

## Schnelligkeit oder Häufigkeit: Überlegungen zur Einführung des Integralen Taktfahrplans im Fernverkehr der Eisenbahn<sup>1)</sup>

VON REINHARD CLEVER, BERKELEY

### Einführung und Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Teil 1 diskutiert die Hauptprinzipien des Integralen Taktfahrplans. Es beginnt mit dem Schweizer Ansatz. Da Deutschland jedoch nicht über eine so einfache Siedlungsstruktur wie die Schweiz verfügt, wo die Hauptknoten alle ungefähr eine Stunde voneinander entfernt liegen, ist hier die Flexibilität eines Halbstundentaktes unbedingt notwendig. Um Überkapazitäten zu vermeiden, muß dem niederländischen Beispiel gefolgt werden, das ab 1996 nur noch drei Zugkategorien vorsieht (InterCity, InterRegio und Nahverkehr).

Das optimale und hoffentlich das zukünftige deutsche System kombiniert die Vorteile des Schweizerischen und des Französischen Ansatzes. Das deutsche Eisenbahnsystem hat wie das der Schweiz eine polyzentrische Netzstruktur, ohne ein einzelnes dominierendes Zentrum. Daher ist auch das InterCity-System hier so gut bei der Öffentlichkeit angekommen. Der Integrale Taktfahrplan (ITF) ist eine logische Weiterführung der Prinzipien des InterCity-Systems. Von den topographischen Bedingungen, der Größe des Landes und den daraus resultierenden hohen durchschnittlichen Reiseweiten ist Deutschland jedoch eher mit Frankreich zu vergleichen.

Abschnitt 1.3 befaßt sich mit der Frage, was „so schnell wie nötig“ ist. Hier wird unter anderem das Konzept des Umweltfaktors erörtert und veranschaulicht, wie bedeutend dieses ist, um die Vorteile des Schienenhochgeschwindigkeitsverkehrs besser verstehen und konsequent nutzen zu können. Diese Untersuchungen legen die Vermutung nahe, daß Deutschland das teuerste und langsamste Hochgeschwindigkeitssystem der Welt hat.

Abschnitt 2.1 „Ein Umsetzungsvorschlag“ zeigt, wie mit Hilfe von Umgehungsstrecken und Sprintern im deutschen Fernverkehr ein wesentlich besseres Verhältnis zwischen Häufigkeit und Schnelligkeit erzielt werden kann. Dieses Kapitel zeigt einen Lösungsansatz für den ITF im gesamten Bundesgebiet, das auf dem im Auftrag der Bundesbahn erstellten Musterfahrplan für das Jahr 2000 aufbaut.

Im Teil 3 wird erläutert, warum der ITF nicht das Nonplusultra, sondern nur eine Zwischenlösung darstellt. Auf der anderen Seite muß aber auch gesehen werden, daß der ITF im Fernverkehr die sinnvolle Weiterentwicklung des 1971 eingeführten InterCity-Systems „Deutschland im 2-Stunden-Takt“ bildet.

Anschrift des Verfassers:

Reinhard Clever

2299 Piedmont Ave, Nr. 820

Berkeley, CA 94720, USA

Email: clever@uclink.berkeley.edu

Weitere Informationen, u. a. ein Tabellenkalkulationsprogramm, das die Luftlinienentfernung zwischen den Bahnhöfen berechnet, finden Sie im Internet unter: <http://www.its.berkeley.edu/clever>.

1) Der Verfasser möchte sich bei allen bedanken, die zur Veröffentlichung dieses Artikels beigetragen haben, vor allen Dingen Herrn Dr.-Ing. Eberhard Jänsch, der sonst nicht zugängliches Forschungsmaterial zur Verfügung gestellt hat.

## 1. Theoretische Überlegungen zum Integralen Taktfahrplan

### 1.1 Der Schweizer Ansatz: Modal-Split-Änderung durch Flächendeckung

#### 1.1.1 Grundidee

Als Vorläufer zum Integralen Taktfahrplan wurde in den Niederlanden 1932 der Taktverkehr auf dem gesamten Netz mit optimalen Anschlüssen in einigen Knotenpunkten wie Zwolle und 's-Hertogenbosch eingeführt. Das Mutterland des Intercity-Schnellverkehrs ist Großbritannien. British Railways hat die Bezeichnung „InterCity“ erfunden, die für schnelle Züge auf ausgewählten Linien in regelmäßigem Takt mit besonders komfortablem Fahrzeugmaterial steht.<sup>2)</sup> Das ist einer der Grundbausteine des ITF. Das Konzept des Integralen Taktfahrplans wurde in der Schweiz perfektioniert und wird dort als Teil von „Bahn/Bus 2000“ verwirklicht. Auch in Deutschland wird nach Schweizer Vorbild der ITF realisiert, aber bisher nur in Vorstufen und nur auf regionaler Ebene (Beispiel: Allgäu-Schwaben-Takt).<sup>3)</sup> Die Grundidee des Integralen Taktfahrplans besteht darin, daß an bestimmten Knotenbahnhöfen alle Züge in etwa gleichzeitig ankommen (z. B. zur vollen Stunde), und dann auch nahezu gleichzeitig abfahren, um Anschlüsse in alle Richtungen zu gewährleisten.

Damit das System richtig funktioniert, müssen beim Stundentakt die Züge zwischen den Knoten knapp eine halbe, eine oder zwei Stunden unterwegs sein. Zwischen Lausanne und Bern sollte zum Beispiel die Fahrzeit von 66 auf 57 Minuten, und von Bern nach Luzern von 78 auf 56 Minuten reduziert werden. Dafür wären vier Neubauabschnitte mit zusammen 117 km Länge erforderlich.<sup>4)</sup>

Für die Schweiz hatte Flächendeckung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) schon immer eine hohe Priorität. Über zwei Drittel der Haushalte sind zu Fuß innerhalb von nur 5 Minuten von der nächsten Haltestelle zu erreichen. Nur 2,6% der Haushalte liegen vom nächsten Haltepunkt des ÖPNV mehr als 1 km entfernt.<sup>5)</sup> Entsprechend hoch liegen auch die Modal Split-Anteile des Schienenverkehrs in der Schweiz (Tabelle 1). Für die Schweiz ist der Integrale Taktfahrplan der nächste logische Schritt, die Flächenbedienung zu perfektionieren.

2) Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 4, Hochgeschwindigkeitsverkehr international“, Seite 44.

3) Eine gute Einführung in die Funktionsweise des ITF und eine Analyse, wie er in das Nahverkehrskonzept Deutschlands paßt, finden sich in Göbertshahn, R., „Der Integrale Taktfahrplan – Vernetzung der Verkehrsträger im Personenverkehr als Fundament der Nahverkehrsstrategie der Bahn“, Die Deutsche Bahn, 5/1993, Seite 357. Der darauffolgende Artikel erläutert die praktische Anwendung dieses Konzeptes am Beispiel des Allgäu-Schwaben-Taktes: Schulz, A., „Der Allgäu-Schwaben-Takt – Ein erster Schritt zur umfassenden Rationalisierung und Modernisierung des Regionalverkehrs“, Die Deutsche Bahn, 5/1993, Seite 363.

Der Integrale Taktfahrplan liegt auch dem von der Firma SMA und Partner AG, Zürich, entwickelten Musterfahrplan für den deutschen Fernverkehr im Jahre 2000 zugrunde. Mehr dazu im Abschnitt 2.1.

4) Wegen der hohen Kosten sind die ursprünglichen Ziele erheblich zurückgesteckt worden.

5) „Bahn 2000 builds on Taktfahrplan“, Railway Gazette International, April 1986, Seite 245. Der vorausgehende Artikel auf Seite 243 „Exorcising the original sin“ stellt die beiden Architekten des Integralen Taktfahrplans vor: Samuel Stähli und Hans Meiner vor.

Tabelle 1

	Anteil des Schienenverkehrs an der gesamten Personenverkehrsleistung <sup>6)</sup>
Japan	31%
Schweiz	13%
Frankreich	9%
Alte Bundesländer der BRD	6%
Niederlande	5%
Großbritannien	5%
USA	0,4%

## 1.1.2 Vor- und Nachteile des Integralen Taktfahrplans

Die Vorteile des Integralen Taktfahrplans sind offensichtlicher als dessen Nachteile, weshalb der ITF auch oft als Allheilmittel angesehen wird, obwohl er das sicherlich nicht ist.

Um die Vorteile besser beurteilen zu können, werden zunächst die Ergebnisse von drei Untersuchungen zusammengefaßt, deren Ziel es war, qualitativ und quantitativ festzustellen, was Kunden und Nichtkunden bei der Bahn am wichtigsten ist, und was sie bei ihr am meisten bemängeln.

Tabelle 2<sup>7)</sup>

Nachfrageanforderungen	Geschäftsreisende	Privatreisende
Schnelligkeit	1	4
zeitliche Verfügbarkeit	2	5
räumliche Verfügbarkeit	3	2
Zugangsmöglichkeit	4	3
Zuverlässigkeit	6	10
Pünktlichkeit	7	9
Bequemlichkeit, Komfort	5	6
Information	8	8
Gepäckservice	9	7
Reiseservice	10	11
Fahrpreis	11	1
Sicherheit	12	12

6) Lowe, D., „Back on Track: The Global Rail Revival“, Worldwatch Institute, Worldwatch Paper 118, April 1994, Seite 22. Die Zahlen beziehen sich auf die Jahre 1990-1992. Eine interessante Anmerkung: Im Güterverkehr sieht der Modal Split fast umgekehrt aus. Die USA hat mit 37% einen der größten Anteile und Japan mit 5% einen der kleinsten. Im Gegensatz dazu hat der Schienenverkehr der Schweiz mit 40% auch einen der höchsten Modal Split-Anteile im Güterverkehr. Damit verfügt die Schweiz über eines der am dichtesten belegten Schienennetze der Welt (zusammen mit den Niederlanden, Quelle siehe Fußnote 3).

7) Ellwanger, G., Wilckens, M., „Europäischer Hochgeschwindigkeitsverkehr: Eine Dienstleistung mit Zukunft“, Abb. 5, Schienen der Welt, Januar 1995. Quellen dieser Abbildung waren: Versuchs- und Planungsgesellschaft für Magnetbahnsysteme m.b.H. (MPV), Einsatzfelder neuer Schnellbahnsysteme, Band 2, München 1991 und Baum, H., „Kooperation zwischen Schienen- und Luftverkehr in Deutschland“, Studie für das Deutsche Verkehrsforum e. V., Köln 1992.

Tabelle 3<sup>8)</sup>

Was Bahnkunden ärgert	
Fahrpreise zu hoch	64%
Preisgestaltung undurchsichtig	38%
Gepäcktransport	32%
Zielort schlecht erreichbar	27%
Erreichbarkeit des Bahnhofs	27%
Abstimmung Nah-/Fernverkehr	26%
schmutzige, ungepflegte Züge	25%
Flexibilität am Zielort	24%
zu wenig Züge	23%
Züge häufig überfüllt	19%
an Fahrplan gebunden	18%
Züge oft verspätet	15%

Tabelle 4<sup>9)</sup>

Gründe von Autofahrern für die Nichtnutzung der Bahn	Mehrfachnennungen	einziges Kriterium
Flexibilität / mehrere Ziele	43%	31%
Gepäck	33%	21%
Bahn zu teuer	28%	15%
Bahn zu langsam	22%	7%
allgemein gegen Bahn	20%	9%
Umsteigen	15%	3%
kein Bahnhof in Zielnähe	12%	6%
kein Bahnhof in Wohnungsnähe	9%	5%
weiß nicht / sonstiges	3%	3%
		100%

Wie aus den drei Tabellen hervorgeht, stellt räumliche Verfügbarkeit eines der Kernprobleme dar, das potentielle Fahrgäste davon abhält, die Bahn zu benutzen. Genau dieses Kernproblem, die räumliche und in einem gewissen Maße auch die zeitliche Verfügbarkeit wird aber vom Integralen Taktfahrplan aufgegriffen. Die drei Studien sind inkonsistent, was Gepäckbeförderung angeht, zeigen aber eine überraschende Konsistenz in punkto Flexibilität. In Tabelle 2 ist die erste Nachfrageanforderung für Geschäftsreisende und Privatreisende völlig anders, Schnelligkeit gegenüber Fahrpreis. Fahrpreis ist das zweitletzte Kriterium für Geschäftsreisende. Einig sind sie sich aber über die Bedeutung räumlicher

8) Der Spiegel 12/1995, Seite 70, Quelle: Infas/DB, Umfrage im 2. Quartal 1994.

9) Reinhold, T., „Park and Rail: Neue Kundenpotentiale für die Bahn durch ein verbessertes Parkangebot an Fernbahnhöfen?“, Internationales Verkehrswesen, 11. Jg. (1995), S. 698-704.

Verfügbarkeit, Zugangsmöglichkeit und in einem gewissen Maße auch zeitlicher Verfügbarkeit. In der DB/Infas-Umfrage (Tabelle 3) stellen zu hohe Fahrpreise den größten Ärgernisgrund dar. Zu langsame Züge wurden überhaupt nicht genannt, da Geschäftsreisende, für die die Bahn zu langsam ist, sie erst gar nicht benutzen. Direkt nach dem Gepäcktransport, der in Tabelle 2 einen niedrigeren Stellenwert bekommt, werden dann aber sofort alle Probleme genannt, die durch den Integralen Taktfahrplan erheblich gemindert werden können: Zielort schlecht erreichbar, Erreichbarkeit des Bahnhofs, Abstimmung Nah- und Fernverkehr etc. Noch deutlicher wird es bei Reinhold (Tabelle 4). Hier durften Autofahrer auf Raststätten selbst angeben, wieso sie für diese Reise die Bahn nicht benutzten. Bemerkenswert ist, daß sowohl bei Mehrfachnennungen als auch als einziges Kriterium räumliche Flexibilität für die Nichtbenutzung der Bahn die entscheidende Rolle spielt.

Es ist zu betonen, daß die in den drei Tabellen angegebenen Gründe relativ zum bestehenden Angebot zu sehen sind und keine Absolutkriterien darstellen. Wenn Züge häufig entgleiten, wäre Sicherheit sicherlich nicht in Tabelle 2 als allerletztes Kriterium aufgeführt worden. Die Relativität der Nennungen wird auch in der Reinhold-Studie deutlich.<sup>10)</sup> An der Autobahn Frankfurt – Hannover wurde Schnelligkeit als Kriterium für die Nichtbenutzung der Bahn fast nie genannt. Relativ zum bestehenden Angebot sind die Züge für Geschäftsreisende zu langsam und für Privatreisende zu teuer. Aber beide sind sich einig über den nächst wichtigsten Grund für die Nichtbenutzung der Bahn: Mangel an räumlicher Flexibilität, an die sich die motorisierte Gesellschaft so gewöhnt hat.

Nach diesen einführenden Überlegungen nun zunächst die Vorteile des ITF:

#### 1) Einfache Merkbarkeit und ein weitaus besseres Angebot für die Reisenden

Abbildung 1

⑩1	Rastatt	(IR, M)
:17 :47		
①-④	6 - 21 h	
⑤-⑥	6 - 0 h	
⑦	8 - 21 h	
Rheinische Verkehrsbetriebe (0123) 456789		

Bei konsequenter Anwendung des ITF könnte man sich eine Bushaltestelle irgendwo in der oberrheinischen Tiefebene so vorstellen, wie sie in Abb. 1 dargestellt ist. Jeder Reisende kann also an dieser Bushaltestelle um jeweils 17 und 47 Minuten nach der Stunde in den ITF „einsteigen“. Er weiß, wenn er zum Beispiel um 9:47 Uhr in den Bus einsteigt, er nach Umsteigen in einem Nebenknoten um 11 Uhr in Karlsruhe eintreffen wird. Das würde auch bedeuten, daß er zum Beispiel um 13 Uhr in Köln oder um 14 Uhr in Hannover ankommen könnte. Noch wichtiger für die meisten Reisenden ist, daß sie auch die genaue Ankunft an ihrem Endpunkt einkalkulieren können. Wenn die Endpunkthaltestelle dieses Reisenden im Hannoverischen Raum so ähnlich aussieht wie in Abb. 1, und bekannt wäre, daß man von Hannover Hbf bis zu dieser Bushaltestelle 1:13 Stunden unterwegs ist, könnte

10) Reinhold, T.: „Park & Rail – Eine einzel- und gesamtwirtschaftliche Betrachtung von Schnittstellen zwischen motorisiertem Individualverkehr und Schienenpersonenfernverkehr“ (Dissertation), TU Berlin, 1995, Seite 117.

man sich einfach ausrechnen, daß unser Reisender hier um 15:13 Uhr eintreffen wird. Diese Fahrzeiten können ohne Blick ins Kursbuch ermittelt werden. Jeder muß nur wissen, wie weit die nächste Bushaltestelle vom nahest gelegenen Hauptknoten entfernt ist, und wie lange die Hochgeschwindigkeitszüge zwischen den Hauptknoten unterwegs sind.

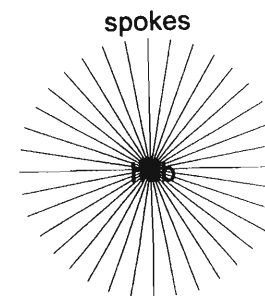
Das Design der Fahrplantafel an der Bushaltestelle macht es möglich, auch gleichzeitig als Reklame für vorbeifahrende Autofahrer zu dienen, in das öffentliche Verkehrsnetz umzu-steigen. Im Vorbeifahren läßt sich erkennen, daß der erste Bus werktags um 6:17 h und der letzte Bus Sonntags um 21:47 h fährt.

Sehr treffend beschreibt eine den Rheinland-Pfalz-Takt erläuternde Broschüre<sup>11)</sup> das Dilemma, Autofahrer zum Umsteigen auf den ÖPNV zu bewegen: „Aus Untersuchungen zur Wirkung der Werbung im Öffentlichen Personennahverkehr ist bekannt, daß es intensiver Werbeanstrengungen bedarf, um insbesondere Autofahrer von neuen Angeboten im Öffentlichen Personennahverkehr zu überzeugen. Der Grund hierfür liegt in eingefahrenen Verhaltensweisen bei der Bewältigung täglicher Wege, von denen sich die Bürger nur sehr schwer trennen.“

Jemand, der jeden Tag in die Stadt pendelt und vielleicht gerade zur fahrplanmäßigen Zeit einem Bus hinterherfährt, wird sich seiner Alternativen sehr bewußt werden. Der Fahrplan ist so einfach, daß man sich ihn im Vorbeifahren merken kann. Wichtig ist es, dem Autofahrer klar zu machen, daß es sich hier nicht nur um eine isolierte Linie handelt, da dann sofort das Gegenargument kommt „Wo der Bus hinfährt, will ich ja sowieso nicht hin“, sondern daß die Fahrplantafeln anregen, „in das System einzusteigen“.

Viele Nebenstrecken, die wegen mangelnder Nachfrage stillgelegt wurden, könnten im Rahmen des Integralen Taktfahrplans aufgrund besserer Umsteigeverbindungen eine höhere Nachfrage erreichen und daher wieder eröffnet werden. Dieser Vorteil wird deutlich, wenn man die Erfahrungen mit dem „hub and spoke“-System der Fluggesellschaften zugrunde legt. Der Integrale Taktfahrplan ist sehr artverwandt mit dem „hub and spoke“-Konzept (Abb. 2), das die amerikanischen Fluggesellschaften in großem Maße nach deren

Abbildung 2



Deregulierung im Jahre 1976 eingeführt haben. Die Formel, die die Zahl der Städteverbindungen in Abhängigkeit von der Anzahl der Spokes kalkuliert und damit den Vorteil von Riesendreh scheiben (megahubs) veranschaulicht, lautet:

Zahl der Verbindungen =  $n(n-1)/2$ , wobei  $n$  die Anzahl der Spokes ist.

Bei 10 Spokes ergeben sich 45 Verbindungen, bei 100 Spokes jedoch 4450. Die Zahl der angebotenen Relationen steigt also fast quadratisch mit der Zahl der Verbindungen zur Drehscheibe. Damit erreichten die Fluggesellschaften ihre Flächendeckung. Vor allen Dingen kleinere Städte profitierten von der Einführung des „hub and spoke“-Systems.

11) „Rheinland-Pfalz – Ein Land spart Zeit. Rheinland-Pfalz-Takt. Die Vorstufe“, Herausgeber: Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, Mainz, undatiert, Seite 8.

Beim Integralen Taktfahrplan ergibt sich ein ähnliches Bild. In der Vorstufe des Allgäu-Schwaben-Taktes wurden die Zugkilometer nur um 53% erhöht, aber die Zahl der werktäglichen Umsteigeverbindungen stieg überproportional, z.B. Wangen – Überlingen von 5 auf 13, Pfronten – Köln von 5 auf 11, Landsberg – München von 14 auf 36.<sup>12)</sup> Es ist einsichtig, daß, wenn eine Strecke wie Recklinghausen – Hamm für den Personenverkehr stillgelegt werden mußte, da der Nahverkehr zwischen den Orten die Aufrechterhaltung des Betriebes nicht rechtfertigen konnte, sich das Bild völlig ändert, wenn in Hamm halbstündig sofortige Anschlüsse nach ganz Europa bestehen.

Amerikanische Fluggesellschaften haben das „hub and spoke“-Konzept eingeführt, um ihren Kunden durchgehende Verbindungen mit einer Gesellschaft (online connections) anbieten zu können und dadurch ihre Marktposition zu stärken. Diese Erfahrung läßt sich auf den ITF nicht übertragen. Ein Konzept, das aber sicherlich aus dem Flugwesen übernommen wird, ist das des „slot pricing“. Wenn zum Beispiel der französische TGV oder der japanische Shinkansen eine schnelle Verbindung zwischen Köln und Frankfurt anbieten möchte, will er mit Sicherheit zur Taktzeit abfahren und auch ankommen, um optimale Anschlüsse zu gewährleisten. „Slots“ in den Bahnhöfen zur Symmetriezeit<sup>13)</sup> sind aber am teuersten. Das gilt auch für die Trassenpreise der Einfahrtsschneisen in die Knotenpunkte kurz vor und nach der Symmetriezeit.<sup>14)</sup>

Nach Einführung des ITF kann mit Fahrgastzuwachs gerechnet werden. Tabelle 5 zeigt die Erfolge, die AC Transit, einer der ÖPN-Verkehrsträger in der San Francisco Bay Area, mit einem ITF-artigen Fahrplan (grid network and timed transfer system) erzielt hat. AC Transit mußte seit Mitte der achtziger Jahre Einbußen bei den Fahrgastzahlen hinnehmen, da sich viele Arbeitgeber in den Vororten, entfernt von den traditionellen Routen, angesiedelt hatten. Daher wurde das Schachbrettmuster (grid network) im Gegensatz zu den einfachen Sternfahrten in die City so bedeutend. In Europa gibt es ähnliche Probleme. In der alten Bundesrepublik hat sich in den ersten 40 Jahren nach Ende des zweiten Weltkrieges die Fläche der bebauten Grundstücke verdreifacht.

12) Schulz, A., „Der Allgäu-Schwaben-Takt – Ein erster Schritt zur umfassenden Rationalisierung und Modernisierung des Regionalverkehrs“, Die Deutsche Bahn, 5/1993, Seite 364.

13) „Wenn die Fahrzeiten in beiden Richtungen identisch sind, dann kreuzen sich [im Takt verkehrende] Züge derselben Gattung immer am gleichen Ort und zur gleichen Minute. Dieser Zeitpunkt wird als ‚Symmetriezeit‘ definiert.“ (Göbertshahn) Quelle s. Fußnote 3. Die Symmetriezeit in Deutschland und der Schweiz ist die Minute 0 und 30. Das braucht aber nicht so zu sein. Die Niederlande und Belgien haben zum Beispiel andere Symmetriezeiten.

14) Das „slot pricing“ könnte in den Faktor Fahrplanqualität eingearbeitet werden, oder den Kunden würden feste Gleisbelegungsgebühren, die abhängig von Uhrzeit und Bahnhof sind, in Rechnung gestellt. Siehe Häusler, L., „Bildung und Funktion von Trassenpreisen für die Nutzung der Schieneninfrastruktur der DB AG“, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 66. Jahrgang, 1995, Heft 2.

Tabelle 5<sup>15)</sup>

AC Transit Regionen	Einführung des ITF- artigen Fahrplans	Durchschnittliche werktägliche Fahrgastzahlen		Änderung
		Dezember 1989	Dezember 1991	
West Contra Costa County	September 1990	12 488	28 329	+ 127%
Oakland-Berkeley- Alameda	April 1991	146 386	156 987	+ 7%
Übriges System	–	58 671	49 357	– 16%
Gesamtsystem	–	226 545	234 673	+ 4%

## 2) Der ITF ist das logische Komplement zum Hochgeschwindigkeitsverkehr

Es macht wenig Sinn, bis zu 130 Millionen Mark<sup>16)</sup> pro Minute Fahrzeitgewinn auszugeben, und dann Reisende 40 Minuten auf Anschlußzüge warten zu lassen. Da die Wartezeit im Bahnhof von den Reisenden als unangenehmer empfunden wird als die Zeit im fahrenden Zug, besitzt eine Minute Zeitgewinn durch kürzere Anschlußzeiten ein größeres Modal-Split-Änderungspotential als eine Minute Zeitgewinn durch kürzere Fahrzeiten.<sup>17)</sup> Die Forderung von Seiten der Umweltschützer, alle Streckenaus- und -neubauten nur im Rahmen des Integralen Taktfahrplans zu sehen, ist richtig.

Für die Eisenbahn ist es weitaus einfacher, immer knapper werdende öffentliche Finanzmittel zu bekommen, wenn sie argumentieren kann: Wir brauchen 1 Mrd. Mark, um die Fahrzeit zwischen A und B um 10 Minuten zu reduzieren, damit in A und B alle Anschlüsse stimmen, anstelle einfach zu sagen: Wir brauchen 1 Mrd. Mark, um die Fahrzeit zwischen A und B um 10 Minuten zu reduzieren. Es geht nicht mehr darum, Geschwindigkeiten nur um der Geschwindigkeit willen zu erhöhen, sondern um Anschlüsse herzustellen und wichtige Städte effizient in das System zu integrieren. Die Frage, was jedoch „so schnell wie nötig“ ist, kann der ITF, im Gegensatz zur Meinung einiger Umweltschützer,<sup>18)</sup> nicht beantworten. Diese Problematik wird am Beispiel der Strecke Köln – Hannover noch näher erörtert (Abschnitt 1.3.2).

15) Cervero, R., „Surviving in the Suburbs: Transit's Ultimate Challenge“, The University of California Transportation Center, UCTC No. 169.

16) Diese Zahl, die manchmal zitiert wird ist nicht ganz richtig, da die Neubaustrecken ja hauptsächlich gebaut worden sind, um Kapazitätsengpässe zu beseitigen. Die richtige Frage wäre: Wieviel Mehrkosten sind dadurch entstanden, die Neubaustrecken für 250 km/h gegenüber 120 km/h zu trassieren. Daraus ergaben sich dann die wahren Kosten pro Minute Reisezeitgewinn. Aber das Hauptargument bleibt bestehen: Bei solch hohen Kosten für Fahrzeitgewinne durch Streckenausbau kann man die Reisezeitverkürzungen, die durch kürzere Umsteigezeiten erreicht werden können, nicht vernachlässigen.

17) Walther ist es gelungen, das unterschiedliche Empfinden der Reisenden gegenüber den verschiedenen Reisezeitkomponenten zu quantifizieren. Danach wird im Personennahverkehr eine Minute Wartezeit immer als unangenehmer als eine Minute Fahrzeit empfunden. Walther, K., „Maßnahmenreagibler Modal-Split für den städtischen Personenverkehr“, Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Instituts der RWTH Aachen, Heft 45, 1991.

18) Zängl, W., „Tempolimit für den ICE, Teil IV“, Süddeutsche Zeitung, 21./22. 11. 92.

### 3) Mehr Kapazität für Güterzüge auf Strecken mit Mischbetrieb

Wenn der Eilzug nur 15 Minuten schneller ist als der Nahverkehrszug, die Reisenden dann aber die „gewonnenen“ 15 Minuten im Knotenpunkt wieder verlieren, da die Anschlüsse im Knoten auf die Nahverkehrszüge abgestimmt sind, lohnt es sich nicht, sofern der Anteil der nicht umsteigenden Direktfahrer nicht sehr hoch ist, auf dieser Strecke noch Eilzüge zu fahren. Durch ein entflehtes Angebot, vielleicht nur mit Nahverkehrszügen, stehen jetzt dem Güterzugverkehr weitaus mehr Fahrplantrassen zur Verfügung. Ohne Überholungen können die Güterzüge jetzt vor und hinter den Nahverkehrszügen fahren, und der Nutzen der Strecke wird vom Kapazitätsstandpunkt maximiert.

Die Vorteile des Integralen Taktfahrplans sind sehr überzeugend, aber dessen Nachteile nicht minder bedeutsam:

#### a) Der ITF ist angebotsbestimmt und nicht nachfrageorientiert

Der Taktfahrplan im allgemeinen, aber der Integrale Taktfahrplan insbesondere, setzt eine weitgehend gleichmäßige Auslastung voraus, die im Regelfall nicht gegeben ist. Im Bereich des Frankfurter Verkehrsverbundes (FVV) wird 85% (!) des täglichen Aufkommens pro Fahrtrichtung während nur 2,5 Spitzenstunden abgewickelt. Die restlichen 15% verteilen sich über den ganzen Tag. Beim Taktfahrplan kann man nachfragegerecht den Takt verdichten und ausdünnen, beim Integralen Taktfahrplan ist eine Ausdünnung des Taktes nicht möglich, da dann sofort Knotenpunkte wegfallen. Dies hat zur Folge, daß die Umsetzung des ITF oft sehr unwirtschaftlich ist.<sup>19)</sup> Da beim Integralen Taktfahrplan das Kapazitätsangebot nur noch bedingt über den Fahrplan geregelt werden kann, ist es umso wichtiger, Wagenmaterial zu verwenden, das sich flexibel an die Nachfrage anpassen kann, wie zum Beispiel Triebwagen und Wendezugeneinheiten mit automatischen Kupplungen.<sup>20)</sup>

Ein niedrigerer Besetzungsgrad und eine damit einhergehende schlechtere Energiebilanz muß als Nachteil eines vertakteten Hochgeschwindigkeitssystems in Kauf genommen werden (Tabelle 6).

Tabelle 6

Hochgeschwindigkeitszug	Durchschnittlicher Besetzungsgrad (1992) <sup>21)</sup>
AVE (Spanien)	66%
TGV (Frankreich)	65%
ICE (Deutschland)	51%

19) Erfahrungen mit dem 1990 eingeführten Neuen Austro-Takt der Österreichischen Bundesbahn zeigen, daß bei einem um 30% erweiterten Angebot und um 20,4% gestiegenen Kosten nur ein Nachfragezuwachs von 11,5% mit einer Erlössteigerung von 6,8% erreicht wurden. „Kritik an der Einführung des Integralen Taktfahrplans“, Internationales Verkehrswesen, 1 + 2/95, Seite 7.

20) Das ist auch geplant. Siehe Schnell, P., „DB Develops New Rolling Stock Strategy“, International Railway Journal, April 1995, insb. Seite 39.

21) Jänsch, E., „Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa wächst zügig“, Eisenbahntechnische Rundschau, Mai 1994.

Das macht es aber umso notwendiger, ein Yield-Management-System wie im Flugwesen einzuführen, das für die nachfragestärksten Züge die höchsten und für die nachfrage-schwächsten die niedrigsten Tarife vorsieht.<sup>22)</sup> Das praktische Resultat der BahnCard ist, daß die Bahn AG zur Zeit ein „reverse“ oder umgekehrtes „yield management“-System betreibt. Wochenendpendler nehmen den durch die BahnCard gewährten Mengenrabatt am ehesten in Anspruch, wodurch die am meisten überlasteten Züge Freitag nachmittags den niedrigsten und nicht den höchsten durchschnittlichen Ertrag pro Personenkilometer aufweisen. Es wäre sinnvoller, den Mengenrabatt auf vielleicht 10% zu begrenzen, was die BahnCard billiger machte. Sie würde dadurch von mehr Leuten gekauft, die sie dann auch benutzen wollten.

Das Problem der Kundenakzeptanz, mit dem die Bahn deshalb zu kämpfen hat, da sie versucht, Nachfragesteuerungen über ein sehr kompliziertes Zuschlagsystem durchzuführen, ist in sehr humoröser Weise in einem Artikel der Zeit beschrieben worden.<sup>23)</sup> Dieser Beitrag macht auch sehr deutlich, was unter dem Ärgernisgrund „Preisgestaltung undurchsichtig“ in Tabelle 3 zu verstehen ist. Bei einem Yield-Management-System kann der Kunde immer nach dem billigsten Zug auf einer bestimmten Strecke in einem gewissen Zeitraum fragen. Potentiale, durch die die Einnahmesituation der Eisenbahn im Fernverkehr verbessert werden kann, sind in einer wissenschaftlichen Arbeit aufgezeigt und quantifiziert worden.<sup>24)</sup>

Im Nah- und Regionalverkehr ist Nachfragesteuerung durch den Preis auch möglich, wie das Beispiel der U-Bahn in Washington, DC zeigt. Reisenden, die spät abends oder werktags zwischen 10 und 14 Uhr fahren, könnte ein erheblicher Rabatt gewährt werden.

#### b) Je vernetzter ein System ist, desto verspätungsanfälliger wird es

Der spanische Hochgeschwindigkeitszug AVE kommt 99,6% der Zeit planmäßig am Zielort an.<sup>25)</sup> Für das vernetzte deutsche InterCity-System ist ein Pünktlichkeitsgrad von 90% schon schwer zu erreichen. Das Konzept immer weitreichender Folgeverspätungen, die nicht mehr abgebaut werden können, ist nicht tragbar. Wie ein Halbstundentakt diesem Problem Abhilfe schaffen kann, wird im nächsten Abschnitt erläutert.

#### c) Der ITF ist für viele Reisende völlig ohne Bedeutung

Umfragen im FVV haben ergeben, daß ungefähr 70% der Reisenden Direktfahrer sind, die überhaupt nie umsteigen, 20% einmal und nur 10% mehrfach umsteigen. Für diese 70% ist der ITF also völlig ohne Bedeutung. Wenn zur Umsetzung des ITF Züge verlangsamt werden müssen, um optimale Anschlüsse zu erzielen, würde der ITF also für 70% der heutigen

22) Clever, R., „Eine Zukunftsvision des InterCity Systems – Notwendige Änderungen in der Fahrplan- und Tarifgestaltung“, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 65. Jahrgang, 1994, Heft 2, insb. Seite 140 ff. Das Yield-Management-System Resarail ist von den Französischen Staatsbahnen in Zusammenarbeit mit American Airlines entwickelt worden. Paradoxiere Weise braucht es das deutsche taktorientierte Eisenbahnsystem viel nötiger als das französische bedarfsorientierte.

23) „Ausgenommen 6. Juni – Kenner sind begeistert: Das Preis-System der Deutschen Bahn“, Die Zeit, 3. März 95 (Seite 21 in der nordamerikanischen Ausgabe).

24) Broich, C., (Diplomarbeit) „Preisstrategien im Schienenpersonenfernverkehr: Möglichkeiten der Ergebnisverbesserung durch Preisdifferenzierung bei den deutschen Bahnen“, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität zu Köln, 1993.

25) „AVE Initiative Pays Off“, International Railway Journal, Februar 1995, Seite 15.

Reisenden eine Verschlechterung bedeuten. Es ist wichtig, bei der Entwicklung eines ITF das Verhältnis von Direktfahrern und Umsteigern im Auge zu behalten. Man muß aber auch sagen, daß die Zahl der Direktfahrer wahrscheinlich nur deshalb so hoch ist, weil zur Zeit völlig unzureichende Anschlußmöglichkeiten bestehen und nur bei Direktverbindungen der ÖPNV überhaupt eine Alternative zum Auto darstellt.<sup>26)</sup>

d) *Der ITF könnte politisch schwer durchsetzbar sein*

Wie in der Einführung angedeutet, ist zur Umsetzung des ITF im deutschen Fernverkehr ein Halbstundentakt, und damit eine Beschränkung auf nur drei Zuggattungen notwendig. Bei jeder völligen Umstrukturierung des Fahrplans läßt es sich nicht ausschließen, daß einige Orte schlechter als zur Zeit bedient werden. Insbesondere könnte der ITF eine Verschlechterung für diejenigen Kleinstädte bedeuten, die zur Zeit noch von RegionalExpress-, künftig aber nur noch von Nahverkehrszügen angefahren werden.<sup>27)</sup> Ein S-bahnartiger Nahverkehr im Halbstundentakt mit sofortigen Anschlüssen in den „Sternbahnhöfen“<sup>28)</sup> würde für die langsamere Verbindung zum nächsten Knoten zumindest teilweise kompensieren. Da jedoch „Besitzstandswahrung“ (Lokalpolitik) in Deutschland eine große Rolle spielt und hier auch das Hochgeschwindigkeitssystem schon erheblich verlangsamt hat (Abschnitt 1.3), könnte der ITF politisch schwer durchsetzbar sein.<sup>29)</sup> Der Integrale Taktfahrplan erfordert auch ein völliges Umdenken bei den Ausbauplänen der Bahn: „Bei der Erarbeitung des [Bundesverkehrswegeplans] wurde der Sollfahrzeit unter dem Gesichtspunkt eines integralen Angebotskonzeptes keine Beachtung geschenkt. Einige dieser BVWP-Maßnahmen sind planerisch weit fortgeschritten oder bereits in Ausführung, so daß Änderungswünsche, die sich aus den Anforderungen eines ITF an die Infrastruktur stellen, [bis zum Jahre 2000] nicht mehr möglich sind.“<sup>30)</sup>

e) *Der ITF nutzt bestehende Bahnhofskapazitäten nicht optimal aus*

Dieses ist die Achillesferse des Integralen Taktfahrplans. Die Grundidee des ITF ist es, daß Züge in den Knoten- oder Sternbahnhöfen fast gleichzeitig ankommen, den Reisenden ungefähr 5 Minuten Zeit zum Umsteigen geben und dann fast gleichzeitig wieder abfahren.

26) Wälder (siehe Fußnote 17) ist bei empirischen Untersuchungen des Umsteigewiderstandes im Nahverkehr zu folgendem Ergebnis gekommen: Der Zeitbewertungsfaktor steigt exponentiell mit der erforderlichen Wartezeit. Bei einer Wartezeit von 8 Minuten beträgt er 4,0. Eine Gesamtfahrzeit von 20 Minuten plus 8 Minuten Umsteigezeit wird also einer Gesamtfahrzeit von 52 Minuten ohne Umsteigen gleichgestellt.

27) Dieses Problem kann wie folgt quantifiziert werden: Eine Belastungssimulation der IVV Braunschweig (vgl. Fußnote 90) ging von 490 Eilzugbahnhöfen aus, die nicht auch IR-Bahnhöfe waren. Ähnliche Probleme könnte es für nicht an Hochgeschwindigkeitsstrecken liegende Mittelzentren wie Koblenz geben, die künftig nur noch von InterRegios bedient werden würden. Siehe Abschnitt 1.2 „Das Niederländische Modell“.

28) „Sternbahnhöfe“ sind die Knotenpunkte des ITF, da sie sternförmig angefahren und wieder verlassen werden. Deshalb kann der ITF auch als „Starplan“ bezeichnet werden. Siehe „Vom Fahrplan zum Starplan“, Broschüre des Rhein-Main-Verkehrsverbundes, Juli 1994, Seite 3.

29) Ein ähnliches Problem ergab sich in den USA. Nach der Deregulierung des Flugwesens im Jahre 1976 gaben die Fluggesellschaften ihre „milk runs“ (Flüge mit vielen Stops in kleinen Städten) zugunsten des „hub and spoke“-Systems auf. Viele Mittelzentren verloren dadurch ihren Jetservice und wurden danach nur noch mit Turbinenmaschine an die nächsten Drehscheiben angeschlossen. Wie beim ITF sind die ganz kleinen Flughäfen (Haltepunkte) die Gewinner (vgl. Vor- teil 1), die etwas größeren aber die Verlierer.

30) „Integraler Taktfahrplan [Fernverkehr] Fv 2000-Schlußbericht“, SMA und Partner AG, Zürich, Januar 1994, Seite 6. (Gutachten erstellt im Auftrag der Bundesbahn).

Da die Bahnhöfe in den Zwischenzeiten fast ungenutzt sind, muß der gesamte Zugbetrieb während der kurzen, halbstündig wiederkehrenden Stoßzeiten abgewickelt werden. Das erfordert Ausbauten, vor allen Dingen um gleichzeitige Ein- und Ausfahrten zu ermöglichen. In einigen Fällen ist eine gleichzeitige Abfertigung der Züge überhaupt nicht möglich, und der Drehscheibenverkehr müßte in mehreren Wellen ablaufen. Die Abschnitte 2.2 und 2.3 befassen sich eingehend mit dieser Problematik und schlagen Lösungsansätze vor.

Um ein „hub and spoke“-System im Flugwesen zu realisieren, braucht man, für europäische Verhältnisse, riesige Flughäfen wie Dallas/Ft. Worth, Chicago oder Denver. Mehr europäischen gleichende Flughäfen wie Washington National oder New York LaGuardia sind für einen Drehscheibenverkehr völlig ungeeignet.

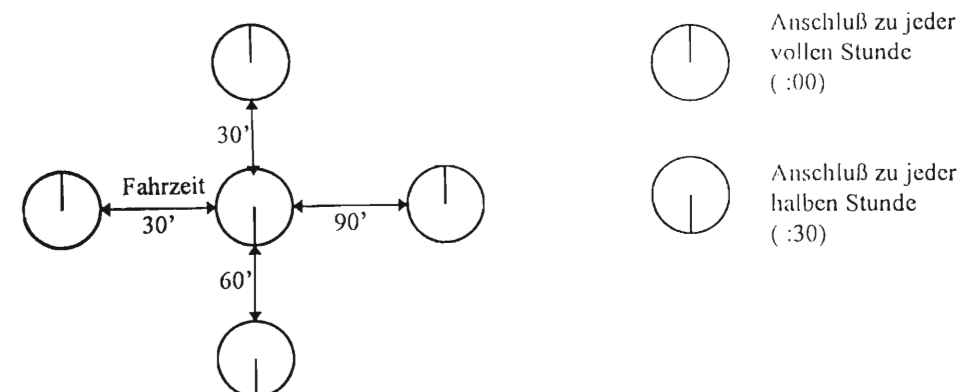
f) *Der ITF erfordert einen Ausbau des Stromversorgungsnetzes*

Da Strom nicht gespeichert werden kann, muß das Energieversorgungssystem auf die Spitzen der Stromversorgung ausgerichtet sein. Dadurch wird Strom zu Spitzenzeiten entsprechend teuer. Die Niederländischen Eisenbahnen haben sogar „peak clippers“<sup>31)</sup> installiert, die Unterwerke ausschalten, um Spitzen der Stromversorgung zu vermeiden. Demgegenüber verlangt der ITF, daß Züge zu den Taktzeiten mehr oder weniger gleichzeitig anfahren, das Stromnetz also aufs äußerste belasten. Dieses Problem mußte auch in der Schweiz gelöst werden.

1.1.3 *Der Optimale Takt*

Um Überkapazitäten zu vermeiden, könnte der ITF auf einem Stundentakt basieren. Zur Hauptverkehrszeit würde dieser Stundentakt dann nachfragegerecht verdichtet. Dieses erscheint sehr logisch, ist aber in Deutschland nicht möglich, wie folgende Überlegungen zeigen:

Abbildung 3

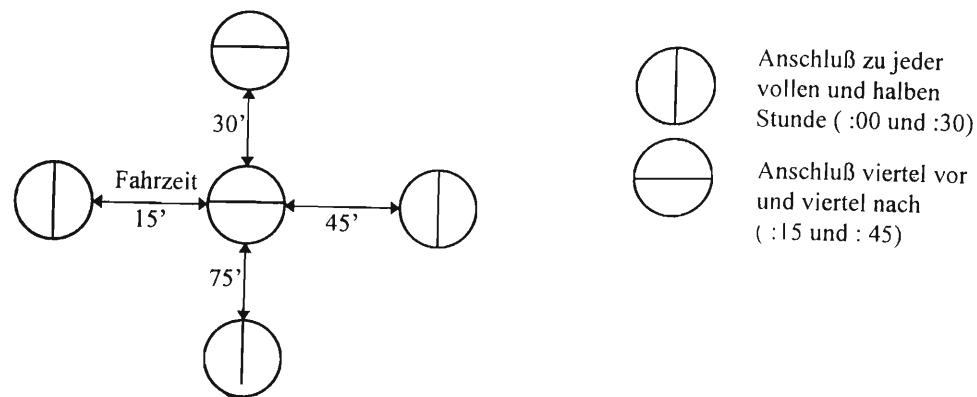


Wie Abb. 3 zeigt, müssen beim Stundentakt die Knoten ein Vielfaches von 30 Minuten (30', 60', 90') auseinanderliegen.

31) „NS tries to solve power problems“, International Railway Journal, Juli 1994, Seite 14.



Abbildung 4



Aus Abb. 4 ergibt sich, daß beim Halbstundentakt die Knoten ein Vielfaches von 15 Minuten (15', 30', 60', 75', 90') auseinanderliegen müssen.

Beim 20 Minutentakt müssen die Knoten ein Vielfaches von 10 Minuten auseinanderliegen. Generell bestimmt also die Taktfolgezeit die Abstände der Knoten durch die Formel:

$$\text{Abstände der Sternbahnhöfe [min]} = \frac{\text{Taktfolgezeit [min]}}{2} \cdot 1, 2, 3, \dots$$

Je dichter die Taktfolge, desto größer ist also die Flexibilität bei der Gestaltung des ITF, und desto geringer sind somit auch die Investitionen, alle Anschlüsse passend zu machen. Desto mehr Städte können auch Knoten des ITF werden. Dem steht jedoch gegenüber: Je dichter die Taktfolge, desto höher sind die Betriebskosten, und desto höher ist die Gefahr, Überkapazitäten zu schaffen. Es existiert also eine optimale Taktfolge für den Integralen Taktfahrplan in Deutschland. Dieser Beitrag geht davon aus, daß diese optimale Taktfolge für den ITF in Deutschland der Halbstundentakt ist.

Wenn viele der bedeutenden Umsteigeknoten den Abstand einer Römischen Tagesreise<sup>32)</sup> (etwa 100 km) voneinander haben, wie zum Beispiel in der Schweiz, resultiert daraus eine vergleichsweise gleichmäßige Netzstruktur.<sup>33)</sup> Da Lausanne, Bern, Luzern, Zürich und Basel alle ungefähr eine Stunde voneinander entfernt liegen, ist in der Schweiz ein Stundentakt zur Umsetzung des ITF völlig ausreichend. In Deutschland ist ein gutes Beispiel der Römischen Tagesreisen die Achse Nürnberg – Regensburg – Passau. Der ITF wird in Deutschland zunächst südlich und westlich der Linie Köln – Stuttgart – München eingeführt,<sup>34)</sup> also in dem ehemals von den Römern besetzte Gebiete. Wenn man aber auch den

32) Prof. Dr. Kröh während einer Vorlesung am 2. 12. 94 in Karlsruhe.

33) „Die Soll-Fahrzeit von 55 Minuten je Streckenabschnitt ergab sich aus der Siedlungsstruktur und stellt insofern einen anderswo nicht wiederholbaren „Gag“ dar“. Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 4, Hochgeschwindigkeitsverkehr international“, Seite 159.

34) DB Artikelservice, 31. 5. ist 94: Integraler Taktfahrplan ab 29. Mai erweitert: Schienennahverkehr im festen Rhythmus und mit Anschlüssen an den Fernverkehr – Neuer Taktfahrplan in Rheinland-Pfalz und Oberbayern / Allgäu-Schwaben-Takt erweitert.

Integralen Taktfahrplan in den nicht von den Römern besieigten Gebieten einführen will, braucht man die Flexibilität des Halbstundentaktes.

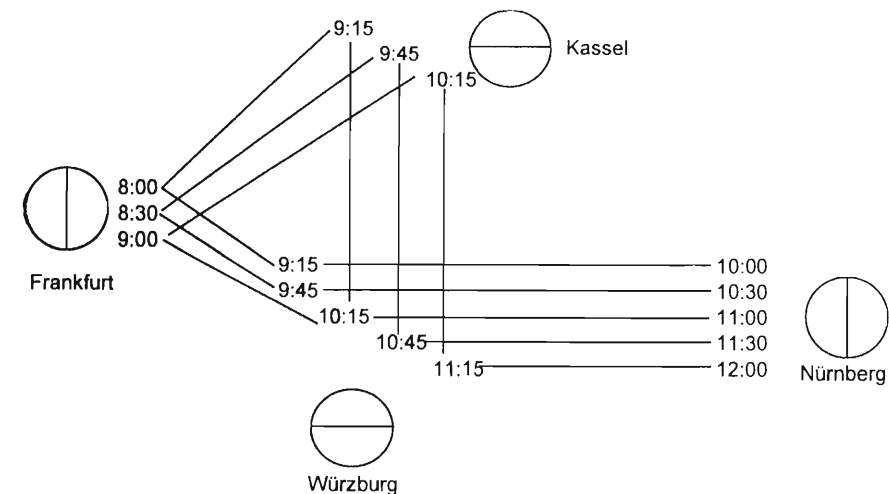
Generell hat man bei einem Stundentakt in den meisten Teilen Deutschlands die folgenden 3 unbefriedigenden Alternativen:

- die Investitionen ins Unendliche steigen zu lassen, um Fahrzeiten von knapp 30 Minuten oder einem Vielfachen dessen zu erreichen,
- die Züge so zu verlangsamen, daß zwar die Anschlüsse stimmen, aber man auch viele Fahrgäste durch die größere Reisedauer verliert,
- nur aus wenigen Knotenpunkten Sternbahnhöfe des ITF zu machen, was der Grundidee des ITF, Flächendeckung zu erreichen, völlig zuwider läuft.

Hier zunächst das Beispiel der Strecke Frankfurt – Kassel – Hannover. Knapp zwei Stunden zwischen Frankfurt und Hannover unterwegs zu sein, ist kein großes Problem. Das hat der ICE „Börsesprinter“ im Jahresfahrplan 1993/94 schon geschafft (ohne Zwischenhalt). Um allerdings auch aus Kassel einen vollwertigen Knotenpunkt des ITF zu machen, müßte bei einem Stundentakt die Strecke Frankfurt – Kassel von bisher 1:17 h auf knapp eine Stunde beschleunigt werden. Das wäre ohne höhere Investitionen sicherlich nicht machbar. Auf der anderen Seite müßte die Strecke Kassel – Hannover auf knapp eine Stunde verlangsamt werden.

Ein ähnliches Bild ergibt sich auf der Strecke Frankfurt – Würzburg – Nürnberg. Nach Beendigung der Ausbaumaßnahmen zwischen Würzburg und Nürnberg müßten bei einem Stundentakt die Züge zwischen Frankfurt und Würzburg erheblich beschleunigt und zwischen Würzburg und Nürnberg erheblich verlangsamt werden. Oder man müßte es aufgeben, aus Würzburg einen Knoten des ITF zu machen.

Abbildung 5



Wie Abb. 5 zeigt, würde der Halbstundentakt alle diese Probleme lösen. Der Halbstundentakt im ICE-System ist nicht so unrealistisch, wie es zunächst erscheinen mag. Mit Ausnahme der Abschnitte Köln – Hannover und Essen – Hamburg verkehren schon heute mindestens zwei IC-Zugpaare pro Stunde auf jeder Strecke. Nach Einführung des ICE 2 könnten die meisten Strecken mit gekoppelten Halbzügen im Halbstundentakt bedient werden, wobei jeweils ein Halbzug eine der heutigen Linien abfährt. Zwischen Köln und Hannover bzw. Hamburg würden dann nur Halbzüge im Halbstundentakt verkehren, anstelle wie heute Vollzüge im Stundentakt. Das Sitzplatzangebot des künftigen ICE-Systems würde also in etwa dem des heutigen IC-Systems entsprechen. Teil 3, der sich mit Zukunftsperspektiven des ICE befaßt, erläutert diesen Vorschlag noch detaillierter.

Ein Halbstundentakt bei InterRegios ist auf einigen stark frequentierten Strecken auch nicht unrealistisch, da, wie im nächsten Abschnitt erläutert, sich die künftige InterRegio-Zugkategorie aus drei der heute bestehenden Kategorien zusammensetzen würde. Im Nahverkehr wird schon heute der Halbstundentakt im Rahmen der regionalen ITF auf vielen Strecken gefahren.<sup>35)</sup> Die Einführung der Integralen Taktfahrpläne auf regionaler Basis brachte erhebliche Angebotserweiterungen mit sich, z.B. 60% im Landesdurchschnitt in Rheinland-Pfalz.<sup>36)</sup> Wichtig ist es, daß jetzt das richtige Wagenmaterial zur Verfügung steht, auch nachfrageschwache Strecken in den Integralen Taktfahrplan mit einzubeziehen. Nach dem Vorbild des Karlsruher Modells könnten Stadtbahnwagen auf für den Personenverkehr stillgelegten elektrifizierten Güterzugstrecken fahren und an den Endpunkten die Stadtzentren mitbedienen. Da sich die Durchschnittsgeschwindigkeit der Stadtbahn kaum von der der Güterzüge unterscheidet, würde selbst ein halbstündiger Takt die Kapazität der Strecke nicht wesentlich verringern. Auf nicht elektrifizierten Strecken steht mit dem RVT jetzt ein mit Buskomponenten gebauter, moderner Kleintriebwagen zur Verfügung.<sup>37)</sup>

Die Nachteile des Halbstundentaktes beziehen sich hauptsächlich auf die Gefahr, Überkapazitäten zu schaffen. 1989 waren 43% des Netzes der Deutschen Bundesbahn elektrifiziert. Auf diesem elektrifizierten Netz wurden 87% der Transportleistungen erbracht. Dies zeigt, wie ungleichmäßig das Netz ausgelastet ist.<sup>38)</sup> Das hier vorgeschlagene Modell ist ein theoretisches Konzept, dessen 100 prozentige Umsetzung unmöglich ist. So wird sicherlich der ICE zwischen Köln und Amsterdam nicht im Halbstundentakt fahren. Für den Integralen Taktfahrplan gilt generell, daß bei zunehmender Umsetzung die Kosten überproportional steigen. Es gilt, den optimalen Umsetzungsgrad zu finden.

Ein weiterer Nachteil ist, daß der Halbstundentakt es unmöglich machen könnte, ein echtes Hochgeschwindigkeitssystem in Deutschland zu entwickeln. Frankreich erreicht kurze Fahrzeiten durch Nonstopverbindungen zwischen Paris und Städten in der Provinz. Viele dieser Nonstopverbindungen werden aber nur drei Mal am Tag angeboten. In Deutschland hingegen wird fast jeder IC-Systemhalt zwei Mal pro Stunde und Richtung bedient. Wegen

35) Siehe DB Artikelservice, 31. 5. 94, Seiten 2 und 3.

36) „Rheinland-Pfalz – Ein Land spart Zeit. Rheinland-Pfalz-Takt. Die Vorstufe“, Herausgeber: Ministerium für Wirtschaft und Verkehr, Mainz, undatiert, Seite 6.

37) „RVT: Designed To Fill A Gap In The Market“, International Railway Journal, September 1994, Seite 45.

38) Ellwanger, G., „Kapazitätsgrenzen im Eisenbahnverkehr: Stand und Entwicklungsaussichten“, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 62. Jahrgang, 1991, Heft 3, Seite 129.

der Häufigkeit der Regelzüge gibt es aber kaum schnelle Nonstopverbindungen („Sprinter“). Schnelligkeit und Häufigkeit schließen sich also in gewisser Weise gegenseitig aus, wenn ein der Nachfrage entsprechendes, wirtschaftliches Angebot geschaffen werden soll.

Der Herausforderung in Deutschland, ein Fernverkehrssystem zu entwickeln, welches sowohl über die Vorteile des schweizerischen (Häufigkeit) als auch des französischen Modells (Schnelligkeit) verfügt, kann nur durch kürzere Hochgeschwindigkeitszüge begegnet werden. Je kürzer die Züge und je dichter die Zugfolge, desto weniger schließen sich Häufigkeit und Schnelligkeit gegenseitig aus.<sup>39)</sup> Der erste Schritt ist mit der Einführung des ICE 2 schon getan worden. Regelzüge im Halbstundentakt bilden den Kern des ITF. Darüber hinaus nachgefragte Kapazitäten werden mit Nonstopverbindungen zwischen Ballungsräumen, „Sprintern“, abgefahren, die aufgrund ihrer hohen Reisegeschwindigkeit große Verkehrsströme von der Straße und aus der Luft auf die Schiene zurückgewinnen können.

Nun zu den Vorteilen des zur Umsetzung des ITF im deutschen Fernverkehr notwendigen Halbstundentaktes:

a) *Der Halbstundentakt greift eines der Kernprobleme auf, welches potentielle Fahrgäste davon abhält, das Schienennetz zu benutzen, die zeitliche Verfügbarkeit*

Dieser Vorteil wird anhand einer theoretischen Überlegung deutlicher. Sechs Zugkategorien im Stundentakt verkehren zu lassen, wäre mindestens so teuer, wie drei Zugarten im Halbstundentakt zu fahren. Reisende würden jedoch drei Zugkategorien im Halbstundentakt („Deutschland im Halbstundentakt“) als weitaus besseres Angebot empfinden als sechs Zugkategorien im Stundentakt. Kaufentscheidungen basieren nie auf dem tatsächlichen Angebot, sondern immer nur auf der Empfindung des tatsächlichen Angebotes von Seiten der Kunden. In diesem Fall ist die Empfindung der Reisenden korrekt, die Alternative des Halbstundentaktes gewährt ihnen eine höhere zeitliche Verfügbarkeit. Weniger Zugkategorien bringen zusätzlich noch Kostenvorteile durch einheitlicheres Wagenmaterial, niedrigere Instandhaltungskosten etc. Trotz wahrscheinlich niedrigerer Kosten hätten also drei Zugkategorien im Halbstundentakt ein erheblich größeres Modal-Split-Änderungspotential als sechs Zugarten im Stundentakt. Da eine Beschränkung auf weniger als drei Zugkategorien nicht sinnvoll erscheint, ist zu vermuten, daß der Halbstundentakt ein gewisses Optimum in einer Kosten-Nutzen-Analyse getroffen hat.

b) *Der Halbstundentakt hält die Verspätungsanfälligkeit des ITF in Grenzen*

Der Integrale Taktfahrplan im Fernverkehr ist bei einem 2-Stundentakt und einem Stundentakt unbedingt, bei einem Halbstundentakt bedingt und bei einem 10-Minutentakt nicht notwendig. Wenn alle Züge in Deutschland im 10-Minutentakt führen, bräuchte man sich im Fernverkehr um Anschlüsse keine Sorgen zu machen. Die Tatsache, daß der ITF beim Halbstundentakt nur noch bedingt notwendig ist, läßt sich dadurch zunutze machen, daß in den Sternbahnhöfen nicht mehr auf verspätete Anschlußzüge gewartet zu werden braucht, sofern sich im folgenden Zug noch genügend Plätze für die verspäteten Umsteiger befinden.

39) Das ist einer der marktentscheidenden Vorteile des Magnetschwebbahnsystems, der aber oft übersehen wird (Zavergiu, R. M., in dem unveröffentlichten Artikel: „The Opportunities and Challenges for Maglev in California“). Da sich der größte Teil des Motors in der Trasse befindet, hat jeder Wagen seinen eigenen Antrieb. Die Technologie erlaubt auch wesentlich kürzere Zugfolgezeiten. Zu einer kurzen Diskussion siehe Abschnitt 3.



## c) Beim Halbstundentakt liegen die Kreuzungspunkte nur 15 min. voneinander entfernt

Der Hauptgrund, den ITF einzuführen, ist Flächendeckung zu erreichen. Dazu sind viele Sternbahnhöfe notwendig. Auf einer eingleisigen, ländlichen Strecke müßten also im Abstand von 15 min. Ausweichgleise eingerichtet werden. An diesen Bahnhöfen würden sich rechteckig zur Eisenbahnlinie verlaufende Buslinien kreuzen, so daß auch in dünner besiedelten Gegenden ein engmaschiges Netz erstellt werden kann.

## d) Der Halbstundentakt macht ein häufigeres Überholen langsamerer durch schnellere Züge möglich

Generell sind Überholungen langsamerer durch schnellere Züge in Knotenpunkten nur bei einer Taktfolge von mindestens einer halben Stunde möglich. Bei einem Stundentakt müßte der schnellere Zug eine ganze Stunde schneller sein als der langsamere, es müßten also die Sternbahnhöfe viel zu weit auseinanderliegen.<sup>40)</sup> Das kann gut an dem Beispiel der Strecke Hamm – Bielefeld – Minden – Hannover demonstriert werden.

Abbildung 6: Fahrzeiten im Jahresfahrplan 1995/96

IC 1:18			
IR 0:30	IR 0:25	IR 0:31	
SE 0:45	RE 0:36	SE 0:57	
Hamm	Bielefeld	Minden	Hannover

Das beste theoretische Modell für diese Strecke wäre, wenn der künftige ICE knapp eine Stunde von Hamm nach Hannover unterwegs wäre, der IR jeweils eine knappe halbe Stunde von Hamm nach Bielefeld, von Bielefeld nach Minden und von Minden nach Hannover bräuchte (schon realisiert), und die Nahverkehrszüge die drei Streckenabschnitte jeweils in einer knappen Stunde zurücklegen würden. Dann würden sich bei einem Halbstundentakt ICE und IR in Hamm und Hannover und IR und Nahverkehrszüge in Hamm, Bielefeld, Minden und Hannover überholen.

In der Realität wird sich ein solches theoretisches Modell nur mit großem Aufwand verwirklichen lassen. Es wäre jedoch sehr sinnvoll, den ICE zwischen Hamm und Hannover auf knapp eine Stunde zu beschleunigen (mehr dazu im Abschnitt 1.3.2 „Ein Beispiel: Brüssel – Berlin“). Dann könnten sich ICE und InterRegio sowohl in Hamm als auch in Hannover treffen. Nahverkehrszüge und InterRegios können sich schon bei den jetzigen Fahrzeiten in Hamm, Minden und Hannover treffen. Wegen der hohen SE-Haltepunktabstände (7,5 km zwischen Hamm und Minden) unterscheiden sich die Fahrzeiten zwischen InterRegios und Nahverkehrszügen hier nicht sehr stark. Bei einer echten S-Bahn oder Regionalbahn wären die Unterschiede ausgeprägter.

40) Die Vorteile des Halbstundentaktes liegen auch bei ICE-Sprintern auf der Hand, da sie nur eine halbe Stunde schneller zu sein brauchen, als ICE-Regelzüge, um völlig in den ITF eingebunden zu werden.

## 1.2 Das Niederländische Beispiel: Nur 3 Zugkategorien

Seit dem Jahresfahrplan 1995/96 gibt es in Deutschland im wesentlichen 3 Zugkategorien für den Fernverkehr (ICE, IC/EC und IR) und 3 Kategorien für den Nahverkehr (S-Bahn und Regionalbahn für den echten Nahverkehr, RegionalExpress als ehemalige Eilzüge und eine neue Kategorie, StadtExpress, die außerhalb der Ballungsräume überall halten, aber innerhalb der Ballungsräume als Eilzüge verkehren). Wie sehr sich diese Kategorien überschneiden, sieht man unter anderem an den Tatsachen, daß der neue Neitech-Triebwagen IC-T sowohl im InterCity- als auch im InterRegio-Verkehr eingesetzt werden soll,<sup>41)</sup> daß sich auf vielen Strecken 2-stündig verkehrende InterRegios mit 2-stündig verkehrenden Regional-Express-Zügen abwechseln, um zusammen einen Stundentakt zu bilden (z.B. Gießen – Frankfurt), und daß zwischen Leverkusen Mitte und Köln Hbf der StadtExpress nur 1 Minute schneller ist als die S-Bahn. Wie verwirrend alle diese Zugkategorien für die Reisenden sind, macht der schon oben erwähnte Beitrag in der Zeit<sup>42)</sup> deutlich.

Da sich die Angebote verschiedener Zugkategorien auf vielen Strecken überschneiden, fehlt die echte Produktdifferenzierung, was zumindest teilweise erklärt, warum InterRegios zur Zeit nicht profitabel sind.<sup>43)</sup> Reisende des Nahverkehrs nehmen Regional- oder Stadt-Express-Züge, da sie zuschlagfrei sind. Im Fernverkehr wird der InterCity bevorzugt, wenn es möglich ist, da er schneller ist, und sich der etwas höhere Zuschlag kaum im Gesamtfahrtpreis bemerkbar macht. In den Niederlanden gibt es ab Mai 1996 nur noch drei Zugkategorien: InterCity, InterRegio und Nahverkehr.<sup>44)</sup>

Die Leistungen der drei in diesem Beitrag vorgeschlagenen Zugkategorien können wie folgt segmentiert werden:

Tabelle 7

Zugkategorie	Höchstgeschwindigkeit	Durchschnittsgeschwindigkeit (Regelfall)
Hochgeschwindigkeitskategorie: ICE/TGV etc.	300 km/h	150 km/h
InterRegio	200 km/h	100 km/h
Metro	160 km/h <sup>45)</sup>	60 km/h (1 Minute pro km)

41) „IC-Neitech will complete high speed family“, Railway Gazette, April 1995, Seite 212 und „Siemens Rolls Out First ICE 2 Power Car“, International Railway Journal, August 1995, Seite 4.

42) Siehe Fußnote 23.

43) Sehen Sie auch: „InterRegio System vor dem Ende?“, Internationales Verkehrswesen, 48. Jg. (1996) 1/2, S. 7.

44) „New NS Double-Deckers Ready“, International Railway Journal, Dezember 1994, Seite 4.

45) Nach bestehenden Plänen der Deutschen Bahn AG soll die Geschwindigkeit von Regionalzügen auf 140 bzw. 160 km/h heraufgesetzt werden. Siehe Schnell, P., „DB Develops New Rolling Stock Strategy“, International Railway Journal, April 1995, Seite 37.

Nach der Öffnung der Schienenwege für Dritte ist in der Hochgeschwindigkeitskategorie mit der meisten Konkurrenz zu rechnen.<sup>46)</sup> Hier wird es aber den Anbietern sehr wichtig sein, ihre Markenartikel in das Bewußtsein der Kunden zu bringen. Daher ist es zu verstehen, wenn sie auf Zugnummern wie ICE 123, TGV 007 oder Bullet 001 (für den japanischen Shinkansen) bestehen. Nachfragesteuerung in dieser Kategorie wird im Regelfall durch Yield-Management wie im Flugverkehr oder bei den französischen Eisenbahnen erfolgen. In diesen Zügen ist Reservierung erforderlich.

Nachfragesteuerung in InterRegios und Zügen des Nahverkehrs erfolgt dadurch, daß Reisenden, die zu verkehrsschwachen Zeiten das System benutzen, Rabatte gewährt werden. InterRegios, als einzige Alternative zu den alle 1 – 10 km anhaltenden Nahverkehrszügen, müßten selbstverständlich ohne Zuschlag benutzt werden können. Das beste Beispiel für das Leistungsangebot der vorgeschlagenen InterRegio-Kategorie sieht man auf der Strecke Nürnberg – Hof, wo auf einer nicht elektrifizierten und kurvenreichen Strecke bei einem mittleren Haltepunktabstand von nur 27,8 km eine Reisegeschwindigkeit von 99,2 km/h erzielt wird. Für elektrifizierte, kurvenreiche Strecken wird künftig der Neitech-Triebwagen IC-T zur Verfügung stehen. Damit könnten dann die Abschnitte Köln – Koblenz und Koblenz – Frankfurt in einer knappen Stunde trotz zusätzlicher Halte in Remagen, Andernach, Boppard und Bingen durchfahren werden. Beim Karlsruher Modell erreicht man aufgrund der höheren Beschleunigung und des schnelleren Abbremsens der Stadtbahnwagen trotz erheblicher Verringerung des mittleren Haltepunktabstandes in etwa dieselbe Reisegeschwindigkeit wie bei Nahverkehrszügen. Analog dazu können Neitech-Triebwagen auf kurvenreichen Strecken bei einem Haltepunktabstand von nur 20 – 30 km die Durchschnittsgeschwindigkeit des heutigen InterCity-Systems erreichen.

Koblenz würde also als Zentrum der „Großen Acht“ (rechte und linke Rheinschiene werden in Koblenz miteinander verknüpft, die Endpunkte der Großen Acht sind Köln und Frankfurt) ein Sternbahnhof im InterRegio-System. Die Fahrzeiten verkürzt sich, da InterCity-Züge heute noch über eine Stunde zwischen Koblenz und Frankfurt unterwegs sind. Trotzdem ist ein Verschmelzen des durchschnittlich auf dem Altnetz etwa 100 km/h schnellen IC-Netzes mit einem von Neitech-Triebwagen betriebenen etwa 100 km/h schnellen InterRegio-Netz vielleicht politisch nicht möglich, da sich Städte wie Koblenz aus Prestigegründen dagegen sträuben würden. Auch weiterhin auf dem Altnetz verkehrende EuroCities würden mit in die InterRegio-Kategorie einbezogen, da sie aufgrund der niedrigen Reisegeschwindigkeit von nur 90 – 110 km/h nicht in die Hochgeschwindigkeitskategorie aufgenommen werden können.

InterRegio ist ein international allgemeinverständlicher Name. Das ist leider nicht der Fall für „Nahverkehrszug“. In den Niederlanden heißt er „stoptrein“, aus Marketing-Sicht ein unglücklicher Ausdruck. Eine Möglichkeit wäre, diese Zuggattung „Metro“ zu nennen. Dann könnten vielleicht auch die Franzosen davon überzeugt werden, diese Nomenklatur zu übernehmen, vor allen Dingen, wenn sie daran erinnert werden, daß Worte wie „inter“ und „region“ aus dem Lateinischen und Französischen in die englische Sprache übernommen

46) Für den preissensitiven Freizeit- und Urlaubsverkehr wird der Bus wohl weiterhin in vielen Fällen die beste Alternative bilden, da dieses Verkehrsmittel außer niedrigen Betriebskosten noch den zusätzlichen Vorteil hat, kleine Gruppen zielrein befördern zu können.

worden sind.<sup>47)</sup> Auch Stadtbahnen könnten Metro genannt werden, soweit sie eine Mindestreisegeschwindigkeit von 40 km/h erreichen.

Die Hauptidee des in diesem Beitrag vorgeschlagenen Modells ist es, wie schon am Beispiel der Strecke Hamm – Hannover erläutert, daß sich die drei Zuggattungen halbstündlich und stündlich überholen und auch mit Gegenzügen treffen und damit das Rückgrat des Integralen Taktfahrplans in Deutschland bilden, welcher im Endzustand das gesamte Netz des öffentlichen Verkehrs umfassen sollte.

### 1.3 Der Französische Ansatz: Modal-Split-Änderung durch Geschwindigkeit

Eine Diskussion zur Einführung des Integralen Taktfahrplans im deutschen Fernverkehr ist nicht vollständig, ohne auf die politischen Faktoren einzugehen, aufgrund deren Zusammenspiel in Deutschland nicht nur das mit Sicherheit langsamste, sondern vielleicht auch teuerste Hochgeschwindigkeitssystem der Welt entstanden ist. Bei den politischen Faktoren handelt es sich zum einen um übermäßig am Entscheidungsprozeß beteiligte lokale Interessen, die, wie Göttingen und Augsburg, darauf bestehen, „Hochgeschwindigkeits“-trassen mit Umwegen durch ihre Innenstädte zu leiten und dadurch das eigentliche Potential eines Hochgeschwindigkeitssystems, große Verkehrsströme von der Schiene auf die Straße zurückzuleiten, völlig zerstören. Zum anderen handelt es sich um wohlmeinende, aber leider wesentliche verkehrspolitische Zusammenhänge nicht verstehende Umweltschützer, die sich auf das Mikro-Management von Vogelarten konzentrieren, dabei aber das Kernproblem einer umweltbewußten Verkehrspolitik völlig übersehen, Rationalisierung zu fördern, damit „mit einem gegebenen Verkehrsaufwand (Zeit, Weg, Energie) eine größere Verkehrsleistung erbracht werden kann“,<sup>48)</sup> und somit Wirtschafts- und Verkehrswachstum „entkoppelt“ werden. Umweltschützer, denen dieser verkehrspolitische Überblick fehlt, werden ein leichtes Opfer lokalpolitischer Interessen, die nach Verbündeten suchen. Es ist wichtig, die naturwissenschaftlichen, betriebswirtschaftlichen und marktwirtschaftlichen Grundprinzipien des Schienenhochleistungsverkehrs richtig zu verstehen.<sup>49)</sup>

Beide politische Faktoren erhalten teilweise Unterstützung vom Bundesrechnungshof, der offensichtlich bereit zu sein scheint, 2,303 Mrd. DM für eine über Augsburg laufende, sieben Minuten Fahrzeit einsparende Streckenvariante Nürnberg – München auszugeben, jedoch gegen eine 700 Millionen Mark mehr kostende Direkttrasse über Ingolstadt, die 31 Minuten einspart, Einwände angemeldet hat.<sup>50)</sup> Daß es das politische Umfeld in Deutschland schafft, mit den vielleicht höchsten Investitionen die geringste Leistung zu erreichen, läßt der folgende Leistungsvergleich vermuten. Da es aber auf der anderen Seite Frankreich gelungen ist, mit den wahrscheinlich niedrigsten Kosten die höchste Leistung zu erzielen, wird dieser Abschnitt „Französisches Modell“ genannt.

47) Das Problem ist, daß es sich beim Französischen weder um eine tote noch um eine lebendige, sondern vielmehr um eine im 16. Jahrhundert eingefrorene Sprache handelt. Daher werden wohl europäeinheitliche Zuggattungsamen in Frankreich nicht so schnell eingeführt werden können.

48) Baum, H., „Entkopplung von Verkehrswachstum und Wirtschaftswachstum in Europa?“, Dokumentation der Fachtagung „Europäische Verkehrspolitik zwischen Integration, Wachstum und Umweltschutz“, insb. Seite 59.

49) Clever, R., „Eine Zukunftsvision des InterCity Systems – Notwendige Änderungen in der Fahrplan- und Tarifgestaltung“, Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 65. Jahrgang, 1994, Heft 2, insb. Seiten 121 – 130.

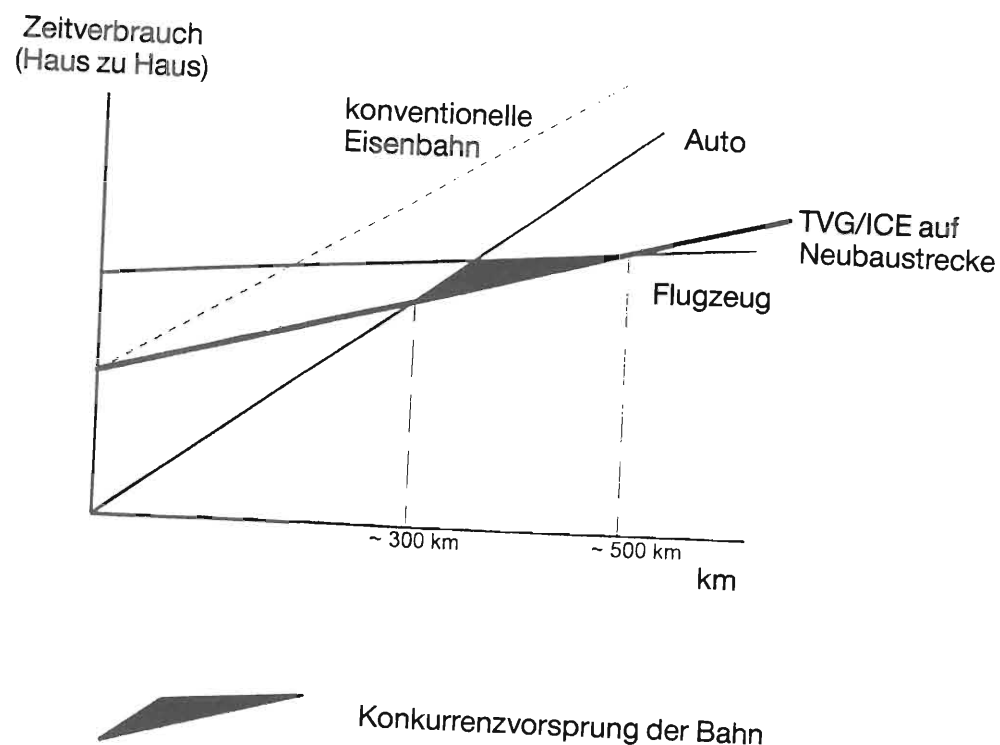
50) Der Spiegel, 21/1995, Seite 16, demzufolge der Bundesrechnungshof der Bahn „Multimillionen-Verschwendung“ vorgeworfen hat. Fahrzeitzugewinne laut Auskunft der Bahn AG.

### 1.3.1 Ein Leistungsvergleich der Hochgeschwindigkeitssysteme verschiedener Länder

Um die Ergebnisse des Leistungsvergleichs der Hochgeschwindigkeitssysteme verschiedener Länder besser verstehen zu können, wird zunächst ein Konzept vorgestellt, das, obwohl es mit Sicherheit nicht neu ist,<sup>51)</sup> in der Diskussion um den Neubau von Eisenbahnschnellverkehrsstrecken in Deutschland wenig Beachtung zu finden scheint. Es geht um das Konzept des Umwegfaktors. Der Umwegfaktor ist der Quotient: Streckenkilometer/Luftlinie.

Wenn es Ziel der Verkehrspolitik sein soll, große Verkehrsströme von der Straße auf die Schiene zurückzugewinnen, geht am Hochgeschwindigkeitsverkehr kein Weg vorbei.<sup>52)</sup> Da aber der Schienenhochgeschwindigkeitsverkehr mit anderen Verkehrsträgern nur in einem relativ kleinen „Fenster“ voll konkurrenzfähig ist (Abb. 7), kann er es sich nicht leisten, auch noch große Umwege zu fahren.

Abbildung 7



51) Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 3, Das Hochgeschwindigkeitssystem der Deutschen Bundesbahn“, Heidelberg 1990, Seite 65. Der Abschnitt „Ziel: Reisezeitverkürzung“ enthält auch zwei aufschlußreiche Häufigkeitsverteilungen von Umwegfaktoren und Luftliniengeschwindigkeiten im Schienenpersonenfernverkehr der Bundesrepublik.

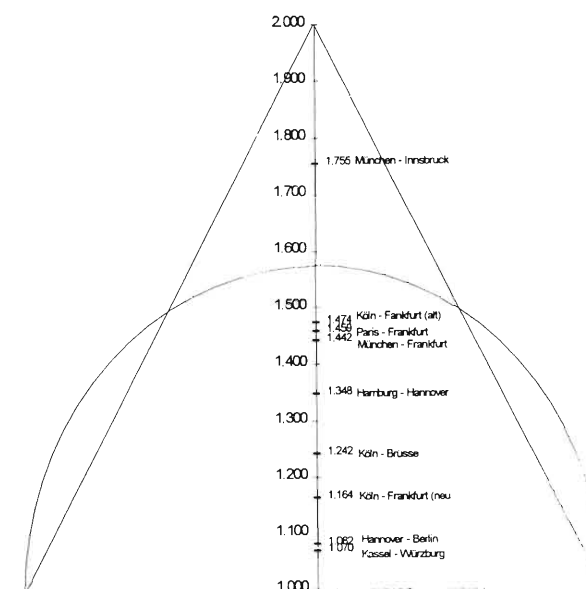
52) Siehe Fußnote 49.

Dieser Punkt, so selbstverständlich er klingt, wird heute in Deutschland sehr häufig übersehen. Die Neubaustrecke Nürnberg – Leipzig soll zum Beispiel über Erfurt geführt werden. Wie ein Blick auf die Landkarte schnell bestätigt, liegt Erfurt auf der Luftlinie München – Berlin, nicht München – Berlin. Erfurt ist 114 km von der Luftlinie München – Berlin entfernt.

Zunächst aber ist es wichtig, Referenzpunkte zu schaffen, damit man sich unter Zahlen, die den Umwegfaktor beschreiben, auch etwas vorstellen kann. Eisenbahnstrecken, die kürzer sind als die Luftlinie, gibt es nicht. Daher muß ein Umwegfaktor immer größer als 1,0 sein. Strecken, die schnurgerade einen Bahnhof in einem Ballungsraum mit einem Bahnhof in einem anderen Ballungsraum verbinden, gibt es auch nicht (zumindest nicht in Europa). Daher werden wir auch kaum einen Umwegfaktor von genau 1,0 finden können. Einige Strecken kommen aber sehr nahe an den Grenzwert von 1,0 heran, z. B. die Neubaustrecken Kassel – Würzburg (1,070) und Berlin – Hannover (1,082).

Ein weiterer Referenzpunkt ist das andere Extrem: 2,0. Diesen kann man sich an einem gleichseitigen Dreieck veranschaulichen (Abb. 8). Auf einer Strecke mit einem Umwegfaktor von 2,0 würde also der Zug quasi in einem spitzen Winkel von A nach B über C fahren. Umwegfaktoren liegen also in den meisten Fällen zwischen 1,0 und 2,0.

Abbildung 8<sup>53)</sup>: Umwegfaktor Diagramm



53) Wenn die Seiten des gleichseitigen Dreiecks eine Länge von 1 haben, hat das „Umwegfaktorthermometer“ nur eine Länge von 0,866. Daher kreuzt der Halbkreis das Thermometer ungefähr bei einem Umwegfaktor von 1,571.

Der dritte Referenzpunkt ist:  $\pi/2$  oder ungefähr 1,571. Strecken mit Umwegfaktoren, die über diesen Grenzwert hinausgehen, müssen als sehr problematisch angesehen werden.  $\pi$  ( $\sim 3.142$ ) ist das konstante Verhältnis zwischen Kreisumfang und Kreisdurchmesser. Ein Kreis mit einem Durchmesser von 1 hat also einen Umfang von  $\pi$ , und einen Halbkreisumfang von  $\pi/2$ . Ein Beispiel für eine Strecke, auf der Züge in einem Halbkreis von A nach B fahren, ist München – Innsbruck (Umwegfaktor  $172 \text{ km}/98 \text{ km} = 1,755$ )<sup>54)</sup> Hamburg – Hannover, mit einem Umwegfaktor von „nur“ 1,348 ist nicht ganz so problematisch.

Mit Hilfe des Umwegfaktors lassen sich jetzt auch einige erhebliche Diskrepanzen in der Leistungsfähigkeit verschiedener Hochgeschwindigkeitssysteme erklären. Hier zunächst sechs Beispiele von Hochgeschwindigkeitslinien, die Ballungsräume im kritischen Entfernungsbereich von ungefähr 400 km Luftlinie miteinander verbinden, dem Entfernungsbereich also, in dem Hochgeschwindigkeitszüge am konkurrenzfähigsten sowohl mit der Straße als auch mit der Luft sind.

Tabelle 8<sup>56)</sup>

Relation	Fahrzeit	Luftlinie [km]	Luftlinien- geschwindigkeit [km/h]	Strecken- kilometer	Reise- geschwindigkeit [km/h]	Umweg- faktor
Seoul – Pusan	1:40	327	196,2	411	246,6	1,257
Tokio – Osaka	2:30	403	161,2	515	206,0	1,278
Paris – Lyon	2:00	390	195,0	427	213,5	1,095
Hamburg – Frankfurt	3:22	394	117,0	517	153,6	1,312
Hannover – Stuttgart	3:45	401	106,9	534	142,4	1,332
Berlin – Frankfurt <sup>55)</sup>	3:58	423	106,6	580	146,2	1,371

Ein mit dem Umwegfaktor sehr eng verknüpft Konzept ist das der Knotenumfahrung. Hier zunächst ein Vergleich zweier unterschiedlicher Hochgeschwindigkeitssysteme. Abb. 13 auf der letzten Seite zeigt die energiesparsamste Trassierung. Die TGV-Atlantique Strecke zwischen Paris und Tours verläuft in S-Kurven um bestehende Knoten herum. Damit kann der TGV über weite Strecken einfach mit Schwung fahren und wegen seiner hohen Geschwindigkeit große Verkehrsströme von der Straße abziehen. Diese Trassierung ist also aus zwei Gründen energiesparrend: Erstens entfällt das dauernde Abbremsen und Beschleunigen bei Knotendurchfahrten und zweitens kann eine hohe Durchschnittsgeschwindigkeit beibehalten und dadurch der Modal-Split erheblich verändert werden.<sup>57)</sup>

54) Bezeichnenderweise kommt die meiste Opposition zum Brennerbasistunnel aus dem Inntal, das im Prinzip überhaupt nicht an der Strecke München – Innsbruck liegt.

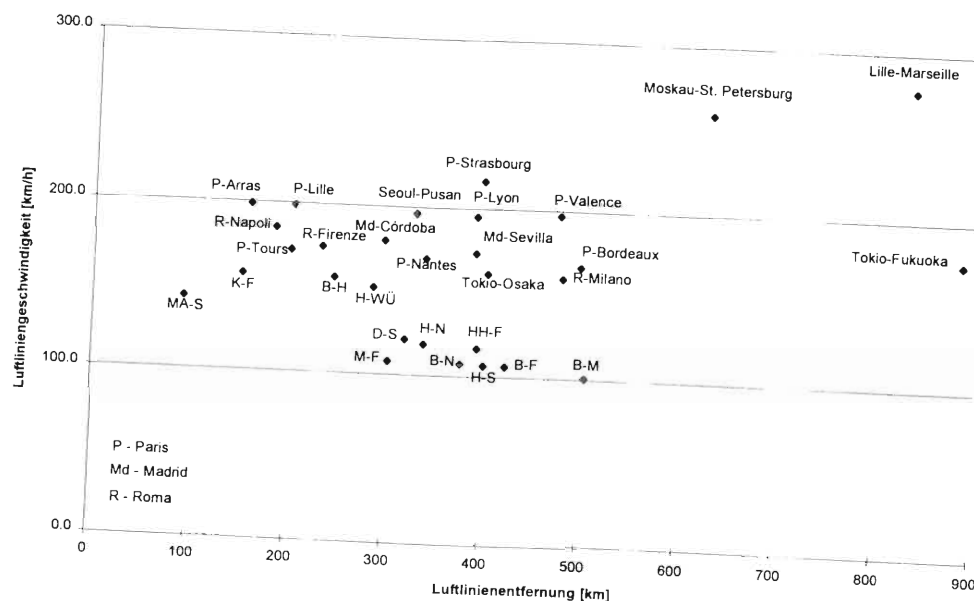
55) Über Kassel.

56) Quelle siehe Fußnote 59.

57) Dieses Argument geht davon aus, daß die Eisenbahn immer das energiesparsamste Verkehrsmittel ist. Ein Vergleich des spezifischen Primärenergieverbrauchs in Abhängigkeit vom Besetzungsgrad zwischen ICE, PKW und Airbus A 320 ist zu finden in: Jänsch, E., „Energieverbrauch und klimarelevante Emissionen: Der ICE im ökologischen Wettbewerb“, Die Deutsche Bahn 9-10/93, Seite 661.

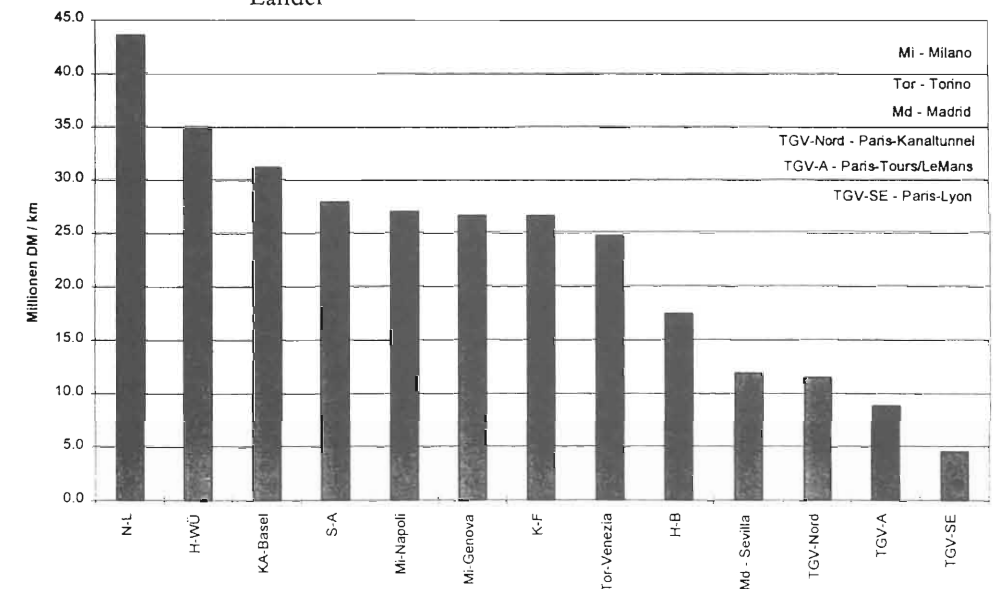
In Deutschland wird genau der umgekehrte Weg gegangen. Die Neubaustrecke Hannover – Kassel wurde mit einem Umwegfaktor von 1,218 durch die Innenstadt von Göttingen geleitet („Göttinger Fehler“). Umgehungsstrecken von Göttingen, Kassel und Fulda wurden nie gebaut. Als Resultat hat Deutschland das langsamste Schienenhochgeschwindigkeitssystem der Welt (Abb. 9):<sup>58)</sup>.

58) Netzverknüpfung wird oft als Grund für das langsame deutsche Hochgeschwindigkeitssystem genannt. Wenn jedoch nach dem Bau von Umgehungsstrecken von Fulda, Kassel und Göttingen die Fahrzeit um genau 30 Minuten gekürzt würde, paßten Sprinter zwischen Hannover und Würzburg bei einem Halbstundentakt der Regelzüge genau in das Raster des ITF. Von französischer Seite wird gerne das Argument vorgebracht, daß das mitteleuropäische Bahnstrom-Raster des ITF von 15 kV 16 2/3 Hz für den Hochgeschwindigkeitsverkehr nicht geeignet sei, daß alle Hochgeschwindigkeitssysteme in Europa mit 25 kV 50 Hz zu elektrifizieren seien, und daß Deutschland, Österreich und die Schweiz „in der Mitte Europas nicht auf Dauer eine Zone minderwertiger Eisenbahnleistung bleiben dürfe“ („La très grande vitesse ferroviaire de l'Europe de demain et l'interopérabilité“, *Révue Générale des Chemins de Fer*, März 1995, Seite 34). Dieses ist sicherlich eine Einflußgröße, erklärt aber nicht die krassen Leistungsunterschiede zwischen dem deutschen und den ausländischen Hochgeschwindigkeitssystemen. Auf der anderen Seite ist aber das Zusammenspiel von Schnelligkeit und Häufigkeit, das im Abschnitt über den optimalen Takt kurz beleuchtet wurde, nicht zu übersehen.

Abbildung 9<sup>59)60)</sup>: Leistungsvergleich von Hochgeschwindigkeitssystemen verschiedener Länder

- 59) Alle Fahrzeiten beziehen sich auf den Sommerfahrplan 1995 mit folgenden Ausnahmen (geplante Strecken): Die voraussichtlich bis zum Jahre 2000 in Betrieb genommenen deutschen Strecken: Köln – Frankfurt 0:58, Berlin – Hannover 1:34, Düsseldorf – Stuttgart 2:38, Berlin – Frankfurt über Kassel 3:58; „Integraler Taktfahrplan Fv 2000 Schlußbericht“ SMA und Partner AG, Zürich, Januar 94. Andere deutsche Strecken: München – Frankfurt 2:48; berechnet unter Anlehnung an Presse-Information der DB und DR vom 8. 9. 93, „Neubaustrecke Stuttgart – Ulm“, Berlin – Nürnberg 3:30 h und Berlin – München 5:00 h; „Bahn investiert 20 Mrd. DM in neues Fernverkehrskonzept Berlin“, Internationales Verkehrswesen, 47. Jahrgang, Mai 1995, insb. Seite 236. Ausländische Strecken: Milano – Roma: 3:00 h und Roma – Napoli 1:00 h; Piro, Giancarlo: „FS awaits the most beautiful train in the world“, Railway Gazette International, März 1995, Seite 163. Firenze-Roma 1:20 h; Briginshaw, David: „FS Sets Tough High Speed Project Targets“, International Railway Journal, Oktober 1994, Seite 32. Seoul-Pusan 1:40 h; „GEC Alsthom Finally Wins Korean HS Contract“, International Railway Journal, Mai 1994, Seite 3. Paris-Strasbourg 1:50 h; Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 4, „Hochgeschwindigkeitsverkehr International“, Heidelberg 1990, Seite 111. Moskau-St. Petersburg 2:25 h; „Russian HS Line Gets Loan“, International Railway Journal, August 1995, Seite 4. Lille – Marseille 3:00 h; Pierre Delfosse, Technischer Leiter für TGV-Projekte der SNCF: „Ziel ist es 1000 km auf Hochgeschwindigkeitseisenbahnen in drei Stunden zurücklegen zu können“, in Briginshaw, D., „TGV New Generation: Low Cost High Speed“, International Railway Journal, Juli 1995, Seite 13. Der Prototyp des TGV der Neuen Generation (360 km/h Höchstgeschwindigkeit) soll im Januar 1998 testbereit sein. Die Strecke Lille – Marseille ist zwischen Lille und Valence in Südfrankreich bereits schon in Betrieb.
- 60) Ein Tabellenkalkulationsprogramm (Excel 5,0 Format), das die geographischen Koordinaten aller in diesem Beitrag genannten Bahnhöfe enthält und die Luftlinien zwischen ihnen kalkulieren kann, ist vom Verfasser gegen Zusendung einer PC-Diskette erhältlich.

Leider gehen mit der geringsten Leistungsfähigkeit nicht die niedrigsten, sondern die vielleicht höchsten Kosten einher (Abb. 10). Ein direkter Vergleich der Baukosten verschiedener Länder ist aber nicht möglich (siehe Fußnote 60).

Abbildung 10<sup>61)62)</sup>: Baukostenvergleich von Hochgeschwindigkeitssystemen verschiedener Länder

- 61) Beim Kostenvergleich sind folgende sechs Punkte zu beachten: 1) Bevölkerungsdichte: Frankreich hat, wenn man den Großraum Paris ausrechnet, nur einen Bruchteil der Bevölkerungsdichte Deutschlands. Das hat erhebliche Auswirkungen auf die Kosten von Neubaustrecken. 2) Topographische Verhältnisse: Von diesem Gesichtspunkt könnte Paris – Lille – Kanaltunnel mit Berlin – Hannover und Nürnberg – Leipzig mit italienischen (31% der Strecken sind Kunstbauten) und spanischen Strecken verglichen werden. 3) Mit Ausnahme von Hannover – Würzburg enthalten die deutschen Strecken hohe Anteile von Ausbaustrecken (ABS). Nur 160 km der 254 km zwischen Berlin und Hannover sind Neubaustrecke (NBS). Entsprechend gering ist auch die Leistungsfähigkeit (Tabelle 10). Bei einem direkten Vergleich von Kosten pro km NBS würden die deutschen Kosten erheblich höher liegen. 4) Die Kosten beziehen sich auf verschiedene Zeiträume. So wurde Paris – Lyon 1981 in Betrieb genommen. Mit der Fertigstellung der italienischen Schnellstrecken mit Ausnahme von Roma – Napoli ist aber erst nach 2000 zu rechnen. 5) Hannover – Würzburg ist wegen der geringen Steigungen für den Güterzugverkehr geeignet, dafür aber entsprechend teurer als Köln – Frankfurt. Die französischen Strecken sind nur für den Personenverkehr gebaut worden, insofern also mit Köln – Frankfurt zu vergleichen. Alle spanischen und italienischen Hochgeschwindigkeitsstrecken sind für den Mischverkehr von Reise- und Güterzügen vorgesehen. 6) Von dem Gesichtspunkt Kosten pro Reisende hat Spanien die höchsten Baukosten, da die Neubaustrecke fast nur für den Pendelverkehr zwischen Madrid und Córdoba und Sevilla verwendet wird. Diese Überlegungen zeigen, daß ein direkter Vergleich von Baukosten verschiedener Länder nicht möglich ist.
- 62) Quelle für deutsche Strecken mit Ausnahme Hannover – Würzburg: Jänsch, E., „High Speed Strategy Unfolds“, Railway Gazette International, Juli 1993, insb. Seite 486. Die 1,8 Mrd. DM für die 25 km von Staaken nach Berlin (siehe Seite 485) wurden in die Kalkulation der Durchschnittskosten nicht miteinbezogen. Die Angaben der Gesamtkosten für den Streckenneu- und Ausbau beziehen sich auf den Bundesverkehrswegeplan 1992. Quelle für Hannover – Würzburg: Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 3, Das Hochgeschwindigkeitssystem der Deutschen Bundesbahn“, Heidelberg 1990, Seite 143. Quelle für alle französischen Strecken: Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 4, Hochgeschwindigkeitsverkehr International“, Heidelberg 1990, Seiten 81 (TGV-SE), 101 (TGV-A) und 104 (TGV-Nord). Als Umrechnungskurs wurde FF 3,325/DM angenommen. Quelle für die italienischen Baukosten: Briginshaw, D., „FS Sets Tough High Speed Project Targets“, International Railway Journal, Oktober 1994, Seite 30, Tabellen 1 und 2 (Umrechnungskurs 1130,25 Lira/DM). Die 460 Mrd. Lire für den Ausbau der 262 km langen Direttissima wurden in die Kalkulation der Durchschnittskosten nicht miteinbezogen. Quelle für die spanische Strecke: Losada, M.: „The Singularity of Spanish Railway High Speed“, Proceedings of the First International Conference on High Speed Ground Transportation Systems, Orlando, Florida, 25. – 28. Oktober 1992, Band 1, insb. Seite 673. Die Kosten pro Kilometer wurden mit \$ 7 mil. angegeben (Umrechnungskurs DM 1,70/\$).





Nach dem augenblicklichen Stand der Planung wird der „Göttinger Fehler“ gleich dreimal wiederholt: in Ulm, Ingolstadt und Freiburg. In allen drei Fällen ist es vorgesehen, die Neubaustrecken in Autobahnnähe zu trassieren. Anstelle jedoch dann die neuen Strecken auf dem viel kürzeren Weg auch parallel zur Autobahn an den Städten vorbeizuführen, sollen die Neubaustrecken durch die Innenstädte geführt werden. Das heißt auch alle Güter-, Nacht- und Sprinterzüge werden weiterhin durch das Stadtzentrum geleitet.

Der Lokalpatriotismus der einzelnen Städte ist in gewisser Weise zu verstehen. Sie wollen nicht vom Hochgeschwindigkeitssystem „umgangen“ werden. Der Integrale Taktfahrplan würde ihnen jedoch beim Halbstundentakt auch halbstündige Verbindungen zu den jeweils nächsten Ballungsräumen garantieren, im Falle von Ulm wären das München und Stuttgart. Da Ulm und Freiburg wahrscheinlich als Systemhalte des Hochgeschwindigkeitssystems bestehen bleiben, würde der halbstündige Anschluß mit ICE erfolgen. Die in Autobahnnähe gebauten Umgehungsstrecken würden dann nur von Güter- und Nachtzügen und Sprintern benutzt werden. Der Halbstundentakt stellt den Grundtakt dar. Alle zusätzlich notwendigen Kapazitäten werden bedarfsgerecht mit Sprintern angeboten, die nur Ballungsräume miteinander verbinden und wegen ihrer hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten große Verkehrsströme auf die Schiene zurückleiten können.

Dadurch, daß die Neubaustrecken nicht in Autobahnnähe weitergeführt, sondern durch die Stadtzentren geleitet werden, ergeben sich folgende Umwege, die nur mit äußerst niedriger Geschwindigkeit durchfahren werden können:

Tabelle 9<sup>67)</sup>

Ulm	7 km
Ingolstadt	2 km
Freiburg	5 km

Im vorigen Jahrhundert wurde das Eisenbahnnetz in Deutschland, im Gegensatz zu dem Frankreichs, sehr kurvenreich und mit vielen Umwegen gebaut, um kleinere Gemeinden entweder an das Netz anzuschließen oder die Eisenbahn weit an ihnen vorbeizuführen. Entscheidungen zur Trassierung wurden meist auf lokaler Ebene gefällt. Nach Einführung des Automobils was das deutsche Eisenbahnnetz der Konkurrenz nicht mehr gewachsen. Die Geschichte wiederholt sich.

### 1.3.2 Der Französische Ansatz erläutert am Beispiel Brüssel – Berlin

Ein gutes Beispiel dafür, daß der Integrale Taktfahrplan nicht bestimmen kann, was „so schnell wie nötig“ ist, sondern daß das Französische Modell hinzugezogen werden muß, besteht in der Strecke Köln – Hannover. Die IC-Züge sind hier 2:50 h unterwegs. Hamm (Westf.) liegt zeitlich fast genau in der Mitte. In Köln, Hamm und Hannover könnten also Anschlüsse in allen Richtungen zur vollen und zur halben Stunde bestehen. Nur dann hat man das „Schweizer Modell in der Tiefebene“, mit Sicherheit nicht das französische.

67) Bei diesen Angaben handelt es sich um Schätzungen.

Köln ist nur 249 km Luftlinie von Hannover entfernt. Das Potential des Hochgeschwindigkeitsverkehrs ist es, Ballungsräume die 900 km<sup>68)</sup> voneinander entfernt liegen, in drei Stunden miteinander zu verbinden, nicht 249 km. Von Köln nach Hannover sind es 288 Autobahnkilometer. Das heißt mit dem Auto ist man zwischen den beiden Städten von Haus zu Haus genau so schnell wie mit der Eisenbahn von Bahnhof zu Bahnhof. Entsprechend ist auch ein Modal-Split-Änderungspotential nicht vorhanden.

An dieser Stelle ist vielleicht ein Zitat von Michel Walrave, dem Generalsekretär der UIC und Präsident der Mission Hochgeschwindigkeit der europäischen Bahnen, angebracht, der, offensichtlich frustriert von langsamen deutschen Hochgeschwindigkeitszügen, lamentiert: „Danach die Strecke Brüssel – Berlin über Hannover, von der ab die Anbindung nach den Niederlanden erfolgt, die jedoch paradoxerweise angesichts der heute geplanten Ausbauoptionen eine relativ lange Fahrzeit vorsieht: 6 Stunden Brüssel – Berlin für eine Luftlinienentfernung von nur 648 Kilometern.“<sup>69)</sup>

Von Hagen nach Hamm sind es 48 Streckenkilometer.<sup>70)</sup> IC-Regelzüge brauchen für diesen Abschnitt 41 Minuten, inklusive 6 Minuten Aufenthalt in Dortmund. Dieselben IC, die 20 – 25 Minuten zwischen Köln-Süd und Köln-Mülheim unterwegs sind, fahren von Hagen Hbf erst über Witten Hbf, das 9 km nördlich und 9 km westlich von Hagen Hbf liegt, und dann über eine sehr kurvenreiche Strecke nach Dortmund. Bei einem Halbstundentakt, der heute schon zwischen Essen und Köln gefahren wird, brauchen die Strecken über Essen und Wuppertal nicht gleich schnell zu sein. Die Ruhrgebietsstrecke Köln – Essen – Hamm könnte auf knapp eineinhalb und die Strecke über Wuppertal auf knapp eine Stunde beschleunigt werden, und alle Anschlüsse wären immer noch gewährleistet. Da bisher immer nur die längere Strecke über Essen die Fahrzeit zwischen Köln und Hamm bestimmte, besteht über Wuppertal und Hagen mit Sicherheit noch ein großes Ausbau- und Beschleunigungspotential. In diesem Beitrag wird von Hamm als dem Sternbahnhof im östlichen Ruhrgebiet ausgegangen.

Die Strecke Hamm – Hannover führt über die ehemalige Versuchsstrecke Gütersloh – Neu-Beckum, auf der schon 1985 der ICE bei Testfahrten 317 km/h erreicht hat.<sup>71)</sup> Trotzdem darf hier nur maximal 200 km/h gefahren werden. Der Grund dafür sind die außerordentlich starren Kategorien in der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO). Von einer Kategorie in die andere zu wechseln, kann sehr kostspielig werden, da zum Beispiel der Abstand der Fahrleitungsmaste geändert werden muß.<sup>72)</sup> Flexibilität mit der EBO hat beim Karlsruher Modell zu einer Vervierfachung der Fahrgastzahlen geführt.<sup>73)</sup> Ein gutes Beispiel, wie die Geschwindigkeit auf älteren Strecken erhöht werden kann, gibt Japan. Aufgrund tech-

68) Die Planungen für den TGV Méditerranée sahen vor, die etwa 900 km zwischen Paris und Nice in 3 Stunden zurückzulegen. Siehe Faith, N., „Getting up to Speed“, International Management, 49. Jahrgang, Nr. 8 (Oktober 1993), Seiten 49 – 50.

69) Walrave, M., „Das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsnetz“ Die Deutsche Bahn, 7-8/1993, insb. Seite 511.

70) Über Schwerte – Unna.

71) Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 2 „Forschung und Technologie für Bahnsysteme“, Heidelberg 1989, Seite 74.

72) Siehe „Dürr-Appell an Bonn – Bahnvorschriften „entstauben“, Internationales Verkehrswesen, 47. Jahrgang (1995), Heft 4, S. 165.

73) Drechsler, G., „Karlsruhe trams cross more city boundaries“ Railway Gazette International, November 1994, Seite 719.

nischer Verbesserungen wie Verringerung der Radsatzlasten dürfen Nozomis zwischen Tokio und Osaka mit 270 km/h anstelle von 220 km/h fahren. Dadurch verkürzte sich die Fahrzeit von 2:52 h auf 2:30 h.<sup>74)</sup> Die Bahn AG schätzt, daß bei einer Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit von 200 auf 220 km/h sowie dem Einbau von weichenfreien Durchfahrleisen mit Überhöhungen von 180 mm und fester Fahrbahn die Fahrzeit zwischen Hamm und Hannover um 15 Minuten gesenkt werden könnte.<sup>75)</sup> Damit wäre eine Verkürzung der Reisezeit auf knapp eine Stunde ohne längere Streckenneubauten möglich.

Für die Verbindung Hannover – Berlin ergibt sich folgender Vergleich in Raum und Zeit:

Tabelle 10

	Strecken- kilometer	Fahrzeit	Reisegeschwindig- keit [km/h]	Baukosten / km [Mio. DM / km]
Paris – Lille (1994)	224,2 <sup>76)</sup>	1:01	220,5	11,5
Hannover – Berlin Zoo (1997) <sup>77)</sup>	254	1:34	162,1	17,4 <sup>78)</sup>
Hannover – Berlin Zoo (1933 – 39) <sup>79)</sup>	254	1:55	132,5	–

zum Vergleich:

Hamburg – Berlin Zoo <sup>80)</sup>	285
-------------------------------------	-----

Die 1:55 h sind vor dem Krieg von Dieseltriebwagen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h gefahren worden. Warum man für eine Fahrzeit von 1:34 h eine auf 250 km/h ausgelegte Strecke und den ICE benötigt, ist aus der Vergleichstabelle nicht ersichtlich. Noch bezeichnender ist, daß eine im September 1986 abgelieferte Studie der Deutschen Eisenbahn Consulting zum Schluß kam, daß die kürzeste Fahrzeit zwischen Berlin und Hannover einschließlich zweier Grenzaufenthalte und einem zusätzlichen Halt in Wolfsburg oder Braunschweig 1:40 h betragen würde.<sup>81)</sup> Die Neubau-/Ausbaustrecke Berlin –

74) Jane's World Railways, 36. Ausgabe, London 1994 – 95, Seite 564. Siehe auch „Japans Züge werden immer schneller“, Frankfurter Zeitung 8. 1. 93, nachgedruckt in: Die Deutsche Bahn 2/93, Seite 186. Ein kurzer Bericht über Versuche der Bahn, die Geschwindigkeit des ICE im Altnetz auf 230 km/h zu erhöhen findet sich in: Die Deutsche Bahn, 4/93, Seite 343.

75) Internes DB Dokument.

76) NBS Gonesse – Fretin 198 km + ABS Paris – Gonesse 16,6 km + „Secteur de Lille“ 9,6 km = 224,2 km (SNCF Brochure).

77) „Integraler Taktfahrplan Fv 2000 Schlußbericht“ SMA, Zürich, Januar 1994 (Gutachten im Auftrag der Bundesbahn).

78) Die 1,8 Mrd. DM für die 25 km von Staaken nach Berlin wurden in die Kalkulation der Durchschnittskosten nicht mitbezogen. Nur 160 km der 254 km zwischen Berlin und Hannover sind Neubaustrecken, was die geringere Leistung aber nicht die höheren Kosten verglichen mit der französischen Strecke erklärt.

79) Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 1 „150 Jahre Wettlauf mit der Zeit“, Heidelberg 1989, Seite 90.

80) Die Tatsache, daß ein dem französischen Beispiel folgender ICE auf einer 279 km langen Trasse von Hamburg nach Berlin Zoo nur 16 Minuten länger unterwegs wäre wie der Transrapid bis zum Westkreuz, spricht ebenso wenig gegen die Technologie der Magnetschwebbahn, wie das im vorigen Jahrhundert oft vorgebrachte Argument der Eisenbahngegner „Take a horse“ (Nimm doch das Pferd). Die erste Eisenbahn war nicht schneller als die Postkutsche und war außerdem auf ein äußerst begrenztes Schienennetz angewiesen. Zum Vergleich der S-Kurven zwischen traditioneller Eisenbahn und Magnetschwebbahn siehe auch: Gran, R., „Benefits of Magnetically Levitated High Speed Transportation for the United States“, SAE Future Transportation Conference, San Diego, California, August 1990, Paper No. 901475.

81) Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 4, „Hochgeschwindigkeitsverkehr international“, Heidelberg 1990, Seite 238.

Hannover ist ein gutes Beispiel dafür, daß Deutschland das langsamste und teuerste Hochgeschwindigkeitssystem der Welt hat. Bei einer Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit auf 300 km/h müßte eine Verkürzung der Fahrzeit auf knapp 1 1/2 Stunden möglich sein.

Nach dem heutigen Stand der Planung ist für die Strecke Brüssel – Köln eine Fahrzeit von 1:45 h vorgesehen.<sup>82)</sup> Das Problem dieser Strecke ist, daß sie erstens mit einem Umwegfaktor von 1,242 über Aachen und Liège geführt wurde – die Luftlinie geht über Maastricht<sup>83)</sup> – und zweitens das Verkehrsaufkommen zu gering ist, Umgehungsstrecken von Aachen und Liège zu rechtfertigen. Das beste wäre, sie zwischen Köln und Brüssel in 3 Abschnitte à 30 Minuten aufzuteilen. Das heißt, Hochgeschwindigkeitszüge würden jeweils eine halbe Stunde zwischen Köln und Aachen, Aachen und Liège und Liège und Brüssel unterwegs sein. Sie würden sich also dann selbst bei einem Stundentakt in diesen Knoten jeweils kreuzen und überall die Voraussetzung zu Sternbahnhöfen schaffen. Für den deutschen Teil ist eine halbe Stunde Fahrzeit zwischen Köln und Aachen bereits vorgesehen.

Bei entsprechendem Ausbau könnte also die Strecke Brüssel – Berlin in 5 Stunden zurückgelegt werden, eine Stunde schneller als zur Zeit geplant. Dabei würden die Voraussetzungen für Knotenpunkte des Integralen Taktfahrplans in Brüssel, Liège, Aachen, Köln, Hamm, Hannover und Berlin geschaffen. Wenn die Fahrzeiten Hamm – Hannover und Hannover – Hamburg (nach Fertigstellung der geplanten NBS) auf je 1 Stunde reduziert werden, ist es schneller, über Hannover nach Hamburg zu fahren als über Münster – Osnabrück. Schon jetzt ist die Verbindung Hamm – Minden – Verden – Hamburg 28 km kürzer als Hamm – Münster – Hamburg. Somit brauchten dann über Münster – Bremen nur noch InterRegio-Züge zu fahren.

### 1.3.3 Ein weiteres Beispiel: München – Frankfurt

Mit einer Luftlinienentfernung von 303 km sind München und Frankfurt in etwa so weit voneinander entfernt wie Madrid und Córdoba (296 km). Der spanische Hochgeschwindigkeitszug AVE braucht für diese Entfernung 1:39 h. Nach Neu- und Ausbau der Strecke Stuttgart – Augsburg ist eine Fahrzeit von München nach Frankfurt von etwa 2:50 h vorgesehen. Der Neubau einer Direktstrecke München – Frankfurt ist aber nicht nur politisch undenkbar, sondern auch verkehrspolitisch nicht notwendig,<sup>84)</sup> sofern einige zusätzliche Maßnahmen getroffen werden. Für die Abschnitte Stuttgart – Ulm und Ulm – Augsburg ist eine Fahrzeit von knapp einer halben Stunde vorgesehen.<sup>85)</sup> Da die Strecke München – Augsburg schon heute in einer knappen halben Stunde durchfahren wird, sind in allen vier Bahnhöfen die Voraussetzungen für den Integralen Taktfahrplan geschaffen worden.

82) „THALYS ou Paris-Bruxelles-Cologne-Amsterdam à grande vitesse“, Révue Générale des Chemins de Fer, März 1995, insb. Seite 49.

83) Das hat historische Gründe. Die Strecke Köln – Antwerpen ist um die holländische Grenze herum gebaut worden, um einem niederländischen Zoll zu entgehen und eine Verbindung zum alternativen Seehafen Antwerpen zu schaffen. Siehe Land, P. G., „Der Bau der Strecke Köln-Aachen-Antwerpen“ Die Deutsche Bahn 9-10/1993, Seite 671.

84) Die Autobahn fährt auch einen relativ großen Umweg: 392/303 = 1,294 gegenüber Eisenbahn 437/303 = 1,442. Es sind 437 km sowohl über Stuttgart – Mannheim als auch über Augsburg – Nürnberg. Der Luftverkehr hat das Handicap eines relativ weit von der Innenstadt entfernt liegenden Flughafens in München und eines stark überlasteten Flughafens in Frankfurt.

85) Presse-Information der DB und DR vom 8. 9. 93, „Neubaustrecke Stuttgart – Ulm“.

Stuttgart – Mannheim wird bei einer Höchstgeschwindigkeit von 250 km/h in 39 Minuten durchfahren. Die großzügige Trassierung dieser Strecke läßt weitaus höhere Geschwindigkeiten zu. ICE, die 300 km/h zwischen Köln und Frankfurt erreichen, könnten sicherlich auch dieselbe Geschwindigkeit zwischen Mannheim und Stuttgart fahren. Wenn zusätzlich noch die Bahnhofszufahrt in Stuttgart durch den Bau eines neuen Fernbahnhofs in Tieflage verbessert wird, könnte dieser Abschnitt eventuell in unter einer halben Stunde zurückgelegt werden.<sup>86)</sup>

Für die 79 km lange Strecke Mannheim – Frankfurt sind nach Abschluß der Ausbaurbeiten 35 Min. Fahrzeit vorgesehen. Wenn auch diese Fahrzeit auf unter eine halbe Stunde gedrückt werden könnte, wären in den außerordentlich wichtigen Knoten Mannheim Hbf und Frankfurt Hbf die Voraussetzungen zur Schaffung von Sternbahnhöfen gegeben. Eine Möglichkeit zur weiteren Reduzierung der Fahrzeit wäre die Erhöhung der Geschwindigkeit auf 220 km/h, was eine schon erwähnte Überarbeitung der EBO notwendig machen würde. Ein weiterer Vorteil einer Verringerung der Fahrzeit auf unter eine halbe Stunde ist, daß dann die InterRegios von Mannheim nach Frankfurt über Weinheim, Bensheim und Darmstadt genau eine halbe Stunde länger unterwegs sind.

ICE-Regelzüge wären somit 2 1/2 Stunden zwischen München und Frankfurt unterwegs. ICE-Sprinter könnten durch die weiträumige Umfahrung der Knoten Augsburg, Ulm und Stuttgart eine weitere halbe Stunde Fahrzeit einsparen. Für Stuttgart bedeutete es, daß die schon bestehende Umgebungsbahn über Kornwestheim für hohe Geschwindigkeiten ausgebaut und mit entsprechendem Schallschutz versehen wird. In der Nähe von Ulm würde die Neubaustrecke an der Autobahn weitergeführt und damit eine „Lücke“ zum Neu-/Ausbauabschnitt nach Augsburg geschlossen. Südlich von Augsburg jedoch müßte eine völlig neue Trasse geschaffen werden. Von Mering auf der Strecke München – Augsburg bis Gersertshausen auf der Strecke nach Ulm sind es 19 km Luftlinie. Züge über Augsburg Hbf sind jedoch 33 km unterwegs, das heißt sie fahren hier in einem Umwegfaktor von 1,737 (!). Die Hochgeschwindigkeitsstrecke könnte mit einer kapazitätsstarken südlichen Umgehungsstraße gebündelt werden, die in Augsburg auch fehlt. Mit einer Fahrzeit von knappen zwei Stunden bei einem Zwischenhalt in Mannheim hätte die Hochgeschwindigkeitsverbindung Frankfurt – München dann internationalen Standard erreicht.

## 2. Die Umsetzung dieser Ansätze in einem Deutschen Modell

### 2.1 Ein Umsetzungsvorschlag

Das Unternehmensberaterbüro SMA und Partner AG hat im Auftrag der Bundesbahn einen Fernverkehrsfahrplan für das Jahr 2000 entwickelt, das auf dem Integralen Taktfahrplan beruht. Es ist gelungen, das InterCity- und InterRegio-Netz fahrplanmäßig so miteinander zu verknüpfen, daß in einigen Knoten optimale Anschlüsse zwischen den beiden Zugkategorien bestehen. Die den Musterfahrplänen zugrunde liegenden Fahrzeiten, mit Ausnahme des Abschnittes Stuttgart – Ulm, wurden in dieser Arbeit benutzt. Der vorliegende Beitrag

86) Das würde eine Reisegeschwindigkeit von über 214 km/h auf dieser kurzen Strecke zur Folge haben, was nicht unmöglich ist (vgl. Paris – Arras 170 km, Reisegeschwindigkeit 213,4).

baut auf dem für das Jahr 2000 entwickelten Fernfahrplan auf und geht in seinen Lösungsansätzen darüber hinaus. Vor allen Dingen wird versucht, ein besseres Verhältnis zwischen Schnelligkeit und Häufigkeit zu finden. Da die Einführung der in diesem Umsetzungsvorschlag vorgesehenen Sprinterzüge den Neu- und Ausbau von Umgebungsstrecken voraussetzt, wäre eine Realisierung des vorgeschlagenen Lösungsansatzes vor dem Jahr 2010 wahrscheinlich nicht möglich.

Den Planungen der SMA wurde das voraussichtlich realisierte Netz für das Jahr 2000 zugrunde gelegt. Ebenso mußte von den bestehenden Zugkategorien und von beschränkter Verfügbarkeit von Neitec-Rollmaterial ausgegangen werden. Die vorliegende Arbeit stand natürlich nicht unter diesen Zwängen. Vor allen Dingen im Knoten Köln mußte der Musterfahrplan für das Jahr 2000 mit sehr schwierigen Vorgaben erstellt werden. Die ICE-Züge aus Richtung Düsseldorf und Wuppertal müssen in Köln Kopf machen, um die Neubaustrecke nach Frankfurt zu erreichen. Aus Gründen der Leistungsfähigkeit des Knotens Köln dürfen aber nur 5 Züge je 2 Stunden und Richtung in Köln Hbf wenden. Daher durfte nur eine Linie über Köln-Deutz fahren, und 2 Linien wurden über die längere linksrheinische Strecke Düsseldorf – Neuss – Köln geführt. Auch eine andere Alternative – die aber wahrscheinlich nicht mehr rechtzeitig realisiert werden kann – Hochgeschwindigkeitszüge über die Südbrücke zur Neubaustrecke zu leiten, ist unbefriedigend, da dann alle Fernzüge, wie bisher, mit niedriger Geschwindigkeit im Halbkreis um die Innenstadt von Köln fahren müssen. Der vorliegende Lösungsansatz versucht, der unbefriedigenden Leistung des deutschen Hochgeschwindigkeitssystems (Abb. 9) durch vermehrten Einsatz von Sprintern zu nachfragestarken Zeiten zu begegnen.

Bei einer Umfahrung sowohl des Kölner als auch des Frankfurter Raumes (Abb. 11 und Abb. 12) und einer Durchfahrung des Bahnhofs Siegburg NBS mit hoher Geschwindigkeit müßte die zur Zeit vorgesehene Fahrzeit zwischen Düsseldorf und Mannheim von 1:55 h auf etwa 1:25 h zu kürzen sein. Mit 281 km<sup>87)</sup> entspricht diese Strecke der Verbindung Hannover – Berlin. Eine Reisegeschwindigkeit von 198,4 km/h scheint trotz kurzer Ausbaubabschnitte an beiden Enden, die nur mit etwa 200 km/h durchfahren werden können, realistisch.

Als ICE-Regelzüge zwischen Köln und dem Rhein-Main-Gebiet werden folgende im Halbstundentakt verkehrende Grundlinien vorgeschlagen: 1) Köln – Frankfurt (nonstop) und weiter in Richtung Würzburg, 2) Köln – Siegburg, NBS – Flughafen Frankfurt – Mannheim und 3) Köln – Limburg/Montabaur abwechselnd – Wiesbaden – Mainz – Worms – Mannheim. Der Halt in Worms macht es möglich, zwischen Mainz und Mannheim auf InterRegios verzichten zu können. Vielleicht dürfte zwischen Wiesbaden und Mannheim der ICE ohne Reservierung und Zuschlag benutzt werden. Bei einer Fahrzeit von einer knappen halben Stunde von Frankfurt nach Mannheim ist die Verbindung mit Umsteigen in Frankfurt Hbf zeitgleich mit der über Siegburg und Frankfurt-Flughafen. Die Fahrt über Wiesbaden würde etwa eine halbe Stunde länger dauern. Damit sind in Köln, Frankfurt Hbf und Mannheim die Voraussetzungen für einen Integralen Taktfahrplan gegeben. Darmstadt

87) Die Abkürzungen, die im Kölner und Frankfurter Raum durch Umfahrung erzielt werden können, wurden noch nicht berücksichtigt.

Hbf wird durch eine InterRegio-Linie angeschlossen, die zwischen Mannheim und Frankfurt Hbf etwa eine halbe Stunde länger unterwegs ist als der ICE. Entsprechend wird Heidelberg über eine InterRegio-Linie zwischen Mannheim und Stuttgart bedient.

Zur Zeit verkehren drei lokbespannte InterCity-Züge pro Stunde zwischen Köln und dem Rhein-Main-Gebiet. Wenn diese nach Eröffnung der Neubaustrecke durch drei halbstündig verkehrende ICE-Halbzüge ersetzt würden, bliebe das Sitzplatzangebot in etwa gleich. Nach Halbierung der Fahrzeit zwischen Köln und Frankfurt ist aber mit erheblich mehr Reisenden zu rechnen. Diese könnten erstens durch die zweistündlich verkehrenden Flügelzüge Frankfurt – Köln – Brüssel und Amsterdam, zweitens durch Verstärkung der Halbzüge zu nachfrageintensiven Zeiten und drittens durch Sprinter abgefahren werden. Sprinter brauchen nur an bestimmten Wochentagen und zu bestimmten Tageszeiten zu verkehren.<sup>88)</sup> Bei einem Halbstundentakt werden sie aber an beiden Enden völlig in das System integriert. Wie vorher erwähnt schließen sich Häufigkeit (deutsches System) und Schnelligkeit (das französische) im Prinzip gegenseitig aus. Bei einer Verdichtung des Taktes auf zwei Mal pro Stunde lassen sich aber beide Vorgaben realisieren – ein weiteres Indiz dafür, daß der Halbstundentakt der optimale Takt ist.

Zwischen Düsseldorf und Mannheim, Hannover und Frankfurt (Abschnitt 1.3.1) und München und Mannheim (Abschnitt 1.3.3) lassen sich also Fahrzeitgewinne von etwa 30 Minuten realisieren. Damit können nachfragestarke Relationen im kritischen Entfernungsbereich von 300 – 500 km wie Hamburg – Frankfurt, Hannover – Stuttgart oder Düsseldorf – Stuttgart mit einem Hochgeschwindigkeitssystem bedient werden, das internationalen Standards folgt. Wenn der Ast Mannheim – Basel noch hinzugerechnet wird, entspricht das Sprintersystem in Deutschland einem großen X mit Mannheim im Zentrum und Düsseldorf, Hannover, Basel und München an den Außenpunkten. Die Außenpunkte haben jeweils ein riesiges Verkehrsaufkommenspotential (Hannover: ganz Norddeutschland, Skandinavien; Düsseldorf: nördliches Rhein-Ruhr-Gebiet und nördliches Randstad Holland; Basel: Schweiz, Italien; und München: Süddeutschland, Österreich, Italien) und können durch Sprinter mit dem verkehrsaufkommensstarken Knoten Mannheim (Rhein-Nekkar-Gebiet) jeweils eine halbe Stunde schneller als mit ICE-Regelzügen verbunden werden.

Sprinter von Hannover nach Mannheim würden in Frankfurt-Süd halten und als Flügelzüge einen Halbzug, der durch den S-Bahntunnel nach Frankfurt-Flughafen fährt, hinten abkoppeln und gleichzeitig einen vom Frankfurter Flughafen kommenden schon bereit stehenden Flügelzug vorne ankoppeln. Dadurch kann der Hochgeschwindigkeitszug seinen Systemvorteil gegenüber Auto und Flugzeug richtig zur Geltung bringen: Zwischen Ballungsräumen ist er so schnell wie ein Propellerflugzeug und innerhalb der Ballungsräume kann er in S-Bahntunneln verkehren. Da der Sprinter Hannover – Mannheim nicht den Knoten Frankfurt Hbf bedient, kann er etwas früher als der Regelzug über die Strecke nach Mannheim fahren.

88) Potentieller Werbeslogan: „ICE-Sprinter: Von Anhalten halten die nix.“

Deutschland ist mit den Taktsystemen der Nachbarländer so verknüpft, daß „Stundenknoten“ (Anschlüsse zur Minute 0) in Köln Hbf und Basel SBB vorgegeben sind. Da Köln – Frankfurt künftig und Frankfurt – Karlsruhe schon heute in einer Stunde zurückgelegt werden, ergibt sich für internationale Züge die Alternative Karlsruhe – Basel in einer oder zwei Stunden zu durchfahren. Basel SBB – Karlsruhe Hbf ist 27 km kürzer<sup>89)</sup> als Paris – Lille, für die der TGV nur 1:01 h benötigt. Falls diese Strecke im Endzustand so gut ausgebaut ist wie Paris – Lille, müßte sie auch mit kurzem Halt in Freiburg NBS in knapp einer Stunde durchfahrbar sein. In jedem Fall sollten Sprinter ohne Halt zwischen Mannheim und Basel SBB 1 1/2 h benötigen. Paß- und Zollkontrollen müßten gegebenenfalls im fahrenden Zug durchgeführt werden.

Abb. 14 zeigt anhand einer schematischen Darstellung von nur beispielhaft aufgeführten Sternbahnhöfen und deren Hochgeschwindigkeits- und InterRegio-Verbindungen, wie ein Integraler Taktfahrplan im Endzustand in Deutschland aussehen könnte. In den neuen Bundesländern werden nur wenige Beispiele gezeigt, da es dem Verfasser dort an Erfahrungen fehlt. Auf der anderen Seite kann das Ruhrgebiet in größerem Detail behandelt werden.

InterRegio und Hochgeschwindigkeitszüge müssen die Strecke Köln – Essen – Hamm gleich schnell durchfahren, da Mülheim (R) Hbf und Leverkusen-Mitte die einzigen InterRegio-Haltepunkte sind, die nicht auch vom ICE bedient werden. InterRegios Münster – Recklinghausen – Essen Hbf – Köln erreichen Essen Hbf etwa 10 – 15 min. früher, als es bei einer Fahrt (mit Umsteigen) über Hamm möglich wäre. Nur diese InterRegio-Linie würde dann Mülheim und Leverkusen bedienen. Bei einem Ausbau der gut trassierten Strecke Münster – Recklinghausen könnte von dieser Linie auch der geplante Bahnhof Düsseldorf-Flughafen bedient werden. In Haltern bestünden Anschlüsse von dieser Linie nach Marl, Gladbeck, Bottrop und Oberhausen.

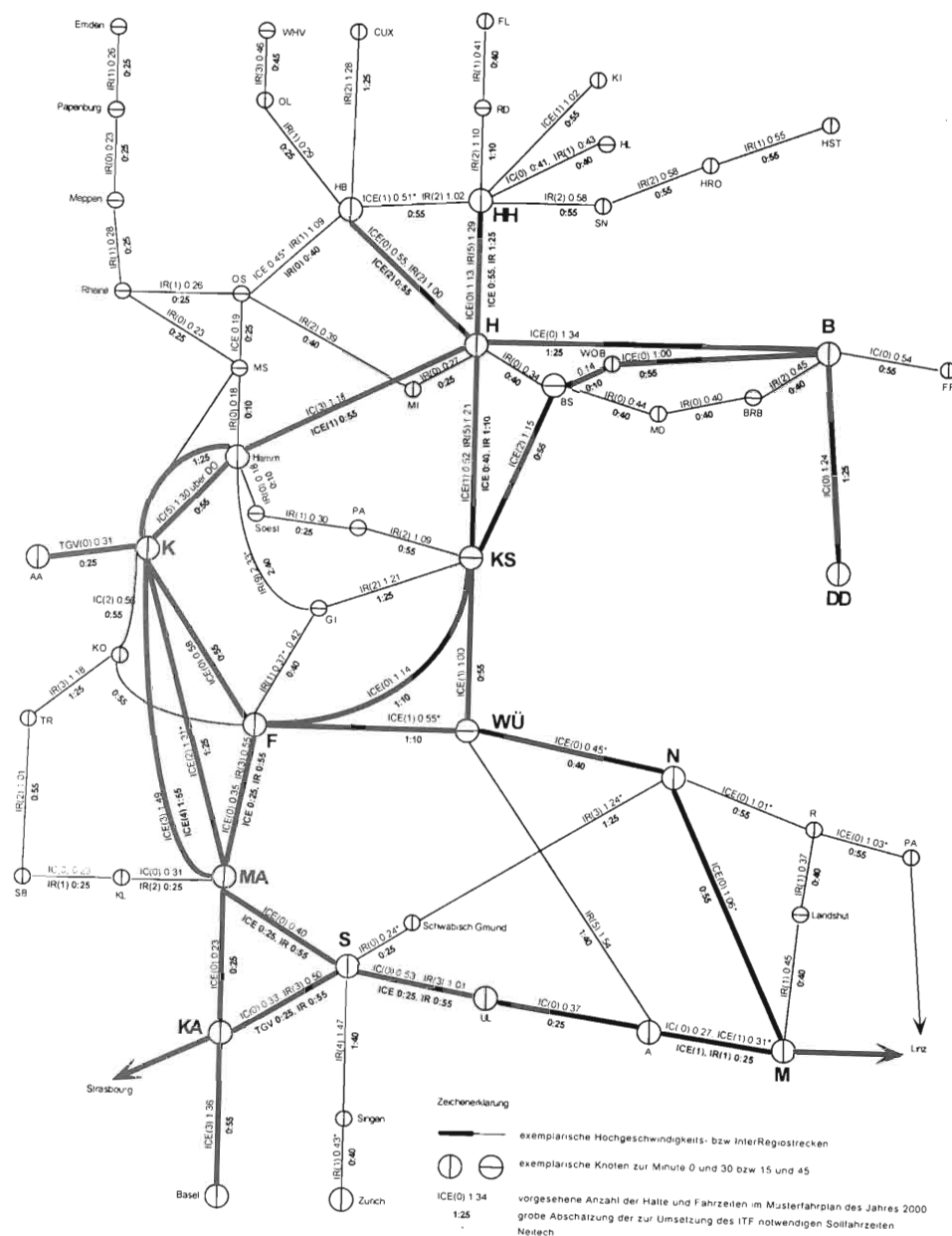
Im Fernverkehrsfahrplan für das Jahr 2000 ist es geplant, alle InterRegios zwischen dem Rhein-Ruhr-Gebiet und Thüringen/Sachsen mit einem großen Umweg über Hamm verkehren zu lassen. Es erscheint sinnvoll, eine Linie auf dem direkten Weg Essen – Bochum – Unna – Soest bei Umfahrung von Dortmund Hbf zu führen. Unna würde ein Richtungsknoten (in dem Anschlüsse jeweils nur in einer Richtung bestehen) um eine Verbindung mit der InterRegio-Linie Mönchengladbach – Düsseldorf – Wuppertal – Hamm herzustellen. In Soest würde die Verknüpfung mit der Linie Münster – Hamm – Soest erfolgen.

Als „Kantenzeit“ wird diejenige Zeit verstanden, die Züge zwischen zwei Knotenpunkten benötigen, einschließlich Fahrplanreserven. In grober Vereinfachung wurden für Abb. 14 Kantenzeiten angenommen, die einen 5 minütigen Aufenthalt in jedem Knoten ermöglichen. Bei einem 15 Minuten-Knotenabstand ergeben sich dann eventuell unrealistische Fahrzeiten von nur 10 Minuten. In jedem Fall wird die Verbindung Münster – Hamm – Soest nur mit Schwierigkeiten realisierbar sein. Eine Alternative wäre hier einen Pendelverkehr mit dem ehemaligen IC-Triebwagen ET 403<sup>90)</sup> einzurichten, dessen Konstruktion mit Allradantrieb auf der des S-Bahntriebwagens 420 beruht, und der daher hohe Beschleunigungs-

89) Der 5 km Umweg über Freiburg Hbf ausgerechnet.

90) Münchswander, P. (Hrsg.), Jänsch, E. und Rump, R., „Schienenschnellverkehr, Band 1 „150 Jahre Wettlauf mit der Zeit“, Heidelberg 1989, Seiten 112 – 116.

Abbildung 14



eigenschaften aufweist. Obwohl Streckenausbauten fast nie mit der Vorgabe durchgeführt wurden, Knoten zu bestimmten Symmetriezeiten zu erreichen, lassen sich die Grundzüge des Integralen Taktfahrplans in Deutschland sehr einfach erkennen, wie Abb. 14 verdeutlicht.

Bevor der Musterfahrplan für das Jahr 2000 erstellt wurde, führte die Ingenieurgesellschaft für Verkehrsplanung und Verkehrssicherung (IVV) Braunschweig in Zusammenarbeit mit der TU Braunschweig<sup>91)</sup> eine interaktive Linienplanung für verschiedene Fernverkehrsbedienungssysteme durch. Abschließend konnte der Musterfahrplan durch Belastungssimulationen qualitätsüberprüft werden. Als Endergebnis konnte ein Fahrplan erstellt werden, in dem 61,6% der Reisenden überhaupt nicht umzusteigen brauchten und 79% der Umsteiger ihr Ziel nach nur einem Umsteigevorgang erreichen konnten. Diese Simulationen und Fahrplanberechnungen konnten natürlich nicht für das vorgeschlagene Modell durchgeführt werden. Es muß sich daher bei dem in diesem Beitrag erörterten Konzept um einen Lösungsansatz handeln, der versucht, für den Zeitraum nach 2010 ein besseres Verhältnis zwischen Geschwindigkeit und Häufigkeit im deutschen Schienenpersonenfernverkehrssystem zu finden. Der nächste Schritt wäre eine erste grobe Belastungssimulation für das hier vorgeschlagene Modell durchzuführen, um den volkswirtschaftlichen Nutzen von Umgehungsstrecken besser beurteilen zu können.

## 2.2 Kapazitätsprobleme in den Knotenpunkten

Eine der häufig genannten Argumente gegen den ITF ist, daß in Knotenpunkten wie München, Stuttgart oder Frankfurt einfach zu viele Zugbewegungen abgewickelt werden müssen, die man nicht alle auf ein oder zwei Zeitintervalle pro Stunde von vielleicht 10 – 15 Minuten Länge konzentrieren könnte. Der Integrale Taktfahrplan würde es notwendig machen, daß Züge von allen Richtungen in die Bahnhöfe gleichzeitig einfahren können. Das würde sicherlich sehr viele Umbauarbeiten erfordern. Auf der anderen Seite muß man aber auch sehen, daß Kopfbahnhöfe wie Frankfurt oder München über so viele Bahnsteiggleise in der Haupthalle verfügen (jeweils 24), daß sie für den ITF nahezu ideal erscheinen. Werktags zwischen 16 und 18 h fahren in München nur 30 Züge von den Gleisen der Haupthalle ab, das sind durchschnittlich nur 0,7 Züge pro Gleis und Stunde während der Hauptverkehrszeit. In Frankfurt sieht es nicht wesentlich anders aus. Diese Bahnhöfe brauchten für den ITF also mit Sicherheit nicht vergrößert, sondern nur umgebaut zu werden, um gleichzeitiges Ein- und Ausfahren zu ermöglichen.

In den Knoten München oder Frankfurt scheint also die zur Einführung des ITF notwendige Kapazität zur Verfügung zu stehen. Anders könnte es in Stuttgart aussehen, wenn, wie geplant, der Kopfbahnhof durch einen unterirdischen Tiefbahnhof mit nur 8 Bahnsteiggleisen<sup>92)</sup> ersetzt wird. In diesem Falle müßte der Knotenbetrieb wahrscheinlich in 3 Wellen

91) „Linienplanung Fernverkehr DB 2000 Abschlußbericht“, IVV Braunschweig, undatiert (Gutachten im Auftrag der Bundesbahn). Die Reisendenpotentiale wurden von der IntraPlan München ermittelt. Sie lagen in Form einer Verflechtungsmatrix vor, die die Verkehre zwischen nationalen und internationalen Zellen mit 185 124 Datensätzen enthielt. Jeder Zelle wurde in der Regel ein Bahnhof zugeordnet.

92) „Deutsche Bahn stellt Projekt „Stuttgart 21“ vor“, Gemeinsame Presseerklärung von Ministerpräsident Erwin Teufel, Bundesverkehrsminister Matthias Wissmann, Oberbürgermeister Dr. Manfred Rommel, dem Landesverkehrsminister Hermann Schauler und dem Vorstandsvorsitzenden der DB AG, Heinz Dürr, Stuttgart, 18. April 1994, Seite 1.

abgewickelt werden<sup>93)</sup>. Zunächst würden die in Stuttgart endenden InterRegios den Hauptbahnhof bedienen. In der zweiten oder auch Hauptwelle würden die Hochgeschwindigkeitszüge und die über Stuttgart hinausfahrenden InterRegios Fahrgäste austauschen. Während der dritten und letzten Welle würden dann die in Stuttgart eingesetzten InterRegios den Hauptbahnhof bedienen. Den Verkehr in mehreren Wellen abzuwickeln, wäre auch die einzige Möglichkeit, die Berliner Stadtbahn in der ITF einzubinden. Da der Lehrter Stadtbahnhof als Kreuzungspunkt mit dem neuen Nord-Süd-Tunnel als Sternbahnhof des ITF vorgesehen ist, können nur so viele über Berlin hinausfahrende Fernzüge die Stadtbahn bedienen, wie Bahnsteiggleise im Lehrter Stadtbahnhof vorhanden sind. Alle anderen Fernzüge müßten in der ersten Welle die Stadtbahn abfahren und würden in Berlin enden. In der dritten Welle würden sie die Stadtbahn dann wieder in umgekehrter Richtung abfahren.

Es wird an diesem Beispiel sehr deutlich, wie sehr der Integrale Taktfahrplan die Kapazität einschränkt, da die Abfahrten und Ankünfte aller Fernzüge auf einen sehr kurzen Zeitraum konzentriert werden müssen. Umso wichtiger ist es dann, die Zugfolgezeiten vor den Knotenbahnhöfen zu erhöhen.

Köln Hbf, mehr oder weniger die Eisenbahndrehscheibe Nordwesteuropas, verfügt nur über 9 Ferngleise und 2 S-Bahngleise. Hier fahren 3,6 Züge pro Ferngleis und Stunde in der Hauptverkehrszeit ab. Damit ist er das Eisenbahnäquivalent des New Yorker Flughafens La Guardia, wo auf kleinstem Raum 18 Millionen Fluggäste im Jahr abgefertigt werden. Die Hohenzollernbrücke zwischen Köln Hbf und Köln-Deutz hat 4 Ferngleise und 2 S-Bahngleise. Es können also vier Fernzüge gleichzeitig Köln Hbf in Richtung Köln-Deutz verlassen. Das könnten zum Beispiel jeweils ein ICE und ein InterRegio in Richtung Düsseldorf und in Richtung Bonn/Siegburg sein. ICE und InterRegio würden bis Leverkusen-Mitte praktisch nebeneinander fahren. Nach Halt in Leverkusen-Mitte würde der InterRegio vom Falschgleis auf sein Richtungsgleis wechseln. Bei einer minimalen Zugfolgezeit von drei Minuten<sup>94)</sup> könnten also acht (8) Fernzüge den Kölner Hauptbahnhof innerhalb von drei Minuten verlassen.

### 2.3 Fahrgastwechsel in den Knotenpunkten

Fahrpläne im Fernverkehr werden so konzipiert, daß durch Linientausch die Zahl der Umsteigevorgänge minimiert wird.<sup>95)</sup> Die zweite Möglichkeit, den Fahrgastwechsel in den

93) Beispiel aus dem Flugwesen: Nufachtfluggesellschaft Flying Tigers in ihrer ersten Drehscheibe, Chicago O'Hare. First wave: Die die Flughäfen mit geringerem Verkehrsaufkommen bedienenden Frachtmaschinen werden entladen und anschließend vom Terminal entfernt geparkt. Second Wave (Hauptwelle): Die aus Ballungszentren kommenden großen Maschinen werden entladen, die Pakete werden sortiert und dann wieder eingeladen. Diese Maschinen fliegen danach sofort zu ihrem Zielort. Third Wave: Die vom Terminal temporär entfernt geparkten kleineren Frachtflugzeuge werden beladen und fliegen daraufhin zu ihrem Zielort.

94) Die minimale Zugfolgezeit auf deutschen Neubaustrecken beträgt noch 6 min. Das französische Signalsystem TVM 430 läßt jedoch 300 km/h schnelle Züge in 3 Minuten Abständen zu. Der Musterfahrplan für das Jahr 2000 mußte mit der schwierigen Auflage einer Zugfolgezeit auf NBS von 6 min. erstellt werden, was äußerst lange Wartezeiten in Knotenpunkten zur Folge hatte.

95) Auch Linientausch zwischen Zugkategorien muß erwogen werden, um umsteigefreie Verbindungen wie zum Beispiel zwischen Hamburg und Passau zu ermöglichen. Erfahrungen im Ausland sind hier sehr bezeichnend. Nachdem der TGV lokomotivbespannte Züge zwischen Paris und Genève ersetzte, stieg die Zahl der Fahrgäste um 400%, zwischen Paris und Lausanne immerhin noch um 70%. Zwischen Paris und Milano aber fiel der Personenverkehr, da Reisende nicht in Lausanne umsteigen wollten („Towards a European Taktfahrplan“, Railway Gazette International, April 1986, Seite 254).

Sternbahnhöfen so gering wie möglich zu halten, ist, ihn über mehrere Bahnhöfe zu verteilen. So könnten zum Beispiel im ICE aus Süddeutschland kommende Reisende in den InterRegio nach Emden in Düsseldorf am selben Bahnsteig und in den ICE nach Amsterdam in Duisburg am selben Bahnsteig umsteigen. Wer den InterRegio nach Emden benutzen will, um Leverkusen-Mitte zu erreichen, müßte nach wie vor in Köln umsteigen, aber für alle anderen Reisenden wäre das Umsteigen in Düsseldorf weitaus bequemer. Wie ein Flugticket könnte auch das Eisenbahnbillet den Umsteigepunkt anzeigen.

Selbst wenn alle Züge planmäßig in den Knoten einlaufen, kann es zu Verspätungen bei der Abfahrt kommen, da für einige Reisende der erforderliche Fußweg so lang ist, daß er in der geplanten Übergangszeit einfach nicht geschafft werden kann, oder daß sich andere Reisende im Bahnhof verlaufen und nicht sofort den richtigen Zug oder Zugteil finden.

Kopfbahnhöfe wie Frankfurt, Stuttgart oder München sind für den effizienten Umsteigeverkehr nicht konzipiert worden. Reisende werden im Extremfall gezwungen, 300 – 400 Meter vom Ende des Zuges bis zur Lokomotive zu laufen, um die Lokomotive heranzugehen, um den Korrespondenzbahnsteig zu erreichen, und dann dasselbe noch einmal zu wiederholen. In diesen Bahnhofshallen müßten mehrere Fußgängertunnel eingebaut werden, um das schnelle Umsteigen von einer Zugmitte zur anderen zu ermöglichen.

Der Vorteil eines sich alle halbe Stunde wiederholenden Regelfahrplans ist es, genaue Bahnhofsübersichtspläne erstellen zu können, aus denen die Lage der einzelnen Wagentüren in Relation zur nächsten Bahnsteigüber- oder -unterführung genauestens zu ersehen ist. Es wäre sinnvoll, bei Linientausch Züge zu einem Zielbahnhof immer vom selben Gleis abfahren zu lassen. Zum Beispiel fährt der ICE nach Basel in Frankfurt immer von Gleis 4 ab, egal ob er von Bremen, Hamburg oder Berlin kommt, und egal ob er bis Genf, Luzern oder Zürich weiterfährt. Die Angabe von Zielbahnhöfen im Kernnetz auf dem Bahnhofsübersichtspläne könnte die Orientierung erheblich erleichtern.

Wie bei Fluggesellschaften, die in ihren On-Board-Zeitschriften immer die Übersichtskarten ihrer Hauptdrehscheiben haben, würde auch die Eisenbahn die Übersichtskarten ihrer Hauptknotenpunkte in ihren im Zug liegenden Zeitschriften veröffentlichen. Dieselben Übersichtskarten im Zug könnten vielleicht, wie stationäre Stadtpläne, mit einem roten „Ihr Standort“-Punkt versehen werden.

Autovermietungen in den USA geben ihren Kunden immer einfache Autokarten mit auf den Weg, auf denen die Kundenbetreuer vorher mit Kugelschreiber den vorgeschlagenen Weg markiert haben. Bei der Reservierung im Reisezentrum könnte den Reisenden in ähnlicher Weise auch die Bahnhofsübersichtskarten ihrer wichtigsten Umsteigeknoten gegeben werden. Das wäre natürlich optimal, aber mit mehr Aufwand verbunden. Diese Bahnhofsübersichtspläne könnten auch in Englisch beschriftet werden, damit sie allgemeinverständlicher sind.

Von der rühmlichen Ausnahme Großbritanniens abgesehen, erfolgt der Ein- und Ausstieg in europäische Fernzüge immer noch sehr umständlich über Trittbretter. Reisende mit Kinderwagen brauchen länger und halten dann andere Umsteigepassagiere auf. Das gleiche gilt für Bahnkunden mit schwerem Gepäck oder für Rollstuhlfahrer. Dadurch ergibt sich beim Zeitverbrauch für das Ein- und Aussteigen eine erhebliche Varianz, die bei der Kalkulation



minimaler Übergangszeiten berücksichtigt werden muß. Es wäre sinnvoll, die ICE-Bahnsteige auf S-Bahnhöhe zu bringen, um einen relativ stufenlosen Einstieg in den ICE zu gewährleisten. Die Kompatibilität mit anderen Bahnsteigen kann beim Einbau ausklappbarer Trittstufen bestehen bleiben. Die Stadtbahn in San Francisco kann zum Beispiel sowohl hohe Bahnsteige im Stadtbahntunnel als auch normale Straßenbahnhaltestellen bedienen. Der erste Schritt beim ICE mit einer einzelnen ausklappbaren Trittstufe ist ja schon getan worden.

Für die Eisenbahn auf der einen Seite die Gesamtfahrzeiten und damit die Umsteigezeiten so gering wie möglich zu halten, aber auf der anderen Seite auch nicht den Eindruck entstehen zu lassen, ihre Kunden durch die Knoten zu hetzen und das Umsteigen zum Alptraum werden zu lassen, erfordert eine Gratwanderung. Der Optimalpunkt kann nur dann annähernd gefunden werden, wenn viele Experimente gemacht werden und durch Marktforschung die Kundenreaktion dazu genau analysiert wird.

### 3. Die Zukunft des ICE

Wie der der deutschen Industrie verlorengegangene Auftrag in Korea gezeigt hat, kann der ICE nur sehr schwer mit dem TGV konkurrieren. Die Gründe sind offensichtlich: Der ICE ist langsamer und hat 10 Jahre weniger Betriebserfahrung als der TGV. Da der ICE auch langfristig wohl kaum schneller sein wird als der TGV, muß er sich einen anderen Konkurrenzvorteil erarbeiten. Wenn er nicht schneller als der TGV werden kann, muß er „netzfähiger“ werden. Wie ein weiterentwickeltes ICE-Netz aussehen würde, könnte an dem folgenden Beispiel veranschaulicht werden. Zwei gekoppelte Halbzüge der Serie ICE 2 fahren von Basel in Richtung Mannheim. Der vordere Halbzug soll weiterfahren in Richtung Hannover, der hintere in Richtung Köln. Der ICE 2 ist so weiterentwickelt worden, daß er sich, wie der dänische Schnelltriebwagen IC 3, bei etwa 7 km/h auseinanderkoppeln kann.<sup>96)</sup> Das hat zur Folge, daß er sich schon während der Einfahrt in den Mannheimer Hauptbahnhof trennt und beide Zugteile in verschiedene Gleise einfahren.

Der Zugkombination aus Basel folgt direkt eine entsprechende, aus zwei gekoppelten Halbzügen bestehende Zugkombination aus München. Auch hier soll einer der beiden Halbzüge in Richtung Köln und der andere in Richtung Hannover weiterfahren. Sie setzen sich dann hinter die entsprechenden Zugteile der aus Basel gekommenen Zugkombination. Nach wenigen Minuten fährt jeweils eine aus zwei Halbzügen bestehende Zugkombination in Richtung Köln und Hannover weiter. Auf umsteigende Fahrgäste braucht nicht gewartet zu werden. Reisende müssen nur von vornherein in den richtigen Zugteil eingestiegen sein. Aus dem selben Grunde braucht auch nicht auf verspätete Anschlußzüge gewartet zu werden. Halbzüge können auch alleine weiterfahren. Nur werden dann natürlich zwei Fahrplantrasen anstelle von nur einer verbraucht.

96) Lahm, U., „Technische Innovationen eröffnen neue Perspektiven für den Schienenverkehr“, Internationales Verkehrswesen 10/94, Seite 591.

Die nächste logische Weiterentwicklung würde darauf hinauslaufen, Reisende während der Fahrt von einem Halbzug in den anderen umsteigen zu lassen. Die in Richtung Köln weiterfahrenden gekoppelten Halbzüge würden zum Beispiel in Köln wieder getrennt, und ein Teilzug führe in Richtung Wuppertal – Hannover und der andere in Richtung Essen – Hamburg weiter. Reisende hätten dann zwischen Mannheim und Köln Zeit, in den richtigen Zugteil umzusteigen.<sup>97)</sup> Was sich auf diese Weise langsam herauskristallisieren würde, wäre nichts anderes als ein „hub on the fly“<sup>98)</sup> oder ein fahrender Knotenpunkt. Praktisch lassen sich solche fahrenden oder fliegenden Knotenpunkte nur im Eisenbahnwesen realisieren. Das theoretische Äquivalent im Flugwesen würde so aussehen, daß ein Flug von Düsseldorf hoch über dem Atlantik an eine Umsteigestation andocken würde, die Reisenden dann – während die Umsteigestation weiterfliegen würde – in ihren Flug zu ihrem Bestimmungsort in Nordamerika umstiegen, und dann von ihrem Ursprungs- bis zu ihrem Ziel-flughafen fast nur so wenig Zeit wie ein Nonstopflug benötigt hätten. Das wäre zwar technisch machbar, aber finanziell nicht realisierbar. Daher wird im Flugwesen das zeitraubende Umsteigen wohl nach wie vor noch auf dem Boden stattfinden müssen. Auf der anderen Seite sind fahrende Umsteigeknoten im Rad/Schiene-System viel einfacher zu realisieren. Mit der Entwicklung des dänischen Schnelltriebwagens IC 3 ist der erste Schritt in diese Richtung bereits getan worden.

Es könnte wie folgt gegen die weitere Entwicklung fahrender Umsteigeknoten argumentiert werden:

1. Es ist, vor allen Dingen mit viel Gepäck, weitaus bequemer, quer über den Bahnsteig in den gegenüberliegenden Zug umzusteigen, als während der Fahrt durch enge Gänge vieler Waggons laufen zu müssen.
2. Das Umsteigen in einen Zug am gegenüberliegenden Bahnsteig ist überhaupt nicht zeit-aufwendig.

Dazu sind folgende drei Anmerkungen zu machen:

1. Wenn mit Doppelzugeinheiten jede halbe Stunde jeweils zwei Linien bedient werden, können Direktverbindungen praktisch in jeder Städteverbindung so häufig angeboten werden, daß für die meisten Reisenden die Notwendigkeit des Umsteigens völlig entfällt. Aber es bleibt immer eine Option, zum Beispiel wenn wegen eines verspäteten Anschlußzuges der „Wunschzug“ verpaßt worden ist.
2. Wenn die Idee des fahrenden Umsteigeknotens bis ins Unendliche weiterentwickelt wird, läuft das auf ein System hinaus, in dem der „Hauptzug“ nie hält, sich aber vor jedem Systemhalt ein Zugteil abtrennt, um diesen Halt zu bedienen, und sich hinter diesem Systemhalt ein anderes Zugteil wieder dazusetzt. Alle Städteverbindungen werden auf diese Weise nonstop miteinander verbunden, was sich natürlich in erheblichen Fahrzeiteinsparungen niederschlägt, vor allen Dingen, wenn der Hauptzug oft gut ausgebaute Umgehungsstrecken benutzen kann (siehe auch Abschnitt 1.3).

97) Das ist bei den bestehenden Sicherheitsvorschriften undenkbar, da sich für kurze Zeit zwei Züge im selben Gleisabschnitt befinden würden.

98) Mehndiratta, S. R., „Transit Systems with Access on the Fly, a preliminary report“, Institute of Transportation Studies, University of California at Berkeley, 1993. Diese Studie untersucht, wie dieses Konzept im Nahverkehr anwendbar ist.

3. Allein wenn nur ein ICE-Vollzug in drei „Drittelzüge“ unterteilt werden kann, könnte zum Beispiel ein folgendes Angebot erbracht werden: ein Drittelzug bedient Bonn, Köln, Hannover und Berlin, ein zweiter Mönchengladbach, Düsseldorf und Bremen, und der dritte Duisburg, Essen, Bochum, Dortmund und Hamburg. Kurz hinter Hamm vereinen sie sich, und kurz vor Hannover werden sie wieder getrennt. Mit dieser Zugkombination wird dann eine entsprechende Leistung erbracht, für die sonst 9 separate Sprinterzüge notwendig wären.

Als erster Schritt zu einem fahrenden Knotenpunkt könnten nur erst einmal die Steuerwagen so gebaut werden, daß Reisende während der Fahrt von einem Zugteil in den anderen überwechseln können. Da Reisende zweiter Klasse mit viel Gepäck wohl nur sehr selten umsteigen werden (sie warten lieber auf die Direktverbindungen), auf der anderen Seite aber Geschäftsleute mit wenig Gepäck die mit dem Halbstundentakt verbundene erhöhte zeitliche Disponibilität gerne ausnutzen, würden die Wagen erster Klasse auch immer in und hinter dem Steuerwagen liegen. Um bei dem oben erwähnten Beispiel zu bleiben, könnten solche Halbzüge in Mannheim auseinander- und dann wieder zusammengekuppelt werden. Hinter dem folgenden Knotenpunkt (Köln bzw. Hannover) würden sie dann als einfache Halbzüge weitergeführt, was in etwa dem heutigen Sitzplatzangebot entspricht.

An dieser Stelle kann auch ein vorher erwähntes Problem aufgegriffen werden. Die Fahrzeiten zwischen Berlin und Hannover beziehen sich auf Berlin-Zoo. Der Sternbahnhof des ITF ist aber der Lehrter Bahnhof. Haus-zu-Haus-Fahrzeiten sind die einzigen für Reisende bedeutenden Zeiten. Bei einem Halt in Spandau, Westkreuz, Zoo, Lehrter Bf, Friedrichstraße, Alexanderplatz, Hbf und Ostkreuz könnten fast alle S- und U-Bahnlinien mit nur einmaligem Umsteigen erreicht werden. Diese Halte, die für Berlin-Reisende die Haus-zu-Haus-Fahrzeit minimieren würden, hätten aber für Fernreisende, die Berlin als Knotenpunkt benutzen, genau den umgekehrten Effekt. Es bietet sich an, einen Flügelzug von Spandau auf dem direkten, nördlichen, gut trassierten Weg zum Lehrter Bahnhof zu leiten, während der andere Teil alle wichtigen Haltestellen der Stadtbahn bedient. Bei einem An- und Abkuppeln während der Fahrt wäre ein Halt in Spandau für den schnelleren Zugteil nicht notwendig.

Mit der konsequenten Weiterentwicklung der ICE 2-Familie zum fahrenden Knotenpunkt würde also ein der polyzentrischen Netzstruktur Deutschlands angemessenes Angebot geschaffen, das im Jahre 1971 eingeführte Intercity-System logisch fortentwickelt und die deutsche Industrie in Sachen Rad/Schiene-Hochgeschwindigkeitstechnologie wieder in eine führende Rolle zurückgeführt.

Die Idee eigenständiger Zugteile ist nicht neu<sup>99)</sup> und ist vor allen Dingen für Güterzüge vorgeschlagen worden, um die langen Rangieraufenthalte zu vermeiden.<sup>100)</sup> Im Personenverkehr sind die Vorteile dieses Systems mit Magnetschwebbahnen wahrscheinlich einfacher

99) „Revue RATP Etudes Projets octobre, novembre, décembre 1987“, revue éditée par la Régie Autonome des Transports Parisiens, 52, Quai de la Râpée, 75012 Paris, Seiten 14 – 20 oder *Latour, B.* „ARAMIS ou l’amour des techniques“, Editions La Découverte, 1 Place Paul Painlevé, 75005 Paris, 1992.

100) *Jahnke, B.* „Making Freight Trains More Flexible – Freight trains are being designed for greater operational flexibility by German Rail (DB), which aims to become more competitive in the European railfreight sector.“ *International Railway Journal*, November 1994, Seite 33. *Bernd Jahnke* von der DB erklärt hier das Prinzip des Train-coupling and sharing (TCS).

zu realisieren als mit dem konventionellen Rad/Schienensystem. Bei Magnetschwebbahnen befindet sich der größte Teil des Motors im Fahrweg, wodurch jeder Wagen schon von vornherein seinen eigenen Antrieb hat. Zudem läßt es diese Technologie auch zu, die Zugabstände erheblich zu verkürzen. Da deshalb viel kürzere Züge viel öfter gefahren werden können, kann man weitaus mehr Relationen „zielrein“ (ohne Umsteigen) und nonstop am Markt anbieten. Ein „hub on the fly“ ist bei der Magnetschnellbahn allerdings nicht möglich, da die Geschwindigkeit durch Stromzufuhr geregelt wird, und sich daher nicht zwei Züge mit verschiedenen Geschwindigkeiten im selben Abschnitt befinden können.

Zwischen Hamburg und Berlin könnte der Transrapid seinen Systemvorteil ausfahren, indem er Reisende von und nach Schwerin schnelle und häufige Verbindungen gewährt, ohne dabei die Schnelligkeit und Häufigkeit der Direktverbindung Berlin – Hamburg zu beeinträchtigen. In anderen Worten, er würde die Vorteile des Schweizerischen und Französischen Ansatzes in sich vereinen. Er könnte aber nicht die für Fahrgäste noch wichtigere maximale Reisezeit zwischen allen U- und S-Bahnstationen in Hamburg und allen U- und S-Bahnhöfen in Berlin minimieren.

### Zusammenfassung:

Dieser Beitrag untersucht die Frage, wie der Integrale Taktfahrplan konsequent auf den Fernverkehr in Deutschland erweitert werden kann. Er kommt zu dem Ergebnis, daß optimale Resultate bei einem Halbstundentakt mit drei Zugkategorien erzielt würden. Dieser Artikel setzt sich auch mit den politischen Einflußgrößen (Lokalpatriotismus und mißverständener Umweltschutz) auseinander, aufgrund deren sich in Deutschland nicht nur das mit Sicherheit langsamste, sondern vielleicht auch das teuerste Hochgeschwindigkeitssystem der Welt entwickelt hat. Diese verkehrspolitischen Fehler der Vergangenheit dürfen bei der Umsetzung des Integralen Taktfahrplans nicht wiederholt werden.

### Abstract

This article examines the question how fully integrated fixed interval time tabling can be expanded to include long distance intercity train service in Germany. It comes to the conclusion that optimal results may be achieved with only three train categories running at half hour intervals. It also looks at the political reasons (decentralized decision making and environmental opposition) chiefly responsible for Germany having clearly the slowest but probably also the most expensive high speed rail system in the world, and emphasizes that these mistakes must not be repeated when implementing the new type of scheduling.

Abbildung 13

