

# Konzept für ein System von Bahn-Netzknotten in Süddeutschland

Wolfgang Hesse, Universität Marburg

## Zusammenfassung:

Für die Deutsche Bahn wird ein Fernverkehrskonzept vorgeschlagen, das sich für den Personenverkehr am Prinzip des Integralen Taktfahrplans (ITF) und an der Leitlinie des Schweizer Konzepts "Bahn 2000" orientiert: *Der Fahrplan bestimmt die Infrastruktur*. Will man mit einem ITF optimale Punkt-zu-Punkt-Reisezeiten erreichen, so ergeben sich daraus für die Bahn-Infrastruktur gezielte Anforderungen für bestimmte Streckenabschnitte, die sich durch streckenbezogene Maßnahmen (Neu- bzw. Ausbauten) oder durch Einsatz von entsprechendem Rollmaterial (Neigezugtechnik) erreichen lassen. In der folgenden Studie wird das süddeutsche Fernverkehrsnetz im Hinblick auf diese Anforderungen beleuchtet. Aufwendige Neubauprojekte wie Stuttgart - Ulm oder Nürnberg - Erfurt lassen sich aus Sicht des ITF nicht rechtfertigen.

Mögliche negative Nebenwirkungen des ITF bestehen in einer Überlastung von hochfrequentierten Knotenbahnhöfen und angrenzenden Streckenabschnitten. Diese können durch Entbündelung sowie durch (teilweise) Herausnahme sehr großer Knoten aus der ITF-Knotenstruktur gelöst bzw. abgemildert werden.

Infrastrukturplanungen müssen auch den Güterverkehr einschließen. Die (im Prinzip befürwortete) Trennung von Strecken für schnell- bzw. langsamfahrende Züge (vgl. "Netz 21" der DB) darf aber nicht zu Lasten von attraktiven Fernverkehrsstrecken ("Filetstücken") gehen.

## 1 Grundprinzip: Der Fahrplan bestimmt die Infrastruktur

Während die Bahn in der Schweiz - nicht zuletzt aufgrund des erfolgreichen Konzepts "Bahn 2000" - hoch im Kurs steht und im Personenverkehr gute Marktanteile behaupten kann, ist die Deutsche Bahn mit ihren Zukunftsplänen erneut in die öffentliche Diskussion geraten. Dabei spielt auch die zukünftige Netzkonzeption eine große Rolle. Bei der Prioritätensetzung für die weitere Netzentwicklung stehen sich hier zwei Positionen gegenüber (vgl. [Hesse 1995]):

(a) Auf einem weitmaschigen Netz werden vorrangig wenige Oberzentren mit sehr schnellen Hochleistungszügen miteinander verbunden.

(b) Auf einem eng geknüpften Netz werden die Fahrgäste möglichst nah an ihrem Abfahrtsort abgeholt und mit möglichst geringen Verlustzeiten an ihren Zielort befördert. Dabei zählen sowohl Wartezeiten beim Umsteigen als auch Zeiten für Umwegfahrten als Verlustzeiten.

Für das Prinzip (b) sprechen sowohl verkehrspolitische wie systembedingte Gründe: Erstens bildet die Bahn im Nah- und Regionalverkehr die einzige zur Zeit existierende und zukunfts-trächtige Alternative zum immer mehr im Stau erstickenden Autoverkehr. Zweitens ist auch der Hochgeschwindigkeitsverkehr dringend auf die Zubringerdienste des Regional- und Nahverkehrs angewiesen und diese können in den meisten Fällen von anderen Verkehrsträgern nicht zufriedenstellend geleistet werden.

Um mit einem Vergleich aus der Medizin zu sprechen: Wer einem Patienten alle feinen Adern seines Kreislaufsystems wegoperieren wollte, um damit ein paar große Venen und Aorten zu "sanieren", bräuchte sich nicht zu wundern, wenn der Patient diese Radikalkur nicht übersteht.

Das folgende Konzept soll auch dazu dienen, der Deutschen Bahn eine zweite solche Radikalkur (nach der ersten verheerenden Kur der 70-er Jahre) zu ersparen. Eine an den Bedürfnissen des ITF ausgerichtete Netzkonzeption bildet den Schlüssel dafür.

In der Vergangenheit wurden Infrastrukturmaßnahmen in Deutschland kaum an den Bedürfnissen des ITF ausgerichtet. Das Schweizer Beispiel zeigt aber anschaulich, wie man mit vergleichsweise geringen Ausgaben für gezielte Maßnahmen die Systemqualität insgesamt deutlich verbessern kann.

Oberstes Prinzip ist dabei: *Der Fahrplan bestimmt die Infrastruktur* - statt (wie bisher) umgekehrt. D.h. Strecken- Neu- und Ausbauten werden vorrangig an den Erfordernissen des integralen Taktfahrplans ausgerichtet. Im einzelnen bedeutet das:

- Es gibt ein (möglicherweise mehrstufiges) System von sog. *Knoten-Bahnhöfen* (im folgenden kurz: "*Netzknoten*" oder einfach "*Knoten*").
- Die Netzknoten sind durch *Strecken* miteinander verbunden. Zwischen zwei Knoten beträgt die ideale Fahrzeit SD (Streckendistanz für eine gewählte Zugattung)

$$SD = n * T/2 - d, \text{ wobei}$$

$n = 1, 2, 3, ..$  eine natürliche Zahl,

$T$  der *Taktabstand* (in üblichen Fahrplänen 60, 120 oder 30 Minuten) und

$d$  ein durch Halte- und Umsteigezeiten bedingter Abschlag sind.

Beispiele:

(1) Für den deutschen ICE/IC-Verkehr gilt (bis auf Ausnahmelinien)  $T = 60$ . Bei einer angenommenen Mindest-Umsteigezeit von 4 Minuten ist  $d = 4$ . Damit sind ideale Abstände zwischen zwei durch eine ICE/IC-Strecke verbundenen Netzknoten  $SD = 26$ ,  $SD = 56$ ,  $SD = 86$  usw.

(2) Im Falle  $T = 120$  sind nur  $SD = 56$ ,  $SD = 116$  etc. ideale Streckendistanzen.

Ist die tatsächliche Fahrzeit zwischen zwei Knoten kürzer, so folgen daraus längere Umsteige-, aber auch Haltezeiten. Ist der Abstand geringfügig länger, so kann durch entsprechende kleinere Verschiebungen der An- und Abfahrtszeiten von Anschlußzügen in bestimmten Fällen der Anschluß gewahrt werden - allerdings oft mit verminderter Qualität, d.h. verlängerten Umsteigezeiten für einen Teil der Verbindungen (sog. *überdehnter Knoten*). In der Praxis sind Überdehnungen von bis zu 5 Minuten tolerabel, falls entsprechend günstige Randbedingungen dafür vorliegen.

- *Symmetrie*: Aus systematischen und mnemotechnischen Gründen werden Taktzeiten (= Abfahrts- und Ankunftszeiten an den Knotenbahnhöfen) symmetrisch zur 00-Minute festgelegt. D.h. Verläßt IC-Linie  $x$  den Bahnhof A zur Taktzeit  $z$ , so kommt der Gegenzug der gleichen Linie zur Taktzeit  $60-z$  in A an. Gilt  $T = 60$ , so sind die Taktzeiten 00 und 30 als mittlere Taktzeiten für die Knotenbahnhöfe ideal: Hier begegnen sich die Züge einer Linie und lassen damit optimale Umsteigebeziehungen in alle Richtungen zu. Sind solche idealen Bedingungen nicht gegeben (z.B. für die Taktzeit 15 im Falle  $T = 60$  oder für die Taktzeit 30 im Falle  $T = 120$ ), so lassen sich oft wenigstens noch *Richtungsanschlüsse* herstellen, also etwa zur Taktzeit 15 für alle Züge in West-Ost-Richtung und zur Taktzeit

45 umgekehrt.

## 2 Analyse des gegenwärtigen Fernverkehrs-Netzes unter ITF-Anforderungen

### Annahmen und Grundfestsetzungen

- $T = 60$  bleibt die Regel. Auf bestimmten Linien bzw. Streckenabschnitten ist  $T = 30$  wünschenswert. Dies kommt einer besseren Kundenbedienung entgegen, schafft allerdings im Zusammenhang mit nur stündlich betriebenen Anschlußverbindungen häufige Wartezeiten von 30 Minuten oder mehr.
- Als *überregionale Systemknoten* bleiben (in Fortschreibung der bisherigen Fahrpläne) erhalten bzw. werden voll wiederhergestellt:
  - . Mannheim, Würzburg, Nürnberg und Regensburg als 30-er Knoten (dabei bezieht sich die "30" auf die mittlere oder *Haupt-Taktzeit*),
  - . Köln, Fulda, Basel und Salzburg als 00-Knoten.

Eine schematische Darstellung der wichtigsten Knoten und Strecken im süddeutschen Raum zeigt Abb. 1.

Abb. 1 Fernverkehrsnetz Süddeutschland (gegenwärtiger Stand)

### ICE/IC-Linien

- *Linie Frankfurt/Köln - Mannheim - Basel*

Z.Zt steht die genaue Fahrzeit auf der NBS Köln- Frankfurt/Flughafen (FFl) noch nicht fest. Sie sollte idealerweise 56 Minuten betragen (s.o.). Dann könnte FFl (wie Köln) einen 00-Knoten bilden. Die gegenwärtige Fahrzeit FFl-Mannheim von 31 Min müßte idealerweise auf 26 (= 16 %) verkürzt werden, jedoch könnten 28 Minuten (entspr. 10% Verkürzung) in Kauf genommen werden. Wichtig ist dabei, daß die versprochene Fahrzeit Mannheim - Köln von 90-d, d.h. 86 oder 87 Minuten (genau um 1 Stunde verkürzt gegenüber der gegenwärtigen Fahrzeit über die Rheinstrecke) eingehalten werden kann.

Die Fahrzeit Mannheim-Karlsruhe ist mit 23 Min. in Ordnung und führt zum 00-Knoten in Karlsruhe. Von dort beträgt die Fahrzeit bis Basel SBB 106 Min., was gut zum dortigen 00-Knoten paßt.

- *Linie Frankfurt/Köln - Mannheim - Stuttgart - München*

Der Abschnitt Köln - Mannheim wurde oben betrachtet. Frankfurt - Mannheim ist mit 35 Min. unverträglich mit  $T = 60$ . Jedoch wird Frankfurt Hbf seit Jahren erfolgreich als 15/45-Teilknoten betrieben. D.h. im einzelnen: Zur Taktzeit 15 besteht ein Teilknoten in Ost-Richtung mit Korrespondenzen Mannheim-Würzburg und Köln-Fulda. Dagegen bestehen zur Taktzeit 45: Richtungsanschlüsse in West-Richtung mit den umgekehrten Korrespondenzen. Seit dem Jahresfahrplan 1999/2000 wurde die letztgenannte Korrespondenz (Köln-Fulda) leider aufgegeben. Ziel sollte deren Wiederherstellung sein.

Die Verlegung der IC-Linie Mannheim-Köln auf die Riedstrecke seit dem Jahresfahrplan

1999/2000 und die daraus resultierende ca. 70 km lange Doppelbelegung durch zwei parallel laufende Linien hat zu ernsthaften Problemen geführt. Die gegenwärtige Regelung mit Fahren im Blockabstand (4 Min.) führt zu 8-minütigen (!) ICE-Aufenthalt in Mannheim und ist äußerst verspätungsanfällig. Häufige (beim gegenwärtigen Betrieb unvermeidliche) Verspätungen ziehen sich auf die Nachbarknoten (Frankfurt Hbf !) durch. Daher ist ein 3- oder 4-gleisiger Ausbau der Riedbahn oder zumindest einiger Streckenabschnitte notwendig. Die Alternative wären grundsätzliche Einschränkungen beim Systemknoten Mannheim.

Auf der Neubaustrecke (NBS) Mannheim-Stuttgart beträgt die ICE--Fahrzeit gegenwärtig 36 Minuten und ist kaum steigerbar. Damit kann Stuttgart (oder Mannheim ?) keine volle Knotenfunktion wahrnehmen.

Zwischen Stuttgart und Ulm beträgt die ICE-Fahrzeit 54 Min. und erscheint damit ideal im Sinne des ITF. Ist allerdings Stuttgart selbst kein IC-Knoten, so muß die Fahrzeit von Mannheim betrachtet werden: Sie beträgt z.Zt.  $36 + 4$  (Halte/Wendezeit)  $+ 54 = 94$  Minuten. D.h. eine Verkürzung der Fahrzeit Stuttgart-Ulm auf 46 Min. ( $= -14\%$ ) würde Ulm exakt zum 00-Knoten machen. Damit ließe sich eine kostengünstige und Fahrplan-optimale Alternative zur dort geplanten NBS schaffen. Eine weitere Verkürzung um 10-15 Minuten durch eine NBS wäre für den ITF sogar kontraproduktiv.

Die Fahrzeit zwischen Ulm und Augsburg von 39 Minuten ist nicht optimal und sollte in einem ersten Schritt auf 35 Minuten verkürzt werden. Wegen der außerordentlich hohen Belastung der Strecke Augsburg- München kann Augsburg in keinem Fall als voller Sternknoten betrieben werden. Der viergleisige Ausbau dieser Strecke ist aus dem gleichen Grunde vordringlich.

Bei einer Ankunft des ICE in München zur Taktzeit 10 ergeben sich entspannte Übergänge auf internationale Züge in Richtung Süden und Südosten zur Taktzeit 30.

Abb. 2 zeigt exemplarisch die Grundstruktur des ITF (nach Ausbaumaßnahmen) für die Achse Mannheim - München - Salzburg.

Abb. 2: ITF-Konzept Mannheim - München - Salzburg

- *Linie Köln - Frankfurt - Würzburg - Nürnberg - Passau / München*

Für den Streckenabschnitt Köln-Frankfurt Flughafen siehe oben. Ist der Flughafen ein 00-Knoten, so paßt dies mit der Fahrzeit von 9 Min bis zum Hauptbahnhof zu den dortigen 15/45-Teilknoten.

Die Fahrzeit von Frankfurt nach Würzburg: beträgt 69 Min. - dies paßt zum Teilknoten Frankfurt und Vollknoten Würzburg zur Taktzeit 30.

Zwischen Würzburg und Nürnberg beträgt die Reisezeit jetzt noch 51 Minuten und ist damit optimal. Ein weiterer Ausbau ist überflüssig und wäre im Sinne des ITF eher kontraproduktiv.

Zwischen Nürnberg und Regensburg braucht der IC 59 Min. - 3 Minuten Fahrzeitgewinn wären optimal. Ähnliches gilt für Regensburg-Passau (z.Zt. 62 Min.): hier wären 5 Minuten Fahrzeitgewinn wünschenswert.

Von Nürnberg nach München benötigt der ICE z. Zt 104 Min (über Augsburg); künftig 65 Minuten über die NBS Ingolstadt. Bleibt Nürnberg 30er-Knoten, so bedingt dies eine Ankunft in München ca. zur Taktzeit 40. Damit ist - falls der Stundentakt auf dieser Strecke wiederhergestellt wird - der lange überfällige Halbstunden-Takt Frankfurt-München möglich - und zwar alternierend ab Frankfurt zur Minute 15 über Würzburg oder zur Minute 45 über Mannheim.

- *Linie (Hamburg-) Fulda - Würzburg - Nürnberg - Passau / München*

Zwischen Fulda und Würzburg benötigt der ICE 31 Minuten. Im Sinne des ITF wären 3 Minuten Fahrzeitgewinn wünschenswert, sind aber wohl kaum noch zu erreichen.

Zu Würzburg-Nürnberg-Passau / München s. oben. Der Streckenabschnitt Würzburg-Augsburg über Ansbach wird z.Zt. im Zweistundentakt aus dem 30-er-Knoten Würzburg bedient. Die gegenwärtige Planzeit von 108 Minuten enthält "Bummelzeiten" und betrug in früheren Fahrplänen bereits nur 100 Minuten. Wünschenswert wäre eine weitere Verkürzung auf 95 Min. (= 5 %). Damit wäre die Ankunftszeit in Augsburg 05 und in München zur Taktzeit 40 (im Halbstunden-Takt mit ICE aus Stuttgart!) - etwa gleichzeitig mit der Linie aus Nürnberg. Vorrangig wäre ein Ausbau auf dem Abschnitt Treuchtlingen-Donauwörth, da davon beide Strecken (von Nürnberg *und* von Würzburg) profitieren würden.

Die DB plant allerdings, den bestehenden ICE-Verkehr auf dieser Strecke ganz aufzugeben und beide Linien zwischen Würzburg und München über Nürnberg und die NBS zu führen. Dafür werden eine bessere Auslastung der NBS und Freihalten der Ansbacher Strecke für den langsameren Güterverkehr als Argumente ins Feld geführt. Allerdings sind mit einer solchen Lösung auch erhebliche Nachteile verbunden:

- (1) Augsburg würde jegliche Direktanbindung in Richtung Norddeutschland verlieren. Die geplante stündliche Anbindung an Nürnberg würde die gegenwärtige Fahrzeit nach Würzburg und Norddeutschland um 20-30 Minuten verlängern und regelmäßiges Umsteigen in Nürnberg erfordern.
- (2) Der schon gegenwärtig überlastete Knoten Nürnberg würde durch die gebündelte Führung von zwei bzw. drei (ab Nürnberg mit IC aus Berlin) IC-Linien überlastet. Dies zeigt die bereits schon jetzt total überlastete Strecke Nürnberg-Fürth.
- (3) Man würde die Chance aufgeben, den mittelfränkischen Raum durch Einrichtung eines Haltepunkts Ansbach (oder Donauwörth, evtl. alternierend) für den Fernverkehr zu erschließen.
- (4) Die westlichen Teile von München und die gesamte anschließende Region (einschließlich des Seengebietes und des Werdenfeller Lands) wären durch Fortfall des Halts München-Pasing in Richtung Norden deutlich schlechter gestellt als zur Zeit.

Deshalb sieht unser Konzept eine stündliche parallele Bedienung der Relation Würzburg - München über Nürnberg *und* Augsburg vor. Um die Notwendigkeit zum Umsteigen zu minimieren, könnte das alternierend nach folgendem Schema erfolgen (vgl. Abb. 3a/3b):

Stunde 1: ICE Hamburg - Würzburg - Nürnberg - München, korrespondierend in Würzburg mit ICE Köln - Frankfurt - Würzburg - Augsburg - München

Stunde 2: ICE Hamburg - Würzburg - Augsburg - München, korrespondierend in Würzburg mit ICE Köln - Frankfurt - Würzburg - Nürnberg - München und in Nürnberg mit den IC's Berlin - Nürnberg - München und Stuttgart - Nürnberg - Passau (letzterer könnte

auch in Stunde 1 verlegt werden).

#### Abb. 3a/b: IC-Verkehr Würzburg - München

Das Auslastungs-Argument der DB für die NBS wird dadurch entkräftet, daß im Sinne optimaler Umsteigverbindungen für den angrenzenden Regionalverkehr die ICE-Linien zwischen Würzburg und München (etwa im 4-8 Minuten-Abstand) gebündelt geführt werden müssen. Das hat eine kürzlich vom Verfasser im Auftrag der Bayerischen Eisenbahngesellschaft (BEG) durchgeführte Studie bestätigt [Hesse/Guckert 1999]. Statt stündlich zwei (oder gar drei) Züge gebündelt über Nürnberg zu führen, könnte einer davon über Ansbach-Augsburg verkehren und für eine optimale Fernverkehrs-Anbindung der fränkisch-mittelbayerischen Region sorgen.

Will man die Auslastung der NBS verbessern und dabei den Kunden echte Qualität bieten, so schlagen wir dafür die Einrichtung eines IC München - Ingolstadt - Nürnberg - Coburg und/oder (wie in Planungen der DB bereits enthalten) die Einrichtung eines Sprinter-ICE Frankfurt - Würzburg - Nürnberg - München vor (vgl. Abb. 3a). Letzterer könnte im 2-Stunden-Takt fahren und vor allem in den Hauptverkehrszeiten Nachfragespitzen abbauen helfen.

Zusammenfassend werden für den schnellen Fernverkehr folgende Beschleunigungs- und Ausbaumaßnahmen empfohlen:

- München - Augsburg viergleisig
- Nürnberg - Fürth viergleisig
- Frankfurt - Mannheim (Riedbahn) drei- oder viergleisig, Frankfurt Flughafen-Mannheim 28 Min (31-3 = 10%)
- Stuttgart - Ulm auf 46 Min (54-8 / 14 %)
- Ulm - Augsburg auf 35 Min. (39-4 / 10 %)
- Würzburg - Augsburg (über Ansbach, mit Halt) 95 Min. (108 bzw. 100-5 / 13 %, davon 5 % durch Ausbau oder Neigetechnik)

#### **IR-/IC- Linien, Anbindung des Regionalverkehrs und angrenzender Regionen**

Die zweite Ebene des Fernverkehrs würde eine weitergehende Untersuchung erfordern und kann an dieser Stelle nur cursorisch behandelt werden. Die DB beabsichtigt, die Zuggattung IR in eine künftig "IC" genannte Gattung (mit i.a. mehr Haltepunkten gegenüber dem gegenwärtigen IC) aufgehen zu lassen. Die Vor- und Nachteile dieses Konzepts können an dieser Stelle nicht diskutiert werden. Hier werden lediglich summarisch die wichtigsten Linien dieser Kategorie aufgeführt:

- Linie Kassel - Frankfurt - Heidelberg - Karlsruhe - Offenburg - Konstanz
- Linie (Köln/Saarbrücken) - Mannheim - Stuttgart - Ulm - Lindau / München (- Salzburg)
- Linie Frankfurt - Heidelberg - Stuttgart - Singen - Schaffhausen - Zürich
- Linie Karlsruhe - Stuttgart - Ansbach - Nürnberg

- Linie München/Oberstdorf- Augsburg - Nürnberg - Bayreuth - Hof - Dresden
- Linie München - Regensburg - Hof - Plauen/Gera - Leipzig

(Natürlich sind auch andere Linien-Zusammenstellungen denkbar.)

Im Sinne eines guten ITF wären folgende Fahrzeiten wünschenswert:

- Nürnberg - Hof (über Bayreuth) 100 Min (108-8 / 7 %)
- Hof - Plauen 20 Min. (40-20, 100 %, durch kurze Neubaustrecke)
- München - Regensburg 85 Min (- 10 / 11%)
- Regensburg - Hof (über Weiden) 102 Min. (125-23 / 18 %)
- Frankfurt Hbf - Stuttgart (über Heidelberg) 85 Min (90-5 / 6 %)
- Stuttgart - Ansbach 87 Min. (105-18 / 17 %)
- Ulm - Lindau 86 Min (98-12 / 12 %)
- Stuttgart - Schaffhausen 116 Min. (125-9 / 7 %)
- München - Lindau 115 Min (128-13 / 10 %)
- München - Salzburg 80 Min (90-10 / 11%)

Diese Fahrzeiten sind (im Gegensatz zu manchen anderen Publikationen) bewußt moderat gewählt und allesamt relativ kurzfristig durch wirtschaftlich vertretbare Ausbaumaßnahmen oder durch Einsatz schnelleren Rollmaterials (Neigezüge) erreichbar. Damit ließen sich neben den oben genannten Hauptknoten weitere Nebenknoten wie Heidelberg, Ulm, Ansbach, Lindau, Singen schaffen bzw. ausbauen, um damit optimale Anschlußmöglichkeiten für den angrenzenden Regionalverkehr und Linien des ausländischen Taktverkehrs zu schaffen.

Das Fernverkehrsnetz nach Ausbaumaßnahmen ist in Abb. 4 dargestellt.

Abb. 4 Fernverkehrsnetz Süddeutschland (nach Ausbau)

### **3 Knotenentlastungen**

Ein streng sternförmig aufgebauter ITF führt bei "großen", d.h. von vielen Linien berührten Netzknotten zu Kapazitätsengpässen, Stauwirkungen und damit zu Verspätungen und Unzuverlässigkeiten im Betriebsablauf. Da idealerweise alle Züge gleichzeitig ankommen bzw. abfahren sollen, müssen entsprechend der Linienanzahl genügend viele Bahnsteige und voneinander unabhängige Ein- und Ausfahrgleise vorhanden sein. Das ist nicht an allen Knotenbahnhöfen der Fall.

Das Problem verschärft sich, wenn durch den ITF verknüpfte Linien über größere Distanz den gleichen Streckenabschnitt befahren sollen. Beispiele dafür sind die Abschnitte Würzburg - Rohrbach (ca. 30 km) und Mannheim - Frankfurt-Zeppelinheim (ca. 70 km) seit Eröffnung des Fernbahnhofs am Frankfurter Flughafen.

Mögliche Maßnahmen zur Knotenentlastung sind:

- Kapazitätserweiterung durch Ausbau: zusätzliche Gleise und Bahnsteige. Dies wird für besonders hoch belastete Streckenabschnitte empfohlen (s. oben)
- Fahren im Blockabstand (i.a. 4 Minuten) : Dies wird z.Zt. auf den beiden oben genannten Streckenabschnitten praktiziert. Die Folge sind überdehnte Knoten, da der 2. Zug erst 6 - 8 Minuten nach der Knotenzeit abfahren kann. Ferner ist diese Lösung besonders verspätungsanfällig.
- Gleiswechselbetrieb. Angrenzend an einen ITF-Knoten können auf einer zweigleisigen Strecke nach der Knotenzeit beide Gleise für die ausfahrenden Züge, vor der Knotenzeit für die einfahrenden Züge genutzt werden. Dies wird bei der DB heute schon teilweise praktiziert - führt bei Verspätungen aber auch zu erheblichen Problemen.
- Vorbeiführungen: Linien, die primär Durchgangsverkehr transportieren, werden am Knoten vorbeigeführt. Durch Fortfall des Haltes und (möglicherweise) Streckenverkürzung lassen sich damit besonders günstige Reisezeiten erzielen. Folgende Knoten und Verbindungen sollten auf diese Möglichkeit hin untersucht werden:
  - . Knoten Mannheim: Vorbeiführung Stuttgart - Heidelberg - Frankfurt Hbf / Flughafen
  - . Knoten Nürnberg: Vorbeiführung Würzburg - Ansbach - Augsburg (wie oben ausgeführt)
  - . Knoten Frankfurt Hbf: Vorbeiführung (Kassel / Hagen-) Gießen - Friedberg - Hanau - Würzburg
  - . Knoten Frankfurt Hbf: Vorbeiführung Ff Flughafen - Aschaffenburg - Würzburg bzw. Mainz- Aschaffenburg
- Zeitliche Entbündelung: Man verzichtet auf die Bündelung *aller* Linien zur Knotenzeit und nimmt bestimmte Linien aus der Knotenanbindung heraus. Dies ist bei sehr großen Bahnhöfen aus Kapazitätsgründen unvermeidbar, z.B. für die Knoten München, Frankfurt Hbf sowie (eingeschränkt) Stuttgart und Nürnberg. Nachteilig wirken sich dabei die verlängerten Umsteigezeiten für die betroffenen Linien aus.

#### **4 Güterverkehr, Anmerkungen zum Konzept "Netz 21" der DB**

Der Vorschlag, zusätzliche Strecken für den Fernverkehr zu nutzen bzw. nutzbar zu machen, ruft unweigerlich eine Diskussion über das sog. "Netz 21" hervor, d.h. das Konzept von getrennten Strecken für den (schnellen) Fernverkehr und den (langsamen) Güterverkehr. Dieses im Prinzip richtige Konzept stößt an seine Grenzen, wenn

- alternative Streckenführungen nicht vorhanden sind,
- Phantomzahlen für gewünschten, z.Zt. aber nicht vorhandenen (und unter den gegebenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen auch kaum zu erwartenden) Güterverkehr ins Feld geführt werden, um Streckennutzungen für den Fernverkehr einzuschränken,
- attraktive Fernverkehrsstrecken - sozusagen "Filetstücke" der Bahn - für potenzielle Güterverkehrsnutzung "geopfert" werden.

Aus diesen Gründen ist z.B. von einer Degradierung der wichtigen Fernverkehrsstrecke



Würzburg- Ansbach - Donauwörth (- Augsburg) zur "Güterzugstrecke" dringend zu warnen. Immerhin handelt es sich dabei nach wie vor um die geographisch kürzeste Verbindung zwischen Frankfurt und München - einer der wichtigsten DB-Relationen überhaupt. Sollte der Güterverkehr wider Erwarten ansteigen, könnte man immer noch den Fernverkehr im Zwei-Stundentakt (wie z.Zt.) weiterführen oder Teilstrecken begradigen und die alten Streckenteile als Überholstrecken nutzen.

Wir empfehlen deshalb, das "Netz 21" zu überarbeiten und als Güterzugstrecken z.B. die Verbindungen

- Mainz - Darmstadt - Aschaffenburg - Würzburg - Werntal - Bamberg - Nürnberg - Treuchtlingen - Augsburg/München
- Heidelberg - Eberbach (oder über Sinsheim -Eppingen - nach Ausbau) - Heilbronn - Crailsheim - Ansbach - Treuchtlingen - Ingolstadt
- (Berlin-) Erfurt - Grimmenthal - Würzburg - Heilbronn - Stuttgart

auszuweisen und dementsprechend auszubauen.

## **5 Fazit, Zusammenfassung**

Das Konzept des Integralen Taktfahrplans (ITF) ermöglicht - bei Vorliegen bestimmter Infrastruktur -Voraussetzungen - optimale Anschlüsse für alle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen in einem komplexen Streckennetz. Diese Voraussetzungen sind z.Zt. beim DB-Netz nur teilweise gegeben. Sie könnten durch gezielte Ausbauten bzw. Einsatz von geeignetem Rollmaterial auf bestimmten Strecken mit vergleichsweise geringem Aufwand geschaffen werden. Ein solches Ausbauprogramm wäre um vieles billiger und effektiver als politisch motivierte, spektakuläre, teure Streckenneubauten (vgl. [Hesse 1995]). Als Beispiel dafür sei die immer wieder in die Diskussion gebrachte NBS Nürnberg-Erfurt ("Thüringer Wald-U-Bahn" ) genannt, die durch eine geschickt geführte, nur unwesentlich längere Ausbaustrecke über Suhl ersetzt werden könnte und für 20-25 % der Kosten einen ungleich größeren Verkehrsraum erschließen würde.

Ein solches Ausbaukonzept müßte im Zusammenhang mit einer Revision des heute teilweise bereits überholten Netzkonzepts "Netz 21" entwickelt werden. Als Werkzeug für den Entwurf und die Bewertung integraler Taktfahrpläne können wir das in Marburg entwickelte und in Projekten der Bayerischen Eisenbahngesellschaft bewährte Werkzeug OptiPlan (vgl. [Guckert 1997], [Hesse et al. 2000]) beisteuern.

### **Literatur:**

[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/Guckert 1999] W. Hesse, M. Guckert: NO-BY 2000: Studie zum Integralen Taktfahrplan für Nordost-Bayern. Unveröffentlichte Studie, Bayer. Eisenbahngesellschaft München 2000

[Hesse et al. 2000] W. Hesse, M. Guckert, J. Schneider, A. Schulz: : Werkzeuggestützte Entwicklung eines Integralen Taktfahrplans für Nordost-Bayern. (erscheint demnächst in der Zeitschrift "Internationales Verkehrswesen")

**Adresse des Autors:**

Prof. Dr. Wolfgang Hesse, FB Mathematik und Informatik, Universität Marburg  
Hans Meerwein-Str., 35032 Marburg  
email: hesse@informatik.uni-marburg.de