

Das System Bahn in Beratung und Consulting

Alle Schienenbahnen sind ein Produkt aus gesellschaftlichen Anforderungen und technischen Möglichkeiten. Ein fertiges System hat es noch nie gegeben auch nicht ein ewig gültiges Gesetzes- und Regelwerk. Treiber der Entwicklung sind schon immer die Verbesserung des Transportes von Gütern und Personen sowie der damit verbundenen Entwicklung von Technik, Organisation und Wirtschaftlichkeit. Eine Eisenbahn ist mehr als nur Lokomotiven, Schienen oder Brücken.

Die Eisenbahn, sie ist ein vernetztes System.



Von der Idee des Neu- oder Ausbaus einer Bahnverbindung bis zu deren technischer Umsetzung ist eine kaum überschaubare Zahl von Schnittstellen zu bedienen. Die notwendigen technischen, betrieblichen sowie organisatorischen Elemente sind zu identifizieren und zu bearbeiten. Für eine zukunftsfähige Eisenbahn werden nicht nur die einzelnen Fachthemen benötigt. Eisenbahn ist ein System. Die Lösungskorridore für alle an Planung, Bau und Betrieb Arbeitenden sind zu entwickeln und aufzuzeigen. Die Zielhorizonte für die Investitionen müssen auf einer mittel- und langfristigen wirtschaftlichen Perspektive aufbauen. Die Grundlagen für unternehmerische Ent-

scheidungen oder den Abgleich mit den Erwartungen auf der politischen Ebene sind frühzeitig zu schaffen

Im vorliegenden Beitrag werden zentrale Themenfelder des Systems Bahn und ihre Wechselwirkung beschrieben. Im Fokus steht dabei die Rolle der Beratung und des Consultings. Gewerkeübergreifend erfolgt die Analyse, aus der Lösungen entwickelt werden.

Was in den unten stehenden Punkten als normal erscheint, ist es meist nicht. Die Bearbeitung erfolgt zu oft sektoral:

- Beschreibung und Festlegung von Rahmenparametern



Dr.-Ing. Marc-André Klemenz

Leiter Operation Consulting
DB Engineering & Consulting
GmbH
marc-andre.m.klemenz@
db-eco.com



Günter Koch

Senior Expert Metro und
Straßenbahn
DB Engineering & Consulting
GmbH
guenter.ge.koch@db-eco.com



Frank Kutzera

Senior-Projektleiter
Projektmanagement
DB Engineering & Consulting
GmbH
frank.f.kutzera@db-eco.com



Matthias Laug

OE-Leiter Planung Metro und
Straßenbahn
DB Engineering & Consulting
GmbH
matthias.laug@db-eco.com



Daniel Schmidt-Breiting

Leiter Projektmanagement
DB Engineering & Consulting
GmbH
Daniel.d.schmidt-breiting@
db-eco.com



1: Baustelle Nahverkehrsknoten Berlin Ostkreuz

Quelle: Jet-Foto Kranert



2: Containerisierter Verkehr von Massengütern

Quelle: Deutsche Bahn AG/Volker Emersleben

- Frühzeitige Erkennung von Konflikten in interdisziplinärer Zusammenarbeit
- Verbindung von Technik & Wirtschaftlichkeit und deren Optimierung
- Abprüfen und Herstellen der öffentlichen und internen Durchsetzbarkeit
- Entwicklung von Alternativen & Varianten
- Formulierung einer konsistenten und widerspruchsfreien Aufgabenstellung.

marktfähigen Preisen produzieren können. Ein Bahnsystem mit Perspektive muss immer auf Szenario 1 setzen. In Deutschland ist dies mit der politischen Zielsetzung über den Deutschlandtakt verbunden, den Marktanteil im Schienenpersonen- und -güterverkehr deutlich zu erhöhen.

Um eine Verkehrsnachfrage abschätzen zu können, ist es notwendig, die Kapazitäten der künftigen Infrastruktur sowie die Fahrzeiten und Angebote (Fahrpläne, Takte, ...) zu beschreiben. Aus der technischen Expertise aus der Beratung mit Kenntnis der Zusammenhänge und ihrer Wirkung können Eingangsgrößen variiert und damit Ergebnisse optimiert werden. Dazu gehört die Abschätzung der baulichen Machbarkeit und betrieblichen Optionen der Infrastruktur und der späteren bahnbetrieblichen Umsetzung mit Kapazitäten, Personalressourcen sowie rollendem Material und darauf aufbauender Dimensionierung.

Das System Bahn wird vereinfacht durch das Dreieck von Fahrzeug – Infrastruktur – Betrieb in seiner gegenseitigen Wechselwirkung beschrieben. Das ist der technische Kern. Um diesen gibt es Verknüpfungen, die für eine Funktionsfähigkeit des Systems wichtig sind. Die nachfolgend beschriebenen Sachverhalte gelten im Grundsatz auch für Straßenbahnen und

2. Dreieck des Systems Bahn

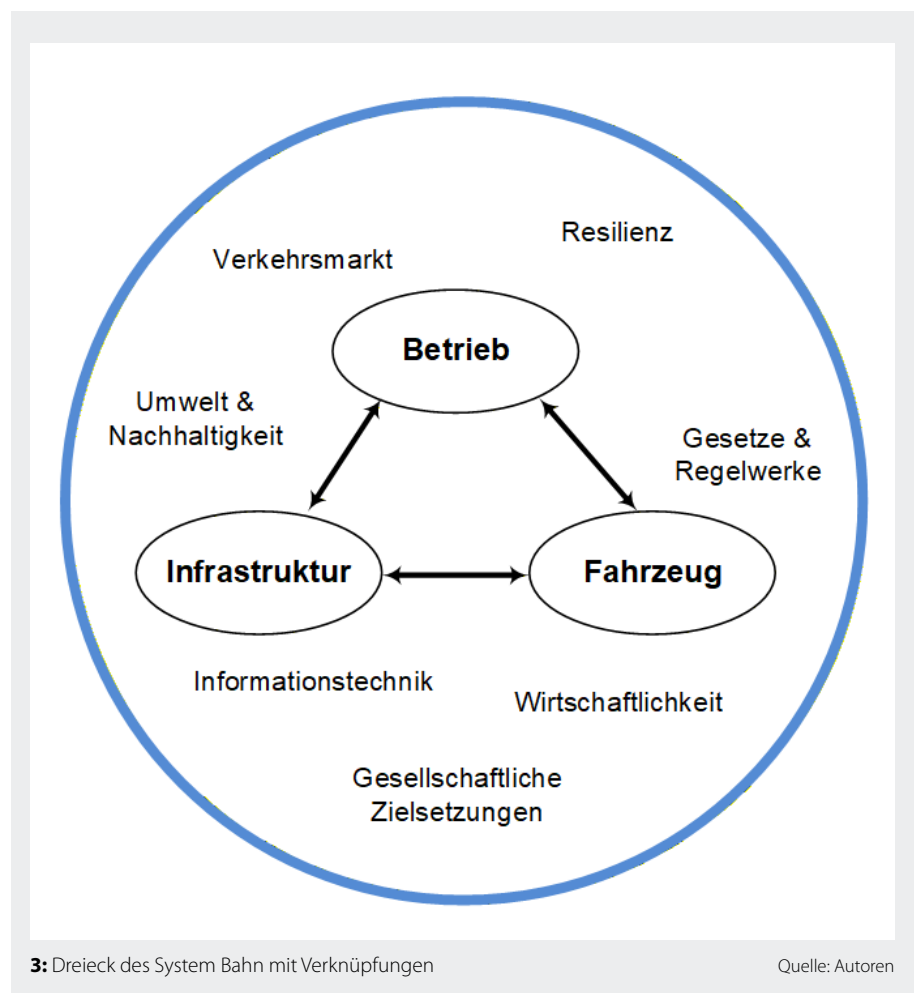
Das System Bahn wird vereinfacht durch das Dreieck von Fahrzeug – Infrastruktur – Betrieb in seiner gegenseitigen Wechselwirkung beschrieben. Das ist der technische Kern. Um diesen gibt es Verknüpfungen, die für eine Funktionsfähigkeit des Systems wichtig sind. Die nachfolgend beschriebenen Sachverhalte gelten im Grundsatz auch für Straßenbahnen und

1. Verkehrsmarkt

In der öffentlichen Wahrnehmung der Eisenbahn dominiert der Personenverkehr. Das wirtschaftliche Rückgrat der Eisenbahnen weltweit bleibt aber der Transport von Gütern. Beide Verkehre haben unterschiedliche Anforderungen, aber immer geht es um die Kunden, den Fahrgast und den Verlager.

Eine Besonderheit im Güterverkehr ist, dass Transportvorgänge wesentlich von Aktivitäten der Wirtschaft bestimmt und damit häufigen kurz- und mittelfristigen Veränderungen von Warenströmen unterworfen sind. Personenbeförderung hingegen ist eher langfristig ausgerichtet.

Ein Verkehrsmarkt wird durch den Status quo nur unzureichend beschrieben, um darauf eine Investitionsentscheidung aufzusetzen. Es geht nicht um eine 1:1 Umsetzung der aktuellen Nachfrage. Jede Änderung des Angebots wie kürzere Fahrzeiten, mehr Verbindungen oder auch verbesserte Transportqualität (Pünktlichkeit und Komfort) erhöhen die Nachfrage (Szenario 1). Deinvestitionen sind meist nicht nur mit Einsparung von Kosten, sondern auch mit einem Rückgang der Nachfrage und damit auch der Einnahmen verbunden (Szenario 2). Das Szenario 2 wird immer dann akut, wenn öffentliche Haushalte sparen müssen oder Unternehmen nicht mehr zu



3: Dreieck des System Bahn mit Verknüpfungen

Quelle: Autoren



4: Zweisystem-Stadtbahnen auf Eisenbahninfrastruktur in Rastatt Quelle: Deutsche Bahn AG/Thomas Niedermüller

Metro-Systeme; eine netzübergreifende Kompatibilität ist dafür in der Regel nicht gefordert.

2.1. Fahrzeuge

Die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) gibt für die Eisenbahnfahrzeuge die wichtigsten Parameter vor, um die Lauffähigkeit auf der vorhandenen Infrastruktur sicherzustellen. Dazu gehören neben der Fahrzeuggeometrie auch Achslasten oder minimal fahrbare Radien. Gleichzeitig sollen aber Kapazitäten und Transportqualitäten für Personen und Güter optimiert werden. Ein Blick in das Angebot des Rollmaterials, beispielsweise S-Bahn-Triebwagen, zeigt eine große Palette von unterschiedlichen Fahrzeugen. Auch wenn in manchen Fällen der individuelle Geschmack der Besteller eine Rolle zu spielen scheint, ist die Entscheidung für ein Fahrzeug vor allem eine technische und wirtschaftliche:

- Fahrzeugkapazität: z. B. Fahrgastkapazität (sitzend, stehend; unter Beachtung der Bauart, u. a. Doppelstock)
- Zuglängen: z. B. Anforderung an Gleis- und Bahnsteiglängen
- Art der Traktion: z. B. leitungsgebundene Traktion (unter Fahrleitung), um das beste Verhältnis zwischen Traktion und Fahrzeuggewicht zu erreichen (im Güterverkehr begrenzt die von den Lokomotiven bereitgestellte maximale Leistung das Zuggewicht und damit meist auch die mögliche Zuglänge)
- Höchstgeschwindigkeit: unter Berücksichtigung der Fahrzeug- und Infrastrukturwiderstände sowie der im Fahrzeug installierten Leistung

2.2. Infrastruktur

Bei der Deutschen Bahn umfassen die Eisenbahninfrastruktureinrichtungen (Bahnanlagen) die baulichen Anlagen und technische Einrichtungen. Die baulichen Anlagen werden unterschieden nach Ingenieurbau-, Oberbau-, Hochbau-Anlagen (IOH-Anlagen). Zu den technischen Einrichtungen zählen Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (STE-Anlagen)¹⁾. Die wesentlichen baulichen Anlagen aller Eisenbahnen sind

- Schienenwege: Gleise, Weichen, Schwellen und der Bahnkörper selbst
- Betriebs- und Sicherheitsanlagen: Signalanlagen, Stellwerke (zentrale Steuerung) und Bahnübergänge.

1) https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Infrastruktur/infrastruktur_node.html

- Bahnhöfe und Stationen: Empfangsgebäude, Bahnsteige sowie Verkaufs- und Abfertigungsgebäude
- Energieversorgungsanlagen: Oberleitungen, Unterwerke und Bahnstromleitungen für den elektrischen Zugbetrieb
- Ingenieurbauwerke: Brücken, Tunnel und Stützwände
- Instandhaltungs- und Abstellanlagen: Werkstätten und Gleise zum Abstellen von Zügen

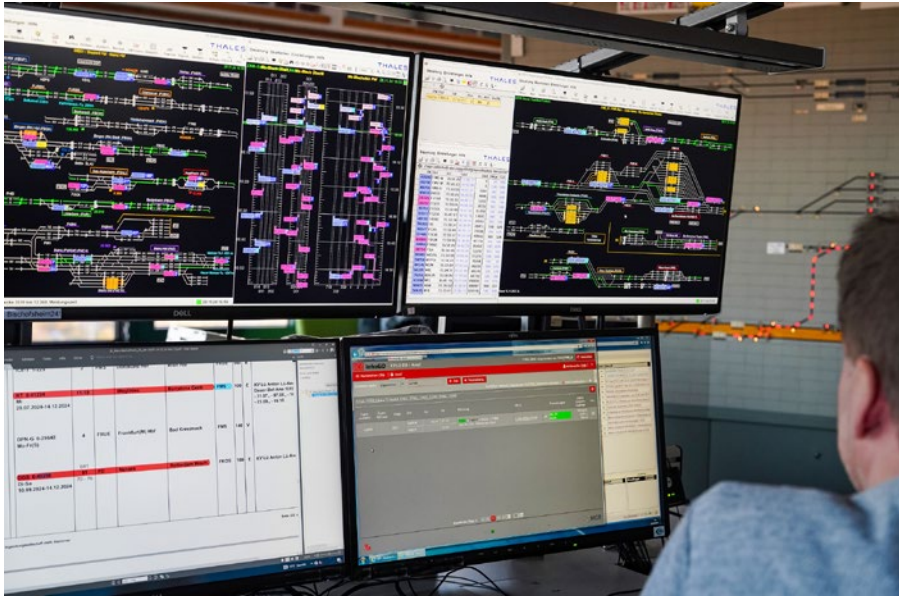
Die zuvor beschriebenen Anlagen und Einrichtungen sind für ein Funktionieren der Bahn notwendig. Es ist zur Entwicklung wichtig, den roten Faden zu finden, an dem sich ein Projekt orientiert. Vom Fahrweg – sprich dem Gleis – anzufangen, ist ein guter Ansatz:

- Die Gleisradien begrenzen im Zusammenspiel mit der Überhöhung und Festlegung von Überhöhungsfehlbeträgen die fahrbare Geschwindigkeit.
- Die Streckenneigungen legen unter Berücksichtigung von Beschleunigungs- und Bremsvermögen der Fahrzeuge die zulässigen Geschwindigkeiten und Zuladungen fest.
- Die Länge von Kreuzungs-, Überhol-, Lade- oder Abstellgleisen, verbunden mit den Bahnsteiglängen, begrenzen die Zuglängen.
- Die Anzahl der Streckengleise gibt die grundsätzlich möglichen Kapazitäten für Fahrplantrassen vor; bei eingleisigen Strecken bestimmen die Lage und Zahl der Kreuzungsstellen die Trassenkapazitäten.



5: Bahnhofsausfahrt

Quelle: Deutsche Bahn AG/Uwe Miethe



6: Betriebsüberwachung

Quelle: Deutsche Bahn AG/Volker Emersleben

Eine hohe Geschwindigkeit bei Fahrzeugen und Infrastruktur umzusetzen macht nur Sinn, wenn sich dadurch ein maßgeblicher Fahrzeitgewinn oder eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit erreichen lassen.

Die Trennung der unterschiedlichen Verkehre, durch besondere Gleise für Hochgeschwindigkeitszüge, Nahverkehrsbahnen oder den Güterverkehr schaffen Kapazitäten bei gleichzeitiger Verbesserung der Fahrplanqualität. Damit werden Fahrpläne harmonisiert und die Infrastruktur auf die jeweiligen Verkehre optimiert.

Jeder Halt bedeutet auch eine Fahrzeitverlängerung für alle anderen Fahrgäste. Die Betrachtung des Verkehrsmarktes liefert dazu die notwendige Entscheidungsgrundlage. Eine Harmonisierung von Bahnplanungen mit der Stadt- und Raumentwicklung ermöglicht das Ausschöpfen von Synergien auf dem Verkehrsmarkt.

Fahrzeuge sind nicht rund um die Uhr unterwegs. Sie müssen auch gewartet und in verkehrsarmen Zeiten abgestellt werden. Dazu sind geeignete Infrastrukturen erforderlich.

Neben dem Fahrweg sind alle anderen baulichen Komponenten wie auch die technische Ausrüstung immer parallel mit zu betrachten, aber mit der für die jeweilige Planungsphase adäquaten Detailtiefe. Im Bau von neuen Metrosystemen ist diese Vorgehensweise fast immer ein Planungsstandard. Alle Beteiligten kommen an einen Tisch und ein Moderator muss den Wildwuchs der Anforderungen immer wie-

der zurechtstutzen. Im Erfolg zeigt sich ein gutes Consulting.

2.3. Betrieb

Aus den verkehrlichen Anforderungen heraus wird ein Betriebsprogramm erarbeitet. Dessen Entwicklung erfolgt iterativ im Abgleich mit der Infrastrukturentwicklung und dem Fahrzeugeinsatz. Ein Fahrplan liefert in seinen verschiedenen Bearbeitungsstufen Optimierungsziele dafür; umgekehrt können Restriktionen aus der Infrastruktur Änderungen im Angebot erfordern.

Der Fahrplan bildet die Grundlage des Bahnbetriebes mit Fahrzeugumläuf-

fen, Fahrzeugbedarf und Personaleinsatz. In den frühen Leistungsphasen eines Infrastruktur- oder Erneuerungsprojektes müssen diese Parameter ermittelt und mit Erfahrungs- und Zielwerten unterlegt werden. Eine Harmonisierung von Fahrplan, Fahrzeugeinsatz und Infrastruktur ermöglichen einen verkehrstechnisch optimalen und wirtschaftlichen Betrieb.

Das Besondere an der Entwicklung eines Fahrplanes ist dann nicht der Einsatz von passender Software wie beispielsweise FBS, Viriato, RailSys oder OpenTrack, sondern die Auswahl der Eingangsparameter und Interpretation von Ergebnissen als Grundlage für eine Kalibrierung. Der Iterationsprozess über Alternativen und Varianten beschreibt Zusammenhänge und definiert Lösungskorridore.

Die Neigung, den Aufwand für die Betriebsführung schön zu rechnen, z. B. durch die Reduzierung von planerischen Reserven, erweist sich mit Blick auf die spätere Betriebsqualität meist als keine gute Idee.

Das Konstrukt des „Shadow Operators“ hilft bei komplexen Systemen mithilfe von Szenarien, die Belastbarkeit eines Systems zu testen.

2.4. Informationstechnik

Nichts geht mehr ohne Digitalisierung. Prozesse werden dadurch schneller, besser nachvollziehbar und mit definierter Qualität umgesetzt. Um die Betriebsabläufe zu optimieren, wird eine weitergehende Automatisierung des Bahnbetriebes angestrebt. Es ist keine Frage, dass eine automatisierte



7: Umwelt mitdenken, Beispiel Dortmund-Marten

Quelle: Deutsche Bahn AG/Michael Neuhaus



Abwicklung eines Bahnsystems sinnvoll ist. Dem steht aber die Frage entgegen, ob die dazu notwendigen Steuerungs- und Überwachungssysteme sich immer wirtschaftlich beschaffen und betreiben lassen.

Die Informationstechnik ist und bleibt ein Werkzeug. Nur durch fundierte Kenntnisse des Dreiecks Bahn lässt sie sich auch zielorientiert und wirtschaftlich entwickeln und einsetzen. Wie weit wird dies durch künstliche Intelligenz (KI) verändert? KI kann helfen, die Vielzahl von Aspekten zu strukturieren und damit Verständlichkeit zu schaffen. Entscheidungen über Art und Umfang eines Aus- oder Umbaus eines Bahnsystems werden durch KI kaum abgelöst werden. Ziele und Aufgabenstellung bleiben sowohl Teil des unternehmerischen Handelns wie auch eines demokratischen Meinungsbildungsprozesses.

2.5. Umwelt & Nachhaltigkeit

Jede Änderung von Infrastrukturen, dem Fahrzeugeinsatz oder bei Betriebsprogrammen kann eine Wirkung auf die Umwelt haben. Daher ist es bei Veränderungen immer geboten, die technische Aufgabenstellung hinsichtlich der Umweltwirkungen kritisch zu hinterfragen. Bei Änderung der Trasse wie Linienverbesserung oder der Ergänzung eines weiteren Streckengleises erleichtert eine umweltfachliche Begleitung die Lösungsfindung bereits in einem frühen Stadium der Planung.

Nachhaltigkeit ergibt sich nicht allein durch die Verlagerung zum umweltfreundlichen System Bahn an sich. Kluge und vorausschauende Planung muss der Kern des Strebens sein.

2.6. Resilienz

Die Resilienz bei Bahnen kann als Widerstandsfähigkeit und Robustheit gegen Änderungen von Vorgaben oder Randbedingungen gesehen werden. Trotz eines umfänglichen Regelwerks für die Bahn ist Resilienz noch ein weitestgehend unbespieltes Feld für das System Bahn in Deutschland.

Wirtschaftliche, technische Rahmenbedingungen und politische Vorgaben sind einem steten Wandel unterworfen. Im Güterverkehr ist es der Rückgang des Wagenladungsverkehrs hin zu Ganzzügen jeder Art, und mit neuen Anforderungen an die Umschlaganlagen verbunden gewesen. Im Personenverkehr zeigt der Erfolg des Deutschlandtickets, dass die Prognosen die Nachfrage unterschätzt haben.

Alltägliche Störungen können begrenzt werden, wenn Lösungen für Störungen bei

Planung, Bau und Betrieb besser organisatorisch, technisch oder personell vorbereitet werden. Dazu gehören unter anderem die ausreichende Berücksichtigung von Wendemöglichkeiten oder die Anlage von Überholungsgleisen. Diese werden idealerweise als Teil des Betriebsprogrammes vor Projektbeginn untersucht und im späteren operativen Programm für alle Betroffenen bereits hinterlegt. Die Lösungsansätze sind sehr vielfältig und können vom Setzen eines zusätzlichen Signals über die Vorhaltung eines Schneepfluges bis zum Ausbau einer Umfahrungsstrecke reichen. Und auch der Schneepflug braucht sein Gleis, was dann aber meist nicht rechtzeitig Eingang in die Aufgabenstellung eines Bauprojektes findet. Ein Infrastrukturprojekt einer regelmäßigen Überprüfung der betrieblichen Aufgabenstellung zu unterziehen, hilft, ein resilientes Projekt zu schaffen.

2.7. Wirtschaftlichkeit

Bau von Infrastruktur und der Betrieb unterscheiden sich bei der Wirksamkeit von Geldflüssen. Investitionen haben einen kurzzeitigen Anfall, meist nur während der Bauzeit; die Instandhaltung dazu ist in kürzeren Zyklen wiederholend durchzuführen und fällt damit regelmäßig an. Beim Betrieb fallen überwiegend jährliche Kosten an. Bei der Gestaltung der Infrastruktur sind daher zu vermeidende betriebliche Kosten in der Variantenauswahl für die Infrastruktur angemessen zu berücksichtigen.

Reinvestitionen einer Bahnstrecke fallen in den verschiedenen Gewerken zu unterschiedlichen Zeitpunkten an. Sie kön-



9: Stadtbahn in Karlsruhe

Quelle: Matthias Kuhn

nen meist nicht auf wenige, gemeinsame Zeiträume zusammengeschoben werden. Eine rein haushälterische Betrachtung hilft hier wenig. Da bei Beschaffungsmaßnahmen diese buchhalterisch erfasst werden, steht grundsätzlich auch eine Datenbasis zur Verfügung, um den Mittelbedarf und die notwendigen Maßnahmen zu prognostizieren.

Die heute verwendeten Untersuchungsformate zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit orientieren sich primär an der Rechtfertigung des Einsatzes öffentlicher Finanzmittel. Als Begründung für eine erstmalige Investition eignen sie sich sehr gut. Besonders bewährt hat sich die Standardisierte Bewertung von Verkehrsweginvestitionen im öffentlichen Personennahverkehr des Bundes. Hier findet ein Abgleich statt zwischen Verkehrsnachfrage, Betriebsführungskosten sowie Investitionen und Unterhaltungskosten, für Infrastruktur und Fahrzeuge. Die gewünschte und geforderte Breite und Tiefe dieser Untersuchung schlägt sich auch in einem zunehmenden Zeitbedarf für die Planung nieder.

2.8. Gesetze & Regelwerke

Die Europäische Union hat sich das Ziel gesetzt, Züge durch den Kontinent interoperabel fahren zu können. Das Ziel und dessen Umsetzung sind nicht neu. Bereits ab 1883 gab es eine durchgehende Zugverbindung zwischen Paris und Istanbul (damals Konstantinopel). Der europäische Markt verlangte nun auch eine Harmonisierung der Regeln zu Bau und Betrieb von Eisenbahnen. Zusammen mit den nationalen Gesetzen und Regelwerken wuchs auch der Bedarf nach Interpretation, auch weil manches gewerkübergreifend nicht zusammenpasst. Beratung heißt hier, die Vorgaben zu interpretieren und in eine technisch umsetzbare Planung umzusetzen und gleichzeitig später eine sichere Betriebsführung zu gewährleisten. Dazu gehört auch, Planung und Bau so umzusetzen, dass sie den Anforderungen einer staatlichen Finanzierung genügen.

Prozesse und Regelwerke im Eisenbahnwesen müssen mehr von der Idee bis zum Nutzenden gedacht werden. Das politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Umfeld ändert sich kontinuierlich. Neue Anforderungen sind die Treiber von Innovation. Gesetze und Regelungen müssen ihnen folgen.

Ein Glücksfall für die Planer aller Fachrichtungen sind Bahnsysteme im Nahver-

kehr als Stadtbahnen oder U-Bahnen. Sie bieten immer wieder die Möglichkeit, altes Wissen auf den Kopf zu stellen und neues zu entwickeln.

2.9. DB Engineering & Consulting

Die Vorgängergesellschaft der DB Engineering & Consulting (DB E&C), die Deutsche Eisenbahn-Consulting, war vor genau 60 Jahren von der Deutschen Bank und der Deutschen Bundesbahn gegründet worden, um Bahnunternehmen sowie insbesondere die deutsche Industrie und die öffentlichen Geldgeber bei Bahnprojekten im In- und Ausland zu beraten. Mit der Verschmelzung von Bundesbahn und Reichsbahn zum 1. Januar 1994 hatten sich die Rahmenbedingungen im Beratungsgeschäft für die Gesellschaft verändert. Der Schwerpunkt ging hin zu mehr Planung von Infrastrukturen. Das Geschäft mit der Beratung wurde weiterentwickelt. Fast 100 Mitarbeitende sind im Consulting selbst an verschiedenen in- und ausländischen Standorten tätig. Beratung muss aber kein exklusives Geschäft von Beratern sein. In einem komplexen System wie der Bahn ist es notwendig, die Praxis mit der Theorie enger zu verbinden. Ausgehend von den Standorten Karlsruhe und Erfurt gibt es auch andernorts Organisationseinheiten, die durch ihre Nähe zur Praxis eine angewandte Beratung betreiben. Für deren Kunden wie auch die eigenen Produktionseinheiten ist es wichtig, eine vorgelagerte oder begleitende Beratung mit der Planung aus einer Hand zu ermöglichen. Dies gilt umso mehr, wenn sich über die langen Planungszeiten die Rahmenbedingungen ändern und die Aufgabenstellung fortgeschrieben werden muss.

Mitarbeitende im Bereich des Schienenverkehrs benötigen neben ihrer Fachlichkeit auch eine breite Aufstellung in systemverbindenden Disziplinen. Das Verständnis für die Zusammenhänge muss ständig erneuert und weiterentwickelt werden. Eine Brücke kann ingenieurtechnisch genial sein, aber gleichzeitig die Anforderungen an den Verkehr verfehlen. Ein wichtiges Ziel bei der Beratung im Consulting der DB E&C ist die Herausarbeitung von Schnittstellen und dem Aufzeigen von Lösungsansätzen.

Dazu gibt es noch eine Vielzahl anderer Komponenten. Im frühen Planungsprozess werden dazu die wesentlichen Parameter zusammengestellt, um mit einer Ermittlung von Fahrzeiten und Streckenkapazität-

ten zu beginnen und die Grundlagen für einen strategischen Fahrplan zu bestimmen.

Beratung im System Bahn lässt sich nicht vollständig standardisieren. Zu unterschiedlich sind Aufgabenstellungen, Zielsetzungen, Datenlagen und Rahmenbedingungen. Gerade deshalb braucht es klare Vorgehensweisen, belastbare Standards in den jeweiligen Teilfeldern und zugleich die Fähigkeit, Wechselwirkungen zwischen Verkehrsmarkt, Fahrzeugen, Infrastruktur, Betrieb, Informationstechnik, Umwelt, Resilienz, Wirtschaftlichkeit sowie Gesetzen und Regelwerken frühzeitig zusammenzuführen.

Wissen, Erfahrung und dokumentierte Projekterkenntnisse bleiben dafür unverzichtbar. Sie ermöglichen es, Ergebnisse einzuordnen, Annahmen zu plausibilisieren und Lösungskorridore nachvollziehbar zu begründen. Künstliche Intelligenz kann dabei unterstützen, Informationen zu strukturieren und Varianten schneller sichtbar zu machen; sie ersetzt jedoch weder fachliche Bewertung noch Verantwortung für Zieldefinition, Abwägung und Entscheidung.

Gute Beratung schafft damit Orientierung in einem komplexen System. Sie verbindet fachliche Tiefe mit dem Blick für das Ganze, macht Abhängigkeiten sichtbar und hilft, robuste, wirtschaftliche und nachhaltige Entscheidungen vorzubereiten. Innovation entsteht dabei nicht allein durch die Wiederholung bewährter Muster, sondern durch das bewusste Hinterfragen von Routinen, das Zusammenführen unterschiedlicher Perspektiven und den Mut, neue Wege im System Bahn zu denken. ●

Summary

The Rail System in Advisory and Consultancy Services

All railways are the result of societal needs and technical possibilities. There has never been a 'finished' system, nor a set of laws and regulations that remains valid forever. The driving forces behind development have always been the improvement of the transport of goods and passengers, as well as the associated development of technology, organisation and economic efficiency. A railway is more than just locomotives, tracks or bridges. The railway is an interconnected system.