

7  
JAHRE

# ETR

EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU

# STREIFLICHT

## Hochgeschwindigkeits- verkehr



### *Kybernetik bei den Eisenbahnen*

Die praktischen Anwendungsmöglichkeiten der Kybernetik und Automation bei den Eisenbahnen zeigt u. a. der von der DB zur Verfügung gestellte Fahr Simulator. Der Originalführerstand (Bild 8) der neuen Schnellfahrlokomotive der DB, Baureihe E 03, ist mit einem Analogrechner verbunden; man kann damit im Stand eine Zugfahrt wirklichkeitsgetreu nachahmen. Film, Schaubilder und Instrumente stellen den Ablauf der Zugfahrt optisch dar. Neben der vollautomatischen Fahrt ohne Eingreifen des Lokomotivführers wird auch die halbautomatische Fahrt und die Fahrt „von Hand“ vorgeführt, wobei der Besucher die Rolle des Lokomotivführers übernehmen kann. Der Simulator warnt bei Fehlern in der Fahrweise und löst gegebenenfalls auch die Notbremsung aus.

### *Die automatische Kupplung*

Einer der Beiträge der UIC befaßt sich mit der Einführung der selbsttätigen Kupplung, die auch den Anforderungen der Zukunft genügen soll. Sie wird die bei den europäischen Eisenbahnen üblichen Spindelkupplung mit seitlichen Puffern ersetzen. Dabei wird eine Weiterentwicklung der Systeme der USA, Japans und der UdSSR erstrebt, die das Kuppeln der Luft- und elektrischen Leitungen mit einschließt. Auf dem UIC-Stand wird eine Mittelpufferkupplungs-Konstruktion in voller Größe vorgeführt (Bild 9). Daneben zeigen in- und ausländische Firmen von ihnen entwickelte automatische Kupplungen.

### **B. Die ununterbrochene Transportkette**

Das Bureau Internationale des Containers (BIC), das im Rahmen der IVA seine siebente Ausstellung durchführte, bringt in einem 800 m<sup>2</sup> großen Stand der Halle 18 die Darstellung einer „ununterbrochenen Transportkette“ vom Produzenten zum Verbraucher (Bild 10). Dafür stehen dem BIC außerdem noch rd. 4 000 m<sup>2</sup> auf dem Freigelände zur Verfügung. Das Leitwort dieser Behälterausstellung lautet „Kombinierter Verkehr, fortschrittlich, rationell, ein Vorteil für Sie“.

Der Besucher wird mit praktischen Beispielen über den zweckmäßigsten Einsatz von Kleinbehältern und Paletten unterrichtet. Die verladende Wirtschaft wird mit den sie besonders berührenden Problemen vertraut gemacht, so z. B. mit der Anpassung der Verpackung an die genormten Paletten-Grundmaße, mit der Verladeweise, mit der Transportversicherung, mit dem Einsatz von Gabelstaplern, Gabelhubwagen und Spezialstraßenfahrzeugen, mit der Palettenlagerhaltung und der innerbetrieblichen Transportrationalisierung. Ferner wird der Schlepplzugbetrieb mit Palettenanhängern und Kleinbehältern in der auf den Güterböden gebräuchlichen Art vorgeführt.

### **C. Schnellfahrten**

Die von der DB gestaltete Gruppe „Schnellfahrten“ befaßt sich mit der Lösung technischer und betrieblicher Probleme, die bei Geschwindigkeiten bis zu 200 und mehr km/h auftreten; so wird z. B. auf Fragen des Ober-

baues, des Baues der Fahrzeuge und der Bremsen, der Fahrleitung sowie der Signal- und Fernmeldetechnik eingegangen. U. a. werden ein Vorführmodell der bei so hohen Geschwindigkeiten erforderlichen Geschwindigkeitssteuerung und das dreiaxige Drehgestell der Schnellfahrlokomotive E 03 mit eingebauten Fahrmotoren gezeigt. Weitere Originalteile und Schaubilder werden den Fachmann und den Laien gleichermaßen anziehen.

Während der Ausstellung führt die DB erstmals einen Regelverkehr mit 200 km/h Höchstgeschwindigkeit durch. Die Züge, die zwischen München und Augsburg verkehren, beginnen und enden an einem eigens dafür errichteten Bahnsteig unterhalb des Fußgängersteiges, der über das Eisenbahnfreigelände zum IVA-Turm, dem Wahrzeichen der Ausstellung, führt. Jeder Besucher hat also die Gelegenheit, gegen eine geringe Gebühr vom Ausstellungsbahnhof aus an den planmäßigen Schnellfahrten teilzunehmen. Viele werden sich dieses technisch besonders reizvolle Erlebnis nicht entgehen lassen.

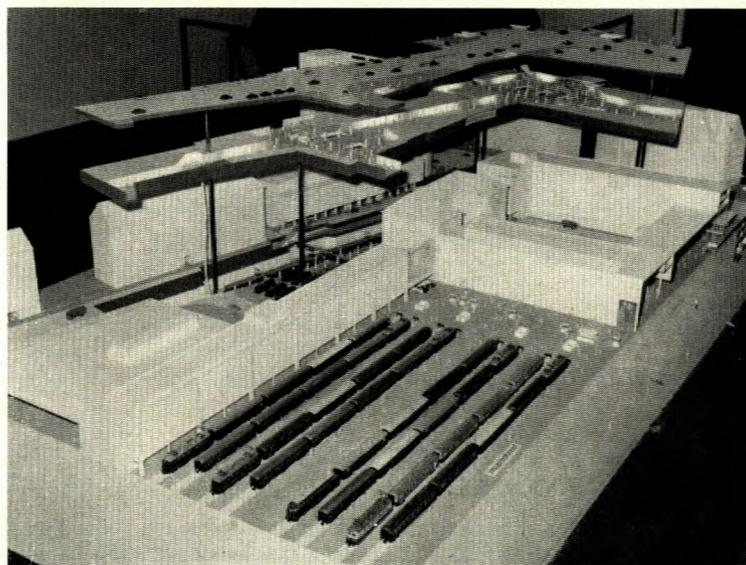
### **D. Antriebsarten**

Die Gruppe „Antriebsarten“ schließt sich sowohl sachlich wie räumlich an die „Schnellfahrten“ an. Der Besucher fühlt sich beinahe in eine Lokomotivfabrik versetzt; namhafte deutsche Unternehmen zeigen hier ihre neuesten Entwicklungen auf dem Gebiete der Elektro- und Dieselmotoren, Getriebe, Wechsel- und Gleichrichter. Der Fachmann wird eine Reihe technisch sehr beachtenswerter Einzelheiten finden; zu den Neuheiten zählt u. a. der kommutatorlose Bahnmotor.

### **E. Ballungsräume**

Die Zusammenballung der menschlichen Siedlungen zu Groß- und Weltstädten ist nicht nur eine örtliche Erscheinung, sondern Ursache und zugleich Folge einer weltweiten Entwicklung. Eines der vielen Probleme, die diese Ballungsräume mit sich bringen, ist die Bewältigung des Verkehrs auf den nicht mehr ausreichenden Verkehrsflächen. Eine Reihe von Bahnverwaltungen hat hierzu besonders aufschlußreiche Beiträge geliefert. An

*Bild 11: Schnittmodell des künftigen Bahnhofes der unterirdischen Münchener Verbindungsbahn neben dem Hauptbahnhof.*



### The Netherlands Railways' new Inter-City trains

The first Inter-City train of the new ICM-1 type was delivered to the NS in mid-December 1983. The whole order comprises 40 three-unit trains and is to be completed early in 1987, while a follow-up order is in preparation. The trains will operate on the 1,500-V d.c. system of the NS to serve the country's domestic Inter-City network.

Features of the new trains are a top speed of 160 km/h, the ability to couple up to five three-unit trains and the push-button-operated through units which permit passengers and train personnel to move freely between the train units during the journey.

The prototype series of seven ICM-O multiple-unit trains already delivered in 1977 are to be brought into line with the new series in respect of coupling up and operation.

As soon as all the trains of the IC service Amsterdam-Zwolle-Groningen/Leeuwarden are equipped with the new stock, the Den Haag/Rotterdam-Utrecht-Enschede link will follow in 1986. The prototype trains will be modified in line with the new series in respect of operating and coupling up during 1985.

With the planned 47 multiple-unit trains of the follow-up order it will be possible to operate the third main line to the north-east, Den Haag/Rotterdam-Utrecht-Zwolle-Groningen/Leeuwarden, with the new stock.

The comfortable and – especially in the 2nd Class – spacious seating arrangement, the good running properties, the heating and ventilation, and the provision of a minibar, will without doubt increase the attractiveness of the train services mentioned.

### Les nouvelles rames Intercity des Nederlandse Spoorwegen (NS)

A la mi-décembre 1983, les NS ont pris livraison de la première rame Intercity du modèle de série ICM-1. La commande comporte au total 40 rames à trois voitures, dont la livraison s'échelonne jusqu'au début de 1987. Une commande subséquente est en cours de préparation. Les rames circuleront sur le réseau à courant continu de 1500 V des NS dans les relations Intercity du régime intérieur.

Ces rames se caractérisent notamment par leur vitesse maximale de 160 km/h, la possibilité d'accoupler jusqu'à 5 rames de trois voitures et les têtes de traction à commande par boutons-poussoirs, permettant la circulation des voyageurs et du personnel entre les rames durant le parcours.

La série prototype de 7 rames ICM-O livrée dès 1977 sera adaptée au modèle de série en ce qui concerne la possibilité d'accouplement et la commande.

Dès que la relation IC Amsterdam-Zwolle-Groningen/Leeuwarden sera desservie totalement par les nouvelles rames, on passera en 1986 à la relation Den Haag/Rotterdam-Utrecht-Enschede. Les rames prototypes seront adaptées dans le courant de l'année 1985 aux nouvelles rames en matière de commande et de possibilité d'accouplement.

Avec les 47 rames prévues dans la commande subséquente, on pourra aussi assurer la desserte de la troisième ligne principale des relations nord-est Den Haag/Rotterdam-Utrecht-Zwolle-Groningen/Leeuwarden par ces nouvelles rames (fig. 17).

La disposition des sièges, confortable et spacieuse, notamment en 2ème classe, les bonnes

qualités de roulement, le chauffage et la ventilation ainsi que le service aux voyageurs au moyen minibus accroîtront sans aucun doute l'attractivité des relations indiquées.

★

### Nuevos trenes Intercity de los Nederlandse Spoorwegen (NS)

A mediados de diciembre de 1983 se entregó a los NS (FF. CC. Neerlandeses) el primer tren automotor Intercity del tipo ICM-1 construido en serie. El pedido entero comprende 40 automotores triples cuya entrega se habrá completado a principios de 1987. Un pedido de ampliación ya se está preparando. Estos trenes circularán en enlaces Intercity interiores de la red eléctrica a 1.500 V de corriente continua de los NS.

Una vez que todos los servicios IC de la ruta Amsterdam-Zwolle-Groninga/Leeuwarden estén a cargo de los nuevos automotores, se dotará en 1986 la línea La Haya/Rotterdam-Utrecht-Enschede. En el transcurso del año 1985, las unidades prototipo se adaptarán a los nuevos vehículos en cuanto a su manejo y equipos de combinación entre trenes.

Con los 47 trenes del pedido de ampliación, también la tercera ruta principal de los enlaces nordeste-La Haya/Rotterdam-Utrecht-Zwolle-Groninga/Leeuwarden—podrá ser servida por los nuevos automotores (fig. 17).

Gracias a la disposición cómoda y espaciosa de los asientos sobre todo también en 2ª clase, las buenas propiedades de rodadura, la calefacción y ventilación y el servicio a los viajeros por minibuses, aumentará sin duda la atraktividad de los enlaces mencionados.

## KURZBERICHTE

### Präsentation der Lok BR 120 – Weltrekord von 265 km/h für Lokomotiven in Drehstromantriebstechnik

Im Zuge der Komponentenerprobung für den Hochgeschwindigkeitsverkehr auf Neubaustrecken wurde die universell einsetzbare Lok der Baureihe (BR) 120 am 17. und 18. 10. 1984 der Fachwelt vorgestellt.

Den Sonderfahrten vorangestellt war eine Presseveranstaltung, an der mehr als 40 Journalisten aus dem In- und Ausland teilnahmen. Für die Deutsche Bundesbahn (DB) führte Vorstandsmitglied *Dipl.-Ing. Wiedemann* aus, daß mit der BR 120 „ein alter Traum“

in Erfüllung gehe, denn diese Loktype sei universell sowohl im schnellen Personen- als auch im schweren Güterverkehr einsetzbar und könne damit die Programme aller derzeit in Betrieb befindlichen Lokomotiven abdecken. *Bundesverkehrsminister Dr. Dollinger* teilte u. a. mit, daß die Haushaltsmittel für 36 Lokomotiven dieser Baureihe nunmehr freigegeben seien.

Der Pressekonferenz schloß sich unmittelbar eine Sonderfahrt von München nach Nürnberg an. Der

Wagenzug, bespannt mit der 120 001, bestand aus einem Meßwagen der Versuchsanstalt Minden, drei Großraumwagen 1. Klasse und einem Großraumwagen 2. Klasse, was einer Anhängelast von 250 t entsprach. *Dipl.-Ing., Dipl. Wirtschafts-Ing. Harprecht*, Referent für elektr. Triebfahrzeuge in der HVB, erläuterte während der Fahrt, daß es im Rahmen der Komponentenerprobung für Geschwindigkeiten über 200 km/h notwendig sei, auch Versuche mit Fahrzeugen vorzunehmen. Nur so könnten Aussagen über auftretende Seitenkräfte und dynamische Radatzkräfte, über das Verhalten der Oberleitung und die Auswirkungen bei der Begegnung von Zügen etc. erhalten werden. Zur Komponentenerprobung bei der Lok 120 001 für Geschwindigkeiten über 200 km/h wurde gegenüber dem Auslieferungszustand lediglich eine andere Getriebeübersetzung gewählt, die Frontscheibe geändert und die Skala des Geschwindigkeitsmessers ersetzt. Die Reisezugwagen stammten aus dem IC-Wagenpark und seien für Geschwindigkeiten über 200 km/h lauffähig nicht besonders hergerichtet. Der Oberbau sowie die Oberleitung seien für 200 km/h konzipiert und würden regelmäßig mit IC-Zügen befahren.

Im Abschnitt Augsburg-Donauwörth fand die Schnellfahrt statt. Über Monitore konnten die Teilnehmer, darunter Gäste aus Japan, USA, Finnland, Polen, Süd-

afrika etc., den Streckenverlauf aus der Sicht des Triebfahrzeugführers, die Geschwindigkeits- und die Zugkraftanzeige sowie auf einem dritten Monitor das Zugkraft-Geschwindigkeits-Verhalten im Soll/Ist-Vergleich mitverfolgen und den erreichten Weltrekord von 265 km/h für Lokomotiven in Drehstromantriebstechnik miterleben.

Nach Ankunft im Nürnberger Hauptbahnhof taufte *Oberbürgermeister Dr. Urschlechter* im Beisein von *BMV Dr. Dollinger* und aller Gäste die 120 001 auf den Namen „Nürnberg“.

In der abendlichen Vortragsveranstaltung wurde die Lok BR 120 vorgestellt. In seinen Ausführungen ging *MinR Harprecht* auf die vierjährige Betriebserprobung ein, während der von den fünf Prototypen rund 4 Mio. km in den Dienstplänen aller elektrischen Lokomotiven erbracht worden seien. Die Abstimmung zur max. Ausnutzung des physikalischen Kraftschlusses unter Berücksichtigung der elektrischen und mechanischen Schwingungssysteme einschl. der des Zuges sowie die Optimierung der Hilfsbetriebe waren Schwerpunkte seiner Ausführungen. Dank der ausgezeichneten Steuerung, Antriebstechnik, Rückspeisemöglichkeit und Lauffähigkeit sei es möglich, den derzeitigen Zuförderungsanforderungen mit nur einem Loktyp nachzukommen.

*Dipl.-Ing. Selbach*, Vorstand der Fa. BBC, referierte über das



Anfahrt eines 780t schweren Zuges mit Lok 120 005 bei definierten Schienenzuständen (Steigung 21,7‰; Radius 382 m  $\triangleq$  1,99‰)

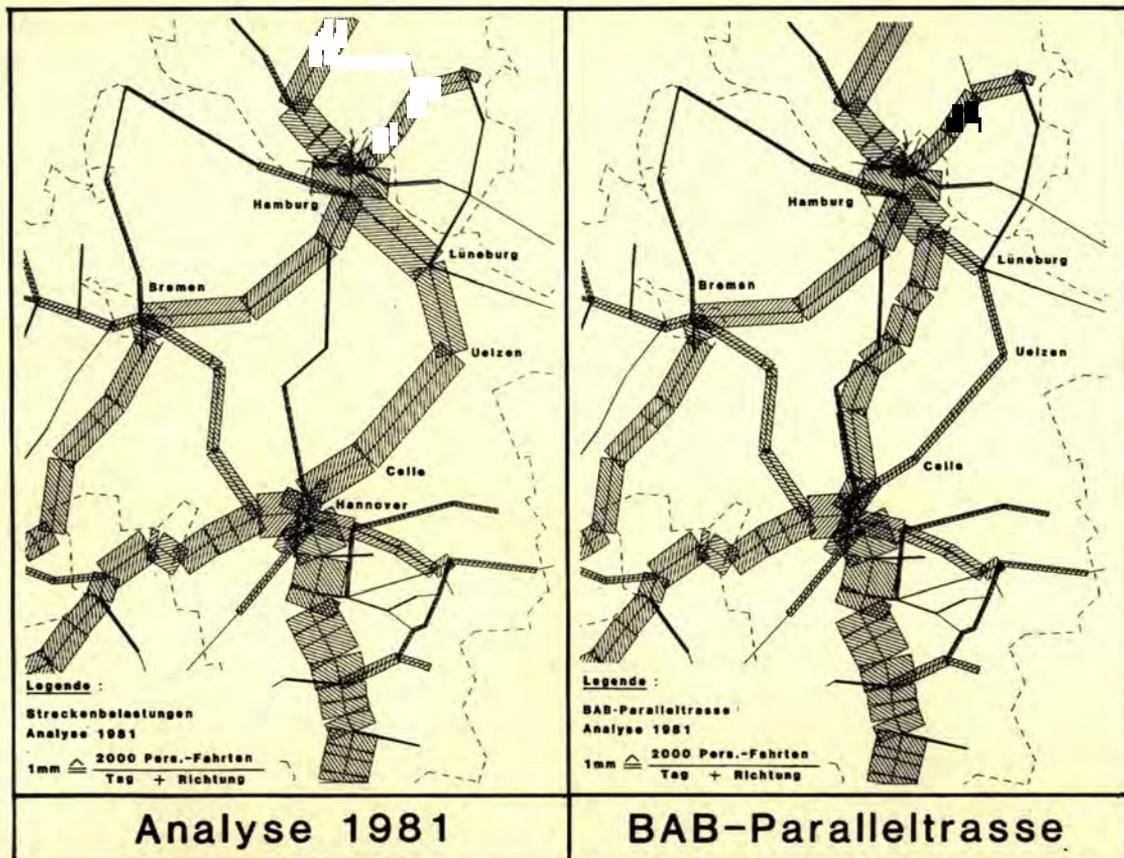


Bild 8: Vergleich der Streckenbelastungen

sungsregeln trassiert, sollte aber zur Gewinnung einer fahrdynamisch optimalen Gleisanlage für die Anfahr- und Bremsstrecken geschwindigkeitsabhängig geführt werden.

Der verkehrliche Nutzen aus der Erhöhung der Reisegeschwindigkeit im Schienenpersonenverkehr wurde mit einem maßnahmenempfindlichen Prognosemodell bestimmt. Ausgehend von der spezifischen Reisehäufigkeit nachfrage-relevanter Personengruppen wurde, differenziert nach Reisegründen, das Verkehrsaufkommen ermittelt. Danach ist, bezogen auf das durchschnittliche Tagesaufkommen 1981 der von Hannover nach Hamburg durchfahrenden Reisenden, aufgrund der Realisierung der BAB-Paralleltrasse mit einem Reisendenanstieg um etwa 7% auf 13300 Reisende zu rechnen. Das Verhältnis von Verkehrsaufkommen zu Betriebsaufwand, ausgedrückt durch den Quotienten Personenkilometer zu Zugkilometer, erhöht sich durch die Einrichtung der BAB-Paralleltrasse von 258 auf 278 Reisende/Zug.

**Schrifttum**

- [1] Engelmann, H., und B. Keppeler: Trassierung und Verkehrswert einer autobahnparallelen Eisenbahnstrecke für Hochgeschwindigkeitsverkehr. Forschungsbericht des Instituts für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb, Universität Hannover, Hannover 1985.
- [2] Deutsche Bundesbahn: Vorschriften für das Entwerfen von Bahnanlagen – Neubaustrecken. Druckschrift (DS) 800/2, 1979.
- [3] Bierschenk, H.: Ökonometrisches Verkehrsnachfragemodell mit räumlicher Übertragbarkeit. Veröffentlichungen des Instituts für Verkehrswesen, Straßenwesen und Städtebau, Universität Hannover, Heft 3, Hannover 1982.
- [4] Bundesbahndirektion Hannover: Streckenbelegung im Schienenpersonenverkehr 1981.

**Route planning and benefit of a high-speed rail link running parallel to a motorway**

The high-speed railway line alongside the level-country Hanover–Hamburg motorway (A 352, A 7) shows the practicability of utilizing an existing traffic corridor and has advantages in limiting the necessary encroachment on the countryside. The rail link can be planned in accordance with the accepted design rules, but this must be speed-dependent so as to obtain optimal track alignment for the vehicular dynamics over the starting and braking distances.

The benefit of increased speed in railway passenger services was examined with a forecasting model that can take account of various different parameters. Taking as starting point the frequency of travel among the groups of persons in question—differentiated according to journey reasons—the volume of traffic was determined. Thus, proceeding from the average number of passenger journeys per day from Hanover to Hamburg in 1981, an increase of about 7 percent to 13,300 passengers can be expected with a high-speed rail link parallel to the motorway. The return on expenditure, expressed by the ratio of passenger-kilometres to train-kilometres, would increase from 258 to 278 passengers per train.

★

**Tracé et valeur de trafic d'une ligne ferroviaire à grande vitesse parallèle à l'autoroute.**

La ligne ferroviaire à grande vitesse le long de l'autoroute de plaine Hannover–Hamburg (A 352, A 7) montre que l'utilisation d'un corridor de trafic existant est en principe possible et qu'elle offre des avantages non négligeables en ce qui concerne les interventions nécessaires dans le paysage. La ligne ferroviaire à tracé obligé peut être réalisée suivant les règles de dimensionnement en vigueur, à ceci près toutefois qu'elle devrait être conçue en fonction de la vitesse, afin d'obtenir, au plan de la dynamique de marche, une assiette de voie optimale pour les sections de démarrage et de freinage.

Le profit tiré par le trafic, de l'augmentation de la vitesse commerciale a été déterminé à l'aide d'un modèle de prévision réagissant aux mesures prises. A partir de la fréquence spécifique de voyage de groupes de personnes significatifs de la demande, on a déterminé le volume de trafic, en distinguant

selon les motifs de déplacement. D'après cette analyse, et en se référant au volume quotidien moyen de voyageurs ayant fait le trajet ininterrompu Hannover–Hamburg en 1981, il y a lieu de s'attendre, à la suite de la réalisation du tracé parallèle à l'autoroute fédérale, à un accroissement de 7% du nombre de voyageurs, qui passera à 13300. Le rapport entre le volume de trafic et les charges d'exploitation, exprimé par le quotient des voyageurs-kilomètres aux trainskilomètres, passe du fait de la réalisation du tracé parallèle à l'autoroute, de 258 à 278 voyageurs/train.

★

**Trazado y valoración como ruta de comunicación de una línea ferroviaria para tráfico a gran velocidad paralela a una autopista**

La línea ferroviaria para tráfico a gran velocidad a lo largo de la autopista que pasa por la llanura entre Hannover y Hamburgo (A 352, A 7) muestra que en principio es posible aprovechar un corredor de comunicación ya existente, solución que ofrece considerables ventajas en cuanto a la modificación necesaria del paisaje. La ruta de ferrocarril, para vehículos de guiado forzoso, puede ser trazada observando las reglas válidas de cálculo, pero su alineación debe elegirse en dependencia de la velocidad a fin de lograr, para las secciones de arranque y frenado, una posición de la vía óptima para la dinámica de la marcha.

El valor útil para el transporte, derivado del aumento de la velocidad comercial en el transporte de viajeros por ferrocarril, se determinó mediante un modelo de pronóstico sensible a las medidas que se adoptan. Partiendo de la frecuencia específica de viajes de diversos grupos de personas relevantes para la demanda, se averiguó el volumen de tráfico, diferenciado según motivos de viaje. Con arreglo a estos estudios y tomando como referencia el número diario medio para 1981 de los viajeros que siguen la ruta continua de Hannover a Hamburgo, se puede contar con un aumento de la cifra de viajeros a 13.300, en un 7% aproximado, al realizar el trazado de una línea paralela a la autopista federal. La proporción entre el volumen de tráfico y los gastos de explotación —expresado mediante el cociente de kilómetros/viajero a kilómetros/tren— crece de 258 a 278 viajeros/tren con el trazado de la línea paralela a la autopista.



### Lage der Versuchs- streckenabschnitte

- ZEICHENERKLÄRUNG
- Ausbaustrecken (ABS) und Neubaustrecken (NBS)
1. Rheda - Oelde
  2. NBS-Abschnitt Hannover - Würzburg
  3. NBS-Abschnitt Mannheim - Stuttgart

Bild 1: Lage der Versuchsstrecken für den HGV '90

messen werden die Luftgeschwindigkeiten im Ringraum zwischen Zug und Tunnel, Druckänderungen entlang des Zuges – außen und innen – sowie an mehreren ortsfesten Meßstellen entlang der Tunnelwand und an Einbauten im Tunnel, der Druckanstieg im Eingangs- und Sanitärbereich von Reisezugwagen, im Fahrgastraum, jeweils bei geschlossenem und außen offenem Übergang und in besonders abgedichteten Fahrgast- und Führerräumen. Die Messungen dienen dazu, die Wirksamkeit verschiedener Abdichtungsmöglichkeiten zu überprüfen und fahrzeugspezifische Beiwerte zur Berechnung aerodynamischer Wirkungen zu ermitteln. Bugwellenmessungen sollen Erkenntnisse über die Beanspruchung und Konstruktion von Fenstern, Türen, Übergangseinrichtungen, Schür-

zenklappen und anderer Elemente liefern. Die Messung der Druckstöße bei Begegnungsfahrten dient außerdem zur Beurteilung der Störwirkungen auf die Ladung sowie auf Lade- und Ladungssicherungsmittel bei Güterwagen. Die Ermittlung der Druckverteilung an den Fahrzeugen soll darüber hinaus Hinweise über die Art und Anordnung der Ansaugöffnungen für Klimaanlage und Kühlluftzufuhr für die Antriebsanlage liefern. Weitere Erkenntnisse zur Aerodynamik werden aus Versuchen gewonnen, die außerhalb des Versuchsprogrammes zum HGV durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich um Begegnungen von Reisezügen untereinander und mit Güterzügen in Tunneln auf der Direttissima Rom-Florenz der Italienischen Staats-

bahn, Begegnungsfahrten von Reisezügen mit  $V = 150 \text{ km/h}$  im Ostberger Tunnel der DB auf der Bergisch-Märkischen Strecke und Druckkammerversuche bei der British Rail.

▷ Luft- und Körperschallmessungen im Fahrzeug auf der freien Strecke und im Tunnel sowie die Ermittlung von Art und Umfang möglicher Schallschutzmaßnahmen für schotterlose Oberbauformen.

▷ Messungen zur Energieübertragung zwischen Oberleitung und Stromabnehmer. Im Vordergrund stehen hierbei die Erprobung verschiedener Stromabnehmerbauarten einschließlich des neuen ICE-Stromabnehmers mit Geschwindigkeiten bis zu  $V = 280 \text{ km/h}$  sowie die Ermittlung des minimal möglichen Abstandes bei Fahrt mit gehobenen Stromabnehmern im Hochgeschwindigkeitsbereich zur Absicherung der Zugkonfiguration und -bildung im HGV.

▷ Lauftechnische Messungen zur Ermittlung der Oberbaubeanspruchung, der Haftwertbeanspruchung bei  $V = 250 \text{ km/h}$  und zur Ermittlung der Rad/Schiene-Kräfte. Außerdem werden Versuche mit dem Reisezugwagen-Laufwerk MD 522 durchgeführt zur Auswahl und Optimierung der in den Intercity-Express einzubauenden Laufdrehgestelle.

▷ Messungen zur Betriebsleittechnik. Im Mittelpunkt stehen die Erprobung und Ertüchtigung der LZB-Streckeneinrichtung und des Fahrzeugerätes LZB 80 auf der Lok 120001, Untersuchungen zur Gleisfreimeldung hinsichtlich der Zuverlässigkeit bei Beeinflussung durch Traktionsströme bei Geschwindigkeiten über  $200 \text{ km/h}$ , Erprobung und Ertüchtigung des Stell- und Sicherungssystems von Weichen einschließlich der Zugortungskomponenten für die Auffahrmeldung zusammen mit den Messungen am Oberbau und die Ertüchtigung der Heißläuferortungsanlagen für  $V = 250 \text{ km/h}$ .

▷ Oberbautechnische Begleitmessungen zur Ermittlung der Schienenbeanspruchung, zum Nachweis der Gleislagestabilität, zur Erprobung von verschiedenen elastischen Zwischenlagen zwecks Angleichung der Bettungsziffern von Kunst- und Erdbauten zur Absicherung der Anwendung des Grenzwertes für die Gleisquerfestigkeit bei  $V = 250 \text{ km/h}$  und zur Ermittlung des Einflusses der äquivalenten Konizität auf die Kräfte zwischen Rad und Schiene mit dem Ziel der Verringerung der Oberbaubeanspruchung. Versuche mit schotterlosen Oberbauformen sind erst im Programmteil 2 vorgesehen.

Die Versuchsfahrten des Programmteils 1 werden mit folgenden Fahrzeugen durchgeführt:

- ▷ Triebfahrzeuge: 103003 und 120001

# Die neuen Elektro-Triebzüge 450/500 der FS

Im Hochgeschwindigkeitsbereich haben die Italienischen Staatsbahnen (FS) ein neues Konzept entwickelt; auf der Fahrzeugseite findet dies beim ETR 450 mit gleisbogenabhängiger Wagenkastensteuerung und beim ETR 500 seinen Niederschlag.

Die Forschungs- und Entwicklungsvorhaben nehmen gegenwärtig auch in Italien innerhalb der Verkehrspolitik eine eminent wichtige Position ein. Die Italienischen Staatsbahnen (FS) und die Industrie intensivieren ihre Entwicklungsprogramme vor allem im Hinblick auf den bevorstehenden Hochgeschwindigkeitsverkehr. Die Planer weisen jedoch ausdrücklich darauf hin, daß nicht allein der Antriebstechnik, sondern mehr denn je auch den formgestalterischen Gesamtlösungen Prioritäten eingeräumt werden. Wenngleich beim im Bau befindlichen elfgliedrigen Elektrotriebzug ETR 450 noch die konzeptionelle Verwandtschaft zum kleineren vierteiligen Prototyp ETR 401 (mit Wagenkastenneigungssteuerung) unverkennbar ist, wird man dem zur Zeit in den Studienbüros der FS und der Industrie entstehenden Superzug ETR 500 eine ganz neue Ästhetik unter Hinzuziehung von Automobil-Designern geben. — Man geht bei den FS davon aus, daß man nicht nur Technologie, sondern auch publikumswirksame und einfallsreiche Design-Kreativität zu „verkaufen“ hat.

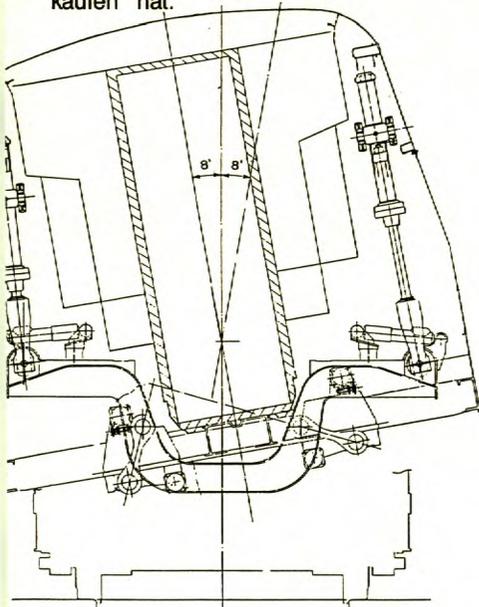


Bild 1: Schema der gleisbogenabhängigen Wagenkastensteuerung der Triebzüge ETR 401 und ETR 450

## 1. Aufgaben und Anforderungen

Zum Nahziel des verkehrsmarktorientierten Neu- und Ausbauprogramms für das Streckennetz der Italienischen Staatsbahnen gehören die Fertigstellung des nördlichen Abschnittes der zum größten Teil bereits in Betrieb befindlichen „Direttissima Rom—Florenz“, der zweigleisige Ausbau der Strecken Udine—Tarvis und Bologna—Verona sowie der viergleisige Ausbau verschiedener Linien in den Großräumen Turin, Mailand und Rom.

Um Marktanteile der Bahn zurückzugewinnen und die Wettbewerbsposition zu verbessern, sollen die Reisegeschwindigkeiten gesteigert und die planmäßigen Höchstgeschwindigkeiten auf 250 km/h (zwischen Florenz und Rom) und auf 200 km/h (Rom—Neapel, Bologna—Mailand) angehoben werden.

Voraussetzung zur Verwirklichung dieser Maximen sind nicht nur geeignete Strecken mit den nötigen Sicherungsanlagen, sondern auch die Entwicklung entsprechender Rollmaterialien unter Beachtung geringen Verschleißes an Fahrzeug und Oberbau sowie niedriger Wartungskosten. Zur Verbesserung der Wettbewerbssituation werden darüber hinaus ein hoher Fahrkomfort bei hervorragender Laufgüte und ein attraktives publikumsfreundliches Gesamt-Design angestrebt.

Da nicht alle Hauptstrecken, vorwiegend im gebirgigen Mittelitalien, begradigt oder mit angemessen großen Gleisradien ausgestattet werden können, die Reisezeiten aber trotzdem vermindert werden müssen, werden schnellfahrende Triebzüge mit Wagenkastenneigungssteuerung entwickelt.

## 2. Grundmuster ETR 401

Die FS lassen eine Seitenbeschleunigung von höchstens  $0,8 \text{ m/s}^2$ , in Ausnahmefällen bis zu  $1,0 \text{ m/s}^2$  zu. Das entspricht ungefähr  $0,1 \text{ g}$  (mit  $9,81 \text{ m/s}^2$  als Fallbeschleunigung). Bei 500 m Gleishalbmesser und einer Überhöhung der Kurve um 10% ergibt sich bei einer Geschwindigkeit von

Dipl.-Ing.  
Wolfgang Messerschmidt  
(64),

technischer Pressereferent. — Studium des Maschinenbaues an der Ingenieur-Akademie Beuth in Berlin. Oberingenieur im früheren Lokomotivbau der Maschinenfabrik Esslingen und im damaligen Technischen Gemeinschaftsbüro der Vereinigung deutscher Lokomotivfabriken in Kassel. Danach bis 1966 Pressereferent bei Krauss-Maffei in München, dann Elektroindustrie. Mitglied des VDI. — Anschrift: Rechbergweg 7, 7928 Giengen (Brenz).



100 km/h eine Seitenbeschleunigung von etwa  $0,06 \text{ g}$ , bei 125 km/h von  $0,14 \text{ g}$  und  $0,22 \text{ g}$  bei 144 km/h. Die beiden letztgenannten Geschwindigkeiten sind demnach unzulässig. Andererseits wäre eine noch größere Überhöhung in Gleiskrümmungen vor allem aus Sicherheitsgründen nicht ratsam. Statt dessen suchten die FS eine andere Möglichkeit, die auf den Zug beim Durchfahren eines Gleisbogens wirkende Zentripetalbeschleunigung, die der Reisende als Zentrifugalkraft empfindet, auszugleichen. Es wurden elektrische Triebzüge entwickelt, bei denen die Wagenkästen in Kurvenfahrt automatisch durch eine Hydraulikeinrichtung nach innen geneigt werden. Bei einer Neigung von  $8^\circ$  bis  $10^\circ$  konnte die Zuggeschwindigkeit um etwa 35% erhöht werden, ohne den geforderten Grenzwert mit  $0,8$  bis  $0,85 \text{ m/s}^2$  freier, nicht ausgeglichener Seitenbeschleunigung zu überschreiten (Bild 1).

Schon im Jahre 1972 entwickelte die FIAT Ferroviaria Savigliano ein Versuchsfahrzeug Y-0160 mit gleisbogenabhängiger Wagenkastensteuerung. Und bereits nach zweijähriger Erprobung entstand der viergliedrige elektrische Triebzug ETR 401, den die Fiat nach den gleichen Prinzipien konstruierte und an die FS lieferte. Die Hydraulikeinrichtung wird durch elektrisch betätigte Ventile gesteuert, die so synchronisiert sind, daß die Neigung an beiden Wagenenden gleich groß ist, um eine Torsionsbeanspruchung der Wagenkastenstrukturen zu verhindern. Das von Fiat erdachte und patentierte System enthält Beschleunigungsmesser, die Signale liefern, welche Filter durchlaufen, um Störeinflüsse infolge von Schienen- oder Weichenstößen auszu-

# Laufwerke für hohe Geschwindigkeiten Was gibt es Neues?

In 10 bis 15 Jahren wird der Fernverkehr bei den westeuropäischen Bahnen stark beherrscht werden von Hochgeschwindigkeitszügen auf Neu- und Ausbaustrecken. Laufwerke und deren Einzelkomponenten stellen ein wesentliches Element dar, um Geschwindigkeiten von 200 bis 300 km/h sicher zu beherrschen. Auf einige Lösungsvorschläge für Neu- und Weiterentwicklungen in der Bundesrepublik Deutschland wird eingegangen.

## 1. Einleitung

Die westeuropäischen Eisenbahnen erleben zur Zeit eine neue Blüte der hohen Geschwindigkeiten im Personenverkehr. Diese wird sie langfristig in die Lage versetzen, der Konkurrenz der Luftfahrt und insbesondere dem Straßen-Personenverkehr Paroli zu bieten.

Auf dem Gebiet der Geschwindigkeiten über 200 km/h gebührt der Französischen Staatsbahn (SNCF) das Verdienst, die Initialzündung in Europa gegeben zu haben. Ohne den nachweisbaren kommerziellen Erfolg des TGV wären Politiker der westeuropäischen Staaten nicht bereit, entsprechende Geldmittel für den Ausbau des Streckennetzes und für eine neue Generation von Schienenfahrzeugen bereitzustellen.

Die SNCF setzt ihre TGV-Züge der Süd-Ost-Strecke mit einer Höchstgeschwindigkeit von 270 km/h, ab 1989 auf der Strecke Paris—Le Mans (Bretagne) und später Paris—Tours (Bordeaux) mit 300 km/h ein. Die DB wird ab 1990/91 ihre Neubaustrecken mit  $v_{\max} = 250$  km/h befahren, ihre Ausbaustrecken wie bereits seit 1979 mit 200 km/h.

Die Britischen Bahnen (BR) haben ihr Intercitynetz mit Dieseltriebkopfzügen für 200 km/h ausgelegt. In Zukunft wird mit einer neuen Generation von elektrischen Wendezügen (Triebkopf und Steuerwagen) 225 km/h gefahren.

In Italien (FS) laufen die Arbeiten für das Befahren der Neubaustrecke Florenz—Rom für  $v = 250$  km/h; die auszubauenden Strecken (z. B. Florenz—Bologna—Mailand) sollen mit 200 km/h befahren werden. Die Schwedischen Staatsbahnen (SJ) werden von Stockholm nach Malmö, Göteborg und Sundsvall auf den vorhandenen Strecken Triebkopfwendezüge mit gleisbogenabhängig gesteuerter Wagenkasten-neigung einsetzen, wobei die Höchstgeschwindigkeit 200 km/h betragen wird. Die Schweizer (SBB) und die Öster-

reichischen Bundesbahnen (ÖBB) untersuchen die Verbesserung ihrer Netzstruktur durch teilweise Neubaustrecken für lokomotivbespannte Züge mit  $v = 200$  km/h. Innerhalb der nächsten 10 bis 15 Jahre wird die Verkehrsstruktur der westeuropäischen Bahnen wesentlich verbessert werden — die jetzt heranwachsende Generation kommt dann in den Genuß eines sehr schnellen und gleichzeitig umweltfreundlichen Landverkehrsmittels.

Einige Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Laufwerke für diese hohen Geschwindigkeiten werden nachfolgend vorgestellt.

## 2. Radsatzlager

Für den Hochgeschwindigkeitsverkehr sind nur Zylinder- und Kegelrollenlager einsetzbar, da nur sie über die niedrigen inneren Reibungsverluste verfügen. Diese sind erforderlich, um auch bei hohen Drehzahlen die Lagertemperaturen im Bereich von 60 bis 80°C zu halten. Niedrige Lagertemperaturen sind Voraussetzung für eine brauchbare Lebensdauer der Rollenlagerfette. Bis zu einer Geschwindigkeit von ca. 230—250 km/h können Zylinder- und Kegelrollenlager als etwa gleichwertig angesehen werden, darüber hinaus bietet das Kegelrollenlager eindeutige Vorteile. Die Grenze zwischen beiden Lagertypen ist fließend, und wird u. a. bestimmt vom Niveau der Radsatzlagerquerkräfte. Diese sind wiederum abhängig von der Rad/Schiene-Paarung und dem Konzept des Laufwerkes. Bei einer Radsatzlast von 10 bis 16 t genügen die Rollenlagerabmessungen 130 x 230 mm bzw. 130 x 240 mm. Der Dichtung kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da sie einerseits das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit von außen verhindern soll, andererseits einen Fettaustritt von innen nach außen verhindern muß, was besonders beim Kegelrollenlager wegen der natürlichen Pumpwirkung des Rollenlagerfettes von innen nach

Dr.-Ing.

**Thilo von Madeyski** (49),  
Leitender Bundesbahndirektor. — Studium an der Technischen Hochschule Hannover, Fachrichtung Maschinenbau und Schienenfahrzeugtechnik, nach dem 2. Staatsexamen im Maschinentechnischen Dienst, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Schienenfahrzeuge und maschinelle Bahnanlagen der Technischen Universität Hannover, Werkstätten dienst. Dezernent für die Entwicklung von Wagenlaufwerken beim BZA Minden (W). — Anschrift: Bundesbahn-Zentralamt Minden, Weserglacis 2, D-495 Minden (W).



außen notwendig ist. Schleifende Dichtungen bzw. einfache Labyrinthdichtungen sind brauchbar bis zu Geschwindigkeiten von 200 km/h, darüber müssen mehrfache Labyrinthdichtungen verwendet werden. Die im Werkzeugmaschinenbau bewährte

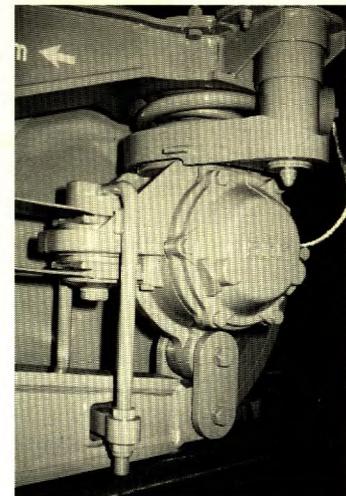


Bild 1:  
Radsatzlager  
für ICE/V

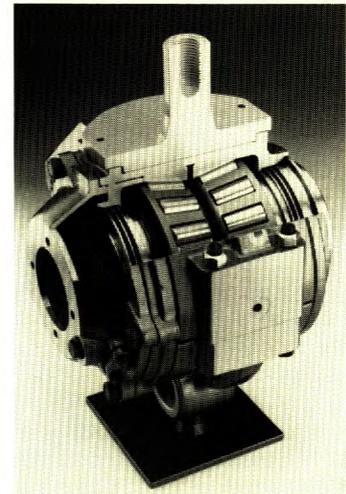


Bild 2:  
Radsatzlager  
für ICE/V

# Schnellbahnverbindung Paris—Brüssel—Köln/Amsterdam

Das von einer Expertengruppe aus den Ländern Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Frankreich und Niederlande untersuchte Schnellbahnprojekt Paris—Brüssel—Köln/Amsterdam verbessert nicht nur wesentlich den europäischen Eisenbahnverkehr sondern ist auch betriebswirtschaftlich rentabel. In die Studie wurden alle für einen Hochgeschwindigkeitsverkehr derzeit in Betracht kommende Technologien wie ICE, TGV und Transrapid einbezogen. Je nach Trassenführung und System verkürzt sich die heutige Fahrzeit zwischen Köln und Paris um bis zu zwei Drittel. Besondere Bedeutung gewinnt das Schnellbahnprojekt durch die Anbindung des geplanten Ärmelkanaltunnels.

## 1. Auftrag

Am 18. Juli 1983 hatten die Verkehrsminister der drei Länder Belgien, Frankreich und Bundesrepublik Deutschland beschlossen, die Möglichkeiten einer Schnellbahnverbindung zwischen Paris, Brüssel und Köln untersuchen zu lassen. Dabei sollte in einer ersten Vorstudie die Verkürzung der Reisezeit durch Anheben der Fahrgeschwindigkeit zwischen den genannten Zentren sozio-ökonomisch bewertet werden.

## 2. Vorstudie

Mit der Durchführung der Arbeiten wurde eine trilaterale Arbeitsgruppe mit drei Untergruppen aus Vertretern der Ministerien und der Bahnverwaltungen der drei Länder beauftragt. Das Mandat der Arbeitsgruppe läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

Die Gestaltung der Schnellbahnverbindung sollte sowohl den Ausbau der bestehenden Strecken als auch den Bau einer neuen Linie berücksichtigen, um eine gute Einbindung der Schnellbahnverbindung in die vorhandenen Schienennetze und deren Kompatibilität mit einem zukünftigen europäischen Hochgeschwindigkeitsnetz zu gewährleisten. Die Trasse sollte für Rad/Schiene-Technik und für Magnetschwebetechnik geeignet sein und sich harmonisch in die Umwelt einfügen, insbesondere bei der Einführung in die Stadtzentren.

Am 12. Juli 1984 wurde die Vorstudie den Verkehrsministern vorgelegt. Sie kommt zu dem Ergebnis, daß die Realisierung einer Schnellbahnverbindung Paris—Brüssel—Köln betriebswirtschaftlich und sozio-ökonomisch von Nutzen ist. Aufgrund dieses ermutigenden Ergebnisses haben die Verkehrsminister der Bundesrepublik Deutschland, Belgiens und Frankreichs

die Arbeitsgruppe beauftragt, ihre Untersuchungen weiterzuführen und zu vertiefen.

In die Untersuchungen wurde auch die Anbindung Amsterdams einbezogen. Die Niederlande wurden in die Arbeitsgruppe assoziiert. Die Regierung des Großherzogtums Luxemburg nahm an den Arbeiten mit Beobachterstatus teil.

Nach der im Januar 1986 getroffenen Entscheidung zum Ärmelkanaltunnelprojekt wurden auch die damit verbundenen Auswirkungen auf die Schnellbahnverbindung Paris—Brüssel—Köln/Amsterdam untersucht. Britische Beobachter wurden in diesen Teil der Arbeiten einbezogen.

## 3. Durchführbarkeitsstudie

### 3.1. Arbeitshypothesen

#### 3.1.1. Technik und Betrieb

Zur Orientierung der Arbeiten sollte von einem Trassierungsvorschlag Paris—Anbindung Lille—Brüssel—Anbindung Aachen—Köln ausgegangen werden. Alternativ war die Bedienung Lüttichs zu untersuchen.

Für die Magnetbahntechnik sollte zunächst die Trassenführung des Rad/Schiene-Systems unterstellt werden. Um jedoch die besonderen arteigenen Parameter einer Magnetbahntrassierung zu berücksichtigen, war auch eine alternative Trasse für dieses System zu überprüfen.

Konkret zu untersuchen waren die beiden Technologien, die für einen Schnellbahnbetrieb mit mehr als 250 km/h derzeit in Betracht gezogen werden können:

- ▷ die Rad/Schiene-Technik in Form der deutschen ICE- und der französischen TGV-Technologie sowie
- ▷ die TRANSRAPID-Magnetbahntechnologie, wie sie derzeit im Emsland erprobt wird.

### Dipl.-Ing.

Dietmar Lübke (49),

Abteilungspräsident. Seit 1. August 1980 Leiter der Abteilung Entwicklungsplanung des Bundesbahn-Zentralamts München. Studium des allgemeinen Maschinenbaus an der TH München. Nach dem 2. Staatsexamen im März 1966 Einsatz im Betriebsmaschinenamt der BD München, wissenschaftlicher Mitarbeiter beim BZA München. Vom 1. August 1970 bis 31. Juli 1973 im Bundesverkehrsministerium, Abteilung A tätig. Bis Oktober 1974 AV MA Rosenheim, anschließend Dez 102 und Dez 107 in der Abteilung Entwicklungsplanung des BZA München. — Anschrift: Bundesbahn-Zentralamt München, Arnulfstraße 11, 8000 München 2



Als Höchstgeschwindigkeiten wurden  $V = 300$  km/h für das Rad/Schiene-System und  $V = 400$  km/h für die Magnetbahn vorgegeben.

### 3.1.2. Nachfragepotentiale

Das zu erwartende Verkehrspotential für die Schnellbahnverbindung Paris—Brüssel—Köln wurde in der Vorstudie mit einem vorhandenen Potentialmodell der SNCF auf der Basis der TGV-Strecke Paris—Lyon nur grob abgeschätzt. Dabei wurde unterstellt, daß die Schnellbahnverbindung 1992 in Betrieb gehen kann. Für die weiteren Arbeiten zur Durchführbarkeitsstudie kamen jedoch Nachfragemodelle aus allen beteiligten Ländern zum Einsatz, die sich außerdem auf sehr differenzierte Erhebungen im grenzüberschreitenden Verkehr abstützen können.

### 3.1.3. Betriebs- und volkswirtschaftliche Rechnung

Für die betriebswirtschaftliche Bewertung der Schnellbahnverbindung wurde eine projektbezogene Marginalbetrachtung durchgeführt. Dabei wurden die den Planungsvarianten zurechenbaren Kosten und Erlöse mit jenen des Planungs-Nullfall verglichen. Als Planungs-Nullfall wurde die Variante ohne Infrastrukturverbesserungen definiert.

Zusätzlich zur betriebswirtschaftlichen Rechnung wurde eine gesamtwirtschaftliche „Sozialbilanz“ erstellt. Grundsätzlich wurde dabei eine Monetarisierung der Nutzen- und Kostenelemente angestrebt.

verkürzt werden, sondern das neue Leistungsangebot wird auch einem möglichst großen Kreis von Benutzern zugänglich gemacht. Bild 22 bringt ein Beispiel der derzeitigen und nach Einführung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs auf den wichtigsten inneritalienischen Relationen zu erwartenden Reisezeiten, ausgehend von Rom.

Das System wird sich auch in einer Verbesserung des Regionalverkehrs in den Einzugsgebieten von Mailand, Florenz, Bologna, Rom und Neapel sowie in einer Kapazitätsausweitung im Güterverkehr günstig auswirken.

### 10. Forschungsprojekte

Für Forschungs- und Versuchsprojekte wurde bereits bei der generellen Planung des Hochgeschwindigkeitssystems ein beachtlicher Teil aller Mittel bereitgestellt. Vor

schiedenen Systemen eingebaut, die sich mit dem traditionellen Schotterbett abwechseln. Es kommen einfach- oder doppeltelastische Befestigungsmittel zur Anwendung. Ferner ist die Erprobung eines neuen Weichenkonzepts für Höchstgeschwindigkeiten im ablenkenden Strang von 220 km/h und mit beweglichem Herzstück vorgesehen. Schließlich sollen neue Lösungen auf dem Gebiet der Signalanlagen, die Zusammenfassung aller technischen Einrichtungen für die Fahrleitung und überhaupt alle technologisch neuen Vorschläge geprüft werden, die bei den zukünftigen Hochgeschwindigkeitsstrecken zur Anwendung kommen.

Das zweite Forschungsprojekt betrifft die Stromversorgung.

Das gegenwärtig auf dem italienischen Eisenbahnnetz betriebene System mit 3000 V Gleichstrom ist ohne weiteres mit dem Hochgeschwindigkeitssystem verein-

Das neue System löst das Schutzproblem durch die Speisung der Fahrleitung mit einem gesteuerten Maximalstrom über in den Unterwerken eingebaute Thyristorbrücken. Auf den Fahrzeugen können Umformer von entsprechender Leistung und Gleichstromtransformatoren vorgesehen werden, so daß alle Vorteile des Energietransports in Form von Gleichstrom genutzt werden können (geringere Verluste, Kontinuität der Fahrleitung, kontinuierlicher Ladefluß, geringere Oberschwingungen auf der Hochspannungsseite). Bei entsprechender Auslegung des Systems können noch weitere Vorteile nutzbar gemacht werden, bestehend in der Herabsetzung der Kurzschlußströme, freien Wahl der Maschinenfrequenzen und in der Möglichkeit, die vorauszusehende weitere Entwicklung der Leistungselektronik voll zu nutzen.

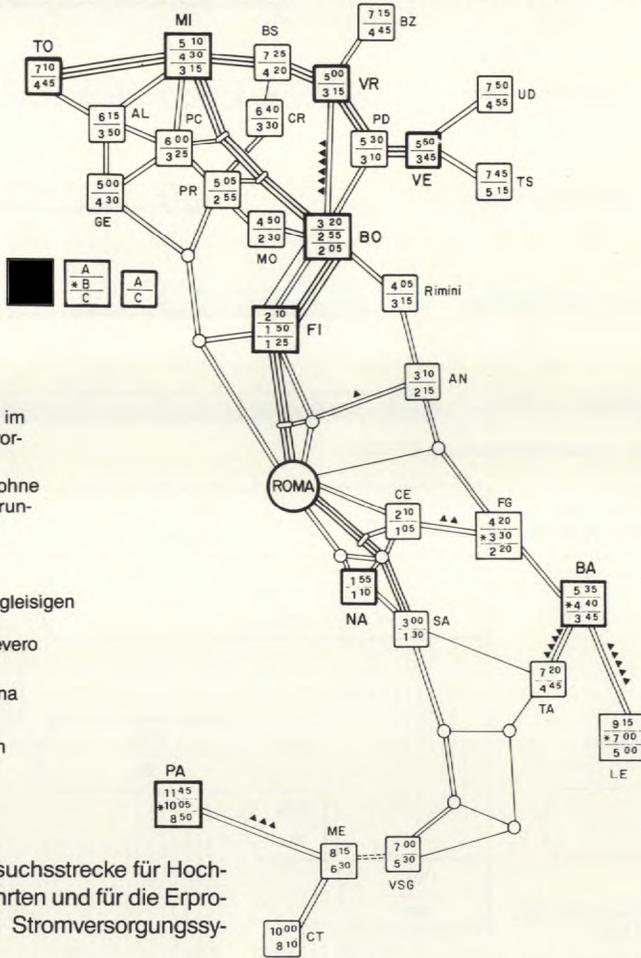
### 11. Schlußbemerkungen

Dem Projekt liegt nicht die Suche nach außergewöhnlichen technischen Lösungen zugrunde, sondern der Vorsatz, ein System mit möglichst vorteilhaftem Kosten-Nutzen-Verhältnis zu schaffen, indem ganz besondere Aufmerksamkeit der Senkung der Betriebskosten gewidmet wurde. Davon ausgehend wurde auf lange Laufzeiten des rollenden Materials, auf eine weitgehende Strukturierung der Reparatur- und Unterhaltungsmaßnahmen, verbunden mit der Entwicklung von Diagnosemethoden für Bord- und Bodenausüstung, auf die Einführung fortschrittlicher Kriterien im Bereich der Kontrolle und Unterhaltung von Gleisen und ortsfesten Anlagen sowie auf eine optimale Regelung des Zugverkehrs mittels modernster Systeme und auf alle anderen Maßnahmen Wert gelegt, die zu einer Kostensenkung beitragen können.

Die Finanzierung eines ersten Teilstückes (Rom—Neapel—Battipaglia) ist bereits in der Planung für den Fünfjahreszeitraum 1987 bis 1991 enthalten. Die Verpflichtung, das gesamte Programm von Mailand bis Battipaglia durchzuführen, ist gesetzlich verankert.

Die Planung der neuen Strecke ist bereits sehr weit fortgeschritten, und die ersten Baustellen sollen noch im Jahre 1987 eröffnet werden. Die Übergabe der neuen Linie Rom—Battipaglia an den Hochgeschwindigkeitsverkehr mit einer ersten Flotte von Zügen des Typs ETR 500 ist für Ende 1991 zu erwarten.

Bild 22: Reisezeiten ab Rom



- Zeichenerklärung**
- A-Gegenwärtig schnellste Verbindung
  - B-ETR 450 Verbindung im Fahrplan 1988 auf der vorhandenen Strecke
  - B\*-Schnellverbindung (ohne vorgesehene Verbesserungen)
  - C-Schnellverbindung mit ETR 500
  - Fertigstellung von zweigleisigen Strecken
  - ▲ Pescara—S. Severo
  - ▲▲ Bari—Lecce
  - ▲▲▲ Bologna—Verona
  - ≡ Schnellstrecken

allein wird eine Versuchsstrecke für Hochgeschwindigkeitsfahrten und für die Erprobung eines neuen Stromversorgungssystems gebaut.

Die ungefähr 25 km lange Versuchsstrecke wird durch Umbau der vorhandenen Strecke Piacenza—Castelvetro entstehen; sie setzt sich aus fünf Geraden (Gesamtlänge 20,2 km) zusammen, die durch vier Kurven mit Radien von 2000 m bzw. 3000 m verbunden sind. Auf ihr werden etwa ab 1988 die Probefahrten der Prototypen des ETR X 500 und ETR Y 500 mit Geschwindigkeiten von 300 km/h und darüber stattfinden.

In die Versuchsstrecke werden auch Abschnitte mit fester Fahrbahn nach ver-

bar, da bewiesen wurde, daß aus einer so gespeisten Fahrleitung die Züge die benötigten 11 MW entnehmen können.

Bei einem bereits mit Gleichstrom elektrifizierten Netz, wie es in Italien besteht, kann als eventuelle zukünftige Entwicklung nur neuerlich ein Gleichstromsystem in Frage kommen, wohl aber mit höheren Spannungen (z. B. 12 000 V Gleichstrom). Solche Systeme sind heute dank der Leistungselektronik möglich geworden, die die traditionellen Grenzen der Schalter in der Gleichstromtechnik überwunden hat.

**A new high-speed rail system for Italy**  
The article describes the preliminary analyses of traffic volume and the basic decisions taken by the Italian State Railways (FS) in respect of the development of a high-speed network. High-speed lines and new traction and rolling stock for top speeds of 300 km/h are to be built.

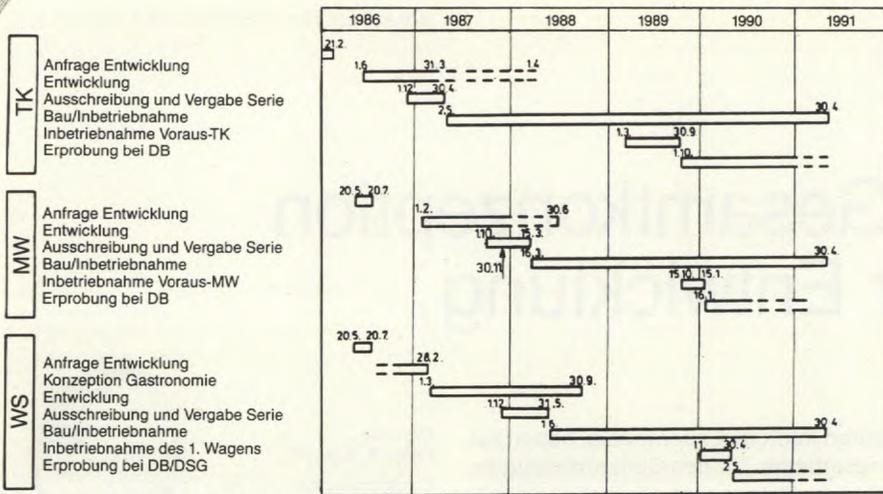


Bild 2: Zeitplan für Entwicklung und Bau des Intercity Expres (Stand: Juni 1987)

- ▷ Servicewagen mit hochgewölbtem Dach und zusätzlichen Oberlichtfenstern,
- ▷ aerodynamisch optimale Gestaltung wie beim IC Experimental.

Wie bei anderen Bahnverwaltungen, die teils schon seit Jahren Schnellverkehr betreiben, wird auch bei der DB für den Hochgeschwindigkeitsverkehr mit 250 km/h und mehr der Triebzug eingesetzt, der auch für den grenzüberschreitenden Personenschnellverkehr in Europa die einzig diskutabile Lösung darstellt. Die betrieblich nicht trennbare Einheit wird in allen entscheidenden Komponenten das Geschwindigkeitspotential bis 300 km/h voll berücksichtigen, d. h. Laufwerke, Stromabnahme und Bremskonzept können ohne Neuentwicklung auch das Rahmenlastenheft eines europäischen 300-km/h-Triebzugs erfüllen.

Die bewährte Drehstromantriebstechnik wird noch während der Entwicklungszeit des ICE entscheidende Fortschritte in der digitalen Steuerungstechnik, der Leistungsstromrichter mit GTO-(Gate-Turn-Off)-Elementen und der Stromrichter Kühlung machen. Es ist davon auszugehen, daß teils vom ersten Triebkopf an die ICE-Züge mit dieser fortgeschrittenen Technik ausgerüstet werden.

Beim Vorläuferfahrzeug ICE/V war die anfängliche Überlegung zum Bau eines 3,2 m breiten Mittelwagens im Interesse eines verbesserten Komforts insbesondere in der zweiten Wagenklasse zunächst nicht durchsetzbar. Um trotz der Bindung an die UIC-Begrenzung noch eine akzeptable Wagenbreite zu erreichen, wurde beim ICE/V die Mittelwagenlänge auf 24,3 m begrenzt, so daß eine größte Wagenbreite von 2,93 m erreicht werden konnte, d. h. über 10 cm mehr als beim heutigen IC-Wagen der DB.

Genauere Untersuchungen haben inzwischen gezeigt, daß die für breitere Fahrzeuge erforderlichen Investitionen zur Beseitigung von Engstellen im Netz (Gleisabstände, Tunnel, Brücken) sich in Grenzen halten, wenn man sie auf das IC-Netz bezieht. Für die Mittelwagen des ICE kann

daher eine größte Wagenbreite von 3,02 m in 1,80 m über SO, d. h. im Bereich der Armlehnen, zugelassen werden, auch wenn die Wagenlänge wieder 26,4 m erreicht. Trotz größerer Länge, die wirtschaftlich günstiger ist, wird der ICE-Mittelwagen nochmals 9 cm breiter als der ICE/V-Wagen; die Nachbarverwaltungen ÖB und SBB haben bereits ihre Zustimmung für

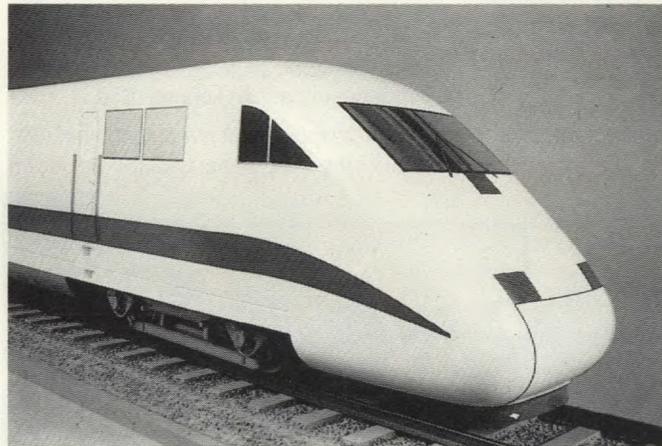


Bild 3: Kopfform des Serien-Triebkopfes ICE (Modellaufnahme)

den Einsatz dieser Wagen auf ihrem Netz signalisiert, soweit es sich um ICE/V-Anschlußstrecken handelt.

Der Bau auch der Serien-Mittelwagen in Aluminium-Strangpreßprofilbauweise wird Halbzeughersteller, Waggonbaufirmen und Lieferanten von Anstrichstoffen zu einer engverzahnten Projektarbeit führen, um den Erfolg dieser Bauweise sicherzustellen. Die bereits beim ICE/V-Mittelwagen durchgeführten Verbesserungen gegenüber bisher bekannten Entwicklungen werden dabei voll berücksichtigt. Die Aufmerksamkeit gilt dabei der aluminiumgerechten Konstruktion, dem Korrosionsschutz und der Anstrichhaftung. Von der Verwendung relativ dickwandiger Aluminium-Strangpreßprofile, die bis zu 800 mm Umkreisdurchmesser hergestellt werden können, wird u. a.

- ▷ ein niedriger Fertigungsaufwand,
- ▷ eine Verringerung von dynamisch empfindlichen Schweißnahtlängen,
- ▷ eine erhöhte Widerstandsfähigkeit ge-

gen den Lastfall „Druckwechselbeanspruchung“ beim Begegnungsstoß im Tunnel erwartet.

Die im Versuch nachgewiesenen guten aerodynamischen und aeroakustischen Eigenschaften des ICE/V sollen auch beim ICE gewahrt bleiben. Es bedarf daher einer sorgfältigen Detailoptimierung im Zuge der ICE-Entwicklung, um diese Forderungen zu erfüllen, da einige Änderungen gegenüber dem Vorläuferfahrzeug erforderlich werden:

- ▷ Aufbau eines zweiten Stromabnehmers für den Einsatz in der Schweiz (teilweise kompensierbar durch Verlegung des Hauptschalters unter Dach in den Maschinenraum),
- ▷ Ersatz des außenhautbündigen Wagenübergangs des ICE/V durch eine kostengünstigere Lösung aus teilbarem Doppelwellenbelag und äußeren Windleitprofilen.

### Gestaltung der Triebköpfe

Die Triebköpfe des ICE werden in diesem Heft ausführlich behandelt; hier sollen daher nur einige Punkte zum besseren Ver-

ständnis des Gesamtkonzeptes des ICE genannt werden.

Die Triebköpfe folgen weitgehend dem Konzept des Vorläuferzuges. Der leicht geänderte Querschnitt der Mittelwagen mit nur einem Seitenwandknick in 1800 mm über Schienenoberkante und die von 10° auf 5,2° verminderte untere Seitenwandschräge zur Erzielung besserer Einstiegsverhältnisse in den Mittelwagen erfordert zur Einhaltung der Fahrzeugbegrenzung eine leichte Modifizierung der Triebkopfform, die dadurch etwas schlanker wirkt (Bild 3), die Entwicklungsgrundlage jedoch nach wie vor erkennen läßt.

Als wesentliche Änderungen gegenüber dem ET 410 sind zu nennen:

- ▷ Auf 2x4800 kW gesteigerte Dauerleistung zur Erfüllung des Zugförderprogramms,
- ▷ Vergrößerung des Führerraums und Weiterentwicklung des Führertisches unter Einbeziehung moderner Anzeigetechniken,

## KURZBERICHTE

### ORE-Kolloquium „Erfahrungen aus der Einführung und dem Betrieb der Strecken mit hohen und höchsten Geschwindigkeiten“ in Arezzo (Italien)

Um den Informationsaustausch, dessen Bedarf sich aus dem hohen Interesse der Bahnen an einer Erhöhung der Geschwindigkeiten bzw. an einer Kürzung der Reisezeiten ergibt, zu fördern, wurde am 26. und 27. Oktober 1987 vom Forschungs- und Versuchsammt (ORE) des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) in Arezzo (Italien) unter dem Vorsitz des ORE-Direktionskomitee-Präsidenten, Dipl.-Ing. J. P. Blank, ein Kolloquium zum Thema „Erfahrungen aus der Einführung und dem Betrieb der Strecken mit hohen und höchsten Geschwindigkeiten“ veranstaltet, an dem sich über 300 Fachleute der UIC-Mitgliedsbahnen, der Wissenschaft, der Industrie, von Ingenieurbüros und anderen Institutionen der Verkehrstechnik beteiligten. Die vier Tagungen befaßten sich in insgesamt 20 vorgelegten und weiteren acht nicht vorgetragenen Beiträgen mit dem gesamten einschlägigen Spektrum der Infrastruktur und der Fahrzeuge. Wegen der behandelten Themen und der Vortragenden wird auf die Vorankündigung in ETR 36 (1987), Heft 9, Seiten 599/600, verwiesen. Jede Tagung fand ihren Abschluß mit einer Diskussion, in die auch die nicht vorgetragenen Beiträge einbezogen wurden. Am 28. Oktober 1987 wurde für die Teilnehmer eine Exkursion mit den Triebzügen ETR 401 „Pendolino“ und ETR 450 (Triebzüge mit gleisbogenabhängiger Wagenkastensteuerung) der FS auf dem Streckenabschnitt Arezzo—Florenz durchgeführt. Am selben Tag stellten sich im Centro Affari in Florenz die Herren L. Ligato, Präsident der FS, J. P. Blank, Präsident des ORE-Direktionskomitees, sowie J. Bouley, Generalsekretär der UIC, der Presse.

In den Begrüßungs- und Eröffnungsansprachen wiesen der Generaldirektor der FS als gastgebender Bahn, Herr G. Coletti, der Präsident des ORE-Direktionskomitees und der Generalsekretär der UIC u. a. auf die Bedeutung hin, die der Angebotsverbesserung im Schienenverkehr zu-

kommt. Hierzu sei es notwendig, ein System zu verwirklichen, das sowohl neue Züge als auch neue Infrastrukturen vorsieht. Basis aller Planungen und Netzkonfigurationen für einen Schnellverkehr in Europa bildeten in erster Linie die nationalen Potentiale, Strecken und Einrichtungen. Um jedoch die Vorteile der im Entstehen begriffenen nationalen Hochgeschwindigkeitsangebote auch für den grenzüberschreitenden Verkehr wirksam werden zu lassen, sei es notwendig, die Planungen weitgehend aufeinander abzustimmen und vor allem gemeinsame Ressourcen zu nutzen. Die Schnellbahnverbindung Paris—Brüssel—Köln/Amsterdam und weitere diskutierte Projekte könnten dafür gute Ansatzpunkte sein. Bei allen Überlegungen für ein europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz sollte allerdings nicht übersehen werden, daß für neue Verbindungen der Wirtschaft- und Bevölkerungszentren in einem Entfernungsbereich von etwa 600 km bei Reisezeiten zwischen drei Stunden und vier Stunden ausreichende Potentiale vorhanden sein müssen, die die enormen Investitionen rechtfertigen. Einige europäische Bahnen seien seit einiger Zeit dabei, gemeinsam die Umriss eines Hochgeschwindigkeitsnetzes zu erarbeiten. Nur mit einer solchen Konzeption könnten sie sich in der Öffentlichkeit mit Erfolg zu ihren Absichten artikulieren.

Im Verlauf der 1. Tagung mit dem Generalthema „Ausbau der Netze für den Hochgeschwindigkeitsverkehr“ unter Vorsitz von Herrn S. Rizzotti (FS), Präsident des UIC-Ausschusses Planung und Wirtschaftsfragen, berichteten Vertreter der Bahnen, die Hochgeschwindigkeitsstrecken bereits betreiben, bauen oder planen, über die wichtigsten Merkmale ihrer Systeme, den Stand der Realisierung, die Produktionsplanung und die bisherigen Betriebserfahrungen.

Der Beitrag der FS befaßte sich mit dem Vorgehen bei der Auswahl der Grobentwürfe, die für eine Machbarkeitsstudie der Nord-Süd-Strecke Mailand—Bologna—Florenz—Rom—Neapel—Battipaglia vorlagen. Dank des Einsatzes fortschrittlicher Technologien und spezifischer Organisationsprogramme konnten hierbei alle

Aspekte, die eine Erhöhung der Betriebszuverlässigkeit und die Minimierung der Betriebsführungskosten zum Inhalt haben, berücksichtigt werden. In einem weiteren Beitrag der FS wurden die Erfahrungen mit den ortsfesten Anlagen, dem Betriebsprogramm, bei der Verkehrsabwicklung und bei der Instandhaltung der „Direttissima“ Rom—Florenz nach zehn Jahren Betrieb vorgestellt.

Der Bericht der SNCF zog aus fünf Betriebsjahren der TGV-Strecke Paris—Südost eine aufschlußreiche Bilanz und analysierte die erzielten Ergebnisse unter dem Gesichtspunkt des Erfolges auf technischer, kommerzieller und finanzieller Ebene.

Bei der DB sind für den Neuausbau von Strecken, Rangierbahnhöfen und Terminals des Kombinierten Ladungsverkehrs in der Zeit von 1986 bis 1995 Investitionen von 21 Mrd. DM vorgesehen. Die Streckenplanung ist im Bundesverkehrswegeplan (BVWP) verankert. Besondere Bedeutung mißt die DB dem Ausbau vorhandener Strecken bei. Bis zum Jahr 1991 wird das Schnellbahnnetz einen Umfang von rund 1000 km haben, der sich nach Realisierung aller Maßnahmen aus dem „Vordringlichen Bedarf“ des BVWP '85 auf rund 2000 km vergrößern wird. Die Planungen sind Teil des Europäischen Infrastruktur-Leitplanes. Von der verbesserten Infrastruktur wird die Produktionsplanung der DB im Personen- und Güterverkehr tangiert. U. a. erlaubt die Aufstockung der Streckenkapazität abschnittsweise oder tageszeitbezogen eine Entmischung der Züge mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und unterschiedlichen verkehrlichen Aufgabenstellungen (Personen-/Güterverkehr bzw. Regional-/Fernverkehr).

Die SNCF stellte heraus, daß die Schnellbahnverbindung Paris—Brüssel—Köln/Amsterdam und der Kanaltunnel aufgrund der Neuartigkeit, des Umfangs und der Komplexität der von mehreren Ländern durchgeführten Untersuchungen eine „Premiere“ auf internationalem Gebiet sind. Die Bewertung der Schnellbahnverbindung wurde durch zunächst drei, dann durch vier Länder (Frankreich, Belgien, Bundesrepublik und Niederlande) vorgenommen. Die derzeit aktuellen Fragen im Bereich des schienengeführten Hochgeschwindigkeitsverkehrs betreffen die Optimierung der Streckenführung, die Auswahl der Hochgeschwindigkeitstechnik, das Betriebsprogramm, die Verkehrsplanung, die wirtschaftliche Bewertung sowie die finanziellen und juristischen

Regelungen. In einem gesonderten Beitrag der SNCF wurde der Systemvergleich für die Schnellbahnverbindung unter dem Gesichtspunkt ihrer Investitions- und Betriebskosten behandelt, der sich auf einzelne Rad-Schiene-Systeme mit Hochgeschwindigkeitsbetrieb und auf das Magnetschwebesystem bezieht und Ergebnis der bilateralen deutsch-französischen Zusammenarbeit ist. Die Aspekte der Methodik sowie die Untersuchungen im Bereich der Analyse der Grundbetriebskosten sind dabei ebenso interessant wie die erzielten Ergebnisse.

Bei der RENFE besteht seit Ende 1986 ein Eisenbahnbeförderungsplan, der die Richtlinien der spanischen Eisenbahnen bis zum Jahr 2000 wiedergibt. Gedacht ist an neue Strecken und an den zweigleisigen Ausbau bestehender Strecken. Die Aktivitäten beziehen sich auf die Schaffung eines IC-Netzes, auf Nachtverbindungen hoher Qualität, auf den Stadt- und Vorortverkehr sowie auf eine Modernisierung des Güterverkehrs (u. a. kombinierter Verkehr, Block- und Ganzzüge).

Die 2. Tagung unter Vorsitz von Herrn Dr. H. Maak, Bereichsleiter Bautechnik der DB, die die „Infrastruktur“ zum Generalthema hatte, war fast ausschließlich der Gleiserhaltung und Gleisunterhaltung vorbehalten.

Mit der Zunahme der Geschwindigkeit werden die Anforderungen an das Gleis bekanntlich höher. Um die geforderte Laufgüte der Züge zu gewährleisten und die auf das Gleis wirkenden Kräfte zu beschränken, sind Gleisnormen notwendig. Der zugehörige Bericht der BR handelte die erzielbare Gleislagequalität, die Güte der Gleisunterhaltung und die bei großen Geschwindigkeiten sich ergebenden Gleisbeanspruchungen ab.

Die SNCF kann auf eine fünfjährige Erfahrung mit dem französischen Oberbau auf der TGV-Strecke Paris—Südost zurückblicken. Im Anschluß an die Übersicht der Konstruktionsmerkmale des Schotteroberbaues mit UIC-60-Schienen und großen Doppelblockschwelen und die Unterhaltungsbedingungen wurden vom Bericht die zur Messung der Gleisgeometrie angewandten Methoden für diese reine Reisezugsstrecke vorgestellt, vor allem um die Fehler großer Wellenlängen erfassen zu können. Der Schwerpunkt der Ergebnisse liegt im Vergleich, insbesondere bei den dynamischen Erscheinungen, zwischen dem herkömmlichen Geschwindigkeitsbereich von 160 km/h bis 200 km/h und dem Hochgeschwindigkeitsbereich zwischen

Die Abkürzungen bedeuten:  
BR = Britische Eisenbahnen / DB = Deutsche Bundesbahnen / FS = Italienische Staatsbahnen / JR = Japanische Eisenbahnen / RENFE = Nationalverwaltung der Spanischen Eisenbahnen / SJ = Schwedische Staatsbahnen / SNCF = Nationalgesellschaft der Französischen Eisenbahnen.

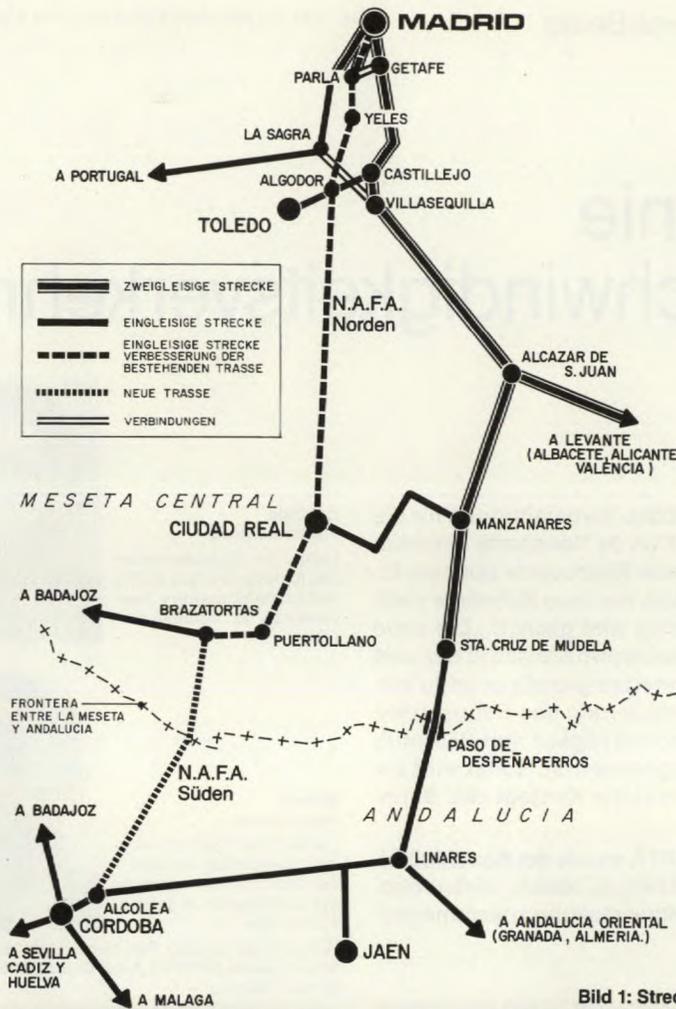


Bild 1: Streckenübersicht

ausgestattet ist, die zur Erreichung hoher Geschwindigkeiten notwendig sind, ermöglichen eine erhebliche Zeiteinsparung für die Reise zwischen Madrid und Andalusien. Die Tafel 1 und das Bild 2 zeigen für einige Streckenabschnitte bzw. Landesteile die heutigen und künftigen Reisezeiten.

**2.2 Planungsgrundsätze und Trassen**

Nach Überprüfung der Streckenkapazitäten und Auswertung aller möglichen Hypothesen entschloß man sich für den Mischverkehr (Reise- und Güterverkehr), die einzige Option, die eine Reduzierung der Belegung des aktuellen Despeñaperros-Übergangs bis auf unter 100% ermöglicht.

Nachdem der Verkehrstyp für die betroffene Bahnlinie beschlossen war, nahm man als grundlegendes Dokument das „Abkommen über große Eisenbahnlinsen“, in dem alle wichtigen Parameter für den Bau von neuen Linien verzeichnet sind und das nach dem Europäischen Infrastruktur-Leitplan zu beachten ist (die Achse Madrid—Andalusien gehört dazu). Dieses Dokument wurde den Regierungen der europäischen Länder im vergangenen Jahr zur Genehmigung vorgelegt. Damit standen die Höchst- und Mindestgeschwindigkeiten für den Betrieb der Linie mit 250 km/h bzw. 100 km/h fest. Dementsprechend werden für ebene Streckenabschnitte Radien angewandt, die bei-

de Geschwindigkeiten mit zulässigen Beschleunigungen verbinden, nämlich als

- ▷ Normalradius ..... 4000 m,
- ▷ Mindestradius in Ausnahmefällen ..... 3200 m.

Unter Berücksichtigung des Mischverkehrs wird eine maximale Neigung von 12,5‰ zugelassen; die Neigungswchsel werden mit Halbmessern von 24.000m, in Ausnahmefällen von 16.000m ausgerundet, was einen maximalen Komfort für die Reisenden bietet.

**3 Infrastruktur**

Die neue Achse wird in ihrer gesamten Länge umzäunt und ist ohne Kreuzungen konzipiert, wobei für das Planum ein Querschnitt gemäß Bild 3 gewählt wird mit einer

Breite in Höhe der Schotterunterkante von 13,3 m. Auf beiden Seiten schließt sich ein Geländestreifen von je 4,0 m Breite an.

**3.1 Erd- und Kunstbauten**

Die Erdbewegungsarbeiten unter Berücksichtigung der Geometrie und Standfestigkeit der Erdbauwerke wurden gemäß der seit Jahren bekannten Erd- und Steinbautechnik geplant, wobei man bei spezifischen Problemen — unter dem Gesichtspunkt des Hochgeschwindigkeitsverkehrs — die Erfahrungen der europäischen Bahnen heranzog, die im Merkblatt UIC 719<sup>1)</sup> zusammengefaßt sind und sehr ausführliche einschlägige Empfehlungen zu Einzelheiten geben.

Die maximale Neigung von 12,5‰ erfordert eine große Anzahl von Viadukten und Tunneln beim Übergang von Meseta nach Andalusien.

Je nach lichten Weiten und Pfeilerhöhen sowie geotechnischen und erdbebentechnischen Bedingungen wurden verschiedene Lösungen für die Viadukte ausgearbeitet; Bild 4 zeigt einen Querschnitt und enthält eine Liste der Bauwerke auf der N.A.F.A. Norden und Süden mit Längenangaben.

Bezüglich der Tunnel gibt es vom Aspekt der Standfestigkeit her keine neue Problematik, da die modernen Auslegungs- und Bautechniken ohne Schwierigkeiten durchzuführen sind. Was jedoch die aerodynamischen Auswirkungen betrifft, kann der Einfluß der Hochgeschwindigkeit von Bedeutung sein. Denn schon bei einer Geschwindigkeit von 140 km/h und darüber wirken sich die Druckänderungen bei gehörempfindlichen Personen unangenehm aus. Dieses Problem tritt bei höheren Geschwindigkeiten verstärkt auf, gerade weil die Überbrücke beim Durchfahren von Tunneln und speziell beim Begegnen von Zügen erheblich steigen. Dabei kann nicht unbeachtet bleiben, daß das Problem des Überdrucks und seiner Auswirkung auf den Reisenden nicht nur von der Abdichtung oder Druckfestigkeit des Zuges selbst abhängt.

Die Planer der RENFE gaben deswegen einem größeren Tunnelquerschnitt den Vorzug, da das rollende Material, das auf der Bahnlinie verkehren soll, noch neu und

1) UIC = Union Internationale des Chemins de fer (Internationaler Eisenbahnverband)

Tafel 1: Reisezeiten

Streckenabschnitt	Reisezeiten				Zeiteinsparung	
	Heutige Situation		Gewählte Option		Stunden	%
	Zeit	Reisege- schwindig- keit (km/h)	Zeit	Reisege- schwindig- keit (km/h)		
Madrid—Córdoba . . .	4h 42'	94	2h 00'	177	2h 42'	57,5
Madrid—Málaga . . .	7h 16'	87	4h 13'	130	3h 03'	42,0
Madrid—Sevilla . . . . .	5h 57'	96	2h 48'	173	3h 09'	52,9
Madrid—Granada . . . . .	6h 10'	80	4h 56'	100	1h 14'	20,0
Madrid—Jaén . . . . .	4h 00'	93	3h 17'	114	0h 43'	17,9

# Koppelrahmen-Drehgestell für komfortables Reisen auf der Schiene mit Höchstgeschwindigkeit

Die Verwirklichung höchster Fahrgeschwindigkeiten mit Schienenfahrzeugen steigert die Attraktivität dieses Verkehrsmittels und führt ihm neue Benutzer zu. Erfahrungen mit Hoch-

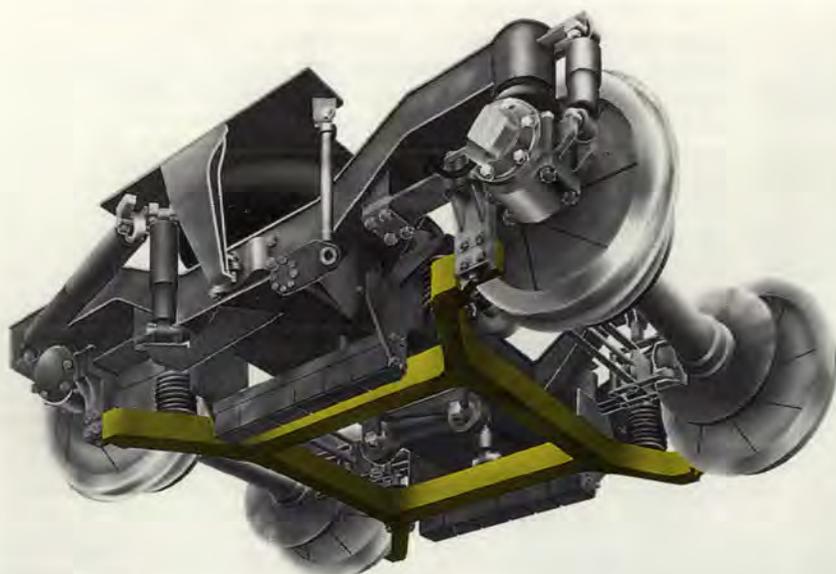
geschwindigkeitszügen in vielen Ländern bestätigen dies. Bei der Deutschen Bundesbahn heißt das Stichwort hierzu ICE - Intercity Experimental. Dieser Ver-

suchszug ist der Prototyp für eine neue Generation von sehr schnell fahrenden Zügen mit höchstem Fahrkomfort.

Für den ICE entwickelten wir ein neues Luftfederdrehgestell, das Koppelrahmen-Drehgestell. Bei dieser Konstruktion sind die Radsätze über einen elastischen Rahmen mit definierter Steifigkeit gekoppelt. Damit wird ein geringer Verschleiß für Rad und Schiene trotz hoher Beanspruchung beim Bogenlauf und stabiler Lauf in der Geraden erzielt. Dieses Luftfeder-Drehgestell zeichnet sich weiter durch extremen Leichtbau aus. Es verfügt ferner über eine Wankstütze und Zweipunkt-abstützung des Wagenkastens für geringen Luftverbrauch der Luftfeder.

Umfangreiche Versuche auf einem Rollprüfstand mit 350 km/h bewiesen die hohe Laufgüte der Neukonstruktion von MAN GHH für den Hochgeschwindigkeitsverkehr auf der Schiene.

Für den ICE liefert MAN GHH auch schallgedämpfte Radsätze. Von der MAN Technologie kommt das Zuginformationssystem.



SV 7/2 da 0386

Leistung, die überzeugt

MAN GHH  
N/GWV  
Postfach 44 0100  
8500 Nürnberg 44  
Telefon (0911) 18-0  
Telex 6 222 910 mn d



# Besonderheiten der Gleisunterhaltung für hohe Geschwindigkeiten

**Die Unterhaltung von Schottergleisen für den Hochgeschwindigkeitsverkehr erfordert keine grundsätzlich neuen Techniken, wohl aber die vertiefte Beachtung einiger Besonderheiten, um ein technisch/wirtschaftliches Optimum zu erreichen.**

## 1 Allgemeines

Noch vor wenigen Jahren wurde die höchste Geschwindigkeit, die auf einem Gleis traditioneller Bauart erreicht werden kann, auf etwa 200 km/h geschätzt und die Entwicklung eines grundsätzlich neuen Gleisbaues für den Hochgeschwindigkeitsverkehr als unumgänglich angesehen. Solche Bauarten wurden konstruiert und Versuchsstrecken eingerichtet.

Gleichzeitig wurde das klassische Gleis durch Verwendung schwererer Komponenten, größerer Abmessungen und vor allem durch die rasante Entwicklung der Mechanisierung Schritt für Schritt den neuen Anforderungen angepaßt. Heute verbindet diese klassische Gleisbauart die technischen Vorteile, wie

- ▷ billige Herstellung,
  - ▷ Verwendung erprobter Überwachungs- und Bauverfahren,
  - ▷ Veränderbarkeit der Geometrie,
  - ▷ Weiterverwendung gebrauchter Komponenten,
- mit entscheidenden Kostenvorteilen. Wenn auch Erhaltungsmaßnahmen nicht ausgeschlossen werden können, so sind diese

- ▷ durch die Entwicklung der mobilen Gleismeßtechnik mit zugehörigen Analyse-Methoden viel seltener und
- ▷ durch die Entwicklung der hochleistungsfähigen Baumaschinen sehr billig geworden.

## 2 Betriebliche Fragen der modernen Gleiserhaltung

Selbst für höchstbelastete Gleise wurden kostengünstige Einsatzstrategien entwickelt, so daß auch Betriebskostenschwernisse in Grenzen gehalten und damit die dem Bau- und Betriebsdienst gemeinsam zuzurechnenden Gesamtkosten für eine Gleisbaumaßnahme minimiert werden. Als Ergebnis einer Studie über Gleisdurcharbeitung, die am Institut für Eisenbahnwesen der Technischen Universität (TU) Hannover [1] ausgeführt wurde, er-

geben sich abhängig von baulicher und betrieblicher Situation jeweils bestangepaßte Kombinationen von Durcharbeitungs- und Verfestigungsmaschinen. Dabei bieten natürlich — bei kürzer werdenden Zugpausen — die rasch arbeitenden, kontinuierlich fahrenden Nivellier-, Stopf- und Richtmaschinen die größten Vorteile, vor allem weil sie in einer gegebenen Sperrpause die längsten Strecken ohne Unterbrechung bearbeiten können (Bild 1).

Auf die in den vergangenen zehn Jahren eingetretene Entwicklung im Bereich der Gleisdurcharbeitung soll besonders hingewiesen werden. Diese ist von den Aufgaben bei der Erstellung von Hochgeschwindigkeitsstrecken wesentlich beeinflußt worden:

- ▷ Die kontinuierlich vorfahrende Maschine hat neben wesentlich erhöhter Arbeitsleistung auch eine größere Arbeitsgenauigkeit gebracht. Diese wirklich zu nützen, ist jedoch nur möglich, wenn das Gleis „von Anfang an“ mit der größten Sorgfalt verlegt wurde [2]. Die Sorgfalt beim Erstellen des Gleises, gekennzeichnet durch sauberen getrennten Schichtenaufbau mit weitestgehend mechanisierter Verlegung,

Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Riessberger (47),

seit 1984 o. Univ.-Prof. für Eisenbahnwesen an der Techn. Universität (TU) Graz. — Studium des Maschinenbaues und Promotion an der TU Wien, Habilitation an der TU Graz. Von 1971 bis 1983 Leiter der Forschungsabteilung der Firma Plasser, Bahnbaumaschinen, seit 1972 Lehrauftrag Spurführungstechnik an der TU Wien. — Anschrift: Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.



Verbindung, Bearbeitung und Verfestigung der Gleiskomponenten, ist ein Merkmal des Gleisbaues für hohe Geschwindigkeiten. Unter den neuen Methoden zur Gleisverlegung verdienen jene mit besonderen Verlegemaschinen bzw. mit einem speziell gefertigten, vorverdichteten Schotterbett besondere Bedeutung.

- ▷ Die Eindringtiefen der Aggregate lassen sich stufenlos einstellen und damit problemlos in die optimale Position bringen.
- ▷ Die Meßsysteme sind durch die Verwendung weiterentwickelter Komponenten genauer geworden.
- ▷ Die Stopfmechanismen wurden durch Stabilisierung der Bewegungen mittels hydraulischer Vorspannung wirksamer.
- ▷ Zusatzeinrichtungen vereinfachen die Bedienung. So erleichtern z. B. Bordcomputer die Einstellung der Meßsysteme und bewirken auch bei sehr kleinen Einstellver-

Bild 1: Kontinuierlich vorfahrende Gleis-Nivellier-Stopf- und Richtmaschine Plasser 09-32 CSM



Hochtastfahrten mit ICE/V - TK1

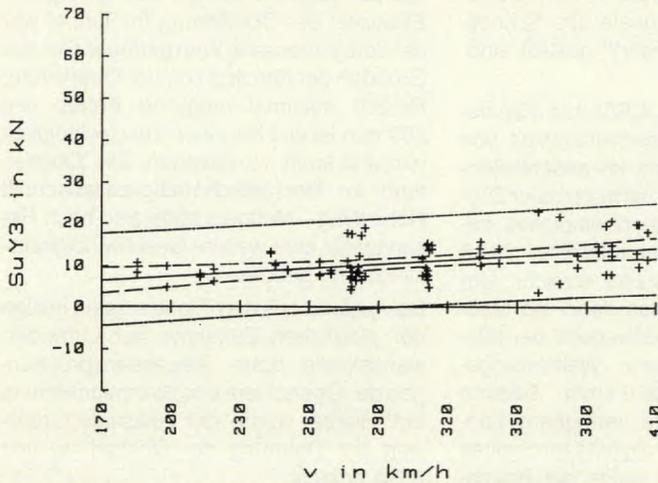


Bild 9: Führungskräfte  $\Sigma Y$  bei Fahrt in der Geraden (TK 1, Radsatz 3)

Hochtastfahrten mit ICE/V - TK1

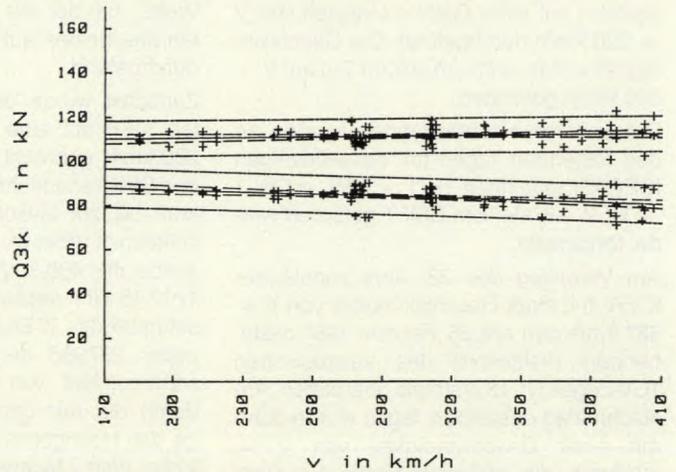


Bild 10: Radkräfte Q bei der Fahrt in der Geraden (TK 1, Radsatz 3)

Hochtastfahrten mit ICE/V - TK1

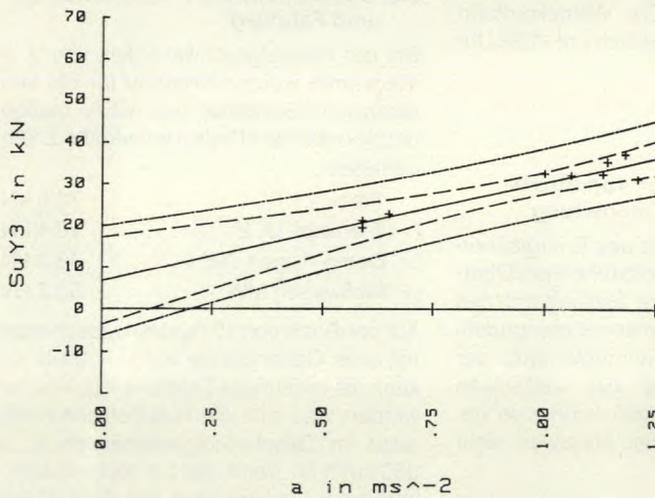


Bild 11: Führungskräfte  $\Sigma Y$  bei Bogenfahrt (TK 1, Radsatz 3)

### 6.3 Sonstiges

Die zwischen dem Triebfahrzeugführer des ICE/V, dem Versuchsleiter im Meßwagen des ICE/V und dem Versuchsfahrdienstleiter im Bf Burgsinn eingerichtete Zugbahn-funk-Standleitung arbeitete störungsfrei.

Die maximale Temperatur der Hohlwellen der ICE/V-Antriebe wurden mit 89 °C ge-

messen, die Radsatzlagertemperaturen lagen bei 36 °C.

### 7 Zusammenfassung

Oberste Priorität für den Hochgeschwindigkeitsverkehr der DB hat die Wirtschaftlichkeit. Die Rekordfahrt des Hochge-

schwindigkeitstriebzuges ICE/V der DB am 1. Mai 1988 war daher kein Selbstzweck. Sie ist vielmehr als wichtiger Meilenstein auf dem Wege zu einem wirtschaftlichen Hochgeschwindigkeitsverkehr zu sehen, für den die sichere Beherrschung der Hochgeschwindigkeitstechnologie eine unabdingbare Voraussetzung ist.

Die Rekordfahrt des ICE/V hat nicht nur den Nachweis des hohen Reifegrades des gesamten ICE-Systems erbracht, sondern auch gezeigt, daß im Rad/Schiene-System nach wie vor noch ein erhebliches Innovations- und Entwicklungspotential steckt, das es für die neue Bahn verstärkt auszuschöpfen gilt.

Die Rekordfahrt des ICE/V ist das Ergebnis einer systematischen Forschungs- und Entwicklungstätigkeit im Rahmen des vom Bundesminister für Forschung und Technologie seit 1972 geförderten Rad/Schiene-Forschungsprogramms. Hervorzuheben ist hierbei die Bedeutung des Rollprüfstandes in München-Freimann. Nachdem der Rollprüfstand bei der lauftechnischen Ertüchtigung der Lokomotive BR 120 für eine Geschwindigkeit von  $V = 250$  km/h

Hochtastfahrten mit ICE/V - TK1

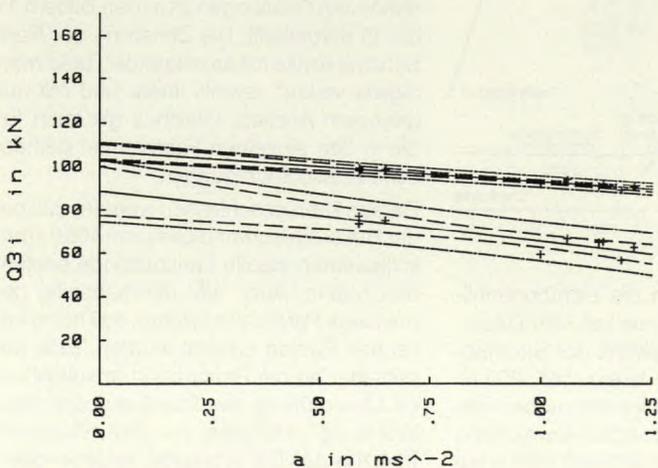


Bild 12: Radkräfte Qa bei Bogenfahrt (TK 1, Radsatz 3)

Hochtastfahrten mit ICE/V - TK1

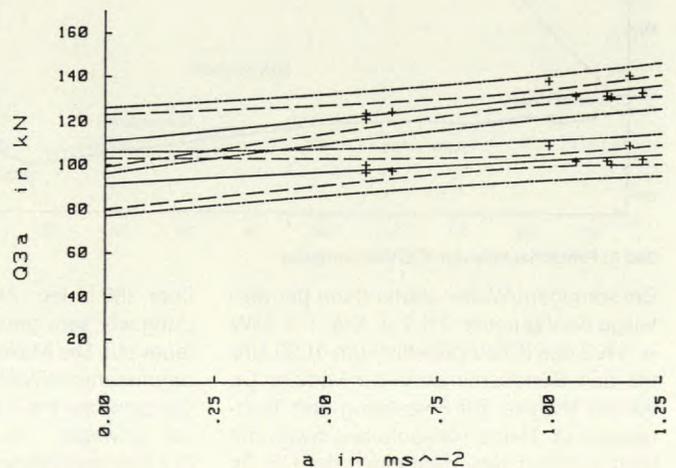


Bild 13: Radkräfte Qi bei Bogenfahrt (TK 1, Radsatz 3)

# Hochgeschwindigkeitszüge — kundengerecht und wettbewerbsfähig

Stau — auf den Autobahnen, Verspätungen im Luftverkehr wegen Überlastung des Luftraumes, zwischenzeitlich beinahe alltägliche Meldungen.

Plötzlich tritt wieder die Eisenbahn als alternatives Verkehrsmittel für viele Reisezwecke in den Blickpunkt. Doch die Bahn fährt auf den Strecken des vergangenen Jahrhunderts; die wichtigsten Magistralen entstanden in den Jahren 1835 bis 1879. Damals bestand der Wettbewerb in einem Vergleich mit der Postkutsche im Personenverkehr und mit dem Pferdefuhrwerk im Güterverkehr.

Leistungsfähig ist die Bahn zwar immer noch — die Deutsche Bundesbahn (DB) beweist das täglich mit ihrem Inter-City-System, das die Herzen der Ballungsräume in der Bundesrepublik Deutschland verbindet.

Schnell ist sie auch, die Bahn, aber nur im Vergleich der Reisezeiten von Bahnhof zu Bahnhof. Was den Kunden interessiert, ist hingegen seine persönliche Reise von Haus zu Haus.

Da ist die Bahn von heute viel zu langsam, denn der Reisende muß ja seine Wege im Vor- und Nachlauf, Umsteige- und Wartezeiten aufrechnen.

Will die Bahn künftig im Wettbewerb bestehen, muß sie kürzere Reisezeiten anbieten. Dies ist aber nur zu erreichen, wenn die Infrastruktur verbessert wird, d. h. schnelle Strecken entstehen. Seit Anfang der 70er Jahre sorgt die koordinierte Verkehrswegeplanung des Bundes durch allgemeingültige Kriterien der Bewertung für einen aufeinander abgestimmten Infrastrukturausbau der vier Verkehrsträger Straße, Eisenbahn, Luft und Binnenwasserstraße.

Im Jahre 1991, wenn als Ergebnis dieser Verkehrsplanung die ersten nennenswerten Schnellstrecken der DB — immerhin rund 1000 km — zur Verfügung stehen werden, wird die Bahn in vielen Relationen den Wettbewerb mit Straße und Luft aufnehmen; spät, hoffentlich nicht zu spät. Dazu braucht die DB dringend schnelle Züge, die die technischen Möglichkeiten der neugeschaffenen Infrastruktur im Sinne des Kunden nutzen. Der ICE ist dieser Zug.

Der Zeitvorteil der neuen Strecken und Züge muß ins ganze Netz getragen werden — umsteigefreie Weiterfahrt auf technisch verbesserten Ausbaustrecken oder bestimmten Teilen im Altnetz ist ein Gebot des Kundendienstes.

Auch in anderen europäischen Ländern werden nationale Schnellverkehrssysteme errichtet.

Diese nationalen Systeme zu einem internationalen, grenzüberschreitenden System zu verbinden ist eine echte europäische Aufgabe. Die verbindenden Streckenteile sind der Ärmelkanaltunnel zwischen Großbritannien und Frankreich, die belgische Strecke als Bindeglied zwischen dem französischen und dem deutschen Schnellfahrnetz, die Alpendurchquerung als Verbindung zum italienischen Schnellfahrnetz und schließlich die Pyrenäendurchquerung für die Fahrt von Frankreich nach Spanien, wo auch mit dem Neubau von Schnellfahrstrecken begonnen wird.

Mit Verwirklichung des europäischen Binnenmarktes im Jahre 1992 werden sich die beteiligten Länder noch näherkommen, insbesondere auf dem Gebiet der wirtschaftlichen Beziehungen. Das ist eine Herausforderung an die Wettbewerber auf dem Verkehrsmarkt, denn gute Kommunikation benötigt exzellente Verkehrsverbindungen: schnell, regelmäßig, direkt.

Eine europäische Integration wird nur Realität, wenn die Menschen zueinanderkommen. Der spurgeführte Verkehr wird dabei eine wesentliche Rolle zu übernehmen haben. Mitte 1993 wird der Ärmelkanaltunnel fertiggestellt werden. Gleichzeitig sollen die Neubaustrecken vom Kanaltunnel bis Paris und Brüssel fertiggestellt sein. Damit ist es dann auch möglich, Hochgeschwindigkeitszüge von Paris über Brüssel nach Köln und Amsterdam zu fahren. Die Zentren Westeuropas rücken näher zusammen.

Der ICE ist auch die Basis des deutschen Beitrags für den europäischen Hochgeschwindigkeitsverkehr. Notwendige weitere Entwicklungen zum Mehrsystemzug (ICE-M) müssen jetzt erfolgen, nicht nur für die Strecke Paris—Brüssel—Köln—Frankfurt(M)/Amsterdam, sondern für einen europaweiten Einsatz. Auch in Frankreich (TGV) und Italien (ETR 500) laufen entsprechende Entwicklungen für Fahrzeuge zum internationalen Einsatz.

Vorschläge, die nationalen Schnellverkehrslinien zu einem europäischen Hochgeschwindigkeitsnetz zusammenzufügen, liegen auf dem Tisch.

Hochgeschwindigkeitsverkehr hat dann eine gute Chance, wenn er als „System“ geplant und betrieben wird. Angebots- und Produktionsplanung, Bau- und Fahrzeugtechnik werden auf das gemeinsame Ziel hin optimiert: ein kundengerechtes, wettbewerbsfähiges Hochgeschwindigkeits-Bahnssystem für den Markt.

Peter Münchschwander

# Die zukünftige Instandhaltung der InterCityExpress-Triebzüge im Ausbesserungswerk Nürnberg

Die Instandhaltung der InterCityExpress-Triebzüge wird im Ausbesserungswerk Nürnberg erfolgen. Für die Erledigung dieser Aufgabe muß das Werk mit nahezu allen vorhandenen Werkstätten aus seiner langjährigen Diesellok-Fertigung über einen zwischenzeitlichen Mischbetrieb zur Fertigung für elektrische Triebwagen umstrukturiert werden. Richthalle, Oberflächenbehandlungsanlage und Drehgestellwerkstatt erfordern als kostenintensive Anlagen nach eingehender Planung einen grundlegenden Umbau.

## 1 Das Ausbesserungswerk Nürnberg und die Instandhaltung der InterCityExpress-Triebzüge

Im Frühjahr 1991 wird bei der Deutschen Bundesbahn (DB) mit den neuen InterCity-Express-Triebzügen (ICE) der Hochgeschwindigkeitsverkehr begonnen werden. Wie auch alle anderen Schienenfahrzeuge müssen die Triebzüge nach ihrer Inbetriebsetzung, Fertigungsendprüfung und Abnahme anschließend betriebssicher, betriebsstüchtig, verkehrswerbend und den gesetzlichen Bestimmungen genügend eingesetzt werden können. Die hierfür erforderlichen Arbeiten der Instandhaltung sind nach wirtschaftlichen Grundsätzen auszuführen, wobei für alle Maßnahmen der Instandhaltung die Wahrung der Betriebssicherheit Vorrang hat.

Von den bestehenden Ausbesserungswerken (AW) der DB verfügt kein Werk über die notwendigen maschinentechnischen, elektrotechnischen und baulichen Voraussetzungen, um die modernen und mit 410 m außerordentlich langen Fahrzeuge einschließlich der Hauptbauteile und Tauschteile instand zu halten, investive und zwischen den einzelnen Werken sehr unterschiedliche Maßnahmen für Umbauten oder einen Neubau werden erforderlich. Vor allem das Kriterium der Aufwendungen für einen Werkumbau beeinflussen neben vielen anderen gewichtigen Punkten die Zentrale der DB, Zentralstelle Technik, Ende 1986, das AW Nürnberg als Instandhaltungs-AW für die ICE-Triebzüge auszuwählen. Der Einleitung der Entwurfsplanung stimmte der Vorstand der Deutschen Bundesbahn Anfang 1987 zu.

Das für die Instandhaltung des ICE vorgesehene Ausbesserungswerk in Nürnberg kann seinen Ursprung in der Remise sehen, in welcher bereits zu Beginn des Ei-

senbahnzeitalters in Deutschland, als zwischen Nürnberg und Fürth 1835 der erste Eisenbahnzug verkehrte, die eingesetzten Fahrzeuge repariert wurden.

Im Ausbesserungswerk Nürnberg (Bild 1) werden derzeit noch Dieseltriebzüge, Diesellokomotiven und Dieselschienenfahrzeuge aller Leistungsklassen sowie ein großer Teil der zu den Fahrzeugen gehörenden Einbauteile instandgehalten, außerdem werden Sonderarbeiten als Folge von konstruktiven Änderungen an Fahrzeugen aller Art ausgeführt. Seit 1987 werden elektrische Triebwagen planmäßig instandgehalten, und im gleichen Jahr wurde für den Betrieb elektrischer Triebfahrzeuge die erste Oberleitung in das Werk gelegt, um die Gleisanlagen ohne die Hilfe von Rangierlokomotiven direkt befahren zu können. Zu Anfang 1989 wurden in Nürnberg die Arbeiten an den Nebenfahrzeu-

Dipl.-Ing. Joachim Pfeiffer (52), Bauassessor, seit 1976 Leiter des Ausbesserungswerks Nürnberg. — Studium des Maschinenbaus (Fahrzeugtechnik) an der Technischen Hochschule Braunschweig. — 1964 Eintritt in den Bundesbahndienst, Tätigkeiten im Bundesbahn-Zentralamt, Maschinenamt Rosenheim und bei der Bundesbahndirektion München im maschinentechnischen und Betriebsdienst, Leiter des Ausbesserungswerks Hamburg-Harburg. — Anschrift: Bundesbahn-Ausbesserungswerk Nürnberg, Ingolstädter Straße 259, 8500 Nürnberg 40.



gen und Kleinlokomotiven planmäßig eingestellt, nachdem zuvor noch in einer außerordentlich umfangreichen und arbeitsintensiven Sonderarbeit die Funkfernsteuerung in 111 Kleinloks eingebaut worden ist.

Die Produktionsfaktoren des Werkes im zurückliegenden Rechnungsjahr wiesen die nachfolgenden Werte auf:

▷ Personal	
Werkstättenarbeiter	853
Aufsicht und Verwaltung	171
Auszubildende	278
Mitarbeiter gesamt	1302



Bild 1: Richthalle für Diesellok, Dieseltriebwagen und elektrische Triebzüge

# Schnelle Bahnen für Europa

Konkurrenz belebt das Geschäft, auch im Personenfernverkehr, und das besonders im gemeinsamen Europa der neunziger Jahre. Die Bahnen gehen mit neuen Hochgeschwindigkeitssystemen an den Start. Wo liegen sie damit im Wettbewerb, und reicht Schnelfahren aus, um den Markt zu erobern? Oder hängt die Zukunft der Eisenbahnen nicht eher von der Vereinheitlichung technischer Normen ab?

## 1 Ein europäisches Streckennetz

Am 24. Januar 1989 hat die „Gemeinschaft der Europäischen Eisenbahnen“ dem Verkehrskommissar der Europäischen Gemeinschaft (EG) und somit der Öffentlichkeit einen Vorschlag für ein grenzüberschreitendes Hochgeschwindigkeitsnetz in Europa vorgelegt (Bild 1) [1, 2]. Dieses Netz soll sich nach einem dreistufigen Plan aus der bestehenden Eisenbahn-Infrastruktur entwickeln und im Endzustand 30000 km Streckenlänge erreichen (Tafel 1). Die erste Stufe umfaßt alle schon heute betriebenen Systeme des Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) und diejenigen, die bis Mitte der neunziger Jahre noch hinzukommen.

Die Systeme setzen sich aus Strecken unterschiedlicher Qualität zusammen (heterogene Netzstruktur). Der Neubau von Hochgeschwindigkeitsstrecken ist nur dort wirtschaftlich sinnvoll, wo es die angestrebten Geschwindigkeitsziele erfordern und zugleich ein hohes Verkehrsaufkommen zu erwarten ist. Die Baumaßnahme wird dann auch über die Notwendigkeit der zusätzlichen Streckenkapazität zwingend und zugleich wirtschaftlich. Im übrigen bleibt es beim bisherigen Streckennetz, das — soweit möglich und nötig — für die steigenden Anforderungen ausgebaut werden muß (Ausbaustrecken mit Linienverbesserungen und Kapazitätssteigerungen). Die Anteile und Streckenhöchstgeschwindigkeiten der drei unterschiedlichen Streckentypen im HGV-Netz gehen aus Tafel 2 hervor.

Dr.-Ing.  
Eberhard Jänsch (47),

seit 1984 Mitarbeiter im Projektbüro Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV). — Studium des Bauingenieurwesens an den Technischen Hochschulen Karlsruhe und Hannover. Nach mehrjähriger Tätigkeit als Statiker und Projektleiter im Allgemeinen Hochbau, Brücken- und Industriebau Referendariat bei der Bundesbahndirektion Hannover, u. a. Mitarbeit am Streckenneubau Hannover—Würzburg und beim S-Bahn-Neubau in Hamburg. Von 1979 bis 1983 Tätigkeit in Lehre und Forschung an der Universität Hannover; Lehrbeauftragter an der Fachhochschule Rheinland-Pfalz. — Anschrift: Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn, Projektbüro HGV, Friedrich-Ebert-Anlage 43—45, 6000 Frankfurt (M) 1.



Als „Integratoren“ im heterogenen Netz fungieren die Hochgeschwindigkeitszüge; sie verkürzen die Reisezeiten auf aufkommensstarken Magistralen, wie den bekannten Neubaustrecken Paris—Lyon, Rom—Florenz oder Hannover—Würzburg, und tragen diese Zeitvorteile für den Reisenden in die anliegenden Streckenäste (Ausbau- oder Altstrecken) weiter. Um-

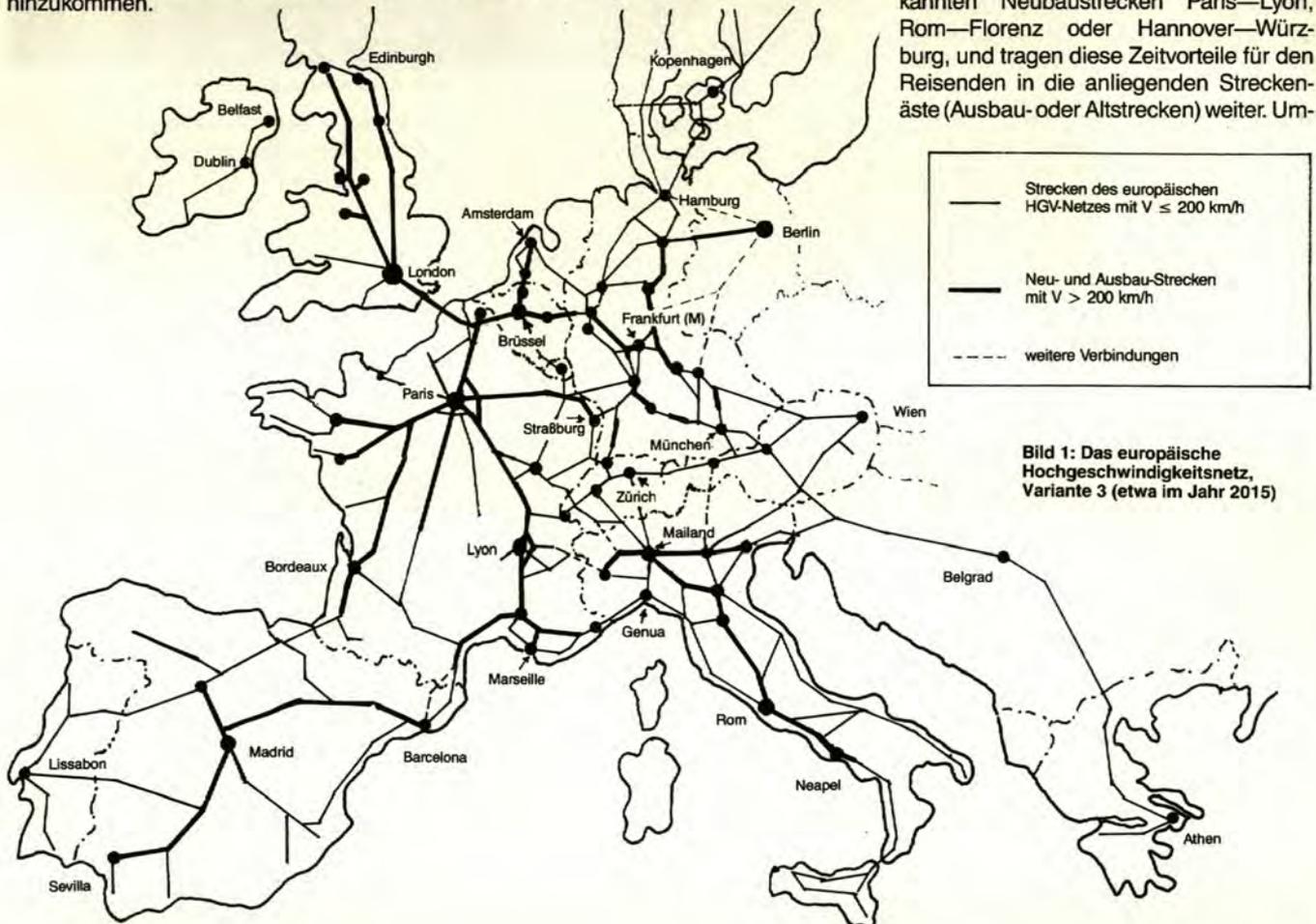


Bild 1: Das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz, Variante 3 (etwa im Jahr 2015)

# ICE *InterCity Express*

Hohe Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Komfort

– das sind die Ansprüche der Fahrgäste an ein modernes Transportsystem.

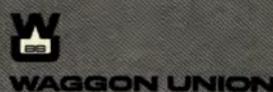
Die Arbeitsgemeinschaft Mittelwagen ICE präsentiert mit diesen Fahrzeugen modernste Schienenfahrzeugtechnologie:

- richtungsweisender technologischer Standard
- höchstmöglicher Komfort
- erstklassige Ausstattung
- druckgeschützte Ausführung für den Hochgeschwindigkeitsverkehr im Tunnel

Die Signale sind gestellt. Mit einem besonders ansprechendem Innenraumdesign und dem eleganten äußeren Erscheinungsbild in die neue Zukunft der Bahn.



## Arbeitsgemeinschaft Mittelwagen ICE



# ETAR

Eisenbahntechnische  
Rundschau

## 5-6/91

Mai/Juni 1991

Railway Technical Review  
Revue Technique Ferroviaire  
Revista Técnica de los Ferrocarriles

Zeitschrift für die gesamte Eisenbahntechnik

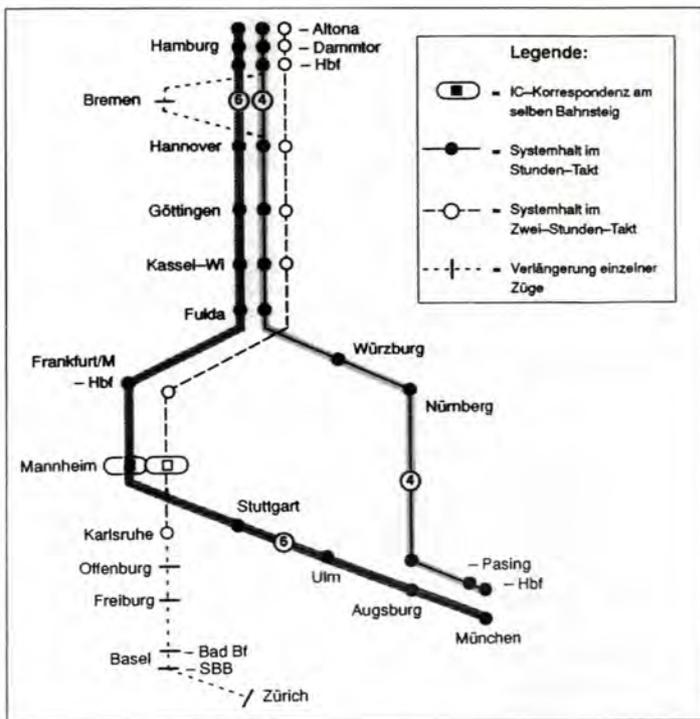
### SIEMENS



#### Aus dem Inhalt:

#### InterCityExpress — mehr als nur ein Zug

Die Systemplanung „Hochgeschwindigkeitsverkehr“ der Deutschen Bundesbahn  InterCityExpress — der Zug für den Kunden der 90er Jahre  Das Produktionskonzept ICE  Neu- und Ausbaustrecken — die notwendige Infrastruktur  20 Jahre Forschung — 10 Jahre Entwicklung: InterCityExpress — High-Tech auf Schienen  Energieversorgung der DB zu Beginn einer neuen Ära des Hochgeschwindigkeitsverkehrs  ICE-Betriebsleittechnik und Kommunikationssysteme der Neubaustrecken  Das Instandhaltungskonzept für den InterCityExpress  Anlagen des Oberbaues und deren Instandhaltung auf Neubaustrecken  ETR informativ  Der Wissenschaftliche Ausschuß für Bau- und Betriebschnik berichtet  Forschungsinformation Bahntechnik  Kurzberichte



**Bild 5: Linienführung ICE 1991/93**

Bedeutung und deren Realisierung bereits beschlossen.

Orientierung an den Verkehrsströmen zeichnet eine marktgerechte Netzstruktur aus. Besonders attraktiv wird das Hochgeschwindigkeitssystem daher durch die Integration des ICE in das bestehende IC-Netz. Zahlreiche Verknüpfungen mit EC/IC-Zügen bilden ein Zugsystem, das die Effekte der Fahrzeitverkürzung in das Gesamtnetz der DB überträgt.

Der ICE fährt — genau wie IC-Züge — im Ein-Stunden-Takt. Zusätzlich wird in den Morgenstunden speziell auf die Anforderungen des Geschäftsreiseverkehrs ausgerichtet ein „Sprinterzug“ eingesetzt. Er verbindet die Ballungszentren Frankfurt (M) und München in kürzester Reisezeit unter Wegfall einiger Unterwegshalte. Das Leitbild „Kundenorientierung“ wird damit durch konkretes zielgruppenspezifisches Marketing umgesetzt.

rungen des Geschäftsreiseverkehrs ausgerichtet ein „Sprinterzug“ eingesetzt. Er verbindet die Ballungszentren Frankfurt (M) und München in kürzester Reisezeit unter Wegfall einiger Unterwegshalte. Das Leitbild „Kundenorientierung“ wird damit durch konkretes zielgruppenspezifisches Marketing umgesetzt.

**3.2 Neue Komfort- und Service-dimension**

Der ICE stellt das zukünftige Spitzenprodukt des Personenverkehrs der DB dar. Er muß somit in besonderem Maße Ausdruck

der gewählten Marketingstrategie sein, die Produkte als Qualitätsmarken zu positionieren. Hochgeschwindigkeitsverkehr ohne hohen Komfort und Service konnte daher nicht das Produktbild der Zukunft sein.

Gefordert war damit ein Komfort- und Serviceangebot, das sich an den steigenden Qualitätswünschen der Reisenden der 90er Jahre orientiert. Genau dieses Angebot wurde aufgrund von Marktuntersuchungen aus einem außerordentlich breiten Spektrum möglicher Varianten ermittelt.

Kernelemente des neuen Reiseerlebnisses ICE sind auf der Komfortseite:

- ▷ Raumangebot,
- ▷ Sitzqualität und
- ▷ Fahreigenschaften.

Die Innenausstattung zeichnet sich durch eine großzügige Raumaufteilung aus. Mehr Platz im Einstiegs- und Durchgangsbereich gewährleistet mehr Bewegungsfreiheit und einen problemlosen Gepäcktransport. Breitere Sitze mit verstellbarer Rückenlehne sowie viel Beinfreiheit bieten den entsprechenden Sitzkomfort.

Die Sitzlandschaft ist variantenreich: klassische Abteile, Großraumbereich mit Reihen- und Vis-à-Vis-Bestuhlung bieten für jeden Geschmack das Richtige. Ausgelegt als variables Baukastensystem kann die Inneneinrichtung an sich ändernden Marktanforderungen angepaßt werden.

Vollklimatisierung bewirkt eine konstante Raumtemperatur. Laufruhe, Schallsollierung und Druckdichtigkeit sorgen für eine entspannte Fahrt.

**Bild 6: Innenausstattung des ICE**



# Betriebssicherheit bei der Deutschen Bundesbahn und das Hochgeschwindigkeitssystem

Die Höchstgeschwindigkeit im Rad/Schiene-System konnte weltweit ständig angehoben werden. Die Basis hierfür bildeten die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse, die einen sicheren Hochgeschwindigkeitsverkehr ermöglichen.

## 1 Geschwindigkeit und Sicherheit

Die Einführung des InterCityExpress (ICE) in das Verkehrssystem der Deutschen Bundesbahn eröffnet einen neuen Abschnitt der Nutzung moderner Technik und des damit verbundenen hohen Reisekomforts und wird in der Öffentlichkeit mit großem Interesse aufgenommen.

Bisher übliche Höchstgeschwindigkeiten von 160 oder 200 km/h werden in der Zukunft auf ein der Topografie und den Haltepunktabständen entsprechendes höheres Maß angehoben werden. Mit den neuen High-Tech-Triebzügen InterCityExpress wird zum Fahrplan 1991/92 eine Höchstgeschwindigkeit von 250 km/h genutzt.

Sowohl mit dem Bau der neuen Strecken als auch mit der Entwicklung schnellerer Züge kamen verstärkt Fragen zu den sicherheitlichen Randbedingungen des Eisenbahnwesens, besonders bei höheren Geschwindigkeiten auf.

Diese Fragen haben zu einem Prozeß der Überprüfung sicherheitlicher Annahmen und Handlungsweisen geführt. Es gilt, die für die Sicherheit bedeutsamen Regeln und die Gestaltung technischer Umgebung in den nächsten Jahren noch stärker als in der Vergangenheit auf dem Wissen der modernen Forschung und Technik aufzubauen.

## 2 Sicherheit im heutigen Eisenbahnwesen

So wie ein Anspruch auf Pünktlichkeit besteht, gibt es den noch wichtigeren Aspekt der Sicherheit des Eisenbahnbetriebes.

Aus der Sicht des Kunden bzw. Fahrgastes gibt es zwei Zustände — sicher oder nicht

sicher. Ist die Fahrt ohne besondere Vorkommnisse verlaufen, also Fahrgast bzw. Sendung unversehrt, wird diese Fahrt als sicher empfunden. Tritt ein Schadensereignis ein, für das die Eisenbahn verantwortlich gemacht wird, ist die Sicherheit gestört.

Das subjektive Empfinden des Reisenden oder Kunden kann nicht unmittelbar erfaßt werden. Zweckmäßig ist stattdessen die Erfassung meßbarer bzw. zählbarer Kriterien und ihre Bewertung. Analysen von Zeitreihen lassen Trends und Zusammenhänge deutlich werden.

Ein traditionelles Maß für die Sicherheit ist die auf die Verkehrsleistung bezogene Zahl von Ereignissen.

Die Statistik der Deutschen Bundesbahn zu Bahnbetriebsunfällen und gefährlichen Ereignissen zeigt einen kontinuierlichen Rückgang der Unfallzahlen (Bild 1).

Im Vergleich zu den Zahlen anderer Verkehrsträger, besonders dem Straßenverkehr steht die Bahn glänzend da. Ihre Sicherheit läßt sich mit der des Luftverkehrs messen, wo durch hohe Sicherheitsaufwendungen ein gutes Niveau erreicht wurde und wo sich sehr hohe Verkehrsleistungen erzielen ließen, auf die die Schadensereignisse bezogen werden.

Die mit dem Eisenbahnbetrieb gedanklich assoziierbaren Ereignisarten Entgleisungen und Zusammenstöße sind im Laufe der letzten Jahrzehnte sehr selten geworden.

Entgleisungen haben kontinuierlich mit der Verbesserung von Gleiszustand, Fahrwegesicherung und Technologie der Wagen und Triebfahrzeuge abgenommen. Die successive vorgenommenen Erhöhungen der Geschwindigkeiten im Personen- und Güterverkehr haben keinen nachteiligen Einfluß darauf gehabt.

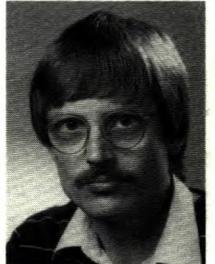
Dipl.-Ing.  
Dieter Metz (58),

Hauptabteilungsleiter für Betriebsführung und Betriebssicherheit in der Zentrale der Deutschen Bundesbahn, Beauftragter des Vorstands der DB für Betriebssicherheit. — Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Hochschule Hannover. Nach dem zweiten Staatsexamen Vertreter des Amtesvorsandes des Betriebsamtes Siegen, Hilfsdezentern bei der Bundesbahndirektion Wuppertal, Hilfsarbeiter beim Bundesverkehrsministerium, Betriebsamtsvorstand in Hildesheim, Streckendezentern bei der Bundesbahndirektion Hannover. Dezentern für Betriebsvorschriften bei der Zentralen Transportleitung in Mainz, Vorsitzender des Fahrdienstausschusses, Leiter der Betriebsabteilung der BD Nürnberg. —



Dipl.-Ing.  
Rüdiger Voerste (38),

Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Hauptabteilung für Betriebsführung und Betriebssicherheit der ZHBV. — Studium des Bauingenieurwesens an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Nach dem zweiten Staatsexamen Hilfsdezentern und Streckenbaumeister an der Neubaustrecke Hannover—Würzburg und Abteilungsleiter für Nahverkehr der Bundesbahn-Direktion Frankfurt (M). — Anschrift der Autoren: ZENTRALE Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn, Friedrich-Ebert-Anlage 43—45, 6000 Frankfurt am Main.



Zusammenstöße haben ebenfalls eine abfallende Tendenz, da die Techniken der Zugfolge- und Fahrwegesicherung mit moderner Elektrik und Elektronik noch weiter verbessert werden konnten.

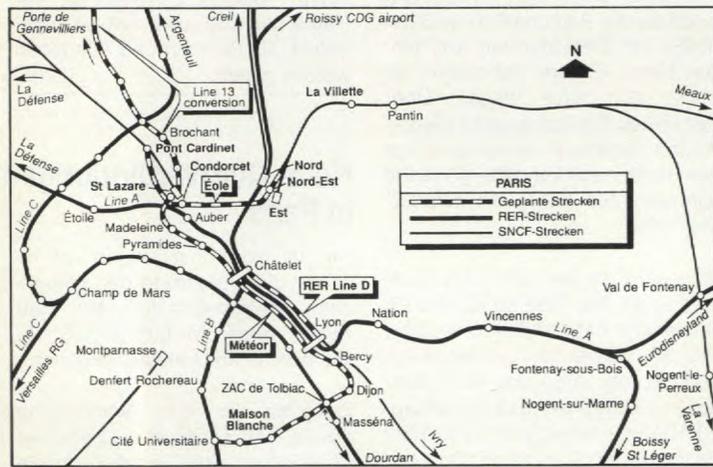
Die Zahl von Unfällen mit Auswirkungen auf eine große Zahl von Reisenden oder Anliegern an einer Bahnstrecke oder Folgen für die Umwelt sind damit auf ein sehr geringes Maß zurückgeführt worden. Häufiger sind die Unfallarten mit vergleichsweise kleinen Zahlen betroffener Verkehrsteilnehmer bzw. relativ geringen Sachschäden.

Die überwiegend durch Straßenverkehrsteilnehmer verursachten Bahnübergangsunfälle können nachhaltig nur durch Besei-

senden sollen die Luftströme bei Einfahrt einer U-Bahn in den Bahnhof durch Installation von Entlüftungsschächten reduziert werden.

Die RATP baut den ersten, 7,2 km langen Streckenabschnitt der Météor, der ab 1996 zwischen ZAC de Tolbiac und Madeleine mit automatischen Zügen in Betrieb genommen werden soll. Die Route soll insgesamt fast 20 km umfassen und von der Cité Universitaire bis zum Port de Gennevilliers verlaufen. Insgesamt wird diese Strecke 20 Bahnhöfe umfassen. Alle Bahnhöfe wer-

den Fahrstühle erhalten, die vom Straßenniveau aus die Fahrseinhalle bzw. die Bahnsteige erreichen. Um das Sicherheitsgefühl für die Reisenden zu erhöhen, werden die Bahnhöfe so offen wie möglich gestaltet und schwer einsehbar Bereiche vermieden. Die unterirdischen Gänge, die Bahnsteige und das Innere der Züge wird mit Video-Kameras überwacht werden. Die Bahnsteigkanten werden automatische Schiebetüren erhalten, die den entsprechenden Türen der eingefahrenen Züge genau gegenüber liegen. (5027)



### Hochgeschwindigkeitsverkehr in Italien

Spätestens 1997 wird auch Italien über einen Hochgeschwindigkeitszug und Schnellfahrstrecken verfügen. Der Sonderkommissar der Italienischen Staatsbahn (FS), Lorenzo Necci, vergab im Februar 1992 die ersten Aufträge für den Bau von 30 Zügen des Typs „ETR500“. Das erste Exemplar soll Anfang 1995 zugestellt werden. Es kostet 37,9 Mrd. Lire (51 Mio. DM). Dieser erste Auftrag hat ein Gesamtvolumen von 1137 Mrd. Lire (1,57 Mrd. DM).

Der Zug wird eine Stärke von 8800 kW/12000 PS entwickeln und eine Geschwindigkeit von 300 km/h erreichen.

Das gesamte Projekt soll in drei Phasen ablaufen:

▷ Zunächst werden verschiedene Aktiengesellschaften aufgebaut.

Bereits 1991 war die Betreibergesellschaft TAV (Treno ad alta velocità) gegründet worden. Die Besonderheit dieser Holding liegt darin, daß sich die FS lediglich im Besitz von 40% der Kapitalanteile befindet, während in- und ausländische Banken mit 60% die Mehrheit stellen.

▷ Als zweites wird die neue Gesellschaft Metropolis die beteiligten Bahnhöfe modernisieren und den Erfordernissen des Schnellzugverkehrs anpassen. Aus dem klassischen Bahnhof soll ein mit allem Komfort ausgestatteter „Railport“ werden, ähnlich den Flughäfen.

▷ Die dritte Phase sieht den Bau neuer Schnellfahrstrecken vor. Die Verbindung zwischen Rom und Neapel wird vollständig und die zwischen Rom und Florenz teilweise erneuert. Die Trassen Mailand—

Bologna und Triest—Venedig werden zweigleisig ausgebaut. Zwischen Bologna und Florenz ist ein weiterer Tunnelbau unter den Apenninen erforderlich.

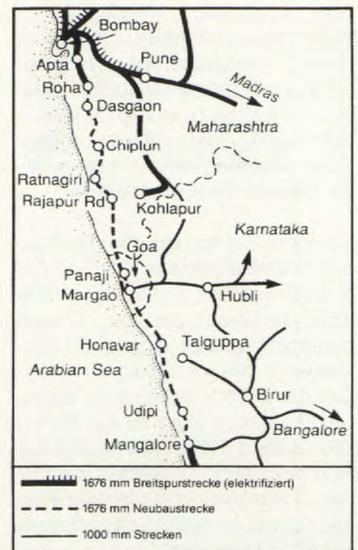
Die neuen Schnellfahrstrecken sollen bis 1998 fertiggestellt sein. Die erwarteten Fahrzeitgewinne ergeben sich aus der Tafel. Zwischen Rom und Mailand sollen täglich 100000 Personen befördert werden.

Das gesamte Vorhaben wird 30000 Mrd. Lire (41,4 Mrd. DM) erfordern. 24000 Mrd. Lire (33,1 Mrd. DM) kosten die neuen Schnellfahrstrecken einschl. Knotenpunkten. 2000 Mrd. Lire (2,8 Mrd. DM) das neue Serviceangebot und 4000 Mrd. Lire (45,5 Mrd. DM) der Kauf der Hochgeschwindigkeitszüge. (2088)

### Neubaustrecke in Indien

Im Juli 1990 wurde in Indien eine Eisenbahnverbindung von Bombay zur ca. 1000 km entfernten Stadt Mangalore bauen soll. Ein erstes Streckenstück wurde bereits 1966 von Bombay bis Roha verlängert. An den Kosten der Fortführung dieser Strecke bis Mangalore beteiligen sich neben dem Verkehrsministerium auch die vier Bundesstaaten, die einen wirtschaftlichen Nutzen von der Strecke haben. Die Aufteilung der Baukosten ist wie folgt vorgesehen:

- ▷ Verkehrsministerium ..... 51 %
- ▷ Maharashtra ..... 22 %
- ▷ Goa ..... 6 %
- ▷ Karnataka ..... 15 %
- ▷ Kerala ..... 6 %.



Die neue Strecke wird die bisherige Eisenbahnverbindung deutlich verkürzen, und zwar von 2041 km auf 991 km. Diese Strecke wird voraussichtlich 71 Tunnel mit insgesamt 75 km Länge aufweisen, wobei der längste Tunnel 6,4 km lang sein wird. Insgesamt werden etwa 60 km der für eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h trassierten Strecke auf Brücken liegen. Die sogenannte Konkan-Eisenbahnlinie wird eingeleisig gebaut. Der Streckenanteil der einzelnen Länder beträgt 423 km für Maharashtra, 129 km für Goa, 285 km für Karnataka. Kerala hat ebenfalls einen wirtschaftlichen Nutzen durch die Neubaustrecke, obwohl es südlich von Mangalore liegt.

Bereits im Juni 1992 werden voraussichtlich 115 Streckenkilometer eröffnet, und zwar 67 km von Roha nach Dasgaon am nördlichen Ende der Strecke und 48 km von Mangalore nach Udipi am südlichen Ende. (2032)

### Die Renaissance der Stadtbahn in Nordamerika

Am 9. April 1961 wurde der Betrieb auf der hochfrequentierten und viergleisig ausgebauten Strecke von Los Angeles nach Long Beach eingestellt. Zwei Jahre später wurde auch der Verkehr auf dem letzten noch verbliebenen Teil des innerstädtischen Straßenbahnnetz eingestellt, womit Los Angeles zum größten Ballungsgebiet Nordamerikas ohne ein schienengebundenes Nahverkehrsmittel wurde. Als Hilfsmaßnahmen werden zwei Fahrspuren einer Autobahn seit 16 Jahren als Busspur betrieben.

Seit dem 16. Juli 1990 gibt es jedoch erneut eine Stadtbahnverbindung zwischen Los Angeles und Long Beach; zwei weitere Strecken befinden sich im Bau, eine davon als U-

Bahn in der Form einer Unterpflasterbahn.

Die Fahrgeldeinnahmen decken im Schnitt 43% der Betriebskosten. Die Beschaffung neuer Fahrzeuge wird größtenteils durch die amerikanische Bundesregierung (UMTA — Urban-Mass Transport Association) finanziert.

Insgesamt gesehen sucht Los Angeles, das vor 20 Jahren seine Verkehrsprobleme auch dadurch nicht lösen konnte, daß die Stadt die Breite seiner Stadtautobahn verdoppelte, heute nach einer Lösung durch die Förderung des öffentlichen Verkehrs.

Weitere nordamerikanische Stadt-

Tafel: Fahrzeitgewinne

Lfd. Nr	Strecke	Fahrzeit		Fahrzeitgewinne
		Ist	Soll	
1	Mailand—Rom	5 h	2 h 30'	2 h 30'
2	Turin—Mailand	1 h 30'	43'	47'
3	Mailand—Venedig	2 h 45'	1 h 37'	1 h 8'
4	Mailand—Bologna	1 h 26'	1 h 5'	21'
5	Bologna—Florenz	49'	35'	14'
6	Rom—Neapel	1 h 51'	1 h 10'	41'

bzw. Bayreuth von 100 km/h einschließlich aller Zwischenstopps: die Fahrzeitverkürzungen in der Relation Nürnberg—Hof liegen bei 25 Minuten.

Das Betriebsprogramm mit dem VT 610 bietet Einstundentakt zwischen Nürnberg und Bayreuth sowie Zweistundentakt Nürnberg—Hof; in den Zwischenstunden verkehren InterRegio- oder D-Züge mit gleichzeitig auch umsteigefreien Verbindungen z. B. nach Leipzig und Dresden oder Stuttgart und Karlsruhe.

Diese neue Konzeption „Takt mit Sy-

stem und Tempo“ wurde am 31. Mai 1992 eingeführt. Mit insgesamt mehr als 50 Fahrten mit den neun VT 610-Triebzügen in Doppel-, teilweise in Drei- und Vierfachtraktion wurden über 8000 Sitzplätze angeboten und mehr als 11 000 Fahrgäste befördert. In den drei Bahnhöfen Bayreuth, Hof und Marktredwitz wurden Bahnhofsfeiern veranstaltet, die eine hohe Akzeptanz hatten und unterstrichen, daß die DB „kurvendynamisch in die Offensive“ geht.

Nach Ablauf der ersten Woche zeigt es sich, daß die Bürgerinnen und Bürger dieses neue Angebot erfreulich gut nutzen. (2177)

## Hochgeschwindigkeitsverkehr in Spanien aufgenommen

Am 20. April 1992 wurde in Spanien der Hochgeschwindigkeitsverkehr mit den neuen AVE (Alta Velocidad Espanola) eröffnet. In der ersten Woche benutzten 23 200 Fahrgäste das neue Transportmittel, was einem durchschnittlichen Auslastungsgrad aller eingesetzten Züge von 81,4 % entspricht.

Folgende Daten kennzeichnen den Weg Spaniens in das Hochgeschwindigkeitszeitalter:

Die neuen Züge verfügen über drei Klassen: Turista, Preferente und Club. Die Fahrpreise schwanken nach Wagenklasse und nach Tageszeiten und zwar z. B. für die gesamte Distanz zwischen Madrid und Sevilla zwischen 100,— und 140,— DM in der Touristenklasse oder 195,— und 275,— DM in der Clubklasse.

In der Turista beträgt die Sitzanordnung 2 + 2, in den beiden anderen



- ▷ 11. Oktober 1986: Entscheidung der spanischen Regierung, eine neue Eisenbahnverbindung zu schaffen.
- ▷ 25. Februar 1988: Internationale Anfrage der Beschaffung von 24 AVE-Hochgeschwindigkeitszügen.
- ▷ 9. Dezember 1988: Entscheidung, die neue Hochgeschwindigkeitsstrecke in Normalspur auszuführen.
- ▷ 23. Dezember 1988: Bestellung der AVE-Züge.
- ▷ 16. März 1989: Vertragsunterzeichnung.
- ▷ 10. Oktober 1991: Präsentation des ersten AVE-Triebzuges.
- ▷ 20. April 1992: Aufnahme des kommerziellen Dienstes auf der Neubaustrecke Madrid—Sevilla.

Klassen 2 + 1, wobei in der Clubklasse die Doppelsitze in Abteilen ohne Türen angeordnet sind. Außerdem gibt es in der Clubklasse — im Fahrpreis inbegriffen — Getränke und ein Menü nach Art der Bordverpflegung im Flugzeug. (2150)

## Neubaustrecke Madrid—Sevilla in Betrieb

Seit 21. April 1992 ist die 471 km lange Neubaustrecke zwischen Madrid und Sevilla mit einer Geschwindigkeit von 300 km/h in Betrieb; mit der Realisierung des Infrastrukturprojektes AVE (Alta Velocidad Espa-

ñola — spanische Hochgeschwindigkeit) der Spanischen Eisenbahnen (RENFE) gehört auch Spanien zu den Ländern Europas mit Hochgeschwindigkeitsverkehr auf der Schiene.

Die Neubaustrecke in europäischer

Regel von Madrid aus ferngesteuert wird. Die Züge fahren mit deutscher Linienzugbeeinflussung. Für Signaltechnik und Telekommunikation zeichnete SEL Alcatel verantwortlich.

Die Bauarbeiten oblagen einhei-



Normalspur (1435 mm) beginnt im Norden im Bahnhof Madrid-Atocha, der um- und großenteils neu gestaltet wurde. Die Trasse verläuft mit 31 Brücken und 17 Tunnel über die kastilische Hochebene, steigt südlich von Toledo und beim Durchqueren der Sierra Morena auf 800 m, während Sevilla nur wenig über dem Meeresspiegel liegt. Dort entstand der Bahnhof Santa Justa völlig neu.

Wie die Spurweite weicht auch das Bahnsystem der Neubaustrecke vom übrigen Netz ab: Sie wurde mit 25 kV/50 Hz Wechselstrom elektrifiziert, während die RENFE sonst mit 3000 V Gleichstrom fährt. An der Strecke speisen zwölf Umspannwerke Energie aus dem öffentlichen Netz in die Oberleitung. Jeweils etwa 8 km der Neubaustrecke vor den Endbahnhöfen werden ebenfalls mit Gleichstrom betrieben.

Acht elektronische Stellwerke sichern den Betrieb, der jedoch in der

mischen Unternehmen, während Stromversorgung, Oberleitung, Sicherungstechnik und Telekommunikation vom spanisch-deutschen Konsortium Consorcio Hispano-Aleman (CHA) unter Federführung von Siemens ausgeführt wurden. Die nahezu 500 km konnten in 33 Monaten bei nur etwa 24 Monaten reiner Bauzeit fertiggestellt werden. Die Gesamtkosten des Projekts betragen 7,4 Mrd. DM.

Auf der Hochgeschwindigkeitsstrecke kommen modifizierte TGV-Züge der dritten Generation sowie von Siemens und Kraus-Maffei entwickelte, universell einsetzbare „Euroloks S 252“ zum Einsatz.

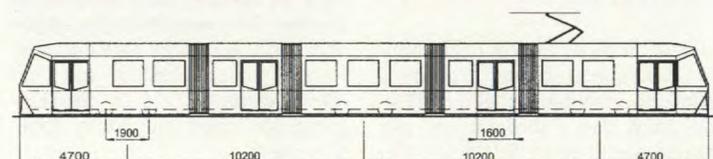
Die Fahrzeit der AVE-Züge konnte um mehr als die Hälfte reduziert werden. Je nachdem, ob die Züge nonstop fahren oder unterwegs in Ciudad Real, Puertollano und Cordoba halten, beträgt die Fahrzeit 2 Std. 45 Min. bis 2 Std. 55 Min. (2138)

## BWS entwickelt neues Niederflur-Konzept

Die Firma Bombardier-Wien-Schienenfahrzeuge (BWS) in Österreich entwickelt derzeit ein Konzept für eine neue Generation von Niederflur-Straßenbahnfahrzeugen. Die neue Fahrzeuggeneration mit dem Namen Cityrunner soll entweder in Stahl-Leichtbau-Bauweise oder in einer Aluminium-Bauweise unter verstärkter Nutzung von Verschraubungssystemen zur Vermeidung von Schweißnähten gebaut werden.

Die Cityrunner-Fahrzeuge sollen aus drei Basis-Modulen aufgebaut werden und durch die jeweilige Kombination Fahrzeuglängen von 19,6 m bis 40 m erlauben. Die 19,6 m lange Version würde 53 Sitzplätze und 88 Stehplätze (4 P/m<sup>2</sup>) anbieten. Das 40 m lange Fahrzeug würde über 118 Sitzplätze und 147 Stehplätze verfügen.

Die drei Basis-Module umfassen



# Verkehrsprojekte Deutsche Einheit, Relation Hannover—Berlin

## Projekt-Management-Software im Einsatz für den Hochgeschwindigkeitsverkehr

In der Konzeption der Entwicklung einer leistungsfähigen Schieneninfrastruktur für die Verkehrsprojekte Deutsche Einheit ist die Schnellbahnverbindung Hannover—Berlin ein wichtiges Element. Außerdem ist die Strecke ein zentraler Bestandteil des zukünftigen europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes. Die zu planenden Verkehrsanlagen sind unter ökonomischer Nutzung aller Ressourcen zu entwickeln und den technischen Anforderungen einer zukunftsweisenden modernen Bahntechnik anzupassen. Der Umfang an Planung, Steuerung und Kontrolle derartiger Großprojekte ist unter den gegebenen Rahmenbedingungen auch ein Meilenstein für den Einsatz modernster Projekt-Management-Instrumentarien.

### 1 Einleitung

Auf Grund der notwendigen Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur in den neuen Bundesländern sollen insgesamt 17 Verkehrsprojekte Deutsche Einheit (Straße: 7 Projekte, Rad/Schiene: 9, Wasserstraßen: 1) mit einer umweltgerechten Verkehrsplanung so schnell wie möglich realisiert werden. Die Beschleunigung und Abwicklung derartiger Großprojekte mit der damit verbundenen Interpretation und Beurteilung komplexer Zusammenhänge läßt sich zu einem großen Teil nur rechnerunterstützt bearbeiten. Die Methodik für ein erfolgreiches Projektmanagement baut auf Aktivitäten auf und ist in vielen Bereichen bis hin zum netzplanorientierten Planungsinstrument entwickelt.

Mit der Kontrolle des Projektfortschrittes (Bild 1) werden der Projekterfolg und eine Voraussage von Terminen und Kosten entsprechend dem jeweiligen Detaillierungsgrad der Aktivitäten gesichert. Am Beispiel der Projektsteuerung eines von insgesamt neun Großprojekten im Rad-/Schiene-Bereich (Hannover—Stendal—Berlin, Ab-

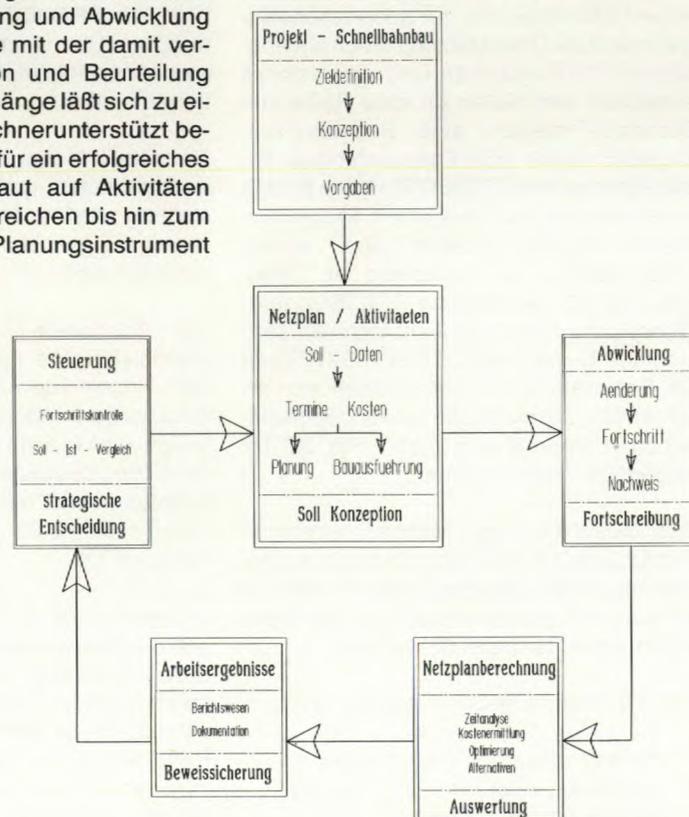
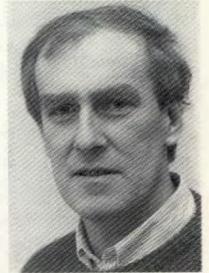


Bild 1: Regelkreis Projektfortschrittskontrolle



**Dr.-Ing. Günter Habich** (42), seit 1992 in der Entwicklungs- und Planungsabteilung der ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe AG tätig. — Studium der Elektrotechnik an der Universität Hannover. Von 1977 bis 1980 Mitarbeiter am Institut für Elektrowärme sowie am Institut für Fertigungstechnik und spanende Werkzeugmaschinen, von 1980 bis 1989 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb der Universität Hannover, von 1990 bis 1992 Mitarbeiter im Bereich Verkehrsplanung und Projektmanagement der Deutschen Eisenbahn-Consulting GmbH. — Anschrift: ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe AG, Planungs- und Entwicklungsabteilung, Am Hohen Ufer 6, 3000 Hannover 1.



**Dipl.-Ing. Detlef Haßelmann** (29), seit 1991 bei der IFI Ingenieurgesellschaft für Infrastruktur in den Bereichen Eisenbahnplanung und Projektmanagement tätig. — Studium des Bauingenieurwesens an der Techn. Universität Braunschweig, Mitarbeiter am Institut für Verkehr, Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung und am Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb. — Anschrift: IFI Ingenieurgesellschaft für Infrastruktur mbH, Hinüberstraße 13 A, 3000 Hannover 1.

schnitt Oebisfelde—Staaken) wird die praktische Anwendung modernster Projekt-Management-Software dargestellt.

### 2 Voraussetzungen

Für die Überwachung vieler Einzelaktivitäten eines Großprojektes mit einer nur schwer überschaubaren Abhängigkeit untereinander ist ein sinnvolles Mengengerüst als Input zu definieren. Die Umsetzung der Zielvorstellungen und die Darstellung der Funktionszusammenhänge aller Aktivitäten hat ein für die Projektarbeit adäquates Informationssystem zur Voraussetzung.

Die Kontrolle aller Projektphasen erfordert vor allem Kenntnisse über die Strukturen

Generalverkehrsplan von 1986 klar aufgezeigt.

Insbesondere in den Relationen Mailand—Bologna—Florenz—Rom—Neapel und Turin—Mailand—Verona—Venedig sowie zwischen Mailand und Genua ist zu erwarten, daß die vorhandene Verkehrsinfrastruktur den Anforderungen der Zukunft nicht genügen wird. Nicht zuletzt aus volkswirtschaftlichen und ökologischen Gründen hat sich die italienische Regierung dafür entschieden, hier Hochgeschwindigkeits-Eisenbahnlinien vorzusehen (Bild 2). Neben beträchtlichen Zeitgewinnen im Reisezugverkehr werden durch die HGS Kapazitäten für den Güterverkehr auf den vorhandenen Linien frei, die die FS durch neue Konzepte nutzen will und so den Anteil der Schiene, der derzeit bei nur rund 10 % liegt, deutlich zu steigern hofft. Der beschriebene Entwurf steht im übrigen im Einklang mit der gesamteuropäischen Verkehrsinfrastrukturleitplanung (Bild 1).

Die vorgesehenen Maßnahmen zur Verbesserung des Alpentransits, wie die im Bau befindliche neue Strecke von Udine nach Tarvisio (Villach), der beabsichtigte Ausbau der Strecke Lyon—Turin, der geplante Basistunnel durch den Gotthard (und bzw. oder durch den Simplon) auf der Linie Stuttgart/Basel—Zürich—Mailand sowie (hoffentlich) der Brenner-Basistunnel (München—Innsbruck—Verona) werden im Verein mit den neuen Linien die Reisezeiten zwischen den großen italienischen Zentren und den Zentren in West-, Mittel- und Nordeuropa erheblich reduzieren und die Leistungsfähigkeit gegenüber heute entscheidend steigern (Bild 3). Über Venedig—Triest dienen die neuen Hochgeschwindigkeitslinien auch zur Verbesserung der Reiseverbindungen in Richtung Balkan und Osteuropa.

### Zum Vergleich die optimalen Reisezeiten 1992 (h.min):

National:		International:					
Ancona	3.22	Palermo	11.01	Amsterdam	19.25	London	18.00
Bari	4.37	Reggio Cal.	6.56	Barcelona	17.30	Lyon	10.46
Bologna	2.26	Triest	5.50	Berlin	20.30	Marseille	14.10
Florenz	1.40	Turin	5.03	Bordeaux	17.00	München	11.05
Genua	4.05	Venedig	4.09	Brüssel	17.10	Nantes	15.40
Mailand	3.59	Verona	4.32	Frankfurt/M	14.10	Nürnberg	14.20
Neapel	1.51			Köln	16.15	Paris	12.46
						Toulouse	14.45
						Wien	13.00

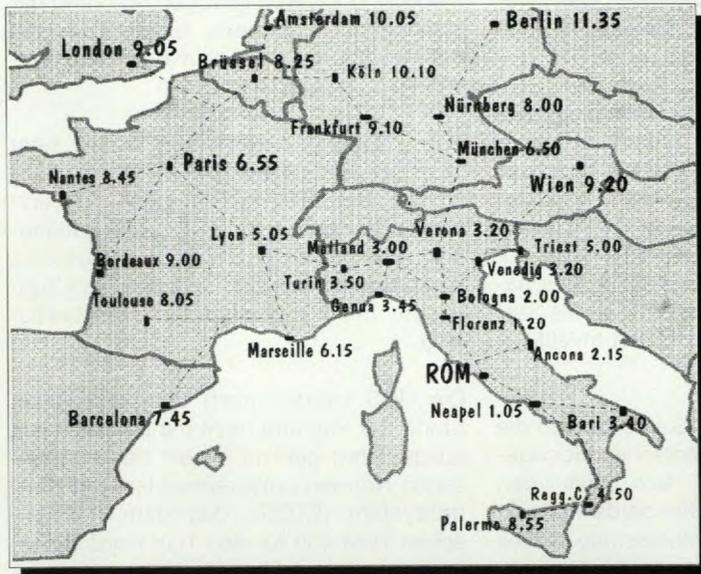


Bild 3: Reisezeiten ab Rom im Jahr 2000 mit Vergleich zu 1992

### 3 T.A.V. S.p.A. Hochgeschwindigkeitszug-Aktiengesellschaft

Wieder vergleichbar mit Deutschland befinden sich die FS (früher „Ente Ferrovie dello Stato“, jetzt „Ferrovie dello Stato — Società di Trasporte e Servizi per Azioni“) derzeit in einer Phase der Umstrukturierung mit dem Ziel der Privatisierung. Nicht zuletzt deswegen und aufgrund der Erfahrungen beim Bau der „Direttissima“ wurde im Juli 1991 die neu gegründete Aktiengesellschaft

„TRENTO ALTA VELOCITÀ — SOCIETÀ PER AZIONI“ (T.A.V. S.p.A.) dem Realisierungsvorhaben für die HGS vorangestellt. Am Gesellschaftskapital von 100 Mrd. Lire sind 27 italienische und ausländische Institutionen beteiligt, neben der FS führende Banken, Investment-, Finanzierungs- sowie Versicherungsgesellschaften.

Im August 1991 erhielt T.A.V. S.p.A. von den italienischen Eisenbahnen eine Konzession über 50 Jahre für Planung, Konstruktion und kaufmännische Nutzung der Strecken Turin—Venedig und Mailand—Neapel. Diese wurde im März 1992 um die Strecke Mailand—Genua erweitert. Politische Zielvorgabe ist es, die neuen Strecken zu 60 % durch Private zu finanzieren; 40 % übernimmt der italienische Staat. Es wird erwartet, daß sich das Projekt durch Überschüsse aus dem Betrieb der neuen Strecken selbst tragen kann.

Des weiteren sollen die Neubaustrecken in Abschnitten von rund 80 km bis 220 km an Generalunternehmer (General Contractor [GC]) vergeben und von diesen zu einem festen Preis, der alle Risiken beinhaltet, „schlüsselfertig“ geplant und gebaut werden. Ein solches Konzept, das in Deutschland für Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen ebenfalls erörtert wird, ist neu für Italien.

Entsprechend den dargestellten Voraussetzungen obliegen der Gesellschaft T.A.V. im wesentlichen folgende Aufgaben:

DEUTSCHLAND



T.A.V. S.p.A.

#### HOCHGESCHWINDIGKEITSPROJEKT

Verknüpfungen des Systems T.A.V. mit dem vorhandene Netz

- T.A.V. Linien und Knoten
- T.A.V. Anschlußlinien und Halte
- Bahnhöfe, die über vorhandene Linien mit T.A.V. verbunden sind

Bild 2: Darstellung der geplanten T.A.V.-Linien mit Anschlußlinien

# Die neue Generation: Der ICE 2

Nach jahrelanger Vorbereitung begann am 2. Juni 1991 mit dem ICE 1 der Hochgeschwindigkeitsverkehr bei der DB. Dieser ersten Stufe folgt nun die Realisierung weiterer Strecken und Züge für den Hochgeschwindigkeitsverkehr. Derzeit befindet sich eine Flotte von ICE 2-Zügen im Bau, die technisch aus dem ICE 1 abgeleitet ist. Mit dem darauf folgenden ICE 2.2 werden darüberhinaus wesentlich anspruchsvollere Ziele verfolgt.

## Einleitung

Inzwischen ist es eine Selbstverständlichkeit geworden, was vor nicht einmal zehn Jahren noch durchaus umstritten war: Heute verkehren auf drei Linien täglich 113 InterCity-Express (ICE)-Züge im Netz der DB, teilweise darüber hinaus auch in der Schweiz. Der Erfolg spricht für sich: 1993 wurden ca. 21,95 Mio. Reisende befördert, pro Werktag ca. 64 000 Menschen. Mit 406 km liegt die durchschnittliche Reiseweite spürbar über der der EC-/IC-Züge (249 km). Die technische Zuverlässigkeit der Züge dokumentiert sich im Grad der Pünktlichkeit, der Monat für Monat etwa 5 Prozentpunkte über dem für EC/IC liegt. 1993 konnte die DB insgesamt ca. 1,073 Mrd. DM Einnahmen im ICE-Verkehr verbuchen.

Mit ihrer jährlichen Laufleistung von durchschnittlich 480 000 km liegen die 60 ICE-Triebzüge der ersten Generation (ICE 1) im internationalen Vergleich mit konkurrierenden Systemen an der Spitze. Nach ursprünglich 2000 km konnte jetzt der Abstand zwischen den Laufwerkskontrollen auf 3500 km + 10 % gesteigert werden. Nicht zuletzt dadurch wurden neue Angebote wie der „Spree-Kurier“ zwischen Köln und Berlin oder der „Alster-Kurier“ zwischen Köln und Hamburg ermöglicht.

Diese Erfolge sowie der laufende und geplante Aus- und Neubau des Hochgeschwindigkeitsnetzes der DB führten bereits kurz nach der Einführung der ersten ICE-Linie zu konkreten Überlegungen für eine zweite Generation von ICE-Zügen. Voraussichtlich 1997 wird als nächste wichtige Infrastrukturmaßnahme die Neubau- bzw. Ausbaustrecke zwischen Berlin und Hannover fertiggestellt sein. Vor allem dort sollen die ICE 2-Züge verkehren. Neben den drei heutigen ICE-Linien

▷ Linie 3: Hamburg–Hannover–Frankfurt–Karlsruhe–Basel (- Zürich),

▷ Linie 4: Hamburg/Bremen–Hannover–Würzburg–München,

▷ Linie 6: Hamburg/Bremen/Berlin–Kassel–Frankfurt–Stuttgart–München,

werden dann die neuen ICE-Linien

▷ Berlin–Hannover–Dortmund–Köln (-Bonn) im Stundentakt und

▷ Berlin–Hannover–Bremen im 2-Stundentakt

Dipl.-Ing.  
Peter Lankes (44),

Abteilungsleiter Triebzugsysteme des Fernverkehrs; Projektleiter ICE 2; Geschäftsbereich Fernverkehr der DB AG, Bereich Transport/Technik. — Studium des Maschinenbaus, Tätigkeiten in der Verkehrsforschung (RWTH Aachen) und bei einem beratenden Ingenieurunternehmen. Nach 2. Staatsprüfung und Tätigkeit in der Maschinentechnischen Abteilung der BD Köln seit 1985 im ehemaligen BZA München in der Abteilung Entwicklungsplanung (Projekte ICEExperimental und ICE 1).

Anschrift: Deutsche Bahn AG, Geschäftsbereich Fernverkehr, Transport/Technik, Abteilung FGT 31, Arnulfstraße 19, 80335 München.



den Betrieb aufnehmen (Bild 1). Darüberhinaus werden die ICE 2-Züge als Verstärker auf den heutigen Linien zu sehen sein.

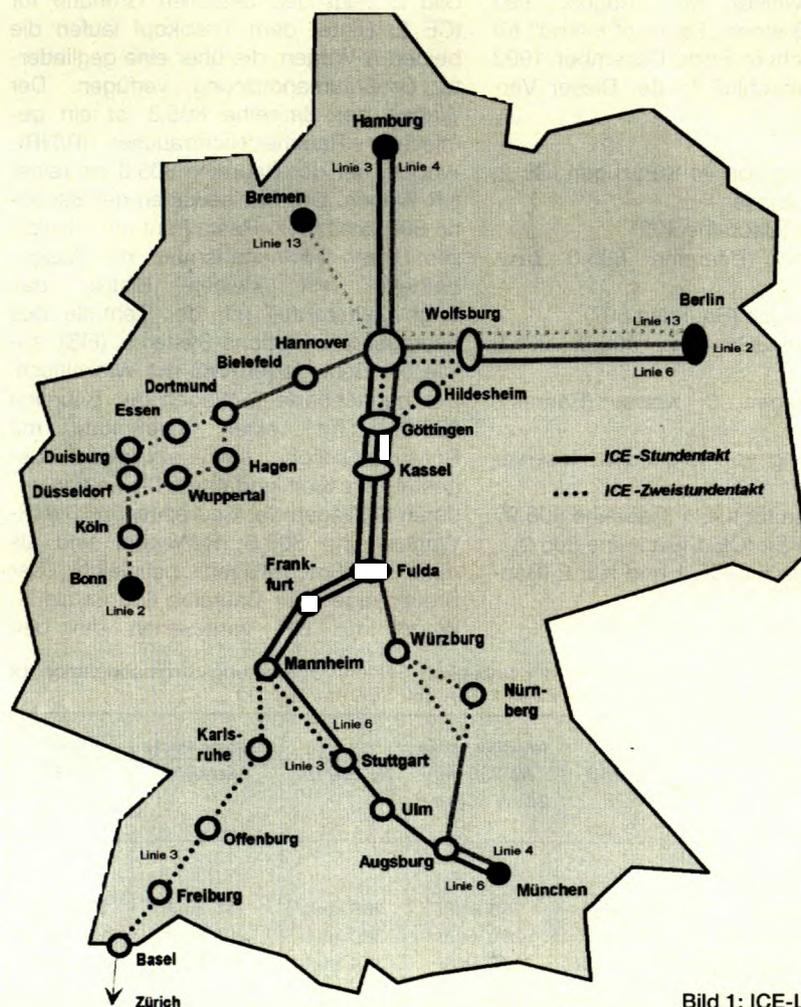


Bild 1: ICE-Liniennetz 1997

# Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa wächst zügig

Vor fünf Jahren hat die Gemeinschaft der Europäischen Bahnen (GEB) als Gruppierung innerhalb des Internationalen Eisenbahnverbands (UIC) ihren Vorschlag für ein europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz veröffentlicht [1]. Nach dem erfolgreichen Aufbau des Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) in einzelnen Ländern geht es in den nächsten Jahren verstärkt um die Einrichtung grenzüberschreitender Verbindungen. Die Europäische Union (EU) will hierzu substantielle Beiträge leisten: Infrastrukturausbau auf wichtigen Schlüsselverbindungen und Maßnahmen zur Herstellung der Interoperabilität der Netze stehen auf ihrem Programm.

Dr.-Ing.  
Eberhard Jänsch (51)

Leiter der Organisationseinheit „Systemkoordination Hochgeschwindigkeitsverkehr“ (HGV). — Studium des Bauingenieurwesens an den Technischen Hochschulen Karlsruhe und Hannover, Statiker und Projektleiter, Referendariat bei der BD Hannover, Mitarbeit am Streckenneubau Hannover — Würzburg und beim S-Bahn-Neubau in Hamburg. Von 1979 bis 1983 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Hannover. Lehrbeauftragter an der Fachhochschule Rheinland-Pfalz. —



Anschrift: Deutsche Bahn Aktiengesellschaft, Stephensonstraße 1, 60326 Frankfurt am Main.

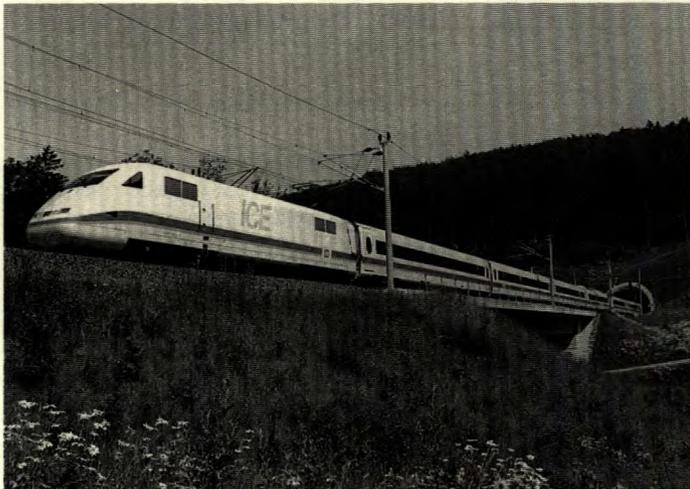


Bild 1: Intercity Express (ICE) auf der Neubaustrecke Hannover—Würzburg

## 1 Erreichter Stand

Basis für den Bahnbetrieb mit hohen Geschwindigkeiten ist eine entsprechend gestaltete Infrastruktur. Für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, der definitionsgemäß den Bahnbetrieb mit mehr als 200 km/h umfaßt, sind im Regelfall Neubaustrecken (NBS) erforderlich (Bild 1). Insgesamt 12 000 km für hohe Geschwindigkeiten geeignete Neubaustrecken soll es langfristig (etwa im Jahr 2015) in Europa geben [2]. Anfang 1994 waren 2 227 km davon in Betrieb, weitere 165 km kommen im Laufe des Jahres noch hinzu (Bild 2).

Die Neubaustrecken entfalten ihre Wirkung in Verknüpfung mit dem vorhandenen Streckennetz, auf das die Hochgeschwindigkeitszüge übergehen können. Dieses wird in verkehrsstarken Abschnitten für den Betrieb mit schnelleren Zügen umgerüstet. Anfang 1994 betrug das von Hochgeschwindigkeitszügen befahrene Streckennetz einschließlich der obengenannten Neubaustrecken rund 12 000 km (Tafel 1). Das rollende Material besteht aus Fahrzeugen verschiedener Bauarten, die für ihren jeweiligen Verwendungszweck optimal ausgelegt wurden (Tafel 2). Weitere, verbesserte Versionen sind in verschiedenen Ländern in Auftrag gegeben worden [3].

Daneben sorgen noch weitere Züge für schnelle Verbindungen in Europa, zum Beispiel:

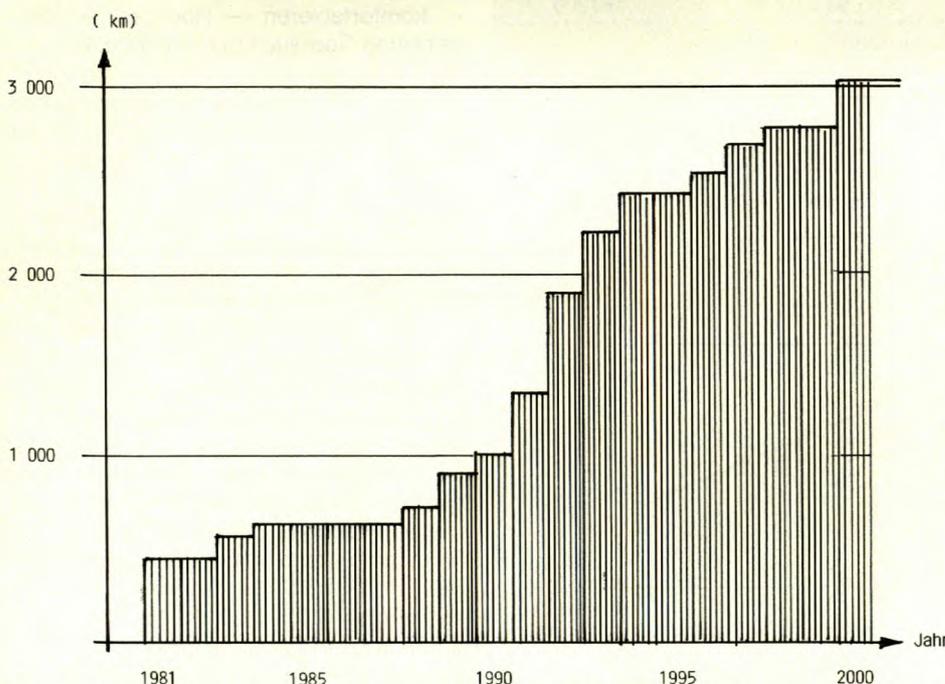
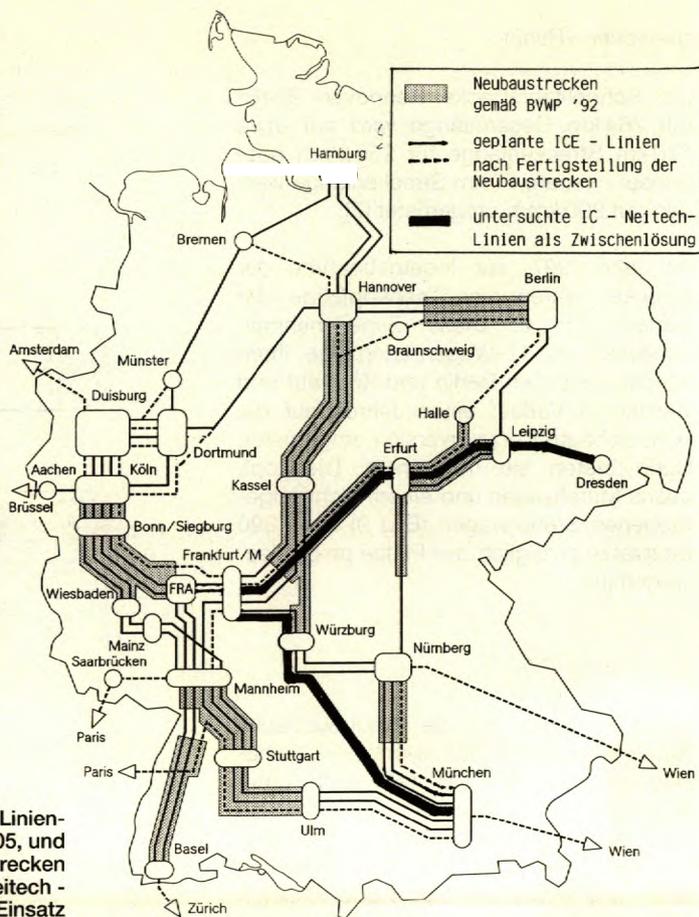


Bild 2: Länge der Neubaustrecken in der Gemeinschaft der Europäischen Bahnen (Quelle GEB)



**Bild 11: ICE-Liniennetz, ca. 2005, und untersuchte Strecken für IC - Neitech - Einsatz**

Mit fallenden Prognosewerten für den künftigen Güterverkehr auf der Schiene verliert die Kapazitätskomponente in der Begründung zum Bau von Hochleistungs-Mischverkehrsstrecken an Gewicht. Es muß neu überlegt werden, wie die übergeordneten Gesichtspunkte der Struktur-, Verkehrs- und Umweltpolitik im Wettstreit um den Infrastrukturausbau durchgesetzt werden können (Bild 10).

Nichtsdestotrotz ist es das Ziel der DB AG, ihren Kunden im Personenfernverkehr kürzere Reisezeiten anzubieten, und zwar möglichst rasch und nicht erst nach Fertigstellung der geplanten Streckenausbauten.

Als „Überbrückungs-Maßnahme“ bis zur Fertigstellung neuer Strecken — und im Einzelfall auch als Ersatz, wenn keine kapazitiven Notwendigkeiten zu erkennen sind — bietet sich der Einsatz von Zügen mit Neigungstechnik (Neitech) an, die auf bogenreichen Strecken schneller als das konventionelle Rollmaterial fahren dürfen. Auf zwei exemplarisch untersuchten IC-Linien gemäß Bild 11 könnte durch Neitech-Züge die Fahrzeit stufenweise gekürzt werden, wie in Tafel 8 aufgelistet.

Verbleibt die zulässige Höchstgeschwindigkeit bei 160 km/h, so halten sich die notwendigen Infrastrukturanpassungen für den Neitech-Einsatz in Grenzen. Darüberhinaus wird es teuer:

V > 160 km/h erfordert

- ▷ Linienzugbeeinflussung,
- ▷ Aufhebung höhengleicher Bahnübergänge und
- ▷ Oberleitung Re 200.

**Tafel 8: Fahrzeitenvergleich für zwei ausgewählte Neitech-ICE-Verbindungen. Fahrzeiten mit Regelzuschlag und Haltezeiten**

Strecke	Fahrzeit konventionell (min)	Fahrzeit mit Neitech <sup>1)</sup>			Fahrzeit mit Neubaustrecke (min)
		V < 160 km/h (min)	< 200 km/h (min)	< 230 km/h (min)	
Frankfurt (M)—Erfurt (259 km)	122	112	109	108	80
Frankfurt (M)—Würzburg—München (404 km).....	187	171	167	167	184 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> ohne Linienverbesserungen <sup>2)</sup> ICE Sprinter 1994/95 über Neubaustrecke Mannheim—Stuttgart Distanz 425 km, davon 99 km Neubaustrecke.

V > 200 km/h erfordert darüberhinaus

- ▷ Umbau der Bahnsteiganlagen an durchgehenden Streckengleisen dergestalt, daß bei Zugdurchfahrt der Aufenthalt von Reisenden auf dem Bahnsteig durch technische Vorrichtungen ausgeschlossen wird, und
- ▷ Oberleitung Re 250.

Ein Wechsel der Oberleitung ist mit veränderten Maststandorten verbunden; außerdem wird die Bauhöhe der Leitungskonstruktion größer, so daß alle Brücken über die Eisenbahn angehoben werden müssen. Ein Teil der dargestellten Maßnahmen ist nur nach Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens möglich und deshalb nicht nur teuer, sondern auch zeitaufwendig.

### 2.3 Spanien

Die Spanische Eisenbahn RENFE betreibt

mit der Neubaustrecke Madrid—Sevilla seit April 1992 Hochgeschwindigkeitsverkehr [11]. Die für 300 km/h zugelassenen AVE-Züge legen die 471 km lange Strecke in 2 1/2 Stunden zurück. Die täglich zehn Zugpaare sind dank steuernder Elemente in den Tarifen sehr gut ausgelastet. Bisher sind 16 200 m-Zugseinheiten im Einsatz, weitere acht sind bestellt.

Die Neubaustrecke ist bereits mit der europäischen Normalspur ausgerüstet, als Inselbetrieb innerhalb des spanischen Breitspurnetzes. Mehr als bisher soll sie künftig durch 200 km/h-Talgo-Verbindungen für durchgehenden Reiseverkehr benutzt werden. Mit der Talgo-Technologie, die unter anderem Losräder verwendet, ist der Spurwechsel innerhalb kurzer Zeit zu erledigen.

Den vollen Verkehrswert erreicht die Neubaustrecke erst, wenn sie aus ihrer Isolierung befreit und an das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz angeschlossen

# Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa

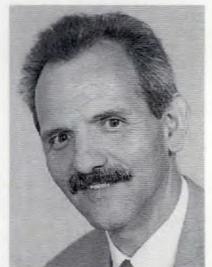
In den vergangenen Jahren ist durch die Aufnahme des Hochgeschwindigkeitsverkehrs auf weiteren Neubaustrecken das Angebot erheblich ausgeweitet worden. Im Jahr 1994 wurden bereits 12 % des gesamten westeuropäischen Schienenpersonenverkehrs mit Hochgeschwindigkeitszügen erbracht.

Die Verwirklichung des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes ist eines der Schlüsselprojekte der internationalen Bahnkooperation. 36 Bahnen arbeiten in der „Mission Hochgeschwindigkeit“ des Internationalen Eisenbahnverbandes UIC zusammen. Der neue Vorschlag für ein gesamteuropäisches Hochgeschwindigkeitsnetz (10/1995) erforderte insbesondere die Konkretisierung der Planungen in Mittel- und Osteuropa. Durch eine ständige enge Zusammenarbeit mit der Europäischen Union wurde die Kohärenz der Planungen gewährleistet.



Dipl.-Ing.  
Michel Walrave (60),

seit 1991 Geschäftsführer des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC). — Ingenieurstudium an der Ecole Polytechnique Paris und Ingenieur Ponts et Chaussées, seit 1964 in verschiedenen Positionen bei der SNCF tätig. 1985-1990 Stellvertretender Generaldirektor, Berater des Premierministers von 1981 bis 1983. —



Dr.-Ing.  
Gunther Ellwanger (52),

seit 1991 Hauptabteilungsleiter Hochgeschwindigkeitsverkehr beim Internationalen Eisenbahnverband (UIC). — Studium des Bauingenieurwesens an der TH Stuttgart, Referendar bei der BD Stuttgart, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Eisenbahnwesen der Universität Darmstadt, Hauptabteilungsleiter Verkehrs- und Unternehmenspolitik in der Zentrale der DB, Frankfurt/Main. — Lehrbeauftragter für „Eisenbahnwirtschaft und Eisenbahnpolitik“ an der Universität zu Köln. —

Anschrift der Autoren: 16 rue Jean Rey,  
Internationaler Eisenbahnverband UIC,  
F-75015 Paris.

- PROJET DE RESEAU PAN-EUROPEEN DE TRAINS A GRANDE VITESSE
- PROPOSED PAN-EUROPEAN NETWORK OF HIGH SPEED TRAINS
- PROJEKT EINES PAN-EUROPAISCHEN HOCHGESCHWINDIGKEITSAHNETZES
- LIGNES NOUVELLES  
NEW LINES  
NEUBAUSTRECKEN
- LIGNES AMENAGEES  
UPGRADED LINES  
AUBAUSTRECKEN
- LIGNES D'INTERCONNECTION  
CONNECTING LINES  
VERBUNDSTRECKEN
- MAILLONS-CLES  
KEY LINKS  
SCHLUSSELVERBINDUNGEN



Bild 1: Langfristiges Leitschema des trans-europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes der UIC (10/1995)

Im Bereich der Tokaido Megapolis leben auf 10 % der Fläche Japans 36 % der Bevölkerung, die 47 % des nationalen Einkommens erwirtschaften (siehe auch Bild 1). 25 % der Einwohner, d.h. über 30 Mio. leben allein in der weiteren Tokio-Metropolitan-Area. 10 der 11 Millionenstädte liegen im 1200 km langen Küstenstreifen zwischen Tokio und Fukuoka.

Der Verkehr mit motorisierten Fahrzeugen ist vergleichbar: 1,36 Mrd. Pkm/Jahr werden in Japan mit Pkw zurückgelegt, d.h. 10850 Pkm/Einwohner im Verhältnis zu 0,924 Mrd. Pkm/Jahr in Deutschland, d.h. 11407 Pkm/Einwohner.

### 2.2 Einwohnerdichte, Bahnangebot und -leistungen im Vergleich zu Deutschland

Durch die Siedlungsstruktur ergeben sich in Japan für die Bahn ungleich größere Potentiale als in Deutschland. Verschiedene Kennziffern zeigt die Tafel 1.

Tafel 1: Vergleich Siedlungsstruktur und Kennziffern der Bahn Japan/Deutschland

Kriterium	Japan	Deutschland	Faktor
EW/km <sup>2</sup>	331	227	1,5
EW/km <sup>2</sup> bewohnbare Fläche	1551	338*	4,6
Strecken-km Bahn je qkm bewohnbare Fläche	0,34	0,17	2,0
Zug-km je Strecken-km je Tag (Reisezüge/alle Züge)	90/104	43/58	2,1/1,8
Zug-km je Einwohner	8,64	7,8	1,1
Reisenden-km je Einwohner/Jahr	3216	754	4,3
Reisenden-km je Zugkm	370	97	3,8

\*Annahme: 2/3 bewohnbar im Sinne der japanischen Angaben.

Das Angebot der Deutschen Bahn AG kann — bezogen auf die Einwohnerzahl — als gleichwertig angesehen werden. Aufgrund der Siedlungskonzentration erreichen die Japanischen Bahnen ihr Potential jedoch um ein vielfaches besser. Insofern ist die viel höhere Auslastung des japanischen Bahnsystems zu erklären.

### 3 Verkehrsangebot und Konkurrenzsituation im Vergleich zu Deutschland

#### 3.1 Bahn

Japan erhielt erst relativ spät, ab 1872, ein Eisenbahnnetz, das als Schmalspurbahn (1067 mm) und aufgrund der Landesstruktur mit zahlreichen kurvenreich trassierten Gebirgsstrecken ausgeführt wurde. Bis in die 50iger Jahre lag der Standard der Japanischen Eisenbahnen deutlich unter europäischem Niveau. Um

zusätzliche Kapazitäten zu schaffen und die Konkurrenzsituation zu verbessern, wurde 1964 eine neue Strecke Tokio—Osaka in Betrieb genommen, die — als Normalspur (1435 mm) modern trassiert — für Geschwindigkeiten von über 200 km/h ausgelegt und ausschließlich mit modernen Triebwagenzügen bedient wurde („Shinkansen“). Das Ziel war, die größten Städte des Landes, Tokio und Osaka, in etwa 3 Stunden zu verbinden.

che mit Halten im Abstand von ca. 20 bis 30 km. Die Anzahl der täglichen Züge auf den einzelnen Streckenabschnitten zeigt Bild 2.

Die Shinkansenverbindungen werden durch Expreszüge und Nachtzüge auf den konventionellen Strecken ergänzt. Deren Reisegeschwindigkeit liegt nur zwischen 80 und 100 km/h, auf einigen Gebirgsstrecken auch darunter.

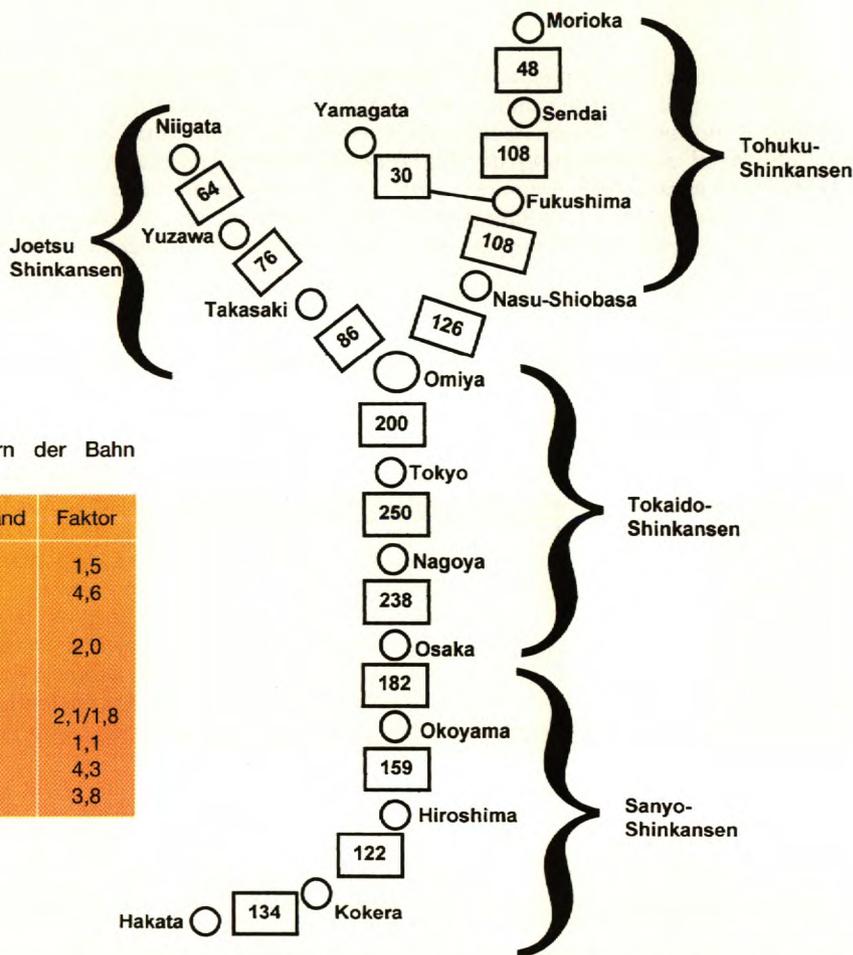


Bild 2: Shinkansen Anzahl Züge je Tag 1995 (Betriebszeit 6 bis 24 Uhr)

Aufgrund des großen Erfolgs der ersten Shinkansen-Linie wurde ein landesweites Hochgeschwindigkeitsnetz konzipiert, das allerdings bis heute nur zum Teil — verzögert wegen Umweltproblemen und wegen immenser Kosten — realisiert wurde. Immerhin sind die dicht besiedelten Landesteile der Hauptinsel Honshu sowie der Norden der Insel Kyushu mit dem heute etwa 2000 km langen Netz erreichbar. Dieses Hochgeschwindigkeitsnetz bildet das attraktive Kernstück der japanischen Eisenbahnen und ist an vielen Bahnhöfen eng mit dem inzwischen ausgebauten konventionellen Schmalspurnetz verknüpft. Bei einer Höchstgeschwindigkeit von bis zu 275 km/h werden zwischen den großen Knoten Reisegeschwindigkeiten von über 200 km/h erreicht. Es verkehren Züge mit wenigen Halten ebenso wie sol-

Die Bahnen der JR-Gruppe haben ein Aufkommen von etwa 250 Mrd. Pkm pro Jahr, davon ca. 70 Mrd. im Hochgeschwindigkeitsverkehr. In Japan bewältigen vor allem in den Ballungsgebieten zahlreiche Privatbahnen große Verkehrsströme. Insbesondere im Entfernungsbereich bis 100 km leisten sie etwa 150 Mrd. Pkm/Jahr. Zu den ca. 20000 Streckenkilometern der JR-Gruppe kommen etwa 7000 km Privatbahnstrecken. Tafel 2 leistet einen Überblick über Leistungen und Wirtschaftsergebnisse der Bahnen der JR-Gruppe (ehemalige Staatsbahn).

Die Fahrpreise der japanischen Bahnen setzen sich aus einem mit zunehmender Entfernung degressiven Grundpreis von ca. 16 bis 20 Pf/km und entfernungsabhängigen Zuschlägen für Expresszüge

# Schallquellenortung an Schienenfahrzeugen mittels Array-Meßtechnik als Beitrag zur Geräuscheminderung

Die Array-Technik wird immer häufiger von der DB AG aber auch von anderen Eisenbahnen zur Analyse einzelner Schallquellen an Schienenfahrzeugen erfolgreich eingesetzt. So konnte z. B. im Bereich des Rollgeräuschs gezeigt werden, daß dieses Geräusch durch Radabsorber wesentlich gemindert werden kann, daß jedoch durchaus eine weitere Reduzierung um 3 dB(A) mittels optimal auf die Radeigenfrequenzen abgestimmter Absorber noch erreichbar ist.

In diesem Beitrag werden eine kurze Zusammenfassung der bis jetzt erreichten Erkenntnisse aus Array-Messungen und neueste Ergebnisse zur Schallreduzierung des Rollgeräuschs an Hochgeschwindigkeitsfahrzeugen und Güterwagen und zur Reduzierung des Geräuschs aus dem Bereich des Stromabnehmers angesprochen.

## 1 Einleitung

Ab etwa 1979 wurde versucht, die Array-Meßtechnik, d. h. Anordnungen einer großen Anzahl von Mikrofonen, zur Schallquellenortung vor allem im Hochgeschwindigkeitsverkehr einzusetzen. So wurden beispielsweise bei Testfahrten im Geschwindigkeitsbereich zwischen 100 km/h und 250 km/h mit einem Zug, bestehend aus der elektrischen Lokomotive der Baureihe 103 und aus Intercitywagen vom Typ Avümz, die unterschiedlichen Schallquellen eines Hochgeschwindigkeitszugs lokalisiert und identifiziert [1].

Später ermittelte man die Schallquellen des ICE/V im Geschwindigkeitsbereich von 160 km/h bis 300 km/h [2]. Diese Untersuchungen wurden im Rahmen eines vom Bundesminister für Forschung und Technologie geförderten Forschungsprogramms durchgeführt.

Später hat sich dann die Deutsche Bundesbahn für spezielle Meßaufgaben wie z. B. zur Ermittlung der Wirkung von Radabsorbieren an ICE Fahrzeugen und an Güterwagen ebenfalls der Array-Technik bedient.

Im Rahmen des Anhang K der deutsch-französischen Kooperation (DeuFraKo) wurde die Schallemission der spurgebundenen Hochgeschwindigkeitsfahrzeuge ICE,

TGV-A und TR07 eingehend mit Array-Messungen analysiert [3].

Inzwischen wird die Array-Meßtechnik in Europa und Japan von den Bahnen zur Schallquellenortung im Schienenverkehr eingesetzt. Das Ziel ist dabei eine bessere Information über die Schallquellen an Schienenfahrzeugen zu erhalten als das mit normalen Mikrofonen der Fall ist, denn die effektivsten Schallminderungsmaßnahmen kann man nur entwickeln, wenn man die Schallquellen exakt beschrieben hat.

## 2 Schallquellen im Schienenverkehr

Im Schienenverkehr existieren eine Reihe unterschiedlichster Schallquellen bedingt durch die verschiedenen Fahrzeuge, Oberbauten, Zugkonfigurationen und Betriebsparameter [4]. Grob ordnen kann man die Schallquellen im Hinblick auf die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge. Im niedrigen Geschwindigkeitsbereich bis ca. 60 km/h herrschen die Geräusche von Motoren, Getrieben, Lüfter, Aufbauten von Güterwagen, u. s. w. vor. Im anschließenden Geschwindigkeitsbereich bis ca. 300 km/h dominiert das Rollgeräusch, das maßgebend von der Rauigkeit der Rad- und Schienenoberfläche abhängt und vom Rad, der Schiene und der

Dr.-Ing.  
Georg Hölzl (51),

Bundesbahndirektor, seit 1978 Dezernent beim Bundesbahn-Zentralamt München. — Studium der Nachrichtentechnik an der Technischen Universität München. — Vertreter des Amtesvorstands des Bundesbahn-Neubauamts 4. — Internationale Tätigkeit im ORE. —

Anschrift: DB AG München, Arnulfstr. 19, D-80335 München.



Schwelle abgestrahlt wird. Ab ca. 300 km/h kommt dem aerodynamischen Geräusch immer mehr an Bedeutung zu. Dabei muß unterschieden werden zwischen örtlichen kompakten Schallquellen wie z. B. dem Stromabnehmer und flächigen Schallquellen wie z. B. dem Grenzschichtgeräusch.

Die Meßgröße zur Kennzeichnung der Schallemission von einzelnen Schallquellen ist der A-bewertete Schalldruckpegel  $L_A$ , der in dB(A) und üblicherweise in 5 m Abstand von der Quelle angegeben wird.

Der Schallemissionspegel eines Schienenfahrzeugs ist ein in 25 m von Gleismitte und 3,5 m über Schienenoberkante zu ermittelnder Einzahlwert, wobei die Schallabstrahlung über die gesamte Zuglänge gemittelt wird. Der so erhältliche Einzahlwert wird als Vorbeifahrpegel  $L_{Am,vf}$  bezeichnet und dient als repräsentative Größe für die Schallemission eines Schienenfahrzeugs.

## 3 Das Prinzip der Schallquellenortung

Bei der DB AG und bei anderen Bahnen wird die Schallquellenortung mittels Array-Meßtechnik immer häufiger eingesetzt. Diese Meßtechnik bietet sich vor

# Die Bahnen und die Magnetfahrtechnik in Japan und Deutschland

In beiden Ländern wird seit etwa Mitte der sechziger Jahre die Magnetfahrtechnik für die Anwendung entwickelt und erprobt. Die Schwerpunkte im Entwicklungsprogramm und in der Projektorganisation/-verantwortung unterscheiden sich in beiden Ländern erheblich. Auch die Anwendungsvorbereitung verläuft bisher sehr unterschiedlich. Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, die Hauptentwicklungslinien und deren Unterschiede aufzuzeigen sowie die wesentlichen Merkmale der Projektorganisation und insbesondere die Rolle des Betreibers zu vergleichen und zu bewerten. Auf die Einzelheiten der Technik wird nur soweit eingegangen, wie dies zum Verständnis dieses Beitrags notwendig ist und Fragen zur strategischen Weiterentwicklung der Magnetfahrtechnik im spurgeführten Verkehr beantwortet werden können.

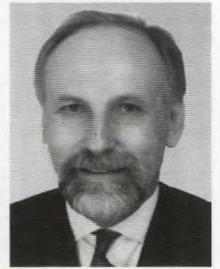
## 1 Erfahrungen der Bahnen im Hochgeschwindigkeitsverkehr

Bevor die markanten Unterschiede der Magnetfahrtechnik der beiden Länder und die damit zusammenhängenden strategischen Ausrichtungen aufgezeigt und diskutiert werden, soll zunächst kurz auf den Entwicklungsstand des Rad/Schiene-Hochgeschwindigkeitsverkehrs bei den japanischen Bahnen und der Deutschen Bahn eingegangen werden. Eine ausführliche und aktuelle Beschreibung der Erfolgsbilanz der japanischen Bahngesellschaften im Hochgeschwindigkeits-Personenverkehr sind in [1] und [2] nachzulesen. Im Beitrag [1] sind insbesondere die wichtigen Unterschiede für eine vergleichende Betrachtung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs in Japan und Deutschland herausgearbeitet.

Im Gegensatz zur Deutschen Bahn haben die japanischen Bahnen seit jeher ein klares Langfristprogramm für den Ausbau eines artreinen Rad/Schiene-Hochgeschwindigkeitsnetzes, das zielstrebig Schritt für Schritt umgesetzt wird. Seinen Ursprung hat dieses Programm im Systementscheid zugunsten der Bahn — der Neuen Bahn (Shinkansen) — im Jahre 1957. Daraufhin erfolgte bereits 1964 die Eröffnung der ersten Shinkansen-Strecke (Tokaido-Linie) für eine Geschwindigkeit von 220 km/h. Inzwischen hat das linienoptimierte Hochgeschwindigkeitsnetz eine Gesamtlänge von etwa 2000 km. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt zur Zeit 275 km/h. An einer Erhöhung auf etwa 300 km/h wird gearbeitet. Die entsprechenden Fahrzeuggenerationen sind bei

den einzelnen Bahngesellschaften in der Erprobung. Aus der über 30jährigen Erfahrung der japanischen Bahnen im Hochgeschwindigkeitsverkehr kann abgeleitet werden, daß mit einer deutlichen Erhöhung der Geschwindigkeit im betrieblichen Einsatz über 300 km/h nicht zu rechnen ist. Die Gründe liegen, was bereits sehr früh erkannt wurde, in der Geräuschentwicklung, den Bodenerschütterungen und in dem hohen Aufwand der Fahrweginstandhaltung.

Die deutsche Bahn verfügt im Hochgeschwindigkeitsverkehr betrieblich wie technisch nicht über diese jahrelange Erfahrung. Bekanntlich wurde die erste Hochgeschwindigkeitsstrecke (Mischerverkehr) im Jahre 1991 in Betrieb genommen. Noch immer ist erst die erste ICE-Generation im Einsatz. Die dem japanischen Hochgeschwindigkeitsverkehr in der Rad/Schiene-Technik vergleichbaren Verhältnisse — streckenspezifisch, technisch, betrieblich — werden erst etwa im Jahre 2001 mit der Inbetriebnahme der artreinen Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Köln und Frankfurt erreicht. Erstmals kommt eine Triebzugvariante (ICE 3) zum Einsatz. Es ist unbestritten, daß der technische Stand der deutschen Bahntechnik außerordentlich hoch ist, ob ein ähnlicher Stand im Betrieb, in der Pünktlichkeit und in der Kundenorientierung erreicht wird, bleibt abzuwarten. Trotz erheblicher Investitionen in die Schieneninfrastruktur der deutschen Hochgeschwindigkeitsstrecken ist es unwahrscheinlich, daß Fahrzeiten im Entfernungsbereich zwischen 500 und 600 km von deutlich unter 3 Stunden wie in Japan



Prof. Dr.-Ing.  
Peter Mnich (50),

Geschäftsführender Direktor des Institutes für Straßen- und Schienenverkehr der TU Berlin, Fachgebiet Betriebssysteme elektrischer Bahnen, Neue Bahntechnologien. Gleichzeitig Sprecher der Geschäftsführung des IFB-Institut für Bahntechnik GmbH, Berlin, Dresden, Köln. — Studium der Elektrotechnik an der TU Berlin, wiss. Mitarbeiter an der TU Berlin und der TU Hannover, 1977 Promotion, 1978-1981 wiss. Mitarbeiter der Zentralabteilung Bahn- und Steuerungstechnik, 1981-1984 Leiter des Referats Magnetschwebetechnik und Antriebssysteme, TÜV Rheinland Köln. 1984-1987 Abteilungsleiter/stellv. Betriebsleiter auf der TRANSPAPID-Versuchsanlage Emsland, IABG Lathen. 1987 Ruf an die TU Berlin und gleichzeitig Bestellung zum Geschäftsführer der IFB GmbH, Berlin. Seit 1995 Sachverständiger des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA). 1992-1997 mehrere Arbeitsaufenthalte in Japan. —

Anschrift: TU Berlin, Institut für Straßen- und Schienenverkehr, Carnotstraße 1, D-10587 Berlin.

erreicht werden [3]. Dies liegt im wesentlichen daran, daß zwischen den teilweise relativ eng beieinander liegenden Wirtschaftszentren in Deutschland keine oder nur zum Teil zusammenhängende Ausbau- und Neubaustrecken existieren. Überholmöglichkeiten auf der freien Strecke und den Bahnhöfen sind unzureichend oder fehlen und nach wie vor werden Betriebskonzepte im Fernverkehr verfolgt, die überwiegend die Netzoptimierung anstatt die Linienoptimierung favorisieren. Unabhängig von einigen Erfolgen haben bisher wesentliche Qualitätssprünge im Schnell- und Hochgeschwindigkeitsverkehr bei der deutschen Bahn etwa alle zwei Jahrzehnte stattgefunden. Die Tendenz setzt sich leider fort; man denke hier an die Einführung und Inbetriebnahme der TEE-Zugverbindungen in den 50er Jahren, die Einführung des IC-Verkehrs in den 70er Jahren, die Inbetriebnahme der ersten ICE-Generation in den 90er Jahren sowie die geplante Inbetriebnahme der artreinen Hochgeschwindigkeitsstrecke Köln—Frankfurt im Jahre 2001 und Einsatz der ICE 3-Generation als Triebzug.

Einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Qualitätssprünge im Hochgeschwindigkeitsverkehr der DB AG wird dabei die weitere Umsetzung der Bahnstruktur-

Burkhard Schulte-Werning, Thomas Huber, Thomas Lölgen,  
Gerd Matschke und Ludger Willenbrink

DK 629.423.2(430)ICE : 629.4.016.56(430)  
: 533.6 : 577.4 : 061.5 DB AG

# Umweltverträglicher Hochgeschwindigkeitsverkehr auf der Schiene — eine Gemeinschaftsaufgabe von Aerodynamik und Aeroakustik

Die weiterhin aktuelle Forderung nach umweltverträglichem Hochgeschwindigkeitsverkehr auf der Schiene äußert sich in der Auflage, daß die neuen Zuggenerationen widerstands- und geräuschärmer sein sollen als die heutigen Fahrzeuge. Die Forschungsvorhaben der Deutschen Bahn AG, in denen als gemeinschaftliche Aufgabe von Aerodynamik und Aeroakustik der Einfluß von Drehgestellverkleidungen auf den Widerstand und die Lärmemission untersucht und die nächste Generation von leisen Stromabnehmern entwickelt wird, werden vorgestellt.

## 1 Einleitung

Derzeit werden mit den Hochgeschwindigkeitszügen der ICE1/2-Generation Reisegeschwindigkeiten von 280 km/h nach Fahrplan erreicht. Mit der Inbetriebsetzung des ICE3 auf der Strecke Köln—Frankfurt werden bei der Deutschen Bahn AG erstmalig im kommerziellen Betrieb Reisegeschwindigkeiten von 300 km/h verwirklicht werden; die technische Auslegung des ICE3 erlaubt sogar bis 330 km/h.

Damit ist der Trend zu höheren Geschwindigkeiten im Schienenverkehr ungebrochen; aus heutiger Sicht lassen sich auf der Schiene durchaus um 350 km/h für die nachfolgenden Zuggenerationen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) realisieren.

Diese weitere Leistungssteigerung im Schienenverkehr kann wirtschaftlich nur ermöglicht werden, wenn die Aspekte der Umweltverträglichkeit in ausreichendem Maße berücksichtigt werden.

Beispielsweise würde die oben skizzierte Geschwindigkeitssteigerung von 280 km/h auf 350 km/h beim Stand der heutigen HGV-Technologie auf Grund der Widerstandszunahme zu etwa 60 % höheren betrieblichen Energiekosten führen. Da oberhalb von ca. 300 km/h aeroakustische Schallquellen neben dem Rollgeräusch deutlich hervortreten, ist mit um 6 dB(A) höheren Vorbeifahrt-Schallpegeln zu rechnen.

Darüber hinaus werden die gesetzlichen Umweltschutzaufgaben für den Bahnbetrieb in Zukunft eher strenger werden, so daß umfangreiche Anstrengungen im Bereich Forschung und Entwicklung notwendig sind, um die Wettbewerbsfähigkeit des spurgeführten Verkehrs gegenüber dem Automobil und dem Flugzeug wirkungsvoll zu unterstützen.

Grundsätzlich geht die Forderung nach widerstands- und geräuscharmen Fahrzeugen Hand in Hand mit der Forderung nach einem aerodynamisch insgesamt optimierten Fahrzeug. Aus der Tatsache, daß die Ablösungs- und Strömungsgeräusche einen wesentlichen Beitrag zur Lärmemission liefern, ergibt sich, daß Gebiete mit Strömungsablösung am Fahrzeug soweit als möglich vermieden werden müssen. Damit wird gleichzeitig auch der aerodynamische Widerstand des Zuges verringert.

## 2 Untersuchungen zur Wirkung von Drehgestellverkleidungen

Die beträchtliche Widerstands- und Geräuschverminderung gegenüber lokbespannten Zügen durch eine stromlinienförmige Außenkontur, eine aerodynamisch glatte Außenhaut des Zugkörpers, eine geeignete Gestaltung der Wagenübergänge und der Anordnung der Fenster, Türen und Einstiegsstufen wurde bereits in [1] beschrieben. Dieses Potential zur Widerstandsverminderung ist zusammen mit den Unterbodenverkleidungen schon

Dr.-Ing.  
Burkhard Schulte-Werning

Leiter Abteilung Aerodynamik  
BT 52 Deutsche Bahn AG, Forschungs- und Technologie-Zentrum, Bereich Basistechnologien. —



Dr.-Ing.  
Thomas Huber

Leiter Gruppe BT 521, Aerodynamik, Deutsche Bahn AG, Forschungs- und Technologie-Zentrum, Bereich Basistechnologien. —



Dr.-Ing.  
Thomas Lölgen

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Akustik, zuständig für numerische Simulation und innovative Meßverfahren, Deutsche Bahn AG, Forschungs- und Technologiezentrum. —



Dipl.-Ing.  
Gerd Matschke

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Aerodynamik, numerische Simulation und Modellexperimente, Deutsche Bahn AG, Forschungs- und Technologiezentrum. —



Dipl.-Phys.  
Ludger Willenbrink

Leiter der Organisationseinheit BT 513 „Akustische Simulation, messtechnische Verfahren in der Akustik“, Deutsche Bahn AG, Forschungs- und Technologiezentrum. —  
Anschrift der Autoren: Deutsche Bahn AG, Forschungs- und Technologie-Zentrum, Völkerstr. 5, D-80939 München.



# Schotteroberbau für hohe Geschwindigkeiten — Eine Zwischenbilanz

Die Erfahrungen mit dem Schotteroberbau UIC B 70 W auf den ersten deutschen Neubaustrecken gaben Anlass zur Verbesserung dieser Oberbauart mittels weicherer Zwischenlagen zur Bauart UIC 60 B 70 W 14 K 900 und zu einer Neuentwicklung der Bauart UIC 60 B 75 Joarv 300 mit flächengrößerer Spannbetonschwelle und höherer Elastizität.

Der Beitrag vergleicht die Parameter beider Oberbauarten sowie die ausgelösten Beanspruchungen und vermittelt erste positive Erfahrungen mit dem Oberbau UIC 60 B 75 Joarv 300.

Dipl.-Ing.  
Reinhold Rump

Leiter NTF (Netz, Technik, Fahrbahn) der DB Netz AG. —



Dipl.-Ing.  
Bela Ehling

Mitarbeiter in der Systemstelle Fahrweg NSF (Q) der DB Netz AG. —



Anschrift der Autoren: DB Netz AG, Theodor Heuss Allee 7, D-60486 Frankfurt am Main.

## 1 Ausgangslage

Die Erfahrungen mit dem Schotteroberbau UIC 60 B 70 W auf den beiden, seit 1991 in Betrieb befindlichen Schnellfahrstrecken Hannover—Würzburg und Mannheim—Stuttgart führten zur Weiterentwicklung dieses Oberbaus im Hochgeschwindigkeitsverkehr. Ersetzt wurde die harte Zwischenlage Zw 687 a mit einer Federziffer von  $c_{\text{stat}} = 500 \text{ kN/mm}$  durch eine weichere mit einer Federziffer von  $c_{\text{stat}} = 60 \text{ bis } 70 \text{ kN/mm}$ .

Dieser Oberbau erhielt dann die Bezeichnung UIC 60 B 70 W 14 K 900, der dann auf der in den 90er Jahren gebauten Schnellbahnverbindung (SBV) Hannover—Berlin — neben dem Bau eines längeren Abschnitts Fester Fahrbahn — zum Einsatz kam.

Parallel dazu wurde ein für Hochgeschwindigkeitsverkehr entwickelter Schotteroberbau mit der Bezeichnung UIC 60 B 75 Joarv 300 mit Spannbetonschwelle B 75 und einer Elastizität der Zwischenplatten von  $c_{\text{stat}} = 27 \text{ kN/mm}$  auf der 14 km langen Südumfahrung Stendal der Schnellbahnverbindung Hannover—Berlin (von km 201,097–215,458) eingebaut [1].

Das Eisenbahn-Bundesamt hat mit Schreiben vom 08.10.1996 die beantragte Zulassung für einen Schotteroberbau für den Hochgeschwindigkeitsbereich  $V > 300 \text{ km/h}$  zur Betriebserprobung erteilt. Diese Genehmigung gilt zunächst nur befristet bis zum 20.09.2001, da eine Betriebserprobung zu erfolgen hat.

## 2 Vergleich der beiden Oberbauarten B 70 W 14 K 900 und B 75 Joarv 300 unter Betriebsbelastung

### 2.1 Lage, Lasttonnen und Geschwindigkeiten

Die Schnellbahnverbindung Hannover—Berlin wurde abschnittsweise in Betrieb genommen, und zwar zwischen Hannover und Stendal im Mai 1998 und zwischen Stendal und Berlin im September 1998. Dem Bild 1 ist die Lage der zu vergleichenden Oberbauarten zu entnehmen.

Die Schotter-Abschnitte liegen für den B 70 W-Oberbau westlich von Gardelegen

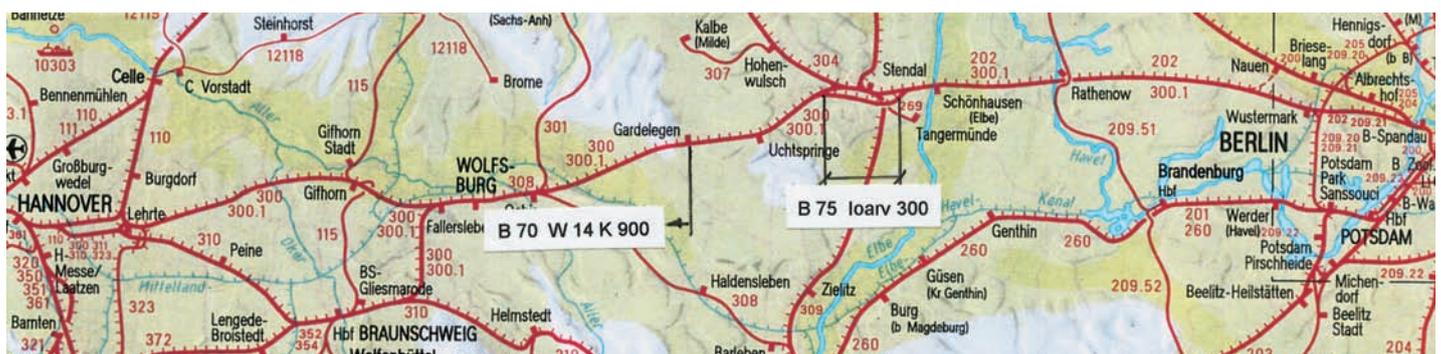


Bild 1: Lage der beiden Schotteroberbauarten für hohe Geschwindigkeiten in der Schnellbahnverbindung Hannover—Berlin

(alle Bilder DB AG, wenn nicht anders angegeben)

# Schotteroberbau oder Feste Fahrbahn?



Feste Fahrbahn — eine faszinierende technische Entwicklung und eine mutige unternehmerische Entscheidung. Wirtschaft, Wissenschaft, Anwender und Aufsichtsbehörde interessieren sich sehr für Antworten auf Fragen zu einer Innovation für den Schienenfahrweg.

Ausgelöst durch die Zielsetzung der Deutschen Bahn AG, für ihre Hochgeschwindigkeitsstrecken die Feste Fahrbahn als Ausgangsbasis der Planung zugrunde zu legen, wurden in den letzten drei Jahren mehr als 15 innovative Systeme der Festen Fahrbahn in Zusammenarbeit von DB AG, Bauindustrie, Forschung

und Wissenschaft entwickelt. 42 Autoren berichten ausführlich und fachkundig, wie der Prozeß der Innovation und der Optimierung der Systeme der Festen Fahrbahn stetig vorangegangen ist.

Ist die Feste Fahrbahn für die DB AG eine technische Innovation nur für den Hochgeschwindigkeitsverkehr? Senkt sie maßgeblich die Instandhaltungskosten? Ist sie „nur“ eine mutige unternehmerische Entscheidung? Die sachverständige Antwort auf diese und viele Fragen mehr erhält der Leser in dieser **Edition ETR** unter Auswertung der bisher vorliegenden Erfahrungen mit der Festen Fahrbahn bei in- und ausländischen Bahnen.

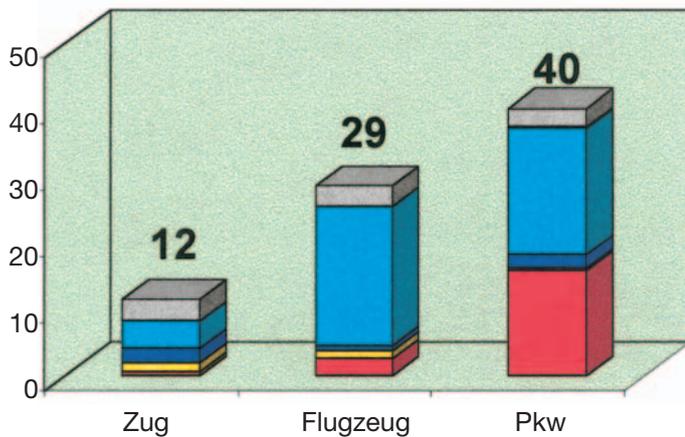
*Herausgeber: Roland Heinisch, Rolf Kracke, Eckart Lehmann, Theo Rahn, Horst Stuchly*

120 Seiten mit zahlreichen farbigen Abbildungen und Grafiken,  
21,5 x 30 cm, 4-farbiger Hardcover, cellophanisiert,  
ISBN 3-7771-0269-5,  
68,— DM, 496,— ÖS, 62,— SFr.

Hestra-Verlag  
Postfach 10 07 51  
D-64207 Darmstadt  
Telefon: +49 (0) 61 51 39 07 - 00  
Telefax: +49 (0) 61 51 39 07 - 77  
E-mail: info@hestra.de  
Internet: www.eurailpress.com



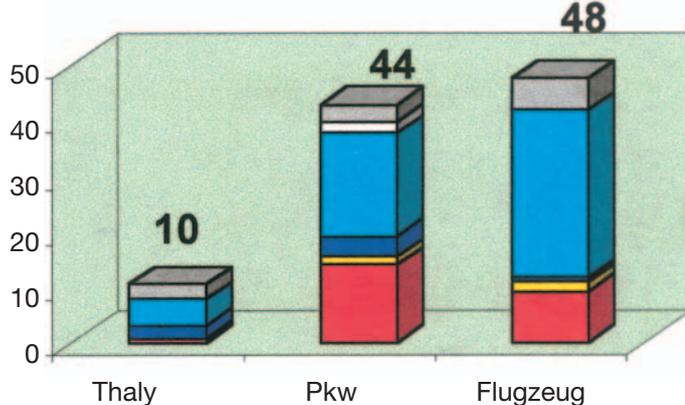
Korridor Paris—Wien



**Bild 2:** Volkswirtschaftliche Grenzkosten der Umweltkosten in zwei Korridoren des Personenverkehrs, EUR je 1000 Pkm, aus [2]

zwei Personenverkehrskorridore dargestellt. Sowohl im konventionellen Korridor Paris—Wien als auch im Hochgeschwindigkeitskorridor Paris—Brüssel betragen die Umweltkosten der Bahn nur etwa ein Viertel der Strasse. Bemerkenswert ist, dass der Hochgeschwindigkeitszug noch günstiger abschneidet als der klassische Zug. Dieses positive Ergebnis ist besonders der Tatsache zu verdanken, dass die Hochgeschwindigkeitszüge aufgrund ihrer hohen Auslastung den niedrigsten spezifischen Energieverbrauch aller Zuggattungen aufweisen.

Korridor Paris—Brüssel



- Unfälle
- Luftverschmutzung
- Städt. Effekte
- Lärm
- Klimaveränderung
- Up/downstream

## 2 Weltweite Erfolge der Hochgeschwindigkeit

Die Hochgeschwindigkeit beschränkt sich nicht auf technische Leistungen. Die Erfolge dieser neuen Technologie sind auf die Dienstleistungen für den Kunden zurückzuführen:

- ▷ Kurze Haus-Haus Reisezeiten,
- ▷ Bedienungshäufigkeit,
- ▷ Taktfahrplan,
- ▷ Hohes Komfortniveau,
- ▷ Kundengerechte Preise,
- ▷ Komplementarität mit anderen Verkehrsträgern sowie
- ▷ Ergänzende Leistungen in den Zügen und Bahnhöfen.

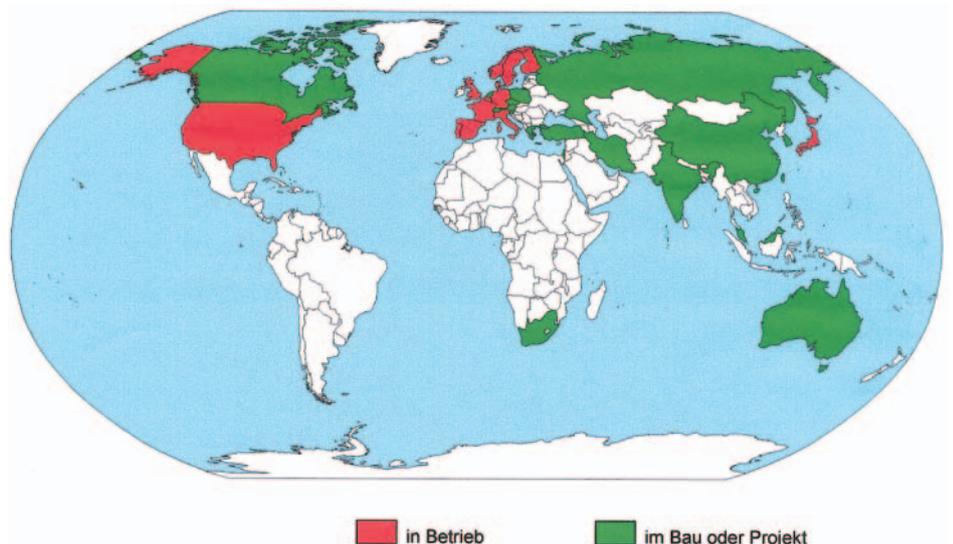
Die Servicequalität der Hochgeschwindigkeit wird im wesentlichen durch fünf Elemente bestimmt :

- ▷ die Strecken, deren technische Gestaltung (d.h. Trassierung — insbe-

mission Romano Prodi stellt fest: „Der Klimawandel ist bereits in vollem Gange; daher ist es erforderlich, sofort zu handeln und den Ausstoss der Treibhausgase zu reduzieren. Je länger wir damit warten, desto schwieriger und kostspieliger wird sich diese Aufgabe gestalten. Das Eintreten für eine nachhaltige Entwicklung bleibt ein Lippenkenntnis, wenn wir nicht gewillt sind, unverzüglich unserer Verantwortung gerecht zu werden.“ [2]

Das Ausmass der Umweltbelastungen durch den Verkehr wird aus seinen externen Kosten deutlich. Sie betragen in der Europäischen Union 7,8 % des Bruttoinlandsproduktes im Jahr 1995 — ohne Verkehrsstau (INFRAS/IWW [3]). Von den insgesamt 530 Mrd. EUR entfallen 92 % auf die Strasse (allein 70 % auf den Personenverkehr), 6 % auf das Flugzeug und nur 1,9 % auf die Bahn.

Durchschnittskosten auch die volkswirtschaftlichen Grenzkosten der Umweltkosten ermittelt. In Bild 2 sind sie für



Die Studie hat neben den Gesamt- und

**Bild 3:** Weltweiter Hochgeschwindigkeitsverkehr

(Quelle: UIC, Direktion HGV)

## 5 Europäische Situation

### 5.1 Nationale Projekte

Im Rahmen dieses Beitrages wird in erster Linie auf neue Projekte eingegangen. Bild 5 zeigt das im Juni 2001 befahrene europäische Hochgeschwindigkeits-Netz. Ein umfassender Überblick der europäischen Hochgeschwindigkeit findet sich in der Veröffentlichung Walrave/Ellwanger [4].

Die europäische Hochgeschwindigkeit startete 1981/83 mit der Strecke Paris—Lyon (410 km), 1989 folgte der TGV Atlantique (280 km) und 1993 der TGV

Nord (332 km). Seit der Inbetriebnahme des Mittelmeer-TGV am 10. Juni 2001 legen die Reisenden die 750 km zwischen Paris und Marseille in nur noch 3 Stunden (!) zurück. Anfang 2001 wurde mit den Bauvorbereitungen für die Strecke „TGV Est-Européen“ (europäischer TGV Ost) begonnen. Der erste Abschnitt wird 2006 die Fahrzeit von Paris nach Straßburg auf 2 h 20 reduzieren (heute 4 h).

In Deutschland begann der Hochgeschwindigkeitsverkehr 1991 mit der Inbetriebnahme von InterCityExpress-Zügen (ICE) auf den Neubaustrecken Hannover—Würzburg (327 km) und Mannheim—Stuttgart (100 km). In den

Nord—Süd-Verbindungen konnte dadurch die Reisezeit um 2 Stunden verkürzt werden. Die Strecke Hannover—Berlin (263 km) ging im Herbst 1998 mit einem 170 km langen Hochgeschwindigkeitsabschnitt in Betrieb. Ende 2002 soll die wichtigste deutsche Neubaustrecke Köln—Rhein-Main (177 km) die Fahrzeiten zwischen Frankfurt und Köln auf 1 h (heute: 2 h 15) verkürzen.

Nach dem sehr guten Erfolg der ersten spanischen Neubaustrecke (Madrid—Sevilla: 471 km) wurde 1996 GIF (Infrastrukturbetreiber Spaniens) mit dem Bau einer zweiten Hochgeschwindigkeits-Strecke zwischen Madrid und Bar-

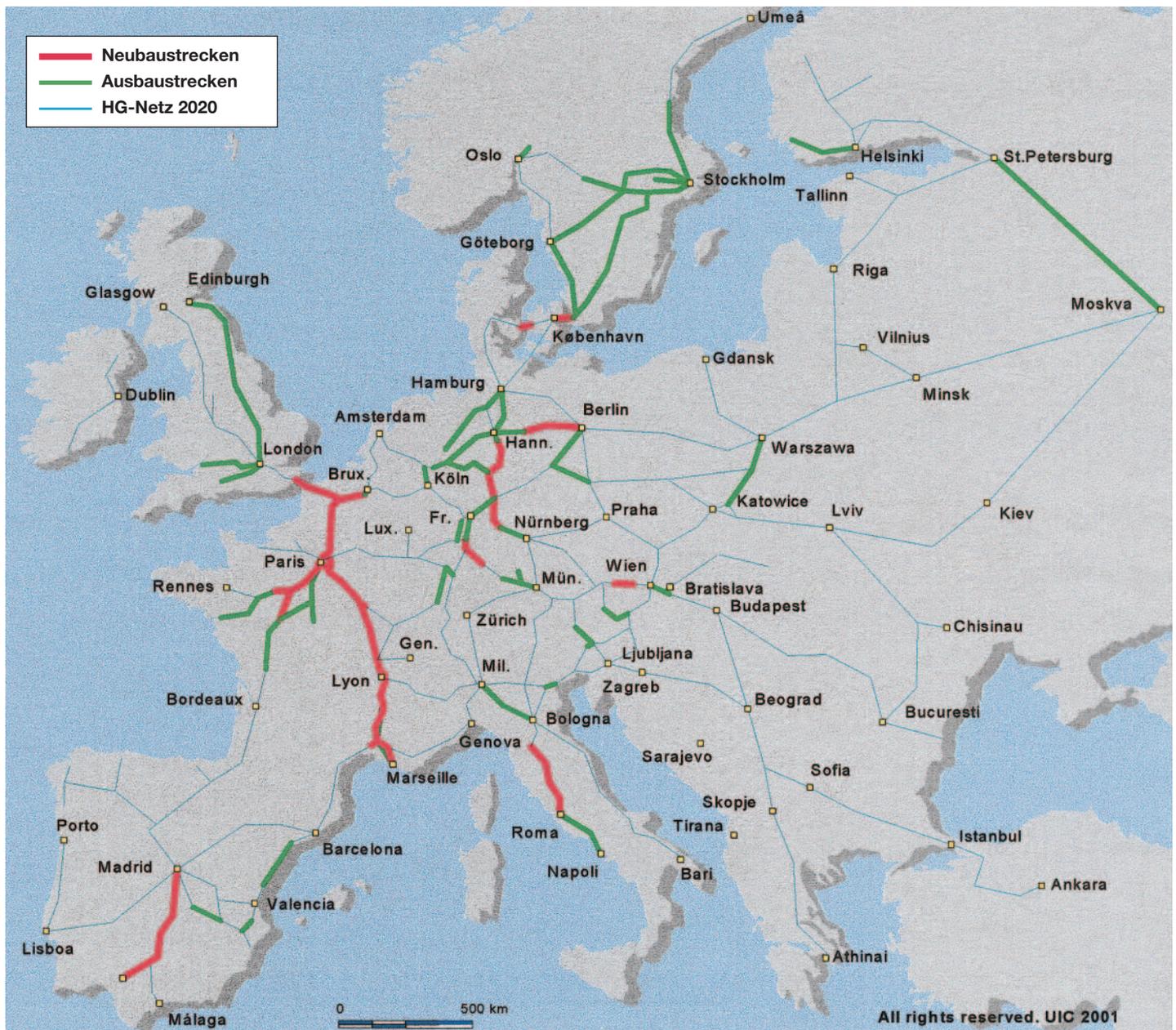


Bild 5: Europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz, Juni 2001

(Quelle: UIC, Direktion HGV)

zur Zeit in China (Peking—Shanghai, 1300 km, 2008 Olympische Spiele) und in Indien geplant.

## 5 UIC Aktivitäten

### 5.1 Netzentwicklung

Der Internationale Eisenbahnverband UIC leitete bereits 1986 eine Studie ein, um die europaweite Kohärenz des Hochgeschwindigkeitsnetzes sicherzustellen. Im Jahr 1989 legte die UIC der Europäischen Kommission den „Vorschlag für ein europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz“ vor, den die Kommission 1990 dem Rat unterbreitete. Nach dessen positiver Reaktion war das erste transeuropäische Netz geschaffen, noch vor dem Maastrichter Vertrag (11/1993). Dieser sieht in Titel XII die Realisierung transeuropäischer Netze (TEN) für alle Verkehrsträger vor. Das Ende 1993 veröffentlichte „Weißbuch über Entwicklung, Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung“ hob die wichtige Rolle des Europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes für den Verkehrssektor sowie die von ihm ausgehenden wirtschaftlichen Impulse hervor.

Im Dezember 1994 wurden beim Essener EU-Gipfel 14 Projekte, darunter 9 Bahnprojekte, als prioritäre Schlüsselverbindungen eingestuft. Sieben dieser Projekte betreffen das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz:

- ▷ Paris—Brüssel—Köln/Amsterdam/London
- ▷ Lyon—Turin—Mailand—Venedig—Triest
- ▷ Verona—München (Brenner) und Nürnberg—Erfurt—Leipzig—Berlin
- ▷ Madrid—Barcelona—Perpignan—Montpellier und Victoria—Dax
- ▷ Paris—Metz—Straßburg—Karlsruhe/Saarbrücken—Mannheim/Metz—Luxemburg
- ▷ West Coast Main Line (London—Glasgow und Abzweigungen)
- ▷ Feste Verbindung Dänemark—Schweden (Oresund): Kopenhagen—Malmö.

Erfreulicherweise hat die Europäische Kommission in ihrem jüngsten Weißbuch „Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft“ (12/9/2001) die Gemeinschaftszuschüsse für Projekte im europäischen Interesse von 10 auf 20 % erhöht.

Im Jahr 2010 sollen rund 6000 km Neu-

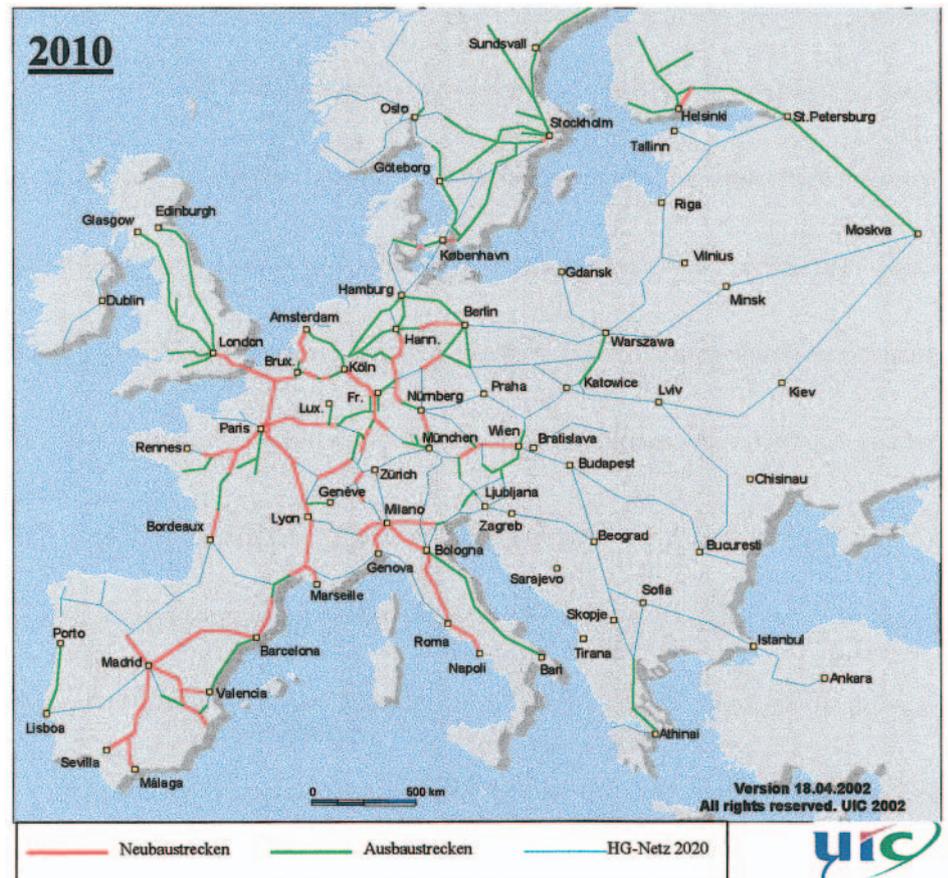


Bild 7: Europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz 2010

baustrecken befahren werden (Bild 7). Das ist nahezu eine Verdoppelung gegenüber heute und erfordert ein jährliches Wachstum von 300 km. Das erscheint realistisch, da viele der dargestellten Strecken bereits im Bau sind. In Westeuropa wird dieses Netz dann neben dem weiterhin dominierenden Personenverkehr auch neue Produkte wie Nachtzüge oder Frachthochgeschwindigkeitszüge (siehe 5.4) über Entfernungen von 1500 bis zu 2000 km ermöglichen.

Auf dieser Karte, genauso wie auf der für das Jahr 2020, fehlen jedoch Neubaustrecken im Bereich der Mittel- und Osteuropäischen Länder. Diese Situation ist unbefriedigend, da der eigentliche Bau von Neubaustrecken zwar nur fünf Jahre benötigt, häufig jedoch ein planerischer Vorlauf von 5 bis 15 Jahren erforderlich ist, um die rechtlichen Voraussetzungen für den Bau zu schaffen. Daher wurde ein Ingenieurbüro (CNTK) mit einer Vorstudie beauftragt, um eine frühere Ausdehnung des westeuropäischen Netzes mit Neubaustrecken in Richtung Osten (zunächst Warschau und Prag) zu untersuchen.

In Süd-Ost-Europa liegen die Durchschnittsgeschwindigkeiten von Reisezügen derzeit häufig zwischen 50 und 60 km/h.

Mit Ausbaustrecken für 160 km/h, als Vorstufe zu Neubaustrecken, kann hier bereits eine deutliche Verbesserung erreicht werden.

### 5.2 Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems

Die Grundlage zur Interoperabilität bildet die Richtlinie 96/48 des Rates vom 23. Juli 1996 über die „Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems“, die am 17. September 1996 in Kraft getreten ist. Die Richtlinie wurde in Deutschland veröffentlicht (EIV vom 20. Mai 1999, Bundesgesetzblatt 1999 Teil 1 Nr. 27, 4.6.1999), ergänzt durch Einführungsbestimmungen und damit in nationales Recht umgesetzt. In ihr sind die wesentlichen Ziele der Interoperabilität, der Anwendungsbereich und die Durchführungsbestimmungen, die Verfahren zur Erarbeitung und Verabschiedung der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI), die grundlegenden Anforderungen in den Bereichen Sicherheit, Zuverlässigkeit und Betriebsbereitschaft, Gesundheit, Umweltschutz und Technische Kompatibilität, die von dem Gesamtsystem bzw. von den einzelnen Teilsystemen eingehalten werden müs-

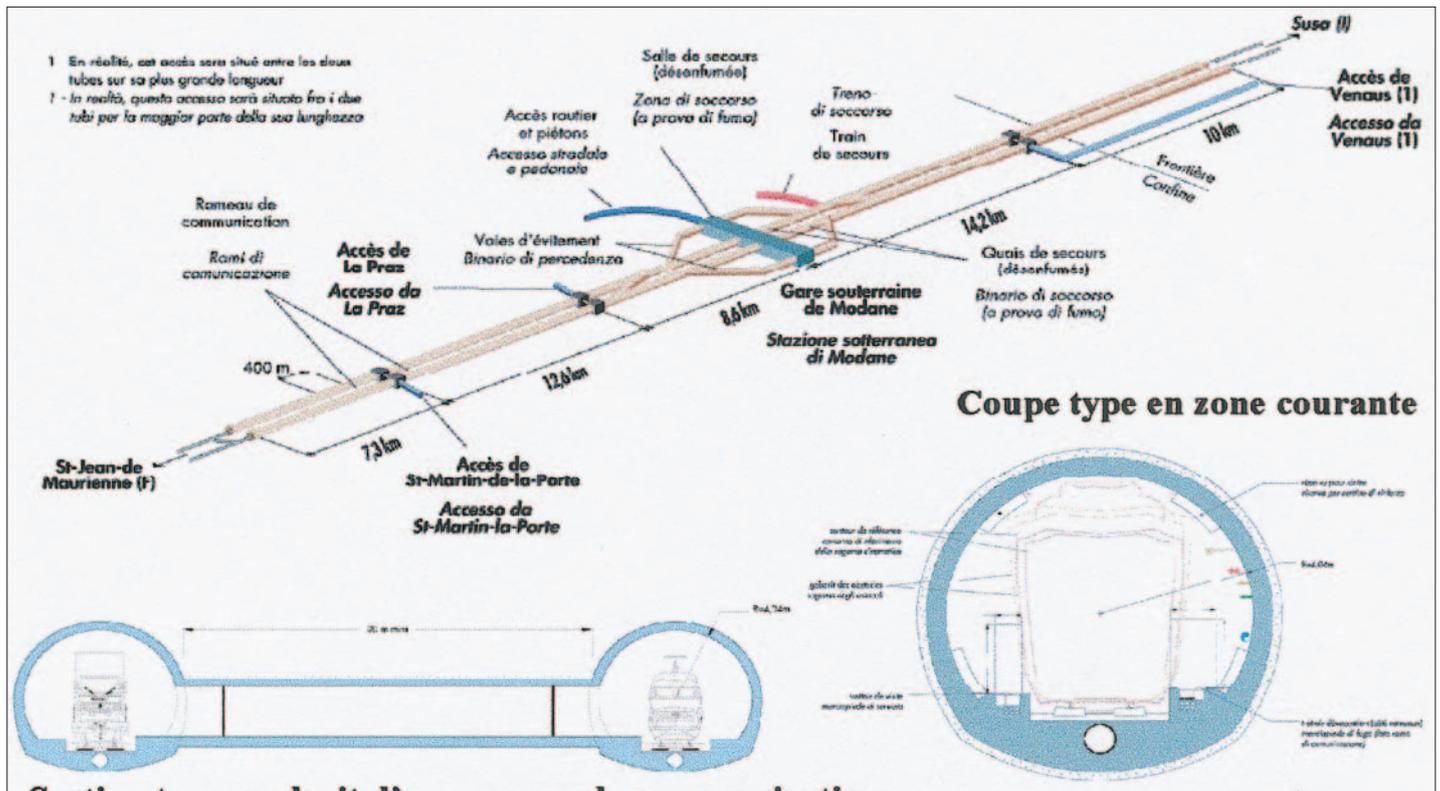


Bild 3: Schema des Basistunnels

(Quelle: Alpentunnel GEIE)

tragsvergabe, Realisierung der Einrichtungen durch den Konzessionär (Modell: Hochgeschwindigkeit in Holland),

- ▷ Aufnahme des alten Tunnels in die Konzession (Modell Tajo-Brücke),
- ▷ Aufnahme der Straßentunnel in die Konzession (Alpen-Pol),
- ▷ Erlöse des Konzessionärs bemessen sich nach Verfügbarkeit des Bauwerks, nicht nach Verkehrsaufkommen [4].

Eine der Voraussetzungen für die Lebensfähigkeit dieser öffentlich-privaten Partnerschaft (PPP) ist die reibungslose

Abwicklung des Lkw-Verkehrs in den Straßentunneln [4].

## 6 Zusammenfassung

Die Querung der Alpen ist seit Jahrhunderten eine große Herausforderung für die Menschen. Im Januar 2001 haben die Regierungen Frankreichs und Italiens das Abkommen zum Bau einer neuen Eisenbahnverbindung Lyon – Turin unterzeichnet. Diese Schlüsselverbindung im transeuropäischen Korridor V dient sowohl dem Hochgeschwindig-

keitsverkehr als auch dem Güterverkehr. Kernstücke der neuen Alpenquerung sind der 52 km lange zweiröhrige Basistunnel, der 12 km lange Bussoleno-Tunnel sowie geringe Streckenneigungen von höchstens 6,5 bis 8%. Nach der Inbetriebnahme dieser Strecke wird sich die Reisezeit zwischen Lyon und Turin um 2h 10' verkürzen.

### Schrifttum

- [1] Duluc, A.: LE MONT CENIS, Verlag Herman Editeurs de Sciences et des Arts, Paris, 1952.
- [2] Bericht des regierungsvertretenden Ausschusses vom Dezember 2000.
- [3] LTF - Lyon-Turin-Ferrovioiare.
- [4] LTF - Lyon-Turin-Ferrovioiare.

### Résumé

#### The new railway link Lyon—Turin

Crossing the Alps has been a great challenge to the people for centuries. In January 2001 the governments of France and Italy signed the agreement on the construction of a new railway link Lyon—Turin. This key link within the Trans-European traffic corridor V serves both the high-speed traffic and goods traffic. Central elements of this new route across the Alps are the 52 km long two-tube base tunnel, the 12 km long Bussoleno Tunnel as well as little route gradients of not more than 0.65 up to 0.8 per cent.

### Récapitulation

#### La nouvelle liaison ferroviaire Lyon—Turin

Depuis des siècles le franchissement des Alpes représente un grand défi pour les hommes. En janvier 2001, les gouvernements français et italien ont signé le traité pour la construction d'une nouvelle liaison ferroviaire Lyon—Turin. Cette relation clef dans le corridor transeuropéen V servira aussi bien au trafic à grande vitesse qu'au trafic marchandises. Les éléments essentiels de ce nouveau franchissement des Alpes seront le tunnel de base à deux tubes, long de 52 km, et le tunnel de Bussoleno d'une longueur de 12 km, ainsi que les faibles déclivités, entre 0,65 et 0,8 % au maximum.

### Resumen

#### El nuevo enlace ferroviario Lyon—Turin

La conexión transversal por los Alpes es un desafío para los hombres desde hace siglos. En enero de 2001 los gobiernos de Francia e Italia firmaron el acuerdo sobre la construcción de una nueva conexión ferroviaria entre Lyon y Turín. Esta conexión clave en el corredor transeuropeo V sirve tanto al tráfico de alta velocidad como al tráfico de mercancías. Los elementos centrales de la conexión transversal por los Alpes son el túnel básico de dos tubos con una longitud de 52 km y el túnel Bussoleno de 12 km de longitud así como la pendiente baja de la línea de como máximo 0,65 a 0,8 %.

# Hochleistungsgetriebe für 350 km/h

## Neueste Entwicklungstrends für Radsatzgetriebe

Wenn der neue AVE S103 in Spanien in Dienst gestellt wird, kann die Strecke zwischen Madrid und Barcelona mit einer Spitzengeschwindigkeit von 350 Stundenkilometern befahren werden. Hierzu trägt unter anderem das speziell für diesen Einsatzfall entwickelte Stirnradgetriebe SE-380 von Voith Turbo bei.

Das Stirnradgetriebe ist eine Weiterentwicklung der im ICE-3 eingesetzten Konstruktion.

Die Vorgaben für den in Spanien zum Einsatz kommenden Zug sehen eine extreme Leichtbauweise für das Getriebe bei gleichzeitig geringer Geräuschemission vor. Beides hat Voith Turbo durch Entwicklungen am neuen SE-380-Getriebe realisieren können.

Dr.-Ing.  
Michael Holzapfel

Leiter Technik Produktgruppe Mechanik, Markt-bereich Schiene. –

E-Mail: michael.holzapfel@voith.com



Dipl. Ing. (FH)  
Thomas Bassmann

Leiter Vertrieb Produktgruppe Mechanik, Markt-bereich Schiene. –

Anschrift der Autoren:  
Voith Turbo GmbH & Co. KG,  
Alexanderstraße 2, 89522 Heidenheim.  
E-Mail: thomas.bassmann@voith.com



### 1 Einleitung

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr in Deutschland blickt mittlerweile auf eine Betriebserfahrung von mehr als 15 Jahren zurück. In dieser Zeitspanne entwickelte sich der ICE von einem triebkopfbespannten Zug zum eigenmotorisierten Triebwagen mit 50 % angetriebenen Radsätzen.

Den Themen Leichtbau und Geräuschreduktion kommen in der Entwicklung von Schienenfahrzeugen zunehmende Bedeutung zu. Dies betrifft alle Fahrzeugsegmente angefangen bei den Nahverkehrsfahrzeugen bis hin zu Hochgeschwindigkeitszügen.

Neben den wagenbaulichen Veränderungen, den gehobenen Komfortmerkmalen wie Bordrestaurant, gesenktem Innengeräusch und Klimaanlage hat vor allem die Antriebstechnik zusammen mit der Gewichtsverringerung und den gehobenen Ansprüchen hinsichtlich Innengeräusch eine entscheidende Rolle bei der Weiterentwicklung gespielt.

Gesenkt wurden nicht nur die gesamte Fahrzeugmasse, die für den Energieverbrauch und die Beschleunigungs- und Bremszeiten ausschlaggebend ist, sondern auch die unabgefederte Masse der

angetriebenen Radsätze, die Komforteinbußen und erhöhten Verschleiß an Rad und Schiene verursacht. Die Fahrodynamik und die mechanische Beanspruchung von Fahrwerk und Aufbau wurden damit ebenfalls verbessert.

Am deutlichsten kommen die Anforderungen an den Getriebekonstrukteur hinsichtlich Leichtbau und Geräuschemission bei der Hochgeschwindigkeitstechnologie zum Ausdruck. Neben der Reduktion der Gesamtmasse und der damit verbundenen Energieeinsparungen ist hier vor allem die Verringerung der unabgefederten Massen der Radsätze Entwicklungsziel. Durch die Verteilung der Antriebseinheiten unter dem gesamten Fahrzeug wird zusätzliches Augenmerk auf das Geräuschverhalten der Antriebe gelegt. Waren bei Lok- oder Triebkopfkonzepten die Getriebe-geräusche für das Erreichen eines hohen Fahrkomforts noch ohne Bedeutung, wirken die unmittelbar unter dem Fahrgastraum angeordneten Radsatzgetriebe als direkte Schallquelle und möglicher Erreger von Körperschall.

Die Radsatzgetriebe als Kraftübertragungselement zwischen Motor und Radsatzwelle nehmen unterschiedliche Aufgaben wahr. Zur Drehmoment- und Drehzahlwandlung als Hauptaufgabe

kommen häufig die Trägerfunktion für Anbauelemente wie Motor, Bremse oder Drehzahlgeber hinzu. Die Aufnahme von Federwegen und Stößen erfordert Primär- bzw. Sekundärkupplungen, die am Getriebeein- oder ausgang im Momentenfluss stehen.

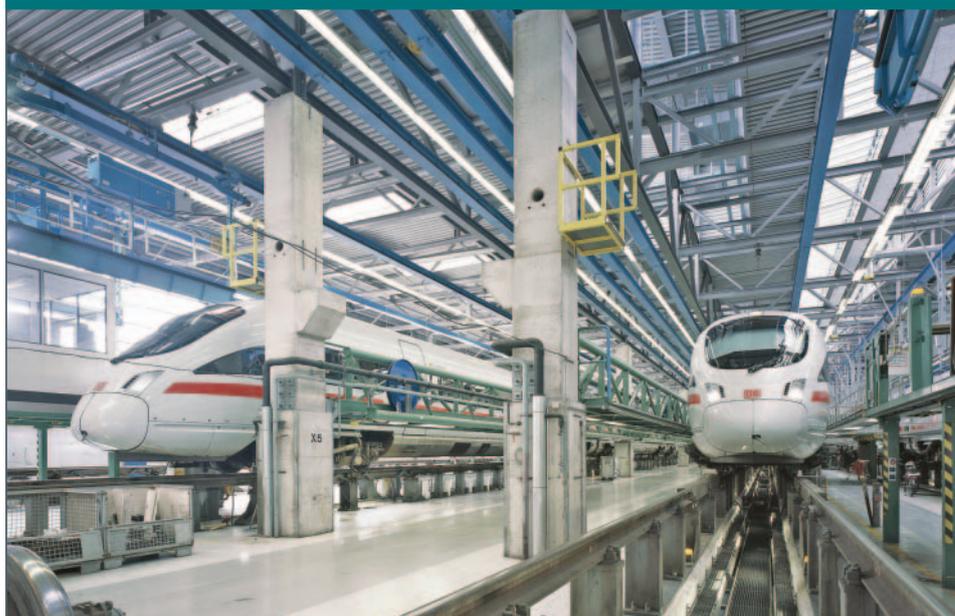
Die zentrale Lage der Getriebe im Antrieb eines Schienenfahrzeugs erfordert ein hohes Maß an Systemdenken in der Entwicklung. Das Radsatzgetriebe hat einen großen Einfluss auf die Geräuschabstrahlung und das Schwingungsverhalten des Antriebs. Die geforderte lange Lebensdauer sowie der geringe Wartungsaufwand stehen bei der Auslegung und dem Festigkeitsnachweis im Fokus.

Dieser Beitrag berichtet über die Umsetzung der Entwicklungsziele für das Radsatzgetriebe. Es werden die Anforderungen an das Getriebe, das gewählte Design und die durchgeführten Erprobungsmaßnahmen vorgestellt.

### 2 Anforderungen

#### 2.1 Leistungsdichte

Die gestiegenen Forderungen hinsichtlich installierter Antriebsleistung pro



**BILD 3:** ICE-Werk München

(Quelle: DB AG/Seyerlein)

die Stillstandszeiten der Züge in den Werken minimiert.

Eine Regelinspektion darf bei den ICE 3- und ICE-T-Zügen heute nicht länger als 1 Stunde dauern. Hierzu wurden folgende Maßnahmen ergriffen:

- Wartung und Instandhaltung der kompletten HGV-Züge ohne Zerlegung in Einzelfahrzeuge.
- On-board- und stationäre Diagnose sowie Diagnosevormeldung in die Werke während der Zugfahrt.
- Abstimmung der Standzeiten der einzelnen Komponenten mit dem Instandhaltungskonzept.
- Monitoring des Störgeschehens.
- Bau neuer ICE-Werke (Bild 3) in Hamburg, München, Berlin, Dortmund, Frankfurt/Main, Basel und Köln, demnächst auch in Leipzig, in denen die Revisionsarbeiten an den Zügen auf bis zu vier Arbeitsebenen gleichzeitig durchgeführt werden können.

meter. Fahrgastinformation im Zug mit Dialogfunktionen, Steckdosen am Sitzplatz für Notebooks und andere elektronische Geräte, Zugluft freie Klimatisierung sowie elektronische Sitzplatzreservierung gehören heute zum Standard in den ICE-Zügen. Seit Dezember 2005 bieten die DB AG und T-Mobile zwischen Köln und Dortmund den drahtlosen Internet-Zugang im fahrenden ICE an, der

in Kürze auf weitere Relationen ausgedehnt wird.

HGV-Züge sind wertvolle Hochtechnologiezüge, die für einen wirtschaftlichen Erfolg mit hoher Auslastung und jährlichen Laufleistungen bis zu 500 000 km pro Zugeinheit eingesetzt werden müssen. Dies ist nur in Verbindung mit einem systemkonformen Instandhaltungskonzept möglich, das

Hinsichtlich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit im Betrieb sind die ICE-Züge weltweit Spitze im HGV. Derzeit tritt bei den ICE-Zügen im Durchschnitt alle 40 000 km („einmal rund um die Erde“) 1 Störung auf, die zu einer Verspätung von mehr als 5 Minuten führt. Sicherheit, Kosten und Komfort einer Zugfahrt werden maßgeblich durch die Lauf-

**BILD 4:** ICE 3 auf der Neubaustrecke Köln–Rhein/Main

(Quelle: DB AG/Warter)



- Neubaustrecke (NBS):  
 $V_e = 200 \text{ km/h}$  sowie
- verlegte Bestandsstrecke (BS):  
 $V_e = 160 \text{ km/h}$ .

Unter der Entwurfsgeschwindigkeit gem. HL-Richtlinie wird jene Geschwindigkeit verstanden, die als Bemessungsgrundlage für alle baulichen Anlagen sowie für die Streckenausrüstung und somit für die gesamte Eisenbahninfrastruktur heranzuziehen ist. Die HL-Richtlinie berücksichtigt dabei eine Dimensionierung der Art, dass eine Anhebung der Betriebsgeschwindigkeit auf max.  $V_e + 25 \%$  ohne technische Einschränkungen möglich wird.

Demersprechend kann auch zu einem späteren Zeitpunkt grundsätzlich auf der Neubaustrecke mit einer Betriebsgeschwindigkeit von bis zu  $250 \text{ km/h}$  und auf der verlegten Bestandsstrecke bis zu  $200 \text{ km/h}$  gefahren werden, ohne dass maßgebliche Umbauten auf den Streckengleisen erforderlich werden.

## 2.2. PLANUNGSGRUNDSÄTZE UND INTEROPERABILITÄT

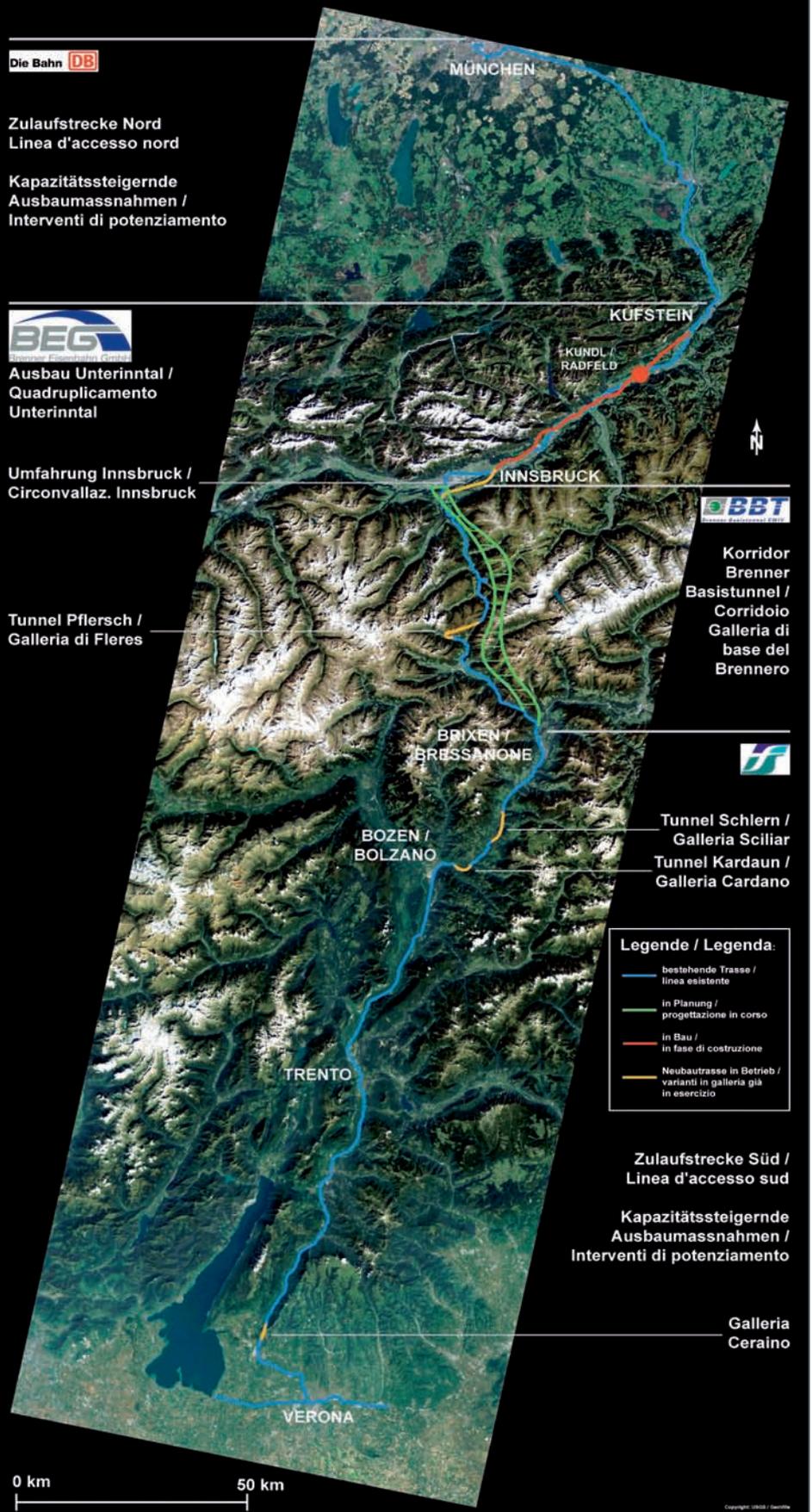
Die Planung wurde entsprechend dem „Stand der Technik“ auf der aktuellen Normen- und Richtlinienlage durchgeführt. Dabei gilt der Grundsatz, dass europäisches Normenwerk vor dem österreichischen Normenwerk anzuwenden ist.

Aufgrund der europäischen Richtlinie 96/48/EG und den damit in Verbindung stehenden technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) wurde es ab 2002 erforderlich, auch die darin festgeschriebenen technischen Mindestkriterien im Projekt zu berücksichtigen. Demersprechend wurde für die Teilsysteme „Infrastruktur“, „Zugsteuerung/Zugsicherung/Signalgebung“ sowie für „Energie“ eine Benannte Stelle beauftragt. Die Benannte Stelle hat sicher zu stellen, dass die Kriterien für ein transeuropäisches Hochgeschwindigkeitsbahnsystem eingehalten werden. Sowohl NBS als auch BS werden dabei auf Kategorie II (eigens für den Hochgeschwindigkeitsverkehr ausgebaute oder auszubauende Strecken) gem. TSI-Infrastruktur ausgelegt.

Selbstverständlich werden auch neben den o. a. Teilsystemen die Schnittstellen zu weiteren technischen Spezifikationen für die Interoperabilität, wie z. B. Fahrzeug, Betrieb, Instandhaltung, Fahrzeuglärm, Telematikanwendungen für den Güterverkehr und Sicherheit in Eisenbahntunnel von der Benannten Stelle geprüft. >>

**BILD 1: Eisenbahnachse München – Brenner – Verona im Überblick** (Quelle: BEG)

# EISENBAHNACHSE / ASSE FERROVIARIO MÜNCHEN - VERONA





**BILD 1:** Shanghai Maglev Line

[Quelle: Transrapid International, Berlin]

Mio. Passagiere befördert. Dr. Wu Xiangming, National Maglev Transportation Engineering R & D Center Shanghai, sieht in der Magnetschwebetechnik eine zukunftsweisende Technologie für den Hochgeschwindigkeitsverkehr und mit technischen Weiterentwicklungen und Kostenoptimierungen eine viel versprechende Zukunft. Untersuchungen und Messungen zu Betriebsparametern in Shanghai während der Betreiberphase haben gezeigt, dass die Magnetschwebetechnik generell ausgereift, sicher, anwendungsreif, umweltfreundlich und ressourcenschonend ist. Für die weiteren Entwicklungen für Mittel- und Langstrecken gilt das 197 km lange Projekt Shanghai – Hangzhou als wichtig, da es einen Sprung in der Weiterentwicklung der Technologie und einen Nutzen als neues Verkehrsmittel zwischen mehreren Stadtbecken bringen soll.

Die Entwicklungslinie der Transrapid-Technologie erfolgte von Anfang an mit dem Ziel, ein effektiveres und attraktiveres Verkehrssystem bereitzustellen, das den Anwendungsbereich spurgeführter Verkehrssysteme erweitern und die Lücke zwischen der Eisenbahn und dem Flugzeug schließen kann. Obwohl die Eisenbahn in Deutschland in den letzten Jahrzehnten massiv unterstützt wurde, um spürbare technische Verbesserungen des Rad-Schiene-Systems und eine Verbesserung des Modal Splits zu erreichen, haben sich die optimistischen Erwartungen nicht erfüllt und die Eisenbahn hat mit dem Verlust von Marktanteilen zu kämpfen.

Wie Dr. H.-Ch. Atzpodien, Vorstandsmitglied ThyssenKrupp Technologies AG, bemerkte, ist es unerlässlich, spurgeführte Verkehrssysteme durch höchste Sicherheits- und Servicestandards attraktiv und wirtschaftlich zu gestalten. Der Turnaround zu steigenden Marktanteilen wird nur möglich werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden können:

- kurze Fahrzeiten, hohe Pünktlichkeit und Sicherheit;
- gute Adaptivität zu bestehender Infrastruktur, kostengünstige Planungen durch günstige Planungsparameter und Anpassbarkeit an die jeweiligen Situationen;
- vollautomatischer Betrieb und Instandhaltung sowie
- Verwendung automatischer Zugänge und Ticketkontrollen.

Das Transrapidsystem kann diese Anforderungen schon heute vollständig erfüllen. Die konsequente Einbindung in ein bestehendes Verkehrsnetz führt zu einer Verbesserung der Verkehrssituation und steigert die Attraktivität und Wirtschaftlichkeit. In Shanghai ist die Magnetschwebebahn (Bild 1) innerhalb von nur 2 Jahren nach der offiziellen Inbetriebnahme zum bevorzugten Transportmit-

längst nicht ausgeschöpft. Die Frage, warum es dann so schwierig ist, die Magnetschwebetechnik in Deutschland zu etablieren und zu realisieren, ist unter anderem damit zu erklären, dass die Befürworter der Rad-Schiene-Technik in ihr eine Gefahr für Unternehmen und Arbeitsplätze sehen. Mit Blick auf die Zukunft ist die Magnetschwebetechnik jedoch zum einen dort richtig und notwendig, wo dringender Baubedarf besteht und die konventionelle Eisenbahn noch nicht ausgebaut ist. Zum anderen ist sie als Beweis der Anwendungsfähigkeit und Vertrauenswürdigkeit als Voraussetzung für eine weltweite Vermarktung in Deutschland unverzichtbar und die Kritik am Projekt München deshalb nicht nachvollziehbar.

Um die Forschung und Entwicklung der Transrapidtechnologie zu unterstützen, wurden im Bundeshaushalt erhebliche Mittel für das Weiterentwicklungsprogramm, die Transrapid Versuchsanlage Emsland (TVE) sowie die Planung und Vorbereitung von Anwendungstrecken in Deutschland bereitgestellt. Sie belaufen sich auf insgesamt 750 Mio. Euro. Ministerialdirigent Matthias von Randow, Leiter der Grundsatzabteilung des BMVBS,

betonte, dass der Transrapid im Kontext zum gesamten Verkehrssystem zu sehen ist. Der aktuelle Investitionsrahmenplan sieht für 2006 bis 2010 hierfür ein Volumen von ca. 50 Mrd. Euro vor, denn aktuellen Prognosen zufolge ist bis 2050 trotz des demografischen Wandels mit einer Zunahme des Verkehrs in Deutschland zu rechnen. Diese geht nicht zuletzt auch mit der Erweiterung der EU einher, die Prognosen zufolge bis 2015 zu einem Verkehrswachstum im motorisierten Individualverkehr um ca. 40 % und im Güterverkehr um ca. 300 % führen wird. Neben den Investitionen für die Erhaltung des dichten Verkehrsnetzes ist deshalb eine Verstärkung der Investitionen für die Erweiterung und ebenso für moderne Technologien erforderlich, wie sie z. B. der Transrapid als Ergänzung zur konventionellen Verkehrstechnik in neuen und maroden Bereichen darstellt.

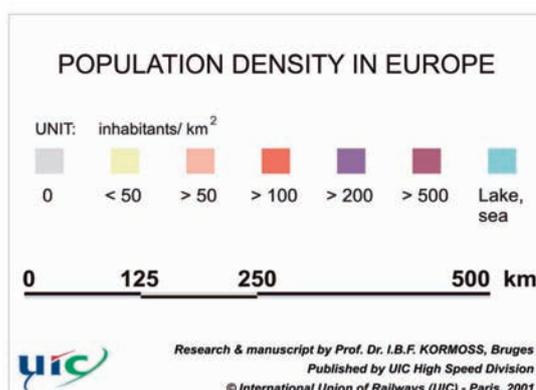
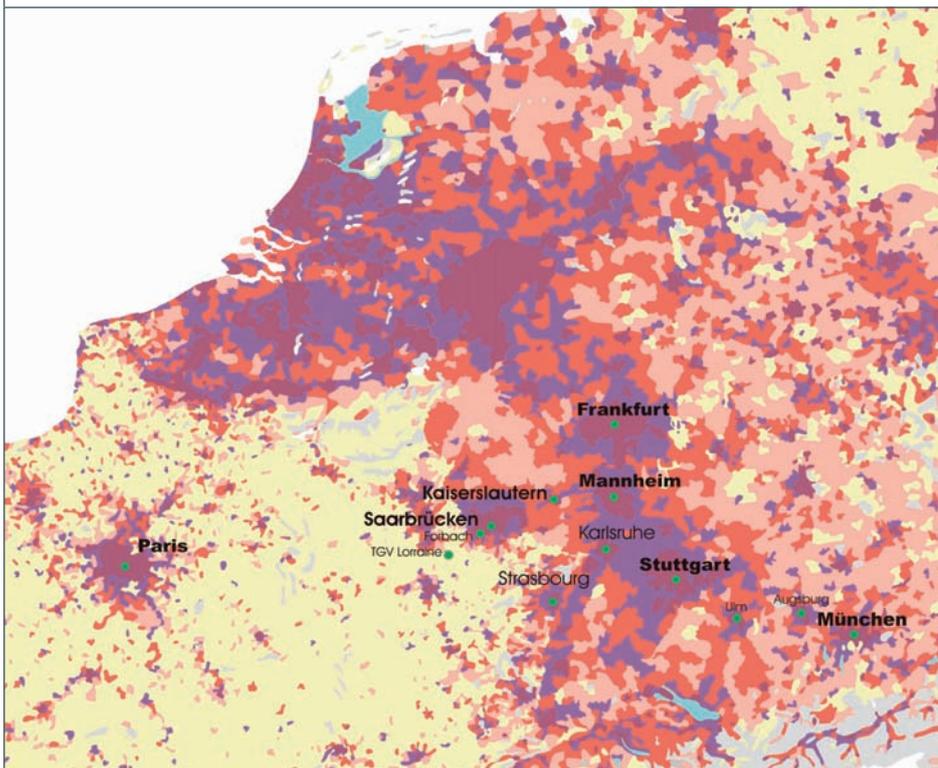
In China wurde die Zukunftsfähigkeit der Magnetschwebetechnik und des Transrapid erkannt und mit dem Demonstrationsprojekt in Shanghai verwirklicht. Seit der kommerziellen Eröffnung am 31. Dezember 2002 hat die Shanghai Magnetschwebebahn über 2,5 Mio. km zurückgelegt und mehr als 7

# Schneller nach Paris mit ICE und TGV in deutsch-französischer Kooperation

Eine neue Infrastruktur für den Hochgeschwindigkeitsverkehr von europäischer Dimension wurde in nur fünf Jahren fertig gestellt. Parallel dazu erfolgte die umfangreiche nationale und internationale Abstimmung der zugehörigen Angebotsplanung.

BILD 1: Bevölkerungsdichte in Mitteleuropa + Legende

[Quelle: [15]]



**Diplomgeograph  
Werner Matthias Ried**  
ALLEO GmbH i.Gr. (Joint Venture DB/  
SNCF im HGV), ehemals Mitarbeiter  
DB bei Rhealys S.A., Paris  
werner.ried@bahn.de



Am 15. März 2007 eröffneten unsere französischen Nachbarn feierlich ihre „LGV Est“ (Ligne à grande vitesse = Schnellfahrstrecke) als sechste Schnellfahrstrecke Frankreichs. Nach einer spektakulären Weltrekordfahrt mit mehr als 574 km/h am 3. April 2007 sowie umfangreichen Feierlichkeiten, darunter die ICE/TGV-Parallel-Einfahrt in den Pariser Gare de l'Est am 25. Mai 2007, hat am 10. Juni 2007 die wirtschaftliche Nutzung begonnen: Eine auch kommerziell weltweit einmalige Geschwindigkeit von 320 km/h erlaubt Verbindungen mit einem bisher unerreichten Reisezeitvorteil innerhalb Frankreichs und in die Nachbarländer Luxemburg, Deutschland und die Schweiz. Umfangreiche Vorarbeiten und eine besondere internationale Abstimmung gingen dem Start voraus.

## 1. EIN BESONDERER POLITISCH-HISTORISCHER KONTEXT

Es mag erstaunen, dass eine östliche und damit zentraleuropäische Hochgeschwindigkeits-Anbindung von Paris erst zu Beginn dieses Jahrtausends realisiert wurde, lange nach den deutlich aufwändigeren Infrastrukturen für Hochgeschwindigkeitszüge wie z. B. durch den Kanaltunnel nach London. – Ein Blick auf die UIC-Karte zur Bevölkerungsverteilung zeigt jedoch die Herausforderung, eine derart kostenintensive Infrastruktur zwischen dem Großraum Paris („Île de France“) und Ostfrankreichs wirtschaftlich tragfähig zu realisieren; zu gering sind Bevölkerungsdichte und »



BILD 2: Gesamtraum der neuen Schnellfahrstrecke LGV Est im internationalen Kontext der Rhealys S. A.

(Quelle: RFF)

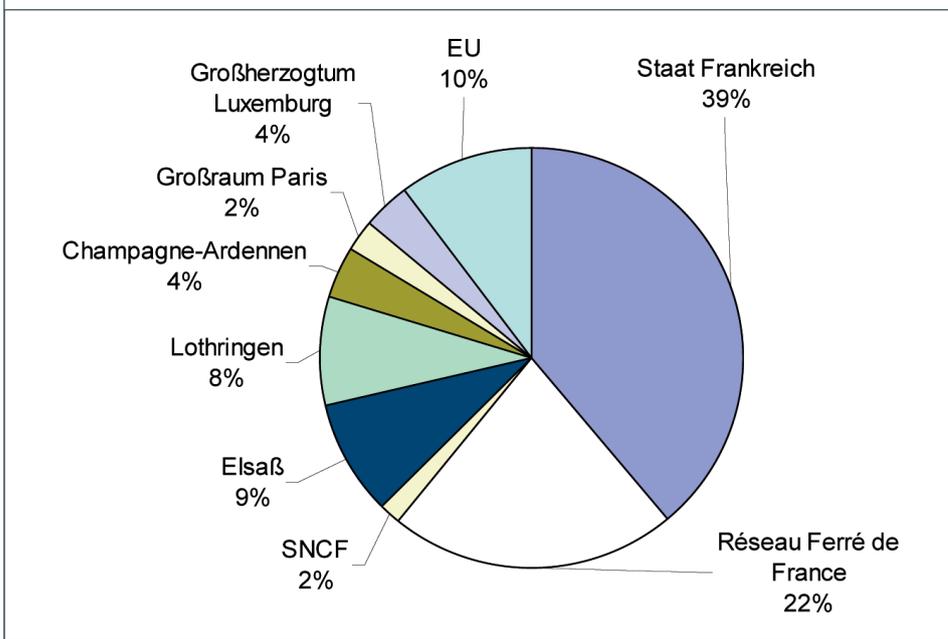


BILD 3: Finanzierungspartner der neuen Schnellfahrstrecke LGV Est (Quelle: [2])

Potenzial im Osten Frankreichs. Es bedurfte daher einer Gesamtbewertung und Planung im europäischen Kontext unter Einschluss der Potenziale aus den Nachbarländern, insbesondere Luxemburg, Schweiz und Deutschland. Entsprechend benannte die SNCF ihr Projekt nicht nur „TGV Est“ sondern „TGV Est Européen“ („Europäische Hochgeschwindigkeitsbahn Richtung Osten) mit der internen Abkürzung TGV EE. TGV steht bekanntlich für

Train à grande vitesse, was übersetzt nicht nur Hochgeschwindigkeitszug bedeutet, sondern in Frankreich auch synonym für den Hochgeschwindigkeitsverkehr generell benutzt wird (vergleichbar „Le train“ = „Die Bahn“). In der Kommunikation – und erst recht bei Übersetzungen ins Deutsche – sind die SNCF-Marke „TGV“ einerseits und die wertneutrale Bedeutung TGV als Hochgeschwindigkeitszug (auch Shinkansen, ICE, Eurostar) andererseits

eine Einladung zu Missverständnissen, wie sie den deutsch-französischen Alltag mit seiner Sprachbarriere gelegentlich begleiten. Die Erfolgsgeschichte des TGV Est begann formal nach umfangreichen Machbarkeitsstudien mit den Unterschriften von Bundeskanzler Helmut Kohl und Staatspräsident Francois Mitterand als damalige Regierungschefs von Deutschland und Frankreich im Abkommen von La Rochelle 1992 [1]. Sie vereinbarten damit den Bau der Hochgeschwindigkeitsstrecke „POS“ wobei diese Buchstaben für „Paris-Ostfrankreich-Südwestdeutschland“ stehen.

Kaum zehn Jahre nach diesem grenzüberschreitenden und politischen Grundsatzbeschluss erfolgte der Baubeginn auf französischer Seite im Januar 2002 mit einem ersten Spatenstich nahe dem lothringischen Dorf Baudrecourt südöstlich von Metz. Hier entstand die Anknüpfung der neuen Schnellfahrstrecke an die vorhandenen Strecken zwischen Metz und Strasbourg bzw. Metz-Saarbrücken. – Diese Lösung eines quasi liegenden Ypsilon erlaubt eine Verbindung der neuen Infrastruktur sowohl Richtung Mannheim und Frankfurt via Saarbrücken als auch Richtung Karlsruhe und Stuttgart (–München) via Strasbourg. Das knapp 300 km weiter westlich gelegene Ende der Neubaustrecke befindet sich bei Vaires, einem 20 km östlich von Paris gelegenen Vorort. Eine Besonderheit dieser Infrastruktur TGV EE ist die Finanzierung unter Beteiligung der betroffenen Gebietskörperschaften. Neben dem französischen Netzbetreiber RFF (Réseau

Parallellage mit der bestehenden Rheintalbahn geführt. Im Bereich der „Freiburger Bucht“ verläuft die Rheintalbahn dann durch dicht besiedelte Gebiete und Gemeinden sowie durch die Stadt Freiburg.

Um die betroffenen Gebiete und die Stadt Freiburg zukünftig vom Güterverkehr zu entlasten, wird nach der Untersuchung und Abwägung mehrerer Varianten der Güterverkehr von Kenzingen bis Buggingen in paralleler Lage mit der bestehenden Bundesautobahn BAB A5 geführt. Die Züge des Personenfern- und -nahverkehrs werden weiterhin über die bestehende Rheintalbahn durch Freiburg verkehren. Zur Qualitätsverbesserung und Leistungssteigerung wird die Strecke für eine Geschwindigkeit von 200 km/h ertüchtigt.

Südlich von Freiburg, im Bereich von Buggingen, werden die geplante Güterumfahrung und die Rheintalbahn wieder zusammengeführt und verlaufen parallel bis Schliengen in Richtung Süden. Im Bereich von Schliengen bis nach Eimeldingen befindet sich das größte Einzelbauwerk, der rund 9,4 km lange Katzenbergtunnel. Mit der Streckenführung durch den Katzenbergtunnel wird die kurvenreiche Strecke der Rheintalbahn entlang des Rheins abgekürzt. Weiter in Richtung Süden werden die Gleise wieder mit der Rheintalbahn gebündelt und in und durch den Knoten Basel geführt.

Der Katzenbergtunnel sowie die anderen Streckenabschnitte der Neubaustrecke sind für eine Geschwindigkeit von 250 km/h ausgelegt. Die Güterumfahrung der „Freiburger Bucht“ wird für eine Geschwindigkeit von 160 km/h trassiert.

Nach Fertigstellung des gesamten viergleisigen Ausbaus zwischen Karlsruhe und Basel wird sich die Fahrzeit gegenüber heute um ca. 31 Minuten verkürzen

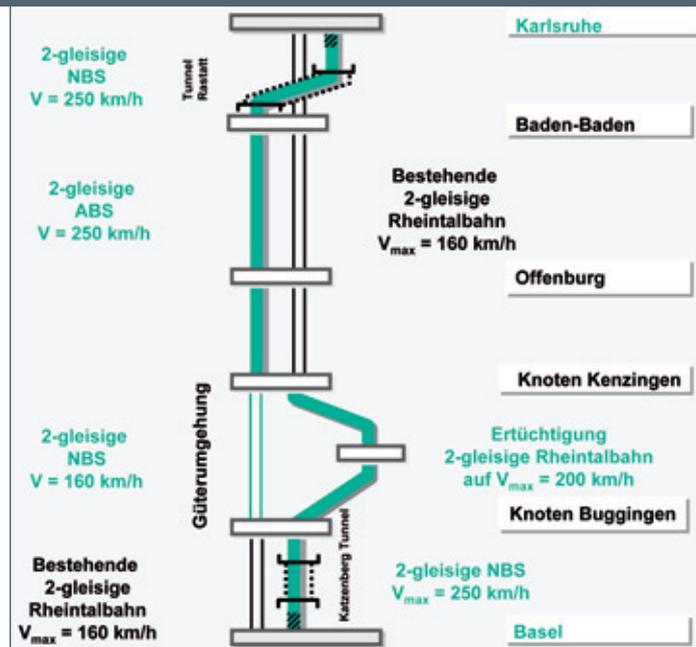
Die Gesamtinvestitionen betragen rund 4,5 Mrd. Euro und werden mit ca. 4,2 Mrd. Euro Bundesmitteln, ca. 250 Mio. Euro Eigenmittel der DB AG und rd. 50 Mio. Euro Baukostenzuschüsse Dritter, z. B. der europäischen Union, finanziert.

## 2. ALLGEMEINER SACHSTAND

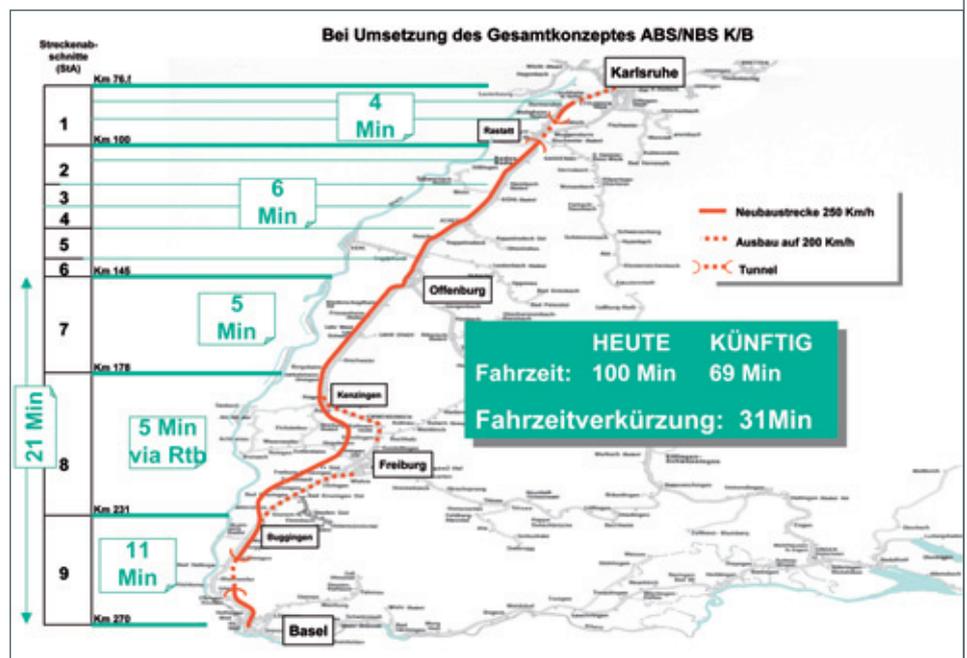
Die ersten Überlegungen zum Ausbau der Rheintalbahn zwischen Karlsruhe und Basel reichen bis in das Jahr 1977 zurück. Das Projekt war und ist trotz hoher Priorität gekennzeichnet von langen Planungsphasen. Die Ausarbeitung der Raumordnungsunterlagen und technischen Planungen sowie die Durchführung der Verfahren zog sich in hochsensiblen Bereichen von 1984 bis in das Jahr 2002 hin.

Ein Teil des Ausbaus konnte schon umgesetzt werden. Seit Dezember 2004 sind die Streckenabschnitte 2–6 von Rastatt Süd bis Offenburg in Betrieb.

Für den Streckenabschnitt 1, Karlsruhe bis Rastatt, liegt Baurecht vor, die Realisierung ist noch im Mittelfristzeitraum bis 2011 be-



**BILD 2:** Schematische Darstellung der Ausbauelemente



**BILD 3:** Bei Umsetzung des Gesamtkonzeptes entstehen gravierende Fahrzeitverkürzungen

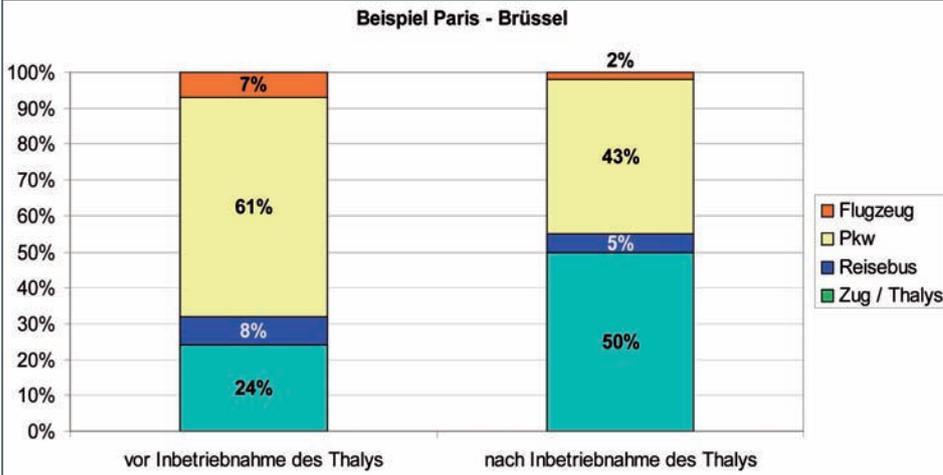
absichtigt. Ebenso liegt für den Planfeststellungsabschnitt 9.1 Baurecht vor, mit dessen Umsetzung mit dem Bau des Katzenbergtunnels im Jahr 2003 begonnen wurde.

Für das Genehmigungsverfahren beim EBA ist der Streckenabschnitt 9 in die Planfeststellungsabschnitte (PFA) 9.0 bis 9.3 unterteilt worden. Der Teilabschnitt Schliengen – Eimeldingen (PFA 9.1), ist ca. 21 km lang und wurde im November 2002 planfest-gestellt.

## 3. REALISIERUNG KATZENBERGTUNNEL

Herausragendes und größtes Einzelbauwerk dieses Teilabschnitts ist der 9385 m

lange Katzenbergtunnel, der gemäß der neuen EBA Richtlinie „Brand- und Katastrophenschutz für den Bau und Betrieb von Eisenbahntunneln“ als Zweiröhrentunnel konzipiert ist. Der Katzenbergtunnel liegt in den Gemarkungen Bad Bellingen und Efringen-Kirchen. In diesem Abschnitt verläuft die bestehende Rheintalbahn aufgrund topographischer Gegebenheit in engen Radien um den sog. Isteiner Klotz, weswegen ein Geschwindigkeitseinbruch auf bis zu 70 km/h zu verzeichnen ist. Durch den Katzenbergtunnel wird die Linienführung bei einer Verkürzung der Streckenlänge gegenüber der Rheintalbahn um ca. 3,5 km begradigt, womit ein Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) »



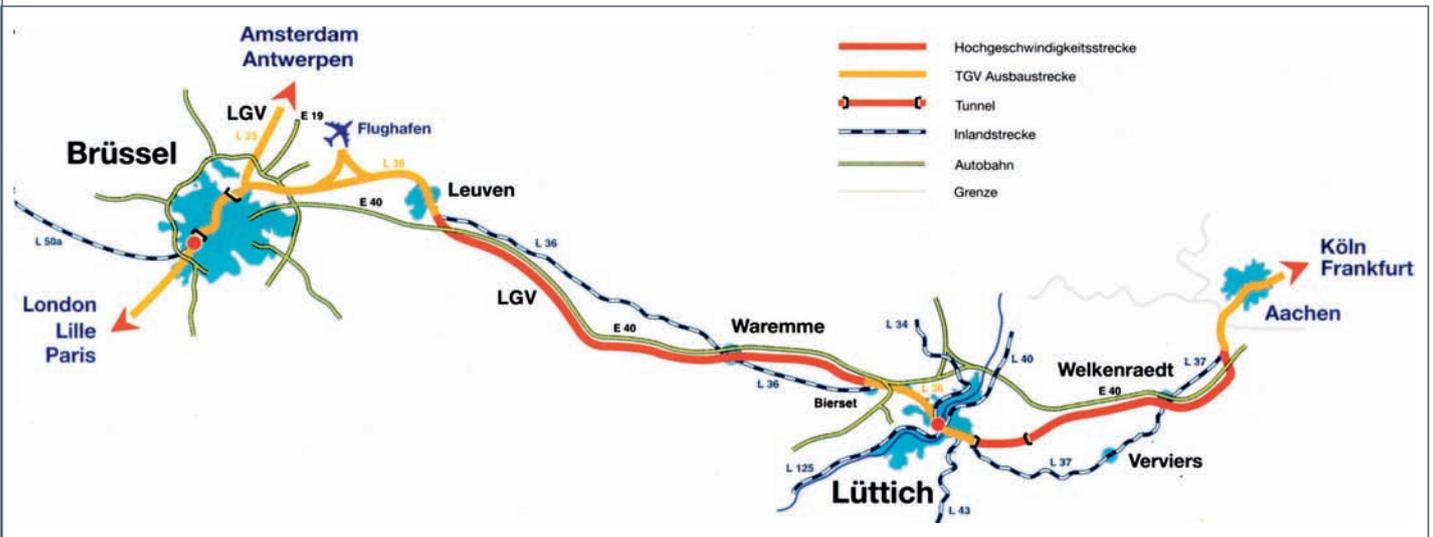
**BILD 6:** Modal Split Paris-Brüssel

(Daten: UIC)

Netz bis Waterloo Station am Südufer der Themse. Schon in diesem Stadium wirkten sich die erheblichen Fahrzeitverkürzungen im Schienenverkehr aus. Der Hochgeschwindigkeitszug löste das Flugzeug als bevorzugtes Verkehrsmittel zwischen London und Paris

ab, der Modal-Split Flugzeug: Bahn verschob sich nach UIC-Statistik vom November 2005 auf 29 % : 71%. Seit 14. November 2007 fahren die Eurostar-Züge auf der durchgehenden Neubaustrecke „High Speed 1“ – bislang hieß sie „Channel

Tunnel Rail Link“ (CTRL) – zum Endbahnhof St. Pancras am nördlichen Rand der Londoner City (Bild 10). Im Geschwindigkeitsbereich zwischen 270 km/h und 300 km/h liegen 62 km der insgesamt 109 km langen Strecke; der 50 km lange Kanaltunnel wird mit 160 km/h durchfahren. St. Pancras bietet hervorragende Anschlüsse an das Londoner U-Bahn-Netz, aber auch an die nach Westen und Norden abgehenden Hauptstrecken des Vereinigten Königreichs (Bild 11). Anders als die Flughäfen liegen die Abgangs- und Zielbahnhöfe, historisch bedingt, im Regelfall citynah und verfügen über ein reichhaltiges Angebot an öffentlichen Zubringer- und Verteilerdiensten. Der Weg zum Bahnhof muss kurz, schnell und unkompliziert sein. Allerdings verlängern Zugangs-, Kontroll- und Abfertigungszeiten und die in den Bahnhöfen und Flughäfen fußläufig zurückzulegenden Wegstrecken den Zeitbedarf nicht unerheblich. Die Eincheckzeiten sind aus Sicherheitsgründen eher länger als kürzer geworden; das gilt auch für den „Eurostar“. Bild 12 gibt den minimalen Zeitbedarf für die



**BILD 7:** Neu- und Ausbaustrecke Brüssel-Aachen

(Quelle: SNCB, 2002)

**BILD 8:** ICE-Züge in Arnheim, Nov. 2000

(Quelle: Autor)



**BILD 9:** Eurostar-Zug in Belgien

(Quelle: SNCB)



# Frankfurt (Main) – Paris unter 3 Stunden!

Die Fahrzeit Frankfurt am Main – Paris Est beträgt nach dem Fahrplan 2008 minimal 3 Stunden 48 Minuten. Mit einigen Ausbaumaßnahmen im Netz der RFF und der DB AG könnte sie auf weniger als 3 Stunden reduziert werden. Wie das erreicht werden kann, wird im Folgenden vom Autor dargestellt.



Ab dem Fahrplanwechsel am 09.12.2007 verbinden die Frankreich-tauglich hergerichteten ICE 3 MF (M für mehrsystemfähig, F für Frankreich) 5x/Tag und Richtung Frankfurt(M) mit Paris. Für sie wurden pro Triebzug 12,7 Mio. € Umbaukosten einschließlich Zulassungskosten angegeben [1]. Während der ICE 3 MF auf der 300 km langen Neubaustrecke in Frankreich mit 320 km/h verkehrt und zwischen Saarbrücken und Paris eine Reisegeschwindigkeit von 207 km/h erreicht, sinkt die Reisegeschwindigkeit in Deutschland rapide ab. Im 131 km langen Abschnitt Mannheim – Saarbrücken (160 km/h) liegt sie ab dem 09.12.2007 nur bei 101 km/h und im 79 km langen Abschnitt Mannheim – Frankfurt(M) mit einer Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h bei 132 km/h.

## 1. SITUATION NACH FERTIGSTELLUNG DER FRANZÖSISCHEN NBS

Mit Inbetriebnahme der 2. Phase des TGV Est Europeen von Baudrecourt bis Vendenheim nahe Straßburg können Hochgeschwindigkeitszüge (HGV-Züge) auf der ganzen Hochgeschwindigkeitsstrecke in Frankreich 320 km/h fahren. Über den Endpunkt der HGV-Strecke in Frankreich bietet es sich an, auch eine schnellere Verbindung nach Deutschland zu bauen, um die Fahrzeitverkürzungen durch die französische Hochgeschwindigkeitsstrecke voll zu nutzen. Eine anschließende Verknüpfungsstrecke nördlich an Straßburg vorbei und eine Rheinüberquerung über die Wintersdorfer Brücke ermöglichen sehr kurze grenz-



Dipl.-Ing. Sven Andersen  
Bundesbahndirektor a.D.,  
Düsseldorf

Sven.Andersen@t-online.de

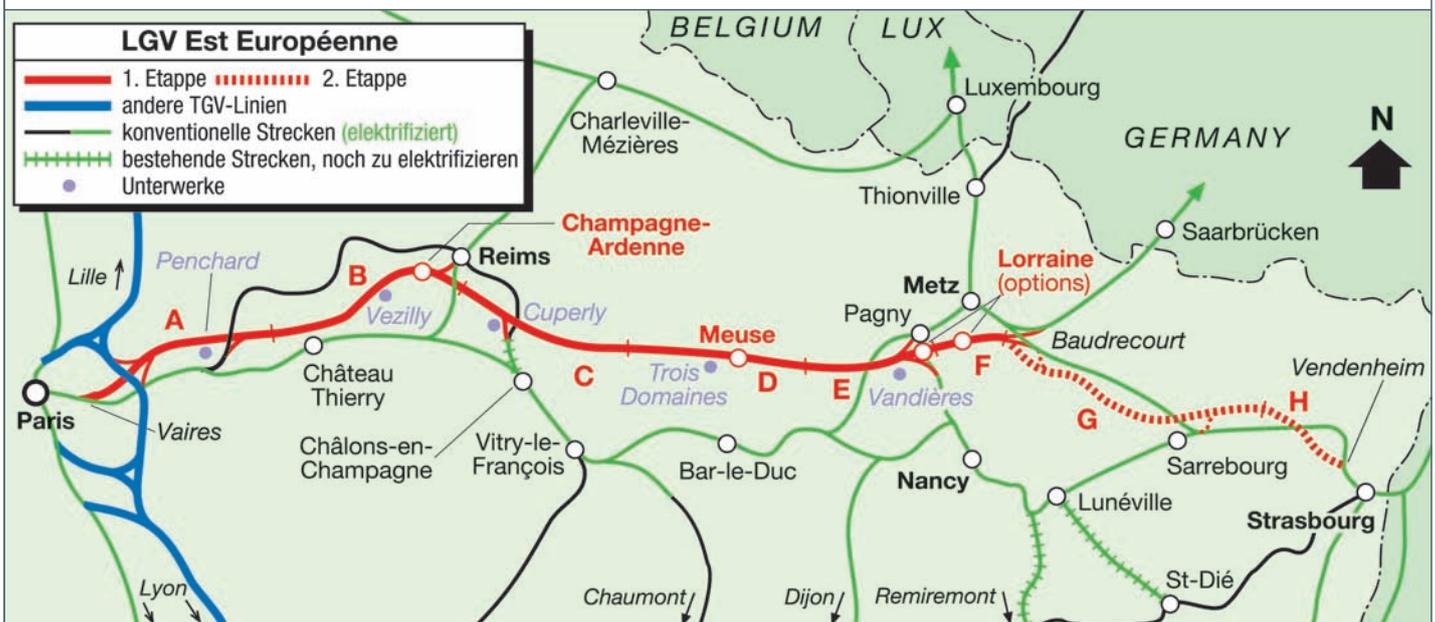
überschreitende Reisezeiten. Dann wäre Paris von Frankfurt am Main aus in weniger als drei Stunden zu erreichen [2].

## 2. STRECKENPLANUNG

Bild 1 zeigt die TGV Est Européen-Strecke mit ihren Abzweigungen, Bild 2 stellt einen Vorschlag zur Linienführung für die Verknüpfung der TGV Est-Strecke mit Deutschland dar.

BILD 1: Lage der TGV Est Européenne

[Quelle: „Railway Gazette International“ Heft 03/2003 Seite 139]



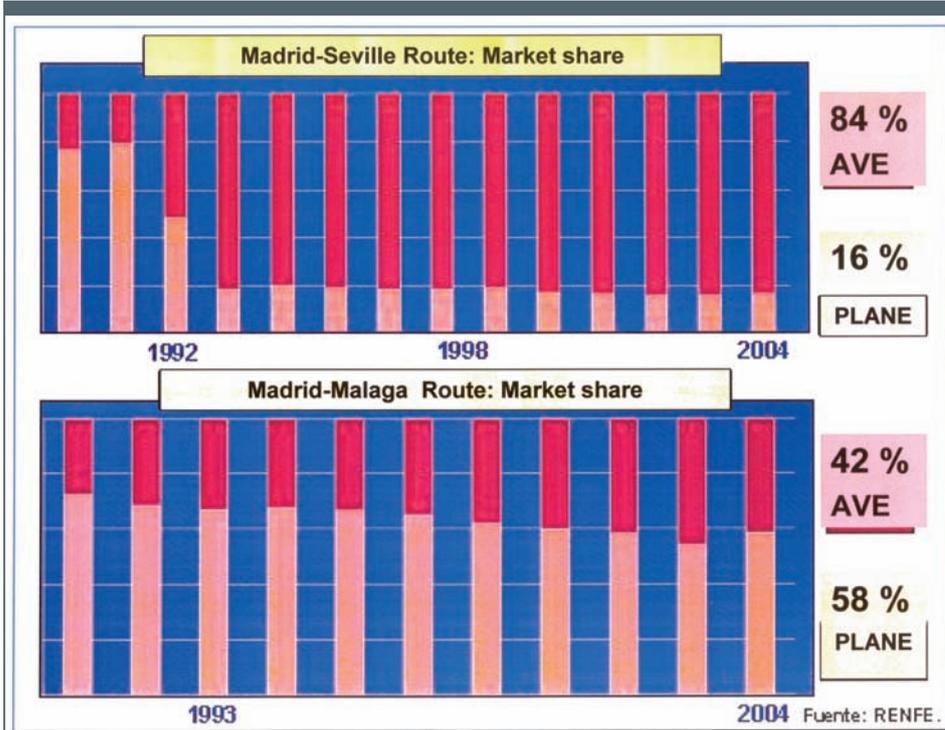


BILD 12: Marktanteile Bahn (AVE) und Flugzeug

(Quelle: RENFE)



BILD 13: Die Hochgeschwindigkeitsstrecke Madrid-Zaragoza-Lleida Zugangebot:

14 Züge/Tag&Richtung Madrid-Zaragoza  
12 Züge/Tag&Richtung Madrid-Lleida

(Quelle: Autor)

TABELLE 5: Parallelen in der Fahrzeitentwicklung auf den Hochgeschwindigkeitsstrecken Madrid-Sevilla und Madrid-Zaragoza-Lleida

Neubaustrecke	Fahrzeit		
	bei Betriebsaufnahme	1 Jahr später	heute und künftig
Madrid – Sevilla	2h 50	2h 35	2h 20
Madrid – Zaragoza	1h 50	1h 50	1h 29 (1h 15)

im Korridor entlang der Mittelmeer-Küste zurückzuführen ist. In anderen Verbindungen blieb das Fahrgastaufkommen entweder gleich oder verringerte sich, manchmal sogar signifikant. Das war zum Beispiel der Fall im Nordost-Korridor, wo die Verkehrszahlen in diesem Zeitraum praktisch um 75 % zurückgegangen sind.

#### 4. NEUE HOCHGESCHWINDIGKEITSSTRECKEN SEIT 2003

##### 4.1. MADRID – ZARAGOZA – LLEIDA

Nahezu ein Jahrzehnt nach der Inbetriebnahme der Neubaustrecke Madrid-Sevilla (471 km) begann 2003 der kommerzielle Betrieb auf einer etwa gleich langen Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Madrid, Zaragoza und Lleida (480 km, Bild 13). Die Strecke wurde auf Grund von Problemen mit dem Zugsicherungssystem ETCS in den ersten beiden Jahren nur mit einer Geschwindigkeit von 200 km/h befahren. Auch die erste Neubaustrecke, Madrid – Sevilla, wurde anfänglich nicht mit der Entwurfsgeschwindigkeit befahren. In beiden Fällen war damit die Durchschnittsgeschwindigkeit der Züge anfangs geringer als heute, siehe Tabelle 5.

Zwei Zwischenstationen liegen auf der Strecke, Guadalajara und Calatayud. Erstere liegt etwa 8 km vom Stadtzentrum entfernt, während es sich beim Bahnhof von Calatayud im Prinzip um die schon bestehende Bahnhofsanlage an der alten Strecke handelt.

Der Verkehrserfolg des Hochgeschwindigkeitsangebots auf der neuen Strecke spiegelt sich darin wider, dass der bisherige Flugverkehr zwischen Madrid und Zaragoza (6 Flüge je Tag und Richtung) eingestellt worden ist. Der Fahrgastverkehr in der Relation Madrid-Zaragoza-Lleida hat im ersten Betriebsjahr um nahezu 35 % zugenommen.

Im Mai 2006 wurde die Höchstgeschwindigkeit auf der Neubaustrecke auf 250 km/h erhöht, was eine Reisezeitverkürzung von etwa 15 Minuten für den schnellsten Zug brachte. Für die schnellen Bahnverbindungen auf dieser Strecke sind neue Züge in der Beschaffung, die eine Höchstgeschwindigkeit von 350 km/h im kommerziellen Betrieb erreichen sollen (Bilder 14 und 15).

##### 4.2. MADRID – TOLEDO

Im November 2005 wurde eine neue Schnellverbindung zwischen Madrid und Toledo eröffnet (Bild 16). Die Züge – 11 je Tag und Richtung – befahren die NBS Madrid – Sevilla auf 54 km und anschließend einen Neubaubauabschnitt von rund 21 km Länge. Die 75 km lange Gesamtstrecke wird in 30 Minuten zurückgelegt.

Die am meisten belastete Teilstrecke des zukünftigen Netzes, zwischen Södertälje und Nyköping, sollte für eine Streckenkapazität von 12 Zügen/Stunde und Richtung (plus Reserve) dimensioniert werden. Das Signalsystem sollte eine Zugfolgezeit von 3 Minuten erlauben. Bei so hoher Kapazitätsauslastung sind weitestgehend identische Fahrzeiten für alle Züge und eine hohe Pünktlichkeit unerlässlich.

### 3.2. GÖTALANDBAHN UND EUROPABAHN

Die Götalandsbahn verbindet über zirka 470 km Stockholm mit Göteborg und ergänzt das Eisenbahnnetz indem sie eine direkte Bahnverbindung zwischen den mittelgroßen Städten Norrköping, Linköping, Jönköping und Borås schafft. Die erste Etappe, der sog. Ostlänken zwischen Södertälje und Linköping (ca. 155 km), ist im Planungsprozess am weitesten fortgeschritten und ein Baustart ist – Finanzierung und politische Entscheidung vorausgesetzt – innerhalb der nächsten Jahre möglich.

Die Europabahn befindet sich noch früh im Planungsprozess. Der derzeitige Vorschlag sieht einen Anschluss an die Götalandsbahn in Jönköping vor, von wo aus die Strecke über Kopenhagen bis nach Hamburg verläuft. Die Staatliche Untersuchung [2] empfiehlt als einen ersten Schritt eine Neubaustrecke mit Ziel Malmö, um in einem zweiten Schritt eine nördliche Öresundquerung Helsingborg – Helsingör (– Kopenhagen) zu realisieren (siehe Kap. 5). Die Entfernung Stockholm – Malmö beträgt ca. 610 km (Bild 3).

Insgesamt umfasst das Gesamtpaket Götalandsbahn (einschl. Ostlänken) und Europabahn (bis Åkarp) sowie einiger Anschlussstrecken 700 km neue Hochgeschwindigkeitsstrecken und 180 km Ausbaustrecken.

Die Kosten wurden mit 125 Mrd. SEK berechnet, bei 50 % Wahrscheinlichkeit und im Preisniveau für 2008. Mit Fester Fahrbahn würden sich die Kosten um ca. 5 Mrd. SEK erhöhen. Die Durchschnittskosten pro Kilometer Neubaustrecke betragen 172 Mio. SEK.

## 4. BEDIENUNGSKONZEPT UND MARKTEFFEKTE

### 4.1. ANGEBOTSSZENARIEN

Das Zugangebot kann dank der neuen Strecken und der höheren Nachfrage als Folge der kurzen Reisezeiten wesentlich erhöht werden. Zwei Produktebenen wurden untersucht: Hochgeschwindigkeitszüge zur Bedienung der Endpunktmärkte und bedeutender Teilmärkte und Interregio-Züge, welche abschnittsweise die Hochgeschwindigkeitsstrecken und das konventionelle Netz befahren und damit auch Märkte außerhalb der Hochgeschwindigkeitsstrecken bedienen (Bild 4).

Für sowohl Götalandsbahn wie Europabahn wird als Grundangebot ein Halbstundentakt mit Hochgeschwindigkeitszügen vorgesehen. Jeder zweite Zug – einmal pro Stunde, außer in der Schwachverkehrszeit – ist ein Sprinterzug ohne oder mit nur vereinzelten Unterwegshalten. Über das Grundangebot hinaus werden zu den nachfragestärksten Zeiten Direktlinien angeboten, welche eine große Anzahl Städte außerhalb der Neubaustrecken mit Hochgeschwindigkeitszügen direkt bedienen. Diese Linien ergänzen das Grundangebot von Interregiozügen auf diesem Netz. Die Hochgeschwindigkeitszüge kommen ohne Wagenkasten-neigung aus und haben eine Kapazität von 300 – 500 Sitzplätzen.

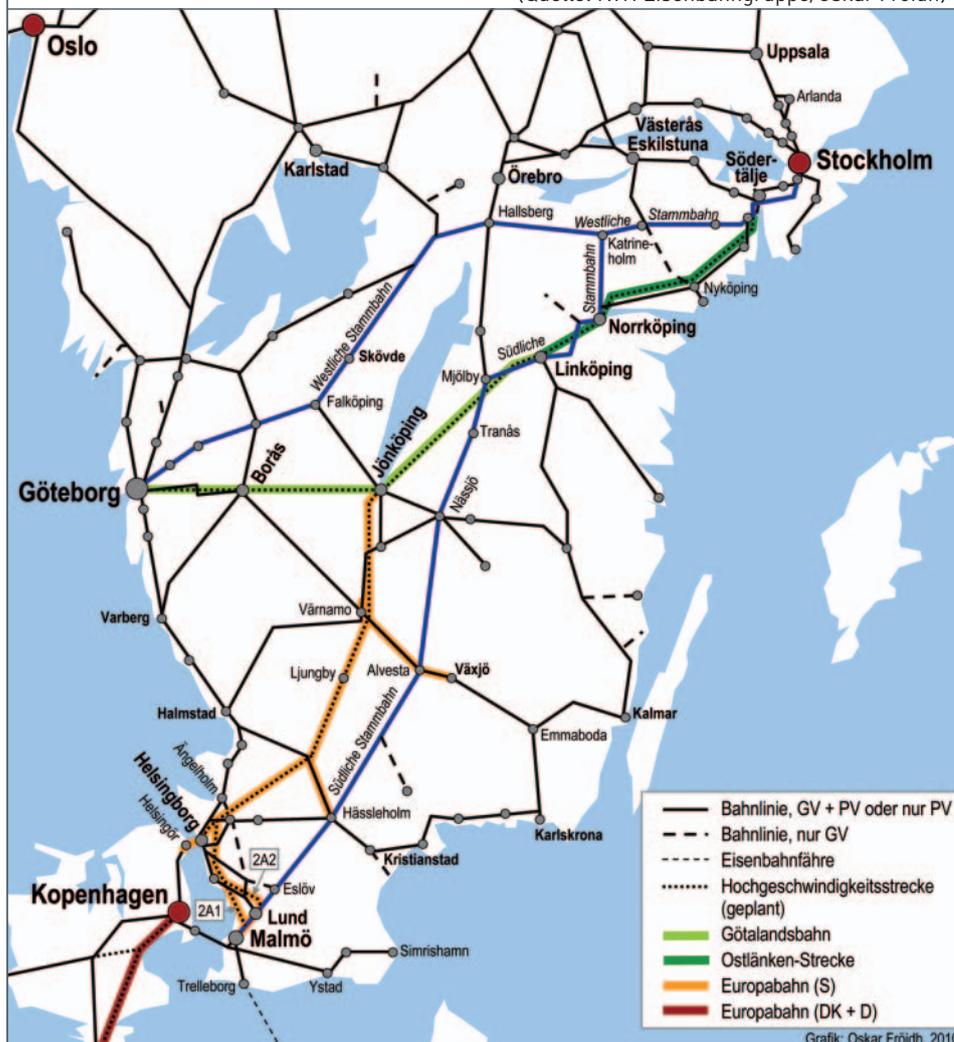
Die Züge für den Interregio-Verkehr müssen kurze Reisezeiten sowohl auf dem konventionellen Netz als auch auf den Neubaustrecken ermöglichen. Dieses erfordert sowohl Wagenkasten-neigung wie hohe Höchstgeschwindigkeit. Den Fahrgastprognosen liegt ein Triebwagenzug mit einer Höchstgeschwindigkeit von 300 km/h zugrunde. Eine Einheit hat eine Kapazität von ca. 250 – 300 Sitzplätzen mit der Möglichkeit mehrere Einheiten gekuppelt zu führen. Im Forschungsprogramm Gröna Tåget [4] wird ein zukünftiges Zugkonzept mit einer äußeren Fahrzeugbreite von 3,5 – 3,6 m entwickelt, welches eine 2+2-Sitzteilung in der 1. Klasse und 3+2-Sitzteilung in der 2. Klasse bei gutem Komfort erlaubt. Diese Zugbreite kann in Schweden und Norwegen eingesetzt werden und mit geringen Infrastrukturanpassungen voraussichtlich auch bis Kopenhagen H. Gröna Tåget ist ein Zugkonzept, das für den Fernverkehr in Skandinavien mit Geschwindigkeiten bis zu 250 – 300 km/h besonders geeignet ist.

### 4.2. REISEZEITEN UND MARKTWIRKUNGEN

Heute erreicht die Bahn in keiner der wichtigsten Fernverkehrsrelationen entlang der zukünftigen Götalandsbahn und Europabahn die aufgestellten Zielreisezeiten. Mit den

**BILD 3:** Hauptvariante für die Europabahn ist Alternative 2A1 nach Malmö mit Nutzung der bestehenden Festen Verbindung Malmö – Kopenhagen über den Öresund. In der Staatlichen Untersuchung [2] werden die Variante 2A2 über Lund oder eine Verbindung über einen neuen Tunnel Helsingborg – Helsingör nicht behandelt

(Quelle: KTH Eisenbahngruppe/Oskar Fröidh)



## 1. HOCHGESCHWINDIGKEITSVERKEHR IST UMWELTVERTRÄGLICH

Die Bahn ist energieeffizient und produziert ein Minimum an Treibhausgasen, die elektrische Traktion ermöglicht außerdem in der Zukunft ein problemloses Anpassen an erneuerbare Energien. Da Hochgeschwindigkeitszüge je Pkm nur einen Bruchteil der Energie von Pkws und Flugzeugen verbrauchen, kann durch die Verlagerung zur Schiene ein wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Mobilität geleistet werden.

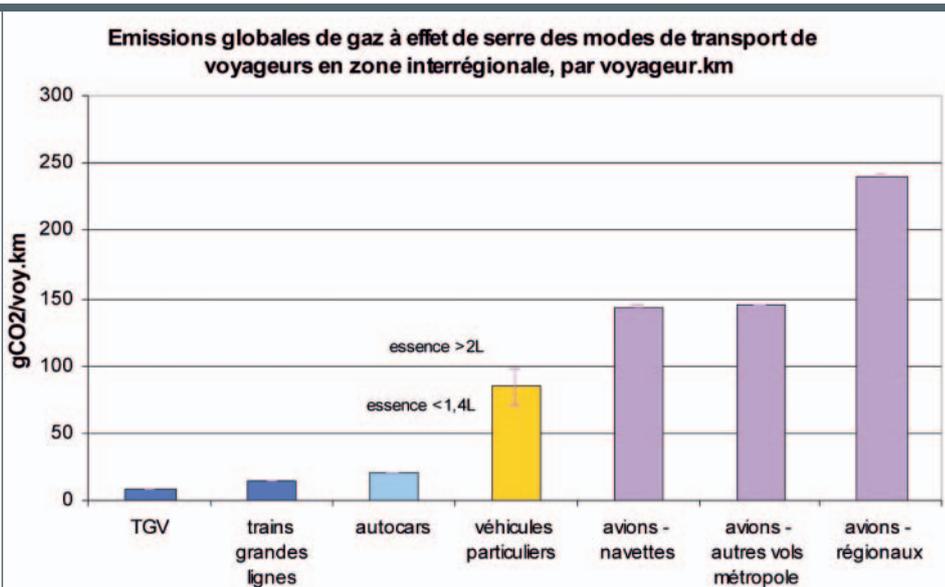
Das Schweizer Institut Prognos hat für deutsche Verhältnisse den Stromverbrauch in Liter Benzin umgerechnet. Danach hat der ICE bei seiner tatsächlichen Auslastung (47%) einen Endenergieverbrauch von 2,5 Liter für 100 Personenkilometer, verglichen mit 6 l/100 Pkm des Pkw und 7 l/100 Pkm für das Flugzeug.

Die Emissionen des elektrischen Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) hängen vom Mix der Stromerzeugung ab. Für Frankreich mit seinem hohen Anteil an nuklearem Strom, hat die staatliche Umwelt- und Energiebehörde ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) 2008 einen Vergleich der Treibhausgasemissionen (in CO<sub>2</sub> umgerechnet) für alle Verkehrsträger durchgeführt [2], dabei wurde der Primärenergieverbrauch berücksichtigt. Bild 2 zeigt das gute Ergebnis (in g CO<sub>2</sub>/Pkm) für den HGV (TGV) verglichen mit konventionellen Fernzügen (trains grandes lignes), Bus (autocars), Pkw (vehicule particulier) und Luftverkehr (avions).

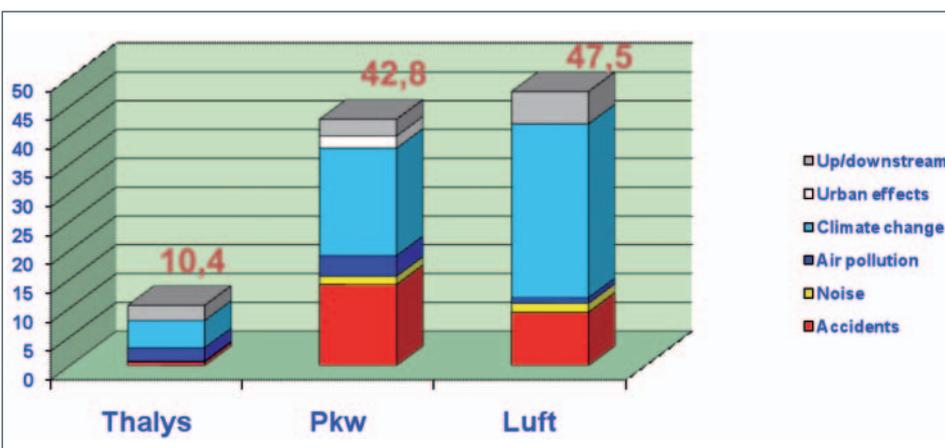
Das gesamte Ausmaß der Umweltbelastungen durch den Verkehr wird aus seinen externen Kosten deutlich. Sie betragen im Jahr 1995 in der Europäischen Union 7,8% des Bruttoinlandsproduktes – ohne Verkehrsstau (INFRAS, IWW [3]). Von den insgesamt 530 Mrd. € entfielen 92% auf die Straße, 6% auf das Flugzeug und nur 1,9% auf die Bahn. Die Studie hat neben den Gesamt- und Durchschnittskosten auch die volkswirtschaftlichen Grenzkosten der Umweltkosten ermittelt. In Bild 3 sind sie für den Personenverkehr im Korridor Paris-Brüssel dargestellt. Die Umweltkosten des HGV-Zuges Thalys betragen nur etwa ein Viertel der Straße. Dieses positive Ergebnis ist der Tatsache zu verdanken, dass die HGV-Züge aufgrund ihrer hohen Auslastung einen sehr niedrigen spezifischen Energieverbrauch aufweisen. Der Energieverbrauch bestimmt drei Effekte der externen Kosten: Klimaveränderung, Luftverschmutzung und vor- und nachgelagerte (up-/downstream) Prozesse.

## 2. ERFOLGE DES HOCHGESCHWINDIGKEITSVERKEHRS

Die Qualität des HGV hat weltweit zu großen Erfolgen geführt, sie wird im Wesentlichen durch fünf Elemente bestimmt: >>

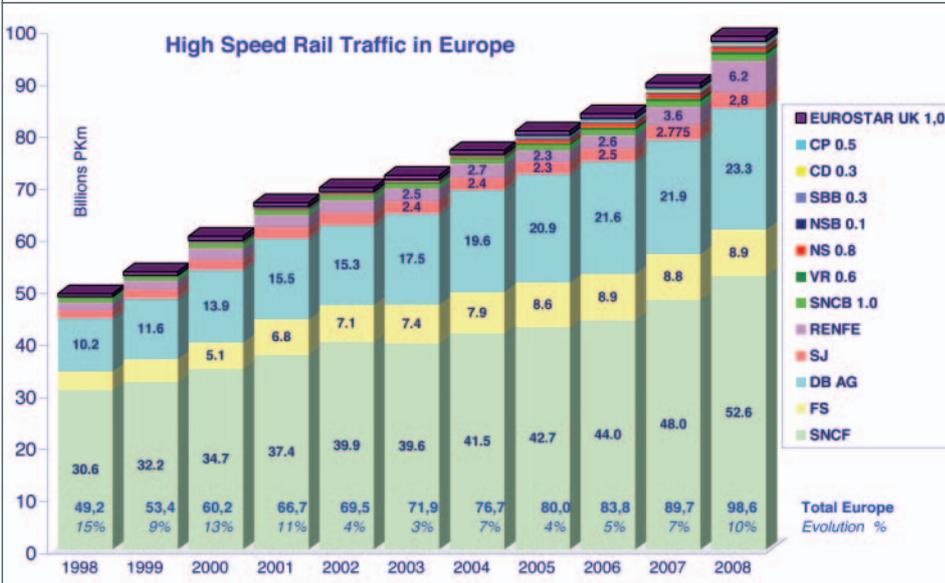


**BILD 2:** Spezifische Treibhausgasemissionen im Personenfernverkehr in Frankreich in g CO<sub>2</sub>/Pkm (Quelle: [2])



**BILD 3:** Spezifische volkswirtschaftliche Grenzkosten der Umwelt im Korridor Paris - Brüssel in Euro/1000 Pkm (Quelle: [3])

**BILD 4:** Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs in Europa (1998-2008) in Mrd. Pkm (Quelle: UIC)



Hochgeschwindigkeitsverkehr 2009				
Land	Personenkilometer HGV	Personenkilometer insgesamt	Anteil HGV	Reiseweite im HGV Zug
	Milliarden Pkm	Milliarden Pkm	%	km
Frankreich	51,9	87,7	59,2	453
Deutschland	22,6	76,8	29,4	312
Spanien	11,5	23	50	457
Italien	10,7	45,6	23,5	370
Japan	76	244,2	31,1	263

**TABELLE 1: Hochgeschwindigkeitsverkehr 2009** (Quellen: UIC und JR)

Marktanteile des Bahnverkehrs zum Luftverkehr					
Strecke	HGV seit	Länge (km)	Reisezeit	vor HGV (%)	nach HGV (%)
Madrid – Sevilla	1992	471	02:15	33	84
Madrid – Barcelona	2008	689	02:52	12	51
Paris – Brüssel	1997	310	01:22	77	96
Paris – Marseille	2001	750	03:03	35	65

**TABELLE 2: Marktanteile des Bahnverkehrs zum Luftverkehr vor und nach Einführung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs**

- die Strecken, deren technische Parameter Geschwindigkeiten zwischen 250 und 350 km/h auf Neubaustrecken (NBS) ermöglichen; daraus resultiert häufig eine Halbierung der Reisezeit
- die Hochgeschwindigkeitszüge, die hohe Leistungsfähigkeit mit zeitgemäßem Komfort verbinden, mehrere Züge ermöglichen bereits auch den Internetzugang
- das Betriebskonzept, häufig mit Taktverkehr
- die Tarifgestaltung und
- die hohe Sicherheit des Systems.

Der große Erfolg des HGV zeigt sich in der Entwicklung der Personenkilometer (Pkm) (Bild 4)

mit HGV-Zügen. Im Jahr 2008 wurden in Europa doppelt so viele Pkm erzielt wie 10 Jahre zuvor. Über die Hälfte der Pkm entfallen auf die französische SNCF, die DB folgt an zweiter Stelle. Die in Japan (127 Mio. Einwohner) jährlich erzielten 76 Mrd. Pkm zeigen die vorhandenen großen Potentiale für Europa (EU 27 rund 500 Mio. Einwohner) und weltweit auf. In Tabelle 1 wird für die vier größten europäischen HGV-Länder (sie sind für 96,7 Mrd. Pkm (92,6%) von 104,4 Mrd. Pkm im Jahr 2009 verantwortlich), sowie Japan die in den HGV-Zügen erbrachten Pkm mit den gesamten Pkm des Landes verglichen. Die HGV-Züge haben jeweils einen hohen Anteil von 23,5% (Italien) bis zu 59,2% in Frankreich. Die durchschnittliche Reiseweite ist in Spa-

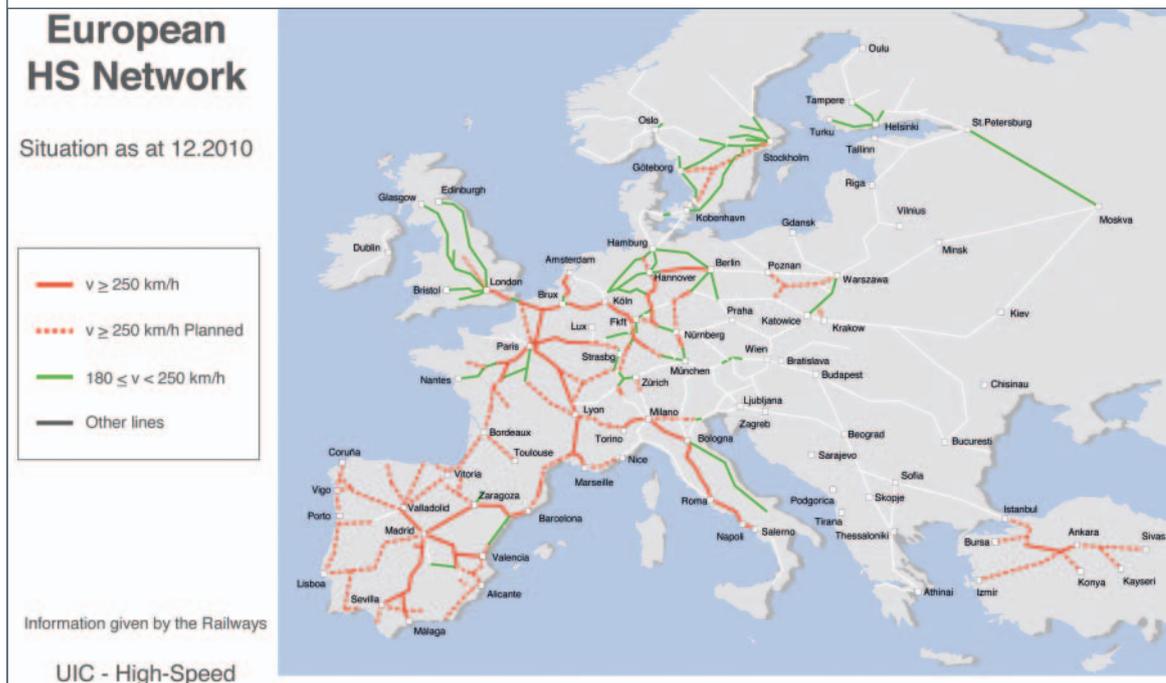
nien mit 457 km und Frankreich mit 453 km am größten.

Nach Angaben der SNCF hat der HGV in Frankreich im Jahr 2006 zu insgesamt 40 Millionen zusätzlichen Reisenden geführt. 30% davon stammen vom Luftverkehr und 20% vom Individualverkehr mit Pkw; die verbleibenden 50% sind Neuerkehre. Insbesondere Kurzstreckenluftverkehr kann auf die Schiene verlagert werden. Die Beispiele in Tabelle 2 machen die großen Marktanteilsverschiebungen nach der Einführung von HGV-Systemen deutlich. Die frei werdenden Kapazitäten können für Langstreckenflüge genutzt werden. Dies ist auch ein Grund warum Flughäfen und Fluggesellschaften heute in der Bahn eher den Kooperationspartner und nicht mehr den Konkurrenten sehen (siehe [4]).

Seit der Inbetriebnahme der NBS Köln – Rhein/Main hat die Lufthansa parallele Kurzstreckenflüge auf die Schiene verlagert. Die neuen ICE-Bahnhöfe in den Flughäfen Frankfurt und Köln/Bonn haben die Voraussetzungen für diese ökonomisch wie ökologisch sinnvolle Vernetzung geschaffen.

### 3. EUROPÄISCHES HOCHGESCHWINDIGKEITSNETZ VERDOPPELT

Seit Dezember 2010 sind in Europa 6637 km NBS in Betrieb, weitere 2527 km befinden sich im Bau und 8605 km werden geplant. Erfreulicherweise hat sich die Vorhersage des Autors aus dem Jahr 2002 bewahrheitet: „Im Jahr 2010 sollen rund 6000 km Neubaustrecken befahren werden. Das ist nahezu eine Verdoppelung gegenüber heute und erfordert ein jährliches Wachstum von 300 km. Das erscheint realistisch,...“ [5].



**BILD 5: Europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz 12/2010**  
(Quelle: UIC)

# Magnetbahn erhält weltweit neue Chancen

Magnetbahnen sind die umweltfreundlichsten Bahnsysteme für die Zukunft. Daher das Motto der Maglev 2011-Konferenz: Go Green! Go Maglev! Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit kann nur in Anwendungsstrecken erfolgen. Erfahrungen liegen in Japan seit 2005 und in China seit 2002 vor. Weitere Strecken gehen in Betrieb, in Korea 2012, in China 2015 und in Japan 2027.

→ Die weltweit funktionierende Eisenbahntechnik ist über 170 Jahre alt. Sie hat einen Spitzenstand erreicht und ist nur noch im geringen Umfang verbesserungsfähig. Dass sie nach wie vor zukunftsfähig ist, liegt im Wesentlichen einerseits an der Langlebigkeit der Eisenbahnprodukte und andererseits an der weltweiten Verbreitung bzw. an dem weltweiten Bahnindustrieangebot. Markante Innovationen sind im Rad/Schiene-Kontakt in den nächsten Jahren kaum zu erwarten. Die Zukunft liegt in den neuen Trag-, Führ- und Antriebstechnologien, insbesondere in den berührungslosen Bahntechnologien. Insofern gibt es zur Magnetbahn keine Alternative!

Der relativ jungen Magnetschwebbahn (berührungslose Bahntechnik) steht daher noch eine große Zukunft bevor. Obwohl in Deutschland alle Magnetbahnentwicklungen (EMS, EDS, PMS, unterschiedliche Linearmotoren) über 30 Jahren ausreichend und umfangreich getestet worden sind (allein über 25 Jahre das Transrapid-System auf der Versuchsanlage Emsland), ist es bisher nicht gelungen, eine erste Transrapid-Anwendung in Deutschland zu realisieren. Durch umfangreichen Technologietransfer aus Deutschland haben sich die Länder Japan, Korea und China

in den letzten 15 Jahren ein ernstzunehmendes Magnetbahn-know-how und erste Anwendungsstrecken aufgebaut.

China hat auf den Gebieten der Magnetbahntechnik (unterer Geschwindigkeitsbereich) über 30 Jahre FuE-Erfahrungen. Bei der Transrapid-Technik (mittlerer und höherer Geschwindigkeitsbereich) hat China seinen Vorsprung durch die erste Anwendung des Transrapid in Shanghai (Technologietransfer aus Deutschland) im Jahre 2002 errungen. Es ist geplant, die 30 km lange Flughafenanbindung um weitere 30 km innerhalb Shanghais zum regionalen Flughafen und neuen Bahnhof Hongqiao zu verlängern. Hongqiao ist u. a. der neue Bahnhof in Shanghai, der am 1. Juli 2011 in Betrieb gegangenen HGV-Strecke Shanghai-Beijing. Daher ist dieser Verkehrsknoten erst jetzt von besonderer Bedeutung für die Verlängerung des Transrapids in Shanghai.

In Japan wird die erste Fernstrecke (Maglev Express, genannt Chuo Shinkansen) zwischen Tokyo und Nagoya (erste Teilstrecke von 270 km von 550 km) bis 2027 in Betrieb sein. Baubeginn wird 2014 sein; das japanische Verkehrsministerium stellt für die Gesamtstrecke von etwa 550 km insgesamt 80 Mrd. EUR zur Verfügung. In 2010 sind bereits 14 Vorserienfahrzeuge bestellt wor-



**Prof. Dr.-Ing. Peter Mních**  
Sprecher der Geschäftsführung  
IFB Institut für Bahntechnik GmbH  
TU Berlin, Fachgebiet Betriebssysteme  
elektrischer Bahnen  
mn@bahntechnik.de

den; die Auslieferung der Fahrzeuge erfolgt schrittweise bis 2015. Die Japaner erweitern derzeit ihre vorhandene Teststrecke (seit 1997) in Yamanashi (nahe Tokyo) von 18 km auf 42 km, die später in die erste Anwendungsstrecke integriert wird.

Zur Erinnerung: Vor über 45 Jahren (1964) hat in Japan durch die Inbetriebnahme des Shinkansen das Eisenbahn-Hochgeschwindigkeitszeitalter begonnen (in Deutschland 1991, also fast 30 Jahre später). Nun wird offensichtlich wieder Japan das erste Land sein, in dem die Magnetbahn im Hochgeschwindigkeitsverkehr ihren ersten Einsatz erhält. Im unteren Geschwindigkeitsbereich (Stadtverkehr) existiert in Japan eine erste Anwendungsstrecke von 9 km Länge der Magnetbahn (Linimo) bereits seit der EXPO 2005 in Nagoya. In 2012 wird die erste Magnetbahnstrecke (Urban Maglev) in Korea (Flughafenanbindung Incheon International Airport) in Betrieb gehen. Auch in China ist eine erste etwa 27 km lange Magnetbahnstrecke (Stadtverkehr, unterer Ge-

**BILD 1: Transrapid Europa**



**BILD 2: Transrapid-Projekt „Maglev Tenerife“, Insel Teneriffa, Spanien (Betrieb ab 2020?)**



# UIC High Speed Rail Congress in Philadelphia



Der achte Weltkongress zum Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) wird vom 10.-13. Juli 2012 in Philadelphia stattfinden, veranstaltet von der UIC und der APTA. Er beschäftigt sich mit strategischen Fragen zu allen Aspekten des HGV.

➔ Wenn wir über Hochgeschwindigkeit reden, so ist zunächst einmal zu klären: Was bedeutet dieser Ausdruck überhaupt, und was umfasst er im weitesten Sinne? Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) auf der Schiene oder im Englischen High Speed Rail (HSR) ist nach einer aus dem Jahr 1988 stammenden Definition von Jean Bouley, damals Generalsekretär des Internationalen Eisenbahnverbands UIC in Paris, als Personenverkehr mit Geschwindigkeiten von mehr als 200 km/h zu verstehen [1]. Diese Definition war mit den UIC-Mitgliedsbahnen abgestimmt. Sie ist klar und eindeutig. Weitere Diskussionen zu diesem Thema erübrigen sich.

Im weiteren Sinne umfasst der Begriff nicht allein den Verkehr, sondern das Gesamtsystem HGV und seine technischen Voraussetzungen, wie schnelle Züge, Hochgeschwindigkeitsstrecken, zweckentsprechende Signaltechnik und vieles andere mehr.

## 1. ENTWICKLUNG UND ZIELE DES HOCHGESCHWINDIGKEITSVERKEHRS

Die Japanische Staatsbahn (JNR) hat mit ihrem „Shinkansen“ auf der Tokaido-Strecke (Tokio-Osaka) ab 1964 erstmals einen regelmäßigen Hochgeschwindigkeitsverkehr durchgeführt, damals mit maximal 210 km/h. Im Jahr 1981 kam die Nationalgesellschaft der Französischen Eisenbahnen (SNCF) mit der Inbetriebnahme eines Teilabschnittes der Neubaustrecke Paris-Lyon und ihren als „Train à grande vitesse“ (TGV) bezeichneten Zügen hinzu. Die Höchstgeschwindigkeit betrug dort anfangs 260 km/h, später 270 km/h; sie wurde inzwischen dank neuer Signaltechnik (TVM 430) abschnittsweise auf 300 km/h gesteigert. Zehn Jahre später wurde mit dem InterCity Express (ICE) auf den deutschen Neubaustrecken (NBS) Hannover-Würzburg und Mannheim-Stuttgart erstmals bei der damaligen Deutschen Bundesbahn



**Dr.-Ing. Eberhard Jänsch**  
Abteilungspräsident a.D.,  
Schöneck

eb@hsr-jaensch.de

(DB) planmäßig 250 km/h gefahren [2]. Inzwischen sind es maximal 300 km/h auf den NBS Köln-Frankfurt und Nürnberg-Ingolstadt sowie mit dem ICE3 in Belgien, und im gemeinsamen Verkehr mit ICE und TGV POS auf der französischen NBS „LGV Est“ sogar 320 km/h. Auf der letztgenannten Strecke haben unsere französischen Nachbarn in einer gemeinsamen Aktion von SNCF, RFF und Alstom im Jahr 2007 mit ihrer Rekordfahrt der Welt demonstriert, was alles auf der Schiene möglich ist (Bild 1, aus [3]).

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte hat die Idee des Eisenbahnverkehrs mit hohen Geschwindigkeiten Schule gemacht. Zunächst in Japan und Europa und seit langem auch weltweit – so in China, Korea und Taiwan – werden immer neue Hochgeschwindigkeitssysteme in Betrieb genommen. Die Länge der hierfür geeigneten Strecken (fast alles Neubaustrecken) wächst von Jahr zu Jahr, und sie wird nach den Prognosen der UIC-Bahnen noch kräftig ansteigen (Bild 2). Auch kleinere Bahnen betreiben auf ihren Netzen HGV und können wachsende Verkehrsleistungen vermelden [4].

Dabei geht es eigentlich nicht darum, die Höchstgeschwindigkeit immer mehr zu steigern, jedenfalls nicht in Mitteleuropa. Das würde überproportional steigende Kosten für Betrieb und Instandhaltung von Strecken und Fahrzeugen nach sich ziehen. Primäres Ziel ist die Verkürzung der Reisezeit zwischen Start- und Zielbahnhof. Dazu sind oft neue Strecken mit gestreckter Trassierung unumgänglich. Aber auch im niedrigen Geschwindigkeitsbereich, also in unmittelbarer Umgebung der Bahnhöfe, sind manchmal wertvolle Fahrzeitminuten einzusparen, und das durch relativ kleine Korrekturen an den

**BILD 1:** TGV auf Rekordfahrt 574,8 km/h, 03. April 2007

(Quelle: [3])



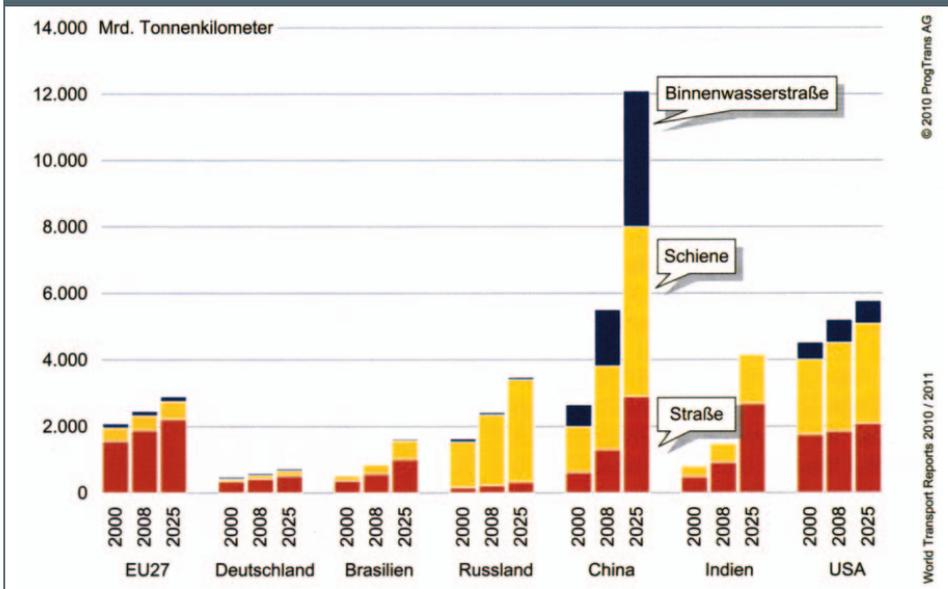


BILD 9: Modal Split im Güterverkehr 2000 - 2025 <sup>26)</sup>

je Kopf nur 16% der Tonnenkilometer, auf dem Lkw dagegen 115%. Auch Frankreich setzt zu Lasten des Schienengüterverkehrs auf den Hochgeschwindigkeitsverkehr mit 180% HGV-Streckenkilometern je Einwohner bei nur 45% der Tonnenkilometer je Einwohner auf der Schiene. Frankreich punktet aber im Unterschied zu Spanien<sup>29)</sup> mit einer hohen HGV-Verkehrsleistung je Einwohner von 299%. Italien hat etwa dieselbe HGV-Streckenlänge wie Deutschland, bei 75% der Nutzung, vernachlässigt aber, wie Spanien und Frankreich, den Schienengüterverkehr. Deutschland steht im SGV, verglichen mit den wichtigsten anderen HGV-Ländern Europas (deren Schwäche auf diesem Gebiet dem grenzüberschreitenden Güterverkehr sicher nicht förderlich ist), also gut da. Dennoch stellt sich die Frage, ob sich nicht auch

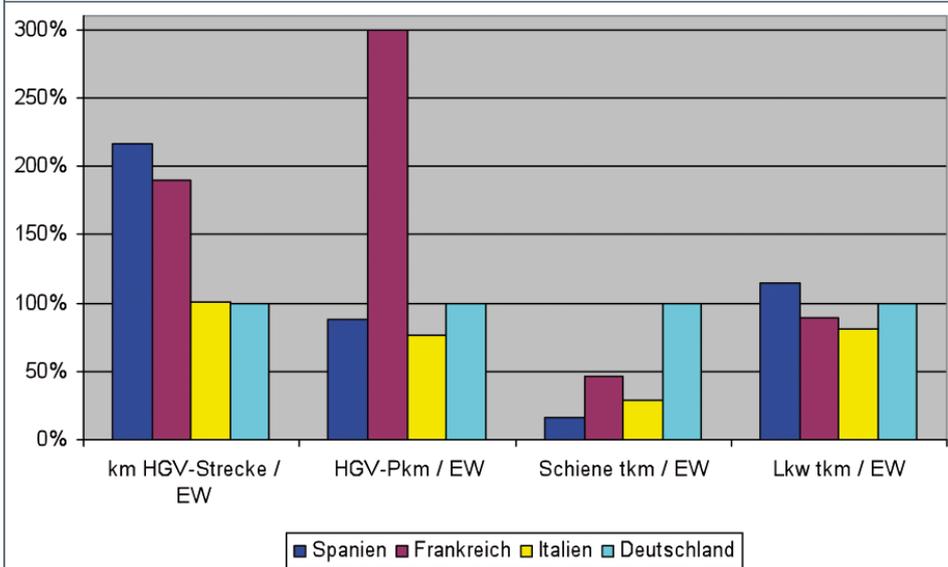
in Deutschland der Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch eine stärkere Fokussierung des Bahnsystems auf den SGV senken ließen.

In der unten stehenden Tabelle (siehe Bild 11) wird berechnet, welchen Vorteil es hinsichtlich Energieverbrauch und Emissionen (jeweils je Trassenkilometer<sup>30)</sup>) hätte,

- wenn die Reisenden eines durchschnittlich ausgelasteten SPV-Zuges statt dessen den Pkw und das Flugzeug wählen würden,
- wenn die Güter eines durchschnittlich ausgelasteten SGV-Zuges statt dessen auf dem Lkw und im Binnenschiff befördert würden,
- und welcher Unterschied sich zwischen beiden Szenarien ergäbe.

BILD 10: HGV und Güterverkehr in Deutschland, Italien, Frankreich und Spanien

- EW: Einwohner, Pkm: Personenkilometer, tkm: Tonnenkilometer
- Bezugsgröße Deutschland jeweils 100%



Es zeigt sich im Ergebnis, dass die im SGV erreichbaren Einsparungen bei Energie um knapp zwei Drittel (62%) und bei CO<sub>2</sub> gut ein Drittel (38%) über denen des SPV liegen. Aus dieser Sicht wäre es demnach von Vorteil, sich an der Grenze der Netzkapazität für die SGV- und gegen die SPV-Trasse zu entscheiden.

Nun soll hier keineswegs dafür plädiert werden, den SPV zurückzufahren. Es soll nur gezeigt bzw. untermauert werden, dass Akzentverschiebungen „pro Schienengüterverkehr“ aus volkswirtschaftlicher Sicht durchaus sinnvoll wären: geringere Infrastrukturkosten, bessere Nachhaltigkeits-Effekte.

Welche Schlussfolgerung ziehen wir vor dem Hintergrund unserer Forderung, jeden Verkehrsträger systemtechnisch rationell einzusetzen? Sie lautet für uns: Wenn Güterzüge, z. B. im Hafenhinterlandverkehr oder „trans-europe“, nicht auf die Schiene kommen, weil keine Trassenkapazität zur Verfügung steht, weil nationale Egoismen durchgehende Zugläufe behindern oder weil es zu nächtlichen Verkehrsbeschränkungen für den SGV wegen seiner Lärmemissionen kommt, so dass das Gut deshalb auf die Straße abwandert, dann hat die Verkehrspolitik in Brüssel, Berlin und den anderen Hauptstädten Europas versagt, und das gilt auch für die Eisenbahnunternehmen Europas, unter denen die Deutsche Bahn, wie gezeigt, noch gut dasteht: Güterverkehr gehört auf die Schiene, hören wir seit Jahrzehnten – niemand, der das ernsthaft bestreiten wollte (vielleicht auch nur wegen der lästigen Lkw-Kolonnen auf der Autobahn). Trotzdem gilt umso mehr, dass diese alte Erkenntnis endlich umgesetzt gehört, und zwar durch Schaffung entsprechender verkehrspolitischer Rahmenbedingungen und mit der Konsequenz: im Zweifelsfall auch zu Lasten teurer HGV-Infrastrukturprojekte, denn knappe Finanzmittel sind in SGV-Projekten effizienter eingesetzt. Zumindest sollten nur solche HGV-Projekte eine Chance haben, die (wenn sie schon nicht güterzugtauglich trassiert sind) anderweitigen Nutzen für den Güterverkehr aufweisen, wie freiwerdende Trassen auf uneingeschränkt güterzugtauglichen Bestandsstrecken oder die Möglichkeit zur nächtlichen Umfahrung lärmbelasteter Ballungsräume. Auf die Neubaustrecke Wendlingen-Ulm trifft weder das eine noch das andere zu.

### 3. SCHIENENPERSONENNAHVERKEHR

Der SPNV ist, neben dem verbesserten Erscheinungsbild der Bahn, der Erfolg der Bahnprivatisierung. Durch den allmählich über die Jahre in Gang gekommenen Wettbewerb und durch öffentliche Mittel in Höhe von 5,5 Mrd. EUR pro Jahr, die bundesweit in den Betrieb des SPNV fließen, konnte hier ein größerer

# Hochgeschwindigkeitssysteme: Vier Bahnen in Europa

Die Hochgeschwindigkeitssysteme der Eisenbahnen in Europa wachsen Zug um Zug, und das Verkehrsaufkommen in diesen Zügen auch. In diesem Artikel wenden wir uns vorrangig vier europäischen Ländern zu, deren Bahnen Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV) betreiben.

► Im kleinteiligen Europa ist der Ausbau der Hochgeschwindigkeits-Bahnsysteme eine Angelegenheit von mehreren Jahrzehnten – ganz im Gegensatz zu China. Über die Verhältnisse in Asien wurde in [1] und [2] berichtet. In Europa gibt es in jedem Land andere Randbedingungen und individuelle Lösungen. Als Folge der „Richtlinie über die Interoperabilität der Eisenbahnen in der Gemeinschaft“ werden die strukturellen Teilsysteme des Eisenbahnsystems in Europa gemeinsamen Regeln unterworfen, die in den „Technischen Spezifikationen“ (TSI) ihren Niederschlag finden. Auch dieser Vorgang

zieht sich über Jahrzehnte hin. Im Folgenden zunächst ein Überblick über derzeitige Leistungsdaten; anschließend werden einige Aspekte der Hochgeschwindigkeitssysteme der vier größten HGV-Bahnen in Europa näher beleuchtet.

## 1. EUROPA IM ÜBERBLICK

Wo in Europa Hochgeschwindigkeitsstrecken zu finden sind, wird vom Internationalen Eisenbahnverband (UIC) seit Anbeginn verfolgt (Bild 1). Die Verkehrsstatistik der



**Prof. Dr.-Ing. Eberhard Jänsch**  
Ehemaliger Leiter der Organisationseinheit Hochgeschwindigkeitsverkehr und Integrationsmanagement, DB AG  
eb@hsr-jaensch.de

UIC weist hierzu die in HGV-Zügen zurückgelegten Personenkilometer (Pkm) pro Jahr aus (Bild 2). Frankreich ist mit seinen langen Strecken und vielen Hochgeschwindigkeitszügen führend. Bei den Zahlen sind definitionsgemäß die Pkm in konventionellen Fernreisezügen wie zum Beispiel den IC- und EC-Zügen nicht enthalten, auch wenn diese teilweise auf HGV-Strecken fahren.

Das Wachstum der HGV-Streckenlänge in Europa zeigt Bild 3 in kumulierter Darstellung. Hier liegt inzwischen Spanien vor Frankreich.

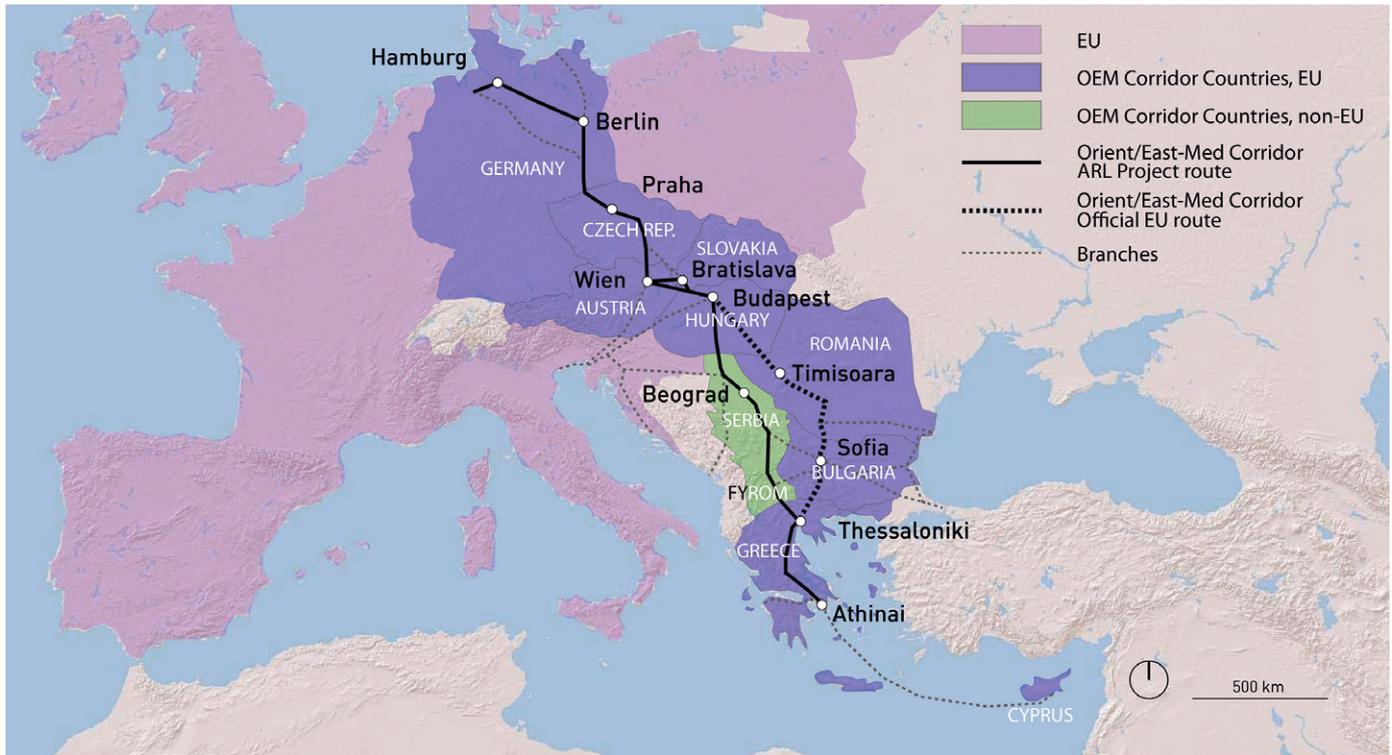
## 2. FRANKREICH

In Europa begann der Hochgeschwindigkeitsverkehr mit der Inbetriebnahme des ersten Abschnitts der Neubaustrecke Paris-Lyon im September 1981. Das Netz wird seitdem kontinuierlich ausgebaut, wobei fast alle Neubaustrecken von Paris ausgehen, mit Ausnahme der östlichen/südlichen Umgehungsstrecke um Paris und der Rhein-Rhone-Strecke. In Paris und seinem Großraum, der Ile-de-France, wohnen 12 Millionen Einwohner (1000 Ew/km<sup>2</sup>), das sind 18% der französischen Bevölkerung. Der Rest des Landes ist dünn besiedelt (103 Ew/km<sup>2</sup>), und die nächsten Großstädte sind weit von der Landeshauptstadt entfernt, zum Beispiel wie Tours, Le Mans, Lille etwa 200 km, Lyon und Straßburg mehr als 400 km. Kurze Non-Stop-Fahrzeiten auf lange Entfernungen sind daher die richtige Antwort der Französischen Staatsbahn SNCF auf den Verkehrsbedarf. Die Franzosen legen je Einwohner 860 Pkm/Jahr in HGV-Zügen zurück (Statistik von 2016). Das ist dreimal so viel wie der für



BILD 1: Hochgeschwindigkeitsstrecken in Europa

(Quelle: UIC, aktualisiert)



1: Korridor Hamburg – Athen (Orient/East-Med OEM), Quelle: Peric und Niedermaier (2019)

ein Positionspapier erarbeitet worden<sup>2)</sup>. Angesichts politischer Umbrüche, der Konflikte auf dem Balkan und zuletzt der Flüchtlingsströme im Jahr 2015 stehen beide Teile des OEM-Korridors unter besonderen Vorzeichen. Demografische und ökonomische Umstände sowie die infrastrukturell unterschiedlichen Voraussetzungen verdeutlichen seine heterogene Struktur und die damit verbundenen Herausforderungen. Gleichwohl besteht die Hoffnung, durch infrastrukturelle Verbesserungen die Eisenbahnkapazitäten zu erhöhen, Reise- und Transportzeiten auf der Schiene zu verringern und somit diesen Verkehrsträger zu stärken und so die Ungleichheiten entlang der Achse abzubauen und dem konkurrierenden Flug- und Straßenverkehr Anteile abzurufen. Welche Chancen bieten sich dem Personenverkehr auf der Schiene? Wie sind die Erfahrungen in Mittel- und Westeuropa mit dem Hochgeschwindigkeitsverkehr zu bewerten? Bei alledem gilt es, die Erfordernisse einer nachhaltigen Raumentwicklung zu beachten und Chancen für die Stadtentwicklungen in den betreffenden Ländern zu nutzen. Der OEM-Korridor ist unter diesen Gesichtspunkten ein anschauliches Beispiel für infrastrukturelle Defizite,

fehlende Verbindungen und Engpässe. Sobald der Korridor an Stabilität gewinnt, kann er die östlichen Mitgliedstaaten der erweiterten EU mit einer leistungsfähigen Eisenbahnachse stärken und den Räumen im Einzugsbereich Impulse für eine nachhaltige Entwicklung verleihen.

Die Situation des europäischen Schienennetzes ist nach Martí-Henneberg (2013) im Wesentlichen ein Ergebnis der staatlichen Politik und des geografischen Kontextes. Die Schienennetze in ganz Europa wurden größtenteils bis 1910 fertig gestellt. Vor den 1990er Jahren, aber nach dem Zweiten Weltkrieg, bauten einige industrialisierte westeuropäische Länder wie Frankreich, Deutschland oder Italien ihr Netz kontinuierlich ab. Für die osteuropäischen Länder hingegen stellt Martí-Henneberg (2013: 136) fest, dass für die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg die historisch gewachsenen Eisenbahnnetze „... have been largely maintained with relatively few changes (Howkins, 1996). When other countries began to close railway lines, the regimes in power in these countries generally sought to maintain their public sector infrastructure. However, subsequent economic difficulties have made it almost impossible to modernise these networks and their rail services.“

Seit dem Fall des Eisernen Vorhangs haben sich Schienennetz und Fernverkehr in Europa mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten entwickelt. Relevante mitteleuropäische Teile des Korridors (z.B. Deutschland, Tschechien, Österreich, Ungarn) beklagten zunächst einen erheblichen Rückgang des grenzüberschreitenden Fernverkehrs auf der Schiene aufgrund des Aufkommens von Billigfluggesellschaften und des Pkw in den 1990er Jahren (Martí-Henneberg, 2013). Seit Beginn dieses Jahrtausends und teilweise in Folge des Beitritts der osteuropäischen Länder zur Europäischen Union im Jahr 2004 ist in den mitteleuropäischen Ländern eine leichte Renaissance der Eurocity-Züge und die Marktdurchdringung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs zu verzeichnen. Dieser Unterschied wird auch durch die Bevölkerungsentwicklung bestätigt. Während die Bevölkerungszahl in den zentraleuropäischen Ländern in den Jahren 2007 bis 2017 noch angestiegen ist, sank die Bevölkerung in Ungarn und den Ländern östlich davon um 3% (Griechenland/Ungarn) bis 6% (Bulgarien) einschließlich Serbien mit einem Rückgang von 5%. Weiter südlich leiden Rumänien und noch mehr Bulgarien am meisten unter der sinkenden Qualität der Schieneninfrastruktur (Panteia, 2012). Griechenland ist durch seine geografische

2) Das Positionspapier ist unter [www.arl-net.de](http://www.arl-net.de) abrufbar (Publikationen → Positionspapier).

