

Jürgen Siegmann

## **Schienenverkehr**

S. 2107 bis 2117

URN: urn:nbn:de: 0156-55991958



CC-Lizenz: BY-ND 3.0 Deutschland

In:

ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.):  
**Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung**

Hannover 2018

ISBN 978-3-88838-559-9 (PDF-Version)

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-55993>

# Schienenverkehr

## Gliederung

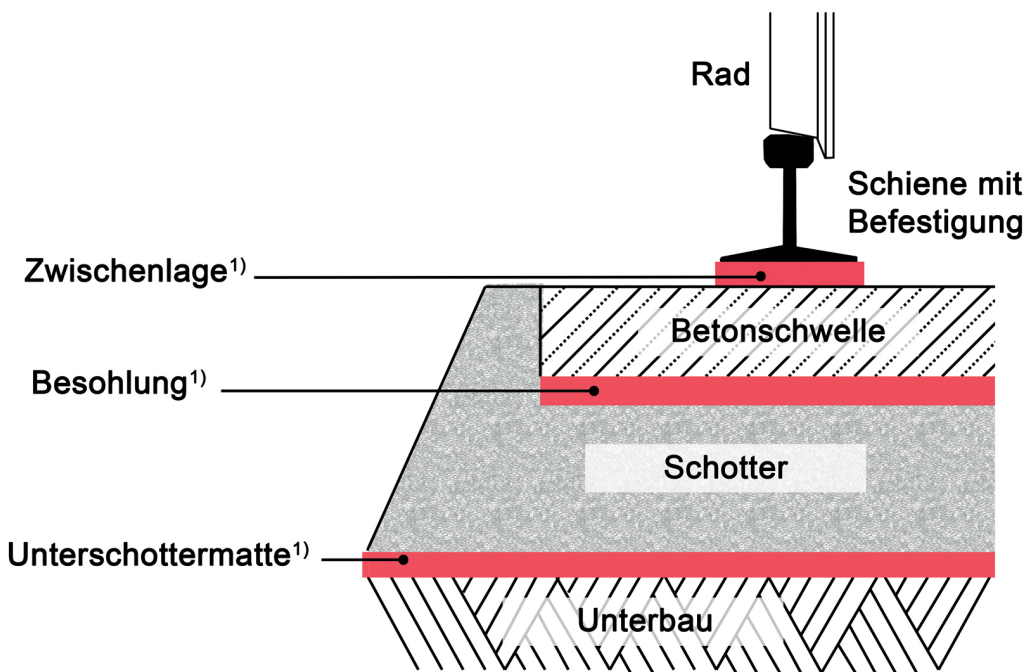
- 1    Bestandteile und Wirkungsmechanismen im System Schienenverkehr
  - 2    Interdependenzen der Teilsysteme
  - 3    Personenverkehr
  - 4    Schienengüterverkehr
  - 5    Zukunftsaussichten des Schienenverkehrs
- Literatur

Das System Schienenverkehr basiert auf dem Prinzip Stahlrad auf Stahlschiene mit seinem geringen Rollwiderstand. Das erlaubt es, große Massen schnell und mit geringem Energieaufwand sicher zu befördern. Ziel ist ein vernetztes System mit häufig verkehrenden Personenzügen im Fern- und Regionalverkehr. Im Güterverkehr dominiert die Straße, doch die Schiene erfährt infolge des zunehmenden Containerverkehrs über lange Strecken einen leichten Zuwachs.

# 1 Bestandteile und Wirkungsmechanismen im System Schienenverkehr

Unter Bahnen werden Verkehrswege verstanden, auf denen Fahrzeuge oder Fahrzeuggruppen (Züge) spurgeführt werden. Die Spurführung erfolgt zumeist durch stählerne Leitwege (Schienen) und entsprechend geformte Räder aus Stahl. Die Schienen sind auf Querschwellen montiert, die in einem Schotterbett gelagert sind. Die Bahnen gewinnen so ihren wichtigsten Systemvorteil aus der geringen Rollreibung zwischen Stahlrad und Stahlschiene. Dem daraus resultierenden geringen spezifischen Energieverbrauch steht der Nachteil entgegen, dass auch nur relativ kleine Kräfte zum Beschleunigen und Bremsen übertragen werden können. Zur Spurführung ist daher eine mechanische Führung über den Spurkranz der Räder erforderlich. Ein starrer Radsatz wird auf zwei Schienen geführt, die auf Querschwellen im Schotterbett oder Einzelstützpunkten gelagert sind (s. Abb. 1).

Abbildung 1: Schienenverkehr Stahlrad auf Schiene und Unterbau



<sup>1)</sup> nach Ril 820.2010

Quelle: Beck/Kleinert 2014

Zu den schienengeführten Transportsystemen nach diesem Prinzip zählen die Eisenbahnen (mit unterschiedlichen Spurweiten, Normalspur in Mitteleuropa: 1.435 mm), die Bergbahnen ohne Seilbahnen sowie die Straßen-, Stadt- und U-Bahnen. Auch die Magnet- und H-Bahnen sowie auch Fahrtreppen und Fahrstühle sind spurgeführte Transportsysteme.

Im Gegensatz zum *Strassenverkehr* kann bei Geschwindigkeiten von über 40 km/h der Bremsweg auf der Schiene weiter sein als die Sichtweite des Triebfahrzeugführers. Die Abstandshaltung der Züge muss daher in der Regel von außen mittels Stellwerken erfolgen. An Knotenpunkten kommen die Aufgaben der Fahrwegeinstellung mittels Weichen und der Sicherung der Zugfahrten gegen Fahrwegkonflikte und Flankenfahrten hinzu.

Das System Bahn bzw. der Schienenverkehr besteht aus

- der Infrastruktur, also dem Fahrweg und den Betriebsgebäuden sowie der Energieversorgung,
- der Suprastruktur mit den Triebfahrzeugen einschließlich Triebwagen und Wagen und
- deren Zusammenwirkung bei der verkehrlichen und betrieblichen Organisation.

Die *Infrastruktur* besteht aus Strecken und Bahnhöfen. Nach dem wichtigsten Regelwerk für den Schienenverkehr, der Eisenbahnbau- und -betriebsordnung (EBO) vom 31.08.2008, sind Bahnhöfe Bahnanlagen mit mindestens einer Weiche, wo Züge beginnen, enden, ausweichen oder wenden dürfen. Gleisanlagen außerhalb der Bahnhöfe werden als freie Strecke bezeichnet. Die wichtigsten Strecken sind mindestens zweigleisig und werden im Einrichtungsbetrieb betrieben, d. h., auf einem Gleis fahren die Züge stets nur in eine Richtung, in Deutschland im Rechtsverkehr.

Die Infrastruktur wird von Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) betrieben, das staatliche Bahnnetz durch die DB Netz AG, die Station und Service AG und die DB Energie AG, alle zu 100 % Töchter der DB AG, die zu wiederum zu 100 % dem Bund gehört. Die Netze müssen seit der Bahnreform 1997 allen Nutzern zu gleichen Bedingungen offenstehen. Für die Nutzung sind entsprechende Gebühren zu zahlen. Alle Nutzer müssen die Benutzungsbedingungen einhalten, die auch die einzelnen Randbedingungen definieren, damit Infrastruktur und Nutzer zusammenpassen. Die wichtigsten davon sind die maximalen Abmessungen eines Fahrzeuges, das diese Infrastruktur benutzen will, und die zulässigen Lasten im Rad-Schiene-Kontakt (vgl. auch § 8 EBO).

Die Produktionseinheit im Schienensystem ist der Zug. Dies begründet sich mit dem Systemvorteil der geringen Rollreibung von Stahlrad auf Stahlschiene, die es erlaubt, große Massen mit wenig Energie zu bewegen. Ein Zug besteht aus Triebfahrzeugen und nicht angetriebenen Wagen, die mechanisch miteinander so gekuppelt sind, dass Zug- und Druckkräfte im Zugverband übertragen werden können. Da jede Kupplung Beschränkungen in den maximal aufzunehmenden Kräften unterliegt, resultiert daraus auch eine Beschränkung der maximalen Zuglasten und indirekt auch der Zuglängen, gemäß der EBO maximal 740 m.

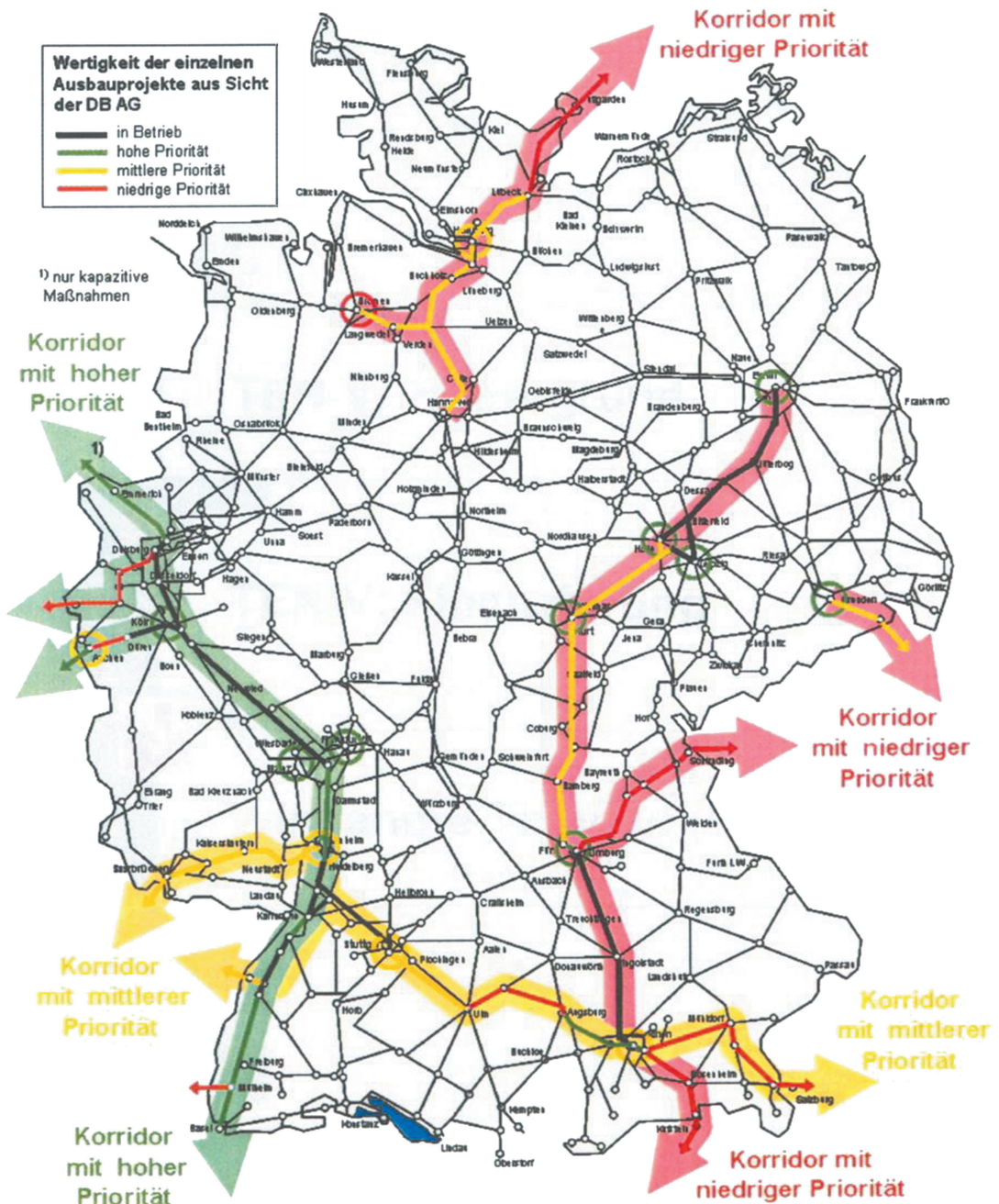
Jeder Streckenabschnitt ist für eine maximale Geschwindigkeit geplant und gebaut. Gefahren werden kann das Minimum aus dieser infrastrukturdominierten Geschwindigkeit und der geringsten zulässigen Geschwindigkeit der einzelnen Zügelemente. Personenzüge fahren zwischen 80 und 300 km/h, Güterzüge meist zwischen 80 und 100 km/h.

Der Betrieb von Schienenbahnen ist die operative Durchführung der im Angebot festgelegten Zugfahrten (Fahrplan) einschließlich der dazu notwendigen Prozesse wie Zugbildung, Abstellen, Reinigen usw. Bei der Infrastruktur der Schienenbahnen, dem Netz, bedeutet Betrieb die Ausrüstung und Besetzung der Stellwerke sowie die Abwicklung von planmäßigen Zugfahrten, Rangierfahrten, Sonderfahrten und Zugbetrieb während Bau- und Instandhaltungsarbeiten.

Eine der Hauptaufgaben des Betriebes ist die sichere und zuverlässige Abwicklung der Zugfahrten auch bei Unregelmäßigkeiten innerhalb noch tolerierbarer Verspätungen und Kosten. Der Schlüsselbegriff des Betriebes ist die Pünktlichkeit, d. h. das Einhalten der in Fahrplänen

festgelegten Abfahrts- und Ankunftszeiten. Diese sind als Kompromiss zwischen den fahrdynamischen Mindestfahrzeiten und möglichst geringen Fahrzeitreserven zum Abfangen von Unregelmäßigkeiten bestimmt worden und reflektieren die Erwartungen der Betreiber hinsichtlich der Marktbedürfnisse der Kunden.

Abbildung 2: Bahnnetz in Deutschland



Quelle: Siegmann 2014

Das Schienennetz in Deutschland umfasst etwa 30.000 Streckenkilometer, davon etwa 1.000 km mit zulässigen Geschwindigkeiten von mehr als 200 km/h. Etwa 16.000 km werden fahrplanmäßig nur mit Regionalbahnen bedient (s. Abb. 2).

## 2 Interdependenzen der Teilsysteme

---

### 2.1 Kontaktpunkt Rad-Schiene

Schieneninfrastruktur und -fahrzeuge zeigen vielfältige Wechselwirkungen. Im Kontaktpunkt Rad-Schiene müssen die Geometrien und Toleranzen abgestimmt werden. Infolge der enormen Kräfte und Spannungen – eine Last von 22,5 t je Radsatz bedeutet etwa 120 kN je Rad auf einer Fläche von etwa 4 cm<sup>2</sup>, also eine Spannung von etwa 30 kN/cm<sup>2</sup> = 300 N/mm<sup>2</sup> – sind auch die Materialpaarungen sehr wichtig. Ein zu hartes Material auf der einen Seite wird zu starkem Verschleiß auf der weichen Seite führen. Antriebs-, Brems- und Führungskräfte werden ebenfalls über diesen einen Kontaktpunkt übertragen und müssen vom Oberbau sicher und verschleißarm aufgenommen werden.

### 2.2 Zugbildung und Infrastruktur

Die Nutzlängen der Gleise und Bahnsteige sollten auf die Zuglängen abgestimmt werden. Jedes Fahrzeug muss unter allen Umständen in das jeweils vorhandene Lichtraumprofil passen. Dazu wird zu jedem Lichtraumprofil auch ein maximaler Fahrzeugumriss definiert. Die Toleranzen sind für Fahrzeugbewegungen, Federwege, gleisseitige Einflüsse usw. erforderlich. Insbesondere im kombinierten Verkehr (KV) sind mit der Erweiterung der Lichtraumprofile große Vorteile verbunden, weil höhere Behälter transportiert und teure Spezialfahrzeuge vermieden werden können. Außerdem wird für alle Züge der Widerstand reduziert.

### 2.3 Sicherheit

Weil der Bremsweg bei den heute üblichen Geschwindigkeiten von einem Triebfahrzeugführer optisch nicht sicher überblickt werden kann, muss ihm von außen mitgeteilt werden, ob der nächste Abschnitt frei ist oder ob die Geschwindigkeit reduziert werden muss. Diese Außensteuerung wird von Stellwerken bzw. Betriebszentralen ausgeführt, die die Strecken durch moderne Technik elektronisch überwachen können.

Zur sicheren Betriebsführung müssen die Fahrwegelemente auf Freisein überprüft werden, bevor eine Zugfahrt stattfinden kann. Diese Freimeldeanlagen basieren entweder auf Achszähleinrichtungen oder auf Gleisstromkreisen, die erst durch leitende Achsen der Fahrzeuge geschlossen werden. Moderne Technik erlaubt auch die Zugortung, sodass zu jedem Zug ein geplanter Fahrweg hinterlegt werden kann, der bei Annäherung dieses Zuges an Knoten automatisch eingestellt wird (Zuglenkung).

Die Fahr- oder Haltbefehle werden entweder über ortsfeste Signale (also Infrastrukturelemente) optisch an den Triebfahrzeugführer oder mittels eines kontinuierlichen Informationsaustausches über Linienleiter übertragen. Entsprechend einer europäischen Vereinbarung werden

diese Leit- und Sicherungstechnik-Systeme (L+S-Systeme) zukünftig nach und nach von einem einheitlichen, mehrstufigen European Train Control System (ETCS) abgelöst, auch weil dann die Triebfahrzeuge in den Netzen anderer Bahngesellschaften verkehren können.

Das Sicherungskonzept beruht auf dem Prinzip, die Gleise für Zugfahrten in Blöcke zu unterteilen, die von Hauptsignalen begrenzt werden. In einen Block darf nur dann ein Zug einfahren, wenn sicher festgestellt wurde, dass dieser Block frei und gegenüber anderen Zugfahrten abgesichert ist. Ist das nicht der Fall, muss ein Zug vor dem Halt zeigenden Hauptsignal anhalten. Entsprechend frühzeitig muss der Triebfahrzeugführer im Bremswegabstand vor dem Signal wissen, welches Bild das Signal zeigt. Dazu dienen Vorsignale. Schon um 1900 wurde für die damaligen Verhältnisse weitblickend festgelegt, dass der Vorsignalabstand auf Hauptbahnen minimal 950 m betragen sollte. Hinter einem Signal muss ein sogenannter Durchrutschweg frei gehalten werden, um eine Kollision zu vermeiden, wenn sich ein Zug verbremst. Dieser Weg beträgt in der Regel 200 m. Daraus resultiert eine maximale Zuglänge von derzeit 740 m auf Hauptbahnen inklusive der Traktion.

Ob der nächste Abschnitt frei ist oder ob eine Bremsung eingeleitet werden muss, zeigt dem Triebfahrzeugführer das Vorsignal, das etwa 1.000 m vor dem Hauptsignal angeordnet ist. Der Zug muss innerhalb dieser 1.000 m zum Stehen kommen können. Mit der heutigen Bremstechnik können Reisezüge nach diesem System bis 160 km/h fahren, Güterzüge aber nur 80 bis 100 km/h. Das liegt daran, dass die Güterwagen noch über alte Bremstechnik verfügen, bei der nicht alle Wagen gleichzeitig die Bremskraft aufbauen.

Zur Bemessung eines Personenbahnhofs muss die zulässige Länge von dort haltenden Reisezügen festgelegt werden. Gemäß § 34 Abs. 8 EBO darf ein Zug nicht länger sein, als es seine Bremsverhältnisse, Zug- und Stoßeinrichtungen und die Bahnanlagen zulassen. Reisezüge dürfen nur dann länger als die Bahnsteige sein, wenn die Sicherheit der Reisenden durch betriebliche Anweisungen gewährleistet ist. Die Länge der Reisezüge in Deutschland liegt in der Regel bei unter 400 m. Bahnsteige werden also auf 400 m Nutzlänge bemessen, wenn dort Fernzüge halten sollen. Nahverkehrszüge benötigen für gewöhnlich Bahnsteige mit nur etwa 200 m Nutzlänge.

Die Fahrgäste sollen möglichst barrierefrei und spaltfrei in die Züge gelangen. Dazu ist es erforderlich, die Wagenbodenhöhe im Einstiegsbereich bzw. die Höhe der Einstiegsebene und die Bahnsteighöhe aufeinander abzustimmen. Alle Höhenangaben werden auf die Schienenoberkante bezogen (über SO). Die Notwendigkeit zur Reduzierung der Rad/Schiene-Kräfte und ein möglichst hoher Fahrkomfort zwingen zur Verwendung möglichst großer Räder von etwa 900 mm Durchmesser, was wiederum ohne weitere Maßnahmen wie Niederflurbereiche zu Fußbodenhöhen in den Fahrzeugen von ca. 1 m über SO führt. Will man kurze Fahrgastwechselzeiten für das Ein- und Aussteigen erreichen, vermeidet man Stufen.

## 2.4 Fahrplan und Betriebsführung

Die Nutzer des Schienennetzes, die Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU), planen ihre Verkehrsangebote und leiten daraus Wunschtrassenlagen für ihre Züge ab, die sie über ein Trassenportal bei den Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU), in Deutschland zumeist DB Netz AG, anmelden. Die EIU prüfen die Trassenwünsche auf Fahrbarkeit, ggf. werden die Trassenlagen modifiziert.

Das Verfahren ist streng geregelt und wird von der Bundesnetzagentur (BNetzA) überwacht. Alle EVU haben die gleichen Zugangsrechte, eine Diskriminierung findet nicht statt. Für alle gilt das gleiche Entgeltsystem.

Basiselemente zur Fahrplanerstellung sind die Laufwege der Züge, ihre Sollfahrzeiten zwischen den Betriebsstellen und ihre Haltezeiten in den Bahnhöfen. Gegenseitige Verknüpfungen müssen festgelegt werden (Anschlüsse). Daraus werden Wunschfahrplantrassen ermittelt, die zusammen mit allen anderen auf Konfliktfreiheit getestet werden.

### 3 Personenverkehr

---

Das System Bahn kann seine Vorteile ausspielen bei der Beförderung von großen Mengen auf konzentrierten Achsen in einer Einheit Zug. Die Schiene ist daher besonders gut geeignet für den Massenverkehr in und zwischen großen Städten (▷ *Öffentlicher Personenverkehr*).

#### 3.1 Nahverkehr auf der Schiene

In den Städten ist der Schienenverkehr zu unterteilen in U-Bahnen, S-Bahnen und Straßenbahnen (▷ *Stadtverkehr*). Alle sollten in dichten Abständen (Takten), also häufig verkehren, ein jeweils eigenständiges Profil aufweisen, u. a. durch einheitliche Fahrzeuge und Stationen, und sich in einem Tarifverbund mit dem übrigen Nahverkehr wie Bussystemen befinden. Der Schienenverkehr übernimmt die stärksten Ströme auf den Hauptrelationen.

U-Bahnen verkehren auf unabhängigen Netzen, zumeist unterirdisch (U), aber auch auf Hochlagen über den Straßen, in Wuppertal in der Sonderform als hängende Schwebebahn. Wenn sichergestellt ist, dass ein Eindringen von Personen in den Fahrweg von U-Bahnen ausgeschlossen ist, steht einem fahrerlosen Betrieb nichts im Wege. Die U-Bahn in Nürnberg hat inzwischen einige Linien, die vollautomatisch, d. h. ohne Fahrer, verkehren. Dieser Trend zur Vollautomatisierung ist im Ausland wesentlich weiter fortgeschritten als in Deutschland, weil dort häufiger städtische Bahnsysteme völlig neu gebaut werden.

S-Bahnen übernehmen viele Systemelemente der Vollbahn wie Spurweite der Schienen, Stromsysteme usw. In Hamburg und Berlin haben sie jedoch ein eigenes Stromsystem (Gleichstrom). Sie verkehren mit langen Zügen und guter Beschleunigung. Kurze Fahrgastwechselzeiten und relativ lange Stationsabstände von 1 bis 2 km erlauben eine hohe Durchschnittsgeschwindigkeit für die Reisenden. Die Stationen für U- und S-Bahnen sind integriert in die Verteilsysteme mit Bussen und Straßenbahnen.

Straßenbahnen verkehrten früher direkt im Straßenraum auf Sicht. Sie haben sich inzwischen aus Gründen der dichten Taktfolge in den Zentren und in vielen Städten zu der U-Bahn ähnlichen Stadtbahnen entwickelt, die in den Zentren auf eigenem Gleiskörper, teilweise unter- oder oberirdisch, auf Signal mit bis zu 70 km/h verkehren.

Im Nahverkehr unterstützt die öffentliche Hand mit Regionalisierungsmitteln über Bestellorganismen auch die Angebote des Schienenpersonennahverkehrs. Die gewünschten Zugsysteme werden öffentlich ausgeschrieben und transparent vergeben. Damit wird beabsichtigt, zum

raumordnerischen Ziel der gleichwertigen Lebensverhältnisse im  $\triangleright$  *Raum* beizutragen ( $\triangleright$  *Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse*) und die Teilhabemöglichkeit für alle am gesellschaftlichen Leben zu gewährleisten.

Fast alle Strecken des Vollbahn-Schienennetzes werden von sogenannten Regionalbahnen (RB) und Regionalexpresszügen (RE) bedient. Im ländlichen Raum ( $\triangleright$  *Ländliche Räume*) stellen sie vielfach die einzige Zugart auf den Strecken dar ( $\triangleright$  *Verkehr im ländlichen Raum*). Regionalbahnzüge sollen an jedem Bahnhof oder Haltepunkt halten, während die RE sich auf die wichtigsten Halte konzentrieren und daher eine übergeordnete Funktion zur Verbindung der Mittelzentren mit den Oberzentren haben ( $\triangleright$  *Zentraler Ort*).

RB- und RE-Züge sind mehr oder weniger vertaktet und sollen auch die Zubringerfunktion zu den Zügen des Fernverkehrs übernehmen, wobei kurze Übergangszeiten und kurze Wege angestrebt werden. Der Nahverkehr auf der Schiene hat einen Marktanteil von knapp 30 % gemessen in Personenkilometern (Pkm) an den Fahrten bis 50 km Reiseweite (BMVI 2013).

### 3.2 Schienenpersonenfernverkehr

Im Jahr 1979 wurde der Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) mit Einführung des zweiklassigen Intercity-Systems (IC) systematisiert. Lokbespannte SPFV-Züge verkehrten auf festen Linien mit Systemhalten im Stundentakt mit bis zu 200 km/h. Der Slogan „Jede Stunde – jede Klasse“ hat sich den Nutzern eingeprägt und der Schiene eine hohe zeitliche Verfügbarkeit verschafft. Die Nahverkehrssysteme haben sich dem angepasst, sodass heute kurze Übergänge zwischen Nah- und Fernverkehr möglich sind. Das InterRegio-Konzept verband unterhalb der IC die mittelgroßen Städte untereinander und mit den IC-Halten. Diese Rolle haben seit der Bahnreform die RE-Züge übernommen. Nach dem Bau besonderer Hochgeschwindigkeitsstrecken und der Inbetriebnahme des InterCityExpress (ICE) wurde 1990 auch in Deutschland der Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) mit Geschwindigkeiten von über 200 km/h eingeführt. Für viele Kunden ist eine kurze Reisezeit zwischen den Metropolen entscheidend. Hier steht die Schiene in Konkurrenz zum Auto und zum Flugzeug ( $\triangleright$  *Motorisierter Individualverkehr*;  $\triangleright$  *Luftverkehr*). Zum Pkw hat man meist nur einen kurzen Zugang und das dichte Autobahnnetz erlaubt eine Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 100 km/h.

Die Flugzeuge verkehren mit wenigen Ausnahmen nur auf Relationen von mehr als 400 km und es bedarf eines Zeitaufwands von bis zu drei Stunden, um zum Flughafen zu kommen und einzuchecken sowie für entsprechende Vorgänge nach der Landung. So gelingt es schnellen Bahnsystemen, auf Distanzen zwischen Quelle und Ziel zwischen 150 und 400 km die kürzesten Haus-Haus-Reisezeiten zu bieten.

Die HGV-Strecken erlauben Geschwindigkeiten von bis zu 300 km/h (Köln-Rhein/Main), weil sie eine besondere Leit- und Sicherungstechnik verwenden. Bei derartig hohen Geschwindigkeiten kann ein ortsfestes Signal nicht eindeutig erkannt werden, sodass die Züge kontinuierlich geführt werden und die Anzeigen direkt auf dem Display des Triebfahrzeugführers erscheinen. Damit kann die mittlere Reisegeschwindigkeit (Distanz dividiert durch die Fahrzeit von der Abfahrt bis zur Ankunft) auf etwa 200 km/h (z. B. Hannover – Göttingen) angehoben werden. Im Schnitt aller Fernverkehrsrelationen liegt der Wert derzeit bei etwas über 150 km/h.

Die Intercity-Express-Züge übernehmen die wichtigsten Verbindungen und verkehren im Stundentakt. Die Linien sind vernetzt. IC-Züge ergänzen dieses System mit einer höheren Zahl an Zwischenhalten oder auf wichtigen Ergänzungsstrecken mit jeweils guten Anschlüssen zu den nächstgelegenen ICE-Halten. Die alten IC sollen nach und nach durch moderne Züge (IC4) ersetzt werden (vgl. Hanstein 2011).

Derzeit (2016) laufen Untersuchungen, um auch in Deutschland den Schienenpersonenverkehr konsequenter zu vernetzen, wie das in der Schweiz seit Jahren mit großem Erfolg praktiziert wird (Bahn2000) und was insbesondere die Bestellorganisationen des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) fordern. Die Schwierigkeit liegt in der Abgrenzung zwischen dem eigenwirtschaftlich zu betreibenden SPFV und dem bestellten SPNV. Der heutige SPFV wird sich nur mit entsprechenden Kompromissen oder zu erheblichen eigenen Vorteilen in ein Korsett zwingen lassen. Für einen konsequenten Deutschlandtakt werden umfangreiche Knoten- und Streckenausbaunotwendigkeiten erwartet.

Prinzipiell ist der SPFV ein Wettbewerbsmarkt und offen für alle Anbieter. In der Praxis gibt es jedoch bisher kaum Konkurrenten für die DB Fernverkehr. Es besteht aber eine intensive Kooperation mit ausländischen Bahnen im internationalen Verkehr, die auf Gegenseitigkeit beruht.

## 4 Schienengüterverkehr

---

Auch im Güterverkehr dominiert die Straße mit rund 70 % Marktanteil gemessen in Tonnenkilometern (tkm), aber die Schiene erreicht immerhin 18 % mit steigender Tendenz infolge des zunehmenden Containerverkehrs über lange Strecken (BMVI 2013; ► *Wirtschaftsverkehr*).

### 4.1 Ganzzugverkehre

Das System Bahn erlaubt relativ lange Züge und damit auch den Transport großer Massen in einer Einheit. Massengüter (z. B. Flüssigkeiten oder Schüttgüter wie Getreide) und Massenstückgüter (z. B. Kisten oder Fässer) werden daher zumeist in Ganzzügen befördert, die direkt von einem Beladepunkt mit einer Gutart zu einem Entladepunkt verkehren. Ziel ist ein geringer Preis je Tonne bzw. tkm. Daher werden Spezialgüterwagen benutzt, die eine effektive Be- und Entladung erlauben. Beispiele sind Schüttgüter wie Erz, Kohle oder Getreide. Die ► *Logistik* der beteiligten Produktionsunternehmen ist auf diese „verlängerten Fließbänder“ abgestimmt, u. a. durch einen direkten Gleisanschluss. Die Firmen schreiben ihre Transportaufträge aus und vergeben sie an den jeweils günstigsten Wettbewerber (EVU) im Markt.

### 4.2 Einzelwagenverkehr

Nach der Bahnreform 1994 verfügten in Deutschland etwa 15.000 Firmen über private Gleisanschlüsse, an denen ihnen Güterwagen bereitgestellt werden konnten. Die Firmen haben die Beladung selbst vorgenommen, die bedienende Bahn hat die Wagen abgeholt, mit anderen Güterwagen zu Zügen kombiniert und zu ihren Zielgleisanschlüssen befördert. Infolge von Strukturveränderungen in der Wirtschaft und bei den Bahnen und aufgrund der starken Konkurrenz

durch Straßentransporte ist die Anzahl der privaten Gleisanschlüsse im Bereich der DB Netz AG inzwischen auf etwa 3.500 zurückgegangen. Die privaten Bahnen bedienen selbst etwa weitere 3.000 Gleisanschlüsse.

Auch der Einzelwagenverkehr muss zum Erreichen einer ausreichenden Kostendeckung möglichst ausgelastete Züge bilden, also die Wagen aus verschiedenen privaten Gleisanschlüssen bündeln. Dazu dient ein System aus Zugbildungsanlagen, zwischen denen die Fernzüge des Einzelwagenverkehrs pendeln (BMVI 2013).

Innerhalb von Deutschland werden die beladenen Güterwagen zwischen privaten Gleisanschlüssen möglichst innerhalb von 36 Stunden zugestellt – ein längerer Zeitraum als beim Lkw-Transport. Die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass sowohl Versender als auch Empfänger über einen Gleisanschluss verfügen. Der Rückgang des Aufkommens im Einzelwagenverkehr führt zu immer längeren Transportzeiten und höheren Kosten. Vor der Bahnreform warfen die Ganzzüge Gewinne ab, mit denen der Einzelwagenverkehr gestützt werden konnte. Heute herrscht im Ganzzugsystem scharfer Wettbewerb.

### 4.3 Kombinierte Verkehr (KV)

Die größte logistische Innovation der letzten 100 Jahre war die Erfindung des Containers, einer festen Box mit Maßen im Kompromiss zwischen den Verkehrsträgern. Heute beherrscht der Container die Handelslogistik der Welt. Auch der Schienenverkehr hat sich angepasst, indem Waggons mit definierten Schnittstellen zu den Containern verschiedener Längen beschafft und entsprechende Umladestationen angelegt wurden.

Der Straßengüterverkehr setzt zunehmend ebenfalls KV-fähige Behälter ein. Mit speziellen Taschenwagen für den Transport von Lkw-Sattelanhängern sind inzwischen viele Sattelanhänger in das System integrierbar. Damit stellt der KV Schiene-Straße eine gute Möglichkeit zur Arbeitsteilung dar: Der Lkw übernimmt die Sammlung und Verteilung, die Bahn befördert die Behälter auf langer Strecke zwischen den Umschlagbahnhöfen.

Auch der *Seeverkehr* wurde durch den Container revolutioniert. Die Häfen wurden zum Umschlagplatz der Container zwischen Land und See. Der Seetransport kann somit überaus rationell durchgeführt werden. So wurden der weltweite Handel und die Globalisierung der Wirtschaft mit relativ geringen Kosten möglich. Die Bahn spielt heute eine große Rolle beim Seehafenhinterlandtransport.

Seit 1960 hat sich der kombinierte Verkehr (Straße-Schiene) von 0 auf etwa 70 Mio. t jährlich entwickelt. Die mittlere Transportweite eines KV-Behälters liegt bei etwa 500 km. Zusammen mit privaten Anlagen stehen nahezu flächendeckend 100 Umschlagbahnhöfe verschiedener Größe zur Verfügung. Zwischen den großen Anlagen verkehren direkte Güterzüge mit einer dem Lkw-Verkehr ähnlichen Transportzeit. Die Konkurrenz zwischen den EVU sorgt dafür, dass die Kosten des Transportes eines Containers auf der Schiene minimiert werden.

Der erhebliche Kostendruck im liberalisierten Schienengüterverkehr und die Langlebigkeit der Systemelemente führen aber auch zu einer Stagnation in der Umsetzung von Innovationen im Schienengüterverkehr. Größtes Problem ist derzeit der Lärm der Güterzüge. Hier wird versucht, durch Maßnahmen an den Gleisen und kleinere Neuerungen an den Güterwagen (leise Bremssohlen) die Akzeptanz der Anwohner zu erhalten (BMVI 2013).

## 5 Zukunftsaussichten des Schienenverkehrs

---

Schienenverkehr ist umweltfreundlich, da Elektromobilität bereits weitgehend praktiziert und Strom künftig aus regenerativen Energiequellen erzeugt wird. Auch fahrzeugseitig und im Bahnbetrieb sind noch einige umweltrelevante Verbesserungen zur Reduzierung des Energieverbrauches zu erwarten.

Im Personenverkehr werden größere Distanzen von neuen Hochgeschwindigkeitsstrecken profitieren. Die ICE-Familie wird nach und nach modernisiert. Seitens der Forschung und Entwicklung wird daran gearbeitet, Fahrzeuge und Strecken auch in Europa für Tempo 400 km/h (New Generation Train) zu bauen (vgl. Schumann/Lemmer 2013).

In welcher Form auch immer wird der Deutschlandtakt zu einer verbesserten Vernetzung von Nah- und Fernverkehr auf der Schiene und entsprechenden Zu- und Abbringersystemen führen und damit den Marktanteil der Schiene im Personenverkehr erhöhen.

Zu erwarten ist, dass Ganzzüge und kombinierter Verkehr besonders beim Seehafenhinterlandverkehr weiterhin erfolgreich sein werden, dagegen wird der Einzelwagenverkehr aus eigener Kraft in seiner heutigen Form kaum fortbestehen können.

Im Bahnbetrieb wird das europäische Leit- und Sicherungssystem ETCS (European Train Control System) die Durchlässigkeit der Systemgrenzen erhöhen und damit die Grenzwiderstände minimieren. Deutschland muss hier im Inlandsmarkt wesentlich mehr Engagement zeigen. Der Schienenverkehr wird im Hinblick auf nahezu alle Verkehrsarten weiterhin an Bedeutung gewinnen und ist daher unverzichtbar für eine nachhaltige *Mobilität* der Zukunft.

## Literatur

---

- Beck, A.; Kleinert, U. (2014): Elastische Komponenten für den Oberbau 2020. In: Der Eisenbahningenieur (7), 6-10.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (Hrsg.) (2013): Verkehr in Zahlen 2013/14. Berlin.
- Hanstein, R. (2011): Konsequenz wirtschaftlich: der ICx im Vergleich mit dem ICE 1. In: Eisenbahn-Revue International (8-9), 375-376.
- Schumann, T.; Lemmer, K. (2013): Next Generation Train (NGT) – neue Potenziale für den europäischen HGV. In: Eisenbahntechnische Rundschau (1-2), 31-39.
- Siegmann, J. (2014): Neuer Schienengüterverkehr in Europa: effektiver, wirtschaftlicher, leiser und energieärmer. In: Eisenbahntechnische Rundschau (5), 10-15.

Bearbeitungsstand: 11/2017