Fblob%2F1303328%2Fd9556ec0c860abb53cf07bfc693f79d%2FAnhang_Themendienst_ETCS-data.pdf&usg=AOvVaw0acMhECI91ukVFiXHZvJd5 [17.08.2020].

DB Netz AG (2015): Maßnahmenstreckbriefe zum „Sonderprogramm Lärmschutz Schiene“ zur Finanzierung von Einzelmaßnahmen des Lärmschutzes an Schienenwegen des Bundes im Rahmen des Infrastrukturbeschleunigungsprogramms II (IBP II), Anlage 1 zum Schlussbericht SV 40/2013 (Sonderprogramm Lärmschutz Schiene – IBP II).

DB Netz AG (2018): Das neue Digitale Testfeld der Deutschen Bahn, Pressemitteilung, [online] <https://www1.deutschebahn.com/resource/blob/3992408/aacd68dfb136b1d51a39661d0aa60f66/DB-Planet-Article-data.pdf> [13.10.2020].

DB Netz AG (2020): Serviceeinrichtungen im Bahnhof Ruhland, [online] <https://apn.noncd.db.de/APN2020.SucheServiceeinrichtungen> [06.01.2021].

DB Netz AG (2020): SNB 2021, Ziffer 6.4.8 [online] https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/nutzungsbedingungen/nutzungsbedingungen/schienennetz_benutzungsbedingungen/snb_2021-4609716 [23.03.2021].

DB Netz AG (2020): Trassenfinder, [online] <https://trassenfinder.de> [15.01.2021].

DB Regio AG (2018): Unter Strom. DB Regio rüstet Dieselfahrzeuge mit alternativen Antrieben aus, Frankfurt, August 2018, [online] https://www.dbrégio.de/db_regio/view/mdb/db_regio/zukunftswerkstatt/mdb_278211_unter_strom.pdf [15.11.2020].

DB Regio AG, S-Bahn Stuttgart (2018): Die Leuchtende Bahnsteigkante der S-Bahn Stuttgart erhält den Deutschen Mobilitätspreis 2018, [online] <https://www.s-bahn-stuttgart.de/s-stuttgart/aktuelles/Die-Leuchtende-Bahnsteigkante-der-S-Bahn-Stuttgart-erhaelt-den-Deutschen-Mobilitaetspreis-2018-3225474> [12.10.2020].

DB Systemtechnik (2020): Prüfeinrichtungen, [online] <https://www.db-systemtechnik.de/dbst-de/kompetenzen/testcenter/pruefeinrichtungen-1673302> [09.10.2020].

DELFI-Lenkungsausschuss (2020): Anlage Eckpunkte der Strategie DELFI 2030. Beschluss des DELFI-Lenkungsausschusses vom 22.1.2020, [online] https://www.verkehrsministerkonferenz.de/VMK/DE/termine/sitzungen/20-03-26-27-vmk/20-03-26-27_punkt_4-5_anlage-eckpunkte-delfi.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [26.08.2020].

Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/8334, S. 168.

Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/8334, S. 232.

Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/8334, S. 233.

Deutscher Bundestag (2016): Drucksache 18/8334, S. 169.

Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung (2021): LärmLab 21 - Konzeptentwurf. Internes Papier DZSF.

Döbber, Christoph; Frömbgen, Tom (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 49 ERegG Rn. 33.

Döbber, Christoph; Frömbgen, Tom (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 49 ERegG Rn. 12, auch zum Folgenden.

Döbber, Christoph; Frömbgen, Tom (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 49 ERegG Rn. 5.

Döbber, Christoph; Frömbgen, Tom (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 49 ERegG Rn. 6.

Döbber, Christoph (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 52 ERegG Rn. 17.

Döbber, Christoph (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 42 ERegG Rn. 7.

Döbber, Christoph (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 42 AEG Rn. 14 ff. Döbber vertritt jedoch die Auffassung, dass mit Verweis auf die amtliche Begründung des ERegG ein EVU, das sich eines anderen EVU bedient, nicht vom Verbot des Kapazitätshandels erfasst sein soll.

Döbber, Christoph (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 42 ERegG Rn. 13.

Doppelbauer, M. (2020): Grundlagen der Elektromobilität, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Durchführungsverordnung (EU) 2018/1795 (2018): DVO v. 20.11.2018 zur Festlegung des Verfahrens und der Kriterien für die Durchführung der Prüfung des wirtschaftlichen Gleichgewichts gemäß Artikel 11 der Richtlinie 2012/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates.

Durchführungsverordnung (EU) 2017/2177 (2017): DVO v. 22.11.2017 über den Zugang zu Serviceeinrichtungen und schienenverkehrsbezogenen Leistungen.

Durchführungsverordnung (EU) 2016/545 (2016): DVO v. 07.04.2016 über Verfahren und Kriterien in Bezug auf Rahmenverträge für die Zuweisung von Fahrwegkapazität.

Durchführungsverordnung (EU) Nr. 402/2013 (2013): DVO v. 30.04.2013 über die gemeinsame Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 352/2009, zuletzt geändert durch DVO (EU) 2015/1136 v. 13.07.2015.

Durchführungsverordnung (EU) 2019/779 (2019): DVO v. 16.05.2019 mit Durchführungsbestimmungen für ein System zur Zertifizierung von für die Instandhaltung von Fahrzeugen zuständigen Stellen gemäß der Richtlinie (EU) 2016/798 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur

Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 445/2011 der Kommission, zuletzt geändert durch DVO (EU) 2020/780 v. 12.06.2020.

Durchführungsverordnung (EU) 2019/774 (2019): DVO v. 16.05.2019 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1304/2014 in Bezug auf die Anwendung der technischen Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge – Lärm“ auf Bestandsgüterwagen.

Eberts, B.; Hoffmann, R. & Müller, R.F (2019): Das neue Living Lab der Deutschen Bahn AG und seine Beteiligung an Shift2Rail, in: Signal+Draht (111), Heft 7+8, S. 45-52.

EEIG ERTMS Users Group (2020): Principles. Hybrid ERTMS/ETCS Level 3, 15.10.2020, [online] https://ertms.be/sites/default/files/2020-10/16E0421D_HL3-clean.docx [15.10.2020].

Einigungsvertrag (1990): Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik über die Herstellung der Einheit Deutschlands v. 31.08.1990 (BGBl. II S. 885, 889).

Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (1967): Verordnung v. 08.05.1967 (BGBl. II S. 1563), zuletzt geändert durch Verordnung v. 05.04.2019 (BGBl. I S. 479).

Eisenbahnbetriebsleiterverordnung (2000): Verordnung v. 07.07.2000 (BGBl. I S. 1023), zuletzt geändert durch Verordnung v. 10.10.2016 (BGBl. I S. 2242).

Eisenbahn-Bundesamt (2020): Lärmmessung. Grundlage für einen wirksamen Lärmschutz, [online] <https://www.laerm-monitoring.de> [26.08.2020].

Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (2018): Verordnung v. 26.07.2018 (BGBl. I S. 1270), zuletzt geändert durch Verordnung v. 17.06.2020 (BGBl. I S. 1298).

Eisenbahnregulierungsgesetz (2016): Gesetz v. 29.08.2016 (BGBl. I S. 2082), zuletzt geändert durch Gesetz v. 29.06.2020 (BGBl. I S. 1531).

Eisenbahn-Signalordnung 1959 (1959): Verordnung v. 07.10.1959 (BGBl. II S. 1022), zuletzt geändert durch Verordnung v. 31.08.2015 (BGBl. I S. 1474).

Ernst, Stefan (2021), in: Paal/Pauly, Datenschutz-Grundverordnung, 3. Auflage, München, C.H.Beck, Art. 4 DSGVO Rn. 8.

Erstes Brandenburgisches Rechtsbereinigungsgesetz (1997): Gesetz v. 03.09.1997 (GVBl. I S. 104). Die BOA in Brandenburg wurde zuletzt geändert durch Gesetz v. 03.09.1997 (GVBl.I/97, S.104); vgl. § 1 Abs. 1 i. V. mit Nr. 18 der Anlage.

Eurailpress (2015): DB Regio: Neue Werkstatt in Halle für S-Bahn Mitteldeutschland, 04.05.2015, [online] <https://www.eurailpress.de/nachrichten/fahrzeuge-komponenten/detail/news/db-regio-neue-werkstatt-in-halle-fuer-s-bahn-mitteldeutschland.html> [12.11.2020].

Eurailpress (2020): Shift2Rail: ATO-Fahrt auf SBB-Netz, 23.10.2020, [online], <https://www.eurailpress.de/nachrichten/fahrzeuge-komponenten/detail/news/shift2rail-ato-fahrt-auf-sbb-netz.html> [11.11.2020].

EU-Recycling (2020): Beton- und Kunststoff-kombinierte Bahnschwellen mit Energiegewinnung, [online] <https://eu-recycling.com/Archive/10181> [12.11.2020].

Europäische Union (2001): Phare 2001. Standard Summary Project Fiche. Improvement of railway safety by modernisation of the Romanian railway testing centre, [online] https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/pdf/fiche-projet/romania/ro-fm/2001/ro-0107-13_railway_safety.pdf [18.08.2020].

Europäische Union (2017): Commission Decision (EU) 2017/70 of 25 July 2016 on the State aid SA.37185 (2015/C) (ex 2013/N) which Spain has granted and partially implemented for the funding of the Centro de ensayos de alta tecnología ferroviaria de Antequera, in: Official Journal of the European Union, 13.1.2017, L 9/8-L 9/32.

Fehling, Michael (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 2 Rn. 67. Fehling spricht sich ebenfalls dafür aus, allerdings im Kontext des § 2 Abs. 3 AEG a. F.

Fehling, Michael (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 2 Rn. 126.

Fehling, Michael (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 2 Rn. 38. Fehling legt § 2 Abs. 2 S. 1 AEG entsprechend aus.

Fehling, Michael (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 2 Rn. 38.

Fehling, Michael (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 2 Rn. 36.

Fehling, Michael (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 2 Rn. 92.

Fehling, Michael (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 2 Rn. 38, auch zum Folgenden.

Fejes, M. (2020): Erforschung digitaler Bahntechnologien im Erzgebirge geplant, Pressemitteilung der Technischen Universität Chemnitz vom 31.07.2020, [online] <https://www.tu-chemnitz.de/tu/pressestelle/aktuell/10257> [18.08.2020].

Financial/DDP (2008): Bombardier nimmt neue Teststrecke in Bautzen in Betrieb, Nachricht vom 01.02.2008, [online] <http://financial.de/news/wirtschaftsnachrichten/bombardier-nimmt-neue-teststrecke-in-bautzen-in-betrieb/> [08.10.2020].

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 AEG Rn. 7.

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 AEG Rn. 8, mit Verweis auf Hoppe, Sicherheitsverantwortung, S. 87.

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 AEG Rn. 8, mit Verweis auf BGH, Urt. v. 10.10.1978 – Az.: IV ZR 98/77.

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 AEG Rn. 12, mit Verweis auf BT-Drs. 17/8364, S. 8.

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 AEG Rn. 13.

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 AEG Rn. 16.

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 Rn. 2 AEG.

Fischer, Clemens (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 4 AEG Rn. 15, mit Verweis auf Art. 3 Nr. 19 Richtlinie (EU) 2016/798 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11.05.2016 über Eisenbahnsicherheit (ABl. L 138, S. 102 ff.).

Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FFE) e.V. (2014): Kurzgutachten zum Kostenvergleich Stromtransport. Hybridnetz (Power-to-Gas) vs. HGÜ-Leitung, [online] https://www.ffe.de/attachments/article/527/Kurzgutachten_Kostenvergleich%20Stromtransport.pdf [19.11.2020].

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel (Hg.) (2011): Bahnstrom Regenerativ - Analyse und Konzepte zur Erhöhung des Anteils der Regenerativen Energie des Bahnstroms. Endbericht, [online] https://www.ikem.de/wp-content/uploads/2016/08/Endbericht_Bahnstrom_Regenerativ_Fraunhofer_DB_Netze-IKEM_2011_10.pdf [19.11.2020].

Frederich, Fritz; Lege, Burkhard (1997): Automatisches Fahren – Beispiele aus dem Güterverkehr – SST, selbsttätig signalgeführtes Triebfahrzeug und SOG, selbstorganisierender Güterverkehr, in: Zeitschrift für Eisenbahnwesen und Verkehrstechnik (ZEV+DET); Glasers Annalen ; Die Eisenbahntechnik ; Organ der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft (DMG) u. des Fachausschusses Maschinen- und Elektrotechnik (FME) in der Vereinigung der höheren Führungskräfte der deutschen Bahnen (VHB), Band 121, Ausgabe 11, S. 571-578.

Freise, Rainer (2003): Stand der Bahnreform in Deutschland und Europa, in: Transportrecht, 26. Jg, S. 265 (271).

FRIA Immobilien GmbH & Co. KG (2020): 04860 Torgau, [online] https://www.fria-immobilien.de/de/fria/immobilienkauf/torgau/fria_immobilien_15.html [09.11.2020].

Gerstner, Stephan (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 14 Rn. 1, 2, zur Vorgängernorm § 14 AEG a. F.

Grim, J. (2019): The Test Centre of VUZ Velim and the independent facility for testing ETCS, Railway Research Institute [Hrsg.], [online] http://innorail2019.hu/wp-content/uploads/2015/12/GRIM-Jaroslav_EN.pdf [18.08.2020].

Grün, Anselm; Clausen, Sabine (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 60 ERegG Rn. 11, 16.

Grundgesetz (1949): Gesetz v. 23.05.1949 (BGBl. S. 1), zuletzt geändert durch Gesetz v. 29.09.2020 (BGBl. I S. 2048).

Grzeszick, Bernd (2020), in: Maunz/Dürig, GG-Kommentar, Stand: Aug. 2020, Art. 20 Rn. 117–120, allgemein zur Angemessenheit als Teil des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit.

Havarikommissionen; (2019) Undersøgelsesrapport Lyntog L 210 kollideret med sættevognstrailer fra godstog G 9233 på Storebæltsbroen (Vestbroen), 02.01.2019; [online] https://havarikommissionen.dk/media/9501/j_2019_alvorlig-ulykke_2019-2_kollision_storebaelt.pdf [26.08.2020].

Heckers, M. (2012): Siemens baut Prüfcenter aus. RP Online, 25.04.2012, [online] https://rp-online.de/nrw/staedte/kreis-heinsberg/siemens-baut-pruefcenter-aus_aid-14212183 [18.08.2020].

Hermes, Georg; Schweinsberg, Ralf (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 4 Rn. 19 m.w.N.

Hermes, Georg (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 1 Rn. 19.

Hermes, Georg; Schweinsberg, Ralf (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 4 Rn. 58.

Hermes, Georg; Schweinsberg, Ralf (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 4 Rn. 24.

Hermes, Georg; Schweinsberg, Ralf (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 4 Rn. 24, auch zum Folgenden.

Hermes, Georg; Schweinsberg, Ralf (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 4 Rn. 20.

Hermes, Georg (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 23 Rn. 24.

Ingenieurgesellschaft Machbarkeitsstudie ETCS S-Bahn Stuttgart (2019): Abschlussbericht, [online] https://vm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mvi/intern/Dateien/PDF/Abchlussbericht_Untersuchung_ETCS_Stuttgart.pdf [11.11.2020].

Instytut Kolejnictwa (2016): The Railway Research Institute has joined the very few research units to offer tests of the ERTMS/ETCS System Level 1, [online] <http://www.ikolej.pl/en/news/instytut-kolejnictwa-dolaczyl-do-grona-nielicznych-jednostek-badawczych-w-europie-oferujacych-badania-systemu-ertmsetcs-poziomu-1/> [18.08.2020].

Instytut Kolejnictwa (2020): Homepage Test Track Centre Near Żmigród, [online] <http://www.ikolej.pl/en/units/test-track-centre-near-zmigrod/> [28.08.2020].

Karg, Moritz (2019), in: Datenschutzrecht, 2019, Art. 4 DSGVO Rn. 19, 21. Das kann etwa anders sein bei Forschungsarbeiten im Testfeld, in deren Rahmen Fahrgast- oder Anwohnerbefragungen stattfinden. Das sind dann aber wiederum typischerweise keine „Tests“ mit direktem Bezug zum Eisenbahnverkehr mehr, so dass sie hier irrelevant sind.

Kaufhold, S. (2018): Elektrifizierung Darching-Miesbach. Teil der DB Strecke 5620 - Einfluss auf Wasserschutzgebiet Thalham-Reisach-Gotzing – Machbarkeitsstudie, [online] https://www.landkreis-miesbach.de/media/custom/2823_647_1.PDF?1534496032 [19.11.2020].

Kerzel, M.; Zdrallek, M. (2020): Preisentwicklung von Elektrolyseuren für Power-to-Gas-Anlagen, in: gwf Gas + Energie (9), S. 58–61, [online] https://www.gwf-gas.de/fileadmin/GWFGasEnergie/gwf_gas_Ausgaben/gwf_gas-2020/gwf-gas_9_2020/GE_09_2020_fb_Kerzel.pdf [19.11.2020].

Knorr-Bremse (2016): Knorr-Bremse eröffnet zukunftsweisendes Entwicklungszentrum, Pressemitteilung, [online] https://www.knorr-bremse.de/de/press/pressreleases/press_detail_32192.jsp [09.10.2020].

Kramer, Urs (2009), in: Kunz/Kramer, Eisenbahnrecht, AEG, Stand: Okt. 2009, Baden-Baden, Nomos, § 2 Rn. 35.

Kramer, Urs (2009), in: Kunz/Kramer, Eisenbahnrecht, AEG, Stand: Okt. 2009, Baden-Baden, Nomos, § 2 Rn. 34.

Kramer, Urs (2009), in: Kunz/Kramer, Eisenbahnrecht, AEG, Stand: Okt. 2009, Baden-Baden, Nomos, § 14 AEG Rn. 9 m.w.N.

Kramer, Urs (2009), in: Kunz/Kramer, Eisenbahnrecht, AEG, Stand: Okt. 2009, Baden-Baden, Nomos, § 2 Rn. 2.

Kramer, Urs (2009), in: Kunz/Kramer, Eisenbahnrecht, AEG, Stand: Okt. 2009, Baden-Baden, Nomos, § 18 Rn. 4.

Kretschmer, E.; Kunze, M. (2019): Ausrüstungsvarianten bei ETCS Level 3, in: Deine Bahn, Heft 11/2019, S. 26-32.

Land Brandenburg (2020): Denkmale in Brandenburg, Bahnhof Ruhland, 09.10.2020, [online] <https://ns.gis-bldam-brandenburg.de/hida4web/view?docId=obj09120508.xml> [09.11.2020].

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2016): Erste landeseigene Messstation für Bahnlärm, Pressemitteilung vom 12.04.2016, [online], <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/erste-landeseigene-messstation-fuer-bahnlaerm> [02.11.2020].

Lausitzer Rundschau (2015): Die Ruhlander atmen auf: Bahnhofsgebäude verkauft, 09.06.2015, [online] https://www.lr-online.de/lausitz/senftenberg/die-ruhlander-atmen-auf_-bahnhofsgebäude-verkauft-33871128.html [09.11.2020].

Le Figaro (2020): Entreprise Centre D'essais Ferroviaires - Cef à Petite-Forêt, [online] <http://entreprises.lefigaro.fr/centre-d-essais-ferroviaires-cef-59/entreprise-420284226> [18.08.2020].

Le Moniteur (1998): Valenciennes: Un investissement de 150 millions pour un centre d'essais ferroviaires, 17.07.1998, [online] <https://www.lemoniteur.fr/article/valenciennes-un-investissement-de-150-millions-pour-un-centre-d-essais-ferroviaires.1520889> [18.08.2020].

Leupold, Hendrik (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 2 ERegG Rn. 33.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, Anl. 2 ERegG Rn. 38.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, Anl. 2 ERegG Rn. 18.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, Anl. 2 ERegG Rn. 18, wollen auch die bloße Nützlichkeit einer Einrichtung nicht ausreichen lassen.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, Anl. 2 ERegG Rn. 22.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, Anl. 2 ERegG Rn. 50.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 11 ERegG Rn. 15.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 11 ERegG Rn. 9.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 11 ERegG Rn. 26 ff.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck., § 11 ERegG Rn. 17.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 32, wollen das berechtigte Interesse am Transport von Gütern oder Personen festmachen.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 11 ERegG Rn. 14.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 38.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 41.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 44 m.w.N.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 54.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 83.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 50 f., äußern sich kritisch zu BVerwG, Urt. v. 11.11.2015 – Az.: 6 C 58.14, Rn. 50.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 59.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 10 ERegG Rn. 65.

Maas, Jörg; ter Steg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, Anlage 1 ERegG Rn. 19, auch zum Folgenden.

Mandoc, D. & Evangelou, J-M. (2020): FRMCS: More than just a successive replacement for GSM-R, Mai 2020, [online] <https://www.globalrailwayreview.com/article/100190/frmcs-more-than-replacement-gsmr/> [09.11.2020].

Möstl, Markus (2020), in: Maunz/Dürig, Grundgesetz Kommentar, Stand: Aug. 2020, München, C.H.Beck, Art. 87e Rn. 78.

Müller, Axel (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 57 ERegG Rn. 12.

Müller, C. (2019): Digitalisierung im Test: Versuchszug, Teststrecke und Forschungscampus, in: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), Heft 1+2, S. 63-65.

Müller, C. (2020): Digitales Testfeld: Neue Entwicklungen und Tests, in: RailBusiness, Heft 41/20 (05.10.2020), S. 5.

N.N. (2018): Neues Hightech-Labor für Bahntechnologie in Mannheim, in: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), November 2018, S. 67.

N.N./Der Eisenbahningenieur (2017): Testumgebung für selbstfahrende Züge. Bahn-Nachrichten, in: Der Eisenbahningenieur (EI), S. 65.

N.N./RailBusiness (2018): Open.Rail.Lab: Friedberg-Oberwart bleibt bei ÖBB, in: RailBusiness, Ausgabe 44/18 vom 29.10.2018, S. 8.

N.N./Verkehrsrundschau (2017): Erstes Testlabor für autonome Züge in Österreich, in: Verkehrsrundschau, 02.11.2017, [online] <https://www.verkehrsrundschau.de/nachrichten/erstes-testlabor-fuer-autonome-zuege-in-oesterreich-2029817.html> [13.10.2020].

Nahverkehr Rheinland (2017): ÖPNV-/SPNV-Investitionsprogramm 2017-2021 des NVR gemäß § 12 ÖPNVG NRW – Vorschlag für neue Maßnahmen zur Programmaufnahme, [online] https://avv.de/de/aktuelles/neuigkeiten/nvr-foerdert-82-oepnv-massnahmen-in-der-region-mit-rund-81-millionen-euro?file=files/avv/files/aktuelles/2017/nvr_investitionsprogramm_2017_21.pdf [02.11.2020].

Network Rail (2020): Melton Rail Innovation & Development Centre, [online] <https://www.networkrail.co.uk/industry-and-commercial/research-development-and-technology/rail-innovation-development-centres/melton-rail-innovation-development-centre/> [08.10.2020].

Network Rail (2020): Tuxford Rail Innovation & Development Centre, [online] <https://www.networkrail.co.uk/industry-and-commercial/research-development-and-technology/rail-innovation-development-centres/tuxford-rail-innovation-development-centre/> [08.10.2020].

Nolte, J. et al. (2019): ATO 2 Basis Phase 1. Abschlussbericht v1.1a. Teil des Programms smartrail 4.0., [online] <https://www.smartrail40.ch/service/download.asp?mem=0&path=%5Cdownload%5Cdownloads%5CATO2Basic%20Phase%201%20Abschlussbericht%20v1.1a.pdf> [12.10.2020].

Nordbayern.de (2018): Neue Brandanlage eingeweiht: Flammen und Qualm am Airport, 13.07.2018, [online] <https://www.nordbayern.de/region/nuernberg/neue-brandanlage-eingeweiht-flammen-und-qualm-am-airport-1.7822493> [11.01.2021].

- ÖBB-Personenverkehr AG** (2019): Cityjet Eco. Der erste zugelassene Batterie-Zug in Europa, 16.09.2018, [online] <https://www.oebb.at/dam/jcr:b697320b-4493-48f2-a9f4-b8ff3af4d4ec/datenblatt-cityjet-eco.pdf>, [05.11.2020].
- ORF** (2019): Weiße Schienen gegen die Hitze, ORF Vorarlberg, 19.07.2019, [online], <https://vorarlberg.orf.at/stories/3005168/> [12.10.2020].
- Ortlieb, H. & Thiessenhusen, K.** (2019): Elektrisierende Kohle. Ein Portrait des Zentralen Eisenbahnbetriebs der Lausitzer Energie AG (LEAG), in: Bahn-Report, Heft 1/2019, S. 78-83.
- Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG** (2020): Projektbeschreibung „Towards Automated Railway Operation“ (TARO), FFG Projektdatenbank, [online] <https://projekte.ffg.at/projekt/3764867> [13.10.2020].
- Ostendorf, Patrick** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck § 40 ERegG Rn. 19, ist anderer Ansicht.
- Ostendorf, Patrick** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 40 ERegG Rn. 17.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 1 ERegG Rn. 12.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 1 ERegG Rn. 40.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 1 ERegG Rn. 103, der aber in der Aufzählung einen Begrenzungswillen erkennen will.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 1 ERegG Rn. 106.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 2 ERegG Rn. 18, der § 2 Abs. 2 S. 1 AEG entsprechend auslegt.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 3 AEG Rn. 11.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 3 AEG Rn. 8, 10.
- Otte, Karsten** (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 1 AEG Rn. 16.
- OVB Online** (2019): Bahnstrecke bei Tüßling: Mobiler Lärmschutz im Test, Presseartikel vom 22.06.2019, [online] <https://www.ovb-online.de/muehldorf/bahnstrecke-tuessling-mobiler-laerm-schutz-test-12595880.html> [02.11.2020].
- Oberverwaltungsgericht Münster** (2014): Urteil v. 08.04.2014 – Az.: 13 A 1054/13, Rn. 37, juris.

Oberverwaltungsgericht Münster (2014): Urteil v. 16.09.2014 – Az.: 13 A 1847/13, Rn. 115 f., juris, zu § 14 AEG a. F.

Oberverwaltungsgericht Münster (2014): Urteil v. 17.06.2014 – 13 A 1382/13, Rn. 67 ff., juris.

Oberverwaltungsgericht Münster (2009): Beschluss v. 22.07.2009 – Az.: 13 B 830/09, Rn. 16, juris.

Oberverwaltungsgericht Münster (2010): Urteil v. 17.06.2010 – Az.: 13 A 2557/09, Rn. 95, juris.

Pohl, P. & Schubert, M. (2017): Fiber Optic Sensing im Eisenbahnsektor, in: Der Eisenbahningenieur (EI), Heft November, S. 41-45.

RailWatch GmbH & Co.KG (2020): Portfolio – Auf einen Blick, April 2020, [online]
https://www.rail-watch.com/fileadmin/user_upload/fuerWeb_DE_April_neu1.pdf [11.11.2020].

Ramboll (2014): York Engineer's Triangle Rail Operating and Training Centre, [online]
<https://uk.ramboll.com/projects/ruk/york-engineers-triangle> [09.10.2020].

République Française/Préfet du Nord (2013): Projet de Centre Européen d'Essais ferroviaires. Réunion du Comité Technique (COTEC) du 24 Mai 2013, Communiqué de presse, [online]
https://www.nord.gouv.fr/content/download/9822/60281/file/130525_cp_ceef.pdf [26.08.2020].

Richardson, I.; Fisher, J.; Frome, P.; Smith, B.; Guo, S.; Chanda, S. et al. (2015): Low-cost, transportable hydrogen fueling station for early market adoption of fuel cell electric vehicles, in: International Journal of Hydrogen Energy 40 (25), S. 8122–8127. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2015.04.066.

Richtlinie 2012/34/EU (2012): Richtlinie v. 21.11.2012 zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnraums (ABl. L 343 S. 32, ber. ABl. 2015 L 67 S. 32), zuletzt geändert durch Beschl. (EU) 2017/2075 der Kommission v. 04.09.2017 (ABl. L 295 S. 69).

Richtlinie (EU) 2016/797 (2016): Richtlinie v. 11.05.2016 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, zuletzt geändert durch Richtlinie (EU) 2020/700 v. 25.05.2020.

Richtlinie (EU) 2016/798 (2016): Richtlinie v. 11.05.2016 über Eisenbahnsicherheit, zuletzt geändert durch VO (EU) 2020/1530 v. 21.10.2020.

Richtlinie 2001/14/EG (2001): Richtlinie v. 26.11.2001 über die Zuweisung von Fahrwegkapazität der Eisenbahn und die Erhebung von Entgelten für die Nutzung von Eisenbahninfrastruktur (ABl. Nr. L 75 S. 29, ber. ABl. 2012 Nr. L 99 S. 35).

RTA Rail Tec Arsenal (2020): Klima-Wind-Kanal Wien, Eigentümer, [online]
<https://www.rta.eu/ueber-uns/eigentuemmer> [09.10.2020].

Scheppan, Michael (2020), in: Wittenberg/von Lüpke/Zwanziger/Heinrichs, Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, 6. Auflage, Leverkusen, PMC Media House, § 39 Rn. 18.

Scheppan, Michael (2020), in: Wittenberg/von Lüpke/Zwanziger/Heinrichs, Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, 6. Auflage, Leverkusen, PMC Media House, § 40 Rn. 29, auch zum Folgenden.

Scheppan, Michael (2020), in: Wittenberg/von Lüpke/Zwanziger/Heinrichs, Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, 6. Auflage, Leverkusen, PMC Media House, § 40 Rn. 31.

Schmidtendorf, H. (2019): Bombardier Bautzen: Modernstes Prüfcenter für die Bahnzukunft, in: bahn manager Magazin, 18.12.2019, [online] <https://www.bahn-manager.de/bombardier-bautzen-modernstes-pruefcenter-fuer-die-bahnzukunft/> [09.10.2020].

Schulze, U. (2017): Kurz erklärt: Long Range WAN, in: iX, Heft 7/2017, S. 97.

Securemetro (2013): European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 234148, [online] <http://securemetro.inrets.fr> [12.11.2020].

Seegmüller, Thomas (2014), in: Ziekow, Handbuch des Fachplanungsrechts, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 12 Rn. 38.

Seher, D.: Bis an die Grenze der Möglichkeiten, in: Privatbahnen 3 (2017), Heft 11, S. 46-49.

Semetchkin, A. & Berndt, T. (2008): Test, Prüfung und Zertifizierung von Eisenbahntechnik in der Russischen Föderation, in: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), Heft 11 (2008), S. 748-752.

SGS Group (2013): Ferrovaire. Vos matériaux et équipements sont-ils résistants et fiables? Broschüre, [online] <https://www.sgsgroup.fr/-/media/local/france/documents/flyers-and-leaflets/sgscta4ferroviairefr187web.pdf> [09.10.2020].

Siemens AG (2016): Zuverlässiger Bahnverkehr - vom ersten Tag an. Prüf- und Validationscenter in Wegberg-Wildenrath, Broschüre, [online] <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:e3571d930066179caa304cfb615082e14d6679c8/sie-mo-cs-16-243-pcw-broschuere-de-rz-screen.pdf> [26.08.2020].

Siemens AG (2019): Das Schienennetz der Zukunft entsteht in Norwegen, Pressemitteilung, [online] <https://www.mobility.siemens.com/global/de/portfolio/schiene/storys/das-schienennetz-der-zukunft-entsteht-in-norwegen.html> [09.10.2020].

Simpro (2015): Eisenbahnprüfstände. Broschüre, [online] https://simpro.it/wp-content/uploads/data_sheet/railway_test_benches.pdf [09.10.2020].

Skorstad, E. (2017): ERTMS Norway - preparing for a paradigm shift. Global Railway Review, 03.03.2017, [online] <https://www.globalrailwayreview.com/article/71129/ertms-norway-paradigm-shift/> [12.10.2020].

Sommerfeld, M. (2019): SBB [Hrsg.]. Grundkonzept APS (Innenanlage). Teil des Programms smartrail 4.0., [online] https://www.smartrail40.ch/service/download.asp?mem=0&path=\download\downloads\BCON_APS.pdf [13.01.2021].

Spa Valley Railway (2020): Railway Test Track & Training Facility, [online] <https://www.spavalley-railway.co.uk/article.php/24/railway-test-track-training-facility> [08.10.2020].

Staebe, Erik (2018): Eisenbahnregulierungsgesetz Kommentar, München, C.H.Beck, § 1 Rn. 14.

Staebe, Erik (2018): Eisenbahnregulierungsgesetz Kommentar, München, C.H.Beck, § 42 Rn. 6.

Staudt, T. (2018): Grüne geben Tipps für attraktiveren Bahnhof in Niesky, 10.07.2018, [online] <https://www.saechsische.de/gruene-geben-tipps-fuer-attraktiveren-bahnhof-in-niesky-3972667.html> [10.11.2020].

Studer, T.; Graffagnino, T. & Schäfer, R. (2017): Fahrempfehlungen im S-Bahn-Betrieb: Pünktlich und energiesparend am Ziel, in: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), Nr. 10, S. 75-80.

Tasler, G. & Knollmann, V. (2018): Einführung des hochautomatisierten Fahrens – auf dem Weg zum vollautomatischen Bahnbetrieb, in Signal + Draht (110), Heft 6/2018 S. 6-14.

ter Steeg, Marcus (2020), in: Kühling/Otte, Allgemeines Eisenbahngesetz, Eisenbahnregulierungsgesetz, Kommentar, München, C.H.Beck, § 2 AEG Rn. 86, zumindest für den werkseigenen Personenverkehr.

TÜV SÜD Rail (2020): Potentialstudie Schienenfahrzeugtestzentrum Lausitz, Wirtschaftsregion Lausitz GmbH (Hrsg.), Niesky, 17.06.2020, [online] <https://medienservice.sachsen.de/medien/medienobjekte/130521/download> [26.08.2020].

Umlaut communications GmbH & WIK-Consult GmbH (2019): Abschlussbericht zur Versorgungs- und Kostenstudie Mobilfunk für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (DG 12 – Projektgruppe 5G), 14.11.2019, [online] https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/versorgungs-und-kostenstudie-mobilfunk.pdf?__blob=publicationFile [02.11.2020].

Union Internationale des Transports Publics. (2018): WORLD REPORT ON METRO AUTOMATION 2018, [online] https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/06/Statistics-Brief-Metro-automation_final_web03.pdf [06.01.2020].

University of Huddersfield (2020): Centre for Innovation in Rail, [online] <https://research.hud.ac.uk/institutes-centres/irr/centreforinnovationinrail/> [09.10.2020].

VAG (2008): Basisinformation zum Projekt RUBIN. Automatisierung der Nürnberger U-Bahn. Schlüssel zur intelligenten Mobilität - Modellcharakter für U-Bahn-Städte in aller Welt, Presseinformation, [online] <https://docplayer.org/34301991-Presseinformation-basisinformation-zum-projekt-rubin.html> [08.10.2020].

Vallendar, Willi (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 18 Rn. 77.

Van der Zee, S. et al (2020): ATO: Digital Twins, fahrerloses Rangieren und digitaler Bahnbetrieb, in: Der Eisenbahningenieur (EI), Heft Juli, S. 6-10.

VDV Das Magazin (2020): Von Schnutenpullis und besonderen Geburtstagen, 11.08.2020, [online] https://www.vdv-dasmagazin.de/story_04_neg.aspx [16.11.2020].

VerkehrsRundschau (2002): Siemens stellt fahrerlosen Güterzug vor, 19.12.2002, [online] <https://www.verkehrsrundschau.de/nachrichten/siemens-stellt-fahrerlosen-gueterzug-vor-50155.html> [12.01.2021]

Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (2020): Qualität aller 342 Stationen und Stationsumfelder des Schienenpersonennahverkehrs - Aktualisierung März 2020, [online] <https://www.vbb.de/media/download/8521> [18.08.2020].

Verordnung über den diskriminierungsfreien Zugang zur Eisenbahninfrastruktur und über die Grundsätze zur Erhebung von Entgelt für die Benutzung der Eisenbahninfrastruktur (2005): Verordnung v. 03.06.2005 (BGBl. I, S. 1566), außer Kraft getreten am 01.09.2016 durch das Gesetz zur Stärkung des Wettbewerbs im Eisenbahnbereich v. 29.08.2016 (BGBl. I, S. 2082).

Verordnung (EU) Nr. 1299/2014 (2014): VO v. 18.11.2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Infrastruktur“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, zuletzt geändert durch VO (EU) 2019/776 v. 16. 05.2019.

Verordnung (EU) 1301/2014 (2014): VO v. 18.11.2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Energie“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, zuletzt geändert durch VO (EU) 2019/776 v. 16.05.2019.

Verordnung (EU) 2016/919 (2016): VO v. 27.05.2016 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, zuletzt geändert durch VO (EU) 2020/387 v. 09. 03.2020.

Verordnung (EU) Nr. 1303/2014 (2014): VO v. 18. 11.2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich der „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im Eisenbahnsystem der Europäischen Union, zuletzt geändert durch VO (EU) 2019/776 vom 16.05.2019.

Verordnung (EU) Nr. 1300/2014 (2014): VO v. 18.11.2014 über die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität bezüglich der Zugänglichkeit des Eisenbahnsystems der Union für Menschen mit Behinderungen und Menschen mit eingeschränkter Mobilität, zuletzt geändert durch VO (EU) 2019/772 v. 16.05.2019.

Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (2008): Vertrag v. 09.05.2008 (ABl. C 115 S. 47, ABl. 2010 C 83 S. 47, ABl. 2012 C 326 S. 47, ABl. 2016 C 202 S. 47, ber. ABl. C 400 S. 1), zuletzt geändert durch Beschluss v. 11.07.2012 (ABl. L 204 S. 131).

Verwaltungsgericht Köln (2019): Urteil v. 22.02.2019 – Az.: 18 K 11831/16, Rn. 15, juris.

Verwaltungsgericht Köln (2013): Urteil v. 19.07.2013 – Az.: 18 K 4277/12, auch zum Folgenden.

Verwaltungsverfahrensgesetz (2003): Gesetz v. 23.01.2003 (BGBl. I S. 102), zuletzt geändert durch Gesetz v. 21.06.2019 (BGBl. I S. 846, geändert durch Gesetz v. 20.11.2019, BGBl. I S. 1626).

Verwaltungsvorschrift zur Anwendung der Verordnung über die Erteilung von Inbetriebnahmegenehmigungen für das Eisenbahnsystem (Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung – EIGV) in Bezug auf die Teilsysteme Infrastruktur, Energie, streckenseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung sowie für die übrige Eisenbahninfrastruktur (2020): EBA, Ausgabe 1.1, gültig ab 01.07.2020.

Vivarail (2019): From Southam to Seaham, Bletchley to Barry - Vivarail continues to expand its operations, Pressemeldung vom 25.10.2019, [online] <https://vivarail.co.uk/from-southam-to-seaham-bletchley-to-barry-vivarail-continues-to-expand-its-operations/> [08.10.2020].

VNIIZHT (2020): Test Center of JSC VNIIZhT, [online] <https://www.vniizht.ru/ispytatelnyj-centr?lang=en> [26.08.2020].

von Lüpke, Alexander; Zwanziger, Frank (2020), in: Wittenberg/von Lüpke/Zwanziger/Heinrichs, Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, 6. Auflage, Leverkusen, PMC Media House, § 2 Rn. 16.

von Lüpke, Alexander; Zwanziger, Frank (2020), in: Wittenberg/von Lüpke/Zwanziger/Heinrichs, Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung, 6. Auflage, Leverkusen, PMC Media House, § 1 Rn. 3, nennen folgenden Auszug aus der amtlichen Begründung der EBO: „Z. B. kann beim Umbau eines Tunnels für den elektrischen Betrieb die senkrechte Ausweitung des Lichtraumprofils ausreichend sein, ohne dass der vorhandene Gleisabstand von beispielsweise 3,50 m auf 3,75 m oder 4,00 m gebracht wird. Nur bei einem umfassenden Umbau eines Tunnels kann verlangt werden, dass dabei auch der Gleisabstand nach den Vorschriften für Neubauten hergestellt wird.“

Výzkumný Ústav Železniční, a. s. (2020): Homepage, [online] <https://www.cdvuz.cz/en> [26.08.2020].

Wachinger; Lorenz; Hermes, Georg (2014), in: Beck'scher AEG-Kommentar, 2. Auflage, München, C.H.Beck, § 4a Rn. 9.

Weedy, S. (2017): Strukton lays ERTMS test track in Sweden, RailFreight.com, [online] <https://www.railfreight.com/interoperability/2017/06/08/strukton-lays-ertms-test-track-in-sweden/?gdpr=accept> [12.10.2020].

Welsh Government (2020): Global centre of rail excellence in Wales. Pressemeldung vom 13.07.2018, aktualisiert am 17.09.2020, [online] <https://gov.wales/global-centre-rail-excellence-wales> [15.10.2020].

Wirth, F. (2019): Schweizerische Südostbahn SOB [Hrsg.]. Testkonzept Schritt A+B. Testfahrten ATO GoA2 over ETCS L1LS. Teil des Programms smartrail 4.0., [online] <https://www.smartrail40.ch/service/download.asp?mem=0&path=%5Cdownload%5Cdownloads%5CL1LS%20Testkonzept%20Schritt%20A%20und%20B%20ATO-Pilot%20SOB%20-%20Prozess.pdf> [12.10.2020].

Zweckverband Verkehrsverbund Oberlausitz-Niederschlesien (2020): Übersicht Barrierefreiheit Bahnhöfe, 28.04.2020, [online] https://www.zvon.de/de/dnlarchiv/20200428_DM_UEbersicht-Bahnhoefe_alphabetisch_ohneKBS.67.1128.pdf [18.08.2020].

13 Anhänge

13.1 Anhang 1: Zuordnung von Varianten zu Forschungsfeldern

Die gefundenen Technologievarianten (vgl. Kapitel 3.2) lassen sich häufig mehreren Forschungsfeldern zuordnen. Beispielsweise lässt sich die „Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ sowohl dem Forschungsfeld „Alternative Antriebe“ als auch dem Feld „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ oder allgemeiner den „Fahrzeugen“ zuordnen. Zur Vermeidung von Doppelnennungen werden die Technologievarianten nur einem übergeordneten Forschungsfeld zugeordnet, aber die möglichen weiteren Zuordnungen in den nachfolgenden Abbildungen für jedes Forschungsfeld dargestellt.

Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	Forschungsfeld	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungssysteme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Trassenpflege/Trassenvegetation		X										X
Hangrutschung		X										X
Streckenbefliegung		X										X
Wetterdatenerfassung zur Ableitung von Betriebsregeln / Betrieb bei Extremwetter		X										
Querungshilfen		X										X
Niederschlagsentwässerung		X										X
Feinstaubimmissionen		X										X

Abbildung 13.1: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

LärmLab21	Forschungsfeld	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungssysteme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Überwachungssysteme für lärmzeugende Schäden			X				X	X		X		X
Psycho-akustischer Ansatz: Subjektive Wahrnehmung von Geräuschquellen/Lärmschutz			X				X	X				X
Landschafts- und stadtbildgerechte Lärmschutzanlagen		X	X									X
Lärmarme Triebfahrzeugabstellung			X	X			X					

Abbildung 13.2: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „LärmLab21“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Alternative Antriebe	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Dieselmotor			X			X					
Elektromotor	X		X			X					
Wasserstoff/Brennstoffzelle	X	X	X	X		X					
Batterie	X	X	X	X		X					
Diesel-Hybrid	X		X			X					
E-Hybrid	X		X			X					
Weitere Antriebsarten/-medien (z.B. LNG, Methanol, etc.)	X		X			X					

Abbildung 13.3: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Alternative Antriebe“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Connectivity	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Hochpräzise Lokalisierung von Zügen				X	X	X	X				
Lokalisierung von Objekten im Gleis				X		X					
FRMCS				X						X	
Datenaustausch zwischen Zug, Auto und Infra (z.B. an BÜ)				X		X				X	
Unterstützung mittels Augmented Reality (Infrastruktur- und Fahrzeugwartung)				X						X	

Abbildung 13.4: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Connectivity“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

ATO/TMS	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Im regulären Fahrgastbetrieb/Güterverkehr (GoA 1/2)				X	X						
Beim Rangieren (GoA 3/4)				X	X						
Abfahrtscounter				X	X						X

Abbildung 13.5: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „ATO/TMS“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Fahrzeuge	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Objekt- und Hinderniserkennung / Signal- und Umfelderkennung				X	X	X		X			
Train Integrity Monitoring System (TIMS)				X		X	X	X			
Echtzeitermittlung von Bremswegen						X		X			
Platooning/Dynamisches Flügeln				X	X	X	X	X			
Erprobung alternativer Kältemittel	X					X					
Neue Motoren/Werkstoffe/Konstruktionsweisen		X	X			X					
Positionsbestimmung				X	X	X	X	X			
Katastrophenschutz	X					X					X

Abbildung 13.6: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Fahrzeuge“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Güterverkehr	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Positionsbestimmung von Güterwagen				X		X	X				
Digitale automatische Kupplung, Zugabfertigung		X		X		X	X				
Automatisierte Wagen- und Ladungskontrolle						X	X		X		
Automatisierung von Umschlagprozessen				X		X	X				
Katastrophenschutz	X						X				X
Train Integrity Monitoring System (TIMS)				X		X	X	X			

Abbildung 13.7: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Güterverkehr“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Zugsicherungs-systeme	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
PZB								X			
LZB								X			
ETCS Level 1 FS								X			
ETCS Level 1 LS (ESG)								X			
ETCS Level 2					X			X			
ETCS Level 3 Hybrid				X	X	X		X			
ETCS Level 3 Moving Block				X	X	X		X			
(Digitale) Stellwerke								X			

Abbildung 13.8: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Zugsicherungssysteme“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Predictive Maintenance	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Rollmaterial		X		X		X			X	X	
Vermeidung/Früherkennung von Flachstellen		X				X			X	X	
Automatisierung der Wagenuntersuchung (Drohnen/OCR-Gates)		X							X	X	
Infrastrukturmonitoring				X		X			X	X	

Abbildung 13.9: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Predictive Maintenance“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Streckeninfrastruktur	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Weichen(-antriebe)								X		X	
Schwellen										X	
Schienen										X	
Oberbau										X	
Gleisfreimeldemittel								X		X	
(Licht-)signale								X		X	

Abbildung 13.10: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Streckeninfrastruktur“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

Fahrgastlenkung/-information	Forschungsfeld										
	Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz	LärmLab21	Alternative Antriebe	Connectivity	ATO/TMS	Fahrzeuge	Güterverkehr	Zugsicherungs-systeme	Predictive Maintenance	Streckeninfrastruktur	Fahrgastlenkung/-information
Varianten der Technologie											
Alternative Markierungen/Beschilderungen					X						X
Visualisierungen auf Displays/Dynamische Bahnsteigkantenanzeige				X		X					X
Verbesserte Ansagen											X
Nutzung einer App				X							X
Vollintegrierte Systeme zur Einbindung ins TMS				X	X	X		X			X
Dynamische Aushänge (Wagenstandsanzeige)						X					X

Abbildung 13.11: Mögliche Zuordnung der Technologievarianten des Forschungsfelds „Fahrgastlenkung/-information“ zu anderen Forschungsfeldern (Eigene Darstellung)

13.2 Anhang 2: Streckeneigenschaften

In Ergänzung zum Kapitel 4.1 und 4.2 finden sich in diesem Anhang weitere kartografische Darstellungen von Streckeneigenschaften. Dies sind im Einzelnen folgende Karten:

- PZB-Ausrüstung der Strecken
- LZB-Ausrüstung der Strecken
- ETCS-Ausrüstung der Strecken
- Genutzte Betriebsverfahren auf den Strecken
- Höchste zulässige Ströme für Personenzüge
- Höchste zulässige Ströme für Güterzüge
- Streckenklassen mit zulässiger Radsatz- und Meterlast
- Haltepunkte im Personenverkehr
- GV-Netzgrafik 2030
- Naturschutzgebiete
- Landschaftsschutzgebiete

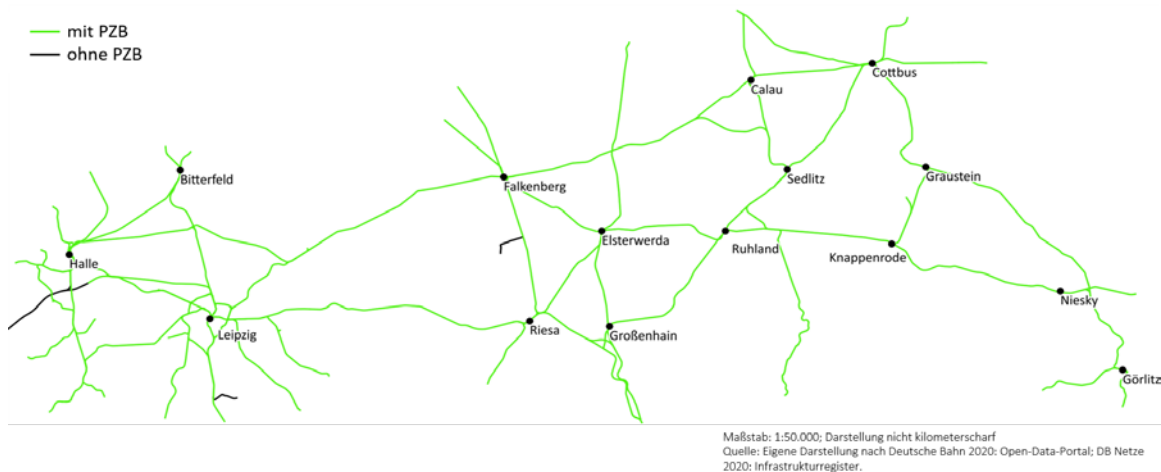


Abbildung 13.12: Darstellung der mit PZB ausgerüsteten Strecken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

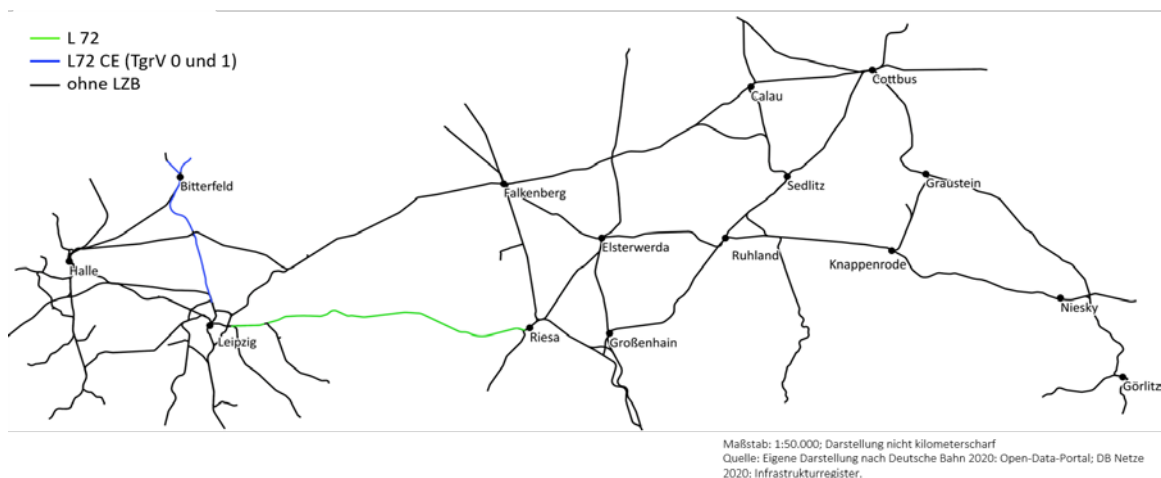


Abbildung 13.13: Darstellung der mit LZB ausgerüsteten Strecken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

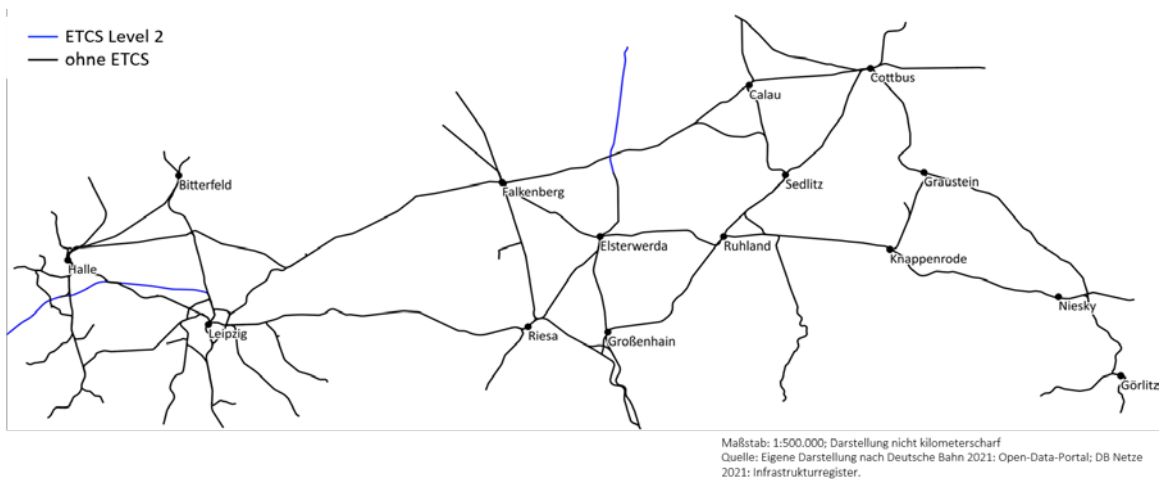


Abbildung 13.14: Darstellung der mit ETCS ausgerüsteten Strecken im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

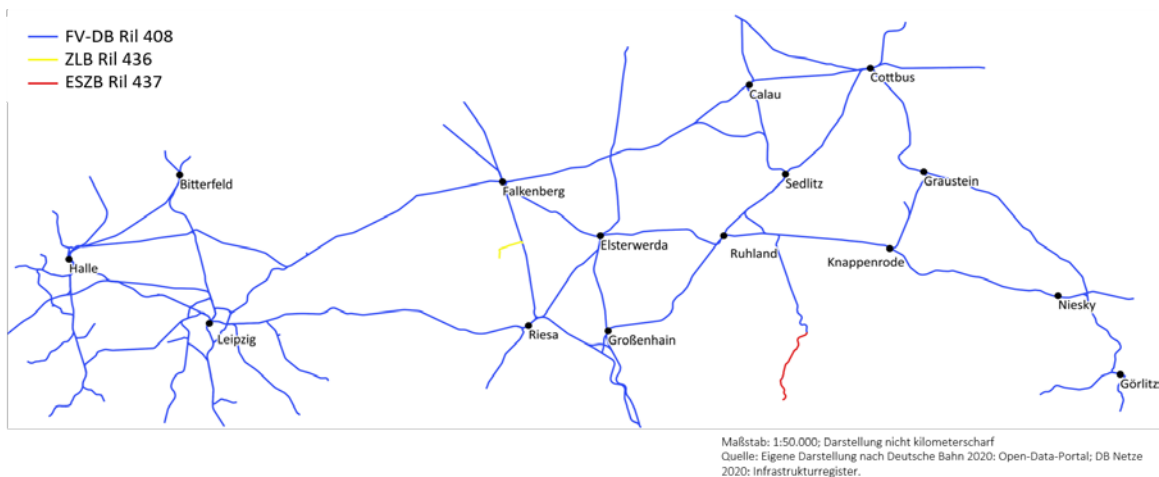


Abbildung 13.15: Darstellung der zur Anwendung kommenden Betriebsverfahren im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

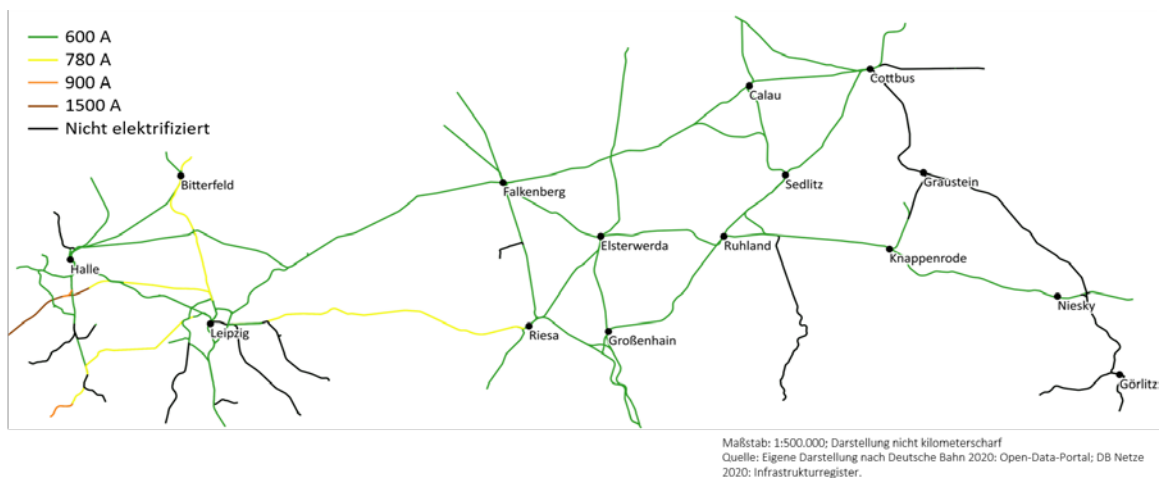


Abbildung 13.16: Darstellung der höchsten zulässigen Ströme für Personenzüge im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

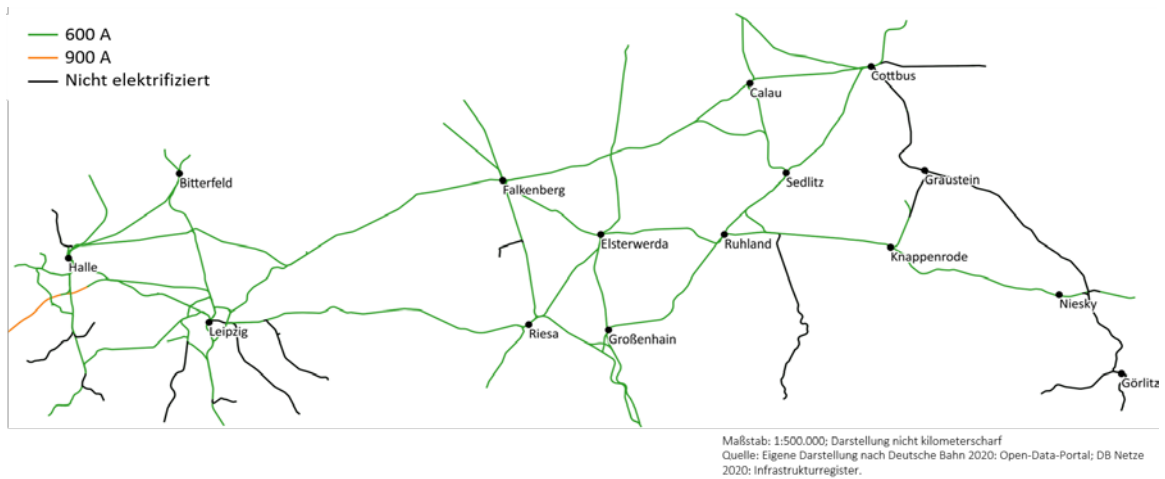


Abbildung 13.17: Darstellung der höchsten zulässigen Ströme für Güterzüge im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

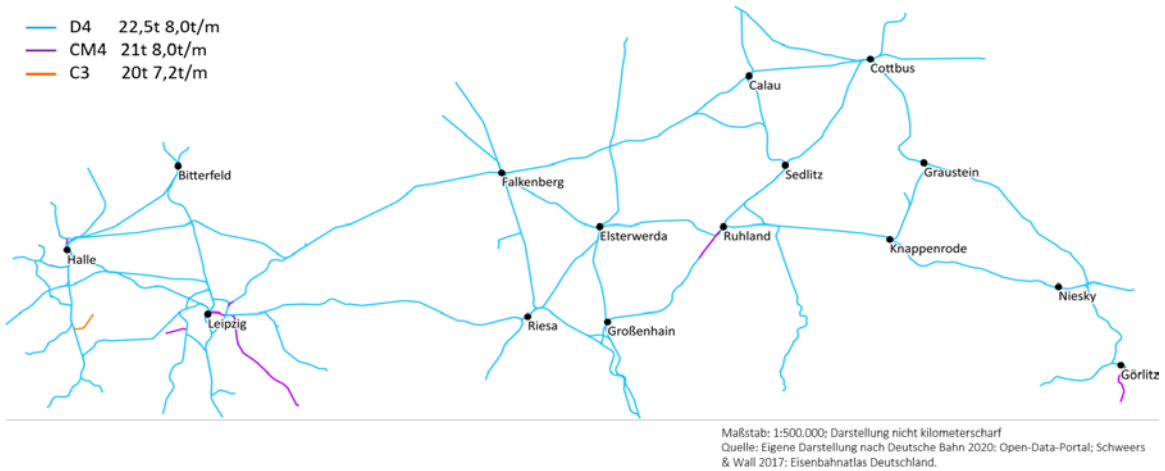


Abbildung 13.18: Darstellung von Streckenklassen mit zulässiger Radsatz- und Meterlast im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

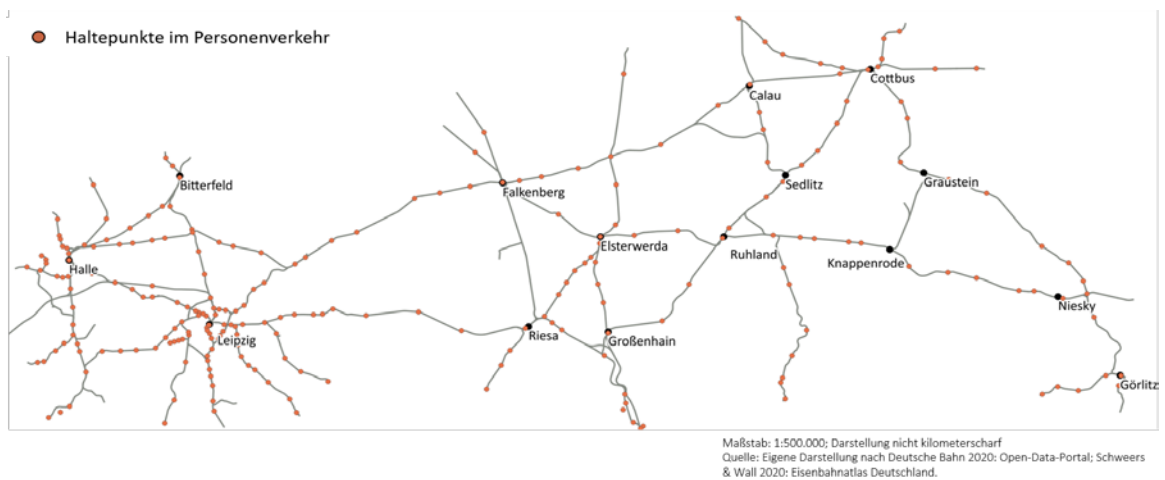


Abbildung 13.19: PV-Haltepunkte im Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

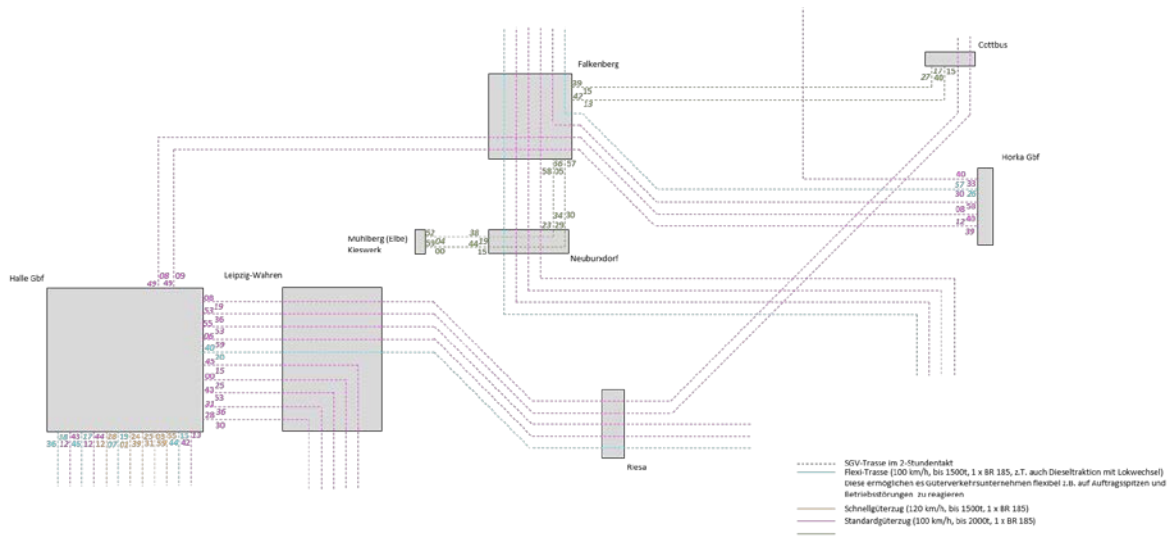


Abbildung 13.20: GV-Netzgrafik 2030 für den Bereich des Testfelds (Eigene Darstellung, Datenbasis: D-Takt, 3. Gutachterentwurf)

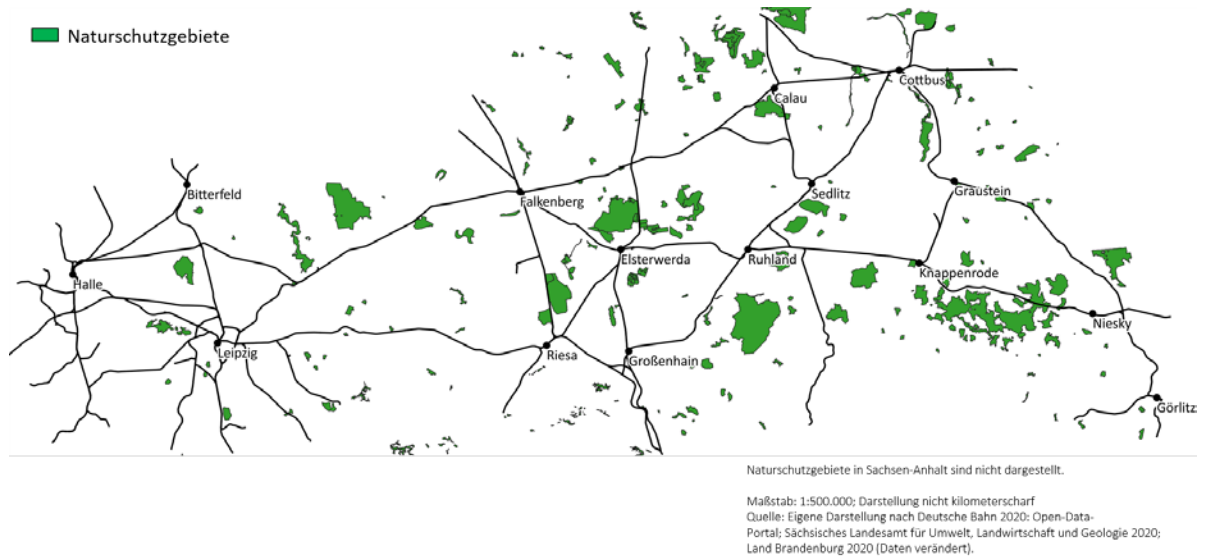


Abbildung 13.21: Naturschutzgebiete im Bereich des Testfelds, ohne Sachsen-Anhalt (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)



Abbildung 13.22: Landschaftsschutzgebiete im Bereich des Testfelds, ohne Sachsen-Anhalt
(Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

13.3 Anhang 3: Fotodokumentation der Ortstour

Zur Abrundung der Recherchen zur Bestandsaufnahme des Streckennetzes (vgl. Kapitel 3) hat in der Kalenderwoche 39 des Jahres 2020 eine Besichtigung vor Ort stattgefunden. Die dabei entstandenen Bilder werden nachfolgend thematisch sortiert in Fotocollagen zusammengefasst. Auf dem in Abbildung 13-23 enthaltenen Kartenausschnitt sind mithilfe nummerierter Stecknadelköpfe die besuchten Orte dargestellt.



Abbildung 13.23: Übersicht besuchter Orte (Eigene Darstellung, Datenbasis siehe Abbildung)

Im Einzelnen wurden die folgenden Orte besucht:

- (1) Strecke 6360 bei Jesewitz
- (2) Strecke 6345 Bahnhof Eilenburg
- (3) Strecke 6345 Bahnhof Eilenburg Ost
- (4) Stillgelegte Strecke bei Doberschütz
- (5) Strecke 6345 in Mockrehna
- (6) Strecke 6345 zwischen Mockrehna und Torgau
- (7) Strecke 6345 in Torgau im Bereich der Elbrücke
- (8) Torgau: Ehemaliges Ceravis-Gelände mit Gleisanschluss an Strecke 6345
- (9) Torgau: Blick von Straßenbrücke der B 182 auf Strecke 6345
- (10) Torgau: Anschlussgleis des Hafens Torgau
- (11) Strecke 6827 Kieswerk Mühlberg
- (12) Strecke 6827 geschlossene Zuckerfabrik Brottewitz
- (13) Strecken 6133 und 6827 am BÜ in Neuburxdorf
- (14) Falkenberg: Verbindungskurve Schützenstraße
- (15) Falkenberg: Blick von Straßenbrücke Uebigauer Str.
- (16) Falkenberg: Personenbahnhof
- (17) Falkenberg: Am oberen Güterbahnhof
- (18) Falkenberg: BLG RailTec GmbH
- (19) Strecke 6207 bei Biehla
- (20) Strecken 6253/6207 Bahnhof Ruhland

- (21) Strecke 6571 Anschluss der BASF Schwarzheide GmbH
- (22) Senftenberg Güterbahnhof
- (23) Strecke 6142 Bahnhof Weißwasser
- (24) Weißwasser: Aussichtsturm Schwerer Berg am Tagebau Nochten
- (25) Ehemalige Strecke 6576 Bad Muskau
- (26) Stillgelegte Strecke Bucze – Sanice – Grenze
- (27) Strecke 6577 in Lodenau
- (28) Strecke 6207 Horka Güterbahnhof
- (29) Strecke 6207 Horka
- (30) Strecke 6207 Niesky
- (31) Strecke 6207 bei Mücka
- (32) Stillgelegte Kohlebahn im Bereich des Kraftwerks Boxberg
- (33) Citytunnel Leipzig

13.3.1 Strecke 6360 bei Jesewitz (1)



Abbildung 13.24: Niveaufreie Kreuzung der Strecke 6360 mit dem Gallener Weg bei Jesewitz (Eigene Aufnahmen)

13.3.2 Strecke 6345 Bahnhof Eilenburg (2)



Abbildung 13.25: Personenverkehrsteil des Bahnhofs Eilenburg (Eigene Aufnahmen)



Abbildung 13.26: Güterverkehrsteil des Bahnhofs Eilenburg (Eigene Aufnahmen)

13.3.3 Strecke 6345 Bahnhof Eilenburg Ost (3)



Abbildung 13.27: Bahnhof Eilenburg Ost (Eigene Aufnahmen)

13.3.4 Stillgelegte Strecke bei Doberschütz (4)



Abbildung 13.28: Stillgelegte Strecke bei Doberschütz (Eigene Aufnahmen)

13.3.5 Strecke 6345 in Mockrehna (5)



Abbildung 13.29: Mockrehna am Bahnübergang (Eigene Aufnahmen)

13.3.6 Strecke 6345 zwischen Mockrehna und Torgau (6)



Abbildung 13.30: Streckenabschnitt mit vielen Bahnübergängen und hohem Güterverkehrsanteil (Eigene Aufnahme)

13.3.7 Strecke 6345 in Torgau im Bereich der Elbbrücke (7)



Abbildung 13.31: Einleisiger Abschnitt der Strecke 6345 im Bereich der Elbbrücke (Eigene Aufnahmen)

13.3.8 Torgau: Ehemaliges Ceravis-Gelände mit Gleisanschluss an Strecke 6345 (8)



Abbildung 13.32: Ceravis-Gelände mit eigenem stark überwuchertem Anschluss an die Hauptstecke (Eigene Aufnahmen)

13.3.9 Torgau: Blick von Straßenbrücke der B 182 auf Strecke 6345 (9)

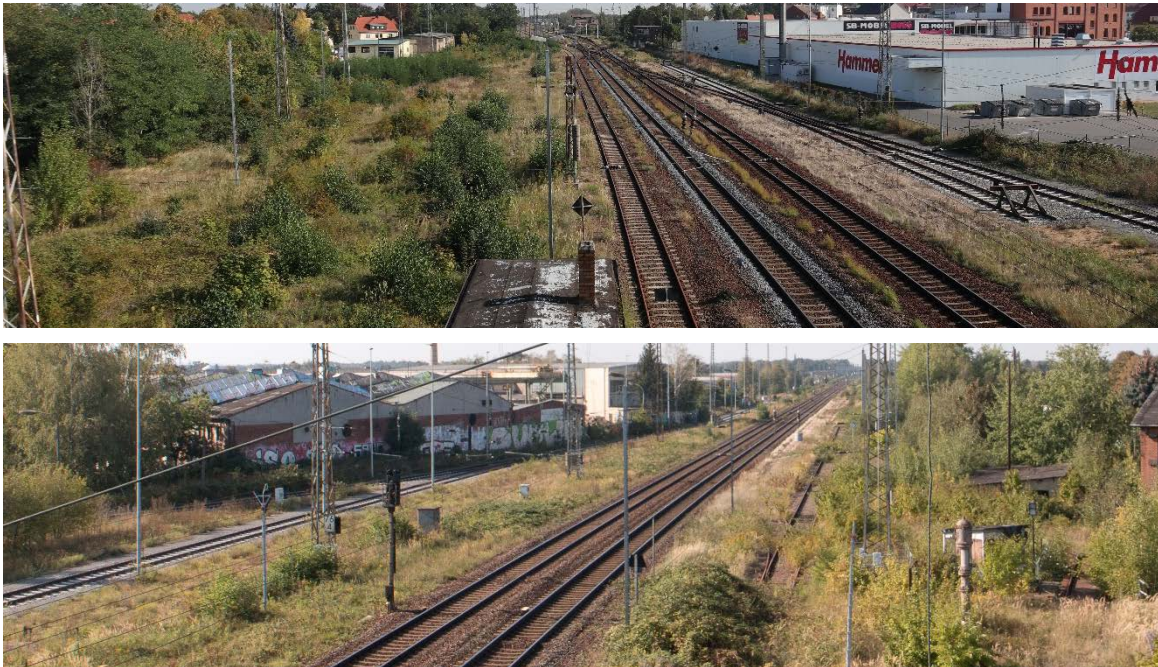


Abbildung 13.33: Blick von der Brücke der B 182 in nördliche und südliche Richtung der Strecke 6345 (Eigene Aufnahmen)

13.3.10 Torgau: Anschlussgleis des Hafens Torgau (10)



Abbildung 13.34: Anschlussgleis der SBO Torgau im Bereich der Naundorfer Str. (Eigene Aufnahmen)

13.3.11 Strecke 6827 Kieswerk Mühlberg (11)



Abbildung 13.35: Gleisanschluss und Betriebsgelände des Kieswerks Mühlberg (Eigene Aufnahmen)

13.3.12 Strecke 6827 geschlossene Zuckerfabrik Brottewitz (12)



Abbildung 13.36: Gleisanschluss der Zuckerfabrik im Bereich der Mühlberger Str. und der Burxdorfer Str. (Eigene Aufnahmen)

13.3.13 Strecken 6133 und 6827 am BÜ in Neuburxdorf (13)



Abbildung 13.37: Blick vom BÜ auf die Strecken 6827 und 6133 in nördlicher und südlicher Richtung (unten) (Eigene Aufnahmen)

13.3.14 Falkenberg: Verbindungskurve Schützenstraße (14)



Abbildung 13.38: Verbindungskurve in Falkenberg im Bereich der Schützenstr. 21 (Eigene Aufnahmen)

13.3.15 Falkenberg: Blick von Straßenbrücke Uebigauer Str. (15)



Abbildung 13.39: Blick von Brücke der Uebigauer Str. in südliche Richtung (Eigene Aufnahme)



Abbildung 13.40: Blick von Brücke der Uebigauer Str. in nördliche Richtung (Eigene Aufnahme)

13.3.16 Falkenberg: Personenbahnhof (16)



Abbildung 13.41: Bahnhof Falkenberg und Bahnhofstraße mit zahlreichen leerstehenden Häusern (Eigene Aufnahmen)

13.3.17 Falkenberg: Am oberen Güterbahnhof (17)



Abbildung 13.42: Am oberen Güterbahnhof in Falkenberg (Eigene Aufnahmen)

13.3.18 Falkenberg: BLG RailTec (18)



Abbildung 13.43: Werkstätte der BLG RailTec und zugehörige hoch ausgelastete Gleisgruppe (Eigene Aufnahmen)

13.3.19 Strecke 6207 bei Biehla (19)



Abbildung 13.44: Streckengleise der Strecke 6207 in Biehla im Bereich der Straße Am Stein (Eigene Aufnahmen)

13.3.20 Strecken 6253/6207 Bahnhof Ruhland (20)



Abbildung 13.45: Neu sanierter Personenbahnhof Ruhland mit marodem Empfangsgebäude (Eigene Aufnahmen)



Abbildung 13.46: Alter Güterverkehrsteil des Bahnhofs Ruhland (Eigene Aufnahmen)

13.3.21 Strecke 6571 Anschluss der BASF Schwarzheide GmbH (21)



Abbildung 13.47: Anschluss der BASF Schwarzheide GmbH von der Brücke Schipkauer Str. aufgenommen (Eigene Aufnahmen)

13.3.22 Senftenberg Güterbahnhof (22)



Abbildung 13.48: Verschieden Teile des Güterbahnhofs Senftenberg (Eigene Aufnahmen)

13.3.23 Strecke 6142 Bahnhof Weißwasser (23)



Abbildung 13.49: Bahnhof Weißwasser mit zahlreichen Gz-Gleisen und nicht mehr genutztem Stumpfgleis (Eigene Aufnahmen)

13.3.24 Weißwasser: Aussichtsturm Schwerer Berg am Tagebau Nochten (24)



Abbildung 13.50: Blick in den Tagebau Nochten vom Aussichtsturm zum Schweren Berg (Eigene Aufnahmen)

13.3.25 Ehemalige Strecke 6576 Bad Muskau (25)



Abbildung 13.51: Ehemalige Bahnhofsgebäude in Bad Muskau und ehemalige Eisenbahnbrücke über die Neiße (Eigene Aufnahmen)



Abbildung 13.52: Parkeisenbahn in Bad Muskau (- Weißwasser) (Eigene Aufnahmen)

13.3.26 Stillgelegte Strecke Bucze – Sanice – Grenze (26)



Abbildung 13.53: Stillgelegte Strecke nördlich Bucze, in Sanice, Brückenkopf auf polnischer Seite und alter Bahndamm ohne Gleise auf deutscher Seite (Eigene Aufnahmen)

13.3.27 Strecke 6577 in Lodenau (27)



Abbildung 13.54: Nicht mehr in Betrieb befindliche Strecke 6577 in Lodenau in nördlich und südliche Richtung (unten) (Eigene Aufnahmen)

13.3.28 Strecke 6207 Horka Güterbahnhof (28)



Abbildung 13.55: Güterbahnhof Horka mit Blick in westlicher und östlicher Richtung (rechts) (Eigene Aufnahmen)

13.3.29 Strecke 6207 Horka (29)



Abbildung 13.56: Lärmschutz in Horka im Bereich der Rothenburger Straße/Uhlmannsdorfer Str. (Eigene Aufnahmen)

13.3.30 Strecke 6207 Niesky (30)



Abbildung 13.57: Neu sanierter Personenverkehrsteil des Bahnhofs Niesky mit marodem Empfangsgebäude (Eigene Aufnahmen)



Abbildung 13.58: Alter Güterverkehrsteil des Bahnhofs Niesky (Eigene Aufnahmen)



Abbildung 13.59: Gleisanschluss und Werksgelände der Stahl Technology Niesky GmbH (Eigene Aufnahmen)

13.3.31 Strecke 6207 bei Mücka (31)



Abbildung 13.60: Strecke 6207 in westlicher und östlicher Richtung (unten) im Bereich Mücka (Eigene Aufnahmen)

13.3.32 Stillgelegte Kohlebahn im Bereich des Kraftwerks Boxberg (32)



Abbildung 13.61: Zweigleisige nicht mehr genutzte Kohlebahn mit Kabelschacht im Bereich Boxberg (Eigene Aufnahmen)

13.3.33 Citytunnel Leipzig (33)



Abbildung 13.62: Citytunnel Leipzig Gleis 2 (Eigene Aufnahmen)

13.4 Anhang 4: Weitere Ergebnisse der Stakeholder-Befragung

In Ergänzung zum Kapitel 8 finden sich in diesem Anhang weitere detailliertere Darstellungen der Umfrageergebnisse. Dies sind im Einzelnen folgende Auswertungen:

- Eigene Testerfahrung der Befragten im Bereich „Eisenbahnfahrzeuge/Fahrzeugkomponenten/Antriebstechnik“ (Datenbasis: 34 Antworten)
- Eigene Testerfahrung der Befragten im Bereich „Eisenbahninfrastruktur/Predictive Maintenance/Energieversorgung“ (Datenbasis: 24 Antworten)
- Eigene Testerfahrung der Befragten im Bereich „Zugsicherung/Autonomes Fahren/Digitalisierung“ (Datenbasis: 30 Antworten)
- Eigene Testerfahrung der Befragten im Bereich „Nachhaltigkeit/Umwelt- und Klimaschutz/Lärm“ (Datenbasis: 18 Antworten)

Die Ergebnisse der Testerfahrungen im Bereich „Bahnbetrieb/Fahrgastlenkung und -information“ sind aufgrund der Datenbasis von nur zwei Antworten nicht dargestellt.

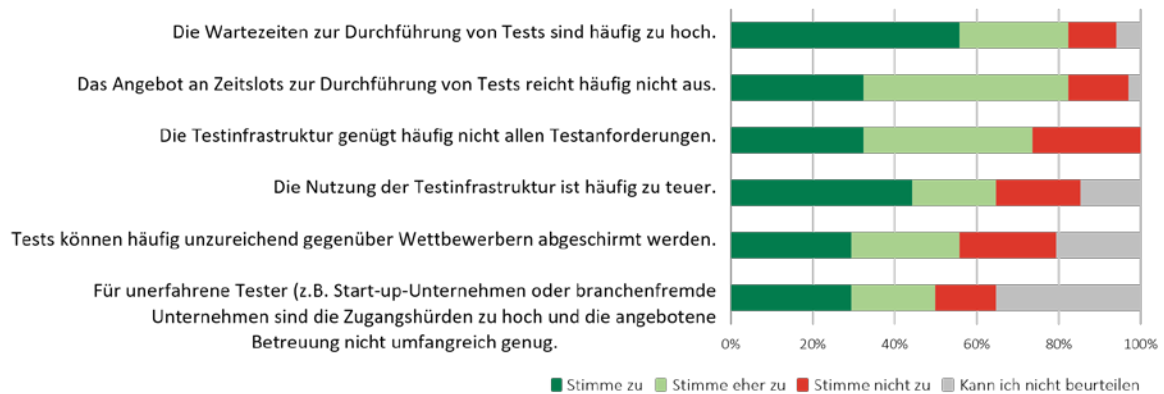


Abbildung 13.63: Testerfahrung im Bereich Eisenbahnfahrzeuge/Fahrzeugkomponenten/Antriebstechnik (Eigene Darstellung)

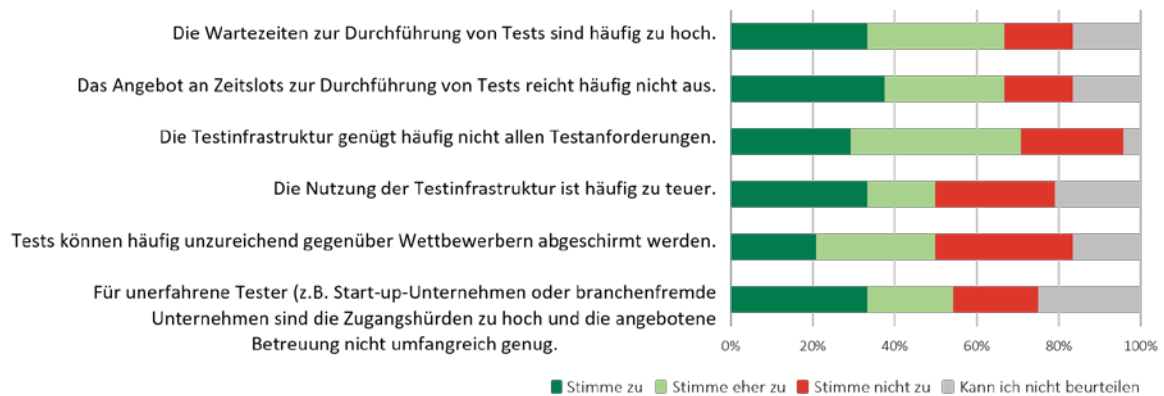


Abbildung 13.64: Testerfahrung im Bereich Eisenbahninfrastruktur/Predictive Maintenance/Energieversorgung (Eigene Darstellung)

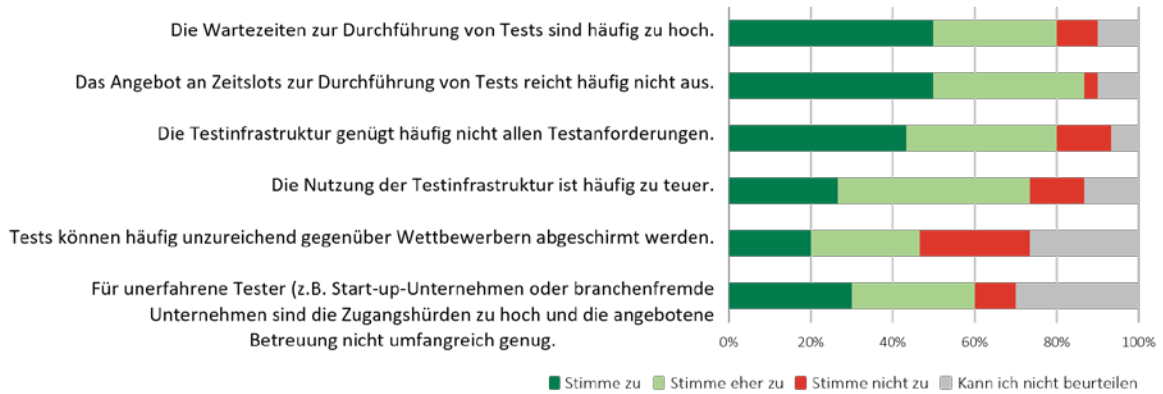


Abbildung 13.65: Testerfahrung im Bereich Zugsicherung/Autonomes Fahren/Digitalisierung (Eigene Darstellung)

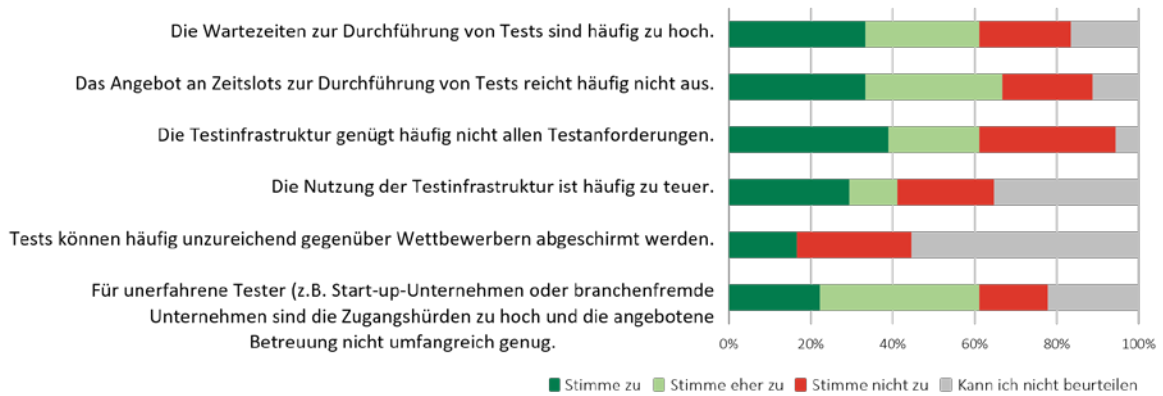


Abbildung 13.66: Testerfahrung im Bereich Nachhaltigkeit/Umwelt- und Klimaschutz/Lärm (Eigene Darstellung)

13.5 Anhang 5: Fragebogen der Stakeholder-Befragung

Stakeholderbefragung zum geplanten offenen, digitalen Testfeld

Die Forschung unterstützt die weitere Entwicklung des Schienenverkehrs in Deutschland. Es sind gerade die innovativen, die neu gedachten Lösungen, die der Schiene zu Entwicklungssprüngen verhelfen. Um die Umsetzung von Innovationen zu erleichtern, richtet das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) ein offenes, digitales Testfeld ein. Auf dem Testfeld erfahren zentrale Forschungsthemen des Bundesforschungsprogramms Schiene ihre operative Umsetzung. Forschung findet unter Realbedingungen statt. Das Testfeld liegt im Bereich zwischen Halle, Leipzig, Falkenberg, Cottbus und Niesky und umfasst regulär genutzte Strecken, stillgelegte Strecken mit Option zur Reaktivierung sowie die Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohlereviere zur perspektivischen Nachnutzung.

Die VIA Consulting & Development GmbH führt gemeinsam mit sechs Unterauftragnehmern aus Forschung und Wirtschaft im Auftrag des DZSF eine Vorstudie zur Ermittlung von Bedingungen, Voraussetzungen und Anforderungen an die Umsetzung des Testfelds durch. Im Rahmen der Studie soll das Meinungsbild der Stakeholder zu diesem Vorhaben eingeholt werden. Zu diesem Zweck wurde der nachfolgenden Online-Fragebogen konzipiert, dessen Ausfüllzeit ca. 15 Minuten beträgt. Der Abschluss der Studie ist für Anfang 2021 vorgesehen. Das DZSF bittet Sie daher um Unterstützung und bedankt sich hierfür recht herzlich.

https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_54_digitalesTestfeld.html (https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DZSF/Projekte/Projekt_54_digitalesTestfeld.html)

[Technischer Hinweis: Bitte nutzen Sie im Fall nötiger Korrekturen ausschließlich die Zurück- und Weiter-Buttons innerhalb des Fragebogens. Bei Verwendung des Zurück-Buttons im Browser werden alle bisher gegebenen Antworten gelöscht.]

* Erforderlich

Stakeholder-bezogene Fragen

280

1. Welcher Stakeholder-Gruppe ordnen Sie sich zu?

(Mehrfachantworten sind möglich)

- Eisenbahnverkehrsunternehmen
 - Eisenbahninfrastrukturunternehmen
 - Bahnindustrie
 - Forschungseinrichtung
 - Behörde/Verwaltung/Aufgabenträger
 - Politik
 -
- Sonstiges

2. Über wie viele Jahre Berufserfahrung im Schienenverkehrssektor verfügen Sie?

- Weniger als 1 Jahr
- 1 bis 5 Jahre
- Mehr als 5 Jahre bis 15 Jahre
- Mehr als 15 Jahre

Fragen zur eigenen Testerfahrungen

3. Verfügen Sie über Erfahrungen bei der Planung, Durchführung oder Begleitung von Tests an Schienenwegen oder -fahrzeugen?

- Ja
- Nein

4. Waren/sind Sie in Tests im Bereich "Eisenbahnfahrzeuge/Fahrzeugkomponenten /Antriebstechnik" involviert?

- Ja
- Nein

5. Waren/sind Sie in Tests im Bereich "Eisenbahninfrastruktur/Predictive Maintenance" involviert?

- Ja
- Nein

6. Waren/sind Sie in Tests im Bereich "Zugsicherung/Autonomes Fahren/Digitalisierung" involviert?

- Ja
- Nein

7. Waren/sind Sie in Tests im Bereich "Bahnbetrieb/Fahrgastlenkung und -information" involviert?

- Ja
- Nein

8. Waren/sind Sie in Tests im Bereich "Nachhaltigkeit/Umwelt- und Klimaschutz/Lärm" involviert?

- Ja
- Nein

9. Waren/sind Sie in einem anderen Bereich in Tests involviert? Wenn ja, in welchem?

--	--	--

10. Ihre Testerfahrung im Bereich "Eisenbahnfahrzeuge/Fahrzeugkomponenten /Antriebstechnik":

In welchem Ausmaß stimmen Sie folgenden Aussagen zum Thema Kapazitäten und Zugangsmodalitäten der aktuell in Deutschland und Europa zur Verfügung stehenden Testmöglichkeiten zu?

	stimme zu	stimme eher zu	stimme nicht zu	kann ich nicht beurteilen
Die Wartezeiten zur Durchführung von Tests sind häufig zu hoch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Angebot an Zeitslots zur Durchführung von Tests reicht häufig nicht aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Testinfrastruktur genügt häufig nicht allen Testanforderungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Nutzung der Testinfrastruktur ist häufig zu teuer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests können häufig unzureichend gegenüber Wettbewerbern abgeschirmt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für unerfahrene Tester (z. B. Start-up-Unternehmen oder branchenfremde Unternehmen) sind die Zugangshürden zu hoch und die angebotene Betreuung nicht umfangreich genug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Ihre Testerfahrung im Bereich "Eisenbahninfrastruktur/Predictive Maintenance":

In welchem Ausmaß stimmen Sie folgenden Aussagen zum Thema Kapazitäten und Zugangsmodalitäten der aktuell in Deutschland und Europa zur Verfügung stehenden Testmöglichkeiten zu?

	stimme zu	stimme eher zu	stimme nicht zu	kann ich nicht beurteilen
Die Wartezeiten zur Durchführung von Tests sind häufig zu hoch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Angebot an Zeitslots zur Durchführung von Tests reicht häufig nicht aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Testinfrastruktur genügt häufig nicht allen Testanforderungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Nutzung der Testinfrastruktur ist häufig zu teuer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests können häufig unzureichend gegenüber Wettbewerbern abgeschirmt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für unerfahrene Tester (z. B. Start-up-Unternehmen oder branchenfremde Unternehmen) sind die Zugangshürden zu hoch und die angebotene Betreuung nicht umfangreich genug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Ihre Testerfahrung im Bereich "Zugsicherung/Autonomes Fahren/Digitalisierung":

In welchem Ausmaß stimmen Sie folgenden Aussagen zum Thema Kapazitäten und Zugangsmodalitäten der aktuell in Deutschland und Europa zur Verfügung stehenden Testmöglichkeiten zu?

	stimme zu	stimme eher zu	stimme nicht zu	kann ich nicht beurteilen
Die Wartezeiten zur Durchführung von Tests sind häufig zu hoch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Angebot an Zeitslots zur Durchführung von Tests reicht häufig nicht aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Testinfrastruktur genügt häufig nicht allen Testanforderungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Nutzung der Testinfrastruktur ist häufig zu teuer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests können häufig unzureichend gegenüber Wettbewerbern abgeschirmt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für unerfahrene Tester (z. B Start-up-Unternehmen oder branchenfremde Unternehmen) sind die Zugangshürden zu hoch und die angebotene Betreuung nicht umfangreich genug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Ihre Testerfahrung im Bereich "Bahnbetrieb/Fahrgastlenkung und -information":

In welchem Ausmaß stimmen Sie folgenden Aussagen zum Thema Kapazitäten und Zugangsmodalitäten der aktuell in Deutschland und Europa zur Verfügung stehenden Testmöglichkeiten zu?

	stimme zu	stimme eher zu	stimme nicht zu	kann ich nicht beurteilen
Die Wartezeiten zur Durchführung von Tests sind häufig zu hoch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Angebot an Zeitslots zur Durchführung von Tests reicht häufig nicht aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Testinfrastruktur genügt häufig nicht allen Testanforderungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Nutzung der Testinfrastruktur ist häufig zu teuer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests können häufig unzureichend gegenüber Wettbewerbern abgeschirmt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für unerfahrene Tester (z. B Start-up-Unternehmen oder branchenfremde Unternehmen) sind die Zugangshürden zu hoch und die angebotene Betreuung nicht umfangreich genug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Ihre Testerfahrung im Bereich "Nachhaltigkeit/Umwelt- und Klimaschutz/Lärm":

In welchem Ausmaß stimmen Sie folgenden Aussagen zum Thema Kapazitäten und Zugangsmodalitäten der aktuell in Deutschland und Europa zur Verfügung stehenden Testmöglichkeiten zu?

	stimme zu	stimme eher zu	stimme nicht zu	kann ich nicht beurteilen
Die Wartezeiten zur Durchführung von Tests sind häufig zu hoch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Angebot an Zeitslots zur Durchführung von Tests reicht häufig nicht aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Testinfrastruktur genügt häufig nicht allen Testanforderungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Nutzung der Testinfrastruktur ist häufig zu teuer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests können häufig unzureichend gegenüber Wettbewerbern abgeschirmt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für unerfahrene Tester (z. B Start-up-Unternehmen oder branchenfremde Unternehmen) sind die Zugangshürden zu hoch und die angebotene Betreuung nicht umfangreich genug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Ihre Testerfahrung im eigenständig ergänzten Bereich:

In welchem Ausmaß stimmen Sie folgenden Aussagen zum Thema Kapazitäten und Zugangsmodalitäten der aktuell in Deutschland und Europa zur Verfügung stehenden Testmöglichkeiten zu?

	stimme zu	stimme eher zu	stimme nicht zu	kann ich nicht beurteilen
Die Wartezeiten zur Durchführung von Tests sind häufig zu hoch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Angebot an Zeitslots zur Durchführung von Tests reicht häufig nicht aus.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Testinfrastruktur genügt häufig nicht allen Testanforderungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Nutzung der Testinfrastruktur ist häufig zu teuer.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests können häufig unzureichend gegenüber Wettbewerbern abgeschirmt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für unerfahrene Tester (z. B Start-up-Unternehmen oder branchenfremde Unternehmen) sind die Zugangshürden zu hoch und die angebotene Betreuung nicht umfangreich genug.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fragen zu geplanten Forschungsfeldern des neuen Testfelds

Auf dem offenen, digitalen Testfeld sollen perspektivisch Untersuchungen in elf Forschungsfeldern möglich sein. Diese werden in den folgenden Fragen näher betrachtet.

16. 1. Forschungsfeld "Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Trassenvegetation/ Trassenpflege	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Querungshilfen für Tiere	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hangsicherung/ Hangrutschung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erhebung und Auswertung von Echtzeit-Wetterdaten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Streckenbefliegung mit Drohnen (turnusmäßig/nach Starkwetterereignissen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17.2. Forschungsfeld "Lärmschutz":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Überwachung auf lärm erzeugende Schäden an Fahrzeugen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Psycho-akustische Lärmmessung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Landschafts- und stadtbildgerechte Lärmschutzanlagen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lärmarme Triebfahrzeug- abstellung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18.3. Forschungsfeld "Alternative Antriebe":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Energieträgerversorgung (z. B. Wasserstoff/Brennstoffzelle)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lademöglichkeiten batteriebetriebener Fahrzeuge	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verarbeitung von Batterie- und Brennstoffzellendaten via Funkschnittstelle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Messung von Emissionsminderungen (Abgase, Treibhausgase, Feinstäube)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bestimmung der Fahrzeug- bzw. Antriebseffizienz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19.4. Forschungsfeld "Digitale Vernetzung":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Aufbau und Betrieb von Datenfunknetzen (4G/5G/Wi-Fi/FRMCS/ etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hochpräzise Lokalisierung von Zügen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lokalisierung von Objekten im Gleis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integration von Car- to-x Kommunikation an Bahnübergängen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Augmented Reality bei der Infrastruktur-/ Fahrzeugwartung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20.5. Forschungsfeld "Automatisiertes Fahren (ATO)/Traffic Management":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Im regulären Fahrgastbetrieb	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Beim Rangieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erprobung unterschiedlicher ATO-Zielfunktionen/Fahrempfehlungen (z. B. energiesparendes Fahren)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abfahrtscounter (Abfertigung des Zuges nicht erst, wenn die Fahrstraße steht)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21.6. Forschungsfeld "Fahrzeuge":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Fahrzeugseitige Objekt- und Hinderniserkennung auf der Strecke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fahrzeugseitige Objekterkennung im Bahnhofsbereich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Positionserkennung des Zuges (absolut auf der Strecke und relativ zu Gefahrenpunkten)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Katastrophenschutz („Rettungsfreundliche Gestaltung“ von Fahrzeugen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prüfung der Zugintegrität (TIMS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. 7. Forschungsfeld "Güterverkehr":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Positionserkennung von Einzelwagen (Absolutposition auf dem Netz/relativ zu Gefahrenpunkten beim Rangieren)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatisierte Zugabfertigung (digitale automatische Kupplung)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatisierte Wagen- und Ladungskontrolle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schnittstellen zum intermodalen Verkehr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Katastrophenschutz (Training im Umgang mit Gefahrenstoffen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. 8. Forschungsfeld "Zugsicherungssysteme":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
ETCS Level 1 LS (ESG)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ETCS Level 1 FS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ETCS Level 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ETCS Level 3 Hybrid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ETCS Level 3 Moving Block	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verhalten bei Transitionen zwischen unterschiedlichen Zugsicherungssystemen oder Betriebsarten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Verhalten bei fehlenden Feldelementen/ unterbrochener Kommunikations- verbindung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24.9. Forschungsfeld "Vorausschauende Instandhaltung" (Predictive Maintenance):

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Infrastrukturmonitoring (Überwachen von Weichenantrieben/ Signalen/ etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fahrzeugmonitoring (Erkennen von Flachstellen/Schäden am Stromabnehmer/ etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interpretation der erfassten Daten zum Ableiten von Handlungs- empfehlungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integration der Daten in ein BIM-System (Building Information Modeling)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. 10. Forschungsfeld "Streckeninfrastruktur" (Erprobung vom Infrastrukturkomponenten):

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?


	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Einsatz von alternativen Werkstoffen/ Recyclingmaterial (z. B. für Schwellen oder Schotter)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alternative Befestigungsarten (z. B. von Schienen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vermeidbarkeit von Schäden durch Extremwettereinflüsse (z. B. sehr hohe Temperaturen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests zur Verbesserung der Sichtbarkeit von (Licht-)Signalen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. 11. Forschungsfeld "Fahrgastlenkung/-information":

Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden Themen bzw. Technologien für die Testung auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	für mich regelmäßig relevant	für mich fallweise relevant	für die Allgemeinheit relevant	keine Relevanz	keine Meinung
Akzeptanz digitaler Fahrgastinformationen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Effiziente Auslastungssteuerung in Bahnsystemen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Welche weitere Fragestellungen würden Sie gerne auf einem offenen, digitalen Testfeld untersuchen?



Fragen zur organisatorischen Ausgestaltung des neuen Testfelds

28. Wie relevant erscheinen Ihnen die nachfolgenden organisatorischen Randbedingungen für Tests auf einem offenen, digitalen Testfeld?

	nicht relevant	weniger relevant	teilweise relevant	von großer Relevanz	keine Meinung
Neutraler Betreiber	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kurze Vorlaufzeiten bei der Anmeldung von Tests	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Geheimhaltung von Tests (z. B. durch begrenzte Einsehbarkeit des Testfeldes)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forschungsbezug des Testfeldes (z. B. durch Priorisierung von F&E-Projekten)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests bei Tageslicht (kein Zwang zum Ausweichen in Nachstunden)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tests während Werktagen (kein Zwang zum Ausweichen auf Sa./So./Feiertage)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Unterbrechungsfreie Verfügbarkeit der Strecke/Testumgebung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zur Nutzung eines Testlabors/Prüfstands	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zur Nutzung von Hallen- und Bürogebäuden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zur Nutzung von Testfeld-eigenem Rollmaterial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zur Nutzung von Testfeld-eigenem Personal (z. B. Triebfahrzeugführer, Werkstattpersonal)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Das offene, digitale Testfeld soll perspektivisch Tests in unterschiedlichen Umgebungen ermöglichen. Wie bewerten Sie die Relevanz der unterschiedlichen Umgebungen für die Durchführung von Testaktivitäten?

	nicht relevant	weniger relevant	teilweise relevant	von großer Relevanz	keine Meinung
Mitnutzung von Strecken mit regulärem Verkehr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutzung von regulär in Betrieb befindlichen Strecken in Sperrpausen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutzung von Testfeld-eigenen Strecken ohne regulären Verkehr (reaktivierte Strecken/ Nachnutzung der Braunkohle-infrastruktur)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutzung von Rangierbereichen/ Güterverkehrsbereichen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutzung von Personenverkehrsanlagen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nutzung von Vegetationsbereichen entlang von Schienenwegen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

30. Welche weitere Testumgebungen sehen Sie als relevant an?

31. Welche der nachfolgenden technischen Randbedingungen sollte ein offenes, digitales Testfeld Ihrer Meinung nach erfüllen?

Die Gleisinfrastruktur sollte eine bestimmte Mindestlänge aufweisen.

- < 100 m
- 100 m bis 1000 m
- 1 km bis 5 km
- > 5 km
- Keine Meinung

32. Die Gleisinfrastruktur sollte (zumindest abschnittsweise) mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu befahren sein.

- < 50 km/h
- 50 km/h bis 100 km/h
- 100 km/h bis 160 km/h
- > 160 km/h
- Keine Meinung

33. Die Strecke sollte (zumindest abschnittsweise) elektrifiziert sein.

- Ja
- Nein
- Keine Meinung

34. Die Gleisinfrastruktur sollte (zumindest abschnittsweise) mit einem bestimmten Zugsicherungssystem ausgerüstet sein.

(Mehrfachantworten sind möglich)

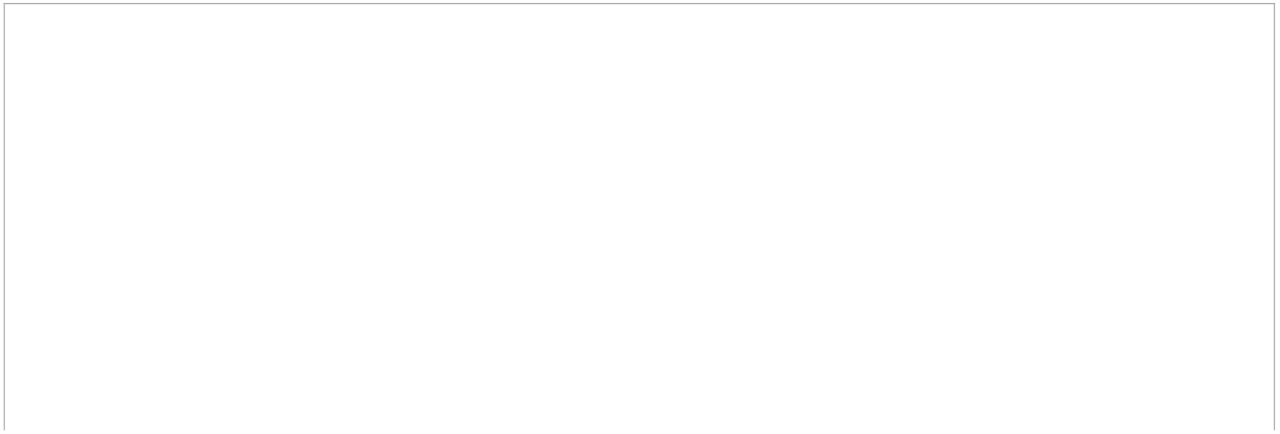
- PZB
- LZB
- ETCS Level 1
- ETCS Level 2
- Keine Meinung

35. Die Gleisinfrastruktur sollte (zumindest abschnittsweise) mit einem bestimmten Datenfunk-Standard ausgerüstet sein.

(Mehrfachantworten sind möglich)

- GSM-R
- WiFi
- 4G
- 5G/FRMCS
- Keine Meinung

36. Bitte notieren Sie weitere Wünsche an ein offenes, digitales Testfeld.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to write their wishes or feedback.

Abschließende Frage

37. Möchten Sie über die Veröffentlichung des Abschlussberichts der Studie informiert werden?

- Ja
- Nein

38. Sie möchten über die Veröffentlichung des Abschlussberichts informiert werden. Geben Sie bitte zu diesem Zweck Ihre E-Mail-Adresse an: *

Die Auswertung des Fragebogens erfolgt anonym. Die Mailadresse wird ausschließlich zum Versand des Links zum Abschlussbericht genutzt.

Dieser Inhalt wurde von Microsoft weder erstellt noch gebilligt. Die von Ihnen übermittelten Daten werden an den Formulareigentümer gesendet.

 Microsoft Forms