

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

Kurzbericht



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

Kurzbericht

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.210003.02](https://doi.org/10.48755/dzsf.210003.02)

Dresden, Juli 2021

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

Inhaltsverzeichnis

Kurzbeschreibung	7
1 Einführung.....	8
2 Anforderungen und Ziele des Offenen Digitalen Testfelds.....	8
3 Erforderliche Ausstattung	10
4 Rechtliche Bewertung.....	12
5 Zusammenfassung.....	14
Abbildungsverzeichnis.....	15
Tabellenverzeichnis	15



Kurzbeschreibung

Mit der Einrichtung des offenen digitalen Testfelds durch das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) wird ein neues Angebot an Forschungsmöglichkeiten geschaffen und so eine Lücke in der bestehenden Forschungslandschaft geschlossen. Die etablierten Testzentren mit Testringen bzw. Testgleisen sowie Testlabore und Prüfstände dienen meist kommerziellen Interessen der großen Schienenfahrzeughersteller und können nicht oder nur eingeschränkt für Forschungszwecke genutzt werden.

Als einziges Testfeld in Europa ermöglicht das offene digitale Testfeld die Erprobung neuer Technologien und weiterer Innovationen auf dem bestehenden Streckennetz unter Realbedingungen. Zwischen Halle an der Saale, Cottbus und Niesky in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt angesiedelt, nutzt das Testfeld ca. 350 km Hauptstrecken der DB Netz AG, die im Personennah-, Personenfern- und im Güterverkehr bedient werden. Darüber hinaus besteht ein potentiell ergänzendes Netz von ca. 500 km Länge. Hier wird nahezu die komplette Bandbreite an eisenbahnbetrieblichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen abgedeckt. Das Testfeld eignet sich insbesondere für Untersuchungen im Kontext des Autonomen Fahrens, der Zugsicherung und der Digitalisierung. Wesentlicher Bestandteil des Testfelds ist die Lärmforschung im LärmLab.

Erste Versuche und Erprobungen können umgehend durchgeführt werden, z. B. im Bereich des Umwelt- und Klimaschutzes, Monitoring von Betriebs-, Verkehrs- und Instandhaltungsprozessen zur Optimierung digitaler Innovationen sowie der Einbeziehung von Fahrgästen in Forschungsprojekte. Bestimmte Erprobungen erfordern jedoch zunächst infrastrukturelle bzw. projektspezifische Nachrüstungen. Diese Anforderungen und notwendigen Nachrüstungen des Testfelds werden für einzelne Testvorhaben getrennt nach Forschungsfeldern identifiziert und deren zeitliche Umsetzung abgeschätzt. Für projektspezifische Investitionen ist eine anteilige Kostenbeteiligung von externen Projektpartnern denkbar. Für die Investition in die Grundausstattung (insbesondere Büro-, Werkstatt- und Streckeninfrastruktur sowie Fahrzeuge als Erprobungsträger) wird, in Abhängigkeit von der konkreten Ausbauplanung, ein jährlicher Mittelbedarf in Höhe von ca. 10 Mio. Euro über einen Zeitraum von 10 Jahren geschätzt.

Die durchgeführte Befragung des Sektors bestätigt die im Rahmen der Studie entwickelte Konzeption hinsichtlich der identifizierten Forschungsfelder, Anforderungen und der Bereitstellung von Forschungsinfrastruktur. Neben kurzen Vorlaufzeiten sollen möglichst lange und unterbrechungsfreie Zeitfenster für Tests zur Verfügung stehen. Die Neutralität des Betreibers ist für die Befragten von großer Relevanz.

Die rechtliche Bewertung des Organisationsmodells und der geplanten Testmodalitäten im offenen digitalen Testfeld offenbart derzeit Restriktionen in Bezug auf die Bereitstellung der für Testzwecke notwendigen Trassenkapazitäten sowie einzuhaltenden Sicherheitsvorschriften im Eisenbahnwesen. Eine Novellierung des Eisenbahnregulierungsgesetzes (ERegG) in Bezug auf die rechtliche Thematik von Test- und Versuchsfahrten ist deshalb wünschenswert.

Mit dem geplanten offenen digitalen Testfeld eröffnen sich innerhalb der Bahnbranche und auch in den Braunkohlerevieren in der unmittelbaren Umgebung neue Innovations-, Beschäftigungs- und Zukunftsmöglichkeiten. Das Vorhaben bietet das Potenzial, mehrere Zielsetzungen zu verknüpfen. Bei den anstehenden Investitionsentscheidungen kann daher die als bedeutsam erachtete Hebelwirkung eingesetzter Mittel mitberücksichtigt werden.

1 Einführung

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.

2 Anforderungen und Ziele des Offenen Digitalen Testfelds

Eine Analyse bereits bestehender Testeinrichtungen zeigt, dass etablierte Testzentren mit Testringen bzw. Testgleisen sowie Testlabore und Prüfstände in erster Linie kommerziellen Interessen der großen Hersteller dienen und nicht oder nur eingeschränkt für Forschungszwecke genutzt werden können. Testzentren mit Testringen werden für die Zulassungsprozesse der Industrie gebraucht; freie Kapazitäten für die Forschung sind nur begrenzt und mit langer Vorlaufzeit verfügbar. Zudem fehlen Testeinrichtungen, die Untersuchungen unter Realbedingungen ermöglichen, welche für die Einführung neuer Verfahren und Technologien von wesentlicher Bedeutung ist. Die langen Vorlaufzeiten und beschränkten Zugangsmöglichkeiten zu den vorhandenen europäischen Testanlagen stellen damit eine wesentliche Barriere für die Durchführung wichtiger Innovationsprojekte dar.

Mit der Einrichtung des Testfelds wird ein neues Angebot an Forschungsmöglichkeiten geschaffen und so eine Lücke in der bestehenden Forschungslandschaft geschlossen. Im Vergleich zu bestehenden Testeinrichtungen ist das offene digitale Testfeld in seiner Größe und Ausrichtung einzigartig. Zur Förderung der anwendungsorientierten Forschung soll das Testfeld als neutrale Plattform zur Kooperation zwischen Forschung und Wirtschaft agieren sowie kurzfristig und flexibel verfügbare Testkapazitäten anbieten können. Neben den etablierten Akteuren sollen 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 Untersuchungen organisatorisch, indem es als „One-Stop-Shop“ für den Sektor agiert. Die Grundausstattung für Untersuchungen neuer technologischer Entwicklungen wird bereitgestellt. Das Testfeld eignet sich zur Untersuchung zahlreicher Fragestellungen, wobei ein Fokus auf Themen der Automatisierung und Digitalisierung liegen wird. Das Testfeld umfasst sowohl abgetrennte eigene Strecken als auch sich im regulären Betrieb befindliche Strecken der DB Netz AG, sodass Versuche in Interaktion mit dem regulären Verkehr ermöglicht werden. Durch die Einbeziehung der Streckenrandbereiche und der Umgebung werden Untersuchungen zum Klima-, Umwelt- und Lärmschutz (LärmLab) realisierbar. Abbildung 1 zeigt die insgesamt elf Forschungsfelder mit den vier Forschungsschwerpunkten des Testfelds, die alle den Themenfeldern des Bundesforschungsprogramms Schiene untergeordnet sind.

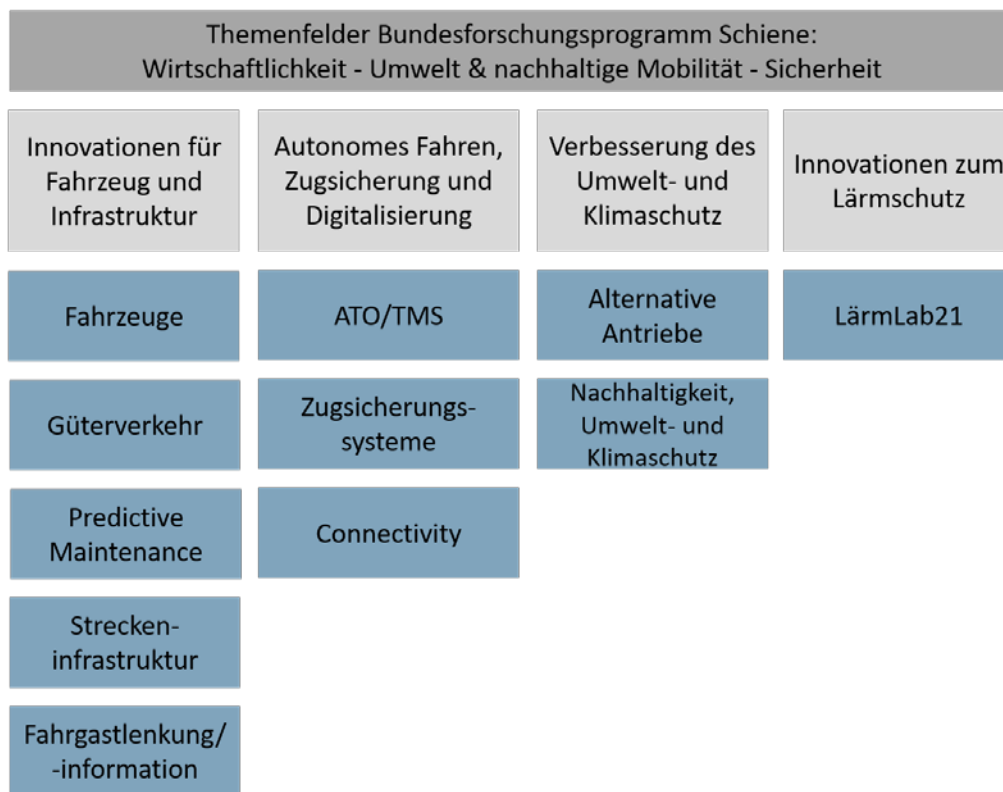


Abbildung 1: Forschungsfelder des offenen digitalen Testfelds

Das Testfeld wird zwischen Halle an der Saale, Cottbus und Niesky in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt angesiedelt. Das Streckennetz des Testfelds umfasst regulär genutzte Strecken mit unterschiedlichen Streckenmerkmalen (vgl. Abbildung 2), stillgelegte Strecken mit der Option zur Reaktivierung sowie die Eisenbahninfrastrukturen der Braunkohlereviere zur perspektivischen Nachnutzung.

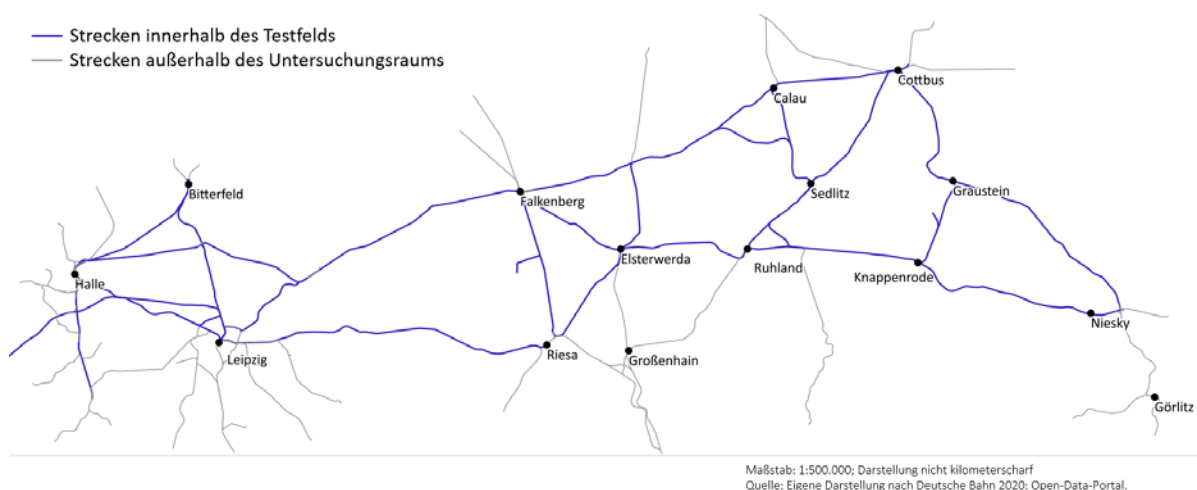


Abbildung 2: Darstellung der sich in Betrieb befindlichen Strecken im Bereich des Testfelds

Das Streckennetz umfasst ca. 350 km Hauptstrecken. Darüber hinaus besteht ein Ergänzungsnetz von ca. 500 km Länge. Die Strecken sind größtenteils sowohl zweigleisig ausgebaut als auch elektrifiziert und fast vollständig mit punktförmiger Zugbeeinflussung (PZB) ausgerüstet. Über eine Ausrüstung mit linienförmiger Zugbeeinflussung (LZB) verfügen die Strecken zwischen Leipzig und Riesa und zwischen Leipzig und Bitterfeld. Die LZB-Ausrüstung geht dort einher mit einer Streckenmaximalgeschwindigkeit von bis zu 200 km/h, während die übrigen Strecken größtenteils Maximalgeschwindigkeiten bis 100 bzw. 120 km/h erlauben. Mit der Strecke Erfurt – Halle (als Teil des Verkehrsprojekts Deutsche Einheit Schiene Nr. 8.2, VDE 8.2) sowie der Strecke Berlin – Dresden (zwischen Zossen und Rückerdorf) gibt es im betrachteten Bereich zwei Strecken, die mit dem European Train Control System (ETCS) im Level 2 ausgerüstet sind und dort Geschwindigkeiten bis bzw. über 200 km/h ermöglichen. Auf den Strecken verkehrt sowohl der Personenfern- und -nahverkehr als auch der Schienengüterverkehr. Viele Strecken im Bereich des Testfelds sind Teil des Transeuropäischen Netzes (TEN). Der Abschnitt Falkenberg – Horka ist zudem Teil des Güterverkehrskorridors 8.

Auf dem existierenden Streckennetz der DB Netz AG können im Realbetrieb bereits erste Untersuchungen kurzfristig durchgeführt bzw. begonnen werden. Beispielsweise in den Bereichen Umwelt- und Klimaschutz in Form von Messstationen, im Bereich Predictive Maintenance durch die Errichtung eines lokalen Datenfunknetzes oder im Bereich Alternative Antriebe durch die mobile Betankung von Schienenfahrzeugen mit alternativen Energieträgern. Andere auf dem Testfeld durchzuführende Untersuchungen erfordern hingegen eine vom Regelbetrieb abgetrennte Infrastruktur oder umfangreichere technische Nachrüstungen der Bestandsstrecken. Eine gesamthafte Auswertung des für einzelne Testvorhaben ermittelten Nachrüstbedarfs zeigt, dass forschungsfeldübergreifend ein hochleistungsfähiger Datenfunk mit hoher Bandbreite und geringer Latenz benötigt wird. Der 5G-Datenfunkstandard sollte daher zeitnah umgesetzt werden. Gleiches gilt für die (Teil-)Ausrüstung mit ETCS Level 2 und Hybrid Level 3.

3 Erforderliche Ausstattung

Die Ansiedelung des Testfelds erfordert zudem eine organisatorische und infrastrukturelle Grundausrüstung. Diese umfasst u. a. Personal, ein Betriebsgelände mit Fahrzeug- und Laborhallen, Büroarbeitsplätze und IT-Infrastruktur. Neben dieser initialen Ausbaustufe (Stufe 0) werden drei weitere Ausbaustufen (Stufen 1 bis 3) differenziert:

- Stufe 0: Einrichtung einer Organisationsstruktur mit infrastruktureller Grundausrüstung
- 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

Sämtliche Kostenschätzungen können in dieser sehr frühen Phase des Gesamtprojekts „offenes digitales Testfeld“ nur überschläglich erfolgen, da verschiedene Entscheidungen mit maßgeblichem Einfluss auf die Gesamtkosten noch nicht gefallen sind. Zudem ist zu berücksichtigen, dass insbesondere für Zukunftstechnologien, die ggfs. erstmals implementiert werden, oftmals noch keine Preisangaben verfügbar sind. Relevante Fragestellungen in diesem Zusammenhang sind u. a. folgende:

- Wie sieht die Organisationsstruktur bzw. Betreiberform (inkl. Zuschnitt 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/Monteur/Rangierer/Treibfahrzeugführer/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?

Mit voranschreitendem Planungs- und Realisierungsstand des offenen digitalen Testfelds sind die Kostenschätzungen entsprechend fortlaufend anzupassen und zu präzisieren. Tabelle 1 stellt die geschätzten Investitionen für den Erwerb der Grundausrüstung des Testfelds dar.

TABELLE 1: GESCHÄTZTE INVESTITIONEN IN DIE INFRASTRUKTURELLE GRUNDAUSRÜSTUNG [MIO. EURO] (STAND 11.03.2021)

Grundausrüstung	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Summe
Einrichtung Betriebsgelände	25,0	-	-	25,0
Erwerb Rollmaterial	-	5,0	-	5,0
Erwerb Streckeninfrastruktur	-	-	75,0	75,0
Summe				105,0

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

Neben der Einrichtung des Betriebsgeländes hat der Kauf eigener Streckeninfrastruktur einen wesentlichen Anteil an den Gesamtkosten. Auch wenn ein Teil der Untersuchungen bereits kurzfristig auf dem Bestandsnetz der DB Netz AG erfolgen kann, ist der Erwerb eigener Streckeninfrastrukturen zur Komplettierung des angedachten Untersuchungsportfolios notwendig. Mithilfe Testfeld-eigener, vom Regelbetrieb abgetrennter Strecken werden Untersuchungen ermöglicht, die besondere Sicherheitsanforderungen stellen oder den Regelbetrieb erheblich behindern würden.

Der Nachrüstbedarf des offenen digitalen Testfelds für spezifische Fragestellungen (sogenannter **projektspezifische Investitionen**) beläuft sich nach grober Schätzung auf ca. 122 Mio. Euro. Hohe Investitionen sind in Stufe 2 für den Ausbau der Leit- und Sicherheitstechnik (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 trotz der hohen Kosten möglichst rasch erfolgen.

Weitere 40 Mio. Euro werden u. a. für den Aufbau eines Monitoringsystems für Umwelt- und Klimaschutzprojekte, die Ausrüstung des LärmLabs, spezifische Sensorik und Infrastrukturen für Versuche

zum automatisierten Zugbetrieb benötigt. Zur Staffelung der Kosten wird von einem Realisierungszeitraum von zehn Jahren ausgegangen. 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 hohe Beteiligung an der im Rahmen der Studie durchgeführten Stakeholder-Befragung zeugt von der Relevanz und dem Interesse an der Einrichtung des offenen digitalen Testfelds. Die Ergebnisse der Umfrage zeigen eine hohe Zustimmung zur grundsätzlichen Ausrichtung des Testfelds sowie den im Einzelnen ausgearbeiteten Themenkomplexen und Testfragestellungen. Von höchster Relevanz für den Sektor sind Testmöglichkeiten für autonomes Fahren und Digitalisierung, wobei möglichst lange und unterbrechungsfreie Zeitfenster für Tests zur Verfügung stehen sollten. Dies unterstreicht den Bedarf Testfeld-eigener Strecken. Bezüglich der organisatorischen Ausgestaltung wünschen die Befragten einen neutralen Betreiber des Testfelds, der bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen unterstützt und eigenes Rollmaterial zur Verfügung stellt. Vorlaufzeiten sollten möglichst kurz ausfallen und das Testfeld selbst möglichst gut (mit der Bahn) erreichbar sein.

4 Rechtliche Bewertung

Die rechtliche Untersuchung untergliedert sich in zwei Bestandteile. Zunächst wird der Zugang zum Testfeld und somit die maßgeblichen, regulierungsrechtlichen Fragestellungen untersucht. Im zweiten Teil wird die (sicherheits-)rechtliche Umsetzbarkeit der auf dem Testfeld geplanten Erprobungen juristisch bewertet.

Für die **regulierungsrechtliche Bewertung** der verschiedenen Erprobungen werden drei Cluster untersucht:

1. Untersuchungen mit Fahrten auf öffentlichen Strecken
2. Untersuchungen mit Fahrten auf privaten Strecken
3. Untersuchungen ohne Fahrten

Der Begriff „*private Strecken*“ im Unterschied zu „*öffentlichen*“ meint 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) dem öffentlichen Verkehr dient und damit eine *öffentliche Eisenbahn* darstellt oder eine nichtöffentliche Eisenbahn ist (§ 3 Abs. 2 AEG).

Bei der rechtlichen Bewertung von Versuchen mit Fahrten auf „*öffentlichen Strecken*“ (1) wird zunächst die Anwendbarkeit des Eisenbahnregulierungsgesetzes (ERegG) geprüft. Da die Messgeräte und Einrichtungen des Testfelds als Serviceeinrichtungen zu qualifizieren sind, ist im Rahmen der jeweiligen Erprobungen das Zugangsrecht zu ihnen und zu der Strecke, an der sie liegen, jeweils nach dem ERegG zu prüfen. Die Regelung über den Gelegenheitsverkehr stellt hier eine praktikable Lösung für den Fall dar, dass die betreffende Strecke nicht ausgelastet ist. Allerdings gewährleistet er für den Zugang bei Konflikten mit Verkehren im Netzfahrplan keinen Vorrang. Eine Koordinierungsstelle zur Bestellung und

Vermittlung von Zugangsrechten zur Serviceeinrichtung und zum Schienenweg ist dabei zwar wiederum ein guter Ansatz; die Umsetzung eines solchen Modells wird aber durch die gegenwärtigen Regelungen erschwert.

Für Versuche mit Fahrten auf „privaten Strecken“ (2) hat sich ergeben, dass diese Versuche ebenfalls dem Zugangsrecht nach §§ 10 f. ERegG unterliegen. Denn ist es 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 (3) weisen aus regulierungsrechtlicher Sicht keine Probleme auf.

Soweit das Regulierungsrecht anwendbar ist, zeigen sich mithin in der praktischen Anwendung Probleme, die das ERegG 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.

Für die Bewertung der **(sicherheits-)rechtlichen Umsetzbarkeit der geplanten Erprobungen** auf dem Testfeld werden die geplanten Versuche in die folgenden vier Kategorien unterteilt:

- Fahrzeuguntersuchungen
- Infrastrukturuntersuchungen
- Betriebsuntersuchungen
- Umweltuntersuchungen

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 dabei 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 zu gewährleistenden Betriebssicherheit. Die Kategorien unterscheiden sich sodann einzeln im Aufwand zur 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 nicht durchgeführt werden.

Insbesondere außerhalb des Anwendungsbereiches der Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (EIGV), also außerhalb des sog. übergeordneten Netzes, sowie für Erprobungen an der Infrastruktur gibt es bisher keine einheitlichen Regelungen zu Probefahrten und sonstigen Erprobungen. Auch für nichtöffentliche, räumlich abgegrenzte Eisenbahnen und ihre Infrastruktur besteht nach § 4 AEG die Pflicht zur Gewährleistung eines sicheren Eisenbahnbetriebes. Mit Blick auf die Rechtssicherheit wäre eine eigenständige Normierung von Vorgaben zu Probezwecken und Testfahrten im AEG

selbst sowie unter Anpassung der bereits bestehenden Vorschriften in den weiteren Verordnungen wie der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO), der EIGV, der Bau- und Betriebsordnung für Anschlussbahnen (BOA)) wünschens- und empfehlenswert. In diesem Zuge erscheint auch eine Klarstellung geltender Rechtsvorschriften für die Infrastruktur nichtöffentlicher (selbst separater) Eisenbahnen sinnvoll.

Neben der Klärung der rechtlichen Fragestellungen erfordert die Betriebsaufnahme des offenen digitalen Testfelds eine Betreiberorganisation unterhalb der Leitung des DZSF. Zudem sind die überschlägig durchgeführten Kostenschätzungen im Zuge von konkretisierenden Planungsschritten zu präzisieren und entsprechend des Realisierungsstands des Testfelds fortlaufend anzupassen. Sie stellen daher keine abschließende Betrachtung dar, sondern dienen der Identifizierung wesentlicher Investitionserfordernisse. Einige der als zukunftsweisend angesehenen Technologien wie z. B. dem zukünftigen Bahnkommunikationssystem FRMCS (Future Railway Mobile Communication System), ETCS Hybrid Level 3 und ATO sind zudem noch in einem relativ frühen Entwicklungsstadium, sodass Testerfordernisse noch nicht vollständig absehbar sind. Die detaillierten Ausführungen in der Langfassung des Berichts verstehen sich daher als ein Grundstock der sinnvoll auf einem Testfeld zu untersuchenden Fragestellungen.

5 Zusammenfassung

Es ist davon auszugehen, dass das offene digitale Testfeld mit der in diesem Projekt geplanten Ausstattung auch für zukünftige, heute noch nicht absehbare Forschungsfragen adäquat aufgestellt sein wird. Eine besondere Chance für die Weiterentwicklung des Verkehrssystems Bahn liegt in der Vernetzung der unterschiedlichen Forschungsbereiche auf einer großräumigen Infrastruktur. In Abgrenzung zu etablierten Testeinrichtungen, die in erster Linie kommerziellen Interessen großer Schienenfahrzeughersteller dienen und nur in einem geringen Umfang freie Kapazitäten bieten, ergeben sich mit dem offenen digitalen Testfeld vielfältige Möglichkeiten der kurzfristigen und flexiblen Zusammenarbeit auch für kleine und mittelgroße Unternehmen. Weitere Vorteile sind die Bereitstellung von Testmöglichkeiten im Realbetrieb und die Neutralität des Testfelds für Wirtschaft und Wissenschaft. Diese Eigenschaften decken sich mit den im Rahmen der Stakeholder-Befragung geäußerten Anforderungen.

Mit der Einrichtung des offenen digitalen Testfelds werden die Rahmenbedingungen geschaffen, um Innovationsprozesse im Bereich des Schienenverkehrs maßgebend voranzutreiben. Durch die Lage des Testfelds in den Bundesländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen ist die Nähe zu wichtigen Forschungseinrichtungen sowie zu zahlreichen eisenbahnaffinen Unternehmen gegeben. Somit liegen gute Voraussetzungen für eine enge Verzahnung von Wissenschaft und Industrie vor. Die Einrichtung des Testfelds trägt maßgeblich zur Sicherung und Anziehung von hochqualifizierten Fachkräften und dem Ausbau tragender Infrastrukturen (Verkehr, Wissenschaft, digitale Netze, Daseinsvorsorge) in der Region bei. Das Testfeld eröffnet zudem den umliegenden Braunkohlerevieren eine Perspektive für die Zeit nach dem Braunkohleausstieg. Das Vorhaben bietet somit das Potenzial, mehrere Zielsetzungen zu verknüpfen. Bei den anstehenden Investitionsentscheidungen kann daher die als bedeutsam erachtete Hebelwirkung eingesetzter Mittel mitberücksichtigt werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsfelder des offenen digitalen Testfelds	9
Abbildung 2: Darstellung der sich in Betrieb befindlichen Strecken im Bereich des Testfelds.....	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschätzte Investitionen in die infrastrukturelle Grundausstattung [Mio. Euro] (Stand 11.03.2021).....	111
---	-----