

Mehr Netz statt Tunnels und Korridore -

Plädoyer für ein neues Netz- und Fahrplankonzept bei der DB

Wolfgang Hesse, Universität Marburg

Zusammenfassung: Die Deutsche Bahn befindet sich gegenwärtig in einer tiefen Krise, die auf verschiedene Ursachen zurückzuführen ist. Eine wesentliche Ursache ist die seit Jahren betriebene Infrastrukturpolitik, die einseitig auf Hochgeschwindigkeitsstrecken und die spektakuläre Verkürzung von Fahrzeiten auf einigen wenigen, ausgewählten Strecken abzielt. Dem wird das Konzept eines eng verwobenen, dichten Bahnnetzes gegenübergestellt, das kurze Wege begünstigt und alle Quelle-Ziel-Paare eines gegebenen Netzes mit Hilfe eines integralen Taktfahrplans bestmöglich verknüpft. Das interaktive Planungswerkzeug OptiTakt unterstützt den Fahrplaner bei der Entwicklung und Optimierung von Fahrplänen und ermöglicht es, den Nutzen verschiedener Infrastruktur-Maßnahmen schon im Vorfeld zu bewerten und zu vergleichen.

Die Deutsche Bahn - mit Hochgeschwindigkeit auf's Abstellgleis?

Auch im neunten Jahre nach der Bahnreform hat sich der Niedergang der Deutschen Bahn fortgesetzt - nach dem Desaster mit dem neuen Preissystem sogar mit verschärftem Tempo. Das belegen die neuesten Zahlen des Statistischen Bundesamts: So schrumpfte z.B. die Zahl der beförderten Personen im Fernverkehr im 1. Halbjahr 2002 um 6,9 %, im gleichen Zeitraum 2003 nochmals um 10,6 %, die entsprechenden Zahlen für die Verkehrsleistung betragen -5,8 bzw. - 7,0 %.

Eine breite Situations- und Ursachenanalyse müsste sich mit Themen wie den folgenden auseinandersetzen:

- Bahnfeindliche Verkehrspolitik seit den 1960-er Jahren
- Schrumpfkurs, Stilllegungen, Rückzug aus der Fläche
- Verzerrte Kostenrechnungen (zu Ungunsten der Bahn)
- Fehler, Unzulänglichkeiten bei der Bahnreform 1994
- Mangelnde Kundenorientierung, missglücktes Preissystem PEP
- Service-Abbau und veränderte Unternehmenskultur
- Fixierung auf Geschäftskunden und Konkurrenz zum Luftverkehr
- Fachfremdes Führungspersonal, Management-Probleme, z.B. im Umgang mit Mitarbeitern
- Korridor-Denken und fehlendes Systemverständnis: Priorität für wenige superteure Großprojekte vor intelligenten Netz- und Flächenlösungen

Diese breite Themenpalette kann der vorliegende Beitrag nicht abdecken - vielmehr möchte ich mich auf den letzten Punkt konzentrieren, den ich für besonders entscheidend halte. Aufgrund der bestehenden Querverbindungen werden jedoch einige der anderen genannten Punkte stellenweise mit angesprochen werden.

Wie die einseitig auf *Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV)* fixierte Investitions- und Preispolitik der Bahn von der Presse beurteilt wird, mögen folgende Pressezitate belegen:

- "Mit Tempo 280 in die falsche Richtung" (SZ 23.6. 1998)
- "Oft falsch investiert, oft falsch gespart"
- "Die Bahn hängt ganze Regionen ab" (SZ 17.7. 2000)
- "Fahrgäste bleiben unzufrieden" (SZ 27.7. 2000)
- "Teure Trassen in Deutschland" (SZ 3.8. 2000)
- "Bahnhof Schwarzes Loch" (SZ 9.8. 2000)
- "Bürgerbahn statt Börsenbahn - Über den Bankrott der Verkehrspolitik (FR 14.11. 2000)
- "Baupreis für ICE-Strecke um eine Milliarde Mark geschönt" / "Finanzdebakel immer größer" (15.12.2000)
- "Mit Hochgeschwindigkeit zu mehr Profit" (SZ 16.10. 2001)
- "Im Dezember bricht bei der Bahn das Chaos aus" (FASZ 20.10. 2002)
- "Neues aus Absurdistan - das Preis-Chaos bei der Bahn" (Report Mainz, 18.11. 2002)
- "ICE-Strecke Köln - Frankfurt wenig genutzt" (37 % lt. Kölner Stadtanzeiger v. 26.7. 2003)

Im folgenden werde ich mich kritisch mit den gegenwärtigen Strategien und Planungen auseinandersetzen und mögliche Alternativen dazu entwickeln.

Leitlinien der gegenwärtigen DB-Netz- und Fahrplanung

In den strategischen Planungen zur Netzentwicklung spielt der HGV eine hervorragende Rolle, seit man seine Einführung in den 1980-er Jahren beschlossen und dann ab 1991 vollzogen hat. Während man in den darauf folgenden Jahren jedoch noch auf ein weit ausgelegtes Netz und eine breite Palette von Fernverkehrs"produkten" gesetzt hat, haben sich in den letzten Jahren die Prioritäten weiter deutlich verschoben. Gegenwärtig wird die DB-Fernverkehrsplanung von folgenden Leitlinien bestimmt:

- Schnelle Verbindungen zwischen wenigen ausgewählten Großzentren durch Hochgeschwindigkeitsstrecken (HGS) - in Konkurrenz zum Flugverkehr
- Linienbündelung auf Schnellstrecken (wie z. B. Hamburg - Fulda, Berlin-Braunschweig, Köln-Frankfurt oder Nürnberg-München (nach Fertigstellung)
- Ausdünnung auf parallel gelegenen Strecken und Bahnhöfen, oft mit Fahrzeit-Verlängerungen und zusätzlichem Umsteigen,
- Rückzug aus der Fläche
- Priorisierung von Linien-Beschleunigung gegenüber (Flächen-) Netz-Anschlussqualität
- Vernachlässigung bzw. Verzerrung von Fahrplanknoten

Der hervorstechende Beleg für diese Strategie ist die Aufgabe des Interregio- (IR-)Verkehrs, eines der früher erfolgreichsten, beliebtesten und vom Kosten-/Nutzen-Verhältnis günstigsten DB-Angebote überhaupt. Die "Erfolge" dieser für das Unternehmen verheerenden Strategie spiegeln die o.g. Beförderungszahlen deutlich wieder.

Selbstverständlich sind schnell fahrende Züge nicht grundsätzlich vom Übel. Die Vor- und Nachteile des Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) bei der Deutschen Bahn sind an anderer Stelle ausgiebig diskutiert worden (vgl. z.B. [Zängl 1993], [Hesse 1995], [Hesse 2002]). Nachdem jedoch die jüngste und bisher teuerste HGS Köln - Frankfurt (M) von den Kunden nur zögerlich angenommen und niemals rentabel zu werden verspricht und sich bei den nächsten im Bau befindlichen Strecken München - Nürnberg und

Nürnberg - Erfurt noch weit größere finanzielle Katastrophen abzeichnen, wird es immer klarer, dass der HGV unbezahlbar wird, sein Zenit überschritten ist und es damit höchste Zeit wird, sich nach kostengünstigeren und effizienteren Lösungen umzusehen (vgl. auch Abb. 1). Dies soll in den folgenden Abschnitten geschehen.

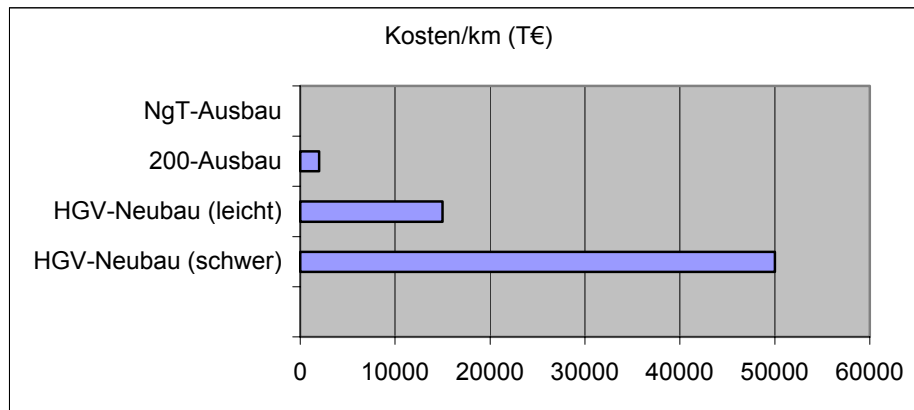


Abb. 1: Streckenkosten bei verschiedenen Infrastruktur-Maßnahmen

Zwei Konzepte: *Hub and spokes* vs. ITF-Netz

Zunächst möchte ich zwei Netzentwicklungskonzepte einander gegenüberstellen, die beispielhaft für zwei unterschiedliche Strategien stehen. Selbstverständlich wird die Praxis immer eine Mischung verschiedener Elemente beinhalten, aber doch stark von der Grundausrichtung bestimmt sein. Beim ersten handelt es sich um das seit einigen Jahren bei der DB propagierte Prinzip "**Hub and spokes**" (HuS, "Nabe und Speiche"). Diese Bezeichnung ist - wie wohl auch einige seiner Verfechter im obersten DB-Management - dem Luftverkehr entlehnt und steht für das dort angewandte Prinzip, eine große Zahl der Flüge einer Luftgesellschaft von einem zentralen Heimatflughafen aus auszuführen - dem sog. *hub*. (In bestimmten Fällen kann es sich auch um einige wenige *hubs* handeln.). Dieser ist mit den *hubs* anderer Fluggesellschaften sowie mit den eigenen untergeordneten Flughäfen durch "Speichen" (*spokes*) verbunden.

Übertragen auf ein Bahnnetz bedeutet dies, dass es einige wenige Groß-Bahnhöfe gibt, auf denen die (wenigen) Fernverkehrslinien zusammenlaufen und von wo aus Stichlinien den Verkehr in die Region verteilen (s. Abb. 2).

Für dieses Prinzip sprechen ein paar Argumente - vorwiegend aus Betreiber-Sicht:

- Es ergibt sich eine einfache, hierarchische, leicht zu behandelnde Baumstruktur. Das Netz ist dünn und sparsam ausgelegt, Streckenkosten werden minimiert.
- Abhängigkeiten und Fahrplan-Bindungen sind überschaubar und beherrschbar. Der laufende Betrieb lässt sich von den Großbahnhöfen aus relativ leicht steuern.

Dagegen sprechen allerdings wichtige Gegenargumente - vor allem aus der Sicht der Kunden und Nutzer des Systems:

- Fehlende Quer- und Spangenverbindungen führen zu großen Umwegen und damit zu zusätzlichen Kosten und Zeitverlusten für die Reisenden.
- Die hohen Zeitverluste müssen durch Hochgeschwindigkeitsverkehr auf den Magistralen kompensiert werden - es leitet sich also ein gewisser Zwang zum HGV ab.

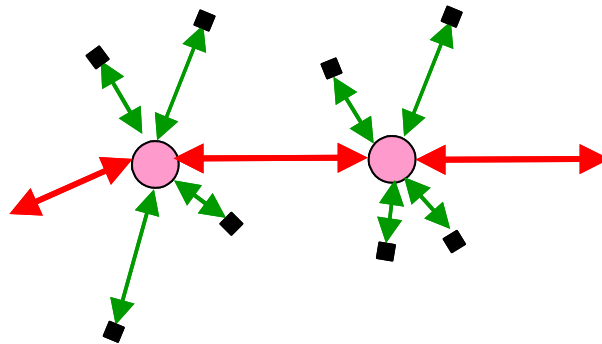


Abb. 2: Netzaufbau nach dem *hub and spokes*-Prinzip

- I.a. führt nur genau ein Weg - über die *hubs* - zum Ziel. Das macht das System im höchsten Maße unflexibel, störungsanfällig und verletzlich. Die großen Bahnhöfe werden überlastet, Gleisanlagen reichen nicht aus und die Züge behindern sich gegenseitig im Zu- und Ablauf - speziell zu den An- und Abfahrtszeiten der Fernzüge (Knotenzeiten).

- Fällt ein Knotenbahnhof aus oder treten dort Störungen auf (z.B. durch Signalausfälle oder einen Unfall) dann sind sehr viele Verbindungen davon betroffen - möglicherweise alle, die über diesen Bahnhof laufen.

Hier könnte man eine Analogie zum Internet ziehen. Da es ursprünglich als militärisches Nachrichtennetz geplant und entwickelt wurde, bot sich dafür eine den Kommandostrukturen entsprechende hierarchische, baumartige Netzstruktur an. Nach einigem Nachdenken wurde diese Struktur jedoch wegen ihrer Verletzlichkeit verworfen und statt dessen eine hoch-redundante, sehr flexible Netzstruktur aufgebaut, die keine Angriffspunkte auf wenige *hubs* bot.

Auf einer ähnlichen Überlegung beruht die folgende Alternative zu *hub and spokes*, die ich **ITF-Netz** nennen möchte. Dabei steht *ITF* für **Integraler Taktfahrplan**, einem seit den 1980-er Jahren zunächst in den Niederlanden und der Schweiz, später auch in deutschen regionalen Netzen und teilweise im Fernverkehr verfolgten Prinzip. Dabei versucht man - so weit die Topographie und Netzstruktur dies zulassen - die Fernzüge sich während ihres Halts im Bahnhof begegnen zu lassen und den Zu- und Ablauf weiterer Fernzüge und regionaler Querverbindungen um diesen Zeitpunkt (die "Knotenzeit") herum zu legen, so dass sich optimale Umsteigebedingungen in alle Richtungen ergeben. Betreibt man einen Taktfahrplan im 1-Stunden-Takt, so liegen diese Begegnungszeiten in den Minuten 00 und 30 - dementsprechend spricht man von einem *00- bzw. 30-er Knoten* [Hesse 2000]. Der Zusatz "-Netz" soll andeuten, dass ein solcher ITF nicht nur auf einer baumartigen Struktur (wie in Abb. 1 angedeutet), sondern in einem weitverzweigten, vielfältig verknüpften Netz betrieben werden soll (vgl. Abb. 3).

Gegenüber der oben betrachteten *hub and spokes* -Struktur haben wir hier ein dichteres Streckennetz und als Herausforderungen, dass die vielfachen Verknüpfungen viele Abhängigkeiten erzeugen, ein hochqualifiziertes Management erfordern und die Aufstellung eines ITF nicht gerade einfacher machen. Eine wichtige Voraussetzung dafür sind fahrplan-gerechte Fahrzeiten zwischen den Knoten. Sind diese gegeben, dann weist ein solches System jedoch - vor allem aus Kundensicht - ganz erhebliche Vorteile auf:

- Die dichte Netzstruktur sorgt für kurze Wege, Kunden kommen schnell und kostengünstig zum Ziel. Sie sorgt außerdem für eine gleichmäßige Verteilung des Verkehrs auf das Netz und auf viele Haupt- und Nebenknoten. *Hub*-Überlastungen sind weit weniger zu erwarten.

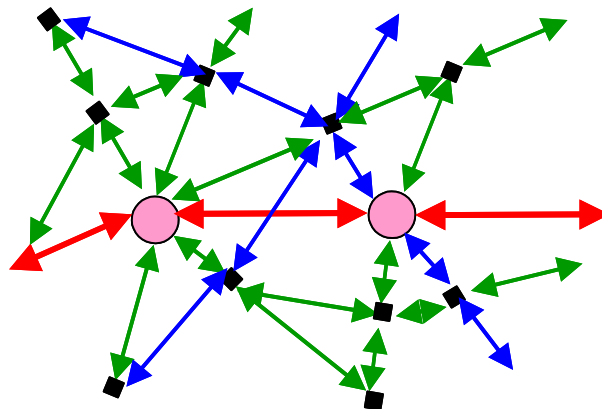


Abb. 3: Verdichtete Netzstruktur

- I.a. führen mehrere Wege zum Ziel. D.h. ist ein Weg blockiert oder ein Anschlusszug auf der direkten Verbindung verpasst, so gibt es andere Wege, die den Kunden fast genau so schnell zum Ziel führen.

- Aufgrund seiner hohen Redundanz ist das Netz besonders robust - bei Störungen und Ausfällen gibt es immer Ausweichmöglichkeiten und Kunden und Transportleitung können flexibel auf Verspätungen reagieren.

Beispiele aus dem gegenwärtigen Fahrplan

In einer kürzlich durchgeführten stichprobenartigen Studie habe ich sechs Verbindungen aus dem gegenwärtigen Fahrplan näher analysiert und an ihnen exemplarisch Möglichkeiten zur Verbesserung der Netz- und Fahrplanstruktur diskutiert. Im Detail werden diese Verbindungen an anderer Stelle dargestellt [Hesse 2003] - hier sollen nur zusammenfassend einige Schlussfolgerungen daraus gezogen werden. Bei den sechs Verbindungen handelt es sich um:

- (1) Von Frankenberg (Eder) nach Gütersloh
- (2) Von Biedenkopf nach Duisburg
- (3) Von Chemnitz nach Straubing
- (4) Von Wismar nach Eisenach
- (5) Von Paderborn nach Garmisch-Partenkirchen
- (6) Von München nach Berlin Zoo

Die ersten beiden Beispiele stammen aus der Mitte Deutschlands (aber weit westlich der ehemaligen Zonengrenze), wo eine Jahrzehnte lange, auf Netzschumpfung ausgerichtete Politik künstliche "Gebirge" im Bahnnetz errichtet hat (im Gegensatz zur Schweiz, wo man die Trennwirkung natürlicher Gebirge durch Tunnels aufzuheben versteht!). Die Folge für die Fahrgäste sind dramatische Umwege (z.B. im ersten Falle über Marburg und Hannover - ein Umwegfaktor von 2.4 oder 140 % !), mit unakzeptablen Fahrzeiten und ebensolchen Fahrpreisen.

Hier könnte nur eine (räumliche) Netzverdichtung nachhaltige Abhilfe schaffen: Z.B. im ersten Falle durch Reaktivierung der Strecke Frankenberg - Brilon Wald - Paderborn, im zweiten Falle durch den Bau einer Anbindung der Lahntalbahn Gießen - Limburg an die HGS Frankfurt - Köln und damit durch die nachträgliche Korrektur eines fatalen Planungsfehlers beim Bau dieser Neubaustrecke.

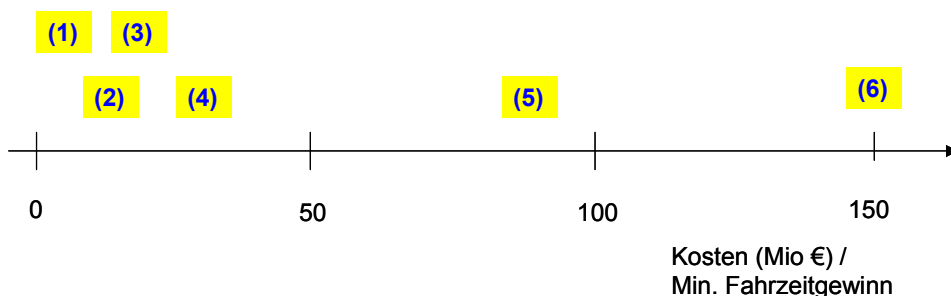
Die nächsten Beispiele (Nr. 3 - 5) richten sich weniger an die Strecken-Infrastruktur, sondern mehr an Fahrplan-Probleme und (fehlende) Direktverbindungen. Hier müssen die Reisenden entweder wieder erhebliche Umwege in Kauf nehmen oder auf direktem Wege mehrmaliges Umsteigen und unakzeptable Wartezeiten, die z.B. im 3. Beispiel 30 % der Gesamt-Fahrzeit ausmachen.

Die Verbindungen Nr. (3) und (4) (und viele ähnlich geartete) ließen sich durch die (Wieder-) Einrichtung von Direktzügen verbessern - wie sie die InterRegios darstellten - sowie durch Fahrplan-Verdichtungen und -Optimierungen, welche die erheblichen Wartezeiten abbauen helfen könnten. In den genannten Beispielen wären das z.B. die Wiedereinführung des IR Hof - München mit IC-Korrespondenz in Hof und Regensburg oder eines IR Schwerin - Magdeburg - Leipzig mit guten Verknüpfungen in Magdeburg bzw. Halle/S. und Erfurt. Im 5. Beispiel treten ebenfalls sehr lange Wartezeiten (in Kassel-Wilhelmshöhe 27 Min. und in München-Pasing 45 Min.) auf, die durch eine bessere Einhaltung der Knotenzeiten zu beheben wären.

Das 6. Beispiel ist ein bekanntes Politikum und zeigt besonders deutlich die fatale Wirkung der oben beschriebenen HGV-Politik. Während die Öffentlichkeit und die Bahnkunden durch unseriöse Versprechungen einer künftigen HGV-Fahrzeit von 4 Stunden auf einer neu zu bauenden Umwegstrecke von Nürnberg über (das ca. 100 km westlich der Luftlinie über Eger/Cheb in Tschechien gelegene) Erfurt nach Halle/Leipzig irreführt werden, blockieren solche überdimensionierten, ökologisch fragwürdigen und fahrplantechnisch bzw. verkehrsgeographisch unsinnigen HGS-Projekte jede sinnvolle und dringend benötigte Ausbaumaßnahme auf der direkten Strecke zwischen München und Berlin wie z.B. den lange überfälligen Bau eines Lückenschlusses zwischen Hof und Plauen mit ca. 10 km Neubaustrecke! So verläuft heute - 13 Jahre nach der deutschen Einheit - die schnellste Verbindung nach wie vor über den 210 km westlich von Eger gelegenen Bahnhof Kassel-Wilhelmshöhe (Umwegfaktor: 1.72 oder 72%), und kostet stolze 110,00 €, während man auf direkter Strecke über Regensburg - Hof (für 66,60 €) 3 ½ Stunden länger braucht, 5 x umsteigen und dabei insgesamt 111 Minuten Umsteigezeit in Kauf nehmen muss!

Leitlinien einer alternativen Fernverkehrsplanung

Diese wenigen Beispiele liefern bereits genügend Ansatzpunkte dafür, wie sich in einem Netz Reisezeiten verkürzen lassen und welche Möglichkeiten dabei aus Kundensicht zu bevorzugen sind. In Abb. 4 sind verschiedene möglichen Maßnahmen einander gegenübergestellt. (Die Kostenangaben sind dabei eher als Anhaltspunkte zu verstehen - genauere Angaben sind auf dieser groben Betrachtungsebene nicht möglich).



Legende:

- (1) ... den kürzeren Weg wählen bzw. anbieten,
- (2) ... Fahrplan verbessern, Knoten einhalten / verbessern / neu schaffen
- (3) ... einen dichteren Takt, Alternativ- und "Bypass"-Routen anbieten,
- (4) ... Strecken fahrplangerecht ausbauen, um Wartezeiten zu verkürzen,
- (5) ... Strecken neu bauen (HGV leicht),
- (6) ... Strecken neu bauen (HGV schwer)..

Abb. 4: Wie lassen sich Reisezeiten verkürzen?

Wägt man Kosten und (Kunden-) Nutzen sorgfältig gegeneinander ab, so lassen sich daraus Leitlinien für eine künftige, an Kundenbedürfnissen orientierte Fernverkehrsplanung ableiten.

- Oberste Priorität sollte eine möglichst große Flächen- und Zeitabdeckung haben: den Kunden an seinem Ausgangsort abholen und am Zielort abliefern - und das möglichst ohne Warte- oder andere Verlustzeiten. Das bedeutet: Hinwendung bzw. Rückkehr zum Prinzip der Flächenbahn (vgl. [Hüsing 1999]) und flächendeckender ITF - wo immer möglich im Stundentakt oder öfter.

- Die Knoten des Netzes sollten auf möglichst vielfältige Art miteinander verbunden sein, um optimale Verbindungen zu gewährleisten und auch im Störfall Alternativen bieten zu können.

- Anstelle von Linienbündelungen (die den Kunden wenig nutzen und besonders störungsanfällig sind) sollten Alternativstrecken verstärkt genutzt werden - um die Kunden vor Ort abzuholen und um damit auch eine bessere Netzauslastung zu erreichen. Beispiele solcher Alternativstrecken sind: Kassel - Gießen - Frankfurt, Gießen - Hanau - Würzburg, Berlin - Magdeburg - Braunschweig, Mannheim - Ludwigshafen - Mainz, Köln - Koblenz - Frankfurt, Würzburg - Ansbach - Augsburg

- Bei allen Kosten-/Nutzen-Betrachtungen muss die (das gesamte System erfassende) *Netzgeschwindigkeit* Vorrang vor der isolierten (auf eine einzelne Strecke bezogenen) *Streckengeschwindigkeit* haben (vgl. unten).

Als Beispiel dafür, dass eine solche Vision real zu verwirklichen und sogar billiger zu haben ist als das gegenwärtig in Deutschland geplante bzw. im Bau befindliche HGV-Netz kann das bestens funktionierende Schweizer System "Bahn 2000" gar nicht oft genug genannt werden.

Ein erster möglicher Schritt: Die IR-Renaissance

Aber auch in Deutschland hat es bereits mit dem InterRegio (IR)- Netz einen hoffnungsvollen Ansatz gegeben, die o.g. Ziele zu verwirklichen - der allerdings z.Zt. kurzfristigen finanziellen Erwägungen und politischen Intrigen zum Opfer gefallen ist. Etwa die Hälfte der ca. 25 im Jahre 1995/96 bestehenden IR-Linien wurde aufgegeben bzw. dem (subventionierten) Nahverkehr zugeschoben, die andere Hälfte wird nach Umlackierung der Wagen zum gleichen Komfort-Standard als "InterCity" zu wesentlich höheren Preisen weiter angeboten.

Mögliche Linien für einen IR-Neubeginn (vgl. Vorschlag Bodack / Hesse / Monheim 8/03):

Köln - Dortmund - Hannover - Magdeburg - Berlin

Wiederbelebung einer höchst erfolgreichen Linie, in Dortmund und Hannover mit IC-Netz verknüpft, verbindet fünf Landeshauptstädte!

• *Düsseldorf - Paderborn - Kassel - Erfurt - Gera - Chemnitz*

"Mitte-Deutschland-Bahn" - viel besprochen, wenig betrieben!

• *Aachen - Köln - Siegen - Gießen - Hanau - Würzburg - Ansbach - München*

Unschlagbare Alternativroute zum ICE, in Gießen und Würzburg mit dem IC-Netz verknüpft

• *Berlin - Dessau - Leipzig - Hof - Regensburg - München*

Klassische Route - auf direktem Weg, in Hof und Leipzig mit dem IC-Netz verknüpft

• *Rostock - Berlin - Chemnitz*

verlängert die letzte noch vorhandene IR-Linie und gewinnt verlorenes Fahrgastpotential zurück

Das Fehlen einer mittleren, preisgünstigen, zwischen Nah- und Fernverkehr operierenden Zugklasse, die viele der oben geforderten Alternativ- und Direktverbindungen bedienen könnte, wird von vielen Bahnkunden als besonders schmerzlich empfunden. Nach einer kürzlich erfolgten Bestandsaufnahme halten wir 40-50 Linien im Stunden- (in Ausnahmen: 2-Sunden-) Takt für erforderlich [Bodack et al. 2003]. Sicher wird sich ein solches Programm nicht in Jahresfrist, sondern nur in jahrelanger kontinuierlicher Aufbauarbeit verwirklichen lassen. Für einen möglichen Neubeginn haben wir als Einstieg konkret fünf neue Linien vorgeschlagen (s. Kasten).

Bewertung von Netzstrukturen: Strecken-Qualität vs. Netz-Qualität

Will man verschiedene Netz- und Fahrplan-Alternativen miteinander vergleichen, so ist der Bezugsbereich ausschlaggebend. Einer isolierten Betrachtung einer einzelnen Strecke, die durch eine Aus- oder Neubau-Maßnahme verbessert werden soll, steht die Betrachtung eines ganzen Netzes, d.h. sämtlicher Quelle-/Ziel-Paare in diesem Netz gegenüber. Dem entsprechend definieren wir als **Strecken-Qualität** die Abweichung der Fahrzeit von einer gegebenen (z.B. der gegenwärtigen) Fahrzeit auf einer gegebenen Strecke, etwa von A nach B.

Wird diese Qualität verbessert, d.h. die Fahrzeit um x Minuten verkürzt, so profitieren davon zunächst einmal alle Reisenden von A nach B, darüber hinaus aber auch alle Verbindungen, die diese Strecke nutzen - und dabei (gegenüber dem früheren Fahrplan) besser werden. D.h. die Zahl x reicht als Maß für die Verbesserung nicht aus, vielmehr muss der Nutzungsgrad mit berücksichtigt werden: Je mehr Verbindungen die Strecke nutzen, desto größer der Effekt. Werden dagegen durch den gleichzeitigen Fortfall parallel verlaufender Linien (und Umleitung von Fahrgästen auf die neue Strecke) bestimmte Verbindungen *schlechter*, so muss auch dies in die Kosten-/Nutzen-Betrachtung eingehen.

Eine Betrachtung des gesamten umgebenden Netzes ist also für eine objektive, ausgewogene Bewertung unabdingbar. Deshalb definieren wir als **Netz-Qualität** die Abweichung der Summe der Fahrzeiten für *alle Quelle-Ziel-Paare* in einem gegebenen Netz von einer gegebenen (z.B. der gegenwärtigen) Fahrzeiten-Summe. Diese Zahl kann mit den Fahrgast-Potentialen gewichtet werden, falls entsprechendes statistisches Material vorliegt. Es ist klar, dass die Netz-Qualität besonders wirksam verbessert wird, wenn sehr viele Verbindungen von einer (Strecken-) Verbesserung betroffen sind - und wenn dabei möglichst keine Verbindungen verschlechtert werden.

Beispiel 1: Würzburg - Nürnberg: Diese Strecke wurde in den vergangenen Jahren mit hohem Aufwand und erheblichen Beeinträchtigungen des laufenden Betriebs ausgebaut und dabei die vorhandene ICE/IC-Fahrzeit von 56 auf 52 Minuten verkürzt. Damit wurde die Strecken-Qualität um gut 7% verbessert. Für die Netz-Qualität ergibt sich dagegen praktisch kein Effekt, da Würzburg und Nürnberg beide sog. 30-er Knoten sind und auch bleiben. Man hätte also die knappen Mittel viel wirksamer in eine andere Strecke, z.B. die parallel und viel direkter nach München verlaufende Strecke Würzburg - Ansbach - Treuchtlingen investieren können [Hesse 2001].

Beispiel 2: Mannheim - Ulm: Hier beträgt die ICE-Fahrzeit gegenwärtig 97 Minuten. Da Mannheim ein feststehender 30-er Knoten ist, führt das dazu, dass sich bislang in Ulm kein ICE-Knoten bilden lässt und dass beim Übergang von Mannheim - Stuttgart in Richtung Memmingen - Immenstadt - Oberstdorf regelmäßig in Ulm 52 Minuten Wartezeit anfallen. Mit einer moderaten Ausbaumaßnahme (die weder das Projekt "Stuttgart 21" noch die sog. "Heimerl-Trasse" über die Schwäbische Alp benötigt, sondern mit einer relativ preisgünstigen neuen Alpaufstiegs-Trasse vor Geislingen auskommen würde) und eventuell dem Einsatz von Neigetechnik ließen sich leicht 10-11 Minuten Fahrzeit einsparen, um die Fahrzeit auf 86-87 Minuten zu verkürzen. In diesem Falle würde nicht nur die Streckenqualität um ca. 11 % verbessert, sondern auch und gerade die Netz-Qualität, da sich Ulm zu einem perfekten 00-Knoten mit optimalen Anschlüssen für alle Fern-, Nahverkehrsverbindungen und deren Kombinationen ausbauen ließe.

In einem ITF-Netz sind die effektivsten Verbesserungen diejenigen, die zu einem Knoten-"Zeitsprung" führen. Einen solchen Zeitsprung kann man erreichen, wenn man eine bestehende Fahrzeit so weit verkürzt, dass an beiden Strecken-Enden ITF-Knoten möglich sind - oder gar ein schon vorhandener ITF-Knoten zu einer früheren Knotenzeit (etwa 30 oder 60 Minuten früher) erreicht wird. Dies wird an zwei Beispielen erläutert (s. Kasten).

OptiTakt - ein Werkzeug zur Entwicklung und Optimierung von ITF-Netzen

Die o.g. Überlegungen sind in die Konzeption eines Planungswerkzeugs für integrierte Taktfahrpläne - genannt *OptiTakt* - eingeflossen, das in den 1990-er Jahren an der Universität Marburg entwickelt wurde [Guckert 1997].

Mit Hilfe von *OptiTakt* lassen sich Taktfahrpläne (ggf. nach bestimmten Vorgaben) automatisch erstellen, verändern und bewerten. Die Gesamt-Umsteigequalität eines Fahrplans wird als Zielgröße definiert, die sämtliche Quelle-/Ziel-Beziehungen des Netzes berücksichtigt und die Summe aller Verlustzeiten (= Halte-, Umsteige-, und Umwegzeiten) minimiert. Dabei können auch normierte Erhebungsdaten über Quelle/Ziel-Fahrgastpotenziale als Gewichte von Reisendenströmen berücksichtigt werden. Dieses System

- erlaubt die direkte Eingabe und Manipulation von Fahrplänen durch einen Graphischen Editor,
- stellt jederzeit die Verlustzeiten in einem Fahrplan sowohl akkumuliert als auch detailliert (in einer sog. Verlustzeiten-Matrix, vgl. Abb. 5) dar,
- führt ungewichtete und gewichtete Berechnungen durch,
- berücksichtigt die Taktichten der verschiedenen im Netz verkehrenden Linien,
- erlaubt Fahrplan-Vergleiche und -Optimierungen,
- unterstützt die Fein-Optimierung durch interaktive Eingaben des Planers und
- liefert verschiedene Kennzahlen für die Fahrplan-(Netz-)Qualität.

NAME	Bad_Ki	Bambe	Bayreu	Coburg	Ebern	Grimme	Hof	Lichtenf	Meining	Neuenr	Nürnberg
Bad_Kissingen	0	7	22	20	17	14	60	13	16	19	18
Bamberg	7	0	12	9	0	2	9	0	4	9	0
Bayreuth	22	12	0	6	29	17	1	3	19	0	29
Coburg	20	9	6	0	34	15	13	0	17	3	10
Ebern	17	0	29	34	0	12	23	17	14	23	22
Grimmenthal	14	2	17	15	12	0	55	8	0	14	13
Hof	60	9	1	13	23	55	0	0	30	0	26
Lichtenfels	13	0	3	0	17	8	0	0	10	0	1
Meiningen	16	4	19	17	14	0	30	10	0	16	15
Neuenm.-W.	19	9	0	3	23	14	0	0	16	0	26
Nürnberg	18	0	29	10	22	13	26	1	15	26	0

Abb. 5: *OptiTakt*-Verlustzeiten-Matrix

OptiTakt wird seit 1998 erfolgreich in Planungsprojekten - u.a. gemeinsam mit der Bayerischen Eisenbahn-Gesellschaft - eingesetzt [Guckert 1997, Hesse et al. 2000] und wurde auf der CeBit 2002 in Hannover vorgestellt. Gegenwärtig laufende Studien betreffen die Einrichtung eines vier Länder übergreifenden Taktfahrplans (und damit die Integration von Taktfahrplänen) sowie die Auswirkungen einer möglichen Taktverdichtung von RE-Linien (von 2- auf 1-Stundentakt) auf den gesamten Regionalverkehr einer vorgegebenen Region.

Neben der Fahrplanerstellung und -bewertung für eine vorhandene Infrastruktur mit vorgegeben Fahrzeiten sehen wir eine wichtige und zukunftsweisende Anwendung von OptiTakt in der Simulation möglicher Fahrpläne für künftige Infrastrukturbedingungen, die sich aus möglichen Streckenaus- oder -neubauten ergeben. Hier erlauben es unsere Kennzahlen, verschiedene Varianten quantitativ miteinander zu vergleichen und damit den möglichen Nutzen solcher Maßnahmen aus Sicht der Transportketten-Optimierung zu beziffern.

Fazit: Mehr Intelligenz und Neigetechnik statt HGV!

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr ist in Deutschland an die Grenzen der Effizienz gestoßen und hat diese teilweise schon überschritten. Daher wird es dringend Zeit, sich nach anderen, kostengünstigeren und intelligenteren Lösungen umzusehen. Im Sinne eines schonenden und besonnenen Umgangs mit immer knapper werdenden Infrastruktur-Budgets und der optimalen Ausnutzung solcher Mittel für möglichst viele Reisende und Reisebewegungen sollten verstärkt Möglichkeiten zur Fahrplanoptimierung, zum gezielten Streckenausbau und ggf. dem Einsatz von Neigetechnik herangezogen werden.

Dabei müssen vor allem bei zukünftigen Planungen die Auswirkungen auf den Fahrplan *vor* der Vergabe der Bauaufträge untersucht werden, - statt wie bisher leider allzu häufig praktiziert - erst *hinterher*. So ließen sich Fehlplanungen wie die einer HGS München - Nürnberg mit geplanten 65 Minuten Fahrzeit oder Erfurt - Halle/Leipzig mit geplanten 35 Minuten (beides Fahrzeiten, die aus den oben genannten Gründen einem Fahrplaner die Haare zu Berge stehen lassen!) leicht schon im Vorfeld verhindern bzw. modifizieren und es könnte viel Geld eingespart und für sinnvollere Projekte ausgegeben werden.

Literatur:

- [Bodack et al. 2003] K.-D. Bodack, W. Hesse, H. Monheim: Erschließung der Marktpotenziale für mittlere Fernreisen mit der Bahn. Memorandum "Bürgerbahn statt Börsenbahn" - in diesem Band
- [Guckert 1997] M. Guckert: Anschlußoptimierung in öffentlichen Verkehrsnetzen – Graphentheoretische Grundlagen, objektorientierte Modellierung und Implementierung. Dissertation, Univ. Marburg 1997
- [Hesse 1995] W. Hesse: "Hochgeschwindigkeit oder intelligente Fahrplangestaltung? Wie kommt die Deutsche Bahn besser voran?". *Homo Oeconomicus* Bd. XII (3/4), ACCEDO Verlagsgesellschaft, München 1995
- [Hesse 2000] W. Hesse: Konzept für ein System von Bahn-Netzknotten in Süddeutschland. Eisenbahn-Revue International, Heft 5/2000, S. 236-239, Minirex-Verlag, Luzern 2000
- [Hesse et al. 2000] W. Hesse, M. Guckert, J. Schneider, A. Schulz: Werkzeuggestützte Entwicklung eines Integralen Taktfahrplans für Nordost-Bayern. In: *Intern. Verkehrswesen* 6/2000, S. 264-268
- [Hesse 2001] W. Hesse: Alternativen zu Hochgeschwindigkeitsverkehr und Linienbündelung: Das Beispiel Augsburg. In: Schienenverkehr - Rückgrat nachhaltiger Verkehrspolitik. Tagungsband Horber Schientage 2001, ProBahn Verlag 2001
- [Hesse 2002] W. Hesse: Hochgeschwindigkeit und ihre Folgen: Das Beispiel München - Nürnberg. Proc. Kongress Bürgerbahn statt Börsenbahn "Mehr Züge für das Land". Univ./GH Kassel 2002
- [Hesse 2003] W. Hesse: Verpasste Knoten - verpatzte Knoten - ein kritischer Blick auf die Netz- und Fahrplangestaltung der DB. Erscheint in: Tagungsband Horber Schientage 2003, ProBahn Verlag 2003
- [Hüsing 1999] M. Hüsing: Die Flächenbahn als verkehrspolitische Alternative. Wuppertal Spezial 12, Wissenschaftszentrum NRW 1999
- [Zängl 2001] W. Zängl: Mit Hochgeschwindigkeit in die Bahnpleite - Dokumentation zum Bau der ICE-Strecke Nürnberg - Ingolstadt - München. BUND Naturschutz Forschung Nr. 6, 9/2001