

Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesverkehrsministerium

Steigerung der Leistungsfähigkeit der Bahn

Juli 1998

Mitglieder des Beirats:

Prof. Dr. Gerd Aberle, Gießen

Prof. Dr. Kurt Ackermann, Dresden

Prof. Dr. Jürgen Basedow, Hamburg

Prof. Dr. Herbert Baum, Köln

Prof. Dr. Karl-Heinz Breitzmann, Rostock

Prof. Dr. Werner Brilon, Bochum

Prof. Dr. Hans-Jürgen Ewers, Berlin

Prof. Dr. Manfred Fricke, Berlin, (Vors.)

Prof. Dr. Ingrid Göpfert, Marburg

Prof. Dr. Gerhard Heimerl, Stuttgart

Prof. Dr. Günter Hoffmann, Berlin

Prof. Dr. Gösta Ihde, Mannheim

Prof. Dr. Peter Kirchhoff, München

Prof. Dr. Günter Knieps, Freiburg

Prof. Dr. Werner Rothengatter, Karlsruhe

Prof. Dipl. -Ing. Gerhard Voß, Hannover

Steigerung der Leistungsfähigkeit der Bahn

Anforderungen, technische und betrieblich-organisatorische Lösungsansätze

1	Problemstellung und Ziel	2
2	Anforderungen des Marktes an die Bahn	3
2.1	Güterverkehr	3
2.2	Personenverkehr	5
2.3	Schnittstellen der Bahn zu anderen Verkehrsträgern	6
3	Technische und betrieblich-organisatorische Lösungsansätze zur Erfüllung der Marktanforderungen	7
4	Nutzung ausgewählter Entwicklungen	9
4.1	Telematik	9
4.2	Fahrzeuge	11
4.3	Netz	12
5	Administrative und wettbewerbliche Hemmnisse	14
6	Ergebnis und Folgerungen für die Verkehrspolitik	15

1 Problemstellung und Ziel

Den Verkehrsprognosen zufolge wird der starke Zuwachs in der Nachfrage nach Personen- und (vor allem) Güterverkehrsleistungen anhalten. Mit dieser Entwicklung geht ein qualitativer Wandel einher. Danach müssen sich die Verkehrssysteme der Zukunft noch stärker als bisher durch Sicherheit, Umweltfreundlichkeit, Schnelligkeit, Zuverlässigkeit, Flexibilität und Internationalität bei gleichzeitig niedrigen Kosten auszeichnen. Hierzu sind die Systemstärken der unterschiedlichen Verkehrsträger zu verknüpfen. Aus ökologischen Gründen sollen die Zuwächse an Verkehrsleistungen unter anderem durch eine Veränderung des Modal Split zugunsten der Schiene (und der Wasserstraße) bewältigt werden. Die bisherigen Ergebnisse bei der Realisierung dieser verkehrspolitischen Strategie sind unbefriedigend.

Einer der Gründe dafür liegt in der bisher nicht ausreichenden Leistungsfähigkeit der Bahn. Leistungsfähigkeit wird hier definiert als die Fähigkeit der Unternehmung Bahn, marktgerechte (Schiene-) Verkehrsleistungen zu erstellen und anzubieten. Determiniert wird die Leistungsfähigkeit durch ihre quantitative, qualitative und kostenorientierte Komponente.

Das weite Untersuchungsfeld "Steigerung der Leistungsfähigkeit der Bahn" wird eingegrenzt auf technische und damit verbundene betrieblich-organisatorische Ansatzpunkte, wobei der Schnittstellenbereich zu den anderen Verkehrsträgern mit berücksichtigt wird. Dabei steht der Güterverkehr im Vordergrund. Der Personenverkehr findet insoweit Berücksichtigung, als beide Verkehrsarten zu einem großen Teil auf dieselbe Infrastruktur zurückgreifen. Im Mittelpunkt dieser Stellungnahme des Beirats stehen zwei Fragen:

- Von welchen technischen und betrieblich-organisatorischen Lösungsansätzen und Maßnahmen sind maßgebliche Beiträge zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Bahn zu erwarten?
- Welche Anforderungen leiten sich für die verkehrspolitischen Rahmenbedingungen ab?

Die Analyse dieser Fragestellungen bildet die Grundlage für die Ableitung verkehrspolitischer Handlungsempfehlungen.

2 Anforderungen des Marktes an die Bahn

2.1 Güterverkehr

Die zukünftigen Anforderungen an den Schienengüterverkehr leiten sich maßgeblich aus der Entwicklung der industriellen Wertschöpfungssysteme ab. Es sind markante Entwicklungstrends erkennbar, die den Stellenwert des Güterverkehrs in diesen arbeitsteiligen Systemen weiter erhöhen. Damit wachsen auch die Chancen für die Anbieter von Schienengüterverkehrsleistungen.

Die durch den intensiven Wettbewerb in der Wirtschaft begründete Abnahme der industriellen Wertschöpfungstiefe (insbesondere der Fertigungstiefe), verbunden mit der Konzentration der Unternehmen auf ihre originären Kernkompetenzen sowie dem Outsourcing von Wertaktivitäten, führt zu einer noch höheren Arbeitsteiligkeit. Hieraus resultieren, neben einer massiven Erhöhung der Güterverkehrsleistung, insbesondere wachsende qualitative Anforderungen an den Schienengüterverkehr. Diese stehen im engen Zusammenhang mit den Eigenschaften der arbeitsteiligen, standortübergreifenden Wertschöpfungssysteme, die zunehmend international, bestandsarm, flexibel und transparent angelegt werden.

Im Aufbau begriffen sind transnationale Produktionsnetzwerke, die schnelle und zuverlässige *Transporte hochwertiger Güter über Ländergrenzen hinweg* erfordern. Damit werden Transporte über vergleichsweise große räumliche Distanzen notwendig, so daß hier günstige Bedingungen für den Schienenverkehr als integrales Glied kombinierter bzw. multimodaler Verkehre heranreifen.

Die Eigenschaft von Wertschöpfungssystemen als bestandsarme Systeme (geringe Bestände in Lagern und Fertigungsstätten) wird sich ebenfalls noch stärker ausprägen. Fortschritte, die dabei erzielt werden, schlagen sich in einer weiteren Erhöhung der Liefer- und Transportfrequenz, verbunden mit immer kleineren Transportlosen, nieder. Dabei werden *höchste Ansprüche an die Zuverlässigkeit der Verkehrsleistung (Lieferzuverlässigkeit) sowie an die Transportzeit (einschließlich der Zeit für vor- und nachgelagerte Aktivitäten, z.B. für den Güterumschlag)* gestellt.

Weiter ausprägen wird sich auch die Eigenschaft von industriellen Wertschöpfungssystemen als flexible Systeme, um so durch eine hohe Anpassungsfähigkeit auf die individuellen Kundenwünsche binnen kürzester Zeit reagieren zu können. Dies erfordert eine *ausgeprägte Transportflexibilität*, auf die z.B. mit flexiblen Bedarfsverkehren der Bahn außerhalb fester

Fahrpläne zu reagieren sein wird. In dieses Problemfeld hinein spielt die Kritik von seiten der Verlager, Spediteure und Frachtführer an den zu kleinen Zeitfenstern für Anlieferung und Abholung von Gütersendungen bei den Umschlagterminals der Bahn.

Global, Single und Modular Sourcing werden die Beschaffungsstrategien der Zukunft prägen. Indem der frühere Einzelteilebezug durch ganze Produktmodule und komplette Systemleistungen substituiert wird, erhöht sich die Wertigkeit der zu transportierenden Stückgüter. Hieraus folgen nicht nur hohe Erwartungen an die Schnelligkeit der Transporte, sondern insbesondere *höhere Anforderungen an die Transportsicherheit*. Da sich das Modular Sourcing nicht nur für den Bezug industrieller Güter, sondern ebenso für den Einkauf von Transportleistungen sowie Logistikleistungen durchsetzen wird, erwächst eine neue Qualität der *Verkehrsleistung als Systemleistung bzw. integriertes Verkehrspaket*.

Die Entwicklung in der weltweiten Distribution ist dadurch gekennzeichnet, daß die Unternehmen zunehmend über regionale Distributionszentren (z.B. Europa, Südostasien) mit Kapazitäten für die kundenspezifische Komplettierung von Produkten sowie für die Kommissionierung verfügen (Postponementstrategie). In Verbindung damit entstehen günstige Bedingungen für den Einsatz des Schienenverkehrs, insbesondere für den *Transport von Halbfertigprodukten* von den internationalen Produktionsstandorten zu diesen Distributionszentren.

Die industriellen Wertschöpfungssysteme der Zukunft zeichnen sich durch eine umfassende Informationstransparenz über alle Wertaktivitäten entlang der Wertekette aus. Insofern bildet die *Informationsfähigkeit der Verkehrs-Dienstleister über den Auftragsstatus in Form von Sendungsverfolgungssystemen* neben der elektronischen Auftragsübermittlung eine Basisanforderung.

Insgesamt müssen sich die arbeitsteiligen und grenzüberschreitenden industriellen Wertschöpfungssysteme als hochgradig effiziente Systeme erweisen, denn die Wettbewerbsintensität nimmt durch die Internationalisierung und Öffnung der Märkte in einem Maße zu, so daß Kostenführerschaft und Qualitätsführerschaft zunehmend als integrale Wettbewerbsstrategien anzusehen sind.

Die Zukunft des Güterverkehrs liegt bei zuverlässigen, schnellen, sicheren, flexiblen, integrierten, transparenten und effizienten *Transportketten hochwertiger Güter* über Ländergrenzen hinweg. Für die Anbieter von Verkehrsleistungen eröffnen sich Chancen und

Risiken zugleich. Der Schienengüterverkehr ist und bleibt grundsätzlich auch für derartige Verkehre relevant, wenn er seine Systemstärken mit den oben genannten Eigenschaften sinnvoll verbindet.

Neben der Vergrößerung des Anteils der Bahn an diesem zukünftig expandierenden Markt sollte die Bahn auch weiterhin den Transportmarkt für Massengüter pflegen. Er sichert ihr eine Grundlast am Verkehr und erlaubt ihr ihre Systemstärken gut zur Geltung zu bringen. Aber auch auf diesem Markt werden die Forderungen nach zeitgerechtem Transport, hoher Flexibilität und niedrigem Preis größer.

2.2 Personenverkehr

Das Anforderungsprofil im Personenverkehr ist in erster Linie durch die Sicherheit, die Reisezeit und den Preis, daneben durch Pünktlichkeit, Fahrkomfort und zusätzliche Serviceleistungen gekennzeichnet. Je nach Reiseanlaß und Reiseweite haben die einzelnen Kriterien unterschiedliches Gewicht. Für den Geschäftsreisenden spielt z.B. die Reisezeit eine größere und der Preis eine geringere Rolle als für den Privatreisenden. Die in den Urlaub reisende Familie ist vor allem an umsteigefreien Verbindungen und Gepäckservice interessiert. Die unterschiedlichen Anforderungen erfordern ein differenziertes Reiseangebot, das bei den Kapazitätsüberlegungen zu beachten ist.

Eine kurze Fahrzeit ist für die Reisequalität nicht allein ausreichend, wenn die Abfahrtszeit ungünstig liegt. Es werden häufige Abfahrten - am liebsten in regelmäßigen Abständen zu leicht merkbaren Zeiten - gewünscht, um unnötige Wartezeiten zu vermeiden. Das gilt auch für Anschlußverbindungen, wenn Umsteigen erforderlich ist. Der integrale Taktfahrplan gilt als das zeitliche Wunschangebot. Zugleich soll jedoch der Preis niedrig bleiben. Da die Verkehrsnachfrage aber über die Zeit nicht gleichmäßig ist, findet das regelmäßige Zugangebot seine Grenze in den durch schlechtere Zugauslastung bedingten höheren Preisen.

Schließlich besteht der Wunsch nach leicht zugänglicher Information über Fahrplan und Fahrpreise, nach einem übersichtlichen Tarif und nach einfachem Erwerb der benötigten Fahrscheine sowie nach einem bequemen Zugang zu den Zügen.

2.3 Schnittstellen der Bahn zu anderen Verkehrsträgern

Die Schnittstellen zur Bahn sind die Güterbahnhöfe oder Ladestellen bzw. die Personenbahnhöfe. Die Güter und Reisenden kommen in der Regel bereits mit anderen Verkehrsmitteln zu den Bahnhöfen. Der Zugang zu den Schnittstellen und das Umladen oder Umsteigen dort bestimmen im hohen Maße die Güte des gesamten Transportvorgangs.

Die allgemeinen Anforderungen an die Schnittstellen heißen: Kurze Aufenthaltszeiten und geringe zusätzliche Kosten. Im einzelnen ergeben sich für den Güter- und Personenverkehr unterschiedliche Anforderungen, von denen hier nur die wichtigsten genannt werden.

Am offenkundigsten ist die Bedeutung der Schnittstellen im kombinierten Ladungsverkehr. Die Zeit und die Kosten je Ladeeinheit für den Umschlag sollen gering sein, d.h. es sind leistungsfähige und damit in der Regel auch teure Einrichtungen wie z.B. Schnellumschlaganlagen erforderlich, die eine hohe Auslastung benötigen. Das bedeutet, daß auch die zugehörigen Bahnanlagen (Gleislängen, Weichenstraßen) entsprechend bemessen sein müssen, ebenso natürlich die Straßen. Neben dem eigentlichen Umschlag dürfen keine nennenswerten Zeiten für die Zugbildung und -abfertigung anfallen. Die Tendenz geht zu einer begrenzten Anzahl großer Terminals, z.T. kombiniert mit zusätzlichen Serviceleistungen in Form von Güterverkehrszentren. Zwischen den Terminals sollen möglichst Direktzüge - zumindest im Binnenverkehr im Nachtsprung - verkehren. Im Sinne der beabsichtigten Modal-Split-Entwicklung ist zu beachten, daß es bei einem genügend großen Weganteil des Bahntransports gegenüber dem Zu- und Ablauftransport auf der Straße bleibt.

Demgegenüber steht der Wagenladungsverkehr, an den die Forderung gestellt wird, nahe an die Güteraufkommenspunkte heranzufahren, um Umladen unterwegs zu vermeiden und den Weganteil der Bahn zu vergrößern. Die Ladestellen sollen nahe an den Güterproduktionsort oder -verteilungsort gelegt und zeitgerecht bedient werden. Der Bahntransport muß eng in die Logistikkette eingegliedert sein. Außerdem müssen die Ladeeinrichtungen und die Wagenbauart so aufeinander abgestimmt sein, daß sie schnelles und kostengünstiges Be- und Entladen erlauben. Beim Wagenladungsverkehr ist in der Regel ein- oder mehrmaliges Zugbilden und Rangieren erforderlich. Hier besteht intern für die Bahn die Anforderung, dies mit geringem Kosten- und Zeitaufwand zu bewerkstelligen.

Auch im Personenverkehr muß ein schneller und leichter Übergang von anderen Verkehrsmitteln, d.h. sowohl öffentlichen Bussen und Bahnen wie auch von privaten Personenkraft-

wagen und den Taxen, an den Bahnhöfen gefordert werden. Dies beginnt mit rechtzeitigen und klaren Informationen, erfordert eine nutzerfreundliche Gestaltung der Anlagen, kurze Wege und Hilfen bei der Überwindung notwendiger Höhenunterschiede und beim Gepäcktransport sowie witterungsgeschützte Wartemöglichkeiten. Wo längere Wartezeiten nicht vermieden werden können, sind Restaurants und weitere Serviceeinrichtungen vorzusehen. Für den Park-and-Ride-Verkehr sind in ausreichender Anzahl leicht zugängliche Abstellplätze für Personenkraftwagen und auch für Fahrräder vorzusehen. Die Zufahrtsmöglichkeiten, insbesondere für Reisende mit Gepäck, sind zweckentsprechend zu gestalten.

Zunehmend wichtiger wird auch die Forderung, den Flugverkehr in Flughafenbahnhöfen mit dem Nah- und/oder Fernverkehr der Bahn möglichst eng zu verknüpfen.

3 Technische und betrieblich-organisatorische Lösungsansätze zur Erfüllung der Marktanforderungen

Technische und betrieblich-organisatorische Lösungsansätze zur Erfüllung der Marktanforderungen - besonders im Güterverkehr - müssen bei der Bahn darauf abzielen, die örtliche und zeitliche Verfügbarkeit ihrer Transportangebote zu steigern, d.h. vor allem, von möglichst vielen Punkten aus eine größere Zahl von Zugabfahrten zu geeigneten, teilweise auch zu flexibel veränderlichen Zeiten anzubieten. Dabei muß das angebotene Transportvolumen von ganzen Zügen bis zu einzelnen Fahrzeugen reichen können. Das Hauptaugenmerk bei der Erhöhung der Leistungsfähigkeit ist demnach auf die Steigerung der Netzleistung und die Verbesserung der Zugbildungsverfahren zu richten.

Ausgangspunkt für die mögliche Steigerung der Leistungsfähigkeit ist die Grenzleistung bzw. die Kapazität der Strecken, d.h. die Zahl der Züge und ihre maximale Ladung, die bei ausreichender Qualität täglich gefahren werden können. Sie könnte zunächst allein durch die höhere Ausnutzung der maximal möglichen Länge der Züge angehoben werden. In der Aneinanderreihung aller Streckenabschnitte und Knoten zwischen Quelle und Ziel des Zuges wird die Grenzleistung des Systems Bahn maßgebend, die stets niedriger als die einzelner Strecken ist. Dabei bestimmen die Verhältnisse in einigen zentralen Verkehrskorridoren bzw. -knoten ihre Größe, während die anderen Strecken in der Regel nicht voll ausgelastet sind und vielfach nur Zubringerdienste leisten. Zusätzliche Zugabfahrten sind auf der Mehrzahl der Strecken ohne besondere Maßnahmen möglich, allerdings nicht immer zu vom Markt geforderten Zeiten. Auf den maßgebenden Korridoren muß die Zugzahl durch

kürzere Zugfolgezeiten angehoben werden. Dies kann durch mehrere Maßnahmen erreicht werden:

- neue Zugsicherungstechnik, die das Fahren im geschwindigkeitsabhängigen, flexiblen Bremswegabstand erlaubt;
- bessere Antriebs- und Bremstechnik;
- Angleichung der Geschwindigkeit einander folgender Züge (Homogenisierung des Verkehrsflusses);
- in stark belasteten Korridoren Zuweisung der schnellen und langsamen Züge auf getrennte Gleise bzw. Strecken. Dies gilt besonders für Korridore, die Teil des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes für den Fernreiseverkehr sind.

Damit einhergehen muß im Güterverkehr eine *schnellere Behandlung der Züge in den Knotenbahnhöfen*, um die zusätzlichen möglichen Züge auf die Strecke zu bringen und um kürzere Transportzeiten anbieten zu können. Die wichtigste Maßnahme dazu ist die Einführung der automatischen Zugkupplung (ZAK) und der elektronischen Bremsabfrage und -steuerung (EBAS). Auch neue Zugsysteme, wie der CargoSprinter, können durch automatisches Zugbilden und -trennen - sogar während der Fahrt - dazu beitragen.

Schließlich kann die Transportkapazität durch längere Züge, durch breitere und höhere Fahrzeuge sowie durch höhere Radlasten gesteigert werden, indem der zulässige Querschnitt der Strecke besser genutzt und die zulässige Radlast bei Güterzugstrecken angehoben werden.

Wenn diese Maßnahmen nicht ausreichen, die durchschnittliche Netzkapazität und damit die gesamte Leistungsfähigkeit im notwendigen Umfange zu steigern, können an Engpaßstellen zusätzliche Gleise oder neue Strecken gebaut und die entsprechenden Knotenbahnhöfe ausgebaut werden.

Durch die oben genannten technischen und betrieblich-organisatorischen Maßnahmen wird zugleich mit der Steigerung der quantitativen Leistungsfähigkeit auch die qualitative erhöht, weil sie häufigere Zugfahrten und damit zeitgerechtere Bedienung erlauben. Durch die automatisierte Zugbildung lassen sich auch Punkte mit geringem Transportaufkommen bedienen und die noch zahlreichen Zugangspunkte zum Netz der Bahnen erhalten bzw. wiederbeleben, womit die örtliche Verfügbarkeit verbessert wird.

Darüber hinaus muß die Qualität des Transports durch den gezielten *Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnik* gesteigert werden. Die Disposition der Fahrzeuge und die Überwachung ihrer Fahrt können zur Steigerung der Zuverlässigkeit zentral durchgeführt werden. Bahnintern können damit kurzfristig Fahrpläne für zusätzliche Züge errechnet und angeboten werden, so daß die Flexibilität gesteigert wird. Von der besseren Präsentation der Angebote bis zur Verknüpfung der Informationssysteme von Kunden und Bahn ergeben sich Lösungen zur Anpassung an den Markt.

Abgesehen von der Verteilung der weitgehend fixen Kosten der Infrastruktur auf mehr mögliche Züge tragen die o.g. Maßnahmen auch zur Senkung der Produktionskosten bei, z.B. durch kürzere Umlaufzeiten der Fahrzeuge und geringeren Personalaufwand bei der Zugbildung.

Für den Erfolg der Lösungsansätze ist es von hoher Bedeutung, in welcher Zeit und wie weit sie sich auch grenzüberschreitend durchsetzen lassen.

4 Nutzung ausgewählter Entwicklungen

Im folgenden wird eine Auswahl bedeutsamer Entwicklungen diskutiert, von denen in absehbarer Zeit ein großer Beitrag zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Bahn zu erwarten ist.

4.1 Telematik

Bahnintern wird die Telematik in verschiedenen Projekten zur Leistungssteigerung angewendet. Es geht dabei in erster Linie um die zumindest teilweise Automatisierung des Zugbetriebes und die Zentralisierung der Zugdisposition.

Bei dem *Projekt CIR-ELKE* (Computer Integrated Railroading - Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Kernnetz) werden die bisherigen durch die Signalstandorte festgelegten Blockabschnitte aufgegeben zugunsten des sog. Hochleistungsblocks, bei dem über die Linienzugbeeinflussung (LZB) geschwindigkeitsabhängig flexible Blockabschnitte, d.h. sicherheitsbedingte Abstände, den Zügen vorgegeben werden. Zu dem Projekt gehören auch rechnergestützte Zugüberwachung, Betriebssteuerung und Disposition sowie zur Kunden-

betreuung ein rechnergestütztes Betriebsmeldeverfahren. Die Berechnungen für die Pilotstrecke Offenburg-Basel, die derzeit in Betrieb geht, haben eine Steigerung der möglichen täglichen Zugzahlen von 20 % und zusammen mit weiteren Maßnahmen eine Kapazitätserhöhung bis 40 % ergeben.

Für das jetzige CIR-ELKE-Projekt ist neben der Einrichtung der Rechnerzentrale und der Ausstattung der Triebfahrzeuge für die Datenübertragung die Aufrüstung der Linienleiter entlang der Strecken für den Hochleistungsblock erforderlich. Bei Mischverkehr müssen darüber hinaus die Strecken mit Gleisfreimeldeanlagen ausgestattet werden. Wegen der dazu notwendigen erheblichen Investitionen kommen hierfür nur Hauptstrecken in Frage, vorgesehen sind etwa 4.000 km.

Ergänzt wird dieses Projekt durch die netzweite Einrichtung von Betriebssteuerzentralen - die erste Anlage wurde in Magdeburg in Betrieb genommen -, wo mit rechnergestützten Dispositionsverfahren für stark belastete Knoten eine fühlbare Entspannung bzw. Leistungssteigerung erbracht werden kann.

Die Nachteile des auf dem Linienleiter basierenden CIR-ELKE-Projektes sind die hohen streckengebundenen Kosten und die nicht vorhandene Kompatibilität mit den Zugsicherungs- und Zugsteuerungssystemen der europäischen Nachbarbahnen.

Von größerer Bedeutung wird daher in Zukunft die "signaltechnisch sichere" Übertragung von Informationen nicht nur über den Linienleiter der LZB, sondern über Funk sein. Sowohl die Fahrweisungen von den Betriebssteuerzentralen auf alle betroffenen Triebfahrzeuge und von diesen zurück wie notwendige Informationen zwischen Zügen auf einer Strecke werden drahtlos ausgetauscht, womit letztlich das Fahren im geschwindigkeitsabhängigen flexiblen Bremswegabstand möglich wird. Auch damit ist eine Erhöhung der Zugzahlen um 20 % und mehr möglich. Bei der DB AG wird die Ausbaustrecke Berlin-Halle/Leipzig als Pilotstrecke mit *Funkzugbeeinflussung (FZB)* anstelle von Linienzugbeeinflussung für Fahrgeschwindigkeiten bis 200 km/h ausgestattet. Als Regionalverkehrsstrecke wird die Strecke Kaiserslautern-Lauterecken für den *Funkfahrbetrieb (FFB)* ausgerüstet, was hier auch bedeutet, daß neun Bahnübergänge funkgesteuert gesichert werden. Zukünftig wird danach sowohl auf Fern- wie auf Nebenstrecken der funkgestützte Zugbetrieb möglich sein.

Auf Datenkommunikation über Funk basieren auch die Vorschläge der europäischen Bahnen für ein gemeinsames aufwärts kompatibles, modular aufgebautes *Zugsicherungs- und*

Zugsteuerungssystem ETCS (European Train Control System), das schrittweise eingeführt werden soll. Die EU fördert die Einführung des ETCS durch das *Projekt ERTMS* (European Rail Traffic Management System), in dem drei Teststrecken europaweit ausgeschrieben wurden. Mit dem einheitlichen ETCS läßt sich der grenzüberschreitende Bahnverkehr in Europa deutlich beschleunigen und auch verbilligen.

Durch die Anwendung der Telematik lassen sich auch die einzelnen Zugfahrten pünktlicher und effizienter durchführen. Das *Projekt Ebula* (Elektronischer Buchfahrplan und Langsamfahrstellen) ist ein erster Schritt hin zu einer rechnergestützten optimierten Fahrweise der Züge. In einem Bordrechner auf den Triebfahrzeugen sind alle strecken- und fahrplanbezogenen Daten gespeichert. Mit Hilfe eines Ortungssystems auf dem Fahrzeug führt der Rechner einen Soll-Ist-Vergleich durch und errechnet je nach Zeit- und Wegabstand vom nächsten Bahnhof oder Zug einen zeit- und energieoptimierten Fahrverlauf. Pilotversuche sind von der DB AG auf ICE-Linien durchgeführt worden. Das Projekt wird jetzt in einer ersten Stufe bei ICE-Zügen eingeführt.

Außer den bahninternen Projekten befinden sich Verknüpfungen von Informationssystemen der Bahn und von Kunden im Aufbau, mit denen die rechtzeitige Disposition von Transportkapazität entsprechend den Wünschen der Verloader ermöglicht wird. Erwähnt sei das *System HABIS* (Hafenbahn-Betriebs- und Informationssystem) in Hamburg, das den Informationsfluß von der Hafenwirtschaft mit der Bahn und Empfängern im Binnenland erlaubt.

4.2 Fahrzeuge

Für die Leistungssteigerung im Güterverkehr sind auf dem Gebiet der Fahrzeuge die o.g. *Projekte ZAK und EBAS* die bedeutendsten. Nur mit der automatischen Zugkupplung und der automatischen Bremsprobe und Zugschlußerkennung lassen sich die Zeiten für die Zugbildung und -abfertigung in dem notwendigen Umfang kürzen. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, den Wagenladungsverkehr in ausreichender Qualität anzubieten. Nur mit derartigen Einrichtungen können auch selbstfahrende kurze Züge wie der CargoSprinter ohne Aufenthalt gekuppelt bzw. entkuppelt werden und das System "Traincoupling and Trainsharing" ohne Inanspruchnahme von Rangiergleisen durchgeführt werden. Beide Einrichtungen befinden sich derzeit bei der DB in Erprobung. Sie sollten mit Nachdruck gefördert und bei ihrer internationalen Einführung unterstützt werden.

Mit dem *Cargo Sprinter*, einem mehrgliedrigen Gütertriebwagen mit Diesel- oder Hybridantrieb, besteht die Möglichkeit, im Netz (noch) vorhandene Ladestellen mit kleinerem Güteraufkommen zu bedienen oder entsprechend den Kundenwünschen in kürzeren Zeitabständen geringere Gütermengen abzufahren. In Verbindung mit geeigneter Zugdisposition auf den Strecken läßt sich die örtliche und zeitliche Verfügbarkeit des Bahnangebotes deutlich verbessern. Mit sieben CargoSprinter-Einheiten werden erste betriebliche Einsätze gefahren. Dies flexible Zugsystem bietet ein hohes Potential für qualitative Verbesserungen im Güterverkehr und gute Chancen im Stückgutverkehr.

Durch die Erhöhung der Antriebsleistung und ihre Verteilung auf mehr Triebachsen, was seit der Einführung der Drehstromtechnik leichter möglich ist, wird die Anpassung der Züge - besonders der Personenzüge - an die fahrdynamischen Anforderungen verbessert und damit neben der Fahrzeitverkürzung die Streckenkapazität vergrößert. Diesem Ziel dient auch der Übergang von der luftgesteuerten zur elektrisch gesteuerten Bremse, der ep-Bremse.

Darüber hinaus erscheint mittelfristig die Nutzung von Komponenten neuer Antriebstechnologien verfolgenswert. So ist beispielsweise im Einsatz des linearen Induktionsmotors als von der Reibung zwischen Rad und Schiene unabhängiges Vortriebsaggregat eine Chance zu sehen in Steigungs- und Beschleunigungsstrecken Vorteile für die Zugförderung zu erzielen.

Eine kürzere Fahrzeit und ein besserer Reisekomfort werden auch durch Fahrzeuge mit gleisbogenabhängiger Wagenkastensteuerung (Neitech) erreicht, deren Einsatz allerdings nur auf bestimmten Strecken sinnvoll ist. Schließlich bietet der Bau sehr leichter Triebwagen nach neuen Regeln der Technik für ihre Zulassung eine Verbesserung des Angebotes im Schienenpersonennahverkehr.

4.3 Netz

Für eine deutliche Leistungssteigerung im Schienennetz steht eine Reihe von "Stellgrößen" zur Verfügung, von denen hier nur einige beispielhaft genannt werden. Besonders wichtig erscheint dabei der Hinweis, daß bei Maßnahmen im Netz in hohem Maße Abhängigkeiten zu betrieblich-organisatorischen, fahrzeug-, sicherungs- und betriebsleittechnischen Aspekten bestehen.

Ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Netzleistungsfähigkeit sind Korridorbetrachtungen in den stark belasteten Relationen mit der Zuordnung von Strecken/Netzabschnitten zu jeweils vorrangiger Nutzung durch fahrdynamisch ähnliche Zugtypen. Ziel ist es hierbei, in den Hauptkorridoren eine weitgehende *Entmischung schneller und langsamer Züge* zu erreichen. Eine Trennung in Personen- und Güterverkehr ist dabei a priori nicht der Maßstab; sie wird sich aufgrund der erzielbaren Beförderungsgeschwindigkeiten jedoch zumindest für den Fernverkehr in weiten Bereichen zwangsläufig von selbst ergeben. Das Gleiche gilt für stark belastete Netzteile in Ballungsräumen für die Trennung von Nah- bzw. Regionalverkehr einerseits und Fernverkehr andererseits.

Mit der Entmischung sind Verbesserungen der Leistungsfähigkeit meist bereits auch ohne Einsatz erheblicher Investitionsmittel zu erreichen - allein aufgrund der möglichen dichteren Zugfolge gleichschneller Züge und damit entfallender Überholungsvorgänge. Auf großräumige Streckenausbaumaßnahmen kann hier weitgehend verzichtet werden, allenfalls Ergänzungen und Ausbauten im Bereich der Knoten (z.B. durch Verbindungs- und/oder Umfahrkurven) sind erforderlich. Allerdings werden zur Vervollständigung des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes in bestimmten Korridoren auch längere Streckenneubauten nötig sein. Die Entmischung trägt zur Kostenreduzierung bei, da die Anforderungen hinsichtlich Zugsicherungseinrichtungen sowie Art und Qualität von Gleisen und Weichen für die Zugarten unterschiedlich sind.

Untersuchungen zu einem sog. CargoRailNet haben gezeigt, daß zwischen den wichtigsten Knotenbahnhöfen im Bahnnetz bereits heute mindestens zwei alternative Trassen vorhanden sind, die vorzugsweise einerseits den schnellen, andererseits den langsamen Zügen zugewiesen werden können.

Auf weniger belasteten Strecken ist nach wie vor der Mischbetrieb die Regel, er ist hier auch weiterhin möglich. Allerdings stellen bei eingleisigen Strecken die Anforderungen eines zunehmend vertakteten Personenverkehrs und eines flexiblen Güterverkehrsangebots einen generellen Zielkonflikt dar. Der stark eingeschränkten Flexibilität durch Kreuzungsbahnhöfe und Begegnungsabschnitte kann durch Kooperation von Nahverkehr und Güterverkehr in unterschiedlicher Weise begegnet werden - bis hin zu der Möglichkeit, Cargo-Sprinter-Einheiten an Nahverkehrszüge anzukuppeln und damit deren Fahrplantrassen mitzubeneutzen, wie dies bei NE-Bahnen prinzipiell bereits erfolgreich praktiziert wird.

Das von der Deutschen Bahn AG verfolgte Projekt *Netz 21* weist in die oben beschriebene Richtung. Es beinhaltet die Komponenten Neustrukturierung des Netzes, Leistungssteigerung durch betriebliche Konzepte mit Entmischung und Harmonisierung des Zugverkehrs und Beseitigung von Engpässen durch investive Maßnahmen sowie Sicherung von Schwachlaststrecken durch Kooperation mit Dritten oder Abgabe an Dritte (short lines). Die Netzneustrukturierung sieht drei weitgehend voneinander unabhängige Teilnetze vor, das für den Schienenpersonenfernverkehr (ca. 4000 km), den Güterverkehr (ca. 4500 km) und den S-Bahnverkehr (ca. 2000 km).

Zur Verbesserung des Angebots im internationalen Güterverkehr sollen auf den Strecken mehrerer benachbarter Bahnen sogenannte Güterfreeways (Freightways) eingerichtet werden.

5 Administrative und wettbewerbliche Hemmnisse

Insgesamt sind zu den unter den vorstehenden Abschnitten 4.1 bis 4.3 dargestellten Aspekten zwar auf vielen Gebieten Aktivitäten in Gang gekommen. Ihre wirkungsvolle Umsetzung erscheint jedoch nicht in der Weise gesichert, daß der erwünschte Markterfolg eintritt. Neben einzelnen technischen Problemen und dem Zeitbedarf für den Bau und die Inbetriebnahme der notwendigen Anlagen, Fahrzeuge und Telematikeinrichtungen stehen ihnen administrative und wettbewerbliche Hindernisse entgegen. Die Koordination zwischen den Beteiligten und vor allem die internationale Abstimmung sind zu langwierig und nicht hinreichend effizient.

Zwei in den Bereich der Verkehrspolitik weisende Probleme lassen zeitliche Verzögerungen befürchten:

- Die europäische Standardisierung technischer Neuentwicklungen durch die europäische Normungsorganisation CEN (Comité Européen de Normalisation) und ihre Zulassung nach den zu schaffenden Normen EN ist für sich schon ein zeitraubender Vorgang. Auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens wird er noch erschwert durch die Rivalitäten zwischen dem CEN und dem internationalen Eisenbahnverband UIC (Union International des Chemins de Fer), der in seinen Ausschüssen teilweise sich mit den EN überschneidende Regelungen und teilweise zusätzliche die Innovation behindernde Bestimmungen zum

Schutz bisheriger Betriebspraxis erarbeitet bzw. aufrecht erhält. Dazu kommen noch die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität TSI, die die EU mit der Richtlinie 96/48/EG für das europäische Hochgeschwindigkeitsbahnnetz verlangt. Hier sollte insgesamt eine straffere Organisation und eine effizientere Kooperation verlangt werden.

- Die grenzüberschreitende Nutzung der Bahnnetze wird erschwert, solange die europäischen Länder die Richtlinie 91/440/EWG in unterschiedlicher Weise umsetzen. Die für die Nutzung der Bahnnetze zu entwickelnden Bedingungen und Trassenpreissysteme sollten einander angeglichen werden. Für den europaweit operierenden Kunden muß es möglich sein, mit nur einem Verantwortlichen seinen grenzüberschreitenden Transport schnell und flexibel zu vereinbaren.

Eine entsprechende Kooperation zwischen den Bahnen bzw. ihren Netzbereichen muß derartige Transporte zuverlässig ermöglichen. Das von der EU-Kommission mit einigen europäischen Bahngesellschaften gestartete Experiment der Güter-Freightways zeigt die noch bestehenden organisatorischen Schwierigkeiten auf diesem Wege auf.

Im übrigen ist die Wirkung der Maßnahmen dadurch zu vergrößern, daß die Marktbedingungen für alle Verkehrsträger weiter harmonisiert werden, d.h. daß die Infrastruktur- und Umweltlasten für alle in vergleichbarer Weise abgegolten werden.

6 Ergebnis und Folgerungen für die Verkehrspolitik

Im Ergebnis kann festgestellt werden, daß mit den verfügbaren Ressourcen und den kurz vor der Einführung stehenden technischen Maßnahmen relativ kurzfristig eine spürbare Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Bahn bewirkt werden kann. Um eine solche positive Entwicklung zu stimulieren, gibt der Wissenschaftliche Beirat nachfolgende Empfehlungen:

1: Zu fördern sind vor allem die Maßnahmen, die der besseren Ausnutzung des vorhandenen Netzes dienen. Neben der besseren Auslastung der Züge durch entsprechendes Marketing der Bahn und der Verdichtung der möglichen Zugfolge durch betrieblich-organisatorische Maßnahmen (z.B. Geschwindigkeitsangleichung) fällt darunter die Bewältigung von Engpaßsituationen in zentralen Verkehrsrelationen. Hierzu sind Investitionen hauptsächlich in Zugsicherungs- und Zugsteuerungstechnik sowie in Fahrzeuge mit verbesserter Antriebs- und Bremstechnik erforderlich. Besonders förderungswürdig sind Vorhaben zur Entwick-

lung und Einführung von funkbasierten Informations- und Kommunikationssystemen wie die bahninternen Projekte FZB und FFB sowie Ebula. Zukünftig sind die Informations-, Kommunikations- und Steuerungssysteme unternehmens- und länderübergreifend als interorganisatorische Systeme der beteiligten Verkehrs- und Wertschöpfungspartner auszulegen. Beispiele in diese notwendige Entwicklungsrichtung bilden das "European Train Control System" und das System "HABIS". Aufzubauen sind Sendungsverfolgungssysteme, die dem Kunden jederzeit Informationen über den Status der Auftragsrealisierung geben. Sendungsverfolgungssysteme bieten die Konkurrenten des Straßengüterverkehrs längst ihren Kunden an. Schließlich geben abgestimmte Informationssysteme erst die Basis für eine umfassende Integration der Anbieter von Schienengüterverkehrsleistungen in die industriellen Wertschöpfungssysteme.

2: Eine weitgehende Entmischung von Personen- und Güterverkehr in den stark belasteten Korridoren ist zu empfehlen. Mit vergleichsweise niedrigen Investitionen können die vorhandenen Lücken für ein Güterverkehrsnetz (CargoRailNet) geschlossen werden. Die DB AG geht in diese Richtung mit dem Projekt "Netz 21". Dabei müssen und können auch die Anforderungen eines Personenverkehrssystems mit aufeinander abgestimmten Zugangeboten für attraktive Reisezeiten und Taktfrequenzen ausreichend berücksichtigt werden. Hohe Maßstäbe sind jedoch auch an die Rentabilität dieses Projektes zu setzen, um eine effiziente Verwendung der finanziellen Mittel zu sichern.

3: Die Erhöhung der Effizienz in den Knotenbahnhöfen bildet einen wichtigen Ansatzpunkt zu einer besseren Auslastung des Schienennetzes. Fortschritte bei der notwendigen Verkürzung der Durchlaufzeiten in den Knotenbahnhöfen sind besonders im Güterverkehr von besseren Verfahren der Zugbildung und -abfertigung, insbesondere der Einführung der automatischen Zugkupplung (ZAK) und der elektronischen Bremsabfrage und -steuerung (EBAS) zu erwarten. Deshalb ist die zügige Einführung dieser neuen technischen Entwicklungen zu fördern.

4: Hoffnungen auf positive Veränderungen im Modal Split stützen sich vor allem auf massive Zuwächse im kombinierten Verkehr. Die Erfüllung der an den kombinierten Verkehr geknüpften Erwartungen hängt primär von Verbesserungen in den Schnittstellen zwischen den Verkehrsträgern ab. Derzeitige negative Effekte von Schnittstellen im Güterverkehr hinsichtlich Zeit und Kosten können durch die Fahrleistung nur in Einzelfällen und auf Dauer nicht kompensiert werden. Das Hinwirken auf eine merkliche Verminderung von Effizienzverlusten an Schnittstellen sollte deshalb die verkehrspolitischen Anstrengungen

zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit im kombinierten Güterverkehr prägen.

5: Wenn das Ziel, mehr Verkehr auf die Eisenbahn zu bringen, auch im Güterverkehr erreicht werden soll, muß das zukünftige Güterverkehrskonzept auf den drei Säulen beruhen: Massengut- und Logistikganzzüge, Züge des kombinierten Ladungsverkehrs zwischen geeigneten Sammelpunkten (wie Häfen und Güterverkehrszentren) und Wagenladungsverkehr zwischen Güteraufkommenspunkten mittlerer bis kleinerer Größe unter Nutzung von Trainsharing und Traincoupling und der (noch) zahlreichen Anschlußgleise. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewirkt werden, daß Netzteile, die der Regionalisierung unterliegen, in geeigneten Fällen auch weiterhin vom Güterverkehr mitbenutzt werden können.

6: Das Verkehrsaufkommen wächst am stärksten im internationalen Verkehr. Um einen größeren Anteil für die Schiene an diesem für die Eisenbahn besonders geeigneten Weitreckenverkehr zu erringen, sind verkehrspolitische Rahmenbedingungen noch zu schaffen. Die Anstrengungen der Verkehrsminister der europäischen Länder sollten vorrangig auf eine Angleichung in den relevanten Rahmenbedingungen zwischen den Ländern sowie zwischen den konkurrierenden Verkehrsträgern abzielen. Dabei muß es den Bahnen erlaubt sein, im Rahmen der Wettbewerbsregeln der EU so zu kooperieren, daß der europaweit operierende Kunde nur mit einem für den Transport verantwortlichen Partner zusammenarbeiten muß.