

# Innovationsprogramm Schiene 4.0

Spitzentechnologie fördern und Verantwortung übernehmen für Klimaschutz, Lebensqualität und Wohlstand.

Empfehlungen an den Bund in der 19. Legislaturperiode.



# Schiene 4.0. Die Zukunft der Mobilität.

Die Digitalisierung des Schienenverkehrs bringt die klimaschonendste, sicherste und beste Mobilität aufs Gleis, die es je gab. Ein starker Schienenverkehr ist die Basis für Lebensqualität und Wachstum in Deutschland und Europa. Deshalb kommt es in der neuen Legislaturperiode auf drei Dinge an: Erstens, die Einführung des Deutschland-Takts für mehr Kunden forcieren, zweitens wettbewerbsfähige Kosten – und drittens ein Innovationsprogramm Schiene 4.0. Nur mit Schiene 4.0 sind die Pariser Klimaziele erreichbar. Denn ein spürbarer Technologieschub kann den Anteil der umweltfreundlichen Schiene am Verkehr signifikant steigern und die Energieeffizienz weiter erhöhen.

Aus diesen Gründen liegt Schiene 4.0 im strategischen Interesse jedes Landes. Die gemeinsamen Anstrengungen von Politik, Industrie, Betreibern und Wissenschaft in Deutschland folgen einem klaren Ziel: Das tagtägliche Leben der Menschen verbessern, die Wirtschaft stärken, das Klima schützen, die Standortqualität erhöhen.

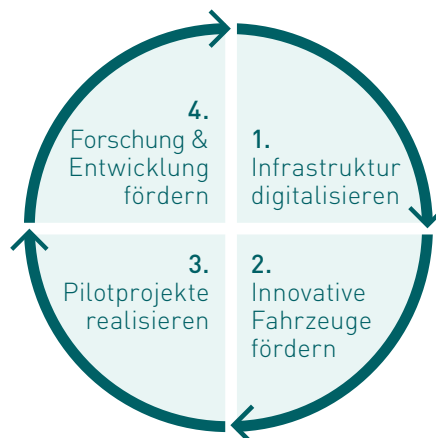
Schiene 4.0 kann eine Erfolgsgeschichte unseres Landes werden. Denn heute ist Deutschland beides: Leitmarkt für modernen Schienenverkehr und globaler Leitanbieter in der Bahnindustrie. Dafür stehen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Sektors. Die Exportquote der Bahnindustrie unseres Landes liegt bei über 50 Prozent. Doch es gibt in Zukunft keine Selbstläufer. Andere Regionen der Welt haben die Chancen des digitalen Innovationssprungs längst erkannt. Sie investieren gewaltige Summen in die Innovationskraft der Industrie und der Bahnen, in ein universitär gestütztes kraftvolles Netz für Forschung und Entwicklung, in die Realisierung von Pioniertechnologien. Unsere Spitzentechnologien müssen wir in Deutschland anwenden und kraftvoll weiterentwickeln: Für die digitale Mobilitätsrevolution auf der Schiene „made in Germany“.

**Deshalb braucht Deutschland in der 19. Legislaturperiode ein Innovationsprogramm Schiene 4.0. Es ist ein Klimaschutzprogramm. Und es stärkt die Wertschöpfung. Es sollte:**

- **nicht auf die lange Bank geschoben werden.** Denn auch im Schienensektor werden Innovationszyklen gerade für digitale Lösungen immer kürzer, Upgrades immer wichtiger und neue Angebote immer relevanter für die Kunden,
- **optimal koordiniert sein.** Die Aktivitäten der nationalen und europäischen Partner sollten sowohl auf politischer als auch auf fachlicher Ebene kontinuierlich abgestimmt werden. Dazu kann auch ein Bundesbeauftragter für den Schienensektor beitragen.
- **ehrgeizige Ziele setzen** und Innovationen im System Schiene umfassend fördern, wirksame Anreize zur beschleunigten Einführung innovativer Lösungen in der Wirtschaft setzen sowie Forschung und Entwicklung stärken.

**Das Innovationsprogramm Schiene 4.0 erfordert gemeinsames Engagement von Bund, Ländern, Betreibern und Industrie.**

**Folgende vier Bausteine sind entscheidend:**



# 1. Infrastruktur digitalisieren

## Für die digitale Infrastruktur der Zukunft das Rollout von ETCS und DSTW ehrgeizig und verlässlich beschleunigen.

- **European Deployment Plan (EDP).** Deutschland muss die European Train Control System (ETCS)-Ausrüstungsverpflichtungen gemäß EDP erfüllen und dafür Mittel im Bundeshaushalt bereitstellen. Rund 6000 – 9000 km könnten unter die Ausrüstungsverpflichtung fallen. Auch sollte der Bund sich auf europäischer Ebene dafür einsetzen, dass alle Mitgliedstaaten den EDP implementieren. Die Europäische Eisenbahnagentur (ERA) und das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) müssen über die nötigen Ressourcen verfügen, um die betriebliche Interoperabilität von ETCS (Baseline 3) in der EU für Fahrzeuge und Infrastruktur sicherzustellen.
- **Nationales Umsetzungsprogramm („LuFV ETCS“).** Die Machbarkeitsstudie zum Flächenrollout von ETCS und DSTW ist rasch abzuschließen. Dann braucht Deutschland auf dieser Basis ein nationales Umsetzungsprogramm. Es sollte ehrgeizige Ziele festlegen: bis 2030 rund 80 % des gesamten Schienennetzes mit ETCS Level 2 und DSTW auszustatten. Dafür ist ein technisches Zielbild zu definieren. Die Finanzierung muss langfristig tragfähig sein. Deshalb ist ein Mehrjahresvertrag zwischen Bund und Infrastrukturbetreibern sinnvoll, in dem verlässliche Mittel mit verbindlichen, anspruchsvollen Leistungsverpflichtungen im Netz verzahnt sind („LuFV ETCS“). Neben Investitionen in die Strecke müssen auch Investitionen in Fahrzeuge (On-Board-Units) gefördert werden, weil nur beides zusammen die moderne ETCS-Infrastruktur schafft.
- **Digitale Stellwerke (DSTW).** Als integrales Element der Digitalisierungsstrategie sind digitale bzw. elektronische Stellwerke deutschlandweit zu installieren. Denn Stellwerkstechnologie ist erfolgskritisch, heute aber insgesamt überaltert. Die meisten derzeit in Betrieb befindlichen Stellwerke sind nicht kompatibel mit ETCS Level 2. DSTW und ESTW digitalisieren die Betriebssteuerung, erhöhen die Pünktlichkeit und senken Kosten (weniger Lichtsignale, Kabel etc.).
- **Breitbandausbau und IT-Sicherheit.** Glasfasernetze und die volle Funkabdeckung entlang der Schienenwege sind essentiell für Schiene 4.0. Mit dem Sektor sind Lösungen für den künftigen Mobilfunkstandard sowie für die künftige Sicherheit der kritischen, versorgungsrelevanten Infrastruktur Schiene (Cyber-Security, KRITIS) zu entwickeln.

## Die umfassende Digitalisierung der Infrastruktur unterstützen.

- **Ausbau der Streckenelektrifizierung.** Um die Streckeneffizienz und die Nutzung regenerativer Energien voranzubringen, ist die Elektrifizierung auszubauen.
- **Bahnübergänge.** Mit einem Sonderprogramm sollte der Bund dazu beitragen, elektronische Bahnübergänge rasch zu realisieren. Bedeutsam ist v.a. die kontinuierliche Modernisierung der Sicherungstechnik.
- **Bahnhöfe.** Bund, Länder und Kommunen sollten im Rahmen eines Sondertitels die Modernisierung von Stationen weiter vorantreiben, um die Aufenthaltsqualität der Fahrgäste an Bahnhöfen zu erhöhen. Auf Basis ansprechender baulicher Gestaltung sollten Bahnhöfe konsequent digitalisiert werden: Videoüberwachung für noch mehr Sicherheit und WLAN als Grundlage für intermodale Vernetzung sowie den Ausbau der Fahrgastinformation.
- **Sensorik, Ortung, Hinderniserkennung.** Weitere Bausteine für den Bahnbetrieb der Zukunft sind in der Erprobungs- und Einführungsphase zu unterstützen.
- **Infrastruktur digital planen, bauen und betreiben.** Der Bund sollte weiterhin digitale Lösungen unterstützen für mehr Effizienz in Planung (durchgängiger digitaler Planungsdurchlauf, Versionsmanagement) und Bau (zum Beispiel BIM) sowie in der Prozesskette (zum Beispiel digitales Nachtragsmanagement) und im Betrieb (zum Beispiel kurzfristige Trassenbestellung).
- **Kapazitäten.** Dafür müssen digitale mit baulichen Maßnahmen ineinander greifen, zum Beispiel durch ausreichende Gleislängen und Überholungsmöglichkeiten.
- **Ordnungsrahmen.** Von Ausschreibungen, die innovative Lösungen der „Bestanbieter“ angemessen gewichten statt nur „Billiganbieter“ zu suchen, bis zu Zulassungsverfahren, die mit dem digitalen Innovationstempo Schritt halten: Die digitale Infrastruktur braucht einen hochmodernen Ordnungsrahmen.

### ETCS. Zukunft „made in Europe“.

Das European Train Control System (ETCS) schafft den Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraum: noch effizienter, noch sicherer und endlich grenzenlos interoperabel. Zudem werden die Kapazitäten des Netzes erhöht – bedeutsam zum Beispiel für den Güterverkehr. Europa ist es gelungen, mit ETCS den weltweiten Zukunftsstandard der digitalen Zugsteuerung zu etablieren. Nun muss er in der EU Wirklichkeit werden. Deutschland hat sich auf EU-Ebene verpflichtet, die vier durch das Land verlaufenden Haupt-Güterkorridore (TEN-T) zwischen 2015 und 2020 mit ETCS auszurüsten. Doch bisher verläuft die Umsetzung schleppend. Anders unsere Nachbarn: Dänemark wird sein gesamtes Schienennetz bis 2021 komplett digitalisiert haben (ETCS Level 2). Wichtig ist ein umfassender Ansatz. Denn ETCS funktioniert nicht als Insellösung, sondern braucht zum Beispiel DSTW. Klar ist auch: Die digitale braucht eine optimale bauliche Infrastruktur (Gleise, Elektrifizierung etc.). Eins muss ins Andere greifen.

## 2. Innovative Fahrzeuge fördern

### ETCS-Ausstattung für Fahrzeuge flankieren.

- **Ausstattung der Fahrzeuge mit ETCS-Bordgeräten.** Nur wenn die Fahrzeuge ETCS an Bord haben, kann die digitalisierte Infrastruktur ihr Potenzial entfalten – und umgekehrt. Beides bildet die Plattform für Schiene 4.0. Deshalb muss der Bund auch die fahrzeugseitige Ausstattung fördern (Aus-, Um- und Nachrüstung). Die öffentliche Finanzierung ist u. a. deshalb systemgerecht, weil ETCS Infrastrukturfunktionen ins Fahrzeug verlagert.

### Alternative Antriebe und das erforderliche Infrastrukturmilieu fördern.

- **Elektromobilität.** Schon heute ist der Anteil der Elektromobilität auf der Schiene hoch. Zugleich sollte etwa für den Einsatz auf Nebenstrecken sowie auf der „ersten“ und „letzten Meile“ die Entwicklung und der Einsatz von emissionsfreier Innovationen (Hybrid, Wasserstoff, Batterie) unterstützt werden. Dazu gehört auch, das für alternative Antriebe notwendige infrastrukturelle Umfeld aufzubauen.

### Strukturelle Anreize für Innovationen in öffentlichen Vergaben schaffen.

- **Konzertiert.** Der Bund sollte gemeinsam mit Ländern, Aufgabenträgern und dem Sektor an einem Runden Tisch sondieren, wie das Prinzip „Bestanbieter“ statt „Billigstanbieter“ zu stärken ist. Denn nur so kann der Markthochlauf Schiene 4.0 gelingen (Leitmarkt).
- **Lebenszykluskosten (Life Cycle Costs, LCC):** Öffentliche Vergaben sollten die Nachhaltigkeit neben dem initialen Kaufpreis als Zuschlagskriterium wesentlich konsequenter bewerten. Daher sollten Ausschreibungen LCC künftig deutlich höher gewichten. Das Vergaberecht sieht diese Möglichkeit vor. Gerade digitale Technologien können LCC signifikant senken, etwa Kosten für Energie und Wartung, und das Preis-Leistungs-Verhältnis verbessern.
- **Intelligente Instandhaltung.** Die Digitalisierung und die Potentiale der Datenauswertung können bei einer engen Vernetzung von Industrie und Betreibern Effizienz und Innovationen deutlich stärken.
- **Qualitativ erfolgsrelevante Kriterien.** Wenn zum Beispiel eine Tram so gestaltet wird, dass sie besonders gut zu einer Stadt passt, bedeute das ein gutes Reiseerlebnis und mithin mehr Kunden. Wichtig sind Best-Practice-Ausschreibungen, die rechtssicher und innovationsfreundlich sind.

### Nachrüstbarkeit von Zügen mit digitalen Technologien inklusive Software („Upgrades“) in Zulassungsprozessen besser flankieren.

- **Zulassung sicher beschleunigen.** Die Zulassungsprozesse müssen sowohl die Sicherheit als auch eine der digitalen Transformation angemessene Geschwindigkeit gewährleisten. Politik, Eisenbahn-Bundesamt, Eisenbahnagentur der Europäischen Union und der Sektor sind hier gemeinsam gefordert.

### Masterplan Schienengüterverkehr umsetzen, Produktivität und Qualität für klimaschonende Logistik stärken.

- **SGV 4.0.** Ladungsmonitoring, digitale Infrastruktur, innovative, leise Loks sowie Güterwagen, automatische Kupplung – all dies sollten Sektor und Bund rasch voranbringen. Bundesmittel sollten für den effizientesten Lärmschutz sorgen.

### 3. Pilotprojekte realisieren.

#### Den hochinnovativen SPNV 4.0 in einem Leuchtturmprojekt mit internationaler Strahlkraft verwirklichen.

- **Faszination.** Bund und Länder/ein Land sollten Pilotprojekte für Schiene 4.0 im SPNV unter Realbedingungen unterstützen. Eine Vielzahl digital gestützter „State-of-the-Art“-Innovationen lässt sich im Pilotprojekt gebündelt erproben und als faszinierende Leistungsschau erleben.
- **Just in Time.** Einen Schwerpunkt sollte ein SPNV/ÖPNV ohne Wartezeiten und mit Anschlüssen bilden, mithin digital optimierte betriebliche Prozesse und die partielle Integration vollautomatisierten Betriebs in das urbane Umfeld. Dazu gehören Fragen der höheren Verfügbarkeit und Energieeffizienz.
- **Rechtsrahmen.** Der Bund sollte die rechtlichen Rahmenbedingungen anpassen. Während in der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab) das vollautomatisierte Fahren geregelt ist (etwa der Schutz von Menschen vor anfahrenden Zügen), fehlen in der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) bisher hinreichende Regelungen. Zugleich ist klar: In der Regel wird ein teilautomatisierter Betrieb die Zukunft prägen.

#### Elektromobilität stärken

- **Markteinführungsimpulse.** Auch der Bund sollte Pilotregionen im Rahmen seiner Mobilitäts- und Klimaziele finanziell unterstützen. Schon heute ist 90 Prozent des Schienenverkehrs elektrisch. Innovative oberleitungsfreie Null-Emissions-Technologien wie batterie- und brennstoffzellenbetriebene Züge eröffnen völlig neue Chancen für klimaschonende Mobilität ohne Emissionen. Klimaschutztechnologien brauchen – auf der Schiene wie auf der Straße – gezielte Markteinführungsimpulse. Pilotregionen, in denen infrastrukturelle Lösungen, Erprobung und realer Betrieb gelingen, stärken den Markthochlauf. Ohne Premieren in realen Modellprojekten bleiben Lösungen für mehr Klimaschutz in den Startlöchern.
- **Ausschreibungen für Null-Emissionen.** Geeignete Ausschreibungen müssen Null-Emissions-Kriterien technologieoffen definieren.
- **NIB.** Das nationale Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NIB) des Bundes 2016 bis 2026 ist praxisnah umzusetzen.

#### Gemäß Masterplan Schienengüterverkehr Pilotprojekte für automatisierten SGV verwirklichen.

- **Automatisiert Rangieren und Umschlagen.** Im Jahr 2017 wurde im Rangierbahnhof München-Nord mit der Umsetzung eines Piloten zum Aufbau eines ersten Testfeldes für Digitalisierung und Automatisierung der Zugbildung im SGV begonnen. Weitere Pilotprojekte zum automatisierten Rangieren und Umschlagen müssen folgen.
- **Elektromobile Logistikketten.** Beispielhafte, durchgängig elektromobile und automatisierte intermodale Logistikketten zur Ver- und Entsorgung von Metropolregionen sind zu realisieren.

## 4. Forschung und Entwicklung (FuE) fördern

### Bundesforschungsprogramm Schiene 4.0 rasch und ehrgeizig einrichten, Klimaschutz, Technologieführung und Wettbewerbsfähigkeit stärken.

- **Leitanbieter.** Der Bund muss rasch ein Bundesforschungsprogramm Schiene 4.0 schaffen. Es ist zentraler Baustein des Innovationsprogramms Schiene 4.0. Das Bundesforschungsprogramm sollte:
  - **ressortübergreifend** kohärent strukturiert sein,
  - über je **fünf Jahre** hinreichend dotiert sein,
  - an den nationalen Zielen, v.a. der Hightech-Strategie und der **Klimaschutzpolitik der Bundesregierung**, ausgerichtet sein,
  - den Schwerpunkt auf vorwettbewerbliche Grundlagen der **Automatisierung, Digitalisierung und Energieeffizienz** setzen,
  - sich am Ansatz der europäischen Forschungsinitiative Shift2Rail (S2R) sowie an den Strukturen der **Bundesforschungsprogramme** für andere Sektoren (zum Beispiel Luftfahrt) orientieren,
  - **Forschung, Entwicklung und Erprobung** kraftvoll unterstützen, also von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung bis hin zur Demonstration neuer Technologien, wobei auch Erprobungszeiträume (inklusive Zulassung) abzudecken sind, um wettbewerbsneutral marktreife Innovationen zu fördern,
  - so strukturiert sein, dass sowohl Systemhäuser und Bahnen als auch **KMU** der Bahnindustrie mit vertretbarem Aufwand **partizipieren** können,
  - zusammenwirken mit einer praxisorientierten, technisch-wissenschaftlichen **Forschungseinrichtung**, die der Bund auch für das Eisenbahnwesen – ggf. im Rahmen bestehender Institutionen und Strukturen – als leistungsfähige Forschungsstruktur rasch aufbauen sollte,
  - durch eine **steuerliche Forschungsförderung** flankiert werden.

### In der EU auf die Weiterentwicklung von Shift2Rail hinwirken.

- **S2R.** Die europäische Forschungsinitiative S2R, die die EU mit 450 Mio. Euro und die Industrie mit 470 Mio. Euro finanzieren, muss weiter Fahrt aufnehmen. Die Prozesse müssen für den bahndindustriellen Mittelstand vereinfacht werden. Das Fortsetzungsprogramm nach 2020 ist mit dem Sektor vorzubereiten.

#### **Ausgewählte Themen für eine Forschungsagenda Schiene 4.0.**

- Sensorik für Schienenfahrzeuge, insbesondere Lokomotiven, Triebfahrzeuge (etwa Optimierung der Hinderniserkennung) und Güterwagen (etwa Zustands- und Ladungsmonitoring wie Temperatur, Stöße, Gewicht etc.)
- Weiterer Fortschritt der Leit- und Sicherungstechnologie
- Hybridisierung von Fahrzeugen, Elektromobilität, Brennstoffzellentechnologie, mobile Speichertechnologien (erneuerbare Energien auf nicht elektrifizierten Strecken)
- Automatisierung von Rangieren, Fahren und Ladungsumschlag
- Entwicklung neuer Logistik- und Umschlagkonzepte für die Verlagerung auch heute nicht bahnaffiner Wirtschaftsgüter auf die Schiene
- Leichtbauwerkstoffe
- Energieeffiziente Nebenaggregate (zum Beispiel Klimaanlage)
- Präzise durchgängige Erfassung und Analyse von Daten, digitale prädiktive Wartung und Instandhaltung, digitale Teilekennzeichnung, Datenanalyse für LCC-Berechnungen
- Auswertungsmethoden der Felddaten von Infrastruktur und Rolling Stock, um prädiktive Instandhaltungsprogramme zu entwickeln und LCC zu optimieren
- Technologien für Datensicherheit und Datenschutz
- Digitale Optimierung des Komforts der Kunden (wie digitale Leitsysteme an Bahnhöfen, Echtzeitinformation, onlinebasiertes Infotainment an Bord etc.)
- Digitale Assistenzsysteme für barrierefreie Mobilität
- Optische, thermische, akustische und elektrische Zustandserfassung
- Lärmschutztechnologien für Schienenfahrzeuge, KV-Terminals und Infrastruktur
- Dreidimensionale Design- und Simulationsverfahren, Produktions- und Prozessoptimierung, 3D-Druck und digitale Fertigungsverfahren
- Interoperables Regelwerk
- Automatisiertes Fahren im Personenverkehr für mehr Energieeffizienz und kundenfreundlichere Taktung, datenbasierte Assistenzsysteme
- Automatisches Kuppeln von Güterwagen, automatisierter Rangierverkehr
- Werkstoffe und Fertigungstechnologien, wie Konstruktionsformen (etwa Multi-Material-Design), Fügetechniken (z.B. für Bauteile aus verschiedenen Werkstoffen) und neue Materialien
- Soziale Auswirkungen von Digitalisierung und Automatisierung/Veränderung von Anforderungen an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sowie Arbeitsplätze
- Smart Cities und die Rolle der Bahnhöfe

Inhalt: Dr. Ben Möbius (VDB),  
Oliver Wolff (VDV),  
Dirk Flege (Allianz Pro Schiene),  
Dr. Matthias Stoffregen (Mofair),  
Peter Westenberger (NEE)

Redaktion: Pauline Maître (VDB)

V.i.S.d.P.: Dr. Ben Möbius,  
Hauptgeschäftsführer  
Verband der Bahnindustrie  
in Deutschland (VDB)

Stand: November 2017