

# **Netzgestaltung und räumliche Wirkung von Hochgeschwindigkeitsbahnnetzen im europäischen Vergleich**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades  
einer Diplom-Ingenieurin  
unter der Leitung von

**Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Bardo Hörl**

E280-5

Department für Raumentwicklung, Infrastruktur- und Umweltplanung  
Fachbereich Verkehrssystemplanung

**eingereicht an der Technischen Universität Wien**  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

**Ines Rambausek**  
Matrikelnummer: 0325905

Lindauergasse 26/34  
1160 Wien

Wien, am 14. Dezember 2009

# Inhaltsverzeichnis

---

1.	Einleitung.....	3
2.	Ziel und Aufbau der Arbeit.....	4
3.	Merkmale des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs .....	6
3.1.	Begriff „Hochgeschwindigkeitsverkehr“ .....	6
3.2.	Impulse für die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs .....	8
3.3.	Erwartungen an den Hochgeschwindigkeitsverkehr .....	9
3.4.	Konkurrenzsysteme .....	10
3.5.	Raumstrukturelle Bedingungen .....	23
3.6.	Technische Bedingungen.....	25
3.7.	Wirtschaftliche Bedingungen .....	29
3.8.	Kritische Betrachtung.....	34
4.	Stellenwert des Hochgeschwindigkeitsverkehrs in der EU .....	36
4.1.	Europäische Verkehrspolitik .....	36
4.2.	Rechtliche Rahmenbedingungen für den Ausbau und die Erreichung der Interoperabilität .	41
4.3.	Für den Hochgeschwindigkeitsverkehr relevante Institutionen auf euro-päischer Ebene.....	46
5.	Hochgeschwindigkeitsbahnnetze in ausgewählten europäischen Ländern.....	48
5.1.	Vergleichsmethodik.....	48
5.2.	Entwicklung und Rahmenbedingungen.....	51
5.3.	Systemeigenschaften .....	59
5.4.	Netzqualität .....	77
5.5.	Europäische Kooperationen.....	84
6.	Auswirkungen auf die Erreichbarkeitsverhältnisse und die Raumstruktur.....	91
6.1.	Standortwahl eines Bahnhofes .....	91
6.2.	Veränderung der Erreichbarkeitsverhältnisse.....	94
6.3.	Veränderung der Raum- und Siedlungsstruktur .....	101
6.4.	Schlussfolgerung .....	107
7.	Bewertung und Ausblick .....	109
8.	Zusammenfassung .....	113
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	116
	Quellenverzeichnis .....	118
	Anhang .....	127

# 1. Einleitung

---

Dass die Eisenbahn im Personenfernverkehr mit PKW und Flugzeug zu starke Konkurrenten hat spiegelt sich in den seit jeher sehr geringen Marktanteilen wider. Um am Markt bestehen zu können, muss die Eisenbahn gleich gute oder sogar bessere Reisezeiten als ihre Konkurrenten anbieten. Dazu bedarf es des Hochgeschwindigkeitsverkehrs, dessen Entwicklung in Japan in den 60er Jahren begann und sich in Europa in den 80er und verstärkt in den 90er Jahren fortsetzte. Kapazitätsausweitungen und Geschwindigkeitsverbesserungen waren die ausschlaggebenden Gründe für die Entwicklung zunächst nationaler Strecken. Außerdem trägt der Hochgeschwindigkeitsverkehr zur Wiederbelebung der Schiene bei und leistet, durch die Verlagerung von Straße und Luft auf die Schiene, einen Beitrag zur Reduzierung externer Kosten, wie Verschmutzung, Unfälle, Klimawandel usw.

Die Nachhaltigkeit des Schienenverkehrs spielte bei der Entscheidung, den Hochgeschwindigkeitsverkehr zu forcieren, ebenfalls eine Rolle, da es umweltsinnvoll ist, Verkehr stärker auf die Schiene zu verlagern, deren Erdölabhängigkeit geringer ist – vor allem im Vergleich zum Kurzstreckenflugzeug. Die aktuelle Klimadiskussion rückt den Schienenverkehr weiter in den Mittelpunkt politischer Diskussionen, sowohl auf nationaler wie auch auf europäischer und internationaler Ebene. Bis sich allerdings die Umweltkomponente als Hauptkriterium für die Verkehrsmittelwahl durchsetzt, bedarf es auf der Schiene eines wettbewerbsfähigen Verkehrsmittels mit einer konkurrenzfähigen Reisezeit, da diese ein wesentliches Kriterium für die Verkehrsmittelwahl ist und vermutlich auch bleibt. Neben der Reisezeit bietet der Hochgeschwindigkeitsverkehr noch weitere Vorteile, wie Zugänglichkeit, Sicherheit, Taktfrequenz und Zuverlässigkeit, welche kein Konkurrenzsystem in dem Ausmaß bieten kann.

Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung der Entwicklung hin zum Hochgeschwindigkeitsbahnverkehr in europäischen Ländern, um im Anschluss einen Vergleich über die Entwicklungsrichtungen und die daraus entstehenden Auswirkungen, auf den Modal Split und die Raumstruktur, zu geben. Etwa 30 Jahre nach Inbetriebnahme der ersten Hochgeschwindigkeitsstrecken sind verschiedene Entwicklungsrichtungen erkennbar, woraus Länder, welche erst heute mit der Entwicklung ihres Hochgeschwindigkeitsnetzes beginnen, in großem Ausmaß profitieren können. Der lange Zeitraum erlaubt es, ebenfalls Aussagen hinsichtlich der Veränderung der Raumstruktur, die erst nach vielen Jahren sichtbar wird, zu treffen.

Zusammenfassend soll diese Arbeit zum Verständnis der unterschiedlichen angewandten Hochgeschwindigkeitssysteme in den einzelnen Ländern beitragen und ein möglichst klares und kritisch betrachtetes Bild der Hochgeschwindigkeit und ihrer Auswirkungen abbilden.

## 2. Ziel und Aufbau der Arbeit

---

Hauptziel dieser Arbeit ist es, die verschiedenen Konzepte für Planung und Betrieb des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs zu untersuchen, zu vergleichen und Schlüsse daraus zu ziehen. Da sich sowohl die Voraussetzungen, als auch die verfolgten Prinzipien unterscheiden, wird versucht anhand aussagekräftiger Kriterien den Vergleich zwischen den Ländern möglich zu machen. Bevor allerdings der Vergleich durchgeführt werden kann, wird in einleitenden Kapiteln das System des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs näher betrachtet. Nachfolgend wird auf die inhaltliche Ausrichtung der Arbeit und die Wichtigkeit der einzelnen Kapiteln eingegangen.

Den Einstieg macht ein allgemein gehaltenes **Kapitel über die Merkmale des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs**, wo zu allererst der Begriff des Hochgeschwindigkeitsverkehrs definiert wird. Weiter gibt dieses Kapitel einen Überblick über die Impulse für, und die Erwartungen an den Hochgeschwindigkeitsverkehr. Außerdem werden die Bedingungen, welche an den Hochgeschwindigkeitsverkehr in räumlicher, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht gestellt werden, näher betrachtet. Da die Entwicklung zur Hochgeschwindigkeit die Marktanteile der Bahn wesentlich verbessern und dementsprechend die Straßen- und Flughafeninfrastruktur entlasten soll, ist ein wichtiger Punkt in diesem Kapitel die Beleuchtung der Konkurrenzsysteme und des Potentials Reisende für die Bahn zu gewinnen. Die wesentlichen Quellen für dieses Kapitel waren einerseits der Bericht der Europäische Kommission – Generaldirektion Energie und Verkehr mit dem Titel „European High Speed Rail – an easy way to connect“ (2009) und die Broschüre „High speed rail - Fast track to sustainable mobility“ herausgegeben 2008 von der UIC – International Union of Railways.

Vor dem Vergleich der ausgewählten europäischen Länder wird im **Kapitel „Stellenwert des Hochgeschwindigkeitsverkehrs in der EU“** die europäische Ebene näher betrachtet. In einem ersten Schritt wird die Bedeutung der Hochgeschwindigkeit in der europäischen Verkehrspolitik dargelegt, um anschließend auf die wesentlichen gesetzlichen Grundlagen, welche mittlerweile vorhanden sind, und die wesentlichen Akteure, welche ihren Beitrag zur Entwicklung und Umsetzung dieser gesetzlichen Grundlagen geleistet haben, einzugehen. Als Informationsquellen dienen vor allem das „Weißbuch – Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft“ 2001 von der Europäischen Kommission herausgegeben, das „Grünbuch der Kommission der Europäischen Gemeinschaften TEN-V: Überprüfung der Politik - ein besser integriertes transeuropäisches

Verkehrsnetz im Dienst der gemeinsamen Verkehrspolitik“ aus dem Jahr 2009 und die Richtlinie 96/48/EG über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems.

Im **Kapitel „Hochgeschwindigkeitsbahnnetze in ausgewählten europäischen Ländern“** wird der Status quo der Entwicklungen, die Rahmenbedingungen, die Systemeigenschaften sowie die Netzqualität in vier europäischen Ländern (Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien) genau untersucht. Die Entwicklung der Hochgeschwindigkeitsbahnsysteme hat je nach Netz- und Angebotsgestaltung unterschiedliche Effekte auf die Erreichbarkeitsverhältnisse und auf die räumliche Struktur, welchen im **Kapitel „Auswirkungen auf die Erreichbarkeitsverhältnisse und die Raumstruktur“** nachgegangen wird. Obwohl in diesen Kapiteln zahlreiche Quellen in Form von Zeitungsartikeln, Büchern, Internetseiten usw. verwendet wurden, kann trotzdem auf zwei wesentliche Quellen verwiesen werden. Einerseits auf den Bericht „European High Speed Rail – an easy way to connect“ der Europäische Kommission – Generaldirektion Energie und Verkehr aus dem Jahr 2009 und andererseits auf den Bericht „High Speed Rail: International Comparisons“ von Steer D. G. verfasst für die Commission for Integrated Transport im Jahr 2009.

Alle Datengrundlagen, welche für den Vergleich der Netzqualität und der Berechnung der Vergleichskriterien herangezogen wurden, können im Anhang eingesehen werden. Erstens sind die Zeitersparnis und der Fahrplan für alle Hochgeschwindigkeitsverbindungen in den vier betrachteten Ländern grafisch dargestellt. Des Weiteren sind Übersichtstabellen zum Thema Rollmaterial und Strecken – einmal technische Details und einmal betriebswirtschaftliche Details – enthalten.

### 3. Merkmale des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs

---

#### 3.1. Begriff „Hochgeschwindigkeitsverkehr“

Da sehr viele unterschiedliche Begriffsbestimmungen existieren wird für diese Arbeit, um Missverständnissen vorzubeugen die offizielle Definition aus der Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems<sup>1</sup> herangezogen. Darin wird in Anhang I der europäische schienengebundene Hochgeschwindigkeitsverkehr unter Bezugnahme auf folgende Aspekte genauer definiert:

##### **„1. Infrastrukturen**

a) Die Infrastrukturen des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems sind die Infrastrukturen der im Rahmen der Leitlinien nach Artikel 129c des Vertrags ausgewiesenen Strecken des transeuropäischen Verkehrsnetzes,

- die eigens für die Benutzung durch Hochgeschwindigkeitszüge gebaut worden sind oder werden;
- die eigens für die Benutzung durch Hochgeschwindigkeitszüge ausgebaut worden sind oder werden.

Sie können Verbindungs- und Anschlussstrecken einschließen, insbesondere Neubau- oder Ausbaustrecken für Hochgeschwindigkeitszüge zu den Bahnhöfen in den Innenstädten, wobei die Geschwindigkeiten den örtlichen Gegebenheiten Rechnung tragen müssen.

b) Strecken für Hochgeschwindigkeitszüge umfassen

- eigens für Hochgeschwindigkeitszüge gebaute oder zu bauende Strecken, die für Geschwindigkeiten von im allgemeinen mindestens 250 km/h ausgelegt sind;
- eigens für Hochgeschwindigkeitszüge ausgebaute oder auszubauende Strecken, die für Geschwindigkeiten von rund 200 km/h ausgelegt sind;
- eigens für Hochgeschwindigkeitszüge ausgebaute oder auszubauende Strecken, die aufgrund der sich aus der Topographie, der Oberflächengestalt oder der städtischen Umgebung ergebenden Zwänge von spezifischer Beschaffenheit sind und deren Geschwindigkeit im Einzelfall festgelegt werden muss.

---

<sup>1</sup> vgl. Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, ABl. L 235 vom 17.9.1996.

## 2. Fahrzeuge

Technisch moderne Hochgeschwindigkeitszüge müssen so ausgelegt sein, dass sie bei folgenden Geschwindigkeiten einen sicheren Fahrbetrieb ohne Unterbrechung erlauben:

- bei mindestens 250 km/h auf eigens für Hochgeschwindigkeitszüge gebauten oder zu bauenden Strecken, wobei es möglich sein muss, in geeigneten Fällen Geschwindigkeiten von mehr als 300 km/h zu erzielen;
- bei rund 200 km/h auf eigens ausgebauten oder auszubauenden bestehenden Strecken;
- bei der jeweils höchstmöglichen Geschwindigkeit auf den übrigen Strecken.

## 3. Kohärenz der Infrastruktur- und Fahrzeugkennwerte

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr setzt eine hervorragende Kohärenz zwischen Infrastruktur- und Fahrzeugmerkmalen voraus. Von dieser Kohärenz hängen das Leistungs-, Sicherheits- und Qualitätsniveau sowie die Kosten der Verkehrsdienste ab.“

Die Definition von Hochgeschwindigkeitsverkehr wird durch den **4. Punkt: Betriebsweise**<sup>2</sup> vervollständigt, welcher aus betriebswirtschaftlicher Sicht der bedeutendste ist.

Zusammenfassend können vier Betriebsmodelle hinsichtlich der Verknüpfungsintensität zwischen Hochgeschwindigkeitsstrecken und konventionellen Strecken unterschieden werden:

Da es grundsätzlich kein einheitliches Konzept gibt, lassen sich vier Nutzungstypen unterscheiden:

- 1. Typ:** Das Hochgeschwindigkeitsnetz wird nur von Hochgeschwindigkeitszügen genutzt und umgekehrt. Die zwei Netztypen werden komplett separat behandelt, was den Betrieb wesentlich erleichtert.
- 2. Typ:** In diesem Fall wird das Hochgeschwindigkeitsnetz zwar ausschließlich von Hochgeschwindigkeitszügen befahren, welche ihrerseits auch das konventionelle und teilweise ausgebaute Schienennetz zur Erschließung nutzen. Der Vorteil dieses Typs liegt in den reduzierten Investitionskosten.
- 3. Typ:** Neben den Hochgeschwindigkeitszügen verkehren auch normale Züge mit höherer Geschwindigkeit auf den Hochgeschwindigkeitsstrecken. Dafür nutzen keine Hochgeschwindigkeitszüge das bestehende konventionelle Streckennetz. Dadurch kann das Kontingent an Zügen reduziert werden, was zu einer Verringerung der Instandhaltungskosten führt.

---

<sup>2</sup> vgl. Campos, J. et al. (2006), pp. 3-6.

- 4. Typ:** In diesem Fall können sowohl Hochgeschwindigkeitszüge als auch konventionelle Züge auf dem gesamten bestehenden Netz (Neubaustrecken, Ausbaustrecken, konventionelle Strecken) verkehren. Dieser Typ erlaubt das höchste Maß an Flexibilität.

Jeder dieser Typen bestimmt auf unterschiedliche Weise die Intensität, in der Hochgeschwindigkeitsverbindungen bereitgestellt werden können. Typ 1 und 2 erlauben ein höheres Angebot an Hochgeschwindigkeitsverbindungen als Typ 3 und 4, die jeweils das Befahren von Hochgeschwindigkeitsstrecken durch langsamere Züge zulassen. Da ein großer Geschwindigkeitsunterschied die Leistungsfähigkeit von Hochgeschwindigkeitsstrecken stark mindert ist bei Mischverkehr die Benützung durch Güterverkehr in den meisten Fällen auf die Nacht beschränkt.

### 3.2. Impulse für die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs

Obwohl der Verkehr in den letzten 50 Jahren stark zugenommen hat und diese Wachstumstendenzen auch in den nächsten 20 bis 25 Jahren anhalten werden, kämpft die Eisenbahn mit einem sinkenden Marktanteil. Die Ursachen liegen einerseits darin, dass in die Infrastruktur und Qualität der konkurrierenden Verkehrsmittel laufend investiert wurde. Im Gegensatz dazu, gibt es im europäischen Schienennetz immer noch Engpässe und Hindernisse im grenzüberschreitenden Verkehr, was die Wettbewerbssituation zusätzlich verschlechtert.<sup>3</sup>

Der Luft- und Straßenverkehr stößt mittlerweile an seine Grenzen. Die großen europäischen Flughäfen und das Straßennetz in großen Ballungsräumen sind überlastet und können ohne Ausbau keinem weiteren Verkehrswachstum standhalten. Allerdings sind Erweiterungen angesichts des knappen verfügbaren Raums und der erforderlichen Schonung der Natur nicht vorstellbar. Das Problem kann nur der Bau raumsparender, leistungsfähiger Schieneninfrastruktur gemeinsam mit technologischen Infrastruktur- und Fahrzeugverbesserungen lösen.<sup>4</sup>

Japan spielt in dem Bereich eine Vorreiterrolle, da die erste Strecke bereits am 1. Oktober 1964 anlässlich der Olympischen Spiele in Tokio eröffnet wurde. Kurz darauf starten die Entwicklungen in Europa, wobei es bis 1981 dauert, bis die ersten Strecken mehr oder weniger gleichzeitig in Frankreich und Italien in Betrieb gehen.<sup>5</sup> Anschließend geht die Inbetriebnahme neuer Strecken zügig voran und schon zehn Jahre später haben alle betrachteten Länder zumindest eine Hochgeschwindigkeitsstrecke. Den Impuls für die Entwicklung eines Hochgeschwindigkeitsnetzes in Europa gab jedenfalls Japan, woher die ersten praktischen Erfahrungen für die europäischen Ingenieure kamen.

---

<sup>3</sup> vgl. Weigand, W. (1993), S. 229.

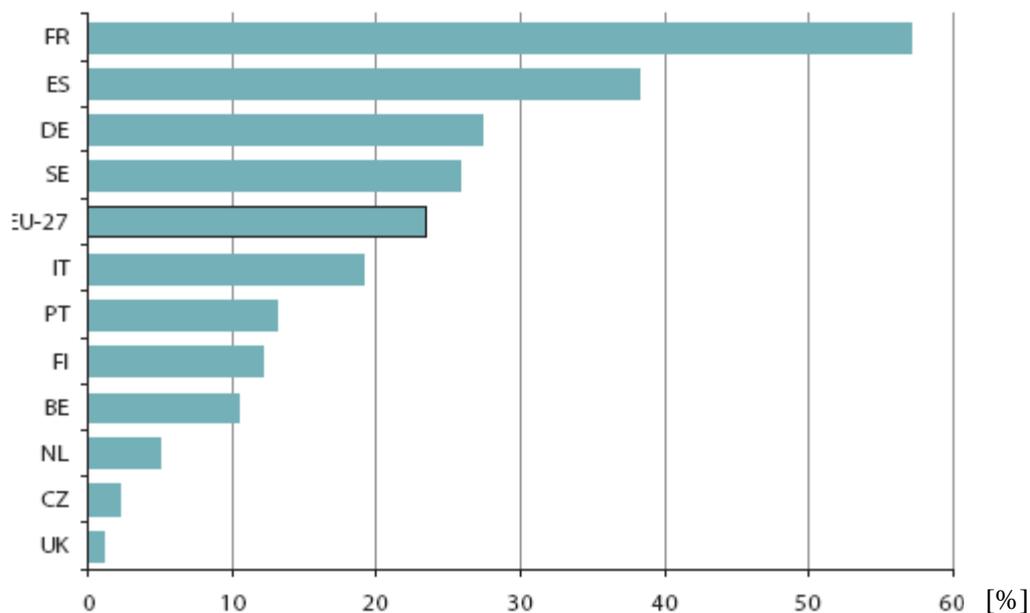
<sup>4</sup> vgl. Gérard, M. (1998), S. 483 f.

<sup>5</sup> vgl. Gérard, M. (1998), S. 485 f.

### 3.3. Erwartungen an den Hochgeschwindigkeitsverkehr

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr wird in erster Linie als Lösung für die zunehmende Überlastung des Straßen- und Luftraumes gesehen und als Antwort auf die wachsenden Umweltprobleme, welche vom Straßen- und Luftverkehr verursacht werden. Erwartet wird vom Ausbau dieses Verkehrsträgers eine erhebliche Änderung des Modal Splits zugunsten der Schiene und ein geringeres Wachstum des PKW- und Luftverkehrs. Außerdem soll dieser Weg die Eisenbahn grundsätzlich aus ihrer Krise holen. Dass der Hochgeschwindigkeitsverkehr das Potential dazu hat, zeigt Abbildung 1, in welcher der Anteil des Hochgeschwindigkeitsverkehrs an der gesamten schienengebundenen Personenverkehrsleistung dargestellt ist. In Frankreich beträgt der Anteil sogar über 55%, gefolgt von Spanien mit etwa 48%. Im Durchschnitt beträgt der Anteil in etwa ein Viertel, wobei mit der Länge des Hochgeschwindigkeitsnetzes dieser Anteil selbstverständlich steigt.

**Abbildung 1: Anteil des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs an der gesamten schienengebundenen Personenverkehrsleistung im europäischen Vergleich [in % Pkm]**



Source: DG Energy and Transport, Union Internationale des Chemins de Fer, National statistics

Quelle: Europäische Kommission – Eurostat (2009), S. 106.

In allen Verkehrsprogrammen, egal ob auf nationaler oder europaweiter Ebene, spielt der Schienenverkehr und dabei vor allem der Hochgeschwindigkeitsbahnverkehr eine wesentliche Rolle, um mit dem Verkehrswachstum umzugehen und die daraus resultierenden Probleme zu lösen. Der Ausbau der Schiene wird als wichtiger Motor für die Herstellung eines Binnenmarktes innerhalb der

EU gesehen. Die finanziellen Voraussetzungen sind dank der EU gegeben, auch die demografischen und topografischen Voraussetzungen sprechen für den Ausbau, jedoch mangelt der politische Wille, der die sehr optimistischen Ziele auch in die Tat umsetzt, denn „ohne begleitende steuerliche und preispolitische Maßnahmen besteht die Gefahr, dass die Einführung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs vor allem eine Umschichtung von IC-Reisenden und nur geringe Verlagerungen des Luft- und Straßenverkehrs bewirkt. Der Nutzen ist ernsthaft in Frage gestellt, wenn es nicht gelingt, mehr PKW- und Luftverkehr zu substituieren und den Marktanteil der Eisenbahn deutlich auszubauen.“<sup>6</sup>

### 3.4. Konkurrenzsysteme

Die Eisenbahn und in dem Fall speziell der Bereich des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs muss im Wettbewerb mit dem Flugzeug und dem privaten PKW bestehen. Durch die Ausdifferenzierung des Flugzeuges in den normalen Flugverkehr und die Billig-Fluglinien verschärft sich die Konkurrenzsituation mit diesem Verkehrsmittel zusätzlich. In manchen Ländern, vor allem in jenen wo die Qualität des bestehenden Schienennetzes sehr niedrig ist, kommt der (Reise-)Bus als zusätzliches Konkurrenzsystem hinzu. Das Verkehrsmittel Schiff spielt in der Beförderung von Personen vorwiegend im touristischen Sektor eine Rolle und wird daher in die folgenden Ausführungen nicht berücksichtigt.

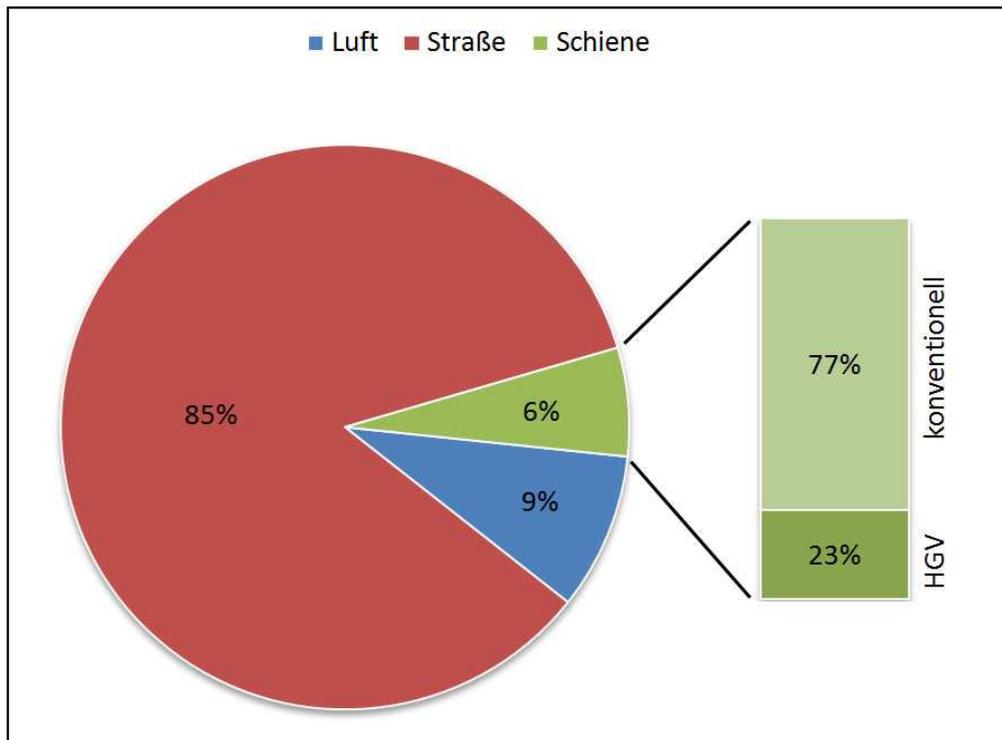
Zur Einleitung der nachfolgenden Kapiteln wird kurz auf den Anteil am Modal Split und den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Eisenbahn im Vergleich zu den Konkurrenzsystemen hingewiesen bevor die Umweltbelastungen und das Verlagerungspotential der relevanten Verkehrsmittel genau verglichen werden.

Das Diagramm in Abbildung 2 zeigt sehr deutlich die Rolle, welche die Eisenbahn in der Beförderung von Personen einnimmt, nämlich eine relativ nebensächliche. 2007 wurden mit der Bahn nur 6% der gesamten Personenkilometer in den EU-27 zurückgelegt. Bei genauerer Betrachtung des Eisenbahnanteils sind mittlerweile schon 23% auf den Hochgeschwindigkeitsverkehr zurückzuführen.

---

<sup>6</sup> vgl. Hansen, I. (1997), S. 508.

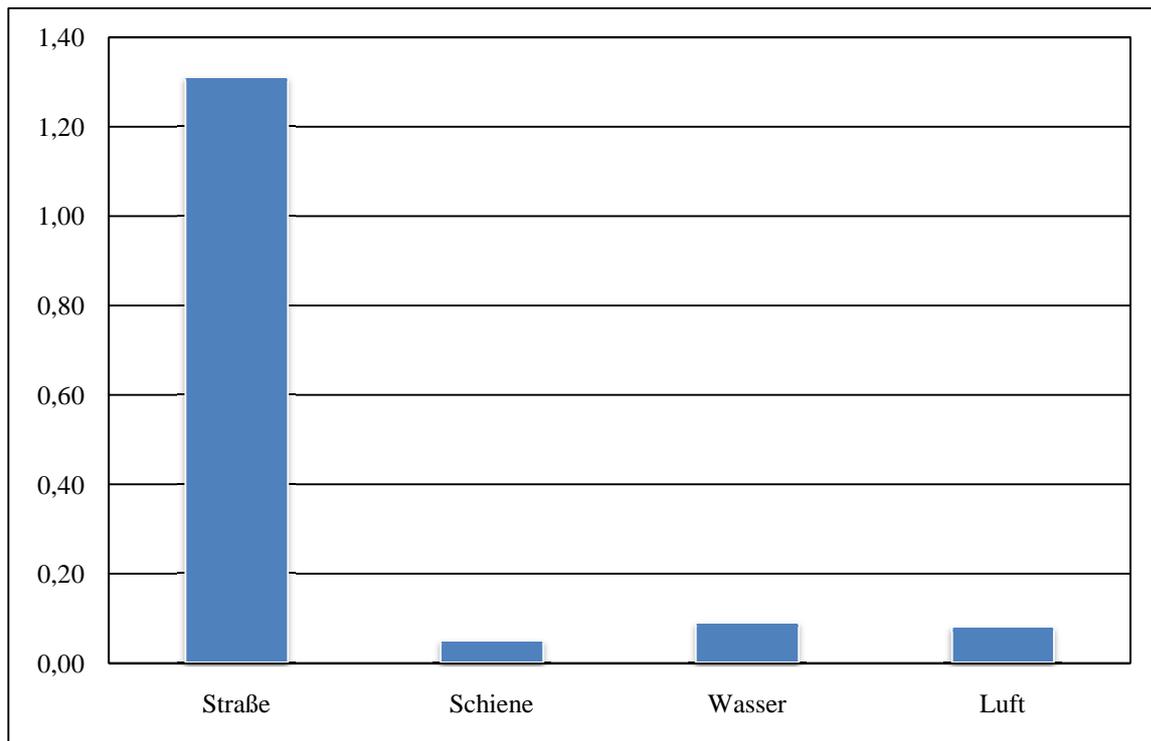
Abbildung 2: Modal Split im Personenverkehr in den EU-27 [in %; auf Basis von 1.000 Mio. Pkm im Jahr 2007]



Quelle: Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), Statistical Pocketbook, S. 106, 124, Eigene Bearbeitung.

Ebenso gering ist der Anteil der Bahn mit 0,5 g/Pkm an den CO<sub>2</sub>-Emissionen (siehe Abbildung 3), wobei in diesem Fall ein kleiner Anteil als sehr positiv zu bewerten ist. Es wäre daher vernünftig, wenn der Großteil der Reisenden nicht auf der Straße, wo die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 1,31 g/Pkm betragen, sondern auf der Schiene unterwegs wären.

Abbildung 3: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Personenverkehr nach Verkehrsmittel [g/Pkm]



Quelle: European Environment Agency (2009).

Noch dazu sind die Kapazitäten des Straßen- und Flugverkehrs überlastet, wodurch Kosten entstehen, die im Jahr 2010 1% des Bruttoinlandsprodukts der Union betragen werden.<sup>7</sup> Diese Kosten können nicht durch weitere Investitionen in die Straßen- und Flugverkehrsinfrastruktur, sondern nur durch eine Forcierung des Schienenverkehrs reduziert werden.

Eine Trendwende in dieser Entwicklung kann nur durch eine Verlagerung relevanter Marktanteile auf umweltschonendere Verkehrsmittel – wie die Eisenbahn – herbeigeführt werden. Im folgenden Kapitel werden zum einen die Vorteile der Eisenbahn im Vergleich zur Straße und Luft herausgearbeitet, um dann im Anschluss das Verlagerungspotential von Reisenden auf den schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehr zu beurteilen.

#### 3.4.1. Vergleich der Umweltbelastungen zwischen den Konkurrenzsystemen

In diesem Kapitel werden die Konkurrenzsysteme Flugzeug, PKW und Eisenbahn in Bezug auf Flächen- und Energieverbrauch, Lärm, Luftverschmutzung und CO<sub>2</sub>-Emissionen untersucht, um die Vorteile der Eisenbahn als umweltschonendes Verkehrsmittel darzustellen.

<sup>7</sup> vgl. Europäische Kommission 2001, S. 2.

Der Vergleich des **Flächenverbrauches** zeigt, dass eine durchschnittliche Autobahn 9,3 ha/km und eine Hochgeschwindigkeitsstrecke 3,2 ha/km Fläche benötigt. Diese Angaben stellen nur einen Richtwert dar, da in der Literatur unterschiedliche Größen angegeben werden. Grundsätzlich ist der Flächenverbrauch einer Hochgeschwindigkeitsstrecke allerdings immer geringer als jener der Autobahn.<sup>8</sup>

In Abbildung 4 ist mit vereinfachten Zahlen der Flächenverbrauch einer Hochgeschwindigkeitsstrecke jener einer Autobahn gegenübergestellt. Entsprechend der Abbildung würden auf einer 25 m breiten Hochgeschwindigkeitsstrecke 16.000 Passagiere pro Stunde (2x8,000 passengers/hour) befördert werden, was 640 Passagieren pro Stunde und Meter Breite der Hochgeschwindigkeitsstrecke (16.000 Passagiere/25 m) entspricht. Auf der Autobahn mit einer angenommenen Breite von 75 m werden laut Angaben 15.300 Passagiere pro Stunde (2x7,650 passengers/hour) befördert. Dies wiederum entspricht 204 Passagieren pro Stunde und Meter Breite der Autobahn (15.300 Passagiere/75 m). Das bedeutet, dass auf einer Hochgeschwindigkeitsstrecke 3x so viele Passagiere befördert werden können. Allerdings sind diese Angaben mit Vorsicht zu betrachten, da die Kapazität auf Seiten der Hochgeschwindigkeitsstrecke mit 666 Passagieren pro Zug als sehr hoch angenommen wird und es andererseits außerdem sehr unwahrscheinlich erscheint, dass die Zugkapazität zu 100% ausgelastet ist. Zusätzlich entspricht die hier angeführte Kapazität mit 1,7 Passagieren pro PKW der durchschnittlichen und nicht der maximalen Auslastung. Unter der Voraussetzung, dass der PKW ebenfalls mit maximaler Auslastung fährt, d.h. mit 4 Personen pro PKW, dann könnten auf einer 75 m breiten Autobahn statt den angenommenen 15.300 Passagieren pro Stunde, 36.000 Personen pro Stunde befördert werden. Der Vergleich mit der Hochgeschwindigkeitsstrecke fällt dennoch positiv aus, jedoch nicht mehr in so einem Ausmaß, da bei Berücksichtigung dieser Tatsache 480 Passagiere pro Stunde und Meter auf der Autobahn befördert werden können.

---

<sup>8</sup> vgl. UIC – International Union of Railways (2008), S. 8.

Abbildung 4: Vergleich des Flächenverbrauchs einer Hochgeschwindigkeitsstrecke und einer Autobahn

Comparisons in land use	
HS Railway	Motorway
Double track 25 m	2x3 lanes 75 m
2x12 trains per hour	2x4,500 cars per hour
2x666 passengers / train capacity	2x1.7 passengers / car capacity
2x8,000 passengers / hour	2x7,650 passengers / hour

Quelle: UIC – International Union of Railways (2008), S. 8.

Reduziert werden kann dieser Flächenverbrauch und die Lärmimmissionen, wenn die Strecke parallel zu einer bereits bestehenden Autobahn oder noch besser entlang einer vorhandenen Eisenbahnstrecke gebaut wird. Der Mindestabstand zwischen Autobahn und Hochgeschwindigkeitsstrecke beträgt dann im Normalfall 15 m, wobei der aber infolge von unterschiedlichen Mindestradien, Gradienten sowie wegen Autobahnanschlussstellen bzw. Rastplätzen fast doppelt so hoch sein kann, wie bei der Bündelung mit Eisenbahnstrecken. Optimiert werden kann der Flächenverbrauch, wenn die Hochgeschwindigkeitsstrecke parallel zur bestehenden Eisenbahnstrecke verläuft, wobei unter der Voraussetzung, dass beide Strecken mit dergleichen Oberleitungsspannung und unabhängigen Tragmasten ausgerüstet sind, der Mindestabstand auf 8 m reduziert werden kann. Bei der Bündelung mit der Autobahn kommt noch hinzu, dass die Lage der Stationen neben der Autobahn als problematisch zu sehen ist, einerseits aufgrund der meist fehlenden Anbindung an das lokale und regionale öffentliche Verkehrsnetz und andererseits durch die hohen Lärm- und Schafstoffimmissionen, denen die Fahrgäste beim Warten ausgesetzt wären.<sup>9</sup>

Einen guten Eindruck des Flächenverbrauchs dieser beiden Verkehrsmittel erhält man bei Betrachtung der Abbildung 5, wo eine ICE Neubaustrecke parallel zur Autobahn geführt wird.

<sup>9</sup> vgl. Hansen, I. (1997), S.506, 510.

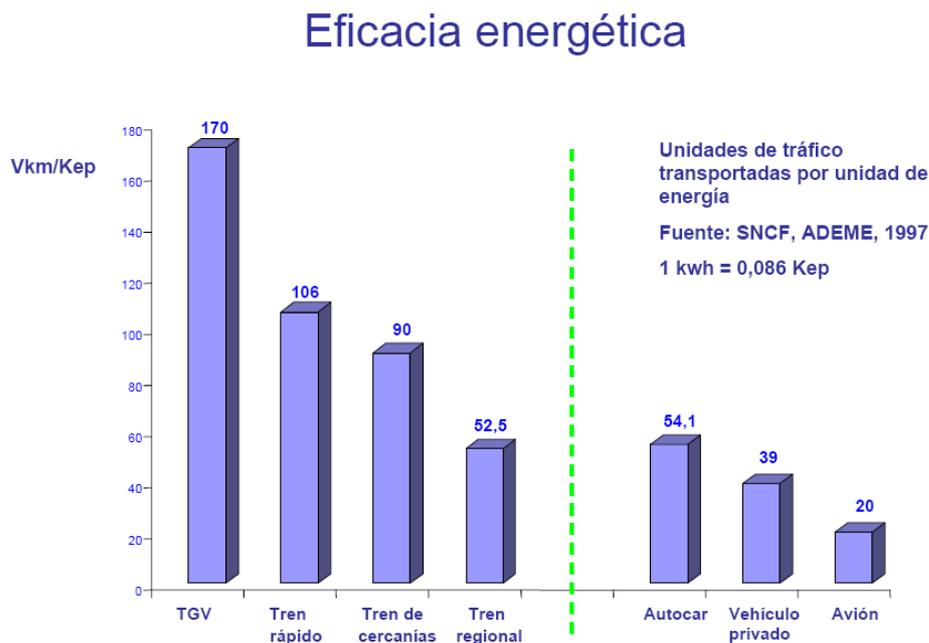
Abbildung 5: Vergleich der Flächeninanspruchnahme zwischen Autobahn und ICE Neubaustrecke



Quelle: flickr – fotosharing.

Obwohl in den einzelnen Ländern unterschiedliche Quellen in unterschiedlicher Zusammensetzung zur Stromerzeugung herangezogen werden, ist der **Energieverbrauch** der Eisenbahn geringer als jener der Konkurrenzsysteme. Um eine Vorstellung bezüglich der Größenordnung zu bekommen, können anhand der Abbildung 6 die Personenkilometer je Energieeinheit und je Verkehrsmittel miteinander verglichen werden. Rechts vom grünen Strich sind die Verkehrsmittel Bus, PKW und Flugzeug (von links nach rechts) und links davon sind die verschiedenen Formen der Eisenbahn von Hochgeschwindigkeitszug, Schnellzug, Schnellbahn, Regionalzug (von links nach rechts) abgebildet. Das Flugzeug schneidet in diesem Vergleich am schlechtesten ab, da es mit einer Energieeinheit eine Person nur 20 Kilometer weit transportieren kann. Der Hochgeschwindigkeitszug kann entsprechend dieser Abbildung eine Person 8,5 Mal so weit, nämlich 170 km, befördern. Eine ähnliche Energieeffizienz weisen Regionalzug und Bus auf, welche in ihren Fahrgast mit einer Energieeinheit in etwa 53 km weit bringen können.

**Abbildung 6: Energieeffizienz verschiedener Verkehrsmittel im Vergleich [Personenkilometer/Energieeinheit]**

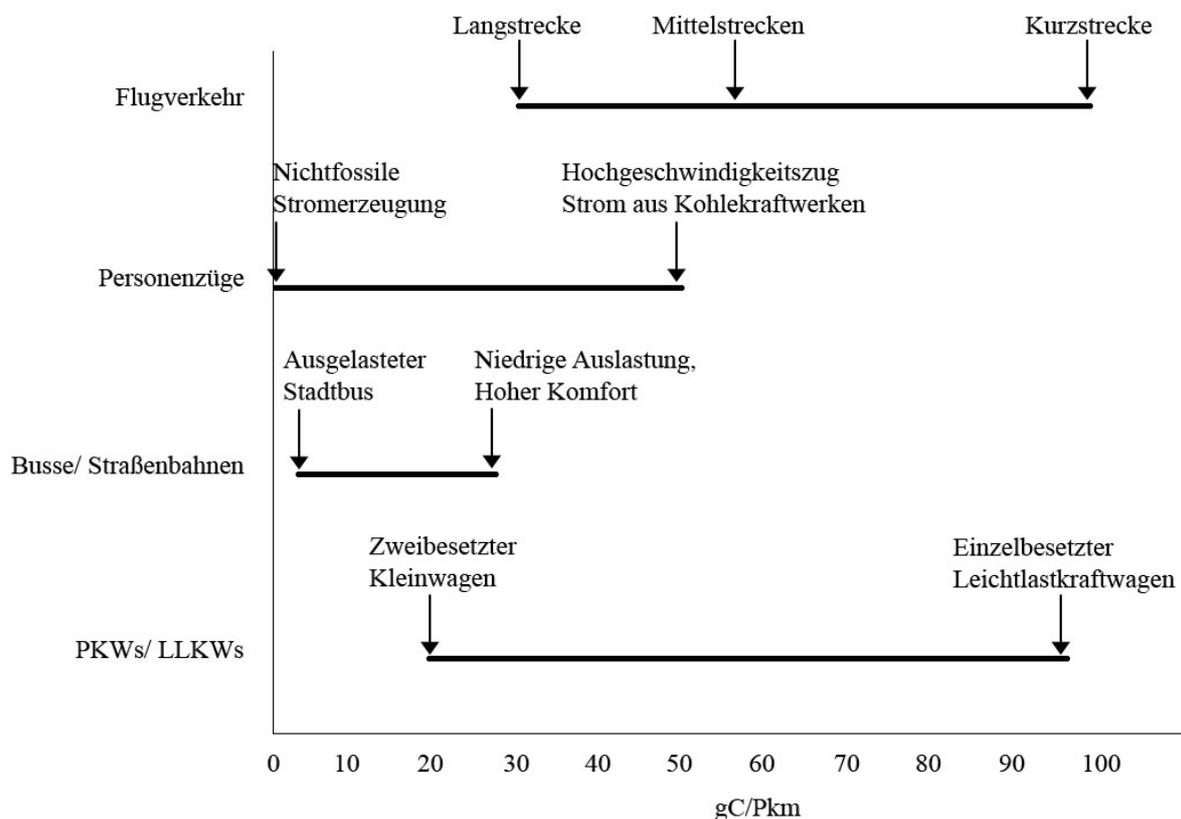


Legende: Personenkilometer/Energieeinheit. Verkehrsmittel in der x-Achse: Hochgeschwindigkeitszug, Expresszug, Schnellbahn, Regionalzug, Autobus, PKW, Flugzeug

Quelle: Barrón de Angoiti, Iñaki (2008), S. 11.

Nach Aussage der IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Eisenbahn im Vergleich zum PKW und Flugzeug, wie bereits zu Beginn des Kapitels in Abbildung 3 zu sehen war, geringer, obwohl in diesem Fall kein eindeutiger Wert dargestellt ist, sondern Bandbreiten an CO<sub>2</sub>-Emissionen [in gC/Pkm], welche je Verkehrsmittel (siehe Abbildung 7). Die größten CO<sub>2</sub> Verursacher sind der Kurzstreckenflug und ein Leichtlastkraftwagen mit nur einer Person als FahrerIn. Die Bandbreite bei Personenzügen reicht von 0 Gramm CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 50 Gramm CO<sub>2</sub>-Emissionen im Falle eines Hochgeschwindigkeitszuges bzw. eines Zuges, welcher mit Strom aus Kohlekraftwerken betrieben wird. Dennoch liegt der Wert für den Hochgeschwindigkeitszug unter dem Flugzeug und dem PKW. Allerdings können sowohl das Flugzeug als auch der private PKW laut den Angaben in Abbildung 3 im günstigsten Fall geringere CO<sub>2</sub> Werte emittieren als der Hochgeschwindigkeitszug.

**Abbildung 7: Bandbreite der CO<sub>2</sub>-Emissionen je Verkehrsmittel [in gC/Pkm]**



Quelle: Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 95.

Betreffend **Luftverschmutzung** ist die Eisenbahn, unter der Voraussetzung, dass sie elektrisch betrieben wird, das einzige Verkehrsmittel, welches die direkte Umgebung der Strecke nicht beeinträchtigt. Durch die Elektrifizierung der Strecken, wird jene Stelle verschmutzt, wo die Kraftwerke den notwendigen Strom erzeugen. Das bringt im Vergleich zum Flugzeug und PKW den

Vorteil mit sich, dass es zu keiner direkten Belastung der Bevölkerung kommt. Wichtig in diesem Fall ist die Standortwahl des Kraftwerkes, um den Schaden, der durch die Stromerzeugung entsteht, gering zu halten.

Einzig die **Lärmbelastung** mindert das sonst durchwegs sehr positive Bild der Eisenbahn. Diese Komponente spielt auch bei der Planung neuer Hochgeschwindigkeitsstrecken eine wichtige Rolle, da die bevorstehende zusätzliche Belastung häufig Widerstand in der Bevölkerung hervorruft. Der Geräuschpegel eines Hochgeschwindigkeitszuges beträgt durchschnittlich 80 bis 90 dB(A), was eine beträchtliche Störung im Siedlungsraum bedeutet. Die technischen Entwicklungen lassen allerdings hoffen, dass die Weiterentwicklung der Hochgeschwindigkeitszüge auch eine Reduktion des Lärmpegels mit sich bringt.

2002 wurde dazu eine technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem Fahrzeuge<sup>10</sup> erlassen, worin Grenzwerte für das Standgeräusch und das Fahrgeräusch festgelegt wurden, welche unter folgenden Bedingungen gelten: Messung über 30 Sekunden in offenem Gelände in 7,5 Metern Entfernung von der Gleismittelachse, in einer Höhe zwischen 1,2 und 3,5 Meter.

**Tabelle 1: Lärmgrenzwerte für Hochgeschwindigkeitsschienenfahrzeuge**

<b>Standgeräusch</b>	
fortlaufend	65 dB(A)
periodisch	70 dB(A)
<b>Fahrgeräusch</b>	
250 km/h	87 dB(A)
300 km/h	91 dB(A)
320 km/h	92 dB(A)

Quelle: Entscheidung 2002/735/EG der Kommission vom 30. Mai 2002 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG, ABl. L 245 vom 12.9.2002, Anhang Pkt. 4.1.8.

Vergleicht man die Grenzwerte z.B. mit jenen in Österreich, welche für neugebaute Schienenstrecken festgelegt sind – 65 dB(A) am Tag und 55 dB(A) in der Nacht -, erscheinen sie sehr hoch. Im

---

<sup>10</sup> vgl. Entscheidung 2002/735/EG der Kommission vom 30. Mai 2002 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG, ABl. L 245 vom 12.9.2002.

Straßenverkehr sind die Grenzwerte mit der Beschränkung von 60 dB(A) am Tag und 50 dB(A) in der Nacht noch etwas niedriger eingestuft.

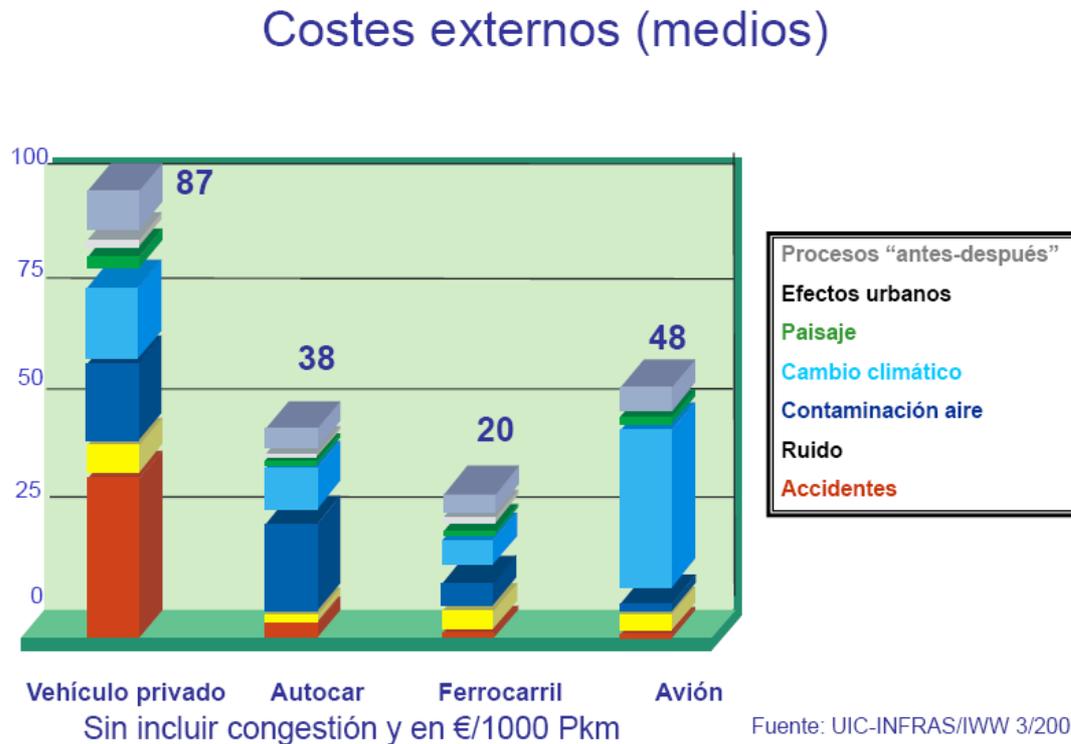
Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass Schienenlärm als weniger störend als Straßenverkehrslärm eingestuft wird, nämlich um 5 – 10 db(A) geringer.<sup>11</sup>

All diese aufgezählten Wirkungen führen zu externen Kosten, welche nicht direkt vom Benutzer getragen werden, sondern die gesamte Gesellschaft belasten. Eine Gegenüberstellung der je Verkehrsmittel verursachten externen Kosten, dargestellt in Abbildung 8 bestätigt, dass die Eisenbahn eines der umweltfreundlichsten und nachhaltigsten Verkehrsmittel ist. Der Vergleich der externen Kosten zeigt zusätzlich, dass die Eisenbahn auch eines der sichersten Verkehrsmittel ist. Diese Tatsache hat durch die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs zugenommen, da es sich um kreuzungsfreie Strecken handelt und verbesserte Zugsicherungssysteme hinzugekommen sind. Besonders niedrig sind die externen Kosten verursacht durch die Eisenbahn im Bereich des Klimawandels (Cambio climático). Im Vergleich zwischen Eisenbahn und Flugzeug sind auch dies die einzigen externen Kosten, welche den Vorteil der Eisenbahn ausmachen. Eine Hauptkomponente der externen Kosten verursacht durch den Autobus ist die Luftverschmutzung (Contaminación aire) – in etwa 50% –, welche bei der Eisenbahn nur rund ein Fünftel aller Kosten ausmacht. Gegenüber dem PKW verursacht die Eisenbahn nur rund ein Drittel der Kosten, was vor allem auf die niedrigere Zahl an Verkehrsunfällen (Accidentes), aber auch auf die geringeren Auswirkungen auf den Klimawandel und die geringere Luftverschmutzung zurückzuführen ist.

---

<sup>11</sup> vgl. Ellwanger, G., Wilckens, M. (1993), S. 290.

Abbildung 8: Von UIC genannte externe Kosten je Verkehrsmittel und aufgeteilt nach unterschiedlichen Kostenkomponenten [in €/1.000 Pkm]



Legende: Prozess „vorher-nachher“, städtische Effekte, Landschaft, Klimawandel, Luftverschmutzung, Lärm und Unfälle. Verkehrsmittel in der x-Achse: Privatauto, Autobus, Eisenbahn, Flugzeug. Die Staukosten sind nicht berücksichtigt.

Quelle: Barrón de Angoiti, Iñaki (2008), S. 13.

### 3.4.2. Verlagerungspotential

Durch die Entwicklung des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs kann die Eisenbahn Marktanteile der Straße und des Flugzeuges für sich gewinnen. Die Verlagerung von Verkehrsströmen auf die Eisenbahn würde diese einerseits wettbewerbsfähiger machen und andererseits zur Entlastung der Autobahnen und großer Flughäfen beitragen.<sup>12</sup>

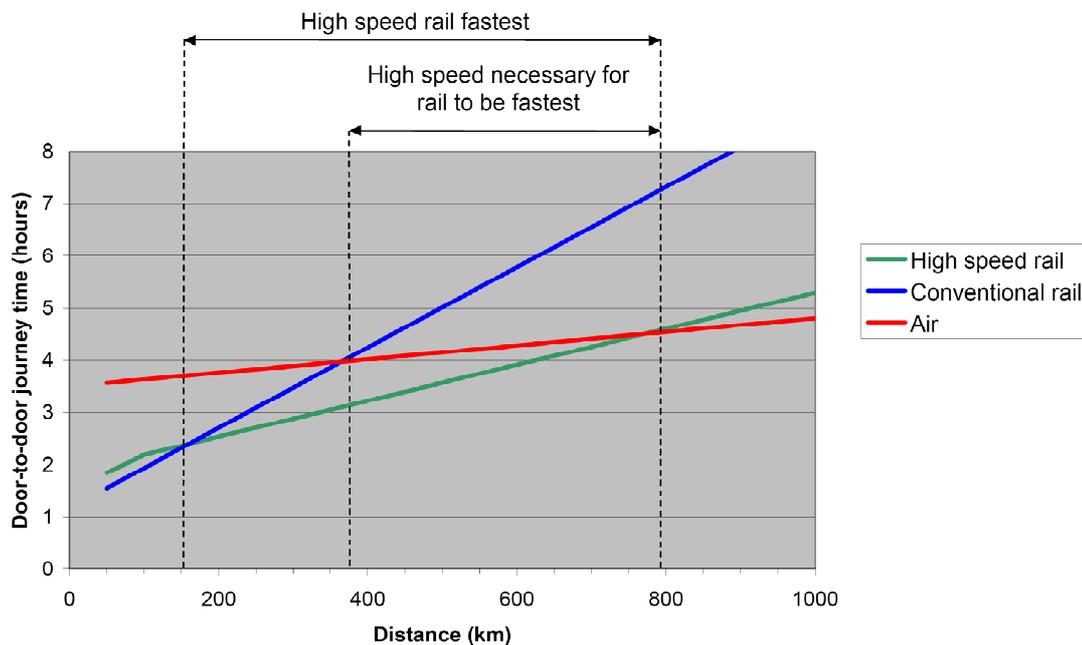
In Abbildung 9 ist dargestellt, in welchem Entfernungsbereich der Hochgeschwindigkeitsverkehr besonders wettbewerbsfähig ist. Grundsätzlich kann man sagen, dass:

- unter 150 km der Hochgeschwindigkeitsverkehr nur einen geringen Nutzen hat, da sein Vorteil gegenüber dem klassischen Zug und vor allem gegenüber dem PKW minimal ist;

<sup>12</sup> vgl. Hoehrangige Gruppe „Europäisches Hochgeschwindigkeitsbahnnetz“ (1995), S. 23.

- zwischen 150 km und 400 km die Eisenbahn, egal ob Hochgeschwindigkeit oder nicht, das schnellste Verkehrsmittel ist;
- zwischen 400 km und 800 km der Hochgeschwindigkeitsverkehr notwendig ist, um im Wettbewerb mit dem Flugzeug bestehen zu können;
- über 800 km bleibt das Flugzeug das schnellste Verkehrsmittel, außer der Hochgeschwindigkeitsverkehr kann durch spezielle Angebote, wie Autotransport, Marktanteile gewinnen.<sup>13</sup>

Abbildung 9: Wettbewerbsfähigkeit des Hochgeschwindigkeitsverkehrs



Quelle: Steer D. G. (2004), S. 23.

Obwohl die Fahrzeit die größte Auswirkung auf den Modal Split hat, hängt die Wahl des Verkehrsmittels nicht nur von dessen Reisegeschwindigkeit, sondern von einer Vielzahl anderer Kriterien ab. Einfluss haben z.B. der Komfortanspruch, die berufliche Funktion, der Imageanspruch, die Haus-zu-Haus-Verbindung, die Erreichbarkeit des Stadtzentrums, die Entfernung zum Flughafen und vieles mehr.

Die steigende Umweltsensibilisierung der Reisenden könnte zukünftig bei der Verkehrsmittelwahl ebenfalls ein Kriterium sein und zu einer zusätzlichen Verlagerung beitragen. Manche Bahnunternehmen reagieren bereits auf dieses neue Bewusstsein und stellen auf ihren Seiten im

<sup>13</sup> vgl. Steer D. G. (2004), S. 22-23.

Internet die Möglichkeit zur Verfügung, den benötigten CO<sub>2</sub>-Ausstoß der drei Verkehrsmittel für eine bestimmte Strecke zu berechnen und anschließend zu vergleichen.<sup>14</sup>

Im Wettbewerb mit dem Flugzeug zählt vor allem, dass die Bahn billiger und komfortabler ist. Die Qualität des Bahnangebots kann durch einen zuverlässigen Taktfahrplan und das Angebot an Serviceleistungen zusätzlich erhöht werden.

Obwohl die Bahn schneller und in den meisten Fällen für den Reisenden auch günstiger als der PKW ist, liegt das Verlagerungspotential vom PKW auf die Bahn aufgrund folgender Vorteile sehr niedrig.

- Bei Urlaubsreisen wird der PKW bevorzugt, da sowohl die Gepäckbeförderung als auch die Mobilität vor Ort erleichtert werden. Außerdem können durch einen vollbesetzten PKW Fahrkosten gespart werden.
- Bei Geschäftsreisen kann der PKW dann von Vorteil sein, wenn viel Material bzw. Werkzeug transportiert werden muss.
- Bei allen Arten von Reisen ist der PKW von Vorteil, wenn die Verbindungen zum, vom und am Zielort zu kompliziert und nicht aufeinander abgestimmt sind.<sup>15</sup>

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Entwicklung des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs auf jeden Fall zu einer Steigerung des Modal Split zugunsten der Bahn beitragen kann, vor allem aber auf Verbindungen zwischen den Großstädten Europas, welche zwischen 200 km und 800 km voneinander entfernt liegen. Besonders attraktiv ist die Bahn, wenn sie in zwei bis drei Stunden Strecken schneller als der PKW zurücklegt und das Flugzeug trotz der höheren Reisegeschwindigkeit nicht schneller am Zielort ist.<sup>16</sup>

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr stellt nicht nur eine Konkurrenz zum Straßen- und Luftverkehr dar, er ist auch eine Ergänzung speziell des Flugverkehrs und des regionalen und innerstädtischen Verkehrs. Für den Flugverkehr ist eine Verknüpfung mit dem Hochgeschwindigkeitsverkehr interessant, weil sowohl Slots am Flughafen frei werden und auch unrentable Inlandsflüge eingestellt werden können. Außerdem sinkt der Energieverbrauch, was wiederum der Umwelt zugutekommt. Für die Komplementarität zwischen Hochgeschwindigkeitsverkehr und dem regionalen/innerstädtischen Verkehr ist besonders auf die Verknüpfung beider Verkehrsträger zu achten, denn dadurch können

---

<sup>14</sup> vgl. TGV Lyria – Eco Voyage

<sup>15</sup> vgl. Hochrangige Gruppe „Europäisches Hochgeschwindigkeitsbahnnetz“ (1995), S. 26 - 30.

<sup>16</sup> vgl. Campos, J. et al. (2006), pp. 3-6.

mittlere und kleine Städte ohne direkten Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz, dennoch von dessen Vorteilen profitieren. Durch die Herstellung einer bestmöglichen Komplementarität kann die Gesamteffizienz des Verkehrssystems durch weitere Zeitersparnisse im Vor- und Nachlauf gesteigert werden. Außerdem werden dadurch der Ausbau in Richtung Hochgeschwindigkeitsverkehr und der Bahnhöfe, welche als Verkehrsdrehscheibe fungieren müssen, argumentierbarer.<sup>15</sup>

### 3.5. Raumstrukturelle Bedingungen

Die demografischen Voraussetzungen in Europa eignen sich sehr gut für den Aufbau eines Eisenbahnhochgeschwindigkeitsnetzes. Einerseits leben fast drei Viertel der europäischen Bevölkerung in städtischen Ballungsgebieten, die Hälfte sogar in Städten mit über 100.000 Einwohnern. Andererseits befinden sich viele große „Städte-Paare“ in einer Entfernung von 200 bis 800 km (siehe Tabelle 2), was ein großes Potential für die Schiene darstellt (vgl. Kapitel 3.4.2).<sup>17</sup> In dieser Tabelle sind europäische Städtepaare herangezogen worden, welche sich in einer Distanz von 200 bis 800 km befinden. Nicht die Vollständigkeit dieser Auflistung ist von Bedeutung, sondern nur die Tatsache, dass es in Europa sehr viele solcher „Städte-Paare“, welche sich besonders für den Hochgeschwindigkeitsverkehr eignen, gibt. Vermutlich kann diese Liste, sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene, noch ausgeweitet werden.

---

<sup>17</sup> vgl. Weigand, W. (1993), S. 229.

**Tabelle 2: Entfernung zwischen europäischen Städten auf internationalen Eisenbahnstrecken**

Amsterdam	Brüssel	212 km
Luxemburg	Brüssel	215 km
Luxemburg	Frankfurt	235 km
London	Lille	237 km
Wien	Budapest	246 km
Lyon	Turin	305 km
Paris	Brüssel	309 km
London	Brüssel	329 km
Berlin	Prag	342 km
Sankt Petersburg	Helsinki	388 km
München	Wien	399 km
Paris	London	415 km
Lyon	Mailand	441 km
Paris	Köln	487 km
Mailand	München	491 km
Paris	Düsseldorf	495 km
Marseille	Barcelona	503 km
Paris	Frankfurt	579 km
Berlin	Warschau	594 km
Lyon	Barcelona	633 km
Madrid	Lissabon	634 km
Thessaloniki	Istanbul	662 km
Kopenhagen	Stockholm	668 km
Manchester	Brüssel	670 km
Lyon	Innsbruck	707 km
Wien	Frankfurt	714 km
Berlin	Brüssel	755 km

Quelle: Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 123.

Was die Topografie betrifft, sind der Norden und Westen Europas durch große Ebenen geprägt. Im Gegensatz dazu befinden sich im Süden und Osten Europas zahlreiche Gebirgszüge, welche sich nicht im gleichen Maß wie Ebenen für den Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken eignen, da durch aufwendige Kunstbauten (Brücken, Tunnel, Viadukte) nicht unwesentliche Mehrkosten entstehen. Wenn sich eine Trassierung im gebirgigen Gelände allerdings nicht vermeiden lässt können die Baukosten durch Landschaftsanpassung beträchtlich reduziert werden und Investitionen in Neubaustrecken werden vertretbar. Die Landschaftsanpassung kann vor allem durch hohe Steigungen und geringe Kurvenradien zustande gebracht werden, wodurch der Anteil notwendiger Kunstbauten

verringert wird.<sup>18</sup> Um das allerdings in hohem Maße zu erreichen ist die Beschränkung auf Personenverkehr, soweit das möglich ist, notwendig.

### 3.6. Technische Bedingungen

Grundsätzlich bedarf es bei Hochgeschwindigkeitsbahnsystemen folgender Voraussetzungen:

- **Spezielle Gleisanlagen:** Auf herkömmlichen Strecken kann trotz Qualitätsverbesserungen nicht schneller als mit 200-220 km/h gefahren werden. Die Eigenschaften der Gleisanlage, wie Gleisabstände, Krümmungsradien, Schienenqualität, Oberleitungsspannung und die Stromversorgung entsprechen nicht den notwendigen Bedingungen für den Betrieb mit Hochgeschwindigkeit.
- **Spezielles Rollmaterial:** Hochgeschwindigkeitszüge sind Triebwagenzüge im Gegensatz zum herkömmlichen Lokomotivzug. Das ist aber notwendig wegen des Verhältnisses zwischen Antriebsleistung und Gewicht, aufgrund der Sicherheit, der Betriebszuverlässigkeit und der aerodynamischen Aspekte.
- **Spezielle Signalisierungssysteme als wichtiger Teilaspekt der verstärkten Anforderungen an die Sicherheit:** Signale entlang der Strecke sind ab einer Geschwindigkeit von 200 km/h nicht mehr einsetzbar, da die rechtzeitige Wahrnehmung durch den Lokführer nicht gewährleistet ist. Für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb sind Anzeigen im Führerstand unumgänglich.<sup>19</sup>

#### 3.6.1. Infrastruktur

Da die Infrastruktur für Hochgeschwindigkeitsschienenverkehr größeren Belastungen ausgesetzt ist, muss sie unter optimalen Bedingungen geplant, gebaut und instand gehalten werden. Sie unterscheidet sich von Infrastruktur für herkömmlichen Schienenverkehr durch größere Bogenradien mit teilweise ausgeprägten Überhöhungen, limitierte Steigungen und größere Gleisabstände. Darüber hinaus muss der Oberbau den Dauer- und Spitzenbelastungen sowie den Vibrationen standhalten. Ein schwer ausgeführter Schotteroberbau hat sich bisher immer bewährt. Allerdings setzt sich allmählich die feste Fahrbahn, eine Betonfahrbahn mit Dämpfungselementen, statt des Schotter-Schwellen-Systems die Schienen tragen, aufgrund der niedrigeren Wartungskosten und der durch Schotterflug entfallenden Fahrzeugbeschädigungen durch. Höheren Belastungen ist auch die Oberleitung ausgesetzt. Eine spezielle Legierung verbessert den elektrischen Kontakt und vermeidet den Funkenflug. Um Schwingungen zu reduzieren, wird diese außerdem besonders stark gespannt. Weiteres ist zu

---

<sup>18</sup> vgl. Vieregg, M. (1996), S. 26.

<sup>19</sup> vgl. UIC – International Union of Railways (2008), S. 2.

erwähnen, dass alle Kreuzungen als Brücken oder Unterführungen ausgeführt werden müssen und dass der Tunnelquerschnitt weitaus größere Maße aufweist.<sup>20</sup>

Alle Hochgeschwindigkeitszüge sind mit einem Signalsystem bzw. einem Betriebsleitsystem ausgestattet, das die Informationen von der Schiene an den Zug weitergibt, da die Signale entlang der Strecke ab einer Geschwindigkeit von 160 km/h nicht mehr wahrgenommen werden können. Obwohl die ersten Signal- bzw. Betriebsleitsysteme auf nationalem Niveau entwickelt wurden, bestehen sie mehr oder weniger aus denselben Komponenten. Der Fahrer wird über die maximale Fahrgeschwindigkeit, über einen Stromsystemwechsel oder über einen neutralen Abschnitt im Führerstand verständigt.<sup>21</sup>

Die Umstellung auf das europäische System ERTMS, welches in Kapitel 4.2.3 näher erläutert ist, wird zu einer Vereinfachung im grenzüberschreitenden Verkehr führen.

Zur Erhöhung der Sicherheit werden vielfältige Maßnahmen gesetzt. Unter anderem gibt es auf Hochgeschwindigkeitsstrecken keine niveaugleichen Übergänge, teilweise werden die Strecken eingezäunt, um Unfälle mit Tieren zu vermeiden. Bei Brücken, werden besondere Sicherheitsvorrichtungen angebracht, um Kollisionen mit fallenden Objekten/Autos zu vermeiden.

In bestimmten Fällen, wenn die geoklimatischen Eigenschaften vor Ort es erfordern, sind Streckenabschnitte mit besonderen Apparaten zur Messung von Frost, Überschwemmungen, Erdbeben sowie zur Überwachung der Seitenwinde ausgestattet.<sup>21</sup>

In Tabelle 3 sind zur Übersicht die typischen Parameter für Hochgeschwindigkeitsstrecken laut Angaben der UIC aufgelistet. Vor allem bei den Gleiskomponenten wird deutlich wie die Anforderungen mit der Geschwindigkeit zunehmen. Die Komponenten des Oberbaus sind zur Gewährleistung der Vollständigkeit ebenfalls aufgelistet, wobei all diese Eigenschaften auch für den konventionellen Eisenbahnverkehr gelten, jedoch nicht in der Qualität notwendig sind.

---

<sup>20</sup> vgl. Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken.

<sup>21</sup> vgl. Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 13.

Tabelle 3: Technische Parameter für Hochgeschwindigkeitsstrecken laut Angaben der UIC

<b>Typische Parameter für Hochgeschwindigkeitsstrecken</b>		
<b>Komponenten der Gleise</b>		
Maximale Steigung (abhängig von den geografischen Gegebenheiten und der Betriebsart)	Personenverkehr	35/40 mm/m (mit dem entsprechenden Rollmaterial)
	Mischverkehr	bis zu 12/15 mm/m
Bogenradius	200 km/h	Minimum: 2.500 m, Ideal: 3.500 m
	300 km/h	Minimum: 5.500 m, Ideal: 7.000 m
Gleisabstand	200 km/h	4 m
	300 km/h	4,5/ 5 m
Spurweite	1,435 m	
Maximale Überhöhung	150 /170 mm	
<b>Komponenten des Oberbaus (typisch: Schotteroberbau)</b>		
Gleistyp	Normal, 60 kg/m, geschweißt	
Art und Anzahl der Schwellen	Beton Monobloc oder Bibloc, 1.666 pro km	
Befestigungsarten	elastisch, viele Arten	
Weichen	Abhängig von der Leistungsfähigkeit der Strecke: verschiebbare oder fixierte Kreuzungen	
Elektrifizierung	Einphasig	Die geläufigsten Spannungen sind 25 kV, 50 oder 60 Hz oder 15 kV, 16 2/3 Hz.
Signalisierung, Kommunikation und andere Ausstattungen	ab 200 km/h ist ein Signalsystem an Bord der Führerkabine notwendig	

Quelle: UIC – International Union of Railways (2008), S. 10.

### 3.6.2. Rollmaterial

Auf Lokomotiven wird auch in Zukunft nicht verzichtet werden können, allerdings werden im Hochgeschwindigkeitsverkehr zur Überwindung der Reibungs- und Stauwiderstände Triebkopf- bzw. Triebwagenzüge eingesetzt. Mitentscheidend für deren Einsatz ist die Formgebung der Fahrzeuge, die sich im strömungsgünstigen, äußerlich glatten Triebzugverband zufriedenstellender realisieren lässt.<sup>22</sup> Unterschieden werden muss dabei allerdings zwischen Triebkopf- und Triebwagenzug. Ersterer wird nur durch einen Motor, welcher sich im Triebkopf befindet betrieben. Im Gegensatz dazu tragen beim Triebwagenzug mehrere Waggon zum Antrieb bei, im Normalfall jeder zweite.

Neben die Entscheidung zwischen Triebkopf- und Triebwagenzug stellt sich die Entscheidung für oder gegen den Einsatz der Neigetechnik. Denn die Nutzung von Fahrzeugen mit gleisbogenabhängiger Wagenkasten-Neigungssteuerung (Neigezüge) ist eine Entscheidung zugunsten der Erhöhung von Reisegeschwindigkeiten, ohne tiefgreifende technische Veränderungen vorhandener kurvenreicher Strecken vornehmen zu müssen. Berücksichtigt werden muss allerdings, dass die Züge in der Anschaffung teurer und die Strecken dennoch teilweise überarbeitet werden müssen. Die Fahrzeitverkürzungen liegen bei kurvenreichen Strecken bei 10 bis 25%. Die Züge können bis zu 8,5% schneller durch die Kurven fahren, wofür die pendelnde Aufhängung der Wagenkästen sorgt.<sup>23</sup> Der Neigewinkel dieser Züge kann bis zu 8° betragen, wobei hydraulische Stellzylinder oder ein elektrischer Stellantrieb für die Auslenkung der Wagenkasten sorgen.<sup>24</sup>

Die fehlende Interoperabilität zwischen den Strom- und Signalisierungssystemen, aber auch zwischen unterschiedlich breiten Spurweiten führt zur Entwicklung von speziellem Rollmaterial. Notwendig für die rasche Bewältigung von unterschiedlichen Systemen, werden mittlerweile Triebkopf- und Triebwagenzüge mit Mehrstrom- bzw. Mehrsignalisierungssystemen ausgestattet. Die unterschiedlichen Spurweiten bedürfen eines Rollmaterials mit verstellbarem Laufwerk, um den Zeitverlust beim Übergang zu minimieren.

Die Herstellung des speziellen Rollmaterials für den Hochgeschwindigkeitsverkehr stellt für die Bahnindustrie einen wichtigen Geschäftsbereich dar. Daneben ist es für eben diese Wirtschaftsbranche eine besondere Herausforderung diese Züge technologisch immer weiterzuentwickeln.

---

<sup>22</sup> vgl. Messerschmidt, W. (1997), S. 23-28.

<sup>23</sup> vgl. Messerschmidt, W. (1997), S. 41-45.

<sup>24</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Neigetechnik.

Die Anzahl und Art der eingesetzten Züge auf der Strecke hängt von der heutigen und zukünftigen Verkehrsnachfrage, dem Einsatz konventioneller Fahrzeuge auf dieser Strecke und der gewollten Leistung ab.

### 3.7. Wirtschaftliche Bedingungen

Der Ausbau des Hochgeschwindigkeitsnetzes ist sinnvoll bei großen Verkehrsströmen zwischen Großstädten, um Marktanteile vom Flug- und Straßenverkehr auf die Schiene zu verlagern. Die Leistungsfähigkeit des Hochgeschwindigkeitsnetzes wird zum Großteil vom Betriebskonzept bestimmt. Dieses wiederum legt den Grundstein für die Streckenkonzeption, d.h. ob die Strecke neu- oder ausgebaut wird, ob sie für Mischverkehr oder nur für Personenverkehr bestimmt ist und wo die Haltepunkten liegen. In Abhängigkeit von den Streckenparametern wird in Folge die Betriebsgeschwindigkeit der Züge gewählt. Ausführungen zur optimalen Geschwindigkeit nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten folgen weiter unten in diesem Kapitel.

Jedenfalls kann eine einseitige Orientierung auf Neubaustrecken nicht immer zielführend sein, da die Nachfrage nicht in sämtlichen wichtigen Verkehrsrelationen ausreichend ist. Abgestimmt auf das Verkehrsaufkommen und sonstige relevante Rahmenbedingungen sind auch unterschiedliche, abgestufte Maßnahmen notwendig, wobei dabei immer der allgemeine Planungsgrundsatz: „Für die Mehrheit das bessere Angebot“ verfolgt werden sollte. In vielen Fällen ist ein Ausbau bzw. eine integrale Modernisierung wirtschaftlicher, um entweder die Kapazität und die Zuverlässigkeit der Betriebsabwicklung für alle Zugarten zu maximieren, oder erhebliche Eingriffe in Natur, Landschaft und Städtebau zu minimieren.

Abhängig von den geografischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind folgende drei Möglichkeiten miteinander zu kombinieren:

- Streckenausbau überall dort, wo die bestehende Trassierung bereits ausreichend geradlinig ist und vor allem in dichten städtischen Ballungsgebieten,
- Bau neuer Streckenabschnitte dort, wo der größte Zeitgewinn zu erzielen ist und
- Einsatz von Zügen mit Neigetechnik.<sup>25</sup>

#### 3.7.1. Betriebskonzept

Das Betriebskonzept legt, aufbauend auf den Verkehrsprognosen, jene Kriterien fest, welche für die Leistungsfähigkeit der Strecke von Bedeutung sind. Dazu zählen Anzahl und Art der Züge sowie Bedienungshäufigkeit und Fahrplan.

---

<sup>25</sup> vgl. Gérard, M. (1998), S. 489 f.

Typischerweise sind Hochgeschwindigkeitsstrecken nur für den Personenverkehr geplant, da dabei der Bahnbetrieb am ungestörtesten läuft. Dennoch kommt es in einigen Ländern vor, dass auch Güterzüge die Hochgeschwindigkeitsstrecken nutzen. Der **Mischbetrieb** erfordert besondere Anstrengungen was die Fahrplangestaltung betrifft. In vielen Fällen leidet die Leistungsfähigkeit der Strecke darunter. Hinzu kommt, dass eine Strecke, die für den Mischbetrieb ausgelegt ist, andere Anforderungen an Steigung, Kurvenradien und Gewichtbelastung standhalten muss und daher größere Investitionen und später auch Instandhaltungskosten notwendig sind.<sup>26</sup>

Ab einem Geschwindigkeitsunterschied von 130 km/h zwischen Personen- und Güterzügen ist ein Mischverkehr nicht mehr sinnvoll zu betreiben, da die Güterzüge einerseits in zu geringen Abständen überholt werden müssten und andererseits ihre Geschwindigkeit dann zu gering ist, um wettbewerbsfähig zu sein.<sup>27</sup>

Ein Mischbetrieb kann in Betracht gezogen werden, wenn die Strecke mit dem Personenverkehr alleine nicht ausgelastet ist oder, wenn es genügend Überleitstrecken gibt und sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr auf ihrer Fahrt nicht beeinträchtigt werden, was zum Beispiel der Fall ist, wenn der Güterverkehr auf die Nacht beschränkt wird.

Die Reisezeit hängt nicht allein von der Fahrgeschwindigkeit ab, sondern vielmehr von einem abgestimmten **Fahrplan**, da die Umsteige- und Wartezeiten einen erheblichen Anteil an der Gesamtreisezeit ausmachen. Um dabei negative Einflüsse zu minimieren, führen die Bahnen Taktfahrpläne ein, die häufige und regelmäßige Fahrmöglichkeiten zu leicht einprägsamen Abfahrtszeiten anbieten. Die häufig gewählte Form ist dabei der integrale Taktfahrplan, welcher Fern- und Nahverkehr optimal verzahnt und alle von der Bahn bedienten Orte miteinander verbindet. Um einen integralen Taktfahrplan realisieren zu können bedarf es allerdings einer gewissen Angebotsdichte und die Nachfrage nach mittleren und kürzeren Distanzen muss dominieren. Ein weniger dichter Fahrplan, welcher auf eine geringere Angebotsdichte reagiert, ist der rhythmische Fahrplan, da die Taktzeiten auf das tageszeitabhängige Verkehrsaufkommen abgestimmt sind. Das Gegenteil des Taktfahrplanes ist der Individuelle Fahrplan, welcher sich vorrangig nach dem zu bewältigenden Verkehrsaufkommen und seiner zeitlichen Verteilung richtet. Auf Anschlüsse für sekundäre Verbindungen wirkt sich diese Angebotsform allerdings nachteilig aus.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> vgl. UIC – International Union of Railways (2008), S. 2.

<sup>27</sup> vgl. Anderson, S. (2002), S. 532.

<sup>28</sup> vgl. Weigand, W. (1993), S. 230 f.

Ziel eines jeden Betriebskonzeptes muss die Erhöhung der Beförderungsqualität und Wirtschaftlichkeit für den gesamten Eisenbahnverkehr sein<sup>29</sup>. Dies kann nur erreicht werden, wenn die Zeitvorteile über die Knoten in das übrige Netz hineingetragen werden<sup>30</sup> und neben der höheren Reisegeschwindigkeit eine akzeptable Bedienungshäufigkeit, Tarifpolitik, Komfort und Serviceleistungen gewährleistet sind<sup>31</sup>. In Folge muss das zu einer Nutzenmaximierung für alle Bahnreisenden, Zugarten und der natürlichen Ressourcen führen.<sup>29</sup>

### 3.7.2. Streckenkonzeption

Bei der Streckenkonzeption werden in Abhängigkeit vom Betriebskonzept die genauen Trassierungsparameter festgelegt. In einem ersten Schritt wird die grundlegende Entscheidung zwischen Neubau oder Ausbau der Strecke getroffen.

In diese Entscheidung fließt allerdings nicht nur das Betriebskonzept mit ein, sondern auch Kriterien wie Aspekte des Umweltschutzes, Lage der Strecke im Netz, geografische Rahmenbedingungen, Auslastung der vorhandenen Kapazitäten oder auch der politische Wille der Entscheidungsträger.<sup>32</sup> Ein weiterer wichtiger Punkt, auf den im nächsten Absatz eingegangen wird, ist die Festlegung von Verkehrshalten, welche das Betriebsprogramm wesentlich beeinflussen.

Der Zweck einer jeden Hochgeschwindigkeitsstrecke ist es, Verkehrsräume 1. Ordnung auf dem kürzesten Weg in der kürzest möglichen Zeit miteinander zu verbinden. Das Durchfahren von Städten und das Halten zwischen Start- und Zielbahnhof sind daher nicht zielführend, denn jeder **Verkehrshalt** führt zu einem Fahrzeitverlust und Einbußen bei der Streckenleistungsfähigkeit.<sup>33</sup>

Um dennoch weitere Städte und Regionen anzubinden sind zwei Alternativen denkbar. Einerseits können Haltepunkte, wo nur ein Teil der HG-Züge hält, entlang der Strecke, allerdings außerhalb der Stadtzentren, eingerichtet werden. Eine betriebliche Notwendigkeit ist dabei allerdings, dass mit der Anzahl der Haltepunkte sehr restriktiv umgegangen wird und dass die Zughalte in einem Haltepunkt äußerst gering sind. Außerdem ist darauf zu achten, dass keine Haltepunkte in dem am stärksten belasteten Streckenabschnitt eingerichtet werden.<sup>34</sup> Andererseits sind Hochgeschwindigkeitsabzweige

---

<sup>29</sup> vgl. Hansen, I. (1997), S. 510.

<sup>30</sup> vgl. Breimeier, R. (1993), S. 246.

<sup>31</sup> vgl. Herrmann-Grabow, J. (1992), S. 498.

<sup>32</sup> vgl. Ellwanger, G., Walrave, M. (1995), S. 682.

<sup>33</sup> vgl. Anderson, S. (2002), S. 526, 529.

<sup>34</sup> vgl. Anderson, S. (1998), S. 466.

denkbar, um von einem Oberzentrum in dichter Zugfolge verschiedene Ziele in der Region, je nach Nachfrage, anzufahren, ohne dass damit ein Geschwindigkeitsverlust einhergeht.<sup>35</sup>

### 3.7.3. Optimale Geschwindigkeit aus betriebswirtschaftlicher Sicht

Die allgemeine Annahme (siehe Kapitel 3.8), dass das Fahren mit hohen Geschwindigkeiten, aufgrund des steigenden Energiebedarfs, des höheren Verschleißes und der steigenden Ansprüche an die Trassierung, teuer ist, wird anhand folgender Ausführungen kritisch betrachtet.

Abbildung 10 zeigt, dass sogar schon bei einem mit Dampflokomotive bespanntem Schnellzug das Kostenminimum bei einer Geschwindigkeit von 170 km/h bis 180 km/h liegt. Berücksichtigt werden bei dieser Berechnung allerdings nur die Zugfahrkosten und nicht jene des Fahrweges. Das Kosten-Geschwindigkeitsverhältnis hängt sehr stark von dem großen Block der zeitabhängigen Kosten (Kapitalkosten der Fahrzeuge, Fahrpersonalkosten) ab, da diese mit wachsender Geschwindigkeit und damit ansteigender jährlicher Fahrleistung der Zuggarnitur und des fahrenden Personals stark abnehmen. Zunehmende Kosten sind im Gegensatz dazu, die Betriebsstoffkosten und in einem geringen Ausmaß die Erhaltungs-, Unterstell- und Unfallkosten. Für moderne elektrische Züge liegt die optimale Geschwindigkeit hinsichtlich der Zugfahrkosten vermutlich im Bereich von über 200 km/h. Bis heute liegen die optimalen Geschwindigkeiten weit über den durchschnittlichen Betriebsgeschwindigkeiten, wobei die Ursachen nicht an der Fahrzeugtechnik liegen, sondern infolge der Trassierungsmängel zustande kommen.<sup>36</sup>

---

<sup>35</sup> vgl. Anderson, S. (1998), S. 482.

<sup>36</sup> vgl. Breimeier, R. (1993), S. 241-243.

Abbildung 10: Zugfahrkosten in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit

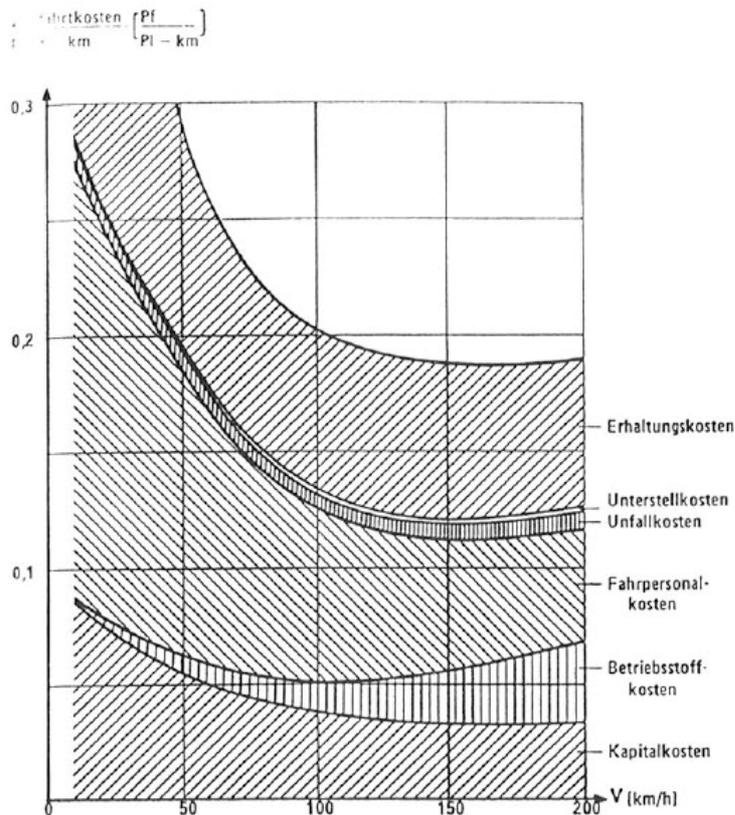


Bild 3: Zugfahrkosten eines schweren Schnellzugs (Dampflok und 15 Wagen) in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit (Kostenstand 1939) [2]

Quelle: Breimeier, R. (1993), S. 243.

Aus der Zusammenfassung der Kosten-Geschwindigkeits- und der Verkehrsmengen-Geschwindigkeits-Zusammenhänge<sup>37</sup> ergibt sich die betriebswirtschaftlich optimale Geschwindigkeit, welche bei starken Verkehrsströmen in den Bereich von 300 km/h verschoben wird.<sup>38</sup>

HERRMANN-GRABOW, 1992 kommt in seiner Studie zu den gleichen Ergebnissen, dass bei entsprechenden Halteabständen und Verkehrsmengen in allen topografischen Lagen eine Betriebsgeschwindigkeit von 300 km/h wirtschaftlich durchsetzbar ist.<sup>39</sup>

In dieser Studie wurden die Grenzen der wirtschaftlich vertretbaren Geschwindigkeit aus der Differenz zwischen Aufwendungen und Erträgen ermittelt. Verglichen wurden Züge mit Geschwindigkeiten von

<sup>37</sup> Laut Breimeier steigt das Personenverkehrsvolumen bei Reiseweiten über 100 km und bei Zugfolgezeiten von ein bis drei Stunden proportional zur Reisegeschwindigkeit der Züge.

<sup>38</sup> vgl. Breimeier, R. (1993), S. 243.

<sup>39</sup> vgl. Herrmann-Grabow, J. (1992), S. 493-497.

160, 300 und 400 km/h auf einer fiktiven Flach-, Hügel- und Bergstrecke. Auf der Flachstrecke kann der Zug mit 300 km/h ab einem Haltabstand von 80 km wirtschaftlich effizient betrieben werden. Bei der Hügelstrecke, welche Mischverkehr vorsieht, sind 300 km/h nur durchsetzbar, wenn der Güterverkehr die Ergebnisdifferenz erbringt. Dieses Ergebnis kommt aufgrund der erhöhten Investitionskosten zustande. Als Einsatzgeschwindigkeit auf der Bergstrecke kann ebenfalls 300 km/h gewählt werden, außer die Halteabstände liegen unter 100 km. In diesem Fall wird eine Geschwindigkeit von 160 km/h empfohlen. Diese Studie kommt unter anderem auch zu dem Schluss, dass sowohl Züge mit 300 km/h als auch jene mit 160 km/h, wirtschaftlich gesehen gegenüber Zügen mit 400 km/h im Vorteil sind.

### 3.8. Kritische Betrachtung

*„Der Charakter der Bahn hat sich damit grundlegend geändert: Die ICE-Züge wurden als teures Verkehrsmittel für eilige Manager konzipiert und verbinden nur noch Großstädte und Ballungszentren. Der Landschaftsverbrauch der Neubau-Strecken ist gigantisch, der Energieverbrauch des ICE ebenso.“*<sup>40</sup> Diese von Zängl 1993 aufgestellte Behauptung fasst in zwei Sätzen alle Kritikpunkte zusammen, welche von Gegnern des Hochgeschwindigkeitsverkehrs gerne genannt werden. Nachfolgend wird auf diese Kritikpunkte in Form einer Aufzählung kurz eingegangen.

- 1. Zusätzlicher Flächenverbrauch:** Grundsätzlich verbraucht eine Hochgeschwindigkeitsstrecke weniger Fläche als eine Autobahn. Allerdings bedeutet der Bau einer Neubaustrecke nach Autobahn und traditioneller Eisenbahnstrecke einen zusätzlichen Verkehrskorridor und daher sehr wohl einen Eingriff in die Landschaft. Im schlimmsten Fall werden in der Nähe von Großstädten durch den notwendigen Abstand vom Siedlungsgebiet wertvolle Erholungsgebiete oder gar Naturschutzgebiete zerstört.<sup>41</sup>
- 2. Verschuldung der Bahngesellschaften:** Der Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken bedarf hoher Investitionen, welche in Folge für den Ausbau des konventionellen Schienenverkehrs fehlen. Jedoch leidet nicht nur das sekundäre Netz, dessen Strecken teilweise stillgelegt werden, sondern vor allem der Finanzhaushalt der Bahngesellschaften. Diese verschulden sich durch den Ausbau immer mehr und belasten infolge den gesamten Staatshaushalt.<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup> vgl. Zängl, W. (1993), S. 8.

<sup>41</sup> vgl. Hansen, I. (1997), S. 508.

<sup>42</sup> vgl. Zängl, W. (1993), S. 71 ff.

- 3. Schlechtere Versorgung der Bevölkerung:** Die Entwicklung der konventionellen Eisenbahn brachte der breiten Bevölkerung erstmals eine leistbare und flächendeckende Möglichkeit zur Fortbewegung. Mit der Konzentration auf den Hochgeschwindigkeitsverkehr und der ausschließlichen Verbindung von Ballungszentren geht eine Verschlechterung der sekundären Verbindungen einher, wodurch die flächendeckende und häufig frequentierte Versorgung der Bevölkerung leidet. Laut Hansen beschränkt sich das Marketing auf Geschäftsreisende, was „verkehrspolitisch und wirtschaftlich sehr bedenklich ist, wenn dadurch die Belange des i.d.R. weit größeren Marktsegmentes der Privatreisenden (...) unterschätzt werden.“<sup>43</sup> Zängl geht mit seiner Kritik noch weiter und vertritt die Meinung, dass sich durch den Bau eines schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsnetzes ein „Eliteverkehr für Geschwindigkeitssüchtige, (ein) Oligopol der Eiligen“<sup>44</sup> entwickelt und das der Langsame, damit sind die Privatreisenden gemeint, durch ein dünner werdendes Netz fällt.<sup>45</sup>
- 4. Höherer Energieverbrauch:** Diese Tabelle dient dem Vergleich des Energieverbrauchs bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Deutlich zu erkennen ist, dass sich der Energieverbrauch von 160 km/h auf 250 km/h fast verdoppelt. Dabei stellt sich die Frage, nach der optimalen Geschwindigkeit, wenn man ebenso die Aspekte des Energieverbrauchs einbezieht.

**Tabelle 4: Energieverbrauch bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten**

Stromverbrauch	160 km/h	200 km/h	250 km/h	300 km/h
TGV-A	14,34 Wh	20,4 Wh	29,5 Wh	40,44 Wh
TGV	21,65 Wh	27,5 Wh	37,5 Wh	49,25 Wh
ICE ohne Halt	19,4 Wh	26,8 Wh	37,5 Wh	49,1 Wh
ICE mit Halt	22,9 Wh	31,3 Wh	42 Wh	51,9 Wh

Quelle: Zängl, W. (1993), S. 53.

<sup>43</sup> vgl. Hansen, I. (1997), S 508.

<sup>44</sup> vgl. Zängl, W. (1993), S. 13.

<sup>45</sup> vgl. Zängl, W. (1993), S. 12.

## 4. Stellenwert des Hochgeschwindigkeitsverkehrs in der EU

---

In den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts gewannen Auto und Flugzeug an Popularität, was zur Krise der Eisenbahnen führte, welche bereits in der Einleitung näher beschrieben wurde.

Die Europäische Union hat sich zum Ziel gesetzt, ein integriertes europäisches Eisenbahnnetz auf hohem Effizienz- und Sicherheitsniveau zu schaffen.

Die Vorteile der Bahn, Umweltfreundlichkeit und hohe Sicherheit, sind von Nutzen in einer Zeit steigender Umweltverschmutzung bedingt auch, und vor allem durch den Straßen- und Flugverkehr.

Bis jetzt wurden die Vorzüge der Bahn nur auf nationaler Ebene ausgeschöpft, auf europäischem Niveau muss die Bahn weitere Hürden überwinden um ihre Konkurrenten zu überholen. Zum einen ist der politische Einfluss noch zu hoch und die finanziellen Mittel zu gering, und andererseits mangelt es an der Interoperabilität der Bahnsysteme.

Die europäische Union setzt folgende Schritte, um ein integriertes Schienennetz mit den nationalen Staaten aufzubauen:

1. Öffnung des Markts zur Erhöhung des länderübergreifenden Wettbewerbs
2. Harmonisierung technischer Standards
3. Modernisierung der Infrastruktur (inklusive der Anwendung neuer Technologien)
4. Verbesserung der Fahrgastrechte
5. Liberalisierung des Personenverkehrs

Im folgenden Kapitel wird erstens die europäische Verkehrspolitik hinsichtlich ihrer Ziele und vorgeschlagenen Maßnahmen zur Zielerreichung näher betrachtet. Zweitens wird der rechtliche Rahmen, welchen die EU bisher umsetzen konnte, kurz zusammengefasst. Der letzte Abschnitt widmet sich den wichtigsten Akteuren, welche auf europäischer Ebene tätig sind.

### 4.1. Europäische Verkehrspolitik

#### 4.1.1. Weißbuch: Die europäische Verkehrspolitik bis 2010<sup>46</sup>

Das von der europäischen Kommission am 12. September 2001 angenommene Weißbuch – die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft – stellt die gegenwärtige

---

<sup>46</sup> vgl. Europäische Kommission (2001).

Lage des Verkehrssektors ungeschminkt dar und setzt sich mit ehrgeizigen Maßnahmen ein nachhaltiges Verkehrssystem zum Ziel. Der umfassende Ansatz soll zunächst zu ausgewogeneren Verkehrsträgeranteilen führen und in Folge mit Maßnahmen, wie Tarifierung, Revitalisierung anderer Verkehrsträger als den Straßenverkehr und gezielten Investitionen in das europäische Netz zu einer allmählichen Entkoppelung von Verkehrszunahme und Wirtschaftswachstum führen.

Nachfolgend werden jene Ziele und Maßnahmen dargestellt, welche das Weißbuch im Bereich des Personenschienenverkehrs im Hochgeschwindigkeitssektor setzt, um die Herausforderung des steigenden Verkehrswachstums und das damit einhergehend steigende Ungleichgewicht zwischen den Verkehrsträgern zu bewältigen.

### **1. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Verkehrsträgern**

Die Schiene bietet umfangreiche Möglichkeiten, um den Ausgleich zwischen den Verkehrsträgern wieder herzustellen. Um den Schienenverkehr allerdings wiederzubeleben, bedarf es des Wettbewerbes zwischen den Eisenbahngesellschaften und es müssen Probleme, wie fehlende Infrastruktur, fehlende Interoperabilität zwischen Netzen und Systemen, ständige Forschung nach innovativen Fertigungstechniken, mangelnde Kostentransparenz, unterschiedliche Produktivität und geringe Zuverlässigkeit des Dienstes gelöst werden.

Die vollständige Integration des Schienenverkehrs in den Binnenmarkt geht dementsprechend langsam vor sich. Die Unterschiede in den europäischen Netzen, welche nach nationalen Gesichtspunkten zum Schutz des eigenen Interesses geplant und gebaut wurden, stellen heute technische Hemmnisse dar, die die gesamteuropäische Entwicklung stark beeinträchtigen.

Maßnahmen zur Schaffung eines Schienenverkehrsbinnenmarktes, welche zu einer Erhöhung des grenzüberschreitenden Personenverkehrs, dessen Marktanteil nur bei 6% liegt, führen sollen, sind folgende:

- Schrittweise Öffnung des grenzüberschreitenden Personenverkehrs
- Überarbeitung der Richtlinien zur Interoperabilität
- Förderung von Maßnahmen zur Gewährleistung der Qualität der Schienenverkehrsdienste und der Rechte der Benutzer
- Festlegung eines hohen Sicherheitsniveaus und
- Schaffung einer gemeinschaftlichen Einrichtung für Sicherheit und Interoperabilität.

### **2. Engpässe beseitigen**

Um Engpässe zu beseitigen, sollen die großen Verkehrsachsen entlastet werden. Die Entlastung soll einerseits durch multimodale Korridore mit Vorrang für den Güterverkehr und andererseits durch ein Hochgeschwindigkeitsnetz für den Personenverkehr herbeigeführt werden.

Zu einem leistungsfähigen Hochgeschwindigkeitsnetz gehören nicht nur der Ausbau von Strecken, sondern auch die Schaffung von Anschlüssen und die Zusammenführung der Systeme zwischen Bahnverkehr und Luftverkehr. In Bezug auf Zeitaufwand, Preis und Komfort stellt der Bahnverkehr bereits eine Alternative zum Luftverkehr dar. Der Umstieg auf die Bahn kann zusätzlich durch die Integration der Informationssysteme und –dienste sowie durch die Zusammenführung der Systeme und Dienste für Reservierung, Fahrscheinausstellung und Gepäcktransport gefördert werden.

Im Hinblick auf die Beseitigung der Engpässe und den Ausbau vorrangiger Verkehrswege wurden die Leitlinien zunächst 2001 überarbeitet und in Folge 2004 die Netze der Beitrittsländer integriert, um den territorialen Zusammenhalt weiter zu stärken.

### **3. Die Verkehrspolitik auf den Benutzer ausrichten**

Da der öffentliche Verkehr in erster Linie eine Dienstleistung ist, sind Maßnahmen zur Förderung der Intermodalität und der Fahrgastrechte, zur Steigerung der Fahrgastzahlen von besonderer Bedeutung. Zu den Maßnahmen, welche die Intermodalität, d.h. die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel auf einer Reise im Personenverkehr erhöhen, zählen die Möglichkeit von Beförderungsdokumenten für die gesamte Reise, der Gepäckbeförderung und des Umsteigens ohne Hindernisse.

Trotz der Fülle an Maßnahmen, stellt das Weißbuch nur eine erste Etappe auf dem Weg hin zu einem dauerhaft umweltverträglichen Verkehrssystem dar.

#### **4.1.2. Halbzeitbilanz zum Verkehrsweißbuch der Europäischen Kommission von 2001**

Die Mitteilung der Kommission „Für ein mobiles Europa – Nachhaltige Mobilität für unseren Kontinent“<sup>47</sup> vom 22.06.2006 baut auf den Zielen und Maßnahmen der bisher erschienenen Weißbücher auf und zieht Schlussfolgerungen aus den gewonnenen Erfahrungen sowie erstellten Studien und Projektionen.

Obwohl die EU seit 2001 wichtige Rechtsvorschriften erlassen und gleichzeitig industrielle Innovationsprogramme erarbeitet hat, ist offensichtlich, dass die bisher geplanten Maßnahmen nicht ausreichen werden, um Erfolge in der Eindämmung der umweltschädigenden und sonstigen Auswirkungen, in der Zunahme des Verkehrs und bei der Erleichterung der Mobilität zu erzielen. Es bedarf eines breiteren Instrumentariums, mit dem zurückgreifend auf ein umfassendes und ganzheitliches EU-Konzept auch auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene gehandelt wird.

Die aktuelle Situation im Verkehr zeigt, dass es einen Zuwachs bei allen Verkehrsträgern gibt, wobei jener des Schienenverkehrs bei weitem am geringsten ist. Eine Optimierung der Infrastruktur und die

---

<sup>47</sup> vgl. Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2006) a.

Förderung multimodaler Verkehrslösungen durch die Ausnutzung möglicher Verlagerungen auf umweltfreundlichere Verkehrsträger können und müssen zu einem besseren Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern beitragen.

Im Schienenverkehr ist es besonders wichtig, Hemmnisse, welche die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene schmälern, wie technischen Hindernisse, die der Interoperabilität im Wege stehen, fehlende gegenseitige Anerkennung von Rollmaterial und Erzeugnissen, schwache Koordinierung der Infrastruktur und der Vernetzung von IT-Systemen usw., zu beseitigen. Der Beitrag der EU beläuft sich auf die finanzielle Unterstützung bei transeuropäischen Projekten und bei der Einführung des Systems für das Verkehrsmanagement ERMTS sowie auf die Ausarbeitung geeigneter Leitlinien für staatliche Beihilfen in diesem Bereich. Zur Beschleunigung der Beseitigung aller Hemmnisse kann neben der EU auch die Schienenverkehrsindustrie und die Europäische Eisenbahngesellschaft ihren Beitrag dazu leisten.

In der Mitteilung der Kommission wird ein Zeitplan für die wichtigsten Maßnahmen festgelegt. Jene, welche auch den Personenschienenverkehr betreffen sind folgende:

- 2006 – Beseitigung technischer Hemmnisse für die Interoperabilität und die gegenseitige Anerkennung von Aufrüstungen,
- 2007 – Überwachung des Schienenverkehrsmarktes einschließlich Anzeiger und
- 2009 – Anwendung des ERMTS Systems auf bestimmten Korridoren.

#### 4.1.3. Transeuropäische Netze – TEN<sup>48</sup>

Die Politik des transeuropäischen Verkehrsnetzes ist in den Artikel 154-156 des EG-Vertrages verankert. Demnach soll es einen Beitrag zum Erreichen des Binnenmarktes sowie der sozialen und wirtschaftlichen Kohäsion leisten. Die gesetzliche Grundlage bildet die Entscheidung Nr. 1692/96/EC<sup>49</sup> für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes, welche dazu beitragen soll, die nationalen Netze und die unterschiedlichen Verkehrsträger in einem europaweiten Verkehrsnetz zu integrieren, periphere Regionen anzubinden und die Sicherheit und Effizienz aller Verkehrsträger anzuheben. Außerdem stellt die Entscheidung den Bezugsrahmen für die Identifizierung und Umsetzung der vorrangigen Projekte dar. In der derzeit geltenden Fassung umfasst die Liste der vorrangigen Projekte 30 Vorhaben, wobei folgende vier den Hochgeschwindigkeitsverkehr betreffen:

- Hochgeschwindigkeitszug Paris-Brüssel/Brüssel-Köln-Amsterdam-London,

---

<sup>48</sup> vgl. TEN-T Executive Agency.

<sup>49</sup> vgl. Entscheidung 1692/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 1996 über gemeinschaftliche Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes, ABl. L 228 vom 9.9.1996.

- Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke Südwesteuropa,
- Hochgeschwindigkeitsbahnstrecke Ost (einschließlich Paris-Straßburg/Luxemburg) und
- Interoperabilität des Hochgeschwindigkeitsnetzes auf der iberischen Halbinsel.

Daneben enthält die Liste zahlreiche Projekte, welche den konventionellen Eisenbahnverkehr stärken und eines, welches explizit die Interoperabilität fördert.

Mit den Eisenbahnprojekten, seien es Hochgeschwindigkeits- oder konventionelle Strecken, wird das Ziel verfolgt den Nutzern dank einer Kontinuität und Interoperabilität und durch ein harmonisiertes Zugsteuerungs- und Zugsicherungssystem einen hohen Qualitäts- und Sicherheitsstandard zu bieten. Außerdem ist festzustellen, dass die Nachhaltigkeit und der Umweltschutz eine immer größere Rolle spielen, da erstens Projekte von gemeinsamen Interesse Kriterien wie die Optimierung der Effizienz der vorhandenen Infrastruktur, die Verwirklichung der Interoperabilität der Netzteilbereiche und die Berücksichtigung des Umweltschutzes bei Planung und Aufbau des Netzes festlegen. Zweitens konzentrieren sich die Investitionen auf den Eisenbahn- und Binnenschiffsverkehr, um auch hier einen Impuls für die Umsetzung nachhaltiger Mobilitätskonzepte zu geben.

Die Politik der transeuropäischen Netze konnte schon viele Erfolge verzeichnen. Im Eisenbahnsektor wurden bereits etliche Kilometer geplant und gebaut um nationale Schienennetze zu verbinden und die Interoperabilität grenzüberschreitender Eisenbahnverbindungen voranzutreiben. Besonders Hochgeschwindigkeitsprojekte wurden finanziell unterstützt, da sie eine konkurrenzfähige und umweltfreundlichere Alternative zum Luft- und PKW-Verkehr darstellen.

#### 4.1.4. Territoriale Kohäsionspolitik

Die Gelder des Kohäsionsfonds werden eingesetzt, um wirtschaftliche und soziale Disparitäten zu verringern und die Wirtschaft zu stabilisieren. Finanziert werden bis zu 85% der förderfähigen Ausgaben größerer Vorhaben im Zusammenhang mit Umwelt- und Verkehrsinfrastrukturen. Mitgliedsstaaten, welche vom Kohäsionsfonds profitieren können, sind jene, deren Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf unter 90% des EU-Durchschnitts liegt. Von den vier untersuchten Ländern zählt einzig Spanien dazu. Da dieser Fonds sowohl Umwelt- als auch Verkehrsinfrastrukturprojekte kofinanziert, können gemäß den Leitlinien für das Transeuropäische Verkehrsnetz Hochgeschwindigkeitsstrecken errichtet und Bahnstrecken ausgebaut werden.<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> vgl. Europäische Kommission, Regionalpolitik, Der Kohäsionsfonds (2008).

Unter dem Konvergenzziel und dem Ziel der regionalen Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) können außerdem Fördergelder für den Ausbau und die Vernetzung des Transeuropäischen Verkehrsnetzes akquiriert werden.<sup>51</sup>

## 4.2. Rechtliche Rahmenbedingungen für den Ausbau und die Erreichung der Interoperabilität

### 4.2.1. Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems<sup>52</sup>

Mit Hilfe der Richtlinie 96/48/EG soll die derzeit mangelnde Interoperabilität des europäischen Schienennetzes in den Phasen der Planung, des Baus, der Inbetriebnahme und des Betriebs verwirklicht werden. Für den Erfolg der Eisenbahn als wettbewerbsfähige, kosteneffiziente, zuverlässige und sichere Verkehrsalternative ist die Umsetzung der Interoperabilitätsrichtlinie entscheidend.

Zur Gewährleistung der Interoperabilität schreibt die Richtlinie die „Erstellung Technischer Spezifikationen für die Interoperabilität“ (TSI) vor, welche bei Einhaltung den Aufbau eines zusammenhängenden transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems sichern. Diese TSI müssen für jedes Teilsystem<sup>53</sup> erstellt werden und beinhalten gemäß Kapitel II Artikel 5 folgende Punkte:

- Grundlegende Anforderungen,
- Eckwerte, die zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen erforderlich sind,
- Bedingungen, die einzuhalten sind, damit die festgelegten Leistungen je Streckenart erbracht werden können und
- Interoperabilitätskriterien und Schnittstellen, die Gegenstand europäischer Spezifikationen sein müssen.

---

<sup>51</sup> vgl. Europäische Kommission, Regionalpolitik, Der Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) (2008).

<sup>52</sup> vgl. Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, ABl. L 235 vom 17.9.1996.

<sup>53</sup> Die Teilsysteme sind in der Richtlinie zur Vereinfachung des umfangreichen und komplexen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems unter Anhang II Ziffer 1 festgelegt.

Eine allgemeine Beschreibung der grundlegenden Anforderungen, bezüglich Sicherheit, Zuverlässigkeit und Betriebsbereitschaft, Gesundheit, Umweltschutz und Technische Kompatibilität, die von allen Teilsystemen zu erfüllen sind, sowie der besonderen Anforderungen an jedes Teilsystem sind im Anhang III enthalten. Die Eckwerte sind im Anhang II Ziffer 3 aufgelistet.

Die in den Anhängen dargestellten Anforderungen werden in den TSI detailliert und schlagen sich in den technischen Parametern, Schnittstellen und Leistungsanforderungen nieder. Da die TSI als Entscheidungen der Europäischen Kommission veröffentlicht werden sind sie verbindlich. Werden in den TSI ausdrücklich europäische Normen genannt ist diesen daher auch Folge zu leisten. Daneben existieren weitere Normen und Dokumente, welche zwar in den TSI nicht genannt werden, für die Interoperabilität dennoch relevant sind. Die Einhaltung dieser Bestimmungen ist fakultativ.<sup>54</sup>

#### 4.2.2. Empfehlung der Kommission zu den Parametern für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem

In der Empfehlung der Kommission vom 21. März 2001 zu den Parametern für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem gemäß Artikel 5 Absatz 3 Buchstabe b) der Richtlinie 96/48/EG<sup>55</sup> wird eine Serie von Kriterien, die für die Interoperabilität fundamental sind definiert, um eine gemeinsame Grundlage für die Erstellung der TSI zu schaffen. Folgende Parameter sowie die jeweiligen einzuhaltenden Merkmale werden darin detailliert beschrieben:

- Mindestlichtraumprofil und Fahrzeugbegrenzungslinie
- Mindestbogenhalbmesser
- Spurweite
- Maximale Gleisbeanspruchung
- Mindestbahnsteiglänge und Höchstlänge der Züge
- Bahnsteighöhe
- Speisespannung
- Geometrie der Fahrleitung
- Radsatzlast
- Elektrische Grenzwerte der Fahrzeuge
- Mechanische Grenzwerte der Fahrzeuge

---

<sup>54</sup> vgl. Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2004).

<sup>55</sup> vgl. Empfehlung der Kommission vom 21. März 2001 zu den Parametern für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem gemäß Artikel 5 Absatz 3 Buchstabe b) der Richtlinie 96/48/EG.

- Grenzwerte für äußere elektromagnetische Störungen
- Grenzwerte für Innengeräusche
- Maximale Druckschwankungen
- Maximale Steigung/ Maximale Neigung
- Mindestgleisabstand
- Beförderung Behinderter

#### 4.2.3. Europäischen Zugsicherungs-/Zugsteuerungs- und Signalgebungssystem<sup>56</sup>

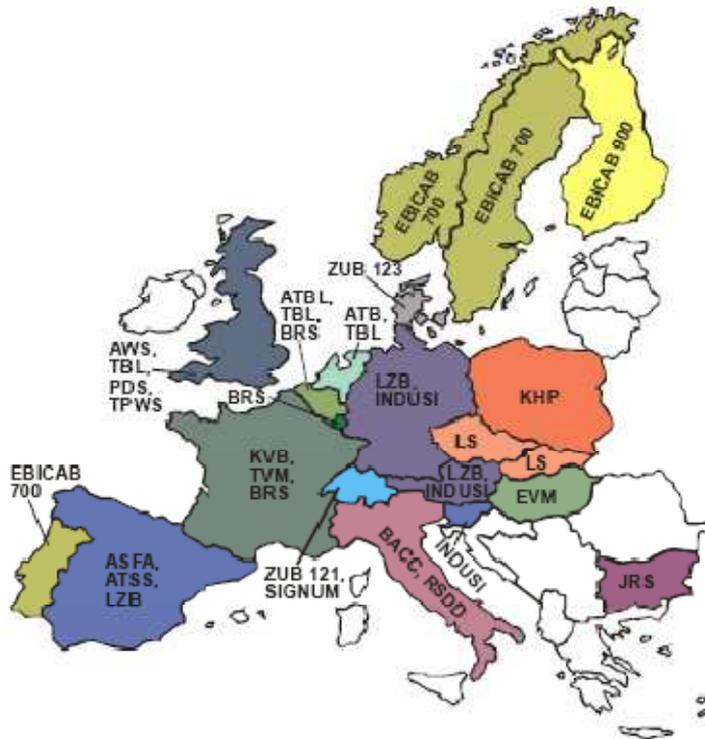
Auf Ebene der europäischen Union wird versucht, das technische Hemmnis der unterschiedlichen Zugsicherungs-/Zugsteuerungs- und Signalgebungssysteme zu beseitigen, um den grenzüberschreitenden Verkehr zu erleichtern. Derzeit müssen die Züge mit bis zu sieben verschiedenen Zugsicherungssystemen ausgestattet sein bzw. muss bei Überschreitung der Grenze die Lokomotive ausgetauscht werden. Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts gelang es, die wichtigsten Akteure für das Großprojekt zu gewinnen und seitdem wird an der Umsetzung des Europäischen Eisenbahnverkehrsleitsystem (ERTMS), welches wohl das leistungsstärkste Zugbeeinflussungssystem auf der Welt ist und Vorteile in Hinblick auf die Sicherheit, Pünktlichkeit, Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit sowie Einsparungen bei Betriebs- und Wartungskosten mit sich bringt, gearbeitet. Die gesetzliche Grundlage hinsichtlich der Einführung des ERTMS bildet die TSI für die Interoperabilität des Teilsystems „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> vgl. Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2006) b.

<sup>57</sup> vgl. Entscheidung 2002/731/EG der Kommission vom 30. Mai 2002 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems "Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung" des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG, ABl. L 155 vom 30.4.2004.

Abbildung 11: Zugsicherungssysteme in Europa



Quelle: Obrenovic, M. et al. (2006), S. 5.

Das **Europäische Eisenbahnverkehrsleitsystem (ERTMS)** besteht aus folgenden zwei Komponenten:

- **GSM – R:** Das ist ein Funksystem für den Informationsaustausch zwischen Zugführer und Verkehrsleitzentrale.
- **ETCS (Europäisches Zugsicherungs-/ Zugsteuerungssystem):** Damit kann dem Zugführer die zulässige Höchstgeschwindigkeit übermittelt und diese kontinuierlich überwacht werden. Ein Rechner an Bord kann bei Übertretung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit den Zug automatisch bremsen.

Beim Europäischen Zugsicherungs-/ Zugsteuerungssystem unterscheidet man **drei Funktionsweisen:**

- **ECTS Level 1:** In dieser Anwendungsstufe werden Daten vom Boden über - an das bestehende Signalsystem (Außensignale) – installierte Baken an den Zug übermittelt, womit eine kontinuierliche Höchstgeschwindigkeit ermöglicht werden kann.
- **ECTS Level 2:** Alle Leit- und Sicherheitsinformationen werden über das Funksystem in das Triebfahrzeug übertragen. Somit kann ab dieser Anwendungsstufe auf die Verwendung von Außensignalen verzichtet werden. Die Zugortung erfolgt weiterhin am Boden über die Baken.

- **ECTS Level 3:** Die höchste Anwendungsstufe ermöglicht eine Optimierung der Streckenkapazität und eine nochmalige Reduzierung des Materials entlang der Strecke, da das Triebfahrzeug seinen exakten Standort selbst übermittelt.

Die Einführung des Mobilfunknetzes GSM-R ist bereits angelaufen und fast alle Mitgliedstaaten tauschen ihre Funkssysteme aus. Mit 1. Jänner 2009 war das Funksystem auf 56.991 Streckenkilometer in Betrieb. In Europa ist vorgesehen, dass insgesamt 149.210 Streckenkilometer mit dem Funksystem ausgerüstet werden.<sup>58</sup>

Die Umrüstung der Strecken auf das Europäische Zugsicherungs- und Zugsteuerungssystem erfolgt nicht mit dieser Geschwindigkeit, da einerseits die Nutzung einer mit ECTS ausgerüsteten Strecke auf mit ECTS ausgerüstete Züge beschränkt ist und die Einführung hohe Kosten verschlingt. Besonders zu Beginn sind die Kosten hoch, da es aufgrund der wenigen mit ECTS ausgerüsteten Züge notwendig sein wird, das ECTS für einen längeren Zeitraum parallel zu den derzeit bestehenden Systemen zu betreiben. Die Vorteile des ERTMS werden sich erst dann bemerkbar machen, wenn alle Hauptachsen und die auf ihr verkehrenden Züge ausgerüstet sind. Derzeit sind bzw. werden erst 6.000 Streckenkilometer damit ausgestattet.

Die Einführung des Systems kann nicht von einem einzigen Beteiligten erwartet werden, da z.B. der Betreiber der Infrastruktur auf die Aufrüstung des Rollmaterials wartet bis er selbst investiv tätig wird. So verhält es sich auch zwischen Nachbarstaaten, deren Migrationsstrategie voneinander abhängt. Um das System trotzdem rasch einzuführen, bedarf es eines europäischen Koordinators, welcher eine transeuropäische Migrationsstrategie der relevanten Korridore in Zusammenarbeit mit den wichtigsten Akteuren erarbeitet, um in Summe ein optimales Gleichgewicht zwischen Kosten und Nutzen herzustellen.

Auf Ebene der Europäischen Union kann folgendes unternommen werden, um die Einführung des ERTMS zu beschleunigen:

- Strikte Überwachung der vorgeschriebenen Umsetzungsfälle des ERTMS,
- finanzielle Unterstützung bei der Einführung des ERTMS und
- strenge Konditionalität bei der Vergabe von Gemeinschaftsfinanzierungen, was zur Folge hat, dass die Nichtberücksichtigung des ERTMS als Negativfaktor gewertet wird.

---

<sup>58</sup> vgl. UIC (2009), GSM-R Progress Map.

### 4.3. Für den Hochgeschwindigkeitsverkehr relevante Institutionen auf europäischer Ebene

#### **Europäische Eisenbahnagentur<sup>59</sup>**

Jahrelang und bis heute steht der Eisenbahnsektor großen Hemmnissen gegenüber, wie unter anderem unterschiedlichen Spurweiten, Elektrifizierungsstandards und Signal- und Sicherheitssysteme oder nicht miteinander kompatiblen nationalen Vorschriften.

Um diesen und anderen Hemmnissen entgegenzutreten und um das Ziel eines integrierten Eisenbahnnetzes zu erreichen braucht es technische Regulierungen auf Ebene der EU. Als geeignetstes Mittel schien die Einrichtung einer Europäischen Agentur, als treibendes Element in der Politik zur Modernisierung des Eisenbahnsektors.

Die Verordnung (EG) Nr. 881/2004<sup>60</sup> bildet die gesetzliche Grundlage für die europäische Eisenbahnagentur, welche die Kommission und die Mitgliedstaaten bei der Verbesserung der Interoperabilität und der Sicherheit des europäischen Eisenbahnsystems unterstützen soll.

Um dieser Aufgabe gerecht zu werden ist sie verantwortlich für:

- die Aufstellung gemeinsamer Sicherheitsnormen,
- die Ausarbeitung und Überarbeitung der technischen Spezifikationen sowie für
- das Verkehrsmanagementsystem ERMTS (European Rail Traffic Management System), welches die Signal- und Geschwindigkeitskontrollen vereinheitlicht.

Mit der Gründung der Europäischen Eisenbahnagentur wird das Ziel verfolgt, die Personenkilometer und Tonnenkilometer zugunsten der Eisenbahn zu steigern, indem die technischen Verfahren vereinfacht und Verspätungen minimiert werden sollen. Darüber hinaus führt die Einführung einheitlicher Standards zu Kostenreduktionen, was den Eisenbahnsektor insgesamt dynamischer und wettbewerbsfähiger macht.

#### **GEB – Gemeinschaft der europäischen Bahnen<sup>61</sup>**

Die Gemeinschaft der Europäischen Bahnen ist ein Interessensverband der Eisenbahnverkehrs- und Eisenbahninfrastrukturunternehmen, welche die Interessen aller Mitglieder gegenüber der Europäischen Kommission vertritt. Hauptaufgabe ist wie beim Internationalen Eisenbahnverband die Förderung der Eisenbahn als zukunftsträchtiges und nachhaltiges Transportmittel.

---

<sup>59</sup> vgl. European Railway Agency (2009).

<sup>60</sup> vgl. Verordnung 881/2004/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 zur Errichtung einer Europäischen Eisenbahnagentur (Agenturverordnung), ABl. L 164 vom 30.4.2004.

<sup>61</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Gemeinschaft der europäischen Bahnen.

**UIC – Internationaler Eisenbahnverband<sup>62</sup>**

Der UIC ist ein weltweiter Fachverband des Bahnsektors und umfasst mittlerweile 199 Mitglieder. Die Hauptaufgaben liegen in der Förderung des Schienenverkehrs und in der Entwicklung einer nachhaltigen Mobilität. Erfüllt werden soll diese Aufgabe unter anderem durch die Erarbeitung neuer Möglichkeiten zur Verbesserung der technischen und umwelttechnischen Leistungen sowie durch die Schaffung weltweiter Standards für die Bahnen zur Förderung der Interoperabilität.

**UNIFE – Verband der europäischen Eisenbahnindustrie<sup>63</sup>**

Nach der Gründung des europäischen Binnenmarktes 1993 entstand aufgrund der komplexeren verkehrspolitischen Fragestellungen die Notwendigkeit der Gründung eines europäischen Eisenbahnverbandes, anstelle der drei bestehenden. Die wesentlichen Aufgaben der UNIFE sind, die Vertretung der Interessen der Mitglieder, welche aus den unterschiedlichsten Industriebranchen kommen, von Design über Sanierung bis hin zur Instandhaltung, in europäischen und internationalen Gremien sowie die Schaffung von wettbewerbsfähigen Bedingungen für die Entwicklung des Eisenbahnsektors.

---

<sup>62</sup> vgl. UIC (2009), Vorstellung „Die UIC in 2009“.

<sup>63</sup> vgl. UNIFE – Union des Industries Ferroviaires Européennes (2008).

## 5. Hochgeschwindigkeitsbahnnetze in ausgewählten europäischen Ländern

---

### 5.1. Vergleichsmethodik

Das nachfolgende Kapitel widmet sich schließlich dem Vergleich von Hochgeschwindigkeitsbahnsystemen in verschiedenen europäischen Ländern, welcher in die Bereiche Entwicklung und Rahmenbedingungen, Systemeigenschaften sowie Netzqualität gegliedert ist. Der erste Themenblock dient als Einstieg in die Materie und umfasst die Kriterien „Bisherige Entwicklung“, „Unternehmensstruktur der staatlichen Eisenbahngesellschaften“ und „Nationale Verkehrspläne“. Zu den Systemeigenschaften zählen die Infrastruktur, das Rollmaterial sowie die Gestaltung des Netzes. Die Netzqualität ist schlussendlich das Ergebnis aller Rahmenbedingungen und Systemeigenschaften und wird anhand der Kriterien Zeitgewinn und Angebotsgestaltung beschrieben. Nachfolgend wird für jedes Kriterium kurz dargestellt und beschrieben warum es herangezogen wird und was daraus abgeleitet werden kann. Gegliedert sind alle Kriterien nach demselben Schema: Zunächst wird der Status quo, nach Ländern gegliedert, beschrieben, um im Anschluss anhand von Vergleichskriterien bzw. einer Textpassage die Entwicklungen in den Ländern zu bewerten. Abgeschlossen wird das Vergleichskapitel mit Ausführungen zu bestehenden und geplanten grenzüberschreitenden Verbindungen, welche nicht einem bestimmten Land zugeordnet werden können.

Für den Vergleich herangezogen werden die Länder Frankreich, Deutschland, Spanien und Italien, da sie sich aus unterschiedlichen Gründen dafür eignen. Zu diesen Gründen zählen folgende:

1. Alle Länder verfügen über ein Streckennetz mit Mindestgeschwindigkeiten von 250 km/h.
2. Das bestehende bzw. in Kürze bestehende Streckennetz beträgt etwa eine Länge von 1.000 km.
3. Die Voraussetzungen für die Entwicklung eines Hochgeschwindigkeitsnetzes, wie Besiedlungsstruktur und -dichte, Topografie, politische Situation, Qualität des konventionellen Eisenbahnnetzes, etc. unterscheiden sich in den vier ausgewählten Ländern.
4. Unterschiedlich sind demnach auch das Herangehen an die Planung und der Betrieb des Hochgeschwindigkeitsverkehrs.

Ein ausschlaggebender Grund, welcher für die Wahl der vier Länder sprach, war außerdem deren Lage innerhalb Europas, da gerade die Entwicklung hin zum grenzüberschreitenden Hochgeschwindigkeitsverkehr sehr aktuell ist und der Umgang mit den technischen Hemmnissen spannend zu untersuchen ist.

### 1) Bisherige Entwicklung

Anhand dieses Kriteriums soll ein kompakter Überblick über die jeweiligen nationalen Entwicklungen gegeben werden, um aufzuzeigen, wann und warum diese Entwicklungen begonnen haben und wie intensiv sie seitdem verfolgt werden. Als Quelle diene dafür das Buch „Die schnellsten Züge der Welt“ von Thomas Meyer-Eppler, worin der schienengebundene Hochgeschwindigkeitsverkehr in allen relevanten Ländern beschrieben ist.<sup>64</sup>

### 2) Unternehmensstruktur der staatlichen Eisenbahngesellschaften

Dieses Kriterium beschreibt die Struktur der staatlichen Eisenbahngesellschaften dahingehend, ob erstens schon in allen Ländern zwischen Netz- und Infrastrukturbetreiber unterschieden wird und ob spezielle Gesellschaften für den Bau und die Instandhaltung des Hochgeschwindigkeitsnetzes gegründet wurden. Die Beschreibung der Unternehmensstruktur wurde dem Vergleich von Steer<sup>65</sup> entnommen.

### 3) Nationale Verkehrspläne

Die Nationalen Verkehrspläne werden nur grob im Hinblick auf den Hochgeschwindigkeitsbahnverkehr untersucht und mit der realen Entwicklung verglichen. Die Zusammenfassungen sollen einen Überblick über die politische Bedeutung und die gesteckten Ziele in den einzelnen Ländern geben, denn neben dem historischen Hintergrund ist auch der politische von Bedeutung, um die Entwicklungen besser verstehen zu können. Als Quellen wurden in dem Fall die nationalen Verkehrspläne herangezogen.

### 4) Räumliche Rahmenbedingungen

Die räumlichen Rahmenbedingungen sind ausschlaggebend für die Konzeption eines Hochgeschwindigkeitsnetzes und daher ist es notwendig, sie beim Vergleich zu berücksichtigen. Zu den räumlich relevanten Rahmenbedingungen zählen die Topografie eines Landes, also vor allem der Gebirgs- und Wasseranteil und die Siedlungsdichte, wobei in diesem Zusammenhang vor allem die Bevölkerungsverteilung. Je konzentrierter ein Land besiedelt ist, desto leichter können alle Städte von dem Hochgeschwindigkeitsnetz profitieren. Demografisch gesehen ist weiter die Anzahl und Lage der größten Städte/ Zentren innerhalb des Landes wichtig, sowie deren Entfernung zueinander. Abgeleitet werden soll aus diesem Kriterium, inwieweit die räumlichen Rahmenbedingungen bei der

---

<sup>64</sup> vgl. Meyer-Eppler, T. (2006).

<sup>65</sup> vgl. Steer D. G. (2004).

Streckenkonzeption tatsächlich berücksichtigt werden und vor allem welche dabei berücksichtigt werden.

### **5) Infrastruktur**

Da für die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs nicht nur politische und räumliche Bedingungen, sondern auch technische Bedingungen erfüllt sein müssen, widmet sich dieser Punkt der Infrastruktur. Ziel ist es, die bestehenden Hochgeschwindigkeitsstrecken hinsichtlich ihrer Länge und anderer Komponenten länderspezifisch zu vergleichen, um zu erkennen, ob es gravierende Unterschiede zwischen den eingesetzten Techniken gibt. Außerdem soll ein Blick auf die im Bau und in Planung befindlichen Strecken geworfen werden, ob diese nach demselben Schema, wie die bereits bestehenden Strecken umgesetzt werden.

### **6) Rollmaterial**

Neben der Infrastruktur bedarf es auch eines speziellen Rollmaterials für den Betrieb von Hochgeschwindigkeitsbahnsystemen. Länderspezifisch wird kurz auf das eingesetzte Rollmaterial eingegangen, um im Anschluss diese anhand von Kriterien, wie Einsatz der Neigetechnik, maximale Geschwindigkeit, Strom- und Signalisierungssysteme usw. zu vergleichen. Abgeleitet werden soll aus dieser Darstellung, inwieweit sich das Rollmaterial länderspezifisch unterscheidet und wie es sich im Laufe der Jahre verändert hat. Dazu werden ebenfalls die neuesten Entwicklungen in diesem Sektor kurz beschrieben. Als Quellen dienten vorwiegend der Bericht „European High Speed Rail – an easy way to connect“ der Europäischen Kommission – Generaldirektion Energie und Verkehr aus dem Jahr 2009 und die Website über die schnellsten Züge der Welt, online unter <http://www.superzuege.de/index.htm>.

### **7) Netzgestaltung**

Die Netzgestaltung hängt jedenfalls von den politischen, den räumlichen und den technischen Rahmenbedingungen ab, wobei auch die wirtschaftlichen Bedingungen von Bedeutung sind, da diese die Rentabilität des Netzes bestimmen. Das Kapitel der Netzgestaltung soll klären, welche Prinzipien bei der Gestaltung des Hochgeschwindigkeitsnetzes verfolgt wurden und welche Rolle dabei politische, räumliche und wirtschaftliche Bedingungen gespielt haben. Dabei werden Aussagen über das Verhältnis von Neubau- zu Ausbaustrecken, über die Lage der Bahnhöfe, über die Streckenkonzeption und über die Trassierung gemacht.

### **8) Zeitgewinn**

Da die Reisezeit das ausschlaggebendste Kriterium für die Verkehrsmittelwahl ist, wurde diese Komponente speziell untersucht. Ausgehend von Daten über die Fahrzeit vor bzw. nach

Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecken wurde für jede europäische Verbindung die Zeitersparnis berechnet und grafisch dargestellt. Mithilfe der Daten zur Fahrzeit und zur Streckenlänge konnte darüber hinaus die durchschnittliche Geschwindigkeit berechnet werden. Die Daten zu den Fahrzeiten stammen vorwiegend aus einem Artikel über die realisierten Hochgeschwindigkeitsstrecken in Europa von LITRA, dem Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr.<sup>66</sup>

### 9) Angebotsgestaltung

Neben der Reisezeit gibt es allerdings weitere Kriterien, welche für die Verkehrsmittelwahl entscheidend sind. Dazu zählen unter anderem die Frequenz, der Preis, der Komfort und die Serviceleistungen im Zug und am Bahnhof. Diese Punkte lassen sich unter dem Kapitel Angebotsgestaltung zusammenfassen, wobei die Fahrplangestaltung, das heißt, ob Taktfahrpläne oder Individuelle Fahrpläne eingesetzt werden und die Tarifgestaltung vorrangig behandelt werden.

Die Wahl der Fahrplanart soll vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Länderstruktur soweit als möglich verglichen werden. Dazu kann außerdem verglichen werden, wie viele Züge maximal auf einer Strecke pro Tag unterwegs sind und wie hoch der Anteil der Non-stop Verbindungen an allen Verbindungen ist.

Für den Vergleich der Tarife werden zunächst die derzeit gültigen Fahrpreise anhand einer ähnlich langen Reise verglichen, wo ebenfalls festgestellt werden kann, inwieweit die Fahrpreise für den Hochgeschwindigkeitszug von jenen für die konventionelle Bahn abweichen. Außerdem werden die verschiedenen Arten von Ermäßigungen und Angebote für Vielfahrer miteinander verglichen. Der Großteil der Informationen in diesem Kapitel stammt von den jeweiligen Internetauftritten der staatlichen Bahngesellschaften.

## 5.2. Entwicklung und Rahmenbedingungen

### 5.2.1. Bisherige Entwicklung

Angesichts der Erfolge in Japan begann in **Frankreich**<sup>67</sup> die französische Eisenbahngesellschaft SNCF ab 1966 mit Studien über den Einsatz von Hochgeschwindigkeitszügen im eigenen Land. Man sah die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs als Lösung für die ständig zurückgehenden Fahrgastzahlen. Schon die erste Hochgeschwindigkeitsstrecke, welche zwischen 1981 und 1983 zwischen Paris und Lyon in Betrieb ging, stieß auf großen Zuspruch der Bevölkerung.

---

<sup>66</sup> vgl. LITRA Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr, (2009).

<sup>67</sup> vgl. GEB, UIC, UNIFE (2002), S. 8.

TGV-Sud-Est war ein ideales Projekt, da die beiden Großstädte 400 km entfernt liegen, die technischen Anforderungen nicht groß waren und die konventionelle Eisenbahnstrecke an ihre Kapazitätsgrenzen stieß.<sup>68</sup>

Die Erweiterungen des Netzes gingen zügig voran, dem TGV-Atlantique, für welchen die Bauarbeiten 1985 begannen, folgten ab 1987 die Projekte des TGV Nord nach Lille und Calais, des TGV-d'Interconnexion um Paris und die erste Verlängerung des TGV-Sud-Est zum Lyoner Flughafen und nach Valence. Seitdem wurden 2001 der TGV Méditerranée und 2007 teilweise der TGV-Est in Betrieb genommen.

In **Deutschland**<sup>69</sup> ging der „InterCity Express“ (ICE) erst 1991 in Betrieb. Die ersten Neubaustrecken waren die Verbindungen von Hannover nach Würzburg sowie von Mannheim nach Stuttgart. Diesen folgten 1998 die Strecke Hannover – Berlin und 2002 jene zwischen Köln und Rhein/Main. Die neuesten Errungenschaften sind der Hochgeschwindigkeitsbetrieb zwischen Köln und Aachen (teilweise seit 2003 in Betrieb), Karlsruhe – Offenburg (teilweise seit 2004 in Betrieb) sowie zwischen Nürnberg – Ingolstadt (2006).

Neben dem Bau von Neubaustrecken setzt Deutschland auch auf den Ausbau zahlreicher Streckenabschnitte für das Tempo 200. 1977 ging schon ein erster ausgebauter Abschnitt auf der Bahnstrecke München-Augsburg in Betrieb, dem jährlich weitere folgten.

Von Anfang an war auf den Strecken in Deutschland Mischverkehr vorgesehen. Während untertags nur Hochgeschwindigkeitszüge für den Personenverkehr unterwegs sind, werden die Strecken nachts vom Güterverkehr beansprucht.

Die wichtigste Eisenbahnverbindung in **Italien** ist seit jeher die Direttissima zwischen Rom und Florenz, welche allerdings ständig überlastet war und aufgrund der kurvenreichen Strecke nur geringe Betriebsgeschwindigkeiten möglich waren. Daher fiel auch die Entscheidung für die erste Neubaustrecke auf die Verbindung dieser beiden Städte, welche aus finanziellen Gründen schrittweise zwischen 1976 und 1992 in Betrieb genommen wurde.<sup>70</sup>

Die entscheidenden Gründe für den Ausbau, welche sowohl für die Direttissima, als auch für alle weiteren Strecken gelten, sind einerseits die Erhöhung der Kapazität des bestehenden Eisenbahnnetzes sowie die Umstrukturierung und Modernisierung der wichtigsten Eisenbahnknoten. Durch gleichzeitige Erhöhung der Geschwindigkeit und Kapazität ist nicht nur von Hochgeschwindigkeit

---

<sup>68</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix B, B1.3.

<sup>69</sup> vgl. GEB, UIC, UNIFE (2002), S. 10.

<sup>70</sup> vgl. GEB, UIC, UNIFE (2002), S. 15.

(Alta Velocità), sondern auch von Strecken mit hoher Kapazität (Alta Capacità) die Rede. Ziel der Entwicklung eines T-förmigen Hochgeschwindigkeitsnetzes ist die Verbindung aller großen italienischen Zentren auf schnellem Wege. Gleichzeitig wird allerdings auf die Erschließung der Regionen geachtet, deren Erreichbarkeit durch zahlreiche Anknüpfungspunkte der Neubaustrecken an die Stammstrecke verbessert werden soll.<sup>71</sup>

In **Spanien**<sup>72</sup> war die Weltausstellung 1992 in Sevilla der ausschlaggebende Grund für den Bau einer Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Madrid und Sevilla. Der Zeitgewinn war bemerkenswert, die Reise konnte im Gegensatz zu 6 h in nur 2 h 15 bewältigt und von 580 auf 472 km verkürzt werden. Der Erfolg der ersten Hochgeschwindigkeitsstrecke war in verkehrsmäßiger und wirtschaftlicher Hinsicht groß, was wiederum den öffentlichen und politischen Druck erhöhte, alle Regionen Spaniens an das Netz anzuschließen.<sup>73</sup>

Die Folge war eine eigens gegründete Gesellschaft GIF „Gestor de Infraestructuras Ferroviarias“, welche mit dem Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken beauftragt wurde. Zwischen 2002 und 2004 entstand auf diese Weise die Strecke Madrid – Barcelona, welche für eine Betriebsgeschwindigkeit von 350 km/h ausgelegt war, um gegenüber dem Flugzeug wettbewerbsfähig zu werden. Im Jahr 2000 wurden im Spanischen Verkehrsplan „Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005-2020“ neue Strecken von Madrid nach Valencia und Valladolid, eine Verlängerung über Sevilla nach Córdoba und Málaga sowie eine Strecke in den Norden vorgesehen.

Da die Spurweite der Hochgeschwindigkeitsstrecken in Spanien nicht mit jenen traditioneller Strecken übereinstimmt, wurde der Triebwagenzug Talgo mit Zweiradlaufwerken entwickelt, welcher auf beiden Spurweiten fahren kann.

Die Entwicklungsvorstellungen sind in Spanien am ambitioniertesten, da 2001 verlautbart wurde, dass bis 2007 7.000 Streckenkilometer neu gebaut bzw. ausgebaut werden würden.

Mit der konsequenten Umsetzung der Infrastrukturerneuerung konnte die wirtschaftliche Entwicklung in abgeschiedenen Regionen Spaniens, wie Andalusien, vorangetrieben werden. Hinzu kommt, dass die Fabrikation des Rollmaterials von nationalen Unternehmen durchgeführt wird, was wiederum der spanischen Wirtschaft zu Gute kommt.<sup>74</sup>

---

<sup>71</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Treno ad Alta Velocità.

<sup>72</sup> vgl. GEB, UIC, UNIFE (2002), S. 12.

<sup>73</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix F, F 1.5.

<sup>74</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Alta velocidad ferroviaria en España.

### 5.2.2. Unternehmensstruktur der staatlichen Eisenbahngesellschaften

Betreiberin des Personen- und Güterverkehrs in Frankreich ist die **Société nationale des chemins de fer français (SNCF)**, welche sich im Staatseigentum befindet. Als wichtiger Partner tritt die SNCF ebenfalls in den eigens für den grenzüberschreitenden Personenverkehr gegründeten Gesellschaften, wie Thalys oder Eurostar, auf. Für die Infrastruktur, inklusive jener für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, zeichnet sich die **Réseau ferré de France (RFF)**, ebenfalls ein staatliches Unternehmen, verantwortlich. Zu deren Aufgaben zählen die Verwaltung, der Bau, die Instandhaltung und das Trassenmanagement des Schienennetzes. Mittlerweile wurden die Aufgaben des Trassenmanagements und des Netzunterhalts wiederum an die SNCF übergegangen.<sup>75</sup>

Die **Deutsche Bahn AG (DB)** betreibt in Deutschland als privatrechtlich organisiertes Staatsunternehmen den Personen- und Güterverkehr und ist ebenso für die Instandhaltung der Infrastruktur verantwortlich. Das Unternehmen ist in mehrere Geschäftsfelder geteilt, welche sich grob in Personenverkehr, Güterverkehr und Infrastruktur einordnen lassen. Für den Personenverkehr auf nationalen und grenzüberschreitenden Fernlinien ist beispielsweise die DB Fernverkehr AG zuständig. Ein anderes Beispiel ist die DB Netz, welche den Ausbau, die Instandhaltung und den Betrieb der Infrastruktur sichert.<sup>76</sup>

Ein staatliches Unternehmen ist ebenfalls die Holding **Ferrovie dello Stato (FS)**, welche im Besitz des italienischen Schienennetzes ist. Zu den wichtigsten Tochtergesellschaften der Holding zählen Trenitalia (Betrieb des Personen- und Güterverkehrs), Rete Ferroviaria Italiana – RFI (Instandhaltung der Infrastruktur) und Treno Alta Velocità SpA – TAV (Planung und Bau neuer Hochgeschwindigkeitsstrecken).<sup>77</sup>

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE), das staatliche spanische Eisenbahnunternehmen wurde Ende 2004 durch zwei neue Gesellschaften ersetzt. Um den Betrieb des Personen- und Güterverkehrs kümmert sich seitdem die **Renfe Operadora**. Die Instandhaltung und der Bau der Infrastruktur wurde der **Administrator de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)** übergeben.<sup>78</sup>

---

<sup>75</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix B, B1.5/ 1.6.

<sup>76</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Deutsche Bahn.

<sup>77</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix D, D1.6.

<sup>78</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, RENFE.

Die Eisenbahngesellschaften sind nach wie vor in staatlicher Hand und in allen Ländern in zumindest zwei Gesellschaften, einen Netzbetreiber und einen Infrastrukturbetreiber gegliedert. In Deutschland und Italien sind die Unternehmen entsprechend einer Holding aufgebaut und bestehen aus unterschiedlichen Tochtergesellschaften. In Frankreich und Spanien sind es zwei getrennte Gesellschaften, wobei in Frankreich die SNCF als Netzbetreibern mehr Aufgaben als üblich innehat. Nur in Italien gibt es eine Tochtergesellschaft, welche sich ausschließlich für Planung und Bau neuer Hochgeschwindigkeitsstrecken kümmert.

### 5.2.3. Nationale Verkehrspläne

In **Frankreich** werden die Ziele der Verkehrspolitik von einem interministeriellen Komitee festgelegt, welches sich generell um die Raumentwicklung in Frankreich kümmert und unter dem Namen CIADT (Comite interministeriel d'amenagement et de developpement du territoire) bekannt ist. In dem aktuellen Dokument CIADT 2003 sind die Ziele, Prioritäten und Maßnahmen der Verkehrspolitik enthalten, wobei für den Eisenbahnverkehr nur die sehr allgemeine Maßnahme Ausweitung und Qualitätsverbesserung der Infrastruktur enthalten war. Eine eindeutige Präferenz des Eisenbahnverkehrs ist dabei nicht enthalten.<sup>79</sup> 2005 wurde dieses Dokument aktualisiert und 94 prioritäre Projekte festgelegt, wobei die Anzahl der Eisenbahnprojekte keinesfalls überwiegt.<sup>80</sup>

In **Deutschland** entsteht alle 10 – 15 Jahre ein Bundesverkehrswegeplan. Bereits 1975 war von den Hochgeschwindigkeitsstrecken Hannover – Würzburg, Mannheim – Stuttgart und Köln – Frankfurt, welche alle heute in Betrieb sind, die Rede. 1985 kam der Aspekt der Wettbewerbsfähigkeit hinzu, wobei dies sowohl durch Verbesserungen der Serviceleistungen als auch durch Geschwindigkeitserhöhungen erreicht werden sollte. Dadurch lässt sich die im Ländervergleich sehr hohe Qualität der Serviceleistungen im Zug erklären.<sup>81</sup>

Mittlerweile besteht schon der Bundesverkehrswegeplan 2003, welcher sich das Ziel eines vernetzten Verkehrssystems, mit Maßnahmen im Bereich der Vernetzung der unterschiedlichen Verkehrsträger sowie des Baus neuer Infrastruktur, setzt. Der Hochgeschwindigkeitsverkehr spielt dabei keine wesentliche Rolle, da von insgesamt 54 laufenden und neuen Projekten nur fünf Neubaustrecken (wobei vier davon nur auf einem Teilstück) vorgesehen sind. Hinsichtlich des Investitionsvolumens, ist dieses mit 51,5 Mrd. € im Straßenverkehr größer, als mit 38 Mrd. € im Schienenverkehr.<sup>82</sup>

---

<sup>79</sup> vgl. CIADT (2003), S. 11 – 14.

<sup>80</sup> vgl. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer (2005).

<sup>81</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix C, C1.3/ 1.4.

<sup>82</sup> vgl. Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen (2003), S. 53 – 62.

Der **italienische Verkehrsplan** „Piano Generale Dei Trasporti“ ist mit Abstand das ambitionierteste Programm mit dem höchsten Respekt vor der Umwelt. Das oberste Ziel ist die Schaffung eines Gleichgewichts zwischen den Verkehrsmitteln mit Vorrang der Schiene und des Wassers. Maßnahmen zur Erreichung des Ziels sind im Hinblick auf den Personenverkehr vor allem die Liberalisierung und die Verbesserung der Lebensqualität im städtischen Raum durch den Einsatz nachhaltiger Transportmittel. Die Investitionen setzt Italien ebenfalls klar auf die Schiene mit dem vorrangigen Projekt der Alpenüberquerung zwischen Frankreich und Italien, dem Ausbau des Hochgeschwindigkeitsnetzes entlang der Adria- und ligurischen Küste. Insgesamt fließen 56% der Investitionen in den Schienenverkehr.<sup>83</sup>

Ziel des **spanischen Verkehrsplanes** „Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) 2005-2020“ hinsichtlich des Hochgeschwindigkeitsverkehrs ist, dass von Madrid aus in vier und von Barcelona aus in sechs Stunden jede regionale Hauptstadt erreicht werden kann.<sup>84</sup>

Insgesamt sollen laut Nationalem Verkehrsplan 250 Milliarden Euro investiert werden, wobei davon 48% in Schienenwege und nur 27% in die Straßeninfrastruktur fließen. Der Hochgeschwindigkeitsverkehr bleibt ein wichtiger Bestandteil und dessen vorrangigen Relationen sind die Strecke Madrid – Malaga, Madrid Barcelona (schon realisiert), sowie Madrid – Santiago de Compostela und Madrid – Alicante/Valencia (noch nicht realisiert). Mit einem Großteil der Investitionen soll allerdings die Qualität des bestehenden Schienennetzes verbessert werden.<sup>85</sup>

#### 5.2.4. Räumliche Rahmenbedingungen

Um sich einen ersten Überblick über die geografische und demografische Situation der ausgewählten europäischen Länder machen zu können, sind in Tabelle 5 Daten zur Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte dargestellt. Auffallend ist, dass Deutschland sehr dicht und Spanien sehr dünn besiedelt ist.

**Tabelle 5: Statistische Daten der ausgewählten Länder**

	<b>Einheiten</b>	<b>FRANKREICH</b>	<b>DEUTSCHLAND</b>	<b>ITALIEN</b>	<b>SPANIEN</b>
<b>Fläche</b>	km <sup>2</sup>	547.026	357.104	301.338	504.645
<b>Bevölkerung</b>	EW	62.448.977	82.002.356	60.054.511	46.661.950
<b>Bevölkerungsdichte</b>	EW/km <sup>2</sup>	115	230	199	92

Quelle: Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Seiten der einzelnen Länder, (09.10.2009).

<sup>83</sup> vgl. G.I.R. Maralpin – Groupe Interdisciplinaire de Réflexion (2001).

<sup>84</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix F, F 1.2.

<sup>85</sup> vgl. Ministerio de Fomento (2004), S. 86 ff, S. 160.

Paris ist bei weitem die größte **französische** Stadt mit etwa 10 Mio. Einwohnern, zählt man die Bevölkerung im Umland dazu. Die nächstgrößeren Städte haben nur mehr knapp 1,5 Mio. Insgesamt hat Frankreich nur 38 Städte mit über 100.000 Einwohner, wobei nur zwei davon über 500.000 Einwohner haben. Aufgrund des hohen Bevölkerungsanteils (16% der französischen Bevölkerung lebt in dieser Stadt) und der geschichtlichen Zentralisierung auf Paris beginnt ein Großteil aller großen Eisenbahnstrecken in Paris. Neben der räumlichen Zentralisierung, welche einen Vorteil für die Planung eines Eisenbahnnetzes darstellt, wirkt sich die Verteilung der neun größten Städte, welche mit Ausnahme von Lille in einer Entfernung von 400 km von Paris liegen, ebenfalls positiv auf die Planung aus, da diese auf direkten Strecken innerhalb von dreieinhalb Stunden erreichbar sind.<sup>86</sup> Wie bereits in Kapitel 3.4.2 erwähnt, eignen sich vor allem Fahrzeiten zwischen zwei und drei Stunden, um Fahrgäste auf die Schiene zu verlagern. Einen weiteren positiven Einfluss auf die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsnetzes hat die topografische Situation in Frankreich, da das Landschaftsbild überwiegend von Ebenen oder sanften Hügeln geprägt ist und sich nur in der Südosthälfte gebirgig zeigt.

Die Bevölkerung **Deutschlands** ist über das gesamte Bundesgebiet verteilt. Die größte Stadt ist Berlin mit mehr als 2 Mio. Einwohnern gefolgt von Hamburg und München mit jeweils mehr als 1 Mio.. Außerdem gibt es in Deutschland, wie in sonst keinem untersuchten Land, 80 Großstädte mit mehr als 100.000 Einwohnern, wobei davon 15 mehr als 500.000 haben.<sup>87</sup> Diese Situation hat zur Folge, dass auf Hochgeschwindigkeitsstrecken viele Haltepunkte geplant sind, was zu längeren Fahrzeiten führt, die aufgrund der verteilten Nachfrage allerdings notwendig sind.

Aufgrund des mittelgebirgigen Geländes in Deutschland ist der Aufwand für Neubaustrecken hoch und der Anteil an Tunnel und Brücken ebenfalls, was zu starker Kritik führt.<sup>88</sup>

Das **italienische** Staatsgebiet erweist sich für die Konstruktion von Neubaustrecken als besonders schwierig. Einerseits aufgrund seiner Topographie, Landschaft und Siedlungsstruktur und andererseits deshalb, weil in Italien das kulturelle Erbe und die archäologischen Reichtümer besonders vielfältig und wertvoll sind. All diese Eigenschaften machen die Planung, wo besonders auf die Umwelt und die Kulturgüter geachtet werden muss, zusätzlich kompliziert. Die Herausforderung liegt darin, ein Gleichgewicht zwischen Vergangenheit und Zukunft und zwischen Natur und Technologie zu

---

<sup>86</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix B, B1.13/ B1.14.

<sup>87</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Liste der Großstädte in Deutschland.

<sup>88</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Intercity-Express.

finden.<sup>71</sup> Allein die langgezogene und dünne Form des Landes wäre eine gute Voraussetzung für ein Hochgeschwindigkeitsnetz, allerdings wird das gesamte Land vom Gebirgszug des Apennins durchzogen und im Norden von den Alpen begrenzt. 67% der italienischen Bevölkerung leben zwar im Norden des Landes, jedoch sehr verstreut. Nur drei Städte (Mailand, Rom, Neapel) haben mehr als 1 Mio. Einwohner. Die Verteilung der Bevölkerung wird auch dadurch deutlich, dass es 45 Städte mit mehr als 100.000 Einwohner und davon 6 Städte mit mehr als 500.000 Einwohnern gibt. Wie in Deutschland führt diese Situation zu geringeren Halteabständen, um große Teile der Bevölkerung zu versorgen.<sup>89</sup>

In **Spanien** liegt einzig die Stadt Madrid, mit etwa 6 Mio. Einwohner (das Umland miteingerechnet), im Landesinneren. Alle anderen großen Städte befinden sich in den Küstenregionen, in einer Entfernung von 400 bis 600 km zu Madrid. Die Bevölkerungsdichte dieser Städte ist größer als im europäischen Durchschnitt. Das übrige Gebiet weist eine sehr niedrige Bevölkerungsdichte auf, was die Planung des Hochgeschwindigkeitsnetzes sehr erleichtert. Insgesamt gibt es in Spanien 61 Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern, wobei davon 6 Städte mehr als 500.000 Einwohner haben.<sup>90</sup>

Erschwert wird die Umsetzung allerdings durch die Topografie, da Spanien eines der gebirgigsten Länder Europas ist und das Gebirge fast überall dicht ans Meer heranrückt.

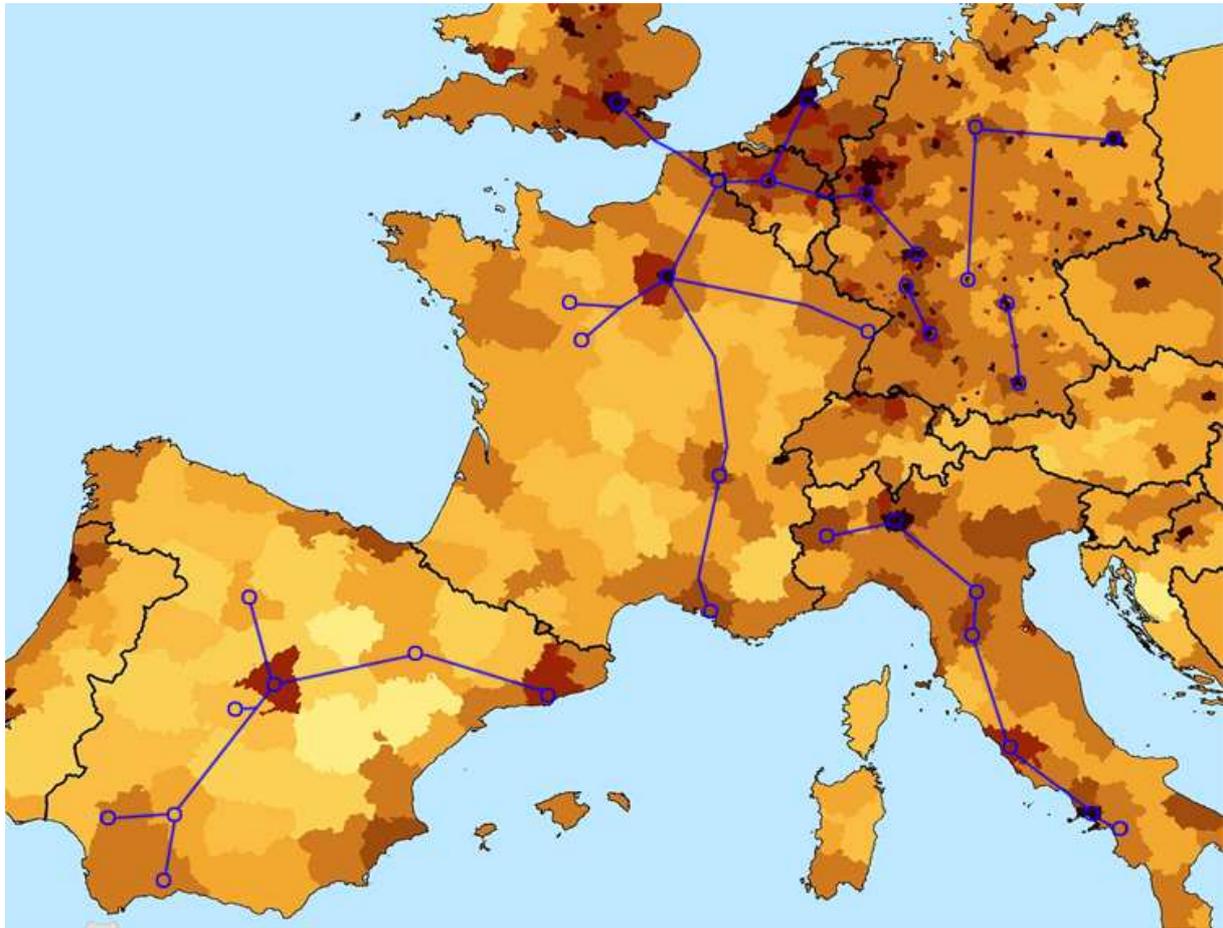
In Abbildung 12 können die eben getätigten Aussagen zur Bevölkerungsverteilung sehr gut nachvollzogen werden. Es ist deutlich zu erkennen, dass Deutschland das am dichtesten besiedelte Land und Spanien das Gegenteil ist. Außerdem kann man erkennen, dass das Hochgeschwindigkeitsnetz die in jedem Land am dichtesten besiedelten Flächen (dunkler Farbton) miteinander verbindet.

---

<sup>89</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Liste der Städte in Italien.

<sup>90</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Liste der Städte in Spanien.

Abbildung 12: Bestehendes Hochgeschwindigkeitsnetz mit der Verteilung der Bevölkerung (Stand: 2000) im Hintergrund



Quelle: Wikimedia, Europe population density, Eigene Darstellung.

## 5.3. Systemeigenschaften

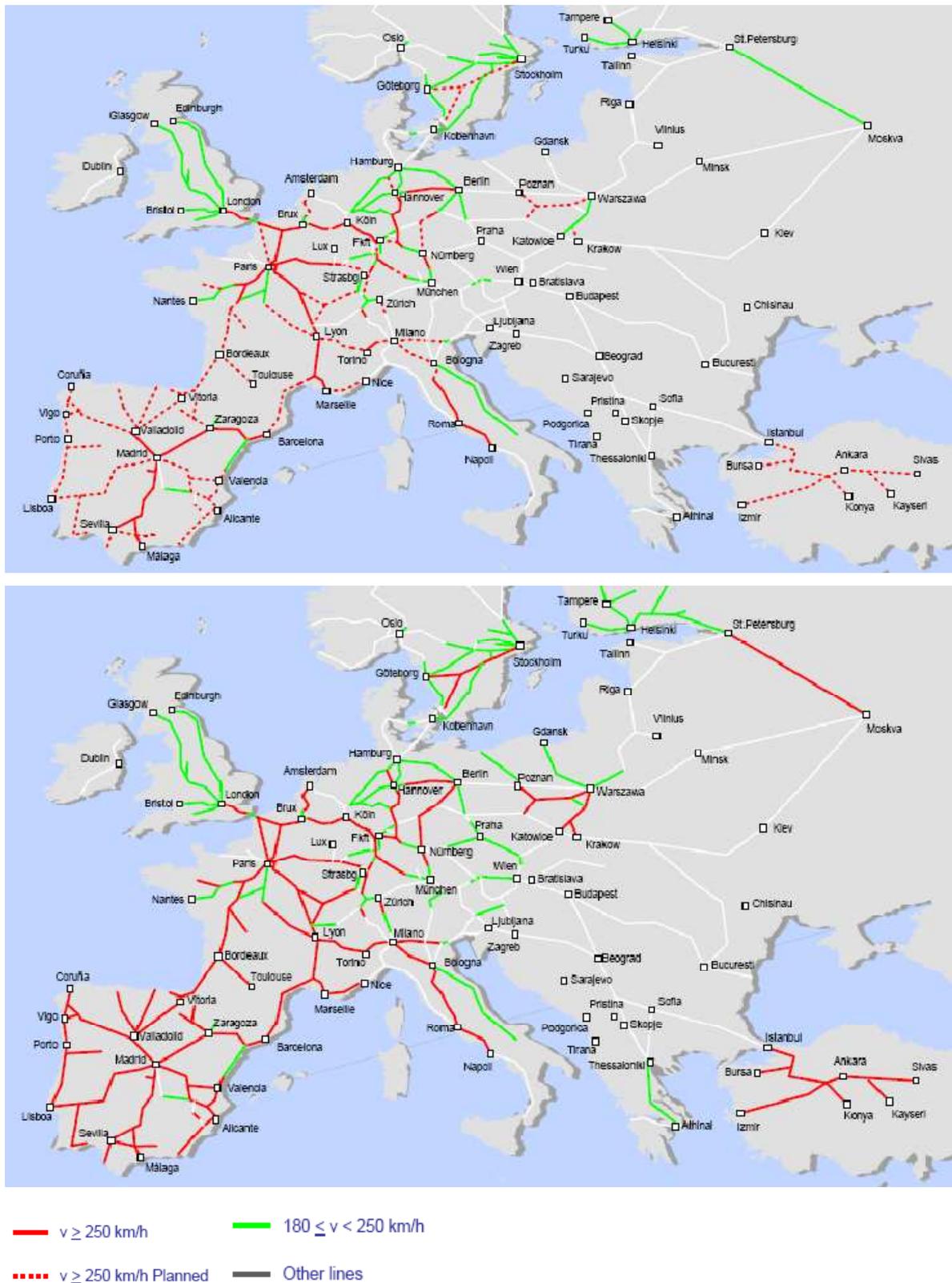
### 5.3.1. Infrastruktur

Zur Einleitung des Unterkapitels „Infrastruktur“ und zur Verschaffung eines Überblicks bildet Abbildung 13 das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz einmal im Jahr 2008 und einmal im Jahr 2025 ab. Diese Gegenüberstellung verdeutlicht, wie sich das Netz in den nächsten 20 Jahren verdichten soll.

# Netzgestaltung und räumliche Wirkung von Hochgeschwindigkeitsbahnnetzen im europäischen Vergleich

## Hochgeschwindigkeitsbahnnetze in ausgewählten europäischen Ländern

Abbildung 13: Europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz (Stand: 02.2008; Prognose für 2025)



Quelle: UIC – International Union of Railways (2009), High Speed lines in the world maps.

In Tabelle 6 sind die bestehenden, gerade im Bau bzw. in Planung befindlichen Streckenkilometer, ablesbar, zur Detaillierung vorangegangener Abbildung.

**Tabelle 6: Vergleich der Ausdehnung des Hochgeschwindigkeitsnetzes in den einzelnen Staaten**

	<b>FRANKREICH</b>	<b>DEUTSCHLAND</b>	<b>ITALIEN</b>	<b>SPANIEN</b>
<b>In Betrieb</b>	1.872 km	1.285 km	744 km	1.599 km
<b>Im Bau</b>	299 km	378 km	132 km	2.219 km
<b>In Planung</b>	2.616 km	670 km	395 km	1.702 km
<b>Gesamt</b>	4.787 km	2.333 km	1.271 km	5.520 km

Quelle: UIC – International Union of Railways (2009), High Speed lines in in the world.

In **Frankreich**, welches derzeit das größte europäische Hochgeschwindigkeitsnetz besitzt, wird intensiv an der Erweiterung der Strecken geplant, im Bau befindet sich allerdings nur eine sehr geringe Anzahl an Kilometern. Das kann damit zusammenhängen, dass seit den geringeren Erfolgen des TGV-Nord und den erhöhten Investitionen und Verspätungen des TGV-Est, die geplanten Hochgeschwindigkeitsstrecken einer genaueren Überprüfung unterzogen werden, was zur Verlängerung der Planungsphase beiträgt.<sup>91</sup>

Im Bau befinden sich derzeit mit der Verbindung Perpignan – Figueras und mit dem Projekt Rhin-Rhône zwei Strecken, welche für die internationale Vernetzung eine große Bedeutung haben und die Fahrzeiten teilweise beträchtlich reduzieren werden. Unter den geplanten Strecken befinden sich ebenfalls vier internationale Verbindungen, welche das spanische, italienische, schweizerische und deutsche Bahnnetz besser mit dem französischen verknüpfen werden. Außerdem ist die Anbindung bisher noch nicht angeschlossener Regionen ein wichtiger Bestandteil beim Netzausbau. Der Zeithorizont reicht bis ins Jahr 2022 und vermutlich noch weiter. Alle beschriebenen Strecken werden, wie schon in Deutschland mit ECTS ausgestattet sein.

Die französischen Strecken sind mit 25 kV 50 Hz elektrifiziert und werden mit Geschwindigkeiten von 300 km/h befahren, da die Infrastruktur inkl. der Signalisierung im Moment nichts Höheres zulässt. Geplant sind Geschwindigkeiten bis 350 km/h. Die Kurvenradien haben eine Größenordnung von 4.000 m, mit Ausnahme der 6.000 m beim TGV-Est.<sup>92</sup>

---

<sup>91</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix B, B1.4.

<sup>92</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV.

Die neuesten Strecken, wozu eben genannter TGV-Est und Teile des TGV-Méditerranée zwischen Avignon und Aix-en-Provence zählen, sind zur Erhöhung der Sicherheit mit Zäunen begrenzt, um Unfälle mit kreuzenden Wildtieren zu verhindern und müssen keine Bahnübergänge passieren.<sup>93</sup>

Da das **deutsche** Netz neben den Neubaustrecken aus vielen Ausbaustreckenabschnitten besteht, ist eine genaue km-Angabe der ausgebauten und neugebauten Strecken schwierig. Fest steht, dass in Deutschland in etwa 1.285 km Hochgeschwindigkeitsstrecken in Betrieb sind und das Netz weiter ausgebaut wird. Im Gegensatz zu Spanien allerdings in viel geringerem Ausmaß. Alle Strecken, welche derzeit im Bau oder noch in der Planungsphase sind, werden mit dem Sicherheitssystem ECTS Level 2 ausgestattet und sollen bis spätestens 2020 fertiggestellt sein. Planungen über dieses Datum hinaus bestehen noch nicht. Grenzüberschreitend wird in Deutschland derzeit ausschließlich an der Strecke Karlsruhe – Basel gearbeitet, wobei es sich hier zum Großteil um eine Modernisierung der Strecken handelt.

Hinsichtlich der technischen Details ist festzuhalten, dass die deutschen Hochgeschwindigkeitsstrecken mit 15 kV und 16,7 Hz betrieben werden und für Geschwindigkeiten für 250 km/h ausgelegt sind. Diese Geschwindigkeiten sollen in Zukunft erhöht werden und auf den erst kürzlich fertiggestellten Strecken kann schon mit 300 km/h gefahren werden.

Kennzeichnend für die Neubaustrecken in Deutschland ist der extrem hohe Anteil an Tunnels und Brücken, der bei jeder Strecke zwischen einem Viertel und der Hälfte der Gesamtlänge ausmacht. Die dabei entstehenden hohen Investitionskosten sind aufgrund des mittelgebirgigen Geländes notwendig. Nur im nördlichen Tiefland kommen Neubaustrecken ohne Kunstbauten aus.<sup>94</sup>

**Italien** weist das Hochgeschwindigkeitsnetz mit dem geringsten Streckenausmaß auf, sowohl bei Strecken im Betrieb, im Bau und in Planung. Das hängt mit der etwas geringeren Landesfläche z.B. im Gegensatz Deutschland und mit der langgestreckten Form des Staatsgebiets zusammen. Die neuen Strecken sind für das Tempo 300 ausgelegt, werden allerdings mit 250 km/h betrieben. Hinsichtlich der elektrischen Spannung sind die Strecken wie in Frankreich mit 25 kV 50 Hz ausgestattet.<sup>95</sup> In besiedelten Gebieten wird die Spannung auf 3 kV Gleichstrom reduziert. Die Ausnahme bildet die erste Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Rom und Florenz, welche mit 3 kV Gleichstrom elektrifiziert ist, wobei das Stromsystem auf dieser Strecke derzeit modernisiert wird.<sup>96</sup>

---

<sup>93</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV.

<sup>94</sup> vgl. Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Deutschland.

<sup>95</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Treno ad Alta Velocità.

<sup>96</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Rete Ferroviaria Italiana.

Mit Ausnahme der Direttissima sind alle Strecken bereits mit ECTS Level 2 ausgestattet, was eine Besonderheit darstellt.

Die einzigen Strecken, welche sich derzeit noch in Planung befinden sind die horizontale Verbindung im Norden zwischen Mailand und Venedig und jene zwischen Genua und Novi Ligure/Tortona. Außerdem steht noch die alpenquerende Verbindung mit Frankreich auf dem Programm.

Die Strecke von Bologna nach Florenz, welche fast zu 100 % im Tunnel verläuft (73,3 km von insgesamt 78,5 km) ist die erst kürzlich fertiggestellte Strecke in Italien und wird vermutlich im Dezember 2009 für den Personenverkehr eröffnet.<sup>97</sup>

In Tabelle 6 wird deutlich, wie sehr **Spanien** derzeit in den Bau seines Hochgeschwindigkeitsnetzes, investiert, um sich mit dem längsten Hochgeschwindigkeitsnetz der Welt rühmen zu können.<sup>98</sup> Dass die Planungen sehr schnell voranschreiten sollen, sieht man auch anhand der gesteckten Zeithorizonte, welche bis 2011 und nur mit einer Ausnahme bis 2020 reichen. Bis zum jetzigen Zeitpunkt hat Spanien seinen Ausbau nur auf das Staatsgebiet beschränkt, was sich auch in Zukunft bei Betrachtung der geplanten Strecken nicht großartig ändern wird. Geplant sind grenzüberschreitende Verbindungen nach Frankreich sowohl an der Mittelmeer- als auch an der Atlantikküste, wobei die Planungen der Strecke über Barcelona nach Perpignan schon weiter fortgeschritten sind.

Anhand der geplanten Betriebsgeschwindigkeit, welche durchgehend 300 km/h beträgt, besitzt Spanien das mit Abstand schnellste Hochgeschwindigkeitsnetz nur in der Theorie, da in der Praxis, aufgrund der mangelnden Sicherheitsvorkehrungen, 300 km/h nur selten ausgenutzt werden können. Das Stromsystem gleicht dem italienischen und französischen, da die Strecken mit 25 kV 50 Hz elektrifiziert sind. Einzig auf der neuesten Strecke zwischen Madrid und Barcelona ist schon das ECTS Level 2 in Betrieb. Für die geplanten Strecken fehlen zwar die Informationen, jedoch ist anzunehmen, dass auch diese mit dem höchsten Stand der Technik ausgestattet werden.

Eine Besonderheit in Spanien sind die Spurweiten mit 1.668 mm. Zur Gewährleistung der Interoperabilität entsprechen die neugebauten Hochgeschwindigkeitsstrecken der europäischen Normalspur von 1.435 mm.<sup>99</sup>

In Tabelle 7 werden abschließend einige Kriterien zum länderweisen Vergleich der Infrastruktur darstellt. Das erste Kriterium „Anteil der Streckenkilometer in Betrieb an den gesamten Streckenkilometern“ ist ein Prozentwert, welcher die Streckenkilometer in Betrieb in Verhältnis zu

---

<sup>97</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Ferrovia Bologna-Firenze (alta velocità).

<sup>98</sup> vgl. Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Spanien.

<sup>99</sup> Meyer-Eppler, T. (2006), S. 129.

den gesamten Streckenkilometer (Strecken in Betrieb, im Bau und in Planung) setzt. Daraus abzulesen ist, dass sich Spanien das größte Ziel gesteckt hat, denn das bestehende Hochgeschwindigkeitsnetz macht nur 30% des geplanten Netzes aus. Weiter vorangeschritten sind Deutschland und Italien.

Die Kriterien „gewichteter durchschnittlicher Halteabstand“ und „durchschnittliche Geschwindigkeit“ sind unter anderem für die Leistungsfähigkeit des Netzes verantwortlich. Der gewichtete durchschnittliche Halteabstand wurde wie folgt berechnet: Für jede Hochgeschwindigkeitsstrecke wurde zwischen Start- und Zielpunkt die Anzahl der Hochgeschwindigkeitszüge mit allen Verkehrshalten dem Fahrplan an einem Wochentag entnommen. Anhand dieser Auflistung wurde in einem ersten Schritt der durchschnittliche Halteabstand je Strecke berechnet. Im zweiten Schritt wurden die durchschnittlichen Halteabstände je Strecke mit der Anzahl, der auf dieser Strecke verkehrenden Züge gewichtet, um abschließend den Durchschnitt über alle gewichteten und durchschnittlichen Halteabstände zu bilden. Das Ergebnis, dargestellt in Zeile 3, ist der durchschnittliche Halteabstand auf allen Hochgeschwindigkeitsstrecken eines Landes.

Um als Ergebnis die durchschnittliche Geschwindigkeit zu erhalten, wurde zunächst für je Strecke die Geschwindigkeit berechnet, indem die jeweilige Streckenlänge durch die schnellste Fahrzeit in Stunden dividiert wurde. Anschließend wurde ein Durchschnitt über alle Strecken eines Landes berechnet, dieser Durchschnitt ist in der vierten Zeile ablesbar.

Deutschland bildet hinsichtlich dieser beiden Kriterien eindeutig das Schlusslicht, da der durchschnittliche Halteabstand nur halb so groß ist wie in Italien und Spanien und nur rund ein Drittel des französischen ausmacht. Bei der Schnelligkeit punktet Spanien, was sicherlich auf die moderne Infrastruktur und das moderne Rollmaterial zurückzuführen ist.

Obwohl die nächsten beiden Werte sehr gering ausfallen, reichen sie jedenfalls für einen Vergleich. Die Kriterien „Hochgeschwindigkeitsstrecke je 1.000 Einwohner“ und „Hochgeschwindigkeitsstrecke je 100 km<sup>2</sup> Landesfläche“ wurden mit Hilfe der Daten aus Tabelle 5 und Tabelle 6 berechnet. Das bestehende Netz wurde einerseits mit der Bevölkerung und andererseits mit der Fläche in Beziehung gesetzt. Deutlich wird, dass Frankreich, aber vor allem Spanien ein deutlich ausgedehnteres Netz, als die anderen beiden Länder besitzen und, dass das deutsche Hochgeschwindigkeitsnetz am dichtesten ist.

Das letzte Kriterium stellt die durchschnittlichen Kosten für einen Kilometer Hochgeschwindigkeitsstrecke in Mill. Euro (Stand: 2005) dar, wobei Planungs- und Grundstückskosten darin nicht berücksichtigt sind. In Spanien und Frankreich sind die Errichtungskosten geringer als in Deutschland und Italien, was durch eine dichtere Besiedlung des Landes und durch Konstruktionsparameter (z.B. größere Steigungen durch reinen Personenverkehr) erklärt werden kann. Deutschland investiert durch den hohen Tunnelanteil am meisten in den Bau von Neubaustrecken.

Tabelle 7: Vergleichswerte zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen den Ländern

	Einheit	FRANKREICH	DEUTSCHLAND	ITALIEN	SPANIEN
Anteil der Streckenkilometer in Betrieb an den gesamten Streckenkilometern	%	39	55	59	29
gewichteter durchschnittlicher Halteabstand	km	332	110	271	225
durchschnittliche Geschwindigkeit	km/h	181	157	162	205
Hochgeschwindigkeitsstrecke je 1.000 EW	km/1.000 EW	0,03	0,016	0,012	0,034
Hochgeschwindigkeitsstrecke je 100 km <sup>2</sup> Landesfläche	km/100 km <sup>2</sup>	0,3	0,4	0,2	0,3
durchschnittliche Kosten pro km Hochgeschwindigkeitsstrecke	Mill. €/km	13,4	18,7	16,8	9,3

Quelle: Eigene Bearbeitung.

Im Anhang befindet sich eine genaue Auflistung der Streckentrassierungen inkl. verschiedener Merkmale, wie Länge, Inbetriebnahme, Signalisierungssystem und ebenfalls die Fahrzeiten vor und nach Inbetriebnahme dieser Strecke.

### 5.3.2. Rollmaterial

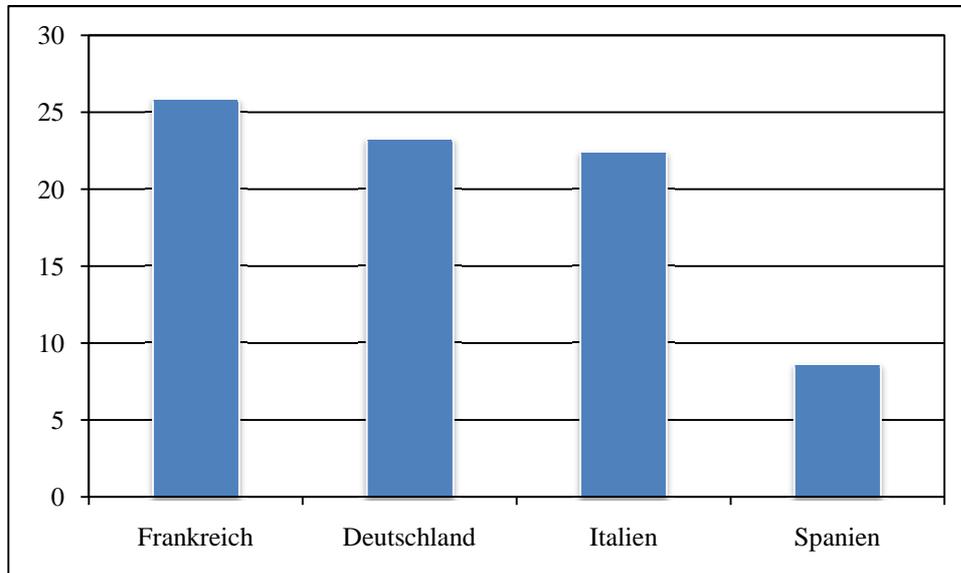
Das Rollmaterial wurde zu Beginn von den jeweiligen nationalen Eisenbahnindustriunternehmen hergestellt. Durch die mittlerweile verpflichtende öffentliche Ausschreibung werden die Aufträge auch schon über die Landesgrenzen hinweg vergeben. Die erfolgreichsten Unternehmen bezüglich Herstellung von Hochgeschwindigkeitszügen sind Alstom und Siemens.



Dieses Kapitels gibt, einen kurzen Überblick über den Status quo des Rollmaterials in den zu untersuchenden Ländern. Frankreichs SNCF hat insgesamt 484 Hochgeschwindigkeitszüge – diese Zahl beinhaltet ebenfalls die Hochgeschwindigkeitszüge Thalys und Eurostar –, gefolgt von Deutschlands DB mit 299 HG-Zügen. Spaniens RENFE hat 137 und Italiens Trenitalia 126 HG-Züge.<sup>100</sup> In Abbildung 14 ist die Anzahl der HG-Züge mit den HG-Strecken in Beziehung gesetzt. Auffallend ist, dass Spanien im Vergleich zu den anderen Ländern über eine geringere Anzahl an Rollmaterial verfügt. Die Anzahl der HG-Züge in Spanien wird aber in den nächsten Jahren, wenn man sich die Planungen für den Netzausbau ansieht, vermutlich stark zunehmen.

<sup>100</sup> vgl. Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 49.

Abbildung 14: Verhältnis der Hochgeschwindigkeitszüge zu den Hochgeschwindigkeitsstrecken (Züge/100 km HG-Strecke)



Quelle: Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 49, Eigene Bearbeitung.

Das **französische** Rollmaterial<sup>101</sup> lässt sich in fünf Generationen einteilen, welche alle mit dem traditionellen Schienennetz kompatibel sind und somit Bahnhöfe in Stadtzentren ohne große Umbauarbeiten erreichen können.<sup>102</sup>

- **TGV Sud Est (PSE):** Der älteste TGV wird vorwiegend auf der Strecke zwischen Paris und Lyon eingesetzt. Einige der Garnituren sind außerdem für den Einsatz in der Schweiz mit mehr Sicherheits- und Stromsystemen ausgestattet. Nach einer Modernisierung der ältesten TGV-Flotte sind zum Teil Geschwindigkeiten bis 300 km/h möglich.
- **TGV Atlantique:** Die Weiterentwicklung wird für den Betrieb nach West- und Südwestfrankreich eingesetzt.
- **TGV Réseau:** Wiederum eine Weiterentwicklung, diesmal des TGV Atlantique, welche auf dem gesamten Netz eingesetzt wird. Neben nationalen Bahnverbindungen dient dieses Modell auch internationalen Verbindungen nach Belgien, in die Niederlande und nach Italien.
- **TGV Duplex:** Diese Bauart eines zweistöckigen TGV wurde entwickelt, da für die Strecke zwischen Paris und Lyon bzw. Marseille eine Kapazitätserweiterung notwendig war. Mittlerweile besteht schon die 2. Generation des TGV Duplex unter dem Namen TGV Dasye.

<sup>101</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV Generationen.

<sup>102</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV.

- **TGV POS:** Der TGV POS (Paris – Ostfrankreich – Südwestdeutschland) ist keine neue Entwicklung, sondern eine Zusammensetzung TGV Dasye (Triebkopf) und aus dem TGV Réseau (Mittelwagen).

InterCity Express (ICE)<sup>103</sup>, **Deutschlands** Hochgeschwindigkeitstriebzug, ist der Nachfolger des Schnellzuges InterCity. Mittlerweile gibt es 5 Baureihen des ICE, welche alle von verschiedenen Herstellern stammen und Geschwindigkeiten zwischen 200 und 320 km/h erreichen. Nachfolgend eine kurze Zusammenfassung der Baureihen:

- **1. GENERATION:** Die Baureihe der 1. Generation (ICE 1), als nicht trennbarer Ganzzug ausgeführt, ist seit 1989 in Betrieb. Alle Versuche, den ICE 1 im Ausland zu verkaufen, blieben erfolglos. Auch die Verwendung der ICE als Güterzüge wurde nicht realisiert.
- **2. GENERATION:** Die 2. Generation (ICE 2) ging 1996 in den regulären Betrieb. Durch die Ausführung als koppelbarer Halbzug sollte mithilfe des Flügelzugbetriebs<sup>104</sup> die Auslastungssteuerung im Vergleich zum ICE 1 verbessert werden.
- **3. GENERATION:** Da der ICE 1 und der ICE 2 breiter sind, als jene Züge die laut UIC für den internationalen Verkehr zugelassen werden, wurde der ICE 3 entwickelt. Dabei wurde das Wagenprofil verkleinert, auf Triebköpfe zur Gänze verzichtet und alle Wagen mit Unterflurantrieb ausgestattet. Die Ausführung als Halbzüge zur Flügelung wurde beibehalten. Bei der 3. Generation wird unterschieden zwischen der Baureihe, welche ausschließlich für den Inlandbetrieb eingesetzt wird (Baureihe 403) und jener welche für den internationalen Verkehr als Mehrsystemversion ausgeführt wurde (ICE -3M, Baureihe 406). Verbessert wurde in dieser Generation auch die Befahrungsmöglichkeiten von Steigungen, da der ICE – 3 als einziger Steigungen von 4 % bewältigen kann.
- **ICE – T UND ICE – TD:** Neben der 3. Generation wurden die ICE – T und ICE – TD mit Neigezugtechnik entwickelt, um auf ausgebauten Strecken höhere Geschwindigkeiten zu erzielen. Für den Betrieb stellten sie sich aber als zu teuer und störanfällig heraus, was zu einem sehr geringen Einsatz führte.
- **4. GENERATION:** Die vierte Generation, welche Mitte 2011 in Betrieb gehen soll, wird im Kapitel weiter unten näher beschrieben.

---

<sup>103</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Intercity-Express.

<sup>104</sup> Fahrplanmäßiges Aufteilen eines Zuges in mehrere Halbzüge, die ab einem gewissen Bahnhof auf unterschiedlichen Strecken weiterfahren.

In **Italien** besteht eine große Bandbreite an unterschiedlichen Zügen, welche verschiedenen Anwendungsbereichen zugeordnet sind. Die Hochgeschwindigkeitszüge verkehren ausschließlich auf Neubaustrecken und werden nur für den Fernreiseverkehr eingesetzt.<sup>10571</sup>

- **ETR 450:** Diese Baureihe kann man als ersten italienischen Hochgeschwindigkeitszug bezeichnen. Wie seine Nachfolger ETR 460, 470 und 480 wird der Zug als Pendolino bezeichnet, da er mit Neigetechnik ausgeführt ist.
- **ETR 500:** Diese Züge ähneln dem ICE 1 und sind als einzige italienische Hochgeschwindigkeitszüge nicht mehr mit Neigetechnik ausgestattet. Er wird vor allem auf der Direttissima eingesetzt und schafft Geschwindigkeiten bis 300 km/h.
- **ETR 600:** Das ist die Bezeichnung für die letzte Generation italienischer Hochgeschwindigkeitszüge, welche wiederum mit der Neigetechnik ausgestattet sind und alle Faktoren für eine gesicherte Interoperabilität aufweisen.

Die **spanischen** AVE – Triebzüge<sup>106</sup> wurden von dem französischen TGV abgeleitet. Neben den AVE – Triebzügen gibt es in Spanien auch die Zuggattung „Talgo“, welcher mit Zweiradlaufwerken ausgerüstet ist. Das ist notwendig, da es in Spanien neben der üblichen Spurweite noch eine zusätzliche gibt.

- **Talgo 350:** Dieser Zug wurde vom Hersteller Bombardier erzeugt. Er gab sein Debüt im Februar 2005. Seine Triebköpfe haben ein sehr eigenwilliges Design „El Pato“, die Ente.
- **Spanische Baureihe 120:** Diese Züge sind ebenfalls mit Zweiradlaufwerken ausgestattet und werden auf dem gesamten spanischen Netz zum Einsatz kommen. Sie verfügen über Achsen mit veränderbarer Spurweite. Das Umspuren ist in nur drei Minuten möglich.
- **Die Baureihe 103** mit dem Namen „Velaro“ kann als spanischer ICE bezeichnet werden, da sie vom Hersteller Siemens konstruiert wurden und mittlerweile schon seit 2007 in Betrieb sind. Die Baureihe 103 sind die schnellsten spanischen Hochgeschwindigkeitszüge, da sie für 350 km/h ausgelegt und vom Sicherheitsniveau schon mit dem ECTS L2 ausgestattet sind.

Der Hersteller der ersten vier Garnituren war GEC-Alstom in Frankreich. Später wurden die Züge von GEC-Alstom in Valencia und von CAF in Zaragoza hergestellt.<sup>107</sup>

Im folgenden Absatz werden die Besonderheiten der einzelnen Länder kurz aufgezeigt und miteinander verglichen. Italien ist das einzige Land, wo im Betrieb Züge mit Neigetechnik eingesetzt

---

<sup>105</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Treno ad Alta Velocità.

<sup>106</sup> Meyer-Eppler, T. (2006), S. 129.

<sup>107</sup> Meyer-Eppler, T. (2006), S. 129.

werden. In Frankreich und Deutschland gab es hierzu zwar Entwicklungen, für den Regelbetrieb wurden diese Züge allerdings nie eingesetzt. Eine Besonderheit sind außerdem die Züge mit Zweiradlaufwerken in Spanien, welche innerhalb von Minuten umgespurt werden können.

Von den Größenordnungen sind die Züge in Breite und Höhe sehr ähnlich, die Länge unterscheidet sich allerdings. Zu den längsten und somit auch zu den Zügen mit dem größten Sitzplatzangebot zählen in Deutschland der ICE 1 mit einer Länge von 358m und 685 Sitzplätzen. Ähnlich lang ist der italienische ETR 500 mit 354m und 671 Sitzplätzen. In Frankreich wurde zur Kapazitätsausweitung ein zweigeschossiger Zug eingesetzt, welcher Platz für 516 Personen bietet.

Die langsamsten Züge fahren in Italien mit nur 250 km/h. In Frankreich und Spanien fahren sie um 70 km/h schneller, nämlich auf den am besten ausgebauten Strecken mit 320 km/h. Ausgerichtet sind sie allerdings in vielen Fällen für eine noch höhere Geschwindigkeit. In Deutschland könnte der ICE 3 mit 330 km/h und in Spanien der S-103 mit sogar 350 km/h fahren.

Die Umrüstung auf das von der EU unterstützte Zugsicherungssystem ECTS ist in allen Ländern im Gange, da die jeweils neuesten Modelle schon damit ausgestattet sind. In Frankreich gibt es zurzeit nur einen Teil der TGV Duplex – Flotte, welche auf das System umgerüstet wurden. Da in Frankreich allerdings die ältesten Hochgeschwindigkeitszüge unterwegs sind, kann vermutet werden, dass diese bald erneuert und somit auch mit dem hohen Sicherheitsstandard ausgestattet werden.

Zu den neuesten Entwicklungen der Eisenbahnindustrie zählt der Hochgeschwindigkeits-Triebwagen der Firma Alstom „Automatrice à grande vitesse (AGV)“, welcher als Nachfolger des TGV bezeichnet wird. Hinsichtlich der Technik unterscheidet er sich allerdings zum Teil vom TGV, da er wie der ICE 3 einen verteilten Antrieb besitzt – angetriebene Achsen unter dem Wagen verteilt – und damit auf Triebköpfe verzichtet werden kann. Nach Angaben des Herstellers konnte der Energiebedarf – gegenüber dem des TGV um 30% - und der Geräuschpegel verringert werden. Trotz Erhöhung des Fahrgastkomforts (größere Fenster, Reduzierung der Vibrationen und Fahrgeräusche, LED – Beleuchtungssystem, ...) wurde die Sitzplatzzahl um 20% angehoben. Bisher wurde der AGV vom privaten italienischen Unternehmen NTV gekauft und soll ab 2011 auf den Strecken Mailand – Turin – Neapel und Venedig – Rom – Bari in Betrieb gehen. Air France und Eurostar denken über einen Kauf des AGV nach.<sup>108</sup>

Größter Konkurrent ist Siemens mit dem neuen Triebwagenzug Velaro (4. Generation des ICE), welcher bereits in Spanien, China (mit Ende 2009 auch in Russland) im Einsatz ist. Die Ausschreibung der DB für 15 grenzüberschreitende Züge, welche ab Mitte 2011 in Betrieb gehen sollen, konnte Siemens ebenfalls für sich entscheiden. Der Triebwagenzug ist als so genannte

---

<sup>108</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Alstom AGV.

Plattform konzipiert, die je nach Kundenwunsch hinsichtlich der Antriebsleistungen, Stromsysteme, Wagenkastenbreiten oder Spurweiten modifiziert werden kann.<sup>109</sup>

Im Anhang befindet sich für einen detaillierten Vergleich eine Auflistung aller Züge je Betriebsland inkl. der von Alstom und Siemens neu entwickelten Triebwagenzüge.

### 5.3.3. Netzgestaltung

Im Mittelpunkt des radialen **französischen Netzes** steht Paris. Der Großteil der Verbindungen geht von Paris aus bzw. führt dorthin. Durch die Umfahrungsmöglichkeiten im Osten und Süden bestehen nun auch schnelle Verbindungen zwischen Nord und Süd ohne Halt in Paris. Was als Revolution galt, wurde aufgrund der langen Aufenthalte in den Pariser Bahnhöfen zur Notwendigkeit.<sup>110</sup> Abbildung 15 zeigt das französische Netz in seiner zukünftigen Gestalt.

Auf den Hochgeschwindigkeitsstrecken fahren ausschließlich Hochgeschwindigkeitszüge für den Personenverkehr. Da das Hochgeschwindigkeitsnetz allerdings mit dem alten Netz an vielen Stellen verknüpft ist, kann der Hochgeschwindigkeitszug viele Städte und vor allem auch die Bahnhöfe in den Städten über das traditionelle Eisenbahnnetz erreichen. Hier sind die Maximalgeschwindigkeiten allerdings auf 160 bis 220 km/h beschränkt und die Kompatibilität ist aufgrund der unterschiedlichen Stromversorgung und Zugsicherungssysteme nur teilweise gegeben. Dennoch ist das ein großer Vorteil, da der Anteil der Hochgeschwindigkeitsstrecken am gesamten französischen Eisenbahnnetz nur relativ gering ist.<sup>111</sup>

Der französische Hochgeschwindigkeitszug hält an über 150 französischen Bahnhöfen<sup>110</sup>, davon befinden sich acht in Paris und mehr als 30 in seiner näheren Umgebung.

In Großstädten hält der TGV üblicherweise in stadtkernnahen Bahnhöfen, was keine hohen Investitionen notwendig machte. Da in mittelgroßen Städten nicht jedes Mal gehalten wird, muss der Bahnhof außerhalb der Stadt liegen, damit kein Geschwindigkeitsverlust durch langsames Fahren in der Stadt entsteht. Diese Standortwahl bedeutet dann einen großen Nachteil, wenn der Bahnhof über keine Anschlüsse an den öffentlichen Verkehr verfügt und nur mit dem PKW erreichbar ist. In Frankreich gibt es einige solcher Bahnhöfe, wozu u.a. folgende zählen:

- À Montchanin: Der Bahnhof an der Strecke zwischen Paris und Lyon liegt genau zwischen Montceau-les-Mines und Le Creusot. Die Städte Roanne - 70 km im Süden - und Autun – 30

---

<sup>109</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Siemens Velaro.

<sup>110</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV.

<sup>111</sup> vgl. Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Frankreich.

## Netzgestaltung und räumliche Wirkung von Hochgeschwindigkeitsbahnnetzen im europäischen Vergleich

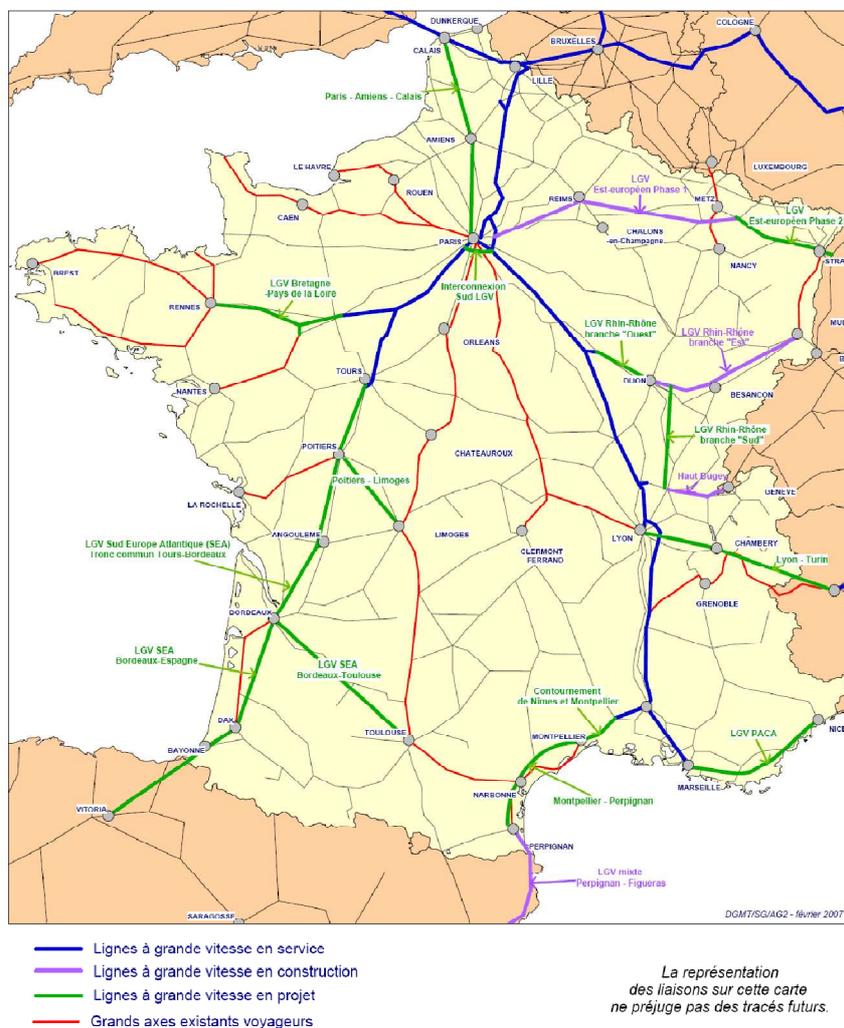
### Hochgeschwindigkeitsbahnnetze in ausgewählten europäischen Ländern

km nördlich sind mittels Bus an den Bahnhof angebunden. Dieser Standort wurde gewählt, um die Trassenführung zwischen Paris und Lyon zu optimieren.

- La gare de TGV Haute-Picardie auf der Strecke zwischen Paris und Lille, welche den Spitznamen „gare des betteraves“ (Bahnhof in den Rüben) bekam, da dieser weit entfernt von den Städten Amien und Saint-Quentin liegt und keine Verbindung mit dem regionalen Eisenbahnnetz besteht.

Hinsichtlich der Bahnhofsarchitektur gibt es in Frankreich besonders schöne Beispiele, wozu die Bahnhöfe in Lyon (Saint-Exupéry) in Paris (Roissy-Charles-de-Gaulle) und in Avignon (Avignon TGV) zählen.

Abbildung 15: Hochgeschwindigkeitsnetz in Frankreich mit Differenzierung der Strecken (Stand: 2007)



Legende: Hochgeschwindigkeitsstrecken in Betrieb, Hochgeschwindigkeitsstrecken in Bau, Hochgeschwindigkeitsstrecken in Planung, Große existierende Eisenbahnverbindungen für den Personenverkehr  
 Quelle: Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (2007).

Die polyzentrische Siedlungsstruktur erschwert **in Deutschland** die Netzgestaltung. Obwohl für deutsche Hochgeschwindigkeitszüge der durchschnittliche Halteabstand nur etwa 70 km beträgt, kommt es trotzdem zu Kritik aus der Bevölkerung. Grund für die Kritik an der Netzgestaltung ist, dass viele kleine Städte (zwischen 12.500 und 26.000 EW) einen ICE – Halt haben und viele Großstädte (ca. 250.000 EW) weder einen ICE – noch einen IC – Halt.<sup>112</sup>

Das deutsche Hochgeschwindigkeitsnetz besteht aus vielen Ausbaustreckenabschnitten für Geschwindigkeiten von 200 bis 230 km/h sowie aus fünf Neubaustrecken für Geschwindigkeiten zwischen 250 und 300 km/h, was in Abbildung 16 gut erkennbar ist.<sup>113</sup>

Dieses Streckennetz wird grundsätzlich von Personen- und Güterverkehr befahren, wobei auch langsamere Züge auf dem Hochgeschwindigkeitsnetz verkehren. Aus diesem Grund ist die maximale Steigung begrenzt, es bedarf zahlreicher Verschneidungen mit dem Bestandsnetz und in Summe sind höhere Investitionen notwendig. Eine Ausnahme bildet die Strecke Köln – Rhein/ Main, die wegen ihrer Steigungen bis 40 ‰ und engen Kurven nicht für den Güterverkehr geeignet ist. ICE – Züge befahren neben den Neubaustrecken auch das Bestandsnetz, jedoch nur mit einer Geschwindigkeit von 160 km/h. Außerdem bestehen Abschnitte wo die höchstzulässige Geschwindigkeit nur 70 km/h beträgt.<sup>112</sup>

In Deutschland ist grundsätzlich die politische und öffentliche Unterstützung für den Ausbau des Hochgeschwindigkeitsnetzes sehr groß, wobei es zu Protesten, der an der Bahnstrecke wohnenden Bevölkerung, kommt. Als Antwort auf die Proteste wird bei der Planung besonders auf möglichst geringe Auswirkungen auf die Umwelt geachtet, was zu erhöhten Kosten führt.<sup>114</sup>

Insgesamt gibt es 180 ICE – Bahnhöfe, wobei sich 130 in Deutschland und 50 in den Nachbarländern (A, S, F, B, NE, DK) befinden. Bahnhöfe, welche im Rahmen der Einführung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs umgebaut bzw. neu gebaut wurden sind.<sup>115</sup>

- Neubau: Kassel-Wilhelmshöhe
- Umgestaltung: Hannover Hbf, Hannover Messe/ Laatzen, Göttingen, Fulda und Würzburg

---

<sup>112</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Intercity-Express.

<sup>113</sup> vgl. Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Deutschland.

<sup>114</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix C, C1.8.

<sup>115</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Intercity-Express.

Abbildung 16: Streckennetz der Deutschen Bahn für den Hochgeschwindigkeitsverkehr (Stand: 2008)



Quelle: Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Streckennetz Deutsche Bahn.

Die obersten Zielsetzungen, die bei der Entwicklung des **italienischen Hochgeschwindigkeitsnetzes**<sup>116</sup> verfolgt wurden, waren einerseits der Ausbau des derzeitigen Eisenbahnnetzes in ein Netz mit hoher Kapazität und andererseits die Modernisierung inkl. der Reorganisation der Eisenbahnknoten vor allem in den dichten Siedlungsgebieten, denn von ihrer Funktionalität hängt die Flüssigkeit des Verkehrs ab. Inmitten der großen Verkehrsknotenpunkte, machen die neu konstruierten Linien Kapazitäten frei, welche für den städtischen und regionalen Eisenbahnverkehr genutzt werden können, und die Möglichkeit einer häufigeren und regelmäßigeren Bedienung eröffnen.

<sup>116</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Treno ad Alta Velocità.

Das italienische Hochgeschwindigkeitsnetz zeichnet aus, dass die Neubaustrecken parallel zu den bestehenden verlaufen, und dank einer Reihe von Vernetzungen zwischen diesen die Möglichkeit besteht, dass alle Züge das gesamte Netz befahren können.

Einerseits bringt das den Vorteil mit sich, dass das bestehende Netz, wegen der Verlagerung des gesamten Fernreiseverkehrs auf die Neubaustrecken entlastet wird und nun ausschließlich für den Regional- und Güterverkehr zur Verfügung steht.

Andererseits können die Hochgeschwindigkeitszüge durch die Vernetzungen über das bestehende Netz weitere Bahnhöfe, welche keine direkte Verbindung mit den Neubaustrecken haben, erreichen und somit das Bedienungsnetz des Hochgeschwindigkeitsverkehrs ausdehnen.

Bei der Planung des neuen Streckennetzes, welche in enger Abstimmung mit den Regionen und den wichtigsten Institutionen erfolgte, wurde besonders großer Wert auf die Intermodalität zwischen dem Hochgeschwindigkeitsnetz und dem gesamten öffentlichen und privaten Verkehr gelegt.

Einen Überblick über das geplante italienische Hochgeschwindigkeitsnetz mit der Differenzierung nach Strecken in Betrieb, in Bau und in Planung gibt Abbildung 17.

Die Bahnhöfe in Italien, welche von Hochgeschwindigkeitszügen bedient werden, wurden dementsprechend adaptiert und in einigen Fällen komplett neu errichtet. Zu den neu errichteten Bahnhöfen zählen folgende.<sup>117</sup>

- Turin: Nuova Stazione di Torino Porta Susa
- Mailand: Nuova Stazione di Rho Fiera Milano, Nuova Stazione di Pioltello-Limito
- Neapel: Nuova Stazione di Napoli Afragola, Nuova Stazione Vesuvio Est
- Bologna: Nuova Stazione di Bologna Centrale
- Florenz: Nuova Stazione di Firenze Belfiore
- Rom: Nuova Stazione di Roma Tiburtina
- Reggio Emilia: Nuova Stazione di Reggio Emilia AV

---

<sup>117</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Rete Ferroviaria Italiana.

Abbildung 17: Das italienische Hochgeschwindigkeitsnetz



Legende: In Betrieb (TAV), In Bau (TAV), In Planung (TAV), In Bau (RFI), In Planung (RFI) und existierende Linien.

Quelle: Mobile Enzyklopädie, Streckennetz in Italien.

**In Spanien** wird das gesamte Hochgeschwindigkeitsnetz neu gebaut, da es im Gegensatz zum bestehenden Eisenbahnnetz mit iberischer Spurweite, in Normalspur ausgeführt wird. Dies hat den enormen Vorteil, dass die Neubaustrecken international kompatibel sind. Dies gilt auch hinsichtlich des Stromsystems, somit gehören lange Grenzaufenthalte der Vergangenheit an. Außerdem müssen die Züge von Start- bis Zielbahnhof nicht auf vorhandene Gleisanlagen wechseln.

Die Ausführung der Hochgeschwindigkeitsstrecken in Normalspur hat auf der anderen Seite hohe Investitionen und die Inkompatibilität mit dem bestehenden Netz zur Folge. Die hohen Investitionen kann Spanien dank europäischer Unterstützung tätigen. Auch heuer erhält Spanien finanzielle Hilfe durch die EU in der Höhe von 90 Millionen Euro.<sup>118</sup>

Zur Lösung der Inkompatibilität zwischen Neubaustrecken und altem Netz wurden umspurfähige Züge – Talgo und Alvia – entwickelt, welche in Minuten zwischen beiden Netzen wechseln können.

<sup>118</sup> Hummel, P. (2009), S. 27.

Diese Tatsache erhöht die Flexibilität des Eisenbahnverkehrs, da jetzt viele Orte, welche keinen direkten Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetzes haben, ohne Umsteigen bedient werden können.

Das spanische Hochgeschwindigkeitsnetz geht sternförmig von Madrid aus, was aufgrund der speziellen Siedlungsstruktur auf der iberischen Halbinsel vorteilhaft ist (siehe Abbildung 18). In Zukunft sollen auf diese Weise von Madrid ausgehend alle Provinzhauptstädte innerhalb von vier Stunden erreichbar sein. Derzeit wird das Netz ausschließlich für den Personenverkehr genutzt, allerdings soll bei Fertigstellung des Netzes auf gewissen Abschnitten auch Güterverkehr zugelassen werden. Dies plant der Infrastrukturbetreiber ADIF (Stand: Feb. 2009).<sup>119</sup>

Im Rahmen des Ausbaus des Hochgeschwindigkeitsnetzes wurden folgende Bahnhöfe neu gestaltet bzw. komplett neu gebaut<sup>120</sup>:

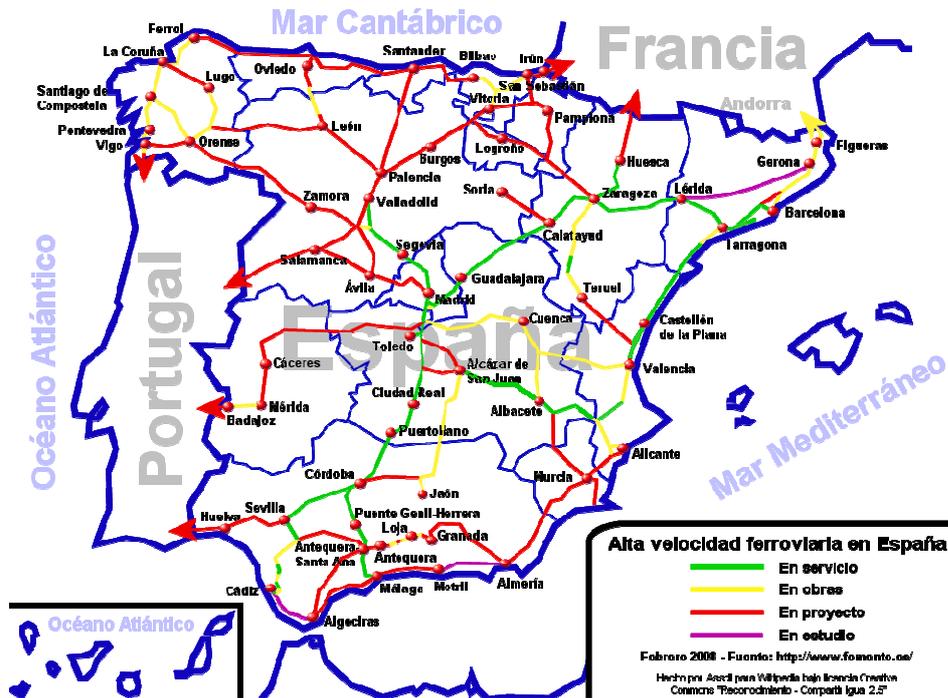
- Bahnhof Atocha in Madrid: Ende 1988 wurde das alte ebenerdige Gleisfeld des alten Kopfbahnhofes komplett abgetragen. In der Folge wurde ein Stockwerk tiefer ein fünfzehngleisiger Kopfbahnhof mit Normal- und Breitspurgleisen angelegt.
- Bahnhof Santa Justa in Sevilla: Wurde komplett neu errichtet und ersetzt seitdem die beiden alten Bahnhöfe Puertollano und Ciudad Real
- Bahnhof Central in Cordoba: Auch hier wurde der Bahnhof komplett erneuert und an der Stelle des alten Bahnhofes in Tieflage versetzt.

---

<sup>119</sup> vgl. Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Spanien.

<sup>120</sup> Meyer-Eppler, T. (2006), S. 131 f.

Abbildung 18: Spanisches Hochgeschwindigkeitsnetz (Stand: 2008)



Legende: Hochgeschwindigkeitsstrecken in Spanien in Betrieb, in Bau, in Planung, in Studie

Quelle: Mobile Enzyklopädie, Streckennetz in Spanien.

## 5.4. Netzqualität

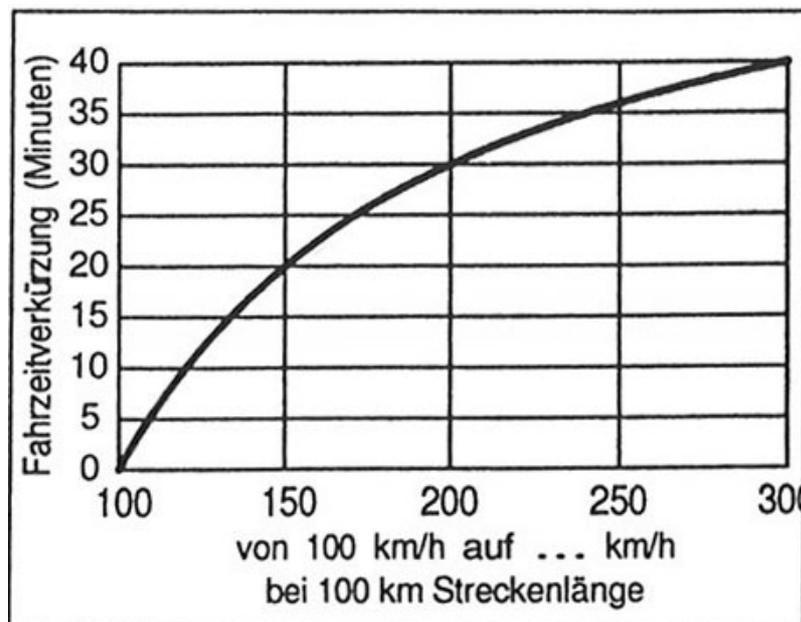
### 5.4.1. Zeitgewinn

Da die Geschwindigkeit das Haupt-Attraktivitätskriterium für die Verkehrsmittelwahl darstellt, wie bereits in Kapitel 3.4.2 erwähnt, ist ein Zeitgewinn für die Eisenbahn zur Erhöhung ihrer Marktanteile essentiell.

60 bis 70% des Gesamtnutzens einer Neubaustrecke ergeben sich aus dem Gewinn zusätzlicher Reisender, welche vorwiegend in Folge von Fahrzeitverkürzungen die Bahn als Verkehrsmittel wählen. Die Fahrzeitverkürzungen hängen allerdings nicht nur von der Geschwindigkeit, sondern auch vom bisherigen Geschwindigkeitsniveau ab. Den größten Effekt haben Geschwindigkeitserhöhungen im Bereich zwischen 100 und 160 km/h, wie in Abbildung 19 erkennbar ist, da die Kurve in diesem Geschwindigkeitsbereich am stärksten ansteigt. Diese Annahme kann als Argument für bzw. gegen den Bau einer Neubaustrecke herangezogen werden.<sup>121</sup>

<sup>121</sup> vgl. Viereg, M. (1996), S.27.

Abbildung 19: Fahrzeitverkürzung entsprechend der Geschwindigkeitsanhebung



Quelle: Viereg, M. (1996), S. 27.

**Frankreich** steht an dritter Stelle und weist eine durchschnittliche Zeitersparnis von 30 Minuten je 100 km auf. Grundsätzlich wurden die Fahrzeiten bei allen Neubaustrecken um etwa 50% gegenüber der Fahrzeit vor Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecken gesenkt. Die höchste Zeitersparnis konnte auf der Strecke Paris – Lyon erreicht werden. Die zukünftigen Projekte werden zu einer Erhöhung der durchschnittlichen Zeitersparnis je 100 km führen, da diese sich ausschließlich im Bereich über 50% Fahrzeitverkürzung bewegen.

Das Land mit der zweithöchsten durchschnittlichen Zeitersparnis ist **Deutschland** mit 35 Minuten je 100 km, wobei hier darauf hingewiesen werden muss, dass für die Berechnung ausschließlich die schnellsten Fahrzeiten auf jenen Verbindungen herangezogen wurden, die zumindest zu einem Großteil aus Hochgeschwindigkeitsstrecken bestehen. Die größte Fahrzeitverkürzung wurde auf der zur Gänze neugebauten Strecke zwischen Hannover und Würzburg erzielt, wobei die Fahrzeit von 4 Stunden 30 auf 2 Stunden (56%) reduziert werden konnte. Eine erhebliche Fahrzeitverkürzung um 62% soll die Realisierung aller Projektschritte auf der Verbindung Karlsruhe – Basel erzielt werden. Fahrzeitverkürzungen von nur 23% können auf der Strecke Hannover – Frankfurt verbucht werden, wobei hier zwischen Würzburg und Frankfurt auf Altbaustrecke gefahren wird. Da diese Verbindung nicht zu den Projekten zählt, wurde die Fahrzeitverkürzung nicht für die Berechnung der durchschnittlichen Zeitersparnis herangezogen.

Die geringste durchschnittliche Zeitersparnis je 100 km weist **Italien** auf, wobei es mit 28 Minuten nur knapp hinter Frankreich liegt. Die Reisezeitersparnisse im Vergleich zur Fahrzeit vor Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeit, liegen alle nur im Bereich zwischen 40 und 50%. Eine Ausnahme bildet die Strecke zwischen Neapel und Salerno mit einer Reisezeitverkürzung von 58%, jedoch ist diese Strecke nur 29 km lang. In die Berechnung nicht aufgenommen wurde die Direktverbindung zwischen Rom und Mailand, auf welcher die Fahrzeit von 6 Stunden 10 auf 3 Stunden reduziert werden konnte.

In **Spanien** liegt die durchschnittliche Zeitersparnis je 100 km Hochgeschwindigkeitsstrecke bei 45 Minuten und keine Strecke weist eine Zeitersparnis von weniger als 40% gegenüber der Fahrzeit vor Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecke auf. Die höchste Zeitersparnis auf bestehender Strecke ist auf der Neubaustrecke zwischen Madrid und Barcelona mit einer 68%igen Verkürzung der Fahrzeit zu verzeichnen. Die geplanten Projekte werden bei Realisierung ebenfalls zu erheblichen Fahrzeitverkürzungen beitragen. Besonders wichtig erscheint hierbei die mehr als 60%ige Fahrzeitverkürzung auf der grenzüberschreitenden Strecke zwischen Barcelona (Spanien) und Perpignan (Frankreich).

In die Berechnung nicht mit aufgenommen wurden grenzüberschreitende Verbindungen, auf welche in diesem Absatz kurz eingegangen wird. Im momentanen Zustand bringt ausschließlich die Verbindung zwischen Paris und London massive Verkürzungen der Reisezeiten (57%) zustande. Die Fahrzeiten zwischen Paris und Brüssel konnten immerhin noch um 43% reduziert werden. Geringer fallen die Reisezeitverkürzungen auf den Strecken Brüssel – Köln, sowie Brüssel – Amsterdam aus, was damit zusammenhängt, dass die Strecke noch nicht komplett neu- bzw. ausgebaut ist.

Die geplanten Projekte lassen allerdings auf vielversprechende Reisezeitverkürzungen hoffen. Die größten Fahrzeitverkürzungen von über 60% sollen auf beiden Verbindungen zwischen Frankreich und Spanien realisiert werden. Die geplante Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Lyon und Turin mit einem Tunnel als Herzstück, wird die Metropolen von bisher 9 Stunden 05 auf 4 Stunden 02 zeitlich zusammenrücken lassen.

Zusammenfassend sind in Tabelle 8 unterschiedliche Kriterien zur Veranschaulichung der Zeitersparnis in den vier betrachteten Ländern dargestellt. Zur Berechnung nachfolgender Kriterien wurden für die einzelnen Hochgeschwindigkeitsverbindungen in jedem Land einerseits die Streckenkilometer und andererseits die Fahrzeiten vor und nach Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecke herangezogen.

Das Kriterium „ $\Sigma$  Zeitersparnis“ ist die Summe aller ersparten Minuten auf jeder herangezogenen Strecke pro Land. Diese Summe ist umso höher, umso niedriger die Betriebsgeschwindigkeit auf dem Bestandsnetz war. Am besten schneidet Spanien mit insgesamt 19 h 08 Minuten ersparten Minuten

**Netzgestaltung und räumliche Wirkung von Hochgeschwindigkeitsbahnnetzen im europäischen Vergleich**  
**Hochgeschwindigkeitsbahnnetze in ausgewählten europäischen Ländern**

durch die bisherige Inbetriebnahme des Hochgeschwindigkeitsnetzes ab. Nach Inbetriebnahme neuer Strecken erhöht sich diese Summe. Anhand des ersten Kriteriums wurde das nächste, die „durchschnittliche Zeitersparnis/ 100 km“ berechnet. Dazu wurde die Summe der Zeitersparnis mit der Summe der in die Berechnung einbezogenen Neubaustreckenkilometer in Beziehung gesetzt. Der enorme Vorsprung, den Spanien gegenüber den anderen betrachteten Ländern hatte, wurde stark reduziert, da Spanien ein sehr langes Netz hat. Dennoch liegt Spanien mit 45 ersparten Minuten pro 100 km deutlich an erster Stelle. Die nachfolgenden Werte, geben die, durch die Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecke ersparte Zeit in Prozent an. In der vierten Zeile ist die durchschnittliche Zeitersparnis über alle Strecken angegeben, gefolgt von der maximalen und minimalen Zeitersparnis auf nur je einer Strecke. Spanien konnte im Vergleich zu den anderen Ländern durch den Streckenneubau eine sehr hohe durchschnittliche Zeitersparnis von knapp über 60% erreichen. Entsprechend dieser Kriterien hat Spanien das schnellste und Italien das langsamste Hochgeschwindigkeitsnetz. Die Ergebnisse sind allerdings mit Vorsicht zu genießen, da nur die schnellsten Züge auf den jeweils schnellsten bestehenden Strecken für die Berechnung herangezogen wurden.

**Tabelle 8: Vergleich der Zeitersparnis durch Hochgeschwindigkeitsstrecken zwischen den betrachteten Länder**

	<b>Einheit</b>	<b>FRANKREICH</b>	<b>DEUTSCHLAND</b>	<b>ITALIEN</b>	<b>SPANIEN</b>
<b>Σ Zeitersparnis</b>	hh:mm	07:12	06:13	04:23	19:08
<b>durchschnittliche Zeitersparnis/ 100 km</b>	min/100 km	30	35	28	45
<b>durchschnittliche Zeitersparnis</b>	%	52	47	45	60
<b>maximale Zeitersparnis</b>	%	57	56	58	68
<b>minimale Zeitersparnis</b>	%	46	39	36	51

Quelle: Eigene Berechnungen

Eine genaue Darstellung der Zeitersparnis je Strecke mit Gegenüberstellung der Fahrzeit vor und nach Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecke ist der Karte „Zeitersparnis durch den Bau der Hochgeschwindigkeitsstrecken“ im Anhang zu entnehmen.

**5.4.2. Angebotsgestaltung**

Die Angebote der einzelnen Länder sind nicht ohne weiteres zu vergleichen, da deren Gestaltung stark von der Landesstruktur, d.h. Größe des Landes, Besiedlungsdichte, etc. abhängt. In manchen Ländern sind Züge über weite Strecken wichtiger als ein dichter Taktverkehr mit enger Verzahnung mit dem

Nahverkehr. Für jedes Land schaut die Situation anders aus und muss individuell untersucht werden. Erst dann können Schlüsse für ein passendes Angebot gezogen werden.<sup>122</sup>

### **Fahrplan**

Neu in Frankreich ist ein regelmäßiger Taktfahrplan außerhalb der Pariser Agglomeration. Die Züge auf den Verbindungen Paris – Brüssel, Paris – Lille, Paris – Nantes und Paris – Lyon fahren im stündlichen Takt im Laufe des ganzen Tages.<sup>123</sup> Auf den wichtigen Verbindungen bietet die SNCF Non-stop Verbindungen an, welche am gesamten Zugangebot einen relativ hohen Anteil ausmachen. Täglich gibt es solche Verbindungen zwischen Paris – Lyon, Paris – Marseille sowie Paris – Straßburg. Zwischen Paris und Lille sind alle Verbindungen Non-stop.

Für Strecken mit geringerer Nachfrage verfolgt die SNCF das Prinzip des individuellen Fahrplans, welcher sich für Frankreich aufgrund der zentralen Ausrichtung des Verkehrs auf Paris und der relativ großen Entfernungen zwischen den Aufkommensschwerpunkten gut eignet. Der Vernetzung der Angebote kommt eine geringere Bedeutung als in anderen Ländern zu.<sup>124</sup>

Ein integraler Taktfahrplan ist in Deutschland von höherer Bedeutung als in Frankreich, da die Hälfte der Reisenden Anschlusszüge benutzen und daher die gute Verknüpfung mit anderen Produkten der Bahn gewährleistet sein muss.<sup>125</sup> In Deutschland hält der ICE auf den Neubaustrecken in fast allen Stationen, selten und dann vor allem bei kurzen Neubaustreckenabschnitten fährt er ohne Zwischenhalt zwischen Start- und Zielbahnhof.

In Italien wird nur zwischen den großen städtischen Agglomerationen im Taktfahrplan gefahren. Außerhalb dieser Verbindungen gibt es teilweise Regionalzüge, welche im Taktfahrplan verkehren. Zwischen vielen Städten kommt ebenfalls der individuelle Taktfahrplan zur Anwendung, jedoch gibt es auch hier über den Tag verteilt eine Vielzahl an Verbindungen.<sup>126</sup> Die Non-stop Verbindungen haben in Italien keinen hohen Anteil, da der Zug in allen großen italienischen Städten hält und der Bedarf nach schnelleren Verbindungen nicht sehr hoch ist. Einzig Rom und Mailand werden täglich mit neun Zügen ohne Zwischenhalt verbunden.

Spanien bietet nur bei zwei Verbindungen, Madrid – Sevilla und Madrid – Barcelona, einen Taktfahrplan an. Zu den Stoßzeiten, in der Früh und am Abend werden zusätzliche Züge eingesetzt, jedoch ohne regelmäßigen Fahrplan. Non-stop Verbindungen gibt es in größerer Zahl auf der Strecke

---

<sup>122</sup> vgl. Weigand, W. (1993), S. 233.

<sup>123</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV.

<sup>124</sup> vgl. Weigand, W. (1993), S. 231.

<sup>125</sup> vgl. Ellwanger, G., Wilckens, M. (1993), S. 287.

<sup>126</sup> Trenitalia – gruppo ferrovie dello stato (2009).

Madrid – Barcelona sowie Madrid – Cordoba. Zwischen Madrid und Städten mit geringerer Einwohnerzahl gibt es keinen Taktfahrplan und teilweise sogar ein sehr geringes Angebot, bis zu nur einem Zug täglich.<sup>127</sup>

In der Karte in Anhang II ist das Zugangebot für alle Hochgeschwindigkeitsstrecken in den einzelnen Ländern dargestellt.

### **Tarifierung**

In Tabelle 11 werden die Kosten für einen Fahrschein in einem Hochgeschwindigkeitszug und in einem konventionellen Zug (falls für diese Strecke verfügbar) länderweise miteinander verglichen. Die Kosten für die Fahrscheine entsprechen dem jeweiligen Vollpreis auf dieser Strecke an einem Wochentag. Hinsichtlich des konventionellen Zuges wurde die schnellste und nicht die billigste Verbindung ohne vielmaliges Umsteigen herangezogen. Um die Kosten länderweise vergleichen zu können, wurden die Kriterien Kosten pro Kilometer [€/km] und Kosten pro Minute Fahrzeit [€/min] berechnet. Besonders teuer ist das Zufahren sowohl im Hochgeschwindigkeitszug, als auch im konventionellen Zug in Deutschland, wo die Kosten pro Kilometer und die Kosten pro Minute jene der Vergleichsländer wesentlich übersteigen. Auf der Strecke zwischen Hannover und Würzburg ist eine Fahrkarte für den IC teurer als für den ICE, da auf der direkten Verbindung dieser beiden Städte nur der ICE verkehrt und der IC wesentlich mehr Streckenkilometer zurücklegen muss. Die drei übrigen Länder sind sich hinsichtlich ihrer Kosten pro Kilometer und Minute ähnlich. In Frankreich ist der Vergleich zwischen Hochgeschwindigkeitszug und konventioneller Eisenbahn nicht möglich, da kein Fahrschein für eine konventionelle Eisenbahnverbindung zwischen Paris und Lyon auf der Homepage der SNCF erstanden werden kann.

---

<sup>127</sup> RENFE - Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (2009).

**Tabelle 9: Vergleich der Kosten für eine Fahrt im Hochgeschwindigkeitszug und falls vorhanden im konventionellen Zug [Normaltarif]**

<b>Frankreich</b>				
Strecke: Paris - Lyon (418 km)				
Zugtyp	Fahrzeit	Kosten	€/ km	€/ min
TGV	2 h 03	63,00 €	<b>0,15 €</b>	<b>0,51 €</b>
<b>Deutschland</b>				
Strecke: Hannover - Würzburg (327 km)				
Zugtyp	Fahrzeit	Kosten	€/ km	€/ min
ICE	2 h 00	79,00 €	<b>0,24 €</b>	<b>0,66 €</b>
IC	5 h 31	83,00 €	<b>0,25 €</b>	<b>0,25 €</b>
<b>Italien</b>				
Strecke: Florenz - Neapel (458 km)				
Zugtyp	Fahrzeit	Kosten	€/ km	€/ min
ES	03 h 16	63,70 €	<b>0,14 €</b>	<b>0,33 €</b>
IC	05 h 15	39,00 €	<b>0,09 €</b>	<b>0,12 €</b>
<b>Spanien</b>				
Strecke: Madrid - Valladolid (198 km)				
Zugtyp	Fahrzeit	Kosten	€/ km	€/ min
AVE	1 h 02	33,80 €	<b>0,17 €</b>	<b>0,54 €</b>
Avant	1 h 10	21,20 €	<b>0,11 €</b>	<b>0,30 €</b>
R.Express	2 h 40	15,40 €	<b>0,07 €</b>	<b>0,10 €</b>

Quelle: Homepages der jeweiligen Bahnunternehmen, Eigene Bearbeitung (24.10.2009).

Bekannte Ermäßigungen für Kinder, Schüler, Pensionisten gibt es in jedem Land. Genauso wie spezielle Angebote für bestimmte Destinationen zu einem besonders günstigen Preis.

Vorteile für Vielfahrer gibt es in jedem der vier Länder, wobei die Unterschiede nachfolgend kurz beschrieben werden. Bahnkunden, welche innerhalb eines Jahres eine entsprechende Anzahl an Kilometern zurückgelegt haben, erhalten als Vielfahrer in Deutschland<sup>128</sup> und Frankreich<sup>129</sup> Zugang zu exklusiven Serviceleistungen, welche innerhalb von 12 Monaten in Anspruch genommen werden

<sup>128</sup> vgl. DB – Deutsche Bahn, BahnCard (2009).

<sup>129</sup> vgl. SNCF - Société Nationale des Chemins de fer français, Grand Voyageur (2009).

können. In Spanien<sup>130</sup> erhält man ebenfalls ab einer gewissen Summe an Bonusmeilen einen speziellen Status und Zugang zu Serviceleistungen. Viele Vorteile erhält man allerdings auch ohne ein bestimmtes Kontingent an Bonuspunkten, wenn man im Besitz einer Vorteilskarte ist. In Italien<sup>131</sup> kann man wie in Spanien von Beginn an Mitglied eines Vorteilsklubs werden und seine Punkte für Gratis-Fahrscheine oder Ermäßigungen für Serviceleistungen und Produkte einlösen. Den Status eines Vielfahrers mit exklusiven Serviceleistungen können allerdings nur Geschäftskunden erlangen und das nur zu einem Preis von 89€ im Jahr.

Ein spezielles Angebot bietet die Deutsche Bahn für Bahnreisende auf den Relationen: Berlin, Frankfurt, Hamburg und Köln an, wo täglich morgens und abends sieben ICEs mit keinem bzw. nur wenigen Halten (Düsseldorf, Duisburg, Essen und Hannover) schneller als im Normalbetrieb verkehren. Allerdings besteht in diesen Zügen Reservierungspflicht, was den Fahrpreis in der 1. Klasse um 16€ und in der 2. Klasse um 11€ erhöht.<sup>132</sup>

Dass von der Angebotsplanung die Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems abhängt, ist eindeutig, da sie einen großen Einfluss auf die Reisegeschwindigkeit, den Direktfahranteil und die Zahl der angebotenen Verbindungen hat.

## 5.5. Europäische Kooperationen

Obwohl zu Beginn die Hochgeschwindigkeitsstrecken nur auf nationaler Ebene entwickelt wurden, zeigt sich eine immer größere Verbindung der Netze. Was 1994 mit dem Eurostar und der Überquerung des Ärmelkanals begann, setzte sich über die Jahre fort und spielt in der Planung eine immer größere Rolle. Bisher wurden die einzelnen Länder getrennt voneinander untersucht und deshalb wird in diesem Kapitel auf die europäischen Kooperationen näher eingegangen. In einem ersten Schritt werden die bereits bestehenden grenzüberschreitenden Verbindungen, welche sich im Hochgeschwindigkeitssektor auf die zwei eigens gegründeten Unternehmen Eurostar und Thalys, sowie auf die Verbindung zwischen Ostfrankreich und Südwestdeutschland beschränken. In einem weiteren Schritt werden die wichtigsten Projekte wiederum ausschließlich im Hochgeschwindigkeitssektor und innerhalb der vier betrachteten Länder genauer untersucht.

Den Abschluss bildet die Beschreibung des Bündnisses der nationalen Bahngesellschaften, welches im Hinblick auf die Liberalisierung des Schienenpersonenverkehrs gegründet wurde.

---

<sup>130</sup> vgl. RENFE - Red Nacional de Ferrocarriles Españoles, Tarjeta Club AVE (2009).

<sup>131</sup> vgl. Trenitalia, Cartaviaggio (2009).

<sup>132</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Intercity-Express.

### 5.5.1. Bestehende internationale Verbindungen

1994 ging zwischen den drei Hauptstädten, Paris, London und Brüssel der erste grenzüberschreitende Hochgeschwindigkeitsverkehr, unter dem Namen **Eurostar**<sup>133</sup>, in Betrieb. Das Rollmaterial wurde im Wesentlichen vom TGV übernommen und ist für eine Höchstgeschwindigkeit von 300 km/h ausgelegt. Die Betriebsstrecke des Eurostars besteht aus vier Abschnitten: aus der LGV Nord (Inbetriebnahme 1993) von Paris bis an die französische Grenze (Calais – Le Fréthun), dem Tunnel unter dem Ärmelkanal (Inbetriebnahme 1994), der belgischen Hochgeschwindigkeitsstrecke HSL 1 (Inbetriebnahme 1997) und der englischen Hochgeschwindigkeitsstrecke High Speed 1 vom Ende des Kanaltunnels bis nach London, welche erst 2007 in Betrieb ging. Das letzte Teilstück ermöglichte eine weitere Geschwindigkeitsreduktion von 20 Minuten.

Heute verkehren wochentags 17 Züge zwischen London und Paris, wobei sechs davon ohne Zwischenhalt fahren und 11 Züge zwischen London und Brüssel mit drei Non-stop Verbindungen. Durch die optimalen Bedingungen, schnelle Reisezeit, schnelles Check-In und hohe Pünktlichkeit, ist der Eurostar mittlerweile ein dominierendes Verkehrsmittel und befördert mehr Passagiere als alle Fluglinien in Summe. Im Modal Split zwischen Bahn und Flugzeug spiegelt sich das mit Marktanteilen von 71% zwischen London und Paris sowie Marktanteilen von 65% zwischen London und Brüssel wider. Zu bestimmten Jahreszeiten verkehren Eurostar Züge außerdem bis zum Disneyland Ressor Paris, bis Avignon und zu den französischen Skiorten Bourg-St-Maurice, Aime-la-Plagne und Moûtiers (siehe Abbildung 20).

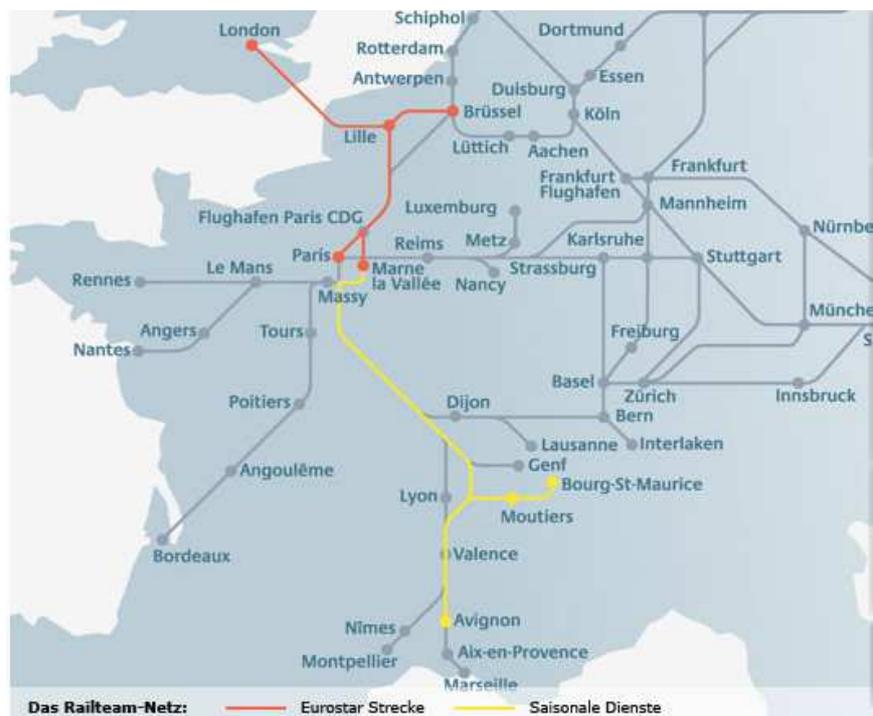
In Zukunft soll einerseits die Reisezeit zwischen Paris und London verkürzt werden, da eine Neubaustrecke geplant ist, welche Paris auf direktem Weg mit Calais über Amiens verbindet, andererseits soll aufgrund des Baus der niederländischen Hochgeschwindigkeitsstrecke die Verbindung mit Amsterdam in den Eurostar Verkehr aufgenommen werden.

Eine weitere Ausdehnung des Betriebsnetzes ist zwar möglich, die notwendigen Pass- und Gepäckkontrollen – Großbritannien ist dem Schengener Abkommen nicht beigetreten – erfordern jedoch eine Umgestaltung der Bahnsteige.

---

<sup>133</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Eurostar.

Abbildung 20: Alle Eurostar-Reiseziele



Quelle: Eurostar – Railteam.

**Thalys**<sup>134</sup> ist der Name einer weiteren internationalen Bahngesellschaft, deren Züge mit demselben Namen zwischen den Ländern Frankreich, Belgien, den Niederlanden und Deutschland seit 1996 verkehren.

Das Rollmaterial, welches eine Abwandlung des TGV ist, wurde in zwei Varianten ausgeführt. Zum einen sind 10 Einheiten des PBA (Paris – Brüssel – Amsterdam) und zum anderen 17 Einheiten des PBKA (Paris – Brüssel – Köln und Amsterdam) in Betrieb. Das Besondere an diesen Zügen ist die Ausstattung mit allen Signalisierungs- und Stromversorgungssystemen der jeweiligen Länder, um einen reibungslosen Betrieb zu garantieren.

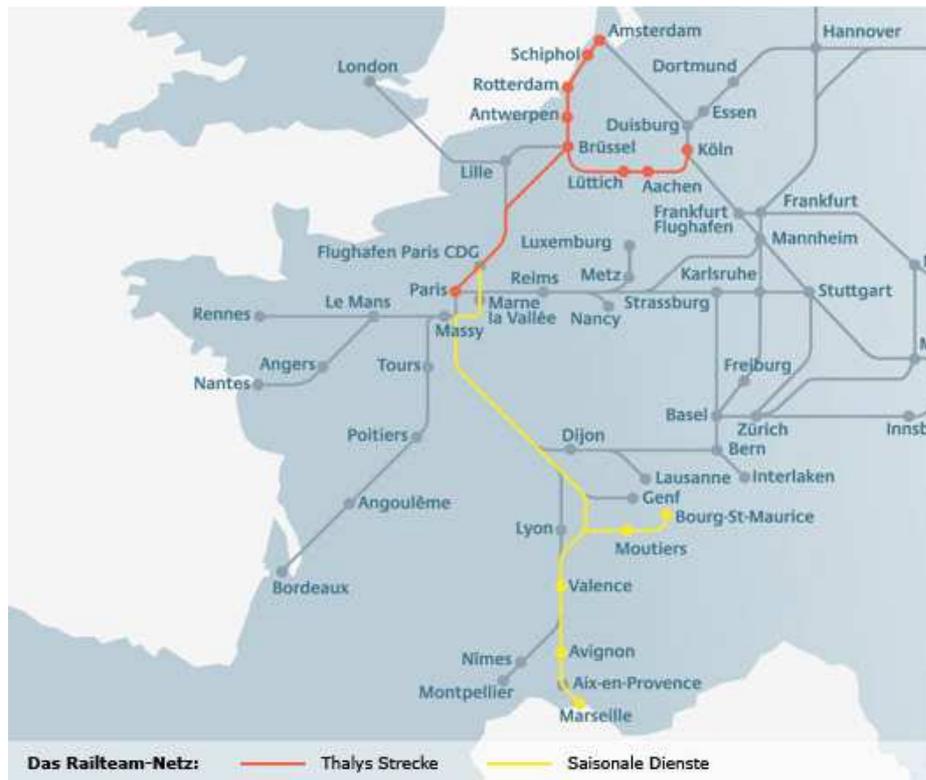
Insgesamt verkehren täglich und je Richtung 25 Züge zwischen Paris und Brüssel, womit diese Verbindung das dichteste Zugangebot zwischen zwei europäischen Hauptstädten aufweist. Dieses Angebot wurde 2007 von 8,5 Millionen Reisenden in Anspruch genommen, was im dichtesten Ballungsraum Europas – mit jährlich rund 21 Millionen Reisenden – nicht verwundert. Der große Erfolg des Thalys hat sogar dazu geführt, dass Air France die Flugverbindung Paris – Brüssel aufgelassen hat.<sup>135</sup>

<sup>134</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Thalys.

<sup>135</sup> vgl. Elterlein, E. (2009).

Wie auch der Eurostar fährt der Thalys zu den entsprechenden Jahreszeiten Ziele an der Mittelmeerküste und in den französischen Alpen an (siehe Abbildung 21).

Abbildung 21: Alle Thalys-Reiseziele



Quelle: Thalys – Railteam.

Neben den hier bereits angeführten Hochgeschwindigkeitsverbindungen bestehen weitere zwischen Paris und Südwestdeutschland, welche zu Schlüsselprojekten im europäischen Eisenbahnnetz gehören. Am 10. Juni 2007 wurde der grenzüberschreitende Hochgeschwindigkeitsverkehr zwischen Deutschland und Frankreich auf den Strecken Paris – Frankfurt über Saarbrücken sowie Stuttgart – Paris über Straßburg eröffnet.<sup>136</sup>

Während die Fahrzeiten zwischen Stuttgart und Paris schon heute attraktiv sind, ist die Konkurrenzfähigkeit der Strecke Paris – Frankfurt mit einer Fahrzeit von 4 h 12 in Frage gestellt. Flugreisende brauchen für ebendiese Strecke nur 2 h 30. Zielführend für attraktive Reisezeiten zwischen Paris und Frankfurt scheint wegen des hohen kurvenreichen Altstreckenanteils nicht die Route über Saarbrücken, sondern jene nördlich vorbei Straßburg mit Rheinquerung über die Wintersdorfer Eisenbahnbrücke nach Rastatt und nach Karlsruhe und Frankfurt zu sein.<sup>136</sup>

<sup>136</sup> vgl. Sprickmann Kerkernick, R. (2008), S. 308 f.

Saarbrücken soll den Hochgeschwindigkeitsanschluss dennoch nicht verlieren, jedoch würde keine direkte Weiterfahrt nach Frankfurt erfolgen. Mit dieser Variante kann der Laufweg zwischen Paris und Mannheim von 3 h 10 auf 2 h 31 reduziert werden.<sup>137</sup>

### 5.5.2. Zukünftige internationale Verbindungen

Die alpenüberquerende Hochgeschwindigkeitsverbindung **zwischen Frankreich und Italien**, genauer gesagt zwischen Lyon und Turin ist derzeit in aller Munde. Ein Projekt, für welches nach langen Diskussionen und intensiven Planungen 2010 endlich die Arbeiten beginnen und im Jahr 2020 fertiggestellt werden sollen.<sup>138</sup> Es handelt sich dabei um eine neue Strecke über die Alpen, welche die seit 1871 bestehende und den heutigen Ansprüchen nicht mehr entsprechende Verbindung, ersetzen soll. Statt der bisherigen Strecke mit Steigungen von bis zu 22%, engen Gleisbögen, großräumigen Umwegen und einem nur 12,8 km langen Tunnel sind im aktuellen Projekt auf dem gemeinsamen Teilstück zwischen St. Jean-de-Maurienne und Bruzolo zwei eingleisige Basistunnels von 52 km Länge und ein ca. 12 km langer Tunnel von Bussoleno, sowie ein unterirdischer Bahnhof in Modane, wie in Abbildung 22 zu sehen ist, vorgesehen. Das internationale Teilstück, zu dessen Errichtung sich die italienische und französische Regierung 2001 verpflichtet haben, weist insgesamt eine Länge von 74 km auf und ist für Mischverkehr konzipiert. Die gesamte Streckenlänge zwischen Lyon und Turin beträgt 254 km und soll nach Inbetriebnahme zu einer Zeitersparnis von etwa 35% zur heutigen Fahrzeit zwischen Paris und Turin führen. Eine Zahl von 3,52 Mill. Reisende werden in einer pessimistischen Annahme für das Jahr 2015 prognostiziert.<sup>139</sup> Die Kapazitätsgrenze ist allerdings erst bei 7 Millionen Reisenden erreicht.<sup>138</sup>

Kritik an dem Projekt kommt von Umweltverbänden und von BewohnerInnen aus dem Susa Tal, welche den Nutzen in Frage stellen und angeben, dass die Tunnelarbeiten durch asbest- und uranhaltiges Gestein geführt werden.<sup>140</sup>

---

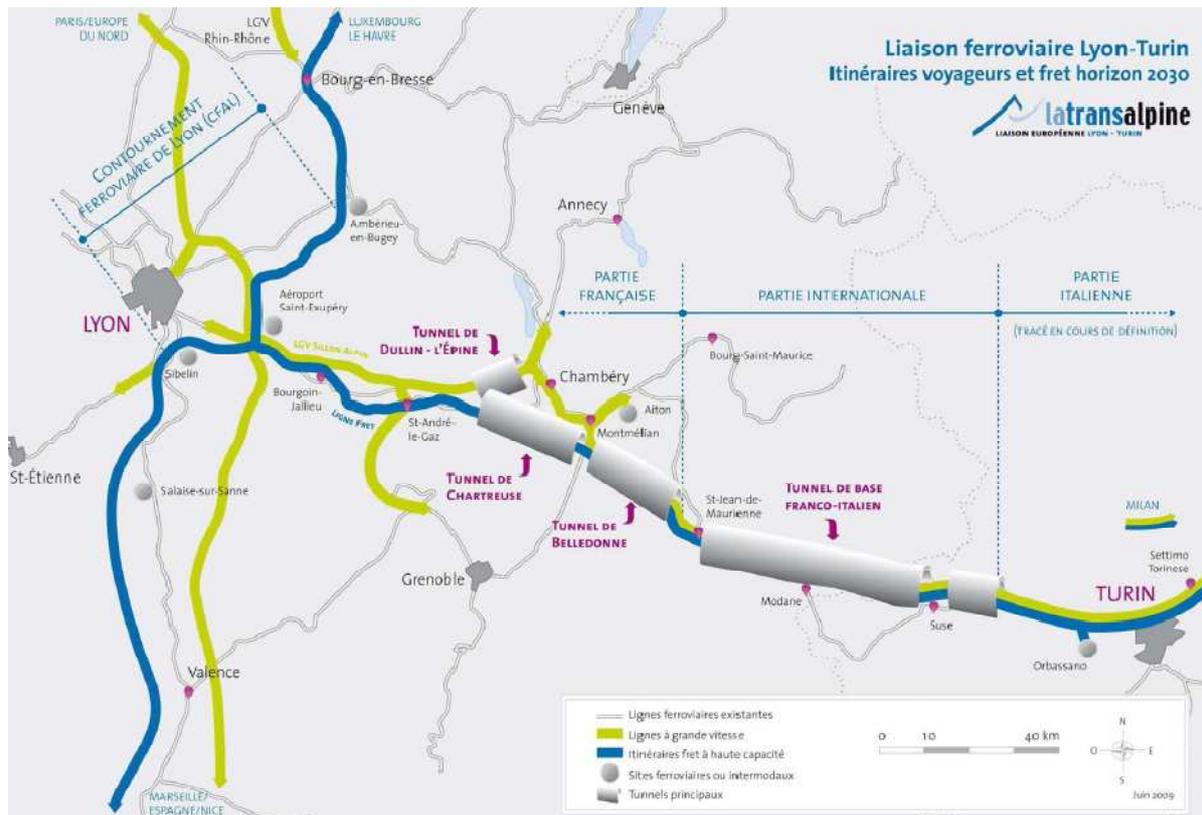
<sup>137</sup> vgl. Anderson, S. (2006), S. 577 ff.

<sup>138</sup> vgl. Comite pour la liaison transalpine Lyon-Turin (2007), S. 1 f.

<sup>139</sup> vgl. Maraini, E. (2002), S. 625 – 627.

<sup>140</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Mont-Cenis-Basistunnel.

Abbildung 22: Eisenbahnverbindung zwischen Lyon und Turin



Quelle: Comite pour la liaison transalpine Lyon-Turin (2009).

Für ein zusammenhängendes europäisches Netz ist außerdem die Verbindung zwischen Frankreich und Spanien, welche sowohl entlang der Mittelmeer- als auch entlang der Atlantikküste vorgesehen ist, von großer Bedeutung.

Die Verbindung zwischen Perpignan – auf französischer Seite - und Le Perthus (-Figueras) – auf spanischer Seite – ist schon im Bau und teilweise fertig gestellt. Bei Fertigstellung des Projektes wird die Reisezeit von 2 h 49 auf 0 h 50 verkürzt, was eine Zeitersparnis von 70% bedeutet.

Die zweite geplante Verbindung zwischen Bordeaux über die spanische Grenze nach Bilbao ist langfristig zu sehen. Die Planungen auf französischer Seite sehen einen ungefähren Baubeginn im Jahr 2013 vor. Auf spanischer Seite soll die Strecke zumindest bis Bilbao schon 2011 in Betrieb gehen, jedoch ist die Inbetriebnahme sehr optimistisch angesetzt, wenn man die politischen Konflikte bedenkt, welche mit Bau und Planung der Strecke einhergehen. Eine Zeitersparnis von knapp 50% zwischen Bordeaux und Bilbao ist auch hier nicht unwesentlich.

5.5.3. Bündnis der nationalen Bahngesellschaften<sup>141</sup>

Seit 2007 besteht ein Zusammenschluss der führenden europäischen Hochgeschwindigkeitsbahnen, wozu die Gründungsmitglieder DB (Deutschland), SNCF (Frankreich), Eurostar (Großbritannien), NS Hispeed (Niederlande), ÖBB (Österreich), SBB (Schweiz) und SNCB (Belgien) und deren Tochterunternehmen: Thalys, Lyria und eine weitere DB/SNCB Vertriebspartnerschaft gehören.

Das Hauptziel dieses Zusammenschluss besteht darin, die Bahnangebote besser zu vernetzen und somit den Fahrgästen die Reise von der Buchung bis zur Ankunft am Zielort einfacher und komfortabler zu machen. Zu den Dienstleistungen zählen heute schon mehrsprachige Informationen an Bord, Railteam-Infopoints an großen Umsteigeknoten und ein informativer Internetauftritt. Derzeit wird am Aufbau einer gemeinsamen Vertriebsplattform gearbeitet, um die Möglichkeit zu schaffen, Reservierung und Zahlung des Bahntickets über jede Partnerbahn in einer einzigen Transaktion vorzunehmen.

Abbildung 23: Streckennetz des Railteams



Quelle: Railteam, Streckenkarte.

<sup>141</sup> vgl. Railteam.

## 6. Auswirkungen auf die Erreichbarkeitsverhältnisse und die Raumstruktur

---

Grundsätzlich kann der Hochgeschwindigkeitsverkehr als Impulsgeber für die Entwicklung einer Stadt bzw. einer ganzen Region angesehen werden. Auswirkungen sind dabei auf den Immobilienmarkt, auf die wirtschaftliche Situation, auf die Verkehrsorganisation und ganz allgemein auf die dort lebende Gesellschaft beobachtbar. Zusammenfassend können die Effekte, welche sich durch die Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur und -organisation ergeben in zwei Kategorien eingeteilt werden. Einerseits verändern sich die Erreichbarkeitsverhältnisse und der Modal Split, induziert durch die Erhöhung der Geschwindigkeit und der daraus resultierenden Fahrzeitgewinne und andererseits auch langfristig gesehen die Raum- und Siedlungsstruktur nicht nur der angebundenen Stadt und Region sondern des ganzen Landes.

Den größten Einfluss hat ein Systemhalt auf die unmittelbare Umgebung des Bahnhofes, vor allem wenn mit dem Anschluss eine städtebauliche Aufwertung des bestehenden Bahnhofsviertels einhergeht. Durch eine effiziente Vernetzung mit dem öffentlichen Verkehr können die positiven Effekte auf entferntere Bereiche ausgeweitet werden.

Da die Standortentscheidung des Bahnhofes einen wesentlichen Einfluss auf das Ausmaß der Auswirkungen hat, werden in einem eigenen Unterkapitel die Entscheidungskriterien und Konsequenzen der Standortwahl des Bahnhofes kritisch betrachtet und länderweise verglichen.

In weiterer Folge werden in diesem Kapitel die oben angeführten Kategorien von Auswirkungen näher beschrieben. Erstens die Auswirkungen, die die Fahrzeitverkürzungen auf die Erreichbarkeitsverhältnisse im Raum und speziell auf den Modal Split haben und zweitens jene auf die Raum- und Siedlungsstruktur.

### 6.1. Standortwahl eines Bahnhofes

#### 6.1.1. Entscheidungskriterien und Konsequenzen der Standortwahl<sup>142</sup>

Wenn es die Kapazitäten des historischen Bahnhofes im Stadtkern zulassen, wird dieser für den Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz dementsprechend adaptiert. Für den Fall, dass die notwendigen Kapazitätserweiterungen nicht möglich sind oder es als einfacher erscheint einen neuen

---

<sup>142</sup> vgl. Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 130 f.

Bahnhof außerhalb der Stadt zu errichten, dann kann die Entscheidung auf einen Standort in der Peripherie oder sogar im ländlichen Raum fallen.

In jedem Fall müssen große Investitionen getätigt werden, da der Bahnhof modernisiert bzw. neu errichtet und eine Intermodalität mit den übrigen Verkehrsmitteln hergestellt werden muss. Bei einem Bahnhof außerhalb der Stadt kommt noch hinzu, dass großräumige Flächen für den Parkraum des motorisierten Individualverkehrs geschaffen werden müssen, da die Verknüpfungen mit dem öffentlichen Verkehr in den meisten Fällen fehlen.

Mit der Modernisierung bzw. dem Bau des Bahnhofes geht eine Wertsteigerung der umliegenden Grundstücke einher und deren Neugestaltung wird initiiert. Bei Bahnhöfen, welche sich nicht im Stadtgefüge befinden, kann das zur Entstehung einer Satellitenstadt führen. Im schlimmsten Falle konzentrieren sich an diesem Ort alle wirtschaftlichen Aktivitäten der Region.

Grundsätzlich ist bei der Planung einer Hochgeschwindigkeitsstrecke auf Bahnhöfe im ländlichen Raum zu verzichten, wobei zum Teil Bahnhöfe aus gutem Grund nicht im Stadtzentrum errichtet wurden. Zu diesen Gründen zählen unter anderem die Gewährleistung der Intermodalität mit dem Flugverkehr, die Entlastung innerstädtischer Bahnhöfe oder auch die Vereinfachung der Verkehrslogistik.

#### 6.1.2. Vergleich der gewählten Bahnhofsstandorte in den einzelnen Ländern

In **Frankreich** befindet sich eine große Zahl an Bahnhöfen außerhalb des Stadtgebietes, wie in Abbildung 24 erkennbar ist. Im Falle der Bahnhöfe Aéroport CDG 2 TGV und Lyon St-Exupéry TGV handelt es sich um Bahnhöfe im Flughafengebäude, um eine bestmögliche Interoperabilität zu gewährleisten. Die Standorte der Bahnhöfe Marne-la-Vallée/ Chessy und Futuroscope sind so gewählt, da sich im Anschluss Freizeitparks befinden. Einige Bahnhöfe liegen deshalb außerhalb zwischen mittelgroßen Städten, da die Entscheidung für oder gegen eine Stadt politisch nicht durchsetzen gewesen wäre und der Bahnhof deshalb in gleicher Entfernung zu den betreffenden Städten liegt. Dies war der Fall beim Bahnhof Lorraine, welcher jetzt zwischen den Städten Metz und Nancy angesiedelt ist.

Abbildung 24: Bahnhöfe außerhalb und innerhalb von französischen Städten (Stand: 2007)



Quelle: Buffier, D. (2004).

In **Spanien** gibt es ebenfalls Bahnhöfe, welche sich außerhalb der angebundenen Städte befinden. Dazu zählen unter anderem der Bahnhof Guadalajara, welcher 8 km außerhalb des Stadtzentrums situiert wurde und aufgrund der Nachfrage nach Wohnraum sofort Investoren angelockt hat. Die

Situation des Bahnhofs Segovia, welcher sich ebenfalls außerhalb des Stadtzentrums befindet, ist ähnlich.<sup>143</sup>

In **Deutschland** halten die Hochgeschwindigkeitszüge bis auf kleine Ausnahmen innerhalb des städtischen Gefüges. Zu diesen Ausnahmen zählt der Bahnhof Limburg Süd, welcher sich in der Nähe der Kreisstadt Limburg befindet und ein Verkehrshalt auf der Schnellfahrstrecke Köln – Rhein/Main ist. Dieser Bahnhof wird in Verbindung mit dem Bahnhof Montabaur oft genannt, da die Entfernung zwischen den beiden Bahnhöfen nur 20 Kilometer beträgt.<sup>144</sup> Der politische Wille der beiden Länder hat dafür den Ausschlag gegeben. Für Bahnhöfe außerhalb des Stadtzentrums gibt es ebenfalls einige Beispiele, wie der Bahnhof Kassel-Wilhelmshöhe<sup>145</sup> oder der Bahnhof in Darmstadt<sup>146</sup>, welcher gerade im Gespräch ist. Zur Errichtung solcher Bahnhöfe kommt es, da eine Modernisierung der bestehenden Bahnhöfe im Zentrum vor allem durch die Errichtung notwendiger Tunnels wesentlich teurer kommen würde. Ein kritischer Punkt bleibt jedoch in jedem Fall die Anbindung des neuen ICE-Bahnhofs an den historischen Bahnhof in der Innenstadt, womit die Anbindung mit dem Nahverkehr zu verstehen ist.

In **Italien** besteht die Annahme, dass es keine Bahnhöfe außerhalb der Stadtzentren gibt. Zum einen ist immer die Rede von Modernisierung bzw. Neuerrichtung bereits bestehender Bahnhöfe und zum anderen von der Möglichkeit, dass die Hochgeschwindigkeitszüge auf bestehende Gleise im Stadtzentrum wechseln.

## 6.2. Veränderung der Erreichbarkeitsverhältnisse

### 6.2.1. Raumschrumpfung

Die Verkürzung der Reisezeit durch eine Beschleunigung der Raumüberwindung führt zu einer Veränderung der Wahrnehmung. Da immer größere Entfernungen in immer kürzerer Zeit zurückgelegt werden können, scheint der Raum zu „schrumpfen“, d.h. die Orte rücken zeitlich gesehen immer näher zusammen.<sup>147</sup>

Die Veränderungen des Raum-Zeit-Gefüges, induziert durch den Hochgeschwindigkeitsverkehr in Frankreich lassen sich sehr gut in Abbildung 25 ablesen. Die Karte ist an jenen Stellen am stärksten deformiert, wo der Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken (TGV-Nord, TGV-Est sowie TGV-Süd-Est und TGV-Méditerranée) zu großen Reisezeitverkürzungen beigetragen hat.

---

<sup>143</sup> vgl. Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 135 f.

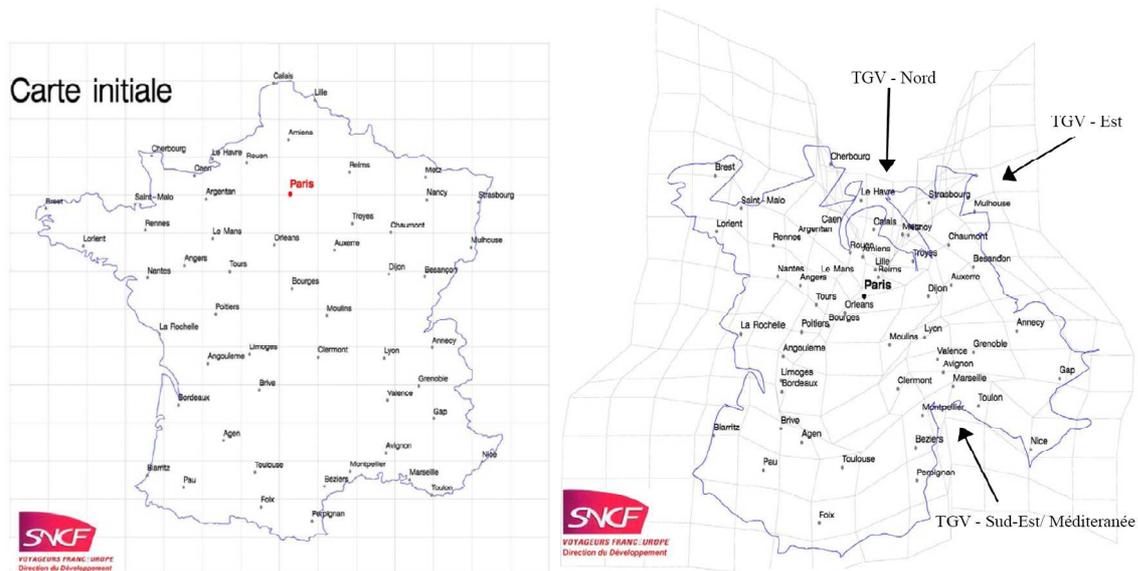
<sup>144</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Bahnhof Limburg-Süd.

<sup>145</sup> vgl. Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Bahnhof Kassel-Wilhelmshöhe.

<sup>146</sup> vgl. Hein, R. (2009).

<sup>147</sup> vgl. Henckel, D. (1997), S. 264.

Abbildung 25: Vergleich der räumlichen und zeitlichen Distanz am Beispiel Frankreichs und der TGV-Fahrten



Quelle: SNCF - Société Nationale des Chemins de fer français (2007), S. 2.

Eine Beschleunigung der Raumüberwindung führt in der Gesellschaft, welche ein bestimmtes Zeitkontingent für Mobilität akzeptiert, nicht zur Zeitersparnis sondern vielmehr zur Ausdehnung des Aktionsraumes, um an entfernteren Aktivitäten teilzuhaben sowie entferntere Angebote wahrzunehmen. Das gilt sowohl im privaten Bereich, in dem z.B. die Entfernung für den Tagesausflug zunimmt, als auch für den beruflichen Bereich, wo über längere Distanzen zum Arbeitsplatz gependelt wird.

Neben der Erhöhung der Teilnahmechancen an Aktivitäten und Angeboten, werden allerdings gleichzeitig die bestehenden lokalen Raumstrukturen zerstört, worauf im Kapitel 6.3 noch näher eingegangen wird.

### 6.2.2. Verbesserung der Intermodalität

Mit dem Anschluss einer Stadt an den Hochgeschwindigkeitsverkehr sollte gleichzeitig neben einer Modernisierung des Bahnhofes, die Intermodalität mit dem öffentlichen Personennahverkehr hergestellt werden, um die Benutzung des PKWs als komplementäres Verkehrsmittel nicht zusätzlich zu forcieren. Das kann bei Kleinigkeiten, wie sicheren Fahrradabstellmöglichkeiten beginnen und bis zum direkten Umstieg vom Bahnsteig in ein öffentliches Nahverkehrsmittel gehen.

Die Intermodalität ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Erstens können die positiven Effekte, welche ein Systemhalt für das unmittelbare Umfeld des Bahnhofes bringt (vgl. 6.3.3) in das weitere Umfeld ausgeweitet werden und ganz allgemein schafft der Bahnhof mit intermodalen Umsteigemöglichkeiten eine deutliche Verbesserung der Erreichbarkeit der ganzen Region. Zweitens

kann mithilfe der Intermodalität die Siedlungsentwicklung in eine kompakte und somit nachhaltigere Richtung gelenkt werden (vgl. 6.3.1).

Nicht gelungen ist die Intermodalität am Bahnhof von Avignon in Frankreich, welcher sich einige Kilometer außerhalb des Stadtzentrums befindet und ausschließlich über die Straße, das heißt nur mit dem eigenen PKW oder im besten Fall mit dem Bus, erreichbar ist.<sup>148</sup>

### 6.2.3. Veränderung des Modal Split

Das Bild bei der Verteilung der Personenverkehrsleistung auf die einzelnen Verkehrsträger in der EU-27 zeigt, dass der motorisierte Individualverkehr (Passenger Cars und Powered two-wheelers zusammengefasst) mit einem Anteil von 76,3% (Stand: 2007) eine sehr dominante Rolle im gesamten Personenverkehrsaufkommen einnimmt. Dieser Anteil hat in den letzten 12 Jahren um rund 20% zugenommen. Der Anteil der Eisenbahn ist am Gesamtverkehrsaufkommen mit nur 6,2 % (Stand: 2007) sehr gering und hat in den letzten 12 Jahren nur um rund 11% zugenommen. Den stärksten Zuwachs kann der Flugverkehr für sich beanspruchen, da dieser seit 1995 um 41% gewachsen ist und mittlerweile einen Anteil von 9% (Stand: 2007) am Personenverkehrsaufkommen ausmacht.<sup>149</sup>

Obwohl massiv in den Ausbau des Hochgeschwindigkeitsverkehrs investiert wurde und die Personenverkehrsleistung – wie weiter unten beschrieben – jährlich stark zunimmt, sind europaweit noch keine Auswirkungen auf den Modal Split sichtbar. Am stärksten zugenommen haben die Anteile des Flugverkehrs, was vermutlich auf das Aufkommen der Billig-Fluglinien zurückzuführen ist.

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr hat an der gesamten Personenverkehrsleistung im Eisenbahnsektor einen Anteil von 23,4%. Diese Verkehrsleistung – insgesamt 90 Mrd. Pkm – wächst jährlich um beträchtliche 11,7%, wobei diese hohe Rate vor allem auf die Leistungen in Frankreich (40%), Deutschland (29%), Italien (12%) und Spanien (11%) zurückzuführen ist (siehe Abbildung 26).<sup>150</sup>

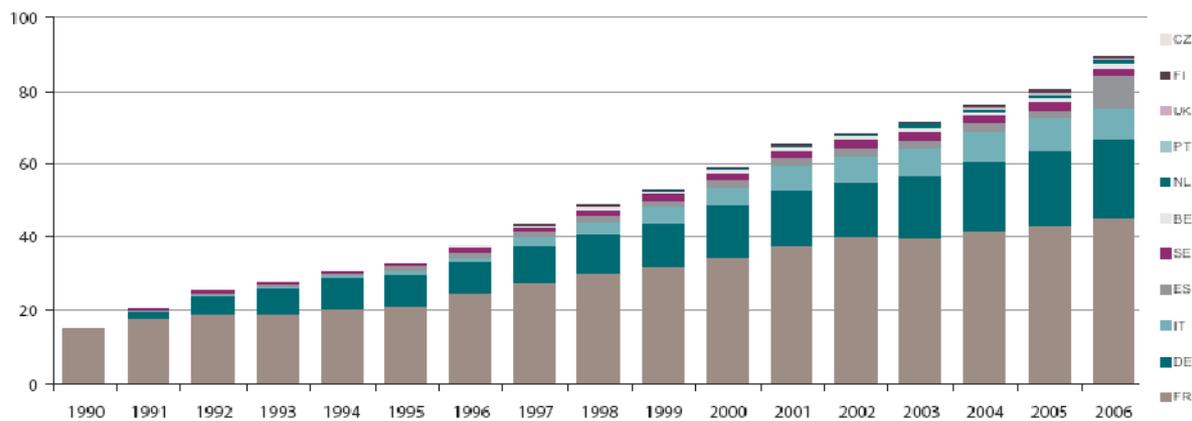
---

<sup>148</sup> vgl. Villes et régions européennes de la grande vitesse (2006), S. 4.

<sup>149</sup> vgl. Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), Statistical Pocketbook, S. 106.

<sup>150</sup> vgl. Europäische Kommission – Eurostat (2009), S. 106.

Abbildung 26: Personenverkehrsleistung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs in europäischen Staaten mit schienengebundenem Hochgeschwindigkeitsverkehr



Source: DG Energy and Transport, Union Internationale des Chemins de Fer, National statistics

Quelle: Europäische Kommission – Eurostat (2009), S. 106.

Bei der genaueren Betrachtung des Modal Split in den ausgewählten Ländern (Abbildung 27), lassen sich im Vergleich zum EU-Durchschnitt und zwischen den Länder deutliche Unterschiede erkennen. Sowohl in Spanien als auch in Italien ist der Anteil des Busverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen mit 13,9 % in Spanien und 11,9 % in Italien erheblich höher und dementsprechend fallen die Anteile der anderen beiden Verkehrsmittel (PKW: 80,9 % in Spanien, 82,4 % in Italien; Eisenbahn: 5,2 % in Spanien und 5,7 % in Italien) geringer aus. Vor allem in Frankreich, aber auch in Deutschland, zeigt sich ein gegenteiliges Bild, da die Anteile des Busverkehrs (5,5 % in Frankreich und 6,4 % in Deutschland) zugunsten der Verkehrsmittel PKW (84,9 % in Frankreich und 85,8 % in Deutschland) und Eisenbahn (9,6 % in Frankreich und 7,8 % in Deutschland) weitaus niedriger sind als im europäischen Durchschnitt.

In Frankreich ist der Anteil der Eisenbahn auf den wichtigen TGV – Korridoren mit 18% noch höher. Auf Eisenbahnstrecken, welche nicht von Hochgeschwindigkeitszügen bedient werden, fällt der Marktanteil viel geringer aus, obwohl das klassische Eisenbahnnetz grundsätzlich eine gute Qualität aufweist.<sup>151</sup>

Der relativ hohe Marktanteil der Eisenbahn in Deutschland ist auf die gute Qualität des Schienennetzes, einschließlich der dichten Frequenz und der Leistbarkeit, zurückzuführen. Die Fahrzeiten sind allerdings durch die schwierigen geografischen Gegebenheiten vor allem auf langen Distanzen nicht wettbewerbsfähig.

<sup>151</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix B, B1.8/ B1.9.

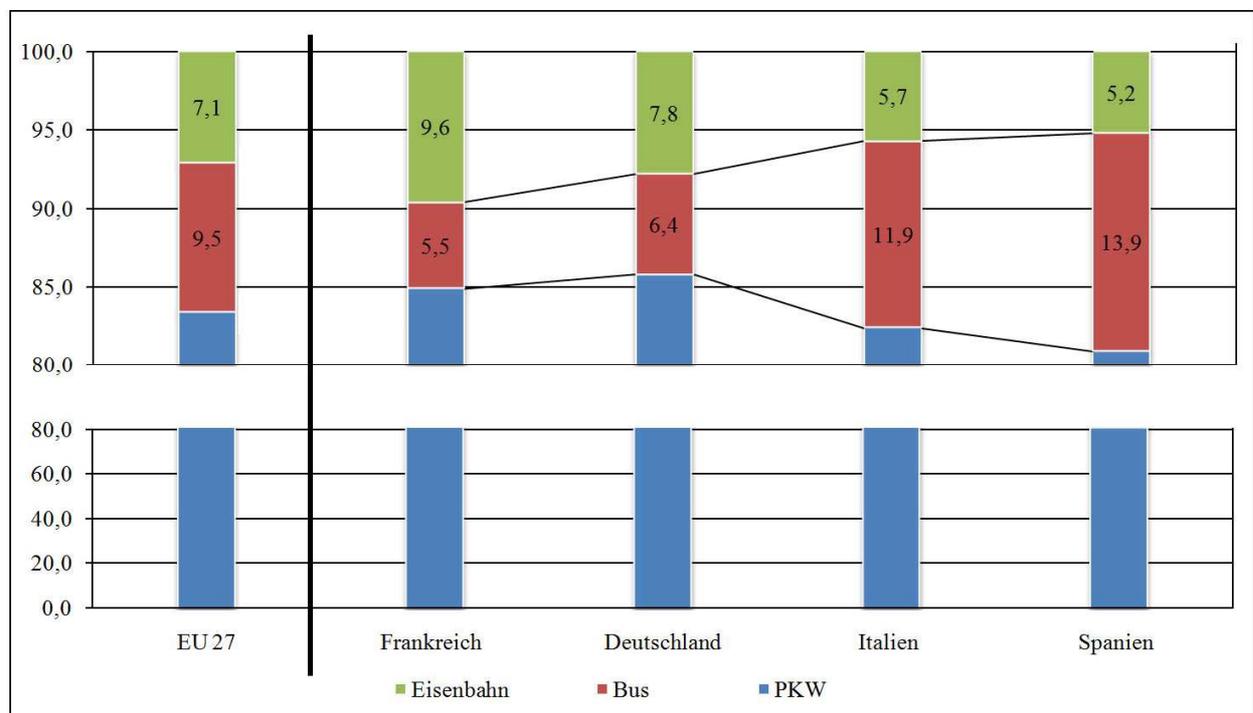
## Netzgestaltung und räumliche Wirkung von Hochgeschwindigkeitsbahnnetzen im europäischen Vergleich Auswirkungen auf die Erreichbarkeitsverhältnisse und die Raumstruktur

In einem Wettbewerb mit Bussen steht der Hochgeschwindigkeitsverkehr in Deutschland nicht, da die Deutsche Bahn das Monopol über Fernreisebusverkehr hat und dessen Streckennetz, dem Hochgeschwindigkeitsverkehr nicht im Wege steht.<sup>152</sup>

In Spanien liegt der Grund für den geringen Anteil der Schiene am gesamten Personenverkehrsaufkommen darin, dass einerseits das konventionelle Eisenbahnnetz sehr schlecht entwickelt ist und sich dementsprechend der Busverkehr einer hohen Nachfrage erfreut.<sup>153</sup>

In Italien sind die Gründe für den niedrigen Anteil der Schiene woanders zu suchen, da das klassische Eisenbahnnetz hinsichtlich Abdeckung und Erreichbarkeit eine relativ gute Qualität ausweist.<sup>154</sup>

Abbildung 27: Personenbeförderung nach Verkehrsmittel in % für die untersuchten Staaten



Quelle: Europäische Kommission – Eurostat (2007), Eigene Bearbeitung.

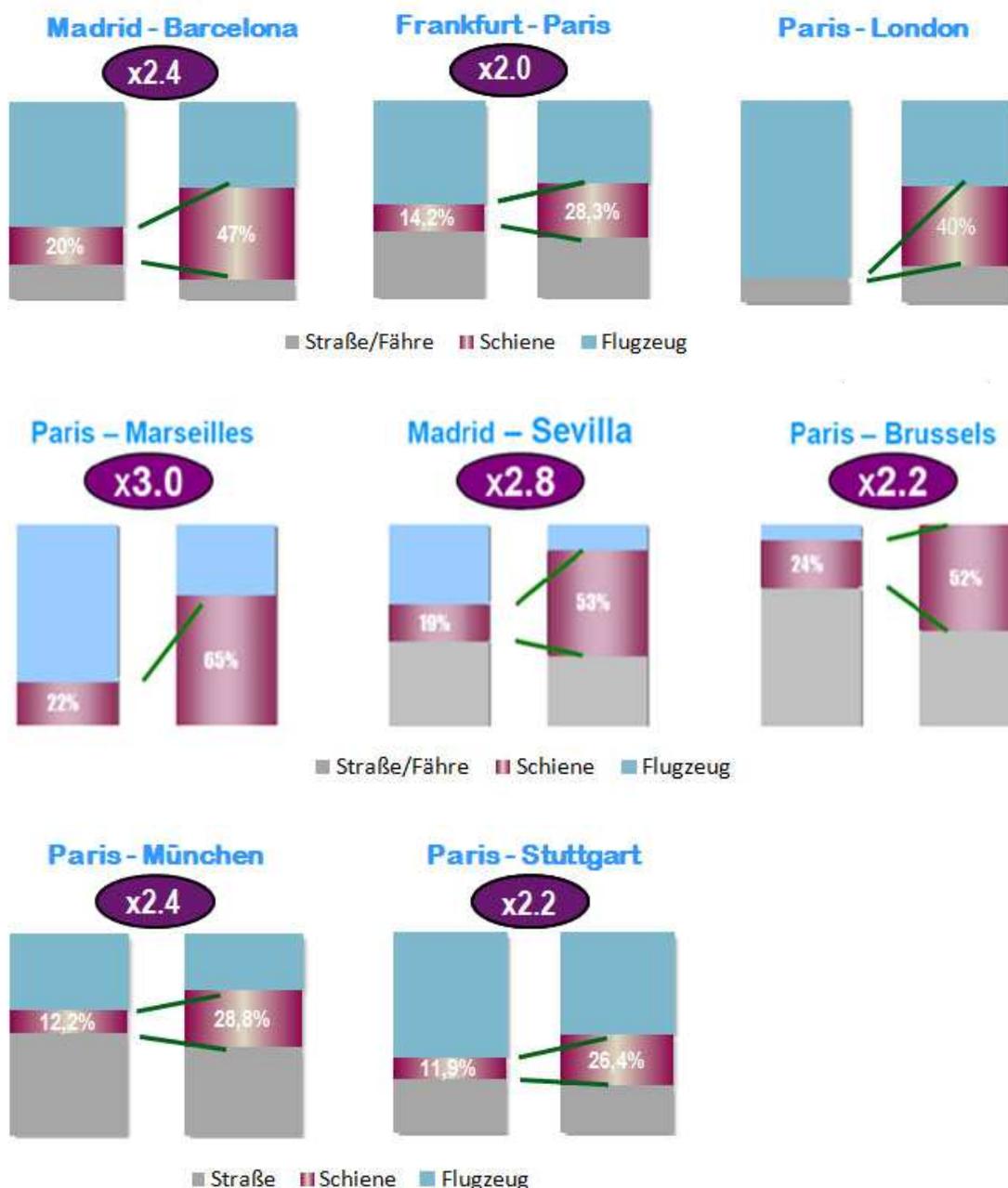
Obwohl sich der Modal Split sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene noch nicht wesentlich verändert hat, ändert er sich sehr wohl auf bestimmten Korridoren zugunsten der Schiene, wie Abbildung 28 zeigt.

<sup>152</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix C, C1.12/ C1.13.

<sup>153</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix F, F1.10.

<sup>154</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix D, D1.9.

Abbildung 28: Vergleich des Modal Split vor und nach Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecke für ausgewählte Destinationen [eine Säule entspricht 100%]



Quelle: Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 148 ff.

Dass der Hochgeschwindigkeitsverkehr einen besonderen Beitrag zur Erhöhung der Marktanteile der Schiene beiträgt, wurden bereits in diesem Kapitel näher erläutert. Die Erweiterung des entsprechenden Netzes ist essentiell, damit sich dieser Effekt weiter ausbreitet. In Abbildung 29 ist der Anteil der Schiene am Modal Split mit und ohne Erweiterung des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs dargestellt. Obwohl aus der Abbildung nicht eindeutig hervorgeht, ob nur das Flugzeug, oder auch andere Verkehrsmittel in den Modal Split einbezogen wurden, trägt die

Erweiterung des Hochgeschwindigkeitsnetzes jedenfalls zu einer Erhöhung des Schienenanteils am Modal Split bei.

**Abbildung 29: Modal Split – Anteil des Hochgeschwindigkeitsverkehr auf ausgewählten Relationen ohne und mit Erweiterung des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsnetzes (100% entsprechen vermutlich der Summe aus Straße, Schiene und Flugzeug)**

Tableau 1 : part de marché du rail sur certaines relations choisies, avec ou sans extension ultérieure du réseau GV ( scénario de base, 2020)		
Relations O/D	Sans extension	Avec extension
Berlin - Munich	12%	41%
Madrid – Lisbonne	6%	48%
Madrid – Barcelone	12%	49%
Stockholm – Malmö	25%	51%
Paris – Milan	18%	54%
Londres – Bruxelles	48%	65%

Quelle: Intraplan Consult GmbH (2003), S. 9.

Inwieweit der Modal Split sich aufgrund des Hochgeschwindigkeitsverkehrs zugunsten der Schiene entwickeln kann hängt auch von der Konkurrenzfähigkeit der Verkehrsmittel Flugzeug, PKW und Bus ab, was im Folgenden länderweise kurz erläutert wird.

Auf den Hochgeschwindigkeitsstrecken **in Frankreich**<sup>155</sup> besteht für die Bahn ein großes Verlagerungspotential vom Flugverkehr, da die Distanzen zwischen den Großstädten für den HGV sprechen und die Bahnpreise, trotz geringfügiger Erhöhungen für den TGV, niedriger als die Flugpreise sind. Obwohl das Bussystem auf städtischer und regionaler Ebene gut mit dem Bahnnetz verknüpft ist, besteht keine Konkurrenzsituation im Fernverkehr, da das Bahnnetz seit jeher besser ausgebaut war.

Im Wettbewerb mit dem PKW sind die Reisekosten aufgrund der Autobahnmaut mit dem PKW höher als mit der Bahn, dieser weist aber, wie in Kapitel 3.4.2 bereits erwähnt, andere Vorteile auf, weshalb eine Verlagerung von diesem Verkehrsmittel schwierig ist.

---

<sup>155</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix B, B110/ B1.12.

Der Hochgeschwindigkeitsverkehr **in Deutschland**<sup>156</sup> muss sich gegenüber starken Konkurrenten profilieren. Dazu zählen die Billigfluglinien, welche billigere Tickets als die Bahn anbieten und darüber hinaus kennt der Autoverkehr in Deutschland wegen der ohne Maut und Geschwindigkeitsbeschränkung benützbar Autobahn noch weniger Restriktionen. Hinzu kommt, dass der Fahrkartenpreis von den zurückgelegten Kilometern abhängt und daher auf langen Distanzen die hohen Ticketpreise die Wettbewerbsfähigkeit schmälern.

In Wettbewerb steht der Hochgeschwindigkeitsverkehr **Italiens**, wie in Frankreich und Deutschland, nicht nur mit den Billigfluglinien. Es kommt noch die konventionelle Eisenbahn hinzu. Diese Situation ist auf die parallele Streckenführung zur klassischen Eisenbahn und auf deren niedrigere Tarife zurückzuführen.<sup>157</sup>

**In Spanien** steht der Hochgeschwindigkeitsverkehr wie in den anderen Ländern mit dem Flugverkehr im Wettbewerb, obwohl es in Spanien keine Billigfluglinie gibt. Allerdings gibt es eine große Anzahl an täglichen Flugverbindungen innerhalb Spaniens, die außerdem viele Destinationen anfliegen. Hinzu kommt das sehr gut entwickelte Busnetz, welches in Spanien intensiver als in anderen Ländern nachgefragt wird.<sup>158</sup>

Einen großen Effekt auf den Modal Split hat außerdem die Verkehrspolitik und die Raumplanung. Denn wenn sich die politischen Machtinhaber für die Schiene aussprechen und all ihre Planungen zugunsten der Schiene durchführen würden, könnten sich die Marktanteile der Schiene bis 2020 verdoppeln.<sup>159</sup>

### 6.3. Veränderung der Raum- und Siedlungsstruktur

Die Veränderung der Raum- und Siedlungsstruktur durch die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs ist ein Phänomen, welches zwar in der Literatur als erwiesen betrachtet wird, jedoch erst langfristig wirklich zu erkennen ist. Da die Möglichkeit eines Vergleiches der Veränderungen aufgrund fehlender Literatur nicht möglich ist, wird anhand dieses Kapitels

---

<sup>156</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix C, C1.12/ 1.13.

<sup>157</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix D, D1.10.

<sup>158</sup> vgl. Steer D. G. (2004), Appendix F, F1.12.

<sup>159</sup> vgl. Intraplan (2003), Conclusion.

versucht, die einzelnen Effekte, welche in der Literatur theoretisch beschrieben werden, aufzuzeigen und soweit als möglich mit Beispielen aus den betrachteten Ländern belegen.

### 6.3.1. Ausdehnung der Ballungsräume

Die Folge der Raumschrumpfung ist, wie in Kapitel 6.2.1 beschrieben, die Ausdehnung der individuellen Aktionsradien, da mit dem gleichen Zeitbudget größere Distanzen zurückgelegt werden können. Die bessere Erreichbarkeit durch den Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz führt zu vergrößerten Einzugsbereichen der an den Hochgeschwindigkeitsverkehr angeschlossenen Räume und die Siedlungsentwicklung wird in Bewegung gesetzt.<sup>160</sup> In der Umgebung von Haltepunkten des Hochgeschwindigkeitsverkehrs werden sich gewerbliche Nutzungen und Wohnnutzungen bis weit in die Peripherie ausweiten, da das Ballungszentrum in erreichbarer Distanz bleibt, jedoch die Bodenpreise günstiger und die Wohnqualität insgesamt höher sind.<sup>161</sup>

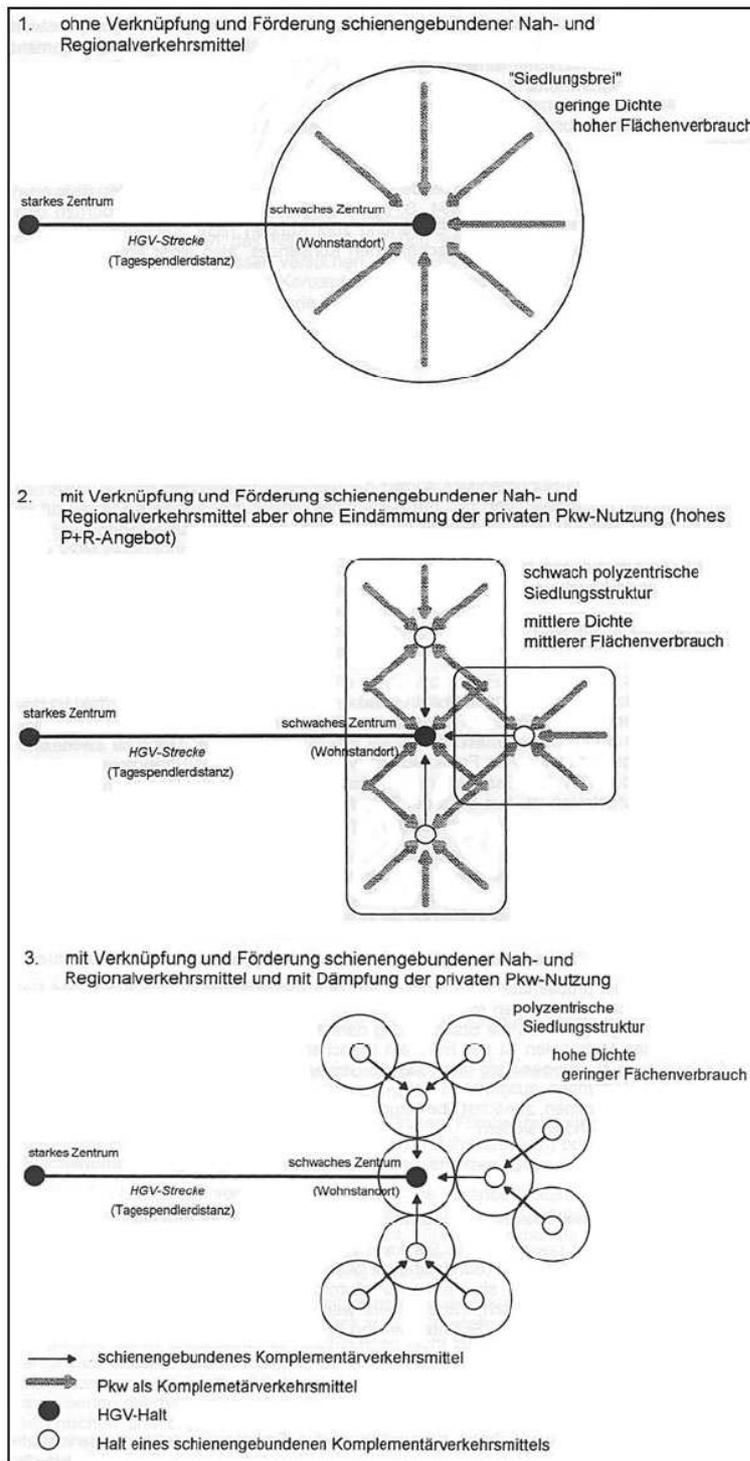
Obwohl sich die Siedlungsentwicklung im Fall des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs im Bereich des Bahnhofs konzentriert und sich nicht wie bei Autobahnen linear entwickelt, kann sie dennoch mehr oder weniger dispers sein. Je besser der Hochgeschwindigkeitsverkehr in den öffentlichen Nahverkehr eingebunden ist, desto kompakter und nachhaltiger entwickelt sich die Siedlungsstruktur (siehe Fall 3 in Abbildung 30). Wenn ausschließlich eine Park & Ride-Anlage am Bahnhof errichtet wurde, kommt es zu einer dispersen Siedlungsstruktur und dem größten Flächenverbrauch (siehe Fall 1 in Abbildung 30). Wünschenswert wären eine gut funktionierende Intermodalität am Bahnhof und keine Förderung des PKWs durch große Park & Ride-Anlagen.

---

<sup>160</sup> vgl. Henckel, D. (1997), S. 264.

<sup>161</sup> Stiens, G. (1992), S. 300.

Abbildung 30: Potenzielle Siedlungsstruktureffekte durch schienegebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehr



Quelle: Schütz, E. (1996), S. 108 f.

Die Konzentration des französischen Hochgeschwindigkeitsnetzes auf Paris führt jedenfalls dazu, dass sich der Ballungsraum ausdehnt und Städte, welche sich von nun an in einer zeitlichen Distanz von

nur einer Stunde zu Paris befinden, wie Mans, Tours, Vendôme und Saint-Pierre-des-Corps zu Vororten des Großraumes Paris degradieren.<sup>162</sup>

### 6.3.2. Beeinflussung der Zentralitätsstruktur

Die Entwicklung des Hochgeschwindigkeitsnetzes bringt jedenfalls eine Veränderung der Zentralitätsstruktur mit sich, wobei die Ausmaße von der Streckenkonzepion und den Verkehrshalten abhängt.

Grundsätzlich ist klar, dass die zentrale Aufgabe des Hochgeschwindigkeitsverkehrs die Bewältigung des Fernverkehrs ist und zur Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit auf Verkehrshalte in kleinen und mittelgroßen Zentren verzichtet werden sollte.<sup>163</sup> Gewinner sind dabei die großen Metropolen, die durch den HGV näher zusammenrücken und einige Zentren, die dadurch erst in den Einzugsbereich großer Metropolen gelangen.<sup>164</sup>

Geht man davon aus, dass ausschließlich großstädtische Oberzentren und Agglomerationsräume an das Hochgeschwindigkeitsnetz angebunden werden, erfahren diese eine relative Verbesserung der Erreichbarkeitsverhältnisse im Vergleich zu nicht angebundenen Regionen und können im besonderen Ausmaß von den Vorteilen des Hochgeschwindigkeitsverkehrs profitieren.<sup>165</sup> Schlussendlich wird sich dadurch eine neue Ebene in der zentralörtlichen Hierarchie bilden, nämlich ein Netz an Wachstumspolen, wo sich die wirtschaftlichen Aktivitäten konzentrieren.

In der Realität werden allerdings kleine und mittelgroße Zentren an das Hochgeschwindigkeitsnetz angebunden, auch wenn die Frequenz niedriger als zwischen den großen Agglomerationsräumen ist. In diesem Fall kann sich das für den angebundenen Ort positiv auswirken, wenn sich kein gleichrangiger bzw. höherrangiger Ort in erreichbarer Distanz befindet. Denn dann wird die zentralörtliche Funktion des Ortes zu Ungunsten der umliegenden zentralen Orte gestärkt.

Negativ kann sich das für den angebundenen Ort auswirken, wenn in erreichbarer Distanz ein gleichrangiger bzw. höherrangiger zentraler Ort ebenfalls an das Hochgeschwindigkeitsnetz angebunden ist. Jedenfalls entsteht eine Konkurrenzsituation und im schlimmsten Fall verlagern sich die Erwerbsmöglichkeiten und andere Funktionen in das stärkere Zentrum und der angebundene Ort degradiert zur Schlafstadt und verliert seine Bedeutung.<sup>166</sup> Eine andere Entwicklungsrichtung kann

---

<sup>162</sup> vgl. Billardon, A. (1991), S. 29.

<sup>163</sup> vgl. Huart, Y. (1994), S. 2 ff.

<sup>164</sup> vgl. Hollbach-Grömig, B. (1995), S. 135.

<sup>165</sup> vgl. Zängl, W. (1993), S. 8.

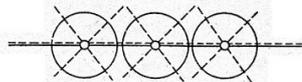
<sup>166</sup> vgl. Hoffmann, K. G. (1983), S. 262.

eintreten, wenn es der angebundenen Stadt gelingt, von der Nähe des Agglomerationsraumes zu profitieren, indem das mittelgroße Zentrum z.B. Funktionen des Agglomerationsraumes übernimmt, bzw. zusätzliche Maßnahmen setzt, um für Unternehmen attraktiver als der Agglomerationsraum zu sein.

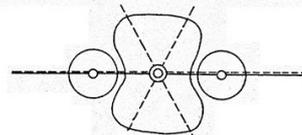
Die Folge solcher Überlagerungen von zentralörtlichen Funktionsbereichen ist in Abbildung 31 dargestellt.

### Abbildung 31: Mögliche Überlagerung zentralörtlicher Funktionsbereiche durch HGV-Strecken

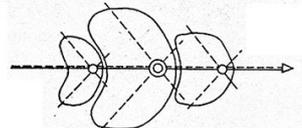
1. Grundform: Bei einer völlig gleichmäßigen Verteilung gleichrangiger Zentren mit einer ebenso idealtypischen Gleichverteilung der verkehrsmäßigen Erschließung des Hinterlandes kommt es zur Herausbildung gleich großer zentralörtlicher Verflechtungsbereiche mit einem Radius, der jeweils etwa der Hälfte des Haltepunktabstandes entspricht.



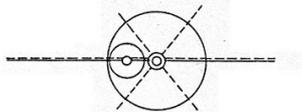
2. Realform: Der Realität näher kommt i.d.R. eine hierarchische Abstufung der Zentren und eine stärker auf das übergeordnete Zentrum gerichtete Verkehrsinfrastruktur zur Flächenerschließung. Dem Bedeutungsüberschuß entsprechend dehnt sich der Funktionsbereich des übergeordneten Zentrums nun bis weit in das Hinterland aus (z.B. Hiroshima).



3. Richtungsabhängige Form: Weist die Verkehrsspannung z.B. durch die Nähe eines Oberzentrums eine sehr starke Richtungsabhängigkeit auf, so reichen die Verflechtungsbereiche jeweils entlang der in diese Richtung führenden Verkehrsachsen wesentlich weiter in das Hinterland als entlang der gegenläufig zu den Knotenpunkten führenden Verkehrsachsen zur Flächenerschließung (z.B. Mihara).



4. Sonderform bei konkurrierenden Zentren: Stehen die Einflüßbereiche zweier Zentren aufgrund ihrer räumlichen Nähe in einer konkurrierenden Beziehung zueinander, dann setzt sich das höherwertige Zentrum deutlicher durch und dehnt seinen Funktionsbereich zulasten des untergeordneten Zentrums aus, das in der zentralörtlichen Hierarchie durch den Abzug übergeordneter Teilfunktionen zurückgestuft wird (z.B. Okayama, Kurashiki).



Quelle: Hoffmann, K.G. (1983), S. 352.

Um die Degradierung kleiner Orte im Umfeld von großen Zentren, wie bereits unter 6.3.1 für den Fall Frankreichs beschrieben, zu verhindern wurde in Frankreich die „l'Association des Villes et Régions européennes de la Grande Vitesse“ gegründet. Für den Großraum Paris wird von dieser Vereinigung ein Regionalkonzept mit dem Ziel einer polyzentrischen Organisation und einer damit einhergehenden Umverteilung der Funktionen auf kleinere Städte gefordert.<sup>167</sup>

<sup>167</sup> vgl. Giffel, N., Steinke, K. (1998), S. 224.

### 6.3.3. Veränderungen im unmittelbaren Bahnhofsumfeld

Das unmittelbare Umfeld des Bahnhofs ist jener Bereich, welcher besonders günstige Voraussetzungen für die Ansiedlung von Unternehmen bietet, da der Hochgeschwindigkeitsverkehr als wichtiger Standortfaktor angesehen wird.

Eine besondere Anziehungskraft übt ein Systemhalt jedoch nur im Zusammenhang mit einer bestehenden wirtschaftlichen Struktur, bestenfalls durch den tertiären Sektor dominiert, aus. Denn dieser Wirtschaftssektor – besonders Unternehmensberatungen und Finanzdienstleister – profitiert besonders von den verbesserten Erreichbarkeitsverhältnissen, da im Dienstleistungsbereich der persönliche Kontakt zum Kunden und Lieferanten einen hohen Stellenwert einnimmt. Bei Mehrbetriebsunternehmen kann sich durch den Systemhalt außerdem die konzerninterne Kommunikation verbessern.<sup>168</sup> Ein weiterer Pluspunkt, der durch den Systemhalt hinzukommt, ist, dass die Unternehmen ihren Aktionsradius erweitern und dadurch entfernter liegende Absatzmärkte erreichen können.

Die Konzentration auf das fußläufig erreichbare Umfeld des Bahnhofs kommt dadurch zustande, dass die Unternehmen ihre Zeitvorteile nicht durch lange Zu- und Abgangswege verlieren möchten.

Die Ansiedlung neuer Unternehmen in Bahnhofsnähe sind allerdings oftmals Verlagerungen – nur selten sind es Neugründungen –, welche zumeist aus der unmittelbaren lokalen/regionalen Umgebung stammen. Es kommt allerdings auch vor, dass sich Firmen von außerhalb ansiedeln, wobei das eher in großen Städten der Fall ist, wie zum Beispiel in Straßburg oder Lyon. Hingegen trifft die Verlagerung innerhalb der Region auf kleinere Städte mit Hochgeschwindigkeitshalt zu, wie Tours oder Le Mans in Frankreich.<sup>169</sup>

Da Entwicklungen in diese Richtung erwartet werden, steigen zum Teil schon in der Planungsphase des Bahnhofes die Immobilienpreise. Dieser Effekt auf die Liegenschaften in Bahnhofsnähe kann verstärkt werden, indem das bestehende Viertel z.B. durch Sanierung aufgewertet wird oder durch die Errichtung eines neuen und modernen Büro- und Geschäftsviertels auf, durch den Bahnhofsumbau frei werdenden, Flächen.<sup>170</sup>

Ähnliche Entwicklungen sind auch im Umfeld von Bahnhöfen außerhalb des Stadtkernes möglich, wenn es sich z.B. um einen intermodalen Verkehrsknotenpunkt handelt. Außerdem sind die Flächen außerhalb des Stadtkernes leichter verfügbar und billiger.<sup>171</sup>

---

<sup>168</sup> vgl. Eck, F. (2002), S 490 f.

<sup>169</sup> vgl. Huart, Y. (1994), S. 2 ff.

<sup>170</sup> vgl. Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 136.

<sup>171</sup> vgl. Huart, Y. (1994), S. 2 ff.

Im folgenden Absatz werden Beispiele genannt, wo sich das unmittelbare Bahnhofsumfeld aus diversen Gründen sehr gut entwickelt hat und anhand eines Beispiels soll gezeigt werden, dass ein Systemhalt kein Garant für die Aufwertung des Bahnhofsumfeldes ist.

In den Fällen der neu gebauten Bahnhöfe Kassel-Wilhelmshöhe auf der Neubaustrecke Hannover – Würzburg in Deutschland und Avignon TGV auf der Neubaustrecke nach Marseille hat sich im Umfeld des Bahnhofes ein neues Stadtviertel mit vielen Büro- und Gewerbeflächen etabliert und die Grundstückspreise sind in die Höhe gestiegen. Beide Bahnhöfe befinden sich außerhalb des Stadtzentrums und wurden komplett neu errichtet.<sup>172</sup> In Avignon TGV kommt noch hinzu, dass sich an dieser Stelle zwei Hochgeschwindigkeitsstrecken kreuzen und dieser Bahnhof ein wichtiger Umsteigeknoten ist.<sup>173</sup>

Die Gemeinden Limburg und Montabaur, welche in einem Abstand von etwa 20 km an der Neubaustrecke Köln – Rhein/Main einen Haltepunkt erhielten, erwarteten sich dadurch wirtschaftliche Impulse und hielten große Entwicklungsbereiche im Umfeld des Bahnhofes frei. Die Entwicklungen dieser Bereiche gehen schleppend voran, was sicherlich auch damit zusammenhängt, dass die Fördermittel nicht fokussiert eingesetzt werden konnten und dass aufgrund der räumlichen Nähe der beiden Bahnhöfe die Bedienungsqualität schlechter ausfällt. Außerdem leiden die ansässigen Unternehmen durch eine verstärkte Konkurrenzsituation.<sup>174</sup>

#### 6.4. Schlussfolgerung

Der Anschluss an den schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehr alleine ist nicht für die positive Entwicklung einer Stadt/Region ausschlaggebend. Entscheidend ist das mobilisierbare endogene Potential, d.h. die bestehende wirtschaftliche und soziale Struktur und der Wille der handelnden Personen, wozu Faktoren, wie Nähe zu Absatz- und Beschaffungsmärkten, Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte usw. zählen.<sup>175</sup>

Regionen mit Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz können von den genannten Auswirkungen profitieren. Betrachtet werden muss allerdings auch die Rückseite der Medaille, da Regionen, welche keinen Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz haben, ihre Wachstumschancen schwinden sehen.

---

<sup>172</sup> vgl. Schütz, E. (1996), S. 370.

<sup>173</sup> vgl. Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 134.

<sup>174</sup> vgl. Eck, F. (2002), S 490 f.

<sup>175</sup> vgl. Eck, F. (2002), S 490 f.

Die nicht angebundenen Regionen gehen davon aus, dass der Hochgeschwindigkeitsverkehr ein Motor für die wirtschaftliche Entwicklung einer Region ist und verstehen daher nicht, warum ökonomisch gut gestellte Regionen eine Anbindung haben. Der Hochgeschwindigkeitsverkehr sollte ihrer Meinung nach gerade Regionen mit schlechten wirtschaftlichen Voraussetzungen erschließen, um diese zu fördern.<sup>176</sup> Grundsätzlich bietet der Hochgeschwindigkeitsverkehr natürlich die Möglichkeit, die Regionalentwicklung in peripheren und/oder strukturschwachen Räumen anzukurbeln, jedoch muss auch daran gedacht werden, dass der Hochgeschwindigkeitsverkehr erst dann wirtschaftlich rentabel betrieben werden kann, wenn es gelingt Verkehrsströme in hohem Maße zu bündeln. Diese Voraussetzung ist allerdings nur auf Verbindungen zwischen großen Agglomerationen gegeben.

Die Situation der nicht an den Hochgeschwindigkeitsverkehr angebundenen Regionen kann zusätzlich dadurch verschlechtert werden, dass nicht mehr in den konventionellen Schienenverkehr investiert wird und es zum Teil sogar zu Schließungen unrentabler Bahnstrecken kommt. Die Situation nicht direkt an den Hochgeschwindigkeitsverkehr angebundener Regionen kann allerdings auch verbessert werden, wenn gerade in das sekundäre Netz investiert wird und mit dem Fahrplan des Hochgeschwindigkeitszuges abgestimmte Verbindungen in das Umland angeboten werden. Das ermöglicht die Verbesserung der Erreichbarkeit der gesamten Region und nicht nur einzelner Städte, wo der Hochgeschwindigkeitszug zum Glück für die Bevölkerung und die Unternehmen hält.

---

<sup>176</sup> vgl. Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S.137f.

## 7. Bewertung und Ausblick

---

In diesem Kapitel werden einerseits die Ergebnisse dieser Arbeit, das heißt der Vergleich der Länder, noch einmal in kompakter Form dargestellt und bewertet und andererseits wird die Arbeit an sich bewertet. Dabei wird hinterfragt, ob die Ansprüche erfüllt wurden und wo noch weiterer Forschungsbedarf besteht.

Tabelle 10 zeigt das Ergebnis dieser Arbeit im Überblick, die genaue Beschreibung der einzelnen Kriterien ist in den Kapitel 5.3.1 und 5.3.2 nachzulesen. Besonders sticht der hohe Halteabstand von Hochgeschwindigkeitssystemhalten in Frankreich heraus, da eine sehr hohe Anzahl der Züge den Start- und Zielbahnhof auf direktem Wege miteinander verbinden. Spanien ist Vorreiter in der Geschwindigkeit, welche bis heute, aufgrund sicherheitstechnischer Probleme, ihren Höhepunkt noch nicht erreicht hat. Die hohe durchschnittliche Geschwindigkeit führt dazu, dass die durchschnittliche Zeitersparnis je 100 km ebenfalls am höchsten ausfällt. Die Bilanz für Deutschland fällt hingegen eher negativ auf, da dieses Land sowohl das langsamste, als auch das teuerste Hochgeschwindigkeitsnetz im Vergleich hat.

Tabelle 10: Vergleichskriterien im Überblick

	Einheit	FRANKREICH	DEUTSCHLAND	ITALIEN	SPANIEN
Streckenkilometer in Betrieb	km	1.872	1.285	744	1.599
Streckenkilometer gesamt (in Betrieb + in Bau + in Planung)	km	4.787	2.333	1.271	5.520
Anteil der Streckenkilometer in Betrieb an den gesamten Streckenkilometern	%	39	55	59	29
gewichteter durchschnittlicher Halteabstand <sup>1)</sup>	km	332	110	271	225
durchschnittliche Geschwindigkeit <sup>2)</sup>	km/h	181	157	162	205
Hochgeschwindigkeitsstrecke je 1.000 EW	km/ 1.000 EW	0,03	0,016	0,012	0,034
Hochgeschwindigkeitsstrecke je 100 km <sup>2</sup> Landesfläche	km/ 100 km <sup>2</sup>	0,3	0,4	0,2	0,3
durchschnittliche Kosten pro km Hochgeschwindigkeitsstrecke	Mill. €/km	13,4	18,7	16,8	9,3
Σ Zeitersparnis <sup>3)</sup>	hh:mm	07:12	06:13	04:23	19:08
durchschnittliche Zeitersparnis/100 km	min/ 100 km	30	35	28	45
durchschnittliche Zeitersparnis	%	52	47,2	45	60
maximale Zeitersparnis	%	57	56	58	68
minimale Zeitersparnis	%	46	39	36	51

<sup>1)</sup> Für die Berechnung des durchschnittlichen Halteabstandes wurden alle verkehrenden Züge mit allen Verkehrshalten pro Strecke und Tag dem Fahrplan entnommen und daraus ein durchschnittlicher Halteabstand berechnet. Gewichtet wurde dieser Wert im Anschluss mit der Anzahl der an diesem Tag verkehrenden Züge.

<sup>2)</sup> Durchschnitt über alle Betriebsgeschwindigkeiten je Land, berechnet aus den Streckenkilometern und der schnellsten Fahrzeit je Strecke.

<sup>3)</sup> Summe der ersparten Minuten auf allen Hochgeschwindigkeitsstrecken in einem Land.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Zum Entwicklungsstatus ist zu sagen, dass Deutschland die Hälfte seines HGV-Netzes realisiert hat, wobei es sich bei den letzten 50% vermutlich um zahlreiche Ausbaustrecken handeln wird. Außerdem ist fraglich, inwieweit Deutschland in Anbetracht der massiven Kritik und der ausbleibenden Erfolge an seinen Investitionen in Neubaustrecken festhalten wird. Spanien hat sein gewünschtes Netz erst zu knapp 30% erreicht, wobei hier wiederum angemerkt werden muss, dass die Ziele sehr hoch gesteckt sind und die EU Förderungen auslaufen, wovon Spanien beim Ausbau seines Netzes in hohem Maße profitieren konnte. Es wird sich in den nächsten Jahren zeigen, ob die finanziellen Mittel ausreichen, um das Ziel, Europas längstes Hochgeschwindigkeitsnetz zu haben, zu erreichen.

Die fehlenden Strecken befinden sich nur noch zum Teil komplett innerhalb des Landes, vielmehr wird bereits an der internationalen Verbindung der Netze gearbeitet und geplant. Es ist zu hoffen, dass die europaweiten Regelungen durch die Ausweitung des grenzüberschreitenden Verkehrs greifen und dass auf diesem Wege die noch immer fehlende Interoperabilität beseitigt werden kann.

Eine große Veränderung und einen weiteren Aufschwung wird die Liberalisierung des Personenschienenverkehrs, welche grundsätzlich für Jänner 2010 geplant ist, mit sich bringen.

Die Liberalisierung<sup>177</sup> des Personenschienenverkehrs und die dadurch entstehende Konkurrenz zwischen den bisher national operierenden Bahngesellschaften soll der Entwicklung des Schienenverkehrs, vor allem auf internationaler Ebene Schwung geben. Eine Stärkung dieses Verkehrsmittels ist essentiell, wenn man die Kapazitätsengpässe und die daraus resultierenden externen Kosten des Straßen- und Flugverkehrs bedenkt. Ab 2010 haben alle Bahnunternehmen das Recht auf Nutzung der bestehenden Schieneninfrastruktur inkl. der Bahnhöfe für internationale Verbindungen.

Mögliche Akteure, welche auf dem Markt ihre Dienste in Zukunft anbieten wollen, sind folgende:

- NTV – Nuovo Trasporto Viaggiatori ist ein italienischer Betreiber, wobei SNCF mit 20% beteiligt ist. Mit dem Betrieb soll 2011 auf den wichtigsten italienischen Verbindungen begonnen werden.
- Die Fluggesellschaft Air France – KLM und der private Betreiber Veolia planen auf bestimmten Verbindungen in direkte Konkurrenz mit SNCF, Thalys und Eurostar zu treten. Dabei handelt es sich vorwiegend um Verbindungen von und zu den Flughäfen Paris und Amsterdam.

Die Arbeit kann als Einführung in den schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehr gesehen werden, da unter anderem auch auf die Merkmale und die notwendigen Bedingungen für den Betrieb des Systems eingegangen wird. Außerdem wird der Status quo und die zukünftige Entwicklung in relevanten europäischen Ländern beschrieben und verglichen. Das Ziel der Arbeit, einen Vergleich unterschiedlicher Herangehensweisen an die Entwicklung eines Hochgeschwindigkeitsnetzes anzustellen, wurde demnach erfüllt, wobei sich der Anspruch an die Arbeit hinsichtlich des Untersuchungsraumes und hinsichtlich der Untersuchungstiefe wesentlich geändert hat. Das sind auch jene zwei Punkte, wo eine zusätzliche Forschung den Wert der Arbeit steigern würde.

Betreffend die Untersuchungstiefe wurde der Anspruch an die Arbeit im Bereich der Auswirkungen sowohl auf den Modal Split als auch auf die Raumstruktur nicht vollständig erfüllt. Bei ersterem wäre der Aufwand genaue Daten je Strecke zu erheben zu hoch gewesen, wenn man bedenkt, dass die Beispiele des Modal Splits auf bestimmten Korridoren ausreichen, um die Bedeutung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs für den Gewinn von Marktanteilen zu verdeutlichen. Hinsichtlich der Raumstruktur lassen sich in der Literatur zwar theoretische Modelle finden, Untersuchungen über die

---

<sup>177</sup> vgl. Europäische Kommission – GD Energie und Verkehr (2009), S. 35 ff.

tatsächlichen Effekte in den betreffenden Städten und Regionen sind allerdings rar. Um den Anspruch in diesem Bereich dennoch zumindest teilweise zu erfüllen wurde versucht jedes theoretische Modell mit Beispielen aus den betrachteten Ländern zu belegen.

Was den Untersuchungsrahmen angeht wurde dieser in einer Art und Weise gesteckt, dass auf der einen Seite zwar die unterschiedlichen Netzkonzeptionen und auch die ersten Schritte hin zu grenzüberschreitenden Verbindungen aufgezeigt werden können, dass auf der anderen Seite aber die Übersichtlichkeit der Arbeit nicht verloren geht.

Erweitert werden könnte die Arbeit dahingehend, dass zusätzliche Länder betrachtet werden, wobei sich diese bestenfalls erst in der Planungsphase ihrer Hochgeschwindigkeitsnetze befinden sollten, um herausfiltern zu können, ob andere Hochgeschwindigkeitsnetze bei der Planung als Referenz dienen und welche Komponenten anderer Netze in weiteren Ländern zum Einsatz kommen, da sie sich als besonders gut erwiesen haben.

Adressat dieser Arbeit sind selbstverständlich all jene, die sich für den schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehr interessieren und vor allem für unterschiedliche Konzepte und deren Wirkungen interessieren. Außerdem sind die Kritiker des Hochgeschwindigkeitsverkehrs, die es ebenfalls gibt, angesprochen, da in dieser Arbeit vorwiegend die positiven Effekte dargestellt sind, die überall erzielt werden können, wenn man es versteht, den Hochgeschwindigkeitsverkehr für die Entwicklung seiner Region zu nutzen.

## 8. Zusammenfassung

---

Thema dieser Arbeit ist die Netzgestaltung und die Auswirkungen des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs in bestimmten europäischen Staaten, wobei nur jener Bereich mit Geschwindigkeiten über 250 km/h berücksichtigt wird. Die Impulse für die Entwicklung dieses Verkehrssystems kamen aus Japan, wobei es knapp 20 Jahre dauerte bis sie ebenfalls in Europa einsetzte. Der ausschlaggebende Grund für den Neubau bzw. Ausbau der ersten Strecken war die Beseitigung von Kapazitätsengpässen im Personen- und Güterverkehr. Erwartet wurden von der Modernisierung des Eisenbahnnetzes einerseits eine Entlastung der Straßen- und Flughafeninfrastruktur und andererseits eine wettbewerbsfähige Alternative zu den umweltbelastenden Verkehrsmittel PKW und Flugzeug.

Im Vergleich der Konkurrenzsysteme Eisenbahn, PKW und Flugzeug stellt sich heraus, dass die durch die Eisenbahn verursachten externen Kosten, bewirkt durch Flächenverbrauch, Energieverbrauch, Luftverschmutzung und Lärmbelastung, geringer sind als jene der konkurrierenden Verkehrsmittel, welche im Modal Split dominanter Positionen einnehmen. In der Vergangenheit flossen die Investitionskosten zu einem großen Teil in den Straßen- und Flugverkehr zuungunsten des Schienenverkehrs, welcher in der Beförderung von Personen eine immer marginalere Rolle spielt. Eine genauere Betrachtung der Verlagerungsmöglichkeiten zeigt allerdings, dass in einem Entfernungsbereich von 200 km bis 800 km der schienengebundene Hochgeschwindigkeitsverkehr das schnellste Verkehrsmittel ist und daher ein großes Potential in der Gewinnung von Fahrgästen steckt unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Fahrzeit das ausschlaggebendste Kriterium für die Verkehrsmittelwahl ist. Die Siedlungsstruktur in Europa begünstigt die Entwicklung zusätzlich, da sich viele große „Städte-Paare“ in eben genannter Entfernung befinden.

Vom technischen Standpunkt her sind große Investitionen notwendig, da spezielle Gleisanlagen, spezielles Rollmaterial und spezielle Signalisierungssysteme notwendig sind. Erschwert wird der Ausbau des grenzüberschreitenden Verkehrs noch durch die fehlende Interoperabilität der bestehenden nationalen Schienennetze, die sich hinsichtlich der Stromsysteme, Zugbeeinflussungssysteme sowie Spurweiten voneinander unterscheiden. Unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte ist aufgrund der hohen Investitionskosten und der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme eine einseitige Orientierung auf Neubaustrecken nicht immer zielführend. Abgestimmt auf das Verkehrsaufkommen und sonstiger relevanter Rahmenbedingungen muss entschieden werden, ob in eine Neubaustrecke oder in den Ausbau einer bestehenden Strecke investiert wird. Die Rentabilität eines Netzes hängt außerdem davon ab, ob Mischbetrieb oder artreiner Verkehr vorgesehen ist, wo Verkehrshalte eingeplant sind und wie das hochrangige Netz in das bestehende öffentliche Verkehrsnetz integriert

wird. Aus all diesen Rahmenbedingungen ergibt sich dann in Folge die jeweilige optimale Betriebsgeschwindigkeit. Der schienengebundene Hochgeschwindigkeitsverkehr nimmt auch in der europäischen Verkehrspolitik einen immer höheren Stellenwert ein. Grundsätzlich setzt sich die EU zwei Ziele, um der steigenden Umweltbelastung Herr zu werden. Einerseits soll ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Verkehrsträgern hergestellt und andererseits sollen Engpässe im Schienennetz beseitigt werden. Ambitionierte Maßnahmen zur Erreichung dieser und weiterer Ziele setzt sich die EU in diversen, für die Verkehrspolitik relevanten Weiß- und Grünbüchern. Eine wichtige Grundlage für die Umsetzung und Finanzierung von Projekten sind die Transeuropäischen Netze, wobei finanzielle Mittel auch von Seiten der Territorialen Kohäsionspolitik – Kohäsionsfonds und Europäischer Fonds für regionale Entwicklung – zur Verfügung stehen.

Die gesetzliche Grundlage für den Aufbau des Netzes und die Herstellung der Interoperabilität bildet die Richtlinie 96/48/EG über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, welche mittlerweile schon zweimal abgeändert wurde, in ihren Grundzügen jedoch gleich geblieben ist. Auf der Grundlage dieser Richtlinien müssen für diverse Teilsysteme technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) erstellt werden. Ein erfolgreiches Großprojekt der EU zur Verbesserung der Interoperabilität hinsichtlich der Zugsicherung-/Zugsteuerungs- und Signalgebungssysteme ist das Ergebnis einer solchen TSI, genauer gesagt der TSI für das Teilsystem „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“. Das Europäische Eisenbahnverkehrsleitsystem (ERTMS) wird bei vollem Einsatz Vorteile in Hinblick auf Sicherheit, Leistungsfähigkeit, Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit mit sich bringen. Die neuesten Hochgeschwindigkeitsstrecken und –züge sind bereits mit diesem System ausgestattet.

Um schlussendlich einen länderweisen Vergleich zu ermöglichen, werden die Entwicklung und der Status quo in den europäischen Ländern Frankreich, Deutschland, Italien und Spanien anhand verschiedener Punkte dargestellt. Frankreich war das Land, welches 1981 die erste europäische Hochgeschwindigkeitsstrecke eröffnete. Erst zehn Jahre später kamen Deutschland (1991), Italien (1992 wurde die erste Strecke komplett fertiggestellt) und Spanien (1992) hinzu. Die Netze der Länder zeichnen sich durch unterschiedliche Eigenschaften aus. In Frankreich wurde in viele Neubaustrecken investiert, welche alle von Paris ausgehen. Hinsichtlich der Bevölkerungsstruktur und der Topografie hat Frankreich den Vorteil, dass die Staatsfläche locker besiedelt und durch große Ebenen – mit Ausnahme des Südwestens – gekennzeichnet ist. Die Hochgeschwindigkeitsstrecken werden ausschließlich für den Personenverkehr benutzt und der französische Hochgeschwindigkeitszug kann über das Neubaunetz hinaus in das alte Netz fahren und somit zusätzliche Bahnhöfe bedienen. Die Bahnhöfe befinden sich in Frankreich zu einem großen Teil außerhalb der Städte und die Züge halten mit Ausnahme der Bahnhöfe in Großstädten nicht jedes Mal. In Deutschland wird ein komplett anderes Konzept verfolgt. Aufgrund der dichten Siedlungsstruktur und der großen Zahl an bevölkerungsstarken Städten weist das deutsche Netz keine sternförmige Struktur auf. Vielmehr

besteht es aus zahlreichen Teilstücken, welche neugebaut oder ausgebaut wurden. Nur in Ausnahmefällen wurden die Bahnhöfe neugebaut, was dazu führt, dass in den schon bestehenden Bahnhöfen die Geschwindigkeit stark reduziert werden muss. Hinzu kommt, dass das deutsche Netz für den Mischverkehr, bis auf die Strecke Köln – Rhein/Main, ausgelegt ist. Diese Tatsache führt aufgrund der höheren Ansprüche an die Infrastruktur (höhere Belastbarkeit, größere Kurvenradien, geringere Steigungen,...) zu wesentlich höheren Baukosten, welche durch das gebirgige Gelände Deutschlands noch zusätzlich gesteigert werden. In Summe hat Deutschland das langsamste und teuerste Hochgeschwindigkeitsnetz in Europa. Italien ist ein spezieller Fall, wo die Neubaustrecken auf den großen Achsen zwischen Neapel und Mailand, sowie zukünftig zwischen Turin und Triest parallel zu bestehenden Eisenbahntrassen gebaut wurden. Das hat den Vorteil, dass sich erstens die Kapazität der Schiene verdoppelt hat und zweitens ist die Leistungsfähigkeit dieses Netzes sehr hoch, da aufgrund der zahlreichen Überschneidungen alle Züge auf allen Strecken (sowohl Neubaustrecken, als auch schon bestehende) fahren können. Die Bahnhöfe wurden im Zuge dieser Umbauarbeiten ebenfalls alle erneuert was die Leistungsfähigkeit des Netzes zusätzlich erhöht. Außerhalb der Großstädte halten die Hochgeschwindigkeitszüge allerdings nicht. Das spanische Netz ist dem französischen sehr ähnlich, da sich auch die Bevölkerungsverteilung und Topografie ähnlich sind. Der einzige Unterschied zwischen den Ländern besteht in der Kompatibilität mit dem bestehenden Netz. In diesem Fall hat Spanien den Nachteil, dass das bestehende Netz in iberischer Spurweite, welche breiter als die übliche Spurweite ist, ausgeführt ist. Da das spanische Netz wie auch das Rollmaterial neuer als in Frankreich ist, wird auf dem Netz mit höherer Geschwindigkeit gefahren, was dazu führt, dass Spanien das schnellste Hochgeschwindigkeitsnetz in Europa hat.

Im Rahmen dieser Arbeit werden in einem abschließenden Kapitel zwei wesentlichen Auswirkungen des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs erläutert. Zum einen die Veränderungen der Erreichbarkeitsverhältnisse, welche sich in Folge positiv auf den Anteil der Schiene am gesamten Personenverkehrsaufkommen auswirken und im besten Fall dazu führen, dass der Flugverkehr zur Gänze eingestellt wird. Betreffend die Auswirkungen auf die Raumstruktur kann der Hochgeschwindigkeitsverkehr jedenfalls als Impuls für die Entwicklung einer Region gesehen werden, wenn das endogene Potential richtig eingesetzt und vermarktet wird. Wenn dies nicht der Fall ist kann die Region im schlimmsten Fall zur Schlafstadt degradieren, da die wirtschaftlichen Aktivitäten in die nächstgrößere Stadt abwandern und sich viele PendlerInnen aufgrund der verbesserten Erreichbarkeitsverhältnisse zusätzlich in der Region und vor allem um den Bahnhof ansiedeln.

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anteil des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs an der gesamten schienengebundenen Personenverkehrsleistung im europäischen Vergleich [in % Pkm] .....	9
Abbildung 2: Modal Split im Personenverkehr in den EU-27 [in %; auf Basis von 1.000 Mio. Pkm im Jahr 2007] .....	11
Abbildung 3: CO <sub>2</sub> -Emissionen im Personenverkehr nach Verkehrsmittel [g/Pkm].....	12
Abbildung 4: Vergleich des Flächenverbrauchs einer Hochgeschwindigkeitsstrecke und einer Autobahn.....	14
Abbildung 5: Vergleich der Flächeninanspruchnahme zwischen Autobahn und ICE Neubaustrecke.....	15
Abbildung 6: Energieeffizienz verschiedener Verkehrsmittel im Vergleich [Personenkilometer/ Energieeinheit] .....	16
Abbildung 7: Bandbreite der CO <sub>2</sub> -Emissionen je Verkehrsmittel [in gC/Pkm].....	17
Abbildung 8: Von UIC genannte externe Kosten je Verkehrsmittel und aufgeteilt nach unterschiedlichen Kostenkomponenten [in €/1.000 Pkm].....	20
Abbildung 9: Wettbewerbsfähigkeit des Hochgeschwindigkeitsverkehrs .....	21
Abbildung 10: Zugfahrkosten in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit .....	33
Abbildung 11: Zugsicherungssysteme in Europa.....	44
Abbildung 12: Bestehendes Hochgeschwindigkeitsnetz mit der Verteilung der Bevölkerung (Stand: 2000) im Hintergrund .....	59
Abbildung 13: Europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz (Stand: 02.2008; Prognose für 2025) .....	60
Abbildung 14: Verhältnis der Hochgeschwindigkeitszüge zu den Hochgeschwindigkeitsstrecken (Züge/ 100 km HG-Strecke) .....	66
Abbildung 15: Hochgeschwindigkeitsnetz in Frankreich mit Differenzierung der Strecken (Stand: 2007).....	71
Abbildung 16: Streckennetz der Deutschen Bahn für den Hochgeschwindigkeitsverkehr (Stand: 2008) .....	73
Abbildung 17: Das italienische Hochgeschwindigkeitsnetz .....	75
Abbildung 18: Spanisches Hochgeschwindigkeitsnetz (Stand: 2008) .....	77
Abbildung 19: Fahrzeitverkürzung entsprechend der Geschwindigkeitsanhebung .....	78
Abbildung 20: Alle Eurostar-Reiseziele .....	86
Abbildung 21: Alle Thalys-Reiseziele .....	87
Abbildung 22: Eisenbahnverbindung zwischen Lyon und Turin.....	89
Abbildung 23: Streckennetz des Railteams.....	90
Abbildung 24: Bahnhöfe außerhalb und innerhalb von französischen Städten (Stand: 2007) .....	93

Abbildung 25: Vergleich der räumlichen und zeitlichen Distanz am Beispiel Frankreichs und der TGV-Fahrten .....	95
Abbildung 26: Personenverkehrsleistung des Hochgeschwindigkeitsverkehrs in europäischen Staaten mit schienengebundenem Hochgeschwindigkeitsverkehr .....	97
Abbildung 27: Personenbeförderung nach Verkehrsmittel in % für die untersuchten Staaten .....	98
Abbildung 28: Vergleich des Modal Split vor und nach Inbetriebnahme der Hochgeschwindigkeitsstrecke für ausgewählte Destinationen [eine Säule entspricht 100%] .....	99
Abbildung 29: Modal Split – Anteil des Hochgeschwindigkeitsverkehr auf ausgewählten Relationen ohne und mit Erweiterung des schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsnetzes (100% entsprechen vermutlich der Summe aus Straße, Schiene und Flugzeug) .....	100
Abbildung 30: Potenzielle Siedlungsstruktureffekte durch schienengebundenen Hochgeschwindigkeits-verkehr .....	103
Abbildung 31: Mögliche Überlagerung zentralörtlicher Funktionsbereiche durch HGV-Strecken .....	105

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lärmgrenzwerte für Hochgeschwindigkeitsschienenfahrzeuge .....	18
Tabelle 2: Entfernung zwischen europäischen Städten auf internationalen Eisenbahnstrecken .....	24
Tabelle 3: Technische Parameter für Hochgeschwindigkeitsstrecken laut Angaben der UIC .....	27
Tabelle 4: Energieverbrauch bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten .....	35
Tabelle 5: Statistische Daten der ausgewählten Länder .....	56
Tabelle 6: Vergleich der Ausdehnung des Hochgeschwindigkeitsnetzes in den einzelnen Staaten .....	61
Tabelle 7: Vergleichswerte zur Verdeutlichung der Unterschiede zwischen den Ländern .....	65
Tabelle 8: Vergleich der Zeitersparnis durch Hochgeschwindigkeitsstrecken zwischen den betrachteten Länder .....	80
Tabelle 9: Vergleich der Kosten für eine Fahrt im Hochgeschwindigkeitszug und falls vorhanden im konventionellen Zug [Normaltarif] .....	83
Tabelle 10: Vergleichskriterien im Überblick .....	110

## Quellenverzeichnis

---

- Anderson, S. (1998), Betriebliche und verkehrliche Anforderungen an spurgeführte Hochgeschwindigkeitssysteme, Eisenbahn-Revue, Heft 11, S. 466 – 482.
- Anderson, S. (2002), Quo vadis, Hochgeschwindigkeitsverkehr in Deutschland?, Eisenbahn-Revue International, Heft 11, S. 525 – 535.
- Anderson, S. (2006), Verknüpfung der TGV-Est-Strecke mit Deutschland : Länder- vor Bundesinteresse?, Eisenbahn-Revue International, Heft 11, S. 576 – 579.
- Barrón de Angoiti, Iñaki (2008), Concepción y desarrollo de proyectos de alta velocidad, [http://www.revistaferroviaria.com.br/nt2008/palestras/04112008/Inacio\\_Barron/20081104\\_Barron.pdf](http://www.revistaferroviaria.com.br/nt2008/palestras/04112008/Inacio_Barron/20081104_Barron.pdf) (14.09.2009).
- Billardon, A. (1991): TGV et aménagement du territoire. Un enjeu majeur pour le développement local, Paris.
- Breimeier, R. (1993), Wirtschaftliche Aspekte des Schienenschnellverkehrs, Die Deutsche Bahn, Heft 3, S. 241 – 246.
- Buffier, D. (2004), La SNCF va renoncer aux « gares betteraves » pour les futurs TGV, Le Monde, <http://tchoukchouk.eu.org/presse/470.html> (30.09.2009).
- Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen (2003), Bundesverkehrswegeplan 2003, [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_15944/Bundesverkehrswege-plan-2003-Beschluss-der-Bundesregierung-vom-02.-Juli-2003.pdf](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_15944/Bundesverkehrswege-plan-2003-Beschluss-der-Bundesregierung-vom-02.-Juli-2003.pdf) (30.08.2009).
- Campos, J. et al. (2006), Some stylized facts about high speed rail around the world: an empirical approach, <http://www.eco.uc3m.es/temp/agenda/mad2006/papers/14.%20Campos,%20Javier.pdf> (10.08.2009).
- CIADT (2003), La politique de transport, S. 11 – 16, <http://www.diact.gouv.fr/IMG/File/CIADT181203DossierPresse.pdf> (29.11.2009).
- Comite pour la liaison transalpine Lyon-Turin (2007), LA LIAISON FERROVIAIRE TRANSALPINE LYON-TURIN-BUDAPEST, <http://www.transalpine.com/docs/Fiche-Lyon-Turin-12novbre2007.pdf> (08.11.2009).
- Comité pour la liaison transalpine Lyon-Turin (2009), Liaison ferroviaire Lyon-Turin Itinéraires voyageurs et fret horizon 2030, <http://www.transalpine.com/images/atlas/LF57.pdf> (08.11.2009).
- DB – Deutsche Bahn (2009), <http://www.bahn.de/p/view/bahncard/bahncard.shtml#1> (19.09.2009).
- DB – Deutsche Bahn, BahnCard (2009), <http://www.bahn.de/p/view/bahncard/bahncard.shtml#1> (10.10.2009).
- Eck, F. (2002), ICE-Bahnhöfe als Wirtschaftsfaktor: Neue Haltepunkte auf dem Prüfstand, Internationales Verkehrswesen, Bd. 54, Heft 10, S. 490 – 491.

Ellwanger, G., Walrave, M. (1995), Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa, Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 10, S. 678 – 684.

Ellwanger, G., Wilckens, M. (1993), Hochgeschwindigkeitsverkehr gewinnt an Fahrt, Internationales Verkehrswesen 45, Heft 5, S. 284 – 290.

Elterlein, E. (2009), Die Bahn nimmt Fahrt auf in Europa, Welt Online,  
[http://www.welt.de/wams\\_print/article3045984/Die-Bahn-nimmt-Fahrt-auf-in-Europa.html](http://www.welt.de/wams_print/article3045984/Die-Bahn-nimmt-Fahrt-auf-in-Europa.html) (10.11.2009).

Empfehlung der Kommission vom 21. März 2001 zu den Parametern für das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem gemäß Artikel 5 Absatz 3 Buchstabe b) der Richtlinie 96/48/EG.

Entscheidung 1692/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 1996 über gemeinschaftliche Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes, ABl. L 228 vom 9.9.1996.

Entscheidung 2002/731/EG der Kommission vom 30. Mai 2002 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems "Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung" des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG, ABl. L 155 vom 30.4.2004.

Entscheidung 2002/735/EG der Kommission vom 30. Mai 2002 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG, ABl. L 245 vom 12.9.2002.

Europäische Kommission (2001), Weißbuch – Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft.

Europäische Kommission (2008), Grünbuch zum territorialen Zusammenhalt - Territoriale Vielfalt als Stärke.

Europäische Kommission (2009), Grünbuch der Kommission der Europäischen Gemeinschaften TEN-V: Überprüfung der Politik - ein besser integriertes transeuropäisches Verkehrsnetz im Dienst der gemeinsamen Verkehrspolitik.

Europäische Kommission – Eurostat (2007),  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=de&pcode=tsdtr210&plugin=1>  
(06.08.2009).

Europäische Kommission – Eurostat (2009), Statistical books, Panorama of Transport,  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-DA-09-001/EN/KS-DA-09-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DA-09-001/EN/KS-DA-09-001-EN.PDF)  
(21.08.2009).

Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2004), Das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsbahnsystem, Leitfaden zur Anwendung der TSI für das Hochgeschwindigkeitsbahnsystem gemäß Richtlinie 96/48/EG des Rates.

Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2006) a, Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament, Für ein mobiles Europa – Nachhaltige Mobilität für unseren Kontinent, Halbzeitbilanz zum Verkehrsweißbuch der Europäischen Kommission von 2001, KOM(2006) 314.

Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2006) b, ERTMS – Für einen flüssigen und sicheren Eisenbahnverkehr,  
[http://www.eba.bund.de/cln\\_007/nn\\_204728/SharedDocs/Publikationen/DE/Infothek/Europa/ERTMS/ERTMS.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/ERTMS.pdf](http://www.eba.bund.de/cln_007/nn_204728/SharedDocs/Publikationen/DE/Infothek/Europa/ERTMS/ERTMS.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/ERTMS.pdf) (02.08.2009).

Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), European High Speed Rail – an easy way to connect, [http://ec.europa.eu/transport/wcm/infrastructure/studies/2009\\_03\\_06\\_eu\\_high\\_speed\\_rail.pdf](http://ec.europa.eu/transport/wcm/infrastructure/studies/2009_03_06_eu_high_speed_rail.pdf) (18.03.2009).

Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), Statistical Pocketbook, EU energy and transport in figures, [http://ec.europa.eu/transport/publications/statistics/statistics\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/publications/statistics/statistics_en.htm) (10.09.2009).

Europäische Kommission, Regionalpolitik, Der Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) (2008), [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/funds/feder/index\\_de.htm#Convergence](http://ec.europa.eu/regional_policy/funds/feder/index_de.htm#Convergence) (19.10.2009).

Europäische Kommission, Regionalpolitik, Der Kohäsionsfonds (2008), [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/funds/procf/cf\\_de.htm](http://ec.europa.eu/regional_policy/funds/procf/cf_de.htm) (19.10.2009).

European Environment Agency (2009), <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/term28-modelled-specific-emissions-of-co-per-passenger-km-or-tonne-km-and-per-mode-of-transport-2> (23.11.2009).

European Railway Agency (2009), <http://www.era.europa.eu/Pages/default.aspx> (21.07.2009).

Eurostar – Railteam, <http://www.railteam.de/uber-uns/unsere-allianz/high-speed-dienste/eurostar.php> (08.11.2009).

flickr – fotosharing, [http://www.flickr.com/photos/beuel\\_sued/2077549247](http://www.flickr.com/photos/beuel_sued/2077549247) (25.11.2009).

GEB, UIC, UNIFE (2002), Les trains à grande vitesse dans le monde, [http://www.cer.be/force-download.php?file=/media/publications/Br\\_01\\_10\\_2002\\_FRa.pdf](http://www.cer.be/force-download.php?file=/media/publications/Br_01_10_2002_FRa.pdf) (10.08.2009).

Gérard, M. (1998), Europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz – Ergebnisse und Perspektiven, Eisenbahntechnische Rundschau, H. 8/9, S. 483 – 490.

Giffel, N., Steinke, K. (1998), Der schienengebundene Hochgeschwindigkeitsverkehr als Entwicklungsimpuls für das Bahnhofsumfeld, Integration von Siedlung und Verkehr, Rhein-Mainische Forschungen, H. 115, S. 97-160.

G.I.R. Maralpin – Groupe Interdisciplinaire de Réflexion (2001), LE PLAN NATIONAL ITALIEN DES TRANSPORTS, <http://www.gir-maralpin.org/bulletins/25/E3.pdf> (19.08.2009).

- Hansen, I. (1997), Linienführung von Hochgeschwindigkeitseisenbahnstrecken – Neubau oder Bündelung?, Internationales Verkehrswesen, Band 49, Heft 10, S. 504 – 510.
- Hein, R. (2009), „Gravierende Vorteile“ bei einem Halt in Tann, Frankfurter Allgemeine, <http://www.faz.net/s/Rub8D05117E1AC946F5BB438374CCC294CC/Doc~E4579E5E1DC644F8FA2AAF67299EEF022~ATpl~Ecommon~Scontent.html> (01.11.2009).
- Henckel, D. (1997), Geschwindigkeit und Stadt – die Folgen der Beschleunigung für die Städte. Entscheidungsfelder städtischer Zukunft. (Schriften des Difu, Bd. 90), Stuttgart, Berlin, Köln, S. 257-296.
- Herrmann-Grabow, J. (1992), Wirtschaftliche Gestaltung von HGV-Systemen unter besonderer Berücksichtigung der Höchstgeschwindigkeit, Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 7-8, S. 493 – 498.
- Hochrangige Gruppe „Europäisches Hochgeschwindigkeitsbahnnetz“ (1995), Bedeutung der Hochgeschwindigkeit im europäischen Verkehrssystem, S. 21 – 30.
- Hoffmann, K. G. (1983), Raumstrukturelle Aspekte des Schienenschnellverkehrs im Ausland. Informationen zur Raumentwicklung, H. 4, S. 253-264.
- Hollbach-Grömig, B. (1995), Verkehrszentralität. Dokumentation eines Workshops im Rahmen des Projekts „Entscheidungsfelder städtischer Zukunft“ am 8. und 9. Dezember 1994 in Stuttgart, (Difu-Materialien 6/95), Berlin.
- Huart, Y. (1994), Les effets des TGV sur l'aménagement du territoire, Notes de Synthèse de l'OEST n° 83, [http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/documents/temis/NS/NS\\_083\\_6.pdf](http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/documents/temis/NS/NS_083_6.pdf) (20.02.2009).
- Hummel, P. (2009), Spaniens Bahnen holen auf, Neue Züricher Zeitung – 22.10.2009.
- Intraplan Consult GmbH (2003), Passenger Traffic Study 2010/ 2020 Conclusions, <http://ec.europa.eu/transport/rail/research/doc/uic-itp-fr.pdf> (10.08.2009).
- LITRA Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr, (2009), Les nouvelles lignes réalisées en Europe, [http://www.litra.ch/dcs/users/2/Nouvelles\\_lignes\\_de\\_grande\\_vitesse\\_en\\_Europe\\_2009.pdf](http://www.litra.ch/dcs/users/2/Nouvelles_lignes_de_grande_vitesse_en_Europe_2009.pdf) (10.08.2009).
- LYON TURIN FERROVIAIRE – LTF (2008), Nouvelle Liaison Ferroviaire Lyon Turin, <http://www.ltf-sas.com/upload/File/LTF%20-%20D%C3%A9pliant%204%20volets%20-%20F%20-%202008.pdf> (08.11.2009).
- Maraini, E. (2002), Die neue Eisenbahnverbindung Lyon – Turin, Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 10, S. 625 – 628.
- Messerschmidt, W. (1997), Schnelle Stars der Schiene – Der Hochgeschwindigkeitsreport, Stuttgart.
- Meyer-Eppler, T. (2006), Die schnellsten Züge der Welt, GeraMond Verlag, München.

- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer (2005), La conférence de presse de présentation du 14 octobre 2005, [http://www.equipement.gouv.fr/article.php3?id\\_article=1251](http://www.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=1251) (29.11.2009).
- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer (2007), Les projets de lignes nouvelles voyageurs en France, [http://www.transports.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/les\\_projets\\_de\\_lignes\\_nouvelles\\_voyageurs\\_en\\_France\\_cle679813.pdf](http://www.transports.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/les_projets_de_lignes_nouvelles_voyageurs_en_France_cle679813.pdf) (28.08.2009).
- Ministerio de Fomento (2004), Plan estratégico de infraestructuras y transporte, <http://peit.cedex.es/documentos/propuesta/peit2004.pdf> (19.08.2009).
- Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken, <http://wapedia.mobi/de/Schnellfahrstrecke> (10.09.2009).
- Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Deutschland, <http://wapedia.mobi/de/Schnellfahrstrecke> (10.09.2009).
- Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Frankreich, <http://wapedia.mobi/de/Schnellfahrstrecke?t=2.2>. (10.09.2009).
- Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Italien, <http://wapedia.mobi/de/Schnellfahrstrecke?t=2.12>. (10.09.2009).
- Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Spanien, <http://wapedia.mobi/de/Schnellfahrstrecke?t=3>. (10.09.2009).
- Mobile Enzyklopädie, Streckennetz in Italien, [http://pic.srv104.wapedia.mobi/thumb/edce14504/de/max/720/900/Italy\\_TAV.png?format=jpg,png,gif](http://pic.srv104.wapedia.mobi/thumb/edce14504/de/max/720/900/Italy_TAV.png?format=jpg,png,gif) (17.09.2009).
- Mobile Enzyklopädie, Streckennetz in Spanien, <http://wapedia.mobi/de/Schnellfahrstrecke?t=3>. (10.09.2009).
- Obrenovic, M. et al. (2006), Migration of the european train control system (ECTS) and the impacts on the international transport market, <http://www.etcproceedings.org/paper/migration-of-the-european-train-control-system-etc-and-the-impact-on-the-inte> (03.08.2009).
- Railteam, <http://www.railteam.de/uber-uns/> (08.11.2009).
- Railteam, Streckenkarte, <http://www.railteam.de/reiseinformation/netzplan> (08.11.2009).
- RENFE - Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (2009), <http://www.renfe.es/horarios/index.html> (19.09.2009).
- RENFE - Red Nacional de Ferrocarriles Españoles, Tarjeta Club AVE (2009), [http://www.renfe.es/ave/club\\_ave/index.html](http://www.renfe.es/ave/club_ave/index.html) (19.09.2009).

Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, ABl. L 235 vom 17.9.1996.

Schütz, E. (1996), Stadtentwicklung durch Hochgeschwindigkeitsverkehr, Konzeptionelle und methodische Ansätze zum Umgang mit den Raumwirkungen des schienengebundenen Personen-Hochgeschwindigkeitsverkehrs als Beitrag zur Lösung von Problemen der Stadtentwicklung, Kaiserslautern.

SNCF - Société Nationale des Chemins de fer français (2007), TGV Est européen: le meilleur de TGV, Dossier de Presse, <http://www.sterlingot.com/TGV/pdf/DP-TGVVEE.pdf> (20.02.2009).

SNCF - Société Nationale des Chemins de fer français (2009), <http://www.grandvoyageur-sncf.com/default.aspx> (19.09.2009).

SNCF - Société Nationale des Chemins de fer français, Grand Voyageur (2009), <http://www.grandvoyageur-sncf.com/> (10.10.2009).

Sprickmann Kerkernick, R. (2008), Eisenbahn-Revue International, Heft 6, S. 308 – 310.

Steer D. G. (2004), Commission for Integrated Transport, High Speed Rail: International Comparisons, <http://www.cfit.gov.uk/docs/2004/hsr/research/pdf/hsr.pdf> (24.08.2009).

Stiens, G. (1992), Großräume und Regionen unter dem Druck neuer Zeitregimes, Raumforschung und Raumordnung, H. 6, S. 295-302.

Thalys – Railteam, <http://www.railteam.de/uber-uns/unsere-allianz/high-speed-dienste/thalys> (08.11.2009).

TEN-T Executive Agency, Mission & Introduction, [http://tentea.ec.europa.eu/en/about\\_us/mission\\_\\_introduction/mission\\_\\_introduction.htm](http://tentea.ec.europa.eu/en/about_us/mission__introduction/mission__introduction.htm) (19.10.2009).

TGV Lyria – Eco Voyage, [http://www.tgv-lyria.com/main/FCK/File/site\\_fr/footer/eco\\_form.asp](http://www.tgv-lyria.com/main/FCK/File/site_fr/footer/eco_form.asp) (25.09.2009).

Trenitalia – gruppo ferrovie dello stato (2009), <http://www.trenitalia.com/cms/v/index.jsp?vnextoid=2872431047b9a110VgnVCM1000003f16f90aRCRD> (19.09.2009).

Trenitalia– gruppo ferrovie dello stato, Cartaviaggio (2009), <http://www.trenitalia.com/cms/v/index.jsp?vnextoid=2872431047b9a110VgnVCM1000003f16f90aRCRD> (19.09.2009).

UIC – International Union of Railways (2008), High speed rail - Fast track to sustainable mobility, <http://www.uic.org/spip.php?article608> (25.05.2009).

UIC – International Union of Railways (2009), High Speed lines in the world, [http://www.uic.org/IMG/pdf/1-4-2\\_20090614\\_a\\_HIGH\\_SPEED\\_LINES\\_IN\\_THE\\_WORLD.pdf](http://www.uic.org/IMG/pdf/1-4-2_20090614_a_HIGH_SPEED_LINES_IN_THE_WORLD.pdf) (01.10.2009).

- UIC – International Union of Railways (2009), High Speed lines in in the world maps, [http://www.uic.org/IMG/pdf/1-4-4\\_20090918\\_d\\_HIGH\\_SPEED\\_LINES\\_IN\\_THE\\_WORLD\\_MAPS.pdf](http://www.uic.org/IMG/pdf/1-4-4_20090918_d_HIGH_SPEED_LINES_IN_THE_WORLD_MAPS.pdf) (01.10.2009).
- UIC – International Union of Railways (2009), GSM-R Progress Map, <http://uic.asso.fr/spip.php?article430> (05.08.2009).
- UIC – International Union of Railways (2009), Vorstellung „Die UIC in 2009“, <http://www.uic.org/spip.php?article529&artpage=1-2> (18.10.2009).
- UNIFE – Union des Industries Ferroviaires Européennes (2008), Unife – History, <http://www.unife.org/page.asp?pid=2> (13.12.2009).
- Verordnung 881/2004/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 zur Errichtung einer Europäischen Eisenbahngentur (Agenturverordnung), ABl. L 164 vom 30.4.2004.
- Vieregg, M. (1996), Die Wirtschaftlichkeit muss steigen, Internationales Verkehrswesen, Heft 4, S. 25 – 28.
- Villes et régions européennes de la grande vitesse (2006), Cahiers de la grande vitesse, L'impact du TGV sur les collectivités locales/ La grande vitesse en Espagne, [http://www.eurocites-regions-tgv.org/pdf\\_pub/CDGV\\_n2.pdf](http://www.eurocites-regions-tgv.org/pdf_pub/CDGV_n2.pdf) (12.11.2009).
- Weigand, W. (1993), Angebotskonzepte der europäischen Bahnen, Eisenbahntechnische Rundschau, Heft 4, S. 229 – 235.
- Werske, A., (2009), Website über die schnellsten Züge der Welt, <http://www.superzuege.de/index.htm> (10.09.2009).
- Wikimedia, Europe population density, [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Europe\\_population\\_density\\_%28cropped%29.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/Europe_population_density_%28cropped%29.png) (23.11.2009).
- Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Alstom AGV, [http://de.wikipedia.org/wiki/Alstom\\_AGV](http://de.wikipedia.org/wiki/Alstom_AGV) (01.10.2009).
- Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Alta velocidad ferroviaria en España, [http://es.wikipedia.org/wiki/Alta\\_velocidad\\_feroviaria\\_en\\_Espana](http://es.wikipedia.org/wiki/Alta_velocidad_feroviaria_en_Espana) (28.08.2009).
- Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Deutsche Bahn, [http://de.wikipedia.org/wiki/Deutsche\\_Bahn](http://de.wikipedia.org/wiki/Deutsche_Bahn) (24.11.2009).
- Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Eurostar, <http://en.wikipedia.org/wiki/Eurostar> (08.10.2009).
- Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Ferrovia Bologna-Firenze (alta velocità), [http://it.wikipedia.org/wiki/Ferrovia\\_Bologna-Firenze\\_\(alta\\_velocità\)](http://it.wikipedia.org/wiki/Ferrovia_Bologna-Firenze_(alta_velocità)) (20.10.2009).
- Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Gemeinschaft der europäischen Bahnen, [http://de.wikipedia.org/wiki/Gemeinschaft\\_der\\_Europ%C3%A4ischen\\_Bahnen](http://de.wikipedia.org/wiki/Gemeinschaft_der_Europ%C3%A4ischen_Bahnen) (18.10.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Intercity-Express, <http://de.wikipedia.org/wiki/ICE> (28.08.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Bahnhof Kassel-Wilhelmshöhe,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Bahnhof\\_Kassel-Wilhelmsh%C3%B6he](http://de.wikipedia.org/wiki/Bahnhof_Kassel-Wilhelmsh%C3%B6he) (01.11.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Bahnhof Limburg-Süd,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Bahnhof\\_Limburg\\_S%C3%BCd](http://de.wikipedia.org/wiki/Bahnhof_Limburg_S%C3%BCd) (01.11.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Liste der Großstädte in Deutschland,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_Großstädte\\_in\\_Deutschland](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Großstädte_in_Deutschland) (09.10.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Liste der Städte in Italien,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_Städte\\_in\\_Italien](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Städte_in_Italien) (09.10.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Liste der Städte in Spanien,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_Städte\\_in\\_Spanien](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Städte_in_Spanien) (09.10.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Mont-Cenis-Basistunnel, <http://de.wikipedia.org/wiki/Mont-Cenis-Basistunnel> (08.11.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Neigetechnik, <http://de.wikipedia.org/wiki/Neigetechnik> (14.12.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, RENFE, <http://de.wikipedia.org/wiki/RENFE> (24.11.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Rete Ferroviaria Italiana,  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Rete\\_Ferroviaria\\_Italiana#  
Le\\_linee\\_ad\\_Alta\\_Velocit.C3.A0Alta\\_Capacit.C3.A0\\_28AV-AC.29](http://it.wikipedia.org/wiki/Rete_Ferroviaria_Italiana#Le_linee_ad_Alta_Velocit.C3.A0Alta_Capacit.C3.A0_28AV-AC.29) (28.08.2009).

Wikipedia - Die freie Enzyklopädie, Serie 104 de Renfe, [http://es.wikipedia.org/wiki/Serie\\_104\\_de\\_Renfe](http://es.wikipedia.org/wiki/Serie_104_de_Renfe)  
(10.10.2009).

Wikipedia - Die freie Enzyklopädie, Serie 120 de Renfe, [http://es.wikipedia.org/wiki/Serie\\_120\\_de\\_Renfe](http://es.wikipedia.org/wiki/Serie_120_de_Renfe)  
(10.10.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Siemens Velaro, <http://de.wikipedia.org/wiki/Velaro> (13.10.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Streckennetz Deutsche Bahn,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:ICE\\_Network.png](http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:ICE_Network.png) (27.03.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV, <http://fr.wikipedia.org/wiki/TGV> (28.08.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, TGV Generationen, <http://de.wikipedia.org/wiki/TGV#Generationen>  
(13.10.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Thalys, <http://de.wikipedia.org/wiki/Thalys> (08.11.2009).

Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, Treno ad Alta Velocità,

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Treno\\_ad\\_Alta\\_Velocita](http://fr.wikipedia.org/wiki/Treno_ad_Alta_Velocita) (28.08.2009).

Y Vasca: Nueva Red Ferroviaria Vasca, <http://www.euskalyvasca.com/es/home.html> (15.10.2009).

Zängl, W. (1993), ICE Die Geister-Bahn. Das Dilemma der Hochgeschwindigkeitszüge, 1. Aufl., Raben-Verlag, München.

- I. Zeitersparnis durch den Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken (> 250 km/h)
- II. Zugangebot auf Hochgeschwindigkeitsstrecken (> 250 km/h)
- III. Rollmaterial
- IV. Streckendarstellung
- V. Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien

I. Zeitersparnis durch den Bau von Hochgeschwindigkeitsstrecken ( $> 250$  km/h)

# Zeitersparnis durch den Bau der Hochgeschwindigkeitsstrecken (> 250 km/h)

Bestehendes Hochgeschwindigkeitsnetz

Zukünftiges Hochgeschwindigkeitsnetz

● Knoten mit Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz

● Zukünftige Knoten mit Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz

— Fahrzeit für nicht direkte Hochgeschwindigkeitslinien

— Zukünftige Fahrzeit für nicht direkte Hochgeschwindigkeitslinien

1 h 20 Fahrzeit nach Inbetriebnahme  
3 h 20 Fahrzeit vor Inbetriebnahme

Vergleich der Fahrzeiten auf bestehenden Strecken

1 h 20 Fahrzeit nach Inbetriebnahme  
3 h 20 Fahrzeit vor Inbetriebnahme

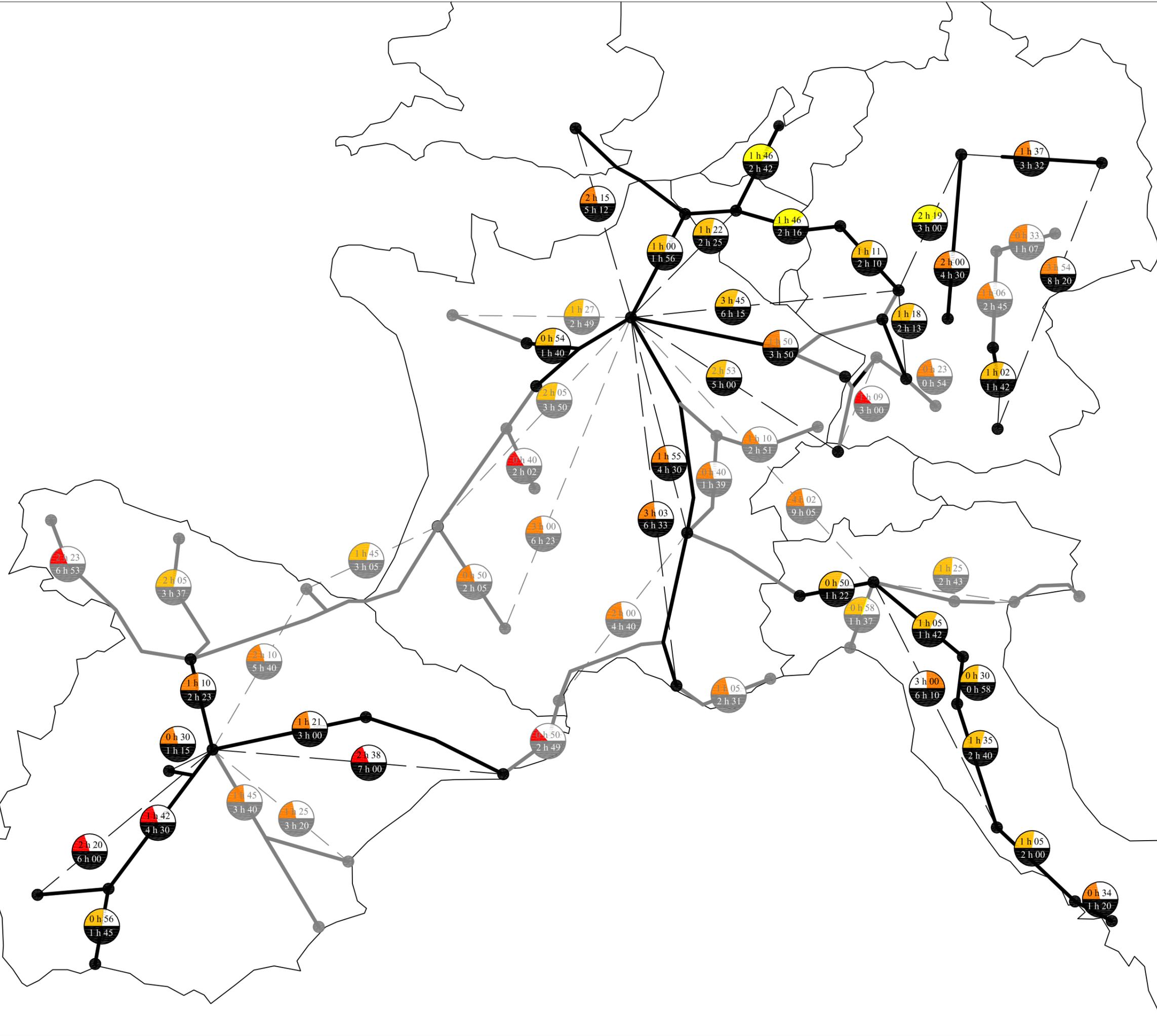
Vergleich der Fahrzeiten auf zukünftigen Strecken

Zeitersparnis von mehr als 60%

Zeitersparnis von 50-60%

Zeitersparnis von 40-50%

Zeitersparnis von weniger als 40%



II. Zugangebot auf Hochgeschwindigkeitsstrecken ( $> 250$  km/h)

# Zugangebot auf den Hochgeschwindigkeitsstrecken (> 250 km/h)

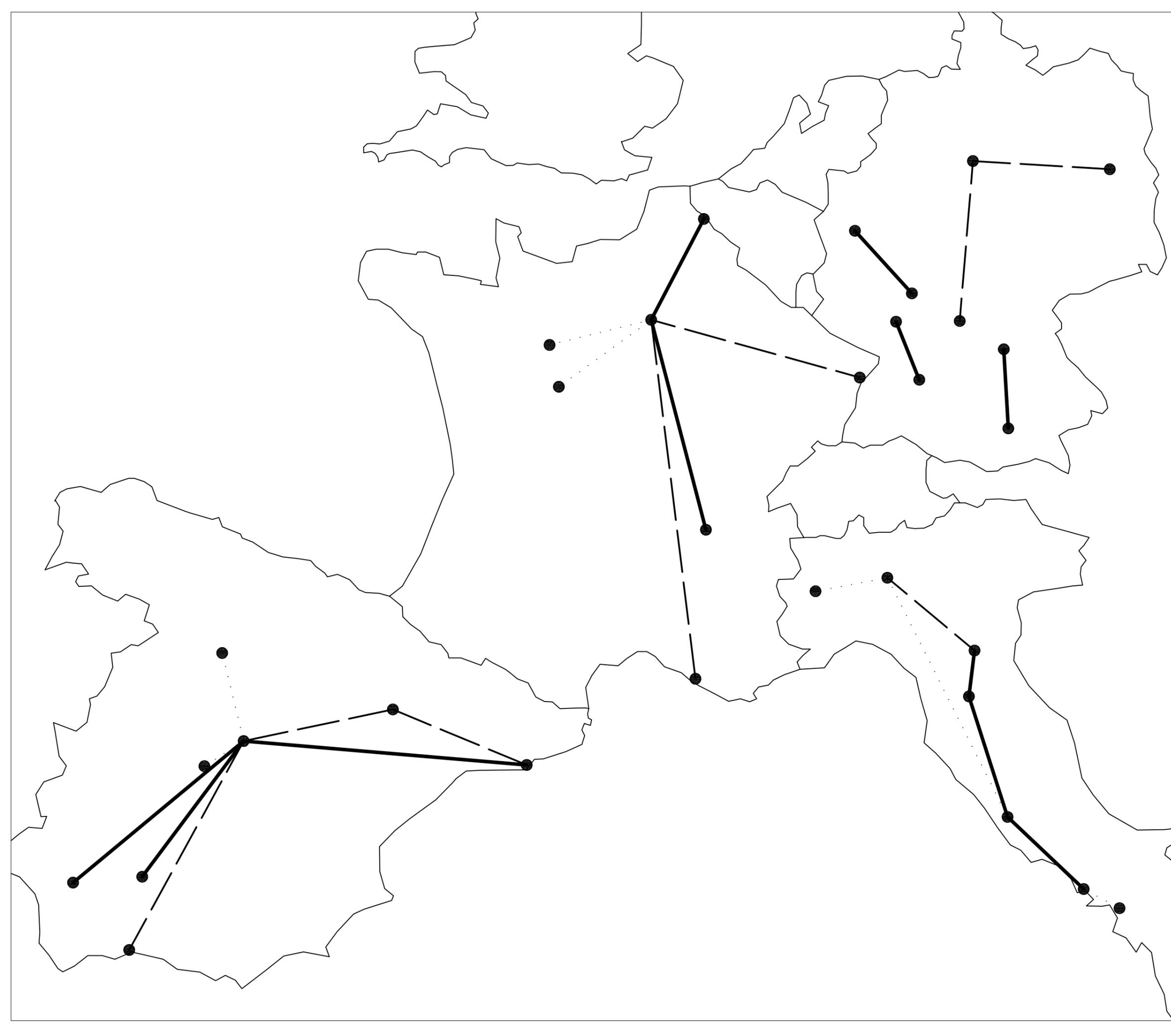
● Haltepunkte

Zugangebot

————  
öfter als 1x in der Stunde

- - - -  
1x mal in der Stunde

.....  
seltener als 1x in der Stunde



### III. Rollmaterial

## Rollmaterial - Deutschland 1/2

Typ	401 - ICE 1	402 - ICE 2	403 - ICE 3
Stromversorgung <sup>1)</sup>	15 kV 16 2/3 Hz	15 kV 16 2/3 Hz	15 kV 16 2/3 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	358	205,36	200
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	AFB, Indusi, LZB (Deutschland)	Indusi, LZB, SiFa (Deutschland)	LZB 80, Indusi PZB 90, SiFa (Deutschland)
Baujahr	1989 - 1993	1995-97	1997-2000
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	1991	1996	2000
Betriebsland	Deutschland, Schweiz	Deutschland	Deutschland
Anzahl an Zuggarnituren <sup>1)</sup>	60	44	1. Bauserie: 37 (8-teilig) 2. Bauserie: 8 (8-teilig)
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 TK, 12 (max. 14) Mittelwagen	1 TK, 6 Mittel-, 1 Steuerwagen	2 Endwagen, 6 Mittelwagen
Leergewicht <sup>1)</sup>	795 t	412 t	409 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	280 km/h	280 km/h	330 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	144 / 501 / 40	105 / 263 / 23	vor Umbau: 141 / 250 / 24 nach Umbau: 98 / 343 / -
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>	elektr. Nutzbremse, Scheibenbremse	elektr. Nutzbremse, Scheibenbremse	Generatorische Nutzbremse, Pneumatische Scheibenbremse, Wirbelstrombremse an antriebslosen Wagen
Bremssysteme Mittelwagen <sup>2)</sup>	Scheibenbremse, Schienenmagnetbremse	Scheibenbremse, Schienenmagnetbremse	
Beschleunigung <sup>2)</sup>	k.A.	k.A.	0,86 m/s <sup>2</sup>
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>	2 x 200 kN	1 x 200 kN	300 kN

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 197 f.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

## Rollmaterial - Deutschland 2/2

Typ	406 - ICE 3M	411 - ICE T	415 - ICE T
Stromversorgung <sup>1)</sup>	15 kV 16 2/3 Hz 25 kV 50 Hz 1,5 & 3 kV Gleichstrom	15 kV 16 2/3 Hz	15 kV 16 2/3 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	200	185	133,5
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	LZB 80, Indusi PZB 90, SiFa (Deutschland) ZUB 121, Integra (Schweiz) TVM 430 (Frankreich) ATBL (Frankreich / Belgien/ Niederlande) Eurobalise (Transitionsbalise)	LZB 80/16, PZB 90 (Deutschland) ZUB 262 (beinhaltet ZUB 121), Integra-Signum-Gerät (Schweiz) Eurobalise (ECTS)	LZB 80/16, PZB 90 (Deutschland) ZUB 262 (beinhaltet ZUB 121), Integra-Signum-Gerät (Schweiz) Eurobalise (ECTS)
Baujahr	1997-2000	1997-99	1998-2000
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	2000	1999/ 2004	1999
Betriebsland	Deutschland, Schweiz, Niederlande, Frankreich, Belgien	Deutschland, Schweiz	Deutschland, Schweiz
Anzahl an Zuggarnituren <sup>1)</sup>	1. Bauserie: 13 + 4 ( 8-teilig) 2. Bauserie: 5 (8-teilig) 3. Bauserie: 5 (8-teilig) 4. Bauserie: 5 (8-teilig)	32	11
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 Endwagen, 6 Mittelwagen	2 Steuerwagen, 5 Mittelwagen	2 Steuerwagen, 3 Mittelwagen
Leergewicht <sup>1)</sup>	435 t	368 t	273 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	330 km/h	230 km/h	230 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	vor Umbau: 136 / 244 / 24 nach Umbau: 93 / 338 / -	53 / 305 / 24	41 / 209 / -
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>	Generatorische Nutzbremse Pneumatische Scheibenbremse, Wirbelstrombremse an antriebslosen Wagen	generatorische Bremse pneumatische Scheibenbremse	generatorische Bremse pneumatische Scheibenbremse
Bremssysteme Mittelwagen <sup>2)</sup>		generatorische Bremse pneumatische Scheibenbremse Schienenmagnetbremse	generatorische Bremse pneumatische Scheibenbremse Schienenmagnetbremse
Beschleunigung	0,86 m/s <sup>2</sup>	0,5 m/s <sup>2</sup>	0,5 m/s <sup>2</sup>
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>	300 kN	200 kN	150 kN

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 197 f.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

Rollmaterial - Frankreich 1/4

Typ	PSE zwei Stromsysteme/ 23 TGV-SE	PSE drei Stromsysteme/ 33 TGV-SE	Atlantique (24 TGV-A)
Stromversorgung <sup>1)</sup>	1,5 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz	1,5 kV Gleichstrom 15 kV 16 2/3 Hz 25 kV 50 Hz	1,5 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	200,19	200,19	237,59
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	TVM 300 (teilweise TVM 430)	TVM 300 (teilweise TVM 430)	TVM 300 (teilweise TVM 430)
Baujahr	1978 - 1984	1978 - 1984	1987-92
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>			
Betriebsland	Frankreich, Schweiz	Frankreich, Schweiz, Belgien	Frankreich
Anzahl an Zuggarnituren <sup>1)</sup>	99	8	105
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 TK, 8 MW	2 TK, 8 MW	2 TK, 10 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	385 t	388 t	444 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	300 km/h	300 km/h	300 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	350 bzw. 345	350 bzw. 345	116/ 369/ -
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>	elektrische Widerstandsbremse, elektropneumatische Druckluftbremse mit Gussbremsklötzen	elektrische Widerstandsbremse, elektropneumatische Druckluftbremse mit Gussbremsklötzen	elektrische Widerstandsbremse Klotzbremse
Bremssysteme Mittelwagen <sup>2)</sup>	Scheibenbremse Klotzbremse	Scheibenbremse Klotzbremse	Scheibenbremse
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>	2 x 105 kN	2 x 105 kN	218 kN

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 201 f.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

Rollmaterial - Frankreich 2/4

Typ	Réseau bicourant (28 TGV-R)	Réseau tricourant (38 TGV-R)	Réseau tricourant (38 TGV-R)
Stromversorgung <sup>1)</sup>	1,5 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz	1,5 kV Gleichstrom 3 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz	1,5 kV Gleichstrom 3 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	200	200	200
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	TVM 430, KVB, Crocodile	TVM 430, KVB, Crocodile R54 (Italien)	TVM 430, KVB, Crocodile TBL/ TBL2 (Belgien)
Baujahr	1991-1993	1991-1993	1991-1993
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>			
Betriebsland	Frankreich	Frankreich, Italien	Frankreich, Belgien
Anzahl an Zugarnituren <sup>1)</sup>	50	6	24
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 TK, 8 MW	2 TK, 8 MW	2 TK, 8 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	383 t	383 t	383 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	320 km/h	320 km/h	320 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	120 / 257 / 0; 81 / 297 / 0	120 / 257 / 0; 81 / 297 / 0	120 / 257 / 0; 81 / 297 / 0
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>			
Bremssysteme Mittelwagen <sup>2)</sup>			
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>			

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 201 f.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

Rollmaterial - Frankreich 3/4

Typ	Duplex (29 TGV Duplex)	TGV-R PBA (38 TGV Thalys PBA)	409 /43 TGV-R PBKA (4-System)
Stromversorgung <sup>1)</sup>	1,5 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz	1,5 kV Gleichstrom 3 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz	1,5 kV Gleichstrom 3 kV Gleichstrom 15 kV 16 2/3 Hz 25 kV 50 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	200	200	200
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	TVM 430, KVB, Crocodile teilweise ETCS	TVM 430, KVB, Crocodile ATB, TBL (Belgien)	Deutschland: Indusi, LZB Frankreich: TVM 430, KVB Niederlande: ATB Belgien: TBL, TBL 2
Baujahr	1991 - 1996; 1999 - 2006; 2006; 2009; 2011	1991 - 1993	1993-97; 1997
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>			
Betriebsland	Frankreich	SNCF	DB AG, SNCF
Anzahl an Zuggarnituren <sup>1)</sup>	89 (+25 2009) (+55 2011)	10	17
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 TK, 8 MW	2 TK, 8 MW	2 TK, 8 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	390 t	388 t	416 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	320 km/h	320 km/h	320 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	184 / 332 / -	120 / 257 / -	120 / 257 / -
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>			
Bremssysteme Mittelwagen <sup>2)</sup>			
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>			

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 201 f.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

Rollmaterial - Frankreich 4/4

Typ	Eurostar /373 TGV TMST (Transmanche)	TGV POS/Est
Stromversorgung <sup>1)</sup>	25 kV 50 Hz 3 kV Gleichstrom 0,75 kV Gleichstrom 1,5 kV (sur 18 rames SNCF)	25 kV 50 Hz 1,5 kV Gleichstrom 15 kV 16,7 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	394	200
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	TVM 430, KVB, Crocodile TBL	TVM 430, Crocodile LZB, Indusi, SIFA
Baujahr	1990-94	
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>		2007
Betriebsland	Frankreich, Belgien, GB	SNCF
Anzahl an Zuggarnituren <sup>1)</sup>	31 Züge mit 18 Mittelwagen 7 Züge mit 14 Mittelwagen	16
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 TK, 18 MW	2 TK, 8 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	752 t	427 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	300 km/h	320 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	insg. 794	380
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>	elektr. Nutzbremse Scheibenbremse	
Bremssysteme Mittelwagen <sup>2)</sup>	Scheibenbremse Schienenmagnetbremse	
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>		220 kN

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 201 f.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

## Rollmaterial - Italien 1/2

Typ	ETR 450	ETR 460	ETR 470
Stromversorgung <sup>1)</sup>	3 kV Gleichstrom	1 kV od. 3 kV Gleichstrom	3 kV Gleichstrom und 15 kV Wechselstrom (16, 3 Hz)
Zuglänge <sup>1)</sup>	234	236,6	237
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>			SABIB, Signum, ZUB 121+122, Indusi, RS (Ripetizioni Segnali), Sicherheitssteuerung (Totmanneinrichtung)
Baujahr	1986-88	1993 - 1995	1993 - 1996
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	1988	1996	
Betriebsland	Italien	Italien	Italien
Anzahl an Zuggeräten <sup>1)</sup>	15	10	9
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 EW, 7 MW	2 EW, 7 MW	2 EW, 7 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	435 t	440 t	798 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	250 km/h	250 km/h	200 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	126 / 264 / -	137/ 341 / -	151 / 322+2 / 29
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>		Generatorische Bremse, Scheibenbremse	Rekuperationsbremse Widerstandsbremse Scheibenbremse Magnetschienenbremse
Beschleunigung <sup>2)</sup>			
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>	190 kN	270 kN	260 kN

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 203 ff.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

## Rollmaterial - Italien 2/2

Typ	ETR 480 - bicourant	ETR 500	ETR 610 bicourant	ETR 610 tricourant
Stromversorgung <sup>1)</sup>	3 kV Gleichstrom und 25 kV 50 Hz	3 kV DC	3 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz	3 kV Gleichstrom 25 kV 50 Hz 15 kV 16 2/3 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	236,6	354	187,4	187,4
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	BACC	ETCS L2	RS4-Codici, SCMT (Italy) ETCS L2	RS4-Codici, SCMT (Italy) Integra-Signum, ZUB 262 PZB, LZB ETCS L2
Baujahr	1997 - 1998	1990-95	2005 - 2007	2005 - 2007
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	ab 1997			
Betriebsland	Italien	Italien	Italien	Italien, Schweiz, Deutschland
Anzahl an Zuggeräten <sup>1)</sup>	15	30	12	14
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 EW, 7 MW	2 TK, 12 MW	2 EW, 5 MW	2 EW, 5 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	440 t	624 t	387 t	387 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	250 km/h	250 km/h	250 km/h	250 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	137 / 341 / -	195 / 474 / -	432	431
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>				
Beschleunigung <sup>2)</sup>			0,48 m/s <sup>2</sup>	0,48 m/s <sup>2</sup>
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>	270 kN	2 x 200 kN	228 kN	228 kN

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 203 ff.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

## Rollmaterial - Spanien 1/2

Typ	S-100 (AVE)	S-102 (AVE)	S-103 (AVE)
Stromversorgung <sup>1)</sup>	25 kV 50 Hz 3 kV Gleichstrom	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz
Zuglänge <sup>1)</sup>	200,15	200,244	200
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	ASFA200 LZB 80/16 Euroloop	LZB (erweitert), ECTS, ASFA	ETCS L2 LZB 80 E
Baujahr	1992 - 1995	2001 - 2004 (1.Serie) 2006 - 2010 (2.Serie)	2001 - 2004 2005 - 2008
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>		2005	
Betriebsland	Spanien	Spanien	Spanien
Anzahl an Zugarnituren <sup>1)</sup>	18	16 (1.Lieferung) 30 (2. Lieferung)	Bestellung 2001: 16 Züge Bestellung 2004: 10 Züge
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 TK, 8 MW	2 TK, 12 MW	2 EW, 6 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	393 t	k.A.	425 t
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	300 km/h	350 km/h*)	350 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	116/ - /213	318	37/ 103/ 264
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>		Rekuperationsbremse, Widerstandsbremse, Bremscheiben	Generatorische Nutzbremse, Pneumatische Scheibenbremse, Elektrische Widerstandsbremse
Beschleunigung		1,2 m/s <sup>2</sup> (nur Triebkopf)	k.A.
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>	2 x 220 kN	100 - 120 kN	283 kN

## Rollmaterial - Spanien 2/2

Typ	S-104 (AVE) <sup>3)</sup>	S-120 (AVE) <sup>4)</sup>	S-130 (Alvia)
Stromversorgung <sup>1)</sup>	25 kV 50 Hz	25 kV 50 Hz 3 kV Gleichstrom	25 kV 50 Hz 3 kV Gleichstrom
Zuglänge <sup>1)</sup>	107,1	107,3	183
Signalisierungssystem <sup>1)</sup>	ERTMS ASFA STM LZB	ERTMS ASFA LZB	LZB, ECTS L1 und 2 EBICAB, ASFA
Baujahr	2003 - 2005	2004	2006-2009
Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	2004	2005	2008
Betriebsland	Spanien	Spanien	Spanien
Anzahl an Zuggarnituren <sup>1)</sup>	20 (2004 30 weitere)	12 (1. Lieferung 2005) 45 (2. Lieferung)	45
Anzahl der Wagen <sup>2)</sup>	2 TK, 2 MW	2 TK, 2 MW	2 TK, 11 MW
Leergewicht <sup>1)</sup>	221,5 t	225 t	
Maximale Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	250 km/h	250 km/h	250 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: 1. Klasse / 2. Klasse / Restaurant <sup>2)</sup>	-/ 31/ 205	-/ 81/ 156	299
Bremssysteme Triebkopf <sup>2)</sup>			Triebkopf: elektrisch (reostatisch + regeneratorisch), pneumatische Scheibenbremsen
Beschleunigung			1,2 m/s <sup>2</sup>
Anfahrzugkraft <sup>2)</sup>			k.A.

<sup>1)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S. 199.

<sup>2)</sup> Werske, A., (2009).

<sup>3)</sup> Wikipedia - Die freie Enzyklopädie, Serie 104 de Renfe.

<sup>4)</sup> Wikipedia - Die freie Enzyklopädie, Serie 120 de Renfe.

## Rollmaterial - Neue Entwicklungen

Typ	AGV <sup>1)</sup>	407 (Velaro D) <sup>2)</sup>
Stromversorgung	25 kV / 50 Hz (Frankreich) 1,5 kV DC (Frankreich) 15 kV / 16,7 Hz (Deutschland) 3 kV DC	15 kV 16,7 Hz AC; 25 kV 50 Hz AC; 1,5 kV DC u. 3 kV DC
Zuglänge	130 m	ca. 200 m
Zugsicherungssysteme	ETCS und andere Leitsysteme	
Baujahr		2009-2012
Inbetriebnahme	2011	
Betriebsland	zuerst in Italien	Deutschland, Frankreich, Belgien
Anzahl an Zuggarnituren	1 vollständiger, siebenteiliger Prototyp	15
Anzahl der Wagen	2 Endwagen, 5 Mittelwagen	8-teilig
Leergewicht	270 t	
Maximale Geschwindigkeit	360 km/h	320 km/h
Anzahl an Sitzplätzen: Club / Preferente / Turista	250 insgesamt	444
Bremssysteme		Generatorisch, Wirbelstrombremse, pneumatisch Reibungsbremse
Beschleunigung		
Anfahrzugkraft		

<sup>1)</sup> Wikipedia - Die freie Enzyklopädie, Alstom AGV, [http://de.wikipedia.org/wiki/Alstom\\_AGV](http://de.wikipedia.org/wiki/Alstom_AGV) (29.09.2009)

<sup>2)</sup> Wikipedia - Die freie Enzyklopädie, Velaro, [http://de.wikipedia.org/wiki/Velaro#Velaro\\_D](http://de.wikipedia.org/wiki/Velaro#Velaro_D) (29.09.2009)

#### IV. Streckendarstellung

## Streckendarstellung - Deutschland 1/4

Strecke <sup>2)</sup>	Teilstück <sup>2)</sup>	max. km/h <sup>2)</sup>	Zugtyp <sup>2)</sup>	Stromsystem <sup>2)</sup>	Zugsicherung <sup>2)</sup>	km <sup>1)</sup>
<b>Strecken in Betrieb</b>						
<b>Hannover - Würzburg (Göttingen, Kassel, Fulda)</b>		280 km/h	ICE, IC/ EC, Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	327
<b>Hannover - Berlin</b>	<b>Lehrte - Öbisfeld (A)</b>	200 km/h	ICE , IC/EC, Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	68 <sup>5)</sup>
	<b>Öbisfeld - Berlin (N)</b>	250 km/h	ICE, IC, Regio, Güter			148 <sup>5)</sup>
<b>Mannheim - Stuttgart</b>		280 km/h	ICE, IC, TGV, Regio, Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	107
<b>Gröbers - Leipzig</b>						27
<b>Köln - Rhein/ Main</b>	<b>Köln - Siegburg<sup>5)</sup></b>	200 km/h	ICE 3	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	26 <sup>5)</sup>
	<b>Siegburg - Frankfurt<sup>5)</sup></b>	300 km/h				144 <sup>5)</sup>
<b>Hamburg - Berlin</b>	<b>1. Teilstück</b>	230 km/h	ICE, ICE TD, IC/EC, Regio, Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	286
	<b>2. Teilstück</b>					
<b>Nürnberg - Ingolstadt - München</b>						
	<b>Nürnberg - Ingolstadt (N)</b>	300 km/h	ICE, Regio	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	89
	<b>Ingolstadt - Rohrbach (A)<sup>5)</sup></b>					82
	<b>Rohrbach - Petershausen (A)<sup>5)</sup></b>	190 km/h	ICE, Regio, Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	23 <sup>5)</sup>
	<b>Petershausen - München (A)<sup>5)</sup></b>	200 km/h	ICE, Regio, Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	29 <sup>5)</sup>

## Streckendarstellung - Deutschland 2/4

Strecke <sup>2)</sup>	Baubeginn <sup>1)</sup>	Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
			gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken in Betrieb</b>						
<b>Hannover - Würzburg (Göttingen, Kassel, Fulda)</b>	1973	1988/1991/ 1994	Hannover - Würzburg		Hannover - Frankfurt am Main	
			4 h 30 <sup>4)</sup>	2 h 00	3 h 00 <sup>4)</sup>	2 h 19
<b>Hannover - Berlin</b>	1992	1998	Hannover - Berlin			
			3 h 32	1 h 37		
<b>Mannheim - Stuttgart</b>	1976	1991	Mannheim - Stuttgart		Frankfurt am Main - Stuttgart	
			1 h 00 <sup>4)</sup>	0 h 35	2 h 13	1 h 18
<b>Gröbers - Leipzig</b>		2003	Gröbers - Leipzig			
			0 h 26 <sup>4)</sup>	0 h 27		
<b>Köln - Rhein/ Main</b>	1992	2002/2004	Köln - Frankfurt am Main			
			2 h 10 <sup>3)</sup>	1 h 11		
<b>Hamburg - Berlin</b>	1992	1997	Hamburg - Berlin			
	1998	2004	3 h 32 <sup>3)</sup>	1 h 37 <sup>3)</sup>		
<b>Nürnberg - Ingolstadt - München</b>	1998	2006	Nürnberg - München		München - Berlin	
		2013 <sup>5)</sup>			8 h 20 <sup>4)</sup>	3 h 54
		2006 <sup>5)</sup>	1 h 42	1 h 02		

## Streckendarstellung - Deutschland 3/4

Strecke <sup>2)</sup>	Teilstück <sup>2)</sup>	max. km/h <sup>2)</sup>	Zugtyp <sup>2)</sup>	Stromsystem <sup>2)</sup>	Zugsicherung <sup>2)</sup>	km <sup>1)</sup>
<b>Strecken im Bau u. teilweise in Betrieb</b>						
Berlin Leipzig/ Halle - Nürnberg	Leipzig/ Halle - Erfurt (N)	300 km/h	ICE, Güter	15 kV, 16,7 Hz	ECTS L2	123
	Erfurt - Ebensfeld (N)	300 km/h	ICE, Güter			107
	Ebensfeld - Nürnberg (A)	230 km/h	ICE, Regio, Güter			83
Karlsruhe - Basel Neubaustrecken und Modernisierung (Vervierfachung der Strecken, 250 km/h)		250 km/h	ICE, EC/IC, TGV, Güter	15 kV, 16,7 Hz	ECTS L2	180
	Karlsruhe - Rastatt Süd					
	Rastatt Süd - Offenburg	250 km/h	Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	44
	Offenburg - Kenzingen					
	Kenzingen - Buggingen					
Buggingen - Basel (inkl. Katzenbergtunnel)						
Köln - Aachen	Köln - Düren (N)	250 km/h	ICE 3M, Thalys, Regio, Güter	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB	39
	Düren - Langerwehe (A)	200 km/h	ICE 3M, Thalys	15 kV, 16,7 Hz	LZB, PZB, ECTS L 1/2	10
	Eschweiler - Aachen (A)	160 km/h				ca. 21
<b>Strecken in Planung</b>						
Stuttgart (Wendlingen) - Ulm	Teilstück Stuttgart-Wendlingen	250 km/h	ICE, TGV, Güter, Regio	15 kV, 16,7 Hz	ECTS L2	30 <sup>5)</sup>
	Teilstück Wendlingen - Ulm	250 km/h	ICE, TGV, Güter (eingeschränkt)	15 kV, 16,7 Hz	ECTS L2	58 <sup>5)</sup>
Frankfurt - Mannheim		300 km/h	ICE, Güter	15 kV, 16,7 Hz	ECTS L2	85
Hannover - Hamburg/Bremen		300 km/h	ICE, Güter	15 kV, 16,7 Hz	ECTS L2	114

## Streckendarstellung - Deutschland 4/4

Strecke <sup>2)</sup>	Baubeginn <sup>1)</sup>	Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
			gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken im Bau u. teilweise in Betrieb</b>						
Berlin Leipzig/ Halle - Nürnberg	1998	2015	Erfurt - Leipzig			
	1996	2015				
	2006	2017	1 h 30 <sup>4)</sup>	1 h 07		
Karlsruhe - Basel Neubaustrecken und Modernisierung (Vervielfachung der Strecken, 250 km/h)		2015/2020	Karlsruhe - Basel			
		Verspätung				
		2004				
		2017				
		2017	3 h 00 <sup>4)</sup>	1 h 09		
	in Bau	2012				
Köln - Aachen		2003	Köln - Brüssel			
		geplant				
		geplant	2 h 16 <sup>4)</sup>	1 h 46 <sup>4)</sup>		
<b>Strecken in Planung</b>						
Stuttgart (Wendlingen) - Ulm	2010	2019	Stuttgart - Ulm			
			0 h 54	0 h 23		
Frankfurt - Mannheim		2017				
Hannover - Hamburg/Bremen						

<sup>1)</sup> LITRA Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr, (2009).

<sup>4)</sup> DB – Deutsche Bahn (2009).

<sup>2)</sup> Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Italien.

<sup>5)</sup> Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Deutschland.

<sup>3)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S.143.

## Streckendarstellung - Frankreich 1/8

Strecke <sup>2)</sup>	Teilstück <sup>2)</sup>	max. km/h <sup>2)</sup>	Zugtyp <sup>2)</sup>	Stromsystem <sup>2)</sup>
<b>Strecken in Betrieb</b>				
LGV Paris - Sud Est Paris Gare-de-Lyon - Lyon		300 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
LGV Sud Europe Atlantique Paris-Montparnasse - Le Mans/ Tours		300 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
LGV Nord - Europe Paris Gare-du-Nord - Calais/ belg. Grenze		300 km/h	TGV, Thalys, Eurostar	25 kV 50 Hz
LGV Interconnexion Ile-de-France		270 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
LGV Rhône-Alpes Lyon - Saint-Marcel-lès-Valence		300 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
LGV Méditerranée Saint-Marcel-lès-Valence - Marseille & Nîmes		300 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
LGV Est-européenne Teilstück LGV Paris, Vaires-sur-Marnes - Baudrecourt		320 km/h	TGV, ICE, 3MF	25 kV 50 Hz
<b>Strecken im Bau</b>				
LGV Perpignan - Figueras	Perpignan - Le Perthus	350 km/h	TGV, AVE	25 kV 50 Hz
	Le Perthus - Figueras			
LGV Rhin-Rhône	Abschnitt Ost Dijon - Mulhouse	350 km/h	TGV	25 kV 50 Hz

Streckendarstellung - Frankreich 2/8

Strecke <sup>2)</sup>	Zugsicherung <sup>2)</sup>	km <sup>1)</sup>	Baubeginn <sup>1)</sup>	Inbetriebnahme <sup>1)</sup>
<b>Strecken in Betrieb</b>				
LGV Paris - Sud Est Paris Gare-de-Lyon - Lyon	TVM	418	1975	1981/1983
LGV Sud Europe Atlantique Paris-Montparnasse - Le Mans/ Tours	TVM	282	1985	1989/1990
LGV Nord - Europe Paris Gare-du-Nord - Calais/ belg. Grenze	TVM	333	1989	1993/1994/1996
LGV Interconnexion Ile-de-France	TVM	104		1994/1996
LGV Rhône-Alpes Lyon - Saint-Marcel-lès-Valence	TVM	115	1990	1992/1994
LGV Méditerranée Saint-Marcel-lès-Valence - Marseille & Nîmes	TVM	250	1996	2001
LGV Est-européenne Teilstück LGV Paris, Vaires-sur-Marnes - Baudrecourt	TVM, ECTS L2	300	1998	2007
<b>Strecken im Bau</b>				
LGV Perpignan - Figueras	ECTS L2	44,4	2004	2009
LGV Rhin-Rhône		425		
	ECTS L2	148*	2006	2011

### Streckendarstellung - Frankreich 3/8

Strecke <sup>2)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
	gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken in Betrieb</b>				
LGV Paris - Sud Est Paris Gare-de-Lyon - Lyon	Paris - Lyon		Paris - Mailand	
	4 h 30	1 h 55	9 h 05 <sup>4)</sup>	4 h 02 <sup>4)</sup>
LGV Sud Europe Atlantique Paris-Montparnasse - Le Mans/ Tours	Paris - Bordeaux		Paris - Le Mans	
	3 h 07	2 h 05 <sup>4)</sup>	1 h 40	0 h 54
LGV Nord - Europe Paris Gare-du-Nord - Calais/ belg. Grenze	Paris - Brüssel		Paris - Frankfurt	
	2 h 25 <sup>3)</sup>	1 h 22	6 h 15 <sup>4)</sup>	3 h 45 <sup>4)</sup>
LGV Interconnexion Ile-de-France				
LGV Rhône-Alpes Lyon - Saint-Marcel-lès-Valence				
LGV Méditerranée Saint-Marcel-lès-Valence - Marseille & Nîmes	Paris - Marseille			
	6 h 33 <sup>4)</sup>	3 h 20		
LGV Est-européenne Teilstück LGV Paris, Vaires-sur-Marnes - Baudrecourt	Paris - Straßburg			
	3 h 50	1 h 50 <sup>3)</sup>		
<b>Strecken im Bau</b>				
LGV Perpignan - Figueras	Perpignan - Barcelone			
	2 h 49	0 h 50		
LGV Rhin-Rhône	Mulhouse - Dijon		Mulhouse - Paris	
	2 h 51	1 h 10	3 h 10	2 h 30

Streckendarstellung - Frankreich 4/8

Strecke <sup>2)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
	gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken in Betrieb</b>				
LGV Paris - Sud Est Paris Gare-de-Lyon - Lyon				
LGV Sud Europe Atlantique Paris-Montparnasse - Le Mans/ Tours	Paris - Rennes			
	2 h 49 <sup>4)</sup>	1 h 27 <sup>4)</sup>		
LGV Nord - Europe Paris Gare-du-Nord - Calais/ belg. Grenze	Paris - London		Paris - Lille	
	5 h 12 <sup>4)</sup>	2 h 15 <sup>4)</sup>	1 h 59 <sup>3)</sup>	1 h 00 <sup>3)</sup>
LGV Interconnexion Ile-de-France				
LGV Rhône-Alpes Lyon - Saint-Marcel-lès-Valence				
LGV Méditerranée Saint-Marcel-lès-Valence - Marseille & Nîmes				
LGV Est-européenne Teilstück LGV Paris, Vaires-sur-Marnes - Baudrecourt				
<b>Strecken im Bau</b>				
LGV Perpignan - Figueras				
LGV Rhin-Rhône	Lyon - Straßburg		Mulhouse - Barcleona	
	4 h 46	3 h 13	12 h 8	6 h 25

## Streckendarstellung - Frankreich 5/8

Strecke <sup>2)</sup>	Teilstück <sup>2)</sup>	max. km/h <sup>2)</sup>	Zugtyp <sup>2)</sup>	Stromsystem <sup>2)</sup>
<b>Strecken in Planung</b>				
LGV Est-européenne Teilstück LGV Baudrecourt - Straßburg, Vendenheim, Vernetzung ICE		350 km/h	TGV, ICE, 3MF	25 kV 50 Hz
LGV Rhin-Rhône	Abschnitt Süd (Auxonne - Bourg-en-Bresse)	350 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
	Abschnitt West (Dijon - Aisy)	350 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
LGV Languedoc - Rousillon	LGV Contournement de Nîmes/ Montpellier	350 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
	LGV Montpellier - Perpignan		TGV, Güter	25 kV 50 Hz
LGV Sud-Europe-Atlantique	Tours - Angoulême	350 km/h	TGV	25 kV 50 Hz
	Angoulême - Bordeaux			
LGV Bordeaux - Toulouse resp. Verlängerung des LGV Sud-Europe-Atlantique zwischen Bordeaux und	Bordeaux - Toulouse		TGV	25 kV 50 Hz
	Bordeaux - Dax - Hendaye			
LGV Poitiers - Limoges				
LGV Bretagne - Pays de la Loire Le Mans - Rennes	Connerré - Laval Est avec la branche vers Sablé-sur-Sarthe			
	Laval Ouest - Rennes			
	Laval Ouest - Laval Est			
LGV Provence - Alpes Côte d'Azur "LGV PACA"	Marseille - Toulon - Nizza		TGV	25 kV 50 Hz
LGV Picardie	Paris - Amiens - Calais		TGV, Eurostar	25 kV 50 Hz
LGV Centre France	Paris Austerlitz - Orléans - Bourges - Clermont - Lyon	360 km/h	TGV	25 kV 50 Hz

## Streckendarstellung - Frankreich 6/8

Strecke <sup>2)</sup>	Zugsicherung <sup>2)</sup>	km <sup>1)</sup>	Baubeginn <sup>1)</sup>	Inbetriebnahme <sup>1)</sup>
<b>Strecken in Planung</b>				
LGV Est-européenne Teilstück LGV Baudrecourt - Straßburg, Vendenheim, Vernetzung ICE	ECTS L2	100	2010	2015
LGV Rhin-Rhône		140*		
		60*		
LGV Languedoc - Roussillon	ECTS L2	60	2010	2013*
	ECTS L2	148	2012	2016*
LGV Sud-Europe-Atlantique	ECTS L2	215	2011	2016
		126	2011	2016
LGV Bordeaux - Toulouse resp. Verlängerung des LGV Sud-Europe-Atlantique zwischen Bordeaux und		250	2013	2020
		225		
LGV Poitiers - Limoges		115	2011	2016
LGV Bretagne - Pays de la Loire Le Mans - Rennes				2015
				2017
				2017
LGV Provence - Alpes Côte d'Azur "LGV PACA"			2015	2020
LGV Picardie				2020
LGV Centre France		480		2018 - 2022

## Streckendarstellung - Frankreich 7/8

Strecke <sup>2)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
	gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken in Planung</b>				
LGV Est-européenne Teilstück LGV Baudrecourt - Straßburg, Vendenheim, Vernetzung ICE	Paris - Straßburg		Paris - München	
	3 h 50	1 h 50	8 h 30	4 h 30 <sup>3)</sup>
LGV Rhin-Rhône				
LGV Languedoc - Roussillon				
LGV Sud-Europe-Atlantique	Paris - Bordeaux			
	2 h 58	2 h 5		
LGV Bordeaux - Toulouse resp. Verlängerung des LGV Sud-Europe-Atlantique zwischen Bordeaux und	Bordeaux - Toulouse		Paris - Toulouse	
	2 h 5	0 h 50 <sup>4)</sup>	5 h 16	2 h 55 <sup>4)</sup>
LGV Poitiers - Limoges	Poitiers - Limoges			
	2 h 02	0 h 40		
LGV Bretagne - Pays de la Loire Le Mans - Rennes	Paris - Brest			
	4 h 3	3 h 20		
LGV Provence - Alpes Côte d'Azur "LGV PACA"	Paris - Nice		Marseille - Nice	
	5 h 29	4 h 00	2 h 31	1 h 5
LGV Picardie				
LGV Centre France				

## Streckendarstellung - Frankreich 8/8

Strecke <sup>2)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
	gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken in Planung</b>				
LGV Est-européenne Teilstück LGV Baudrecourt - Straßburg, Vendenheim, Vernetzung ICE	Paris - Frankfurt am Main		Paris - Stuttgart	
	6 h 15	3 h 45	6 h 00 <sup>3)</sup>	3 h 05 <sup>3)</sup>
LGV Rhin-Rhône				
LGV Languedoc - Roussillon				
LGV Sud-Europe-Atlantique				
LGV Bordeaux - Toulouse resp. Verlängerung des LGV Sud-Europe-Atlantique zwischen Bordeaux und	Bordeaux - Valladolid		Bordeaux - Bilbao	
	7 h 31 <sup>3)</sup>	2 h 20 <sup>3)</sup>	3 h 05 <sup>3)</sup>	1 h 45 <sup>3)</sup>
LGV Poitiers - Limoges				
LGV Bretagne - Pays de la Loire Le Mans - Rennes				
LGV Provence - Alpes Côte d'Azur "LGV PACA"				
LGV Picardie				
LGV Centre France				

<sup>1)</sup> LITRA Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr, (2009).

<sup>2)</sup> Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Italien.

<sup>3)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S.141, 143.

<sup>4)</sup> SNCF - Société Nationale des Chemins de fer français (2009).

## Streckendarstellung - Italien 1/2

Strecke <sup>2)</sup>	Teilstück <sup>2)</sup>	max. km/h <sup>2)</sup>	Zugtyp <sup>2)</sup>	Stromsystem <sup>2)</sup>	Zugsicherung <sup>2)</sup>	km <sup>1)</sup>
<b>Strecken in Betrieb</b>						
Florenz - Rom		250 km/h	ETR 500, 480, AGV, Güter	3 kV, DC	SCMT	254
Rom - Neapel	Rom - Gricignano di Aversa	300 km/h	ETR 500, 480, Güter	25 kV 50 Hz	ECTS L2	195
	Gricignano di Aversa - Neapel	300 km/h	ETR 500, 485, später AGV, Güter			9,6*
Turin - Mailand	Turin - Novara	300 km/h	ETR 500, 480, Güter	25 kV 50 Hz	ECTS L2	84
	Novara - Mailand	300 km/h	ETR 500, 480, Güter	25 kV 50 Hz	ECTS L2	41
Mailand - Verona						
	Mailand Lambrate - Treviglio	300 km/h	ETR 500, 480, 470, Güter	3 kV DC		23
Verona - Venedig						
	Padua - Venedig	300 km/h	ETR 500, 480, 470, Güter	3 kV DC		24
Mailand - Bologna	Mailand - Tavazzano con Villavesco	300 km/h	ETR 500, 485, 600, später AGV, Güter	25 kV 50 Hz	ECTS L2	182
	Castelfranco Emilia - Bologna	200 km/h		3 kV DC		
Neapel - Salerno				3 kV DC**		29
<b>Strecken im Bau</b>						
Bologne - Florenz		300 km/h	ETR 500, 480, 470, später AGV,	25 kV 50 Hz	ECTS L2	78
<b>Strecken in Planung</b>						
Mailand - Venedig	Treviglio - Brescia	300 km/h	ETR, Güter	25 kV 50 Hz	ECTS L2	57
	Brescia - Verona					53
	Verona - Padua					80
Genua - Novi Ligure/ Tortona		250 km/h	ETR, Güter	25 kV 50 Hz	ECTS L2	54

## Streckendarstellung - Italien 2/2

Strecke <sup>2)</sup>	Bau- beginn <sup>1)</sup>	Inbetrieb- nahme <sup>1)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
			gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken in Betrieb</b>						
Florenz - Rom	1970	1978/1981/1984/ 1992	Florenz - Rom			
			2 h 40 <sup>3)</sup>	1 h 35		
Rom - Neapel	1994	2005/2006	Rome - Neapel			
		2008	2 h 00 <sup>3)</sup>	1 h 05		
Turin - Mailand	2002	2006	Turin - Mailand			
		2009	1 h 22 <sup>3)</sup>	0 h 50		
Mailand - Verona		02.07.2007	Mailand - Treviglio			
					0 h 20	
Verona - Venedig		01.03.2007	Padua - Venedig Mestre			
					0 h 16	
Mailand - Bologna	2000	14.12.2008	Mailand - Bologna		Mailand - Rom	
			1 h 42 <sup>3)</sup>	1 h 05	6 h 10	3 h 00
Neapel - Salerno		06.2008	Neapel - Salerno			
			1 h 20	0 h 34		
<b>Strecken im Bau</b>						
Bologne - Florenz	1996	2009	Bologne - Florenz		Mailand - Neapel	
			0 h 58	0 h 30	10 h 00 <sup>4)</sup>	4 h 21
<b>Strecken in Planung</b>						
Mailand - Venedig	2009	2014	Mailand - Venedig			
	2012					
	2008	2013	2 h 43	1 h 25		
Genua - Novi Ligure/ Tortona		2009	Mailand - Genua			
			1 h 37	0 h 58		

<sup>1)</sup> LITRA Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr, (2009).

<sup>2)</sup> Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Italien.

<sup>3)</sup> Europäische Kommission, GD Energie und Verkehr (2009), S.142.

<sup>4)</sup> Trenitalia – gruppo ferrovie dello stato (2009).

## Streckendarstellung - Spanien 1/2

Strecke <sup>2)</sup>	Teilstück <sup>2)</sup>	max. km/h <sup>2)</sup>	Zugtyp <sup>2)</sup>	Stromsystem <sup>2)</sup>	Zugsicherung <sup>2)</sup>	km <sup>1)</sup>
<b>Strecken in Betrieb</b>						
Madrid - Cordoba - Sevilla		300 km/h	AVE S-100	25 kV 50 Hz	ASFA 200, AVE, LZB	471
Madrid - Toledo		270 km/h	AVE S-104	25 kV 50 Hz	LZB, ECTS L1+2 (La Sagra-	75
Madrid - Segovia - Valladolid		300 km/h	AVE S-102, Alvia S-130 u.a.	25 kV 50 Hz	LZB, ECTS L1+2	155
Cordoba - Malaga	Cordoba - Antequera	300 km/h	AVE S-103 u.a.	25 kV 50 Hz	LZB, ECTS	170
	Antequera - Malaga					
Zaragoza - Huesca	Zaragoza - Tardienta	300 km/h	AVE S-102	25 kV 50 Hz	LZB	79
	Tardienta - Husca					
Madrid - Barcelona	Madrid - Lleida	300 km/h	AVE S-103, S-102, Alvia S-120	25 kV 50 Hz	ECTS L2	481
	Lleida - Barcelona					170
<b>Strecken im Bau u. teilweise in Betrieb</b>						
Madrid - Levante						1013
<b>Strecken im Bau und in Planung</b>						
Barcelona - Figueras				25 kV 50 Hz		44,4
Valladolid - Léon - Oviedo						
Madrid - Galicia <sup>3)</sup>	Valladolid - Ourense - Santiago-de-Compostela et Vigo					
Y Vasca <sup>3)</sup>	Valladolid - Burgos - Vitoria - Bilbao et San-Sebastian	220 km/h				172

## Streckendarstellung - Spanien 2/2

Strecke <sup>2)</sup>	Baubeginn <sup>1)</sup>	Inbetriebnahme <sup>1)</sup>	Fahrzeit <sup>1)</sup>		Fahrzeit <sup>1)</sup>	
			gestern	heute/ morgen	gestern	heute/ morgen
<b>Strecken in Betrieb</b>						
Madrid - Cordoba - Sevilla	1988	1992	Madrid - Sevilla		Madrid - Cordoba	
			6 h 00 <sup>4)</sup>	2 h 20	4 h 30 <sup>4)</sup>	1 h 42
Madrid - Toledo		2005	Madrid - Toledo			
			1 h 15	0 h 30		
Madrid - Segovia - Valladolid	2005	2007	Madrid - Valladolid			
			2 h 23	1 h 10		
Cordoba - Malaga		2006	Cordoba - Malaga		Malaga - Madrid	
		2007	1 h 45	0 h 56	3 h 47	2 h 35
Zaragoza - Huesca		2003				
Madrid - Barcelona		2003	Madrid - Barcelona		Madrid - Zaragoza	
		2008	7 h 00	2 h 38	3 h 00 <sup>4)</sup>	1 h 21
<b>Strecken im Bau u. teilweise in Betrieb</b>						
Madrid - Levante	2007	2020	Madrid - Valencia		Madrid - Alicante	
			3 h 20	1 h 25	3 h 40	1 h 45
<b>Strecken im Bau und in Planung</b>						
Barcelona - Figueras		2009	Barcelona - Le Perthus			
			2 h 49	0 h 50		
Valladolid - León - Oviedo		2011	Valladolid - Santander		Valladolid	
			6 h 53	2 h 23	3 h 37	2 h 05
Madrid - Galicia <sup>3)</sup>		2012				
Y Vasca <sup>3)</sup>		2011	Madrid - Bilbao			
			5 h 40	2 h 10		

<sup>1)</sup> LITRA Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr, (2009).

<sup>2)</sup> Mobile Enzyklopädie, Schnellfahrstrecken in Italien.

<sup>3)</sup> Y Vasca: Nueva Red Ferroviaria Vasca.

<sup>4)</sup> RENFE - Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (2009).

V. Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien

### Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien 1/6

Strecke	km/h	km	Haltepunkte	Abstand (km)	Anzahl HGV-Züge <sup>1)</sup>		
					Total	Stop in Station	Direkt
<b>SPANIEN</b>							
Madrid – Sevilla		<b>470</b>			<b>22</b>		<b>3</b>
	300		Ciudad Real	171		8	
	270		Puertollano	39		8	
	270		Cordoba	135		17	
	250		Sevilla	125		22	
Madrid - Malaga		<b>503</b>			<b>12</b>		<b>3</b>
	300		Ciudad Real	171		4	
	270		Puertollano	39		4	
	270		Cordoba	135		9	
	300		Puente Genil	39		4	
	300		Antequera	61		4	
	300		Malaga	58		12	
Madrid – Cordoba		<b>345</b>			<b>37</b>		<b>23</b>
	300		Ciudad Real	171		14	
	270		Puertollano	39		14	
	270		Cordoba	135		37	
Madrid - Barcelona		<b>621</b>			<b>27</b>		<b>10</b>
	300		Guadalajara	64		4	
	300		Catalayud	158		5	
	300		Zaragoza	85		27	
	300		Lleida	135		9	
	300		Tarragona	79		9	
	300		Barcelona	100		37	
Zaragoza - Barcelona		<b>314</b>			<b>44</b>		
	300		Lleida	135		16	
	300		Tarragona	79		16	
	300		Barcelona	100		44	
Madrid – Toledo	250	75			11		11
Madrid – Valladolid	300	179			16		8
			Segovia	68		6	

<sup>1)</sup> Homepages der einzelnen Bahngesellschaften

**Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien 2/6**

Zeit		Zeit- ersparnis	Zeit- ersparnis %	Ersparnis min/100 km	durchschnittlicher Halteabstand (in km)	durchschnittliche Geschwindigkeit [km/h]
Zeit vor HGV	Zeit nach HGV					
<b>SPANIEN</b>						
<b>06:00</b>	<b>02:20</b>	<b>03:40</b>	<b>61,11%</b>	<b>00:46</b>	<b>224</b>	<b>204</b>
<b>06:15</b>	<b>02:38</b>	<b>03:37</b>	<b>57,87%</b>	<b>00:43</b>	<b>255</b>	<b>193</b>
<b>04:30</b>	<b>01:42</b>	<b>02:48</b>	<b>62,22%</b>	<b>00:48</b>	<b>253</b>	<b>203</b>
<b>07:00</b>	<b>02:38</b>	<b>04:22</b>	<b>62,38%</b>	<b>00:42</b>	<b>364</b>	<b>239</b>
<b>04:00</b>	<b>01:17</b>	<b>02:43</b>	<b>67,92%</b>	<b>00:51</b>	<b>104</b>	<b>245</b>
<b>01:15</b>	<b>00:30</b>	<b>00:45</b>	<b>60,00%</b>	<b>01:00</b>	<b>75</b>	<b>150</b>
<b>02:23</b>	<b>01:10</b>	<b>01:13</b>	<b>51,05%</b>	<b>00:40</b>	<b>132</b>	<b>154</b>

Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien 3/6

Strecke	km/h	km	Haltepunkte	Abstand (km)	Anzahl HGV-Züge		
					Total	Stop in Station	Direkt
<b>ITALIEN</b>							
Rom - Mailand		<b>548</b>			<b>25</b>		<b>9</b>
			Firenze	254		15	
			Bologna	79		16	
Rom - Bologna		<b>333</b>			<b>20</b>		<b>1</b>
			Firenze	79		19	
Salerno - Neapel		<b>29</b>			<b>6</b>		<b>6</b>
Neapel - Rom		<b>213</b>			<b>22</b>		<b>22</b>
Rom - Florenz		<b>254</b>			<b>20</b>		<b>20</b>
Florenz - Bologna		<b>79</b>			<b>30</b>		<b>30</b>
Bologna - Mailand		<b>215</b>			<b>17</b>		<b>17</b>
Mailand - Turin		<b>125</b>			<b>5</b>		<b>5</b>
<b>DEUTSCHLAND</b>							
Hannover - Würzburg		<b>327</b>			<b>16</b>		<b>0</b>
	<b>280</b>		Göttingen	99		16	
			Kassel-Wilhelmshöhe	45		16	
			Fulda	90		16	
Mannheim – Stuttgart		<b>109</b>			<b>27</b>		<b>26</b>
	<b>280</b>		Vaihingen (Enz)	79		1	
			Stuttgart	30		27	
Köln (Köln Hbf, Köln Messe/Deutz) – Frankfurt (Frankfurt Flughafen, Frankfurt Hbf)		<b>184</b>			<b>47</b>		<b>17</b>
	<b>300</b>		Köln/Bonn Flughafen	12		3	
			Siegburg/Bonn	26		28	
			Montabaur	62		13	
			Limburg Süd	21		13	
München – Nürnberg		<b>171</b>			<b>37</b>		<b>18</b>
	<b>300</b>		Ingolstadt	93		19	
	<b>200</b>		Nürnberg	78		37	
Hannover (Wolfsburg) – Berlin		<b>256</b>			<b>19</b>		<b>0</b>
	<b>250</b>		Berlin - Spandau	13		19	
			Rathenow	58		1	
			Stendal	34		4	
			Wolfsbug	76		12	
		Hannover	75		19		

**Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien 4/6**

Zeit		Zeit- ersparnis	Zeit- ersparnis %	Ersparnis min/100 km	durchschnittlicher Halteabstand (in km)	durchschnittliche Geschwindigkeit km/h
Zeit vor HGV	Zeit nach HGV					
<b>ITALIEN</b>						
<b>06:10</b>	<b>03:00</b>	<b>03:10</b>	<b>51,35%</b>	<b>00:34</b>	<b>318</b>	
<b>03:18</b>	<b>02:05</b>	<b>01:13</b>	<b>36,87%</b>	<b>00:21</b>	<b>175</b>	
<b>01:20</b>	<b>00:34</b>	<b>00:46</b>	<b>57,50%</b>	<b>02:38</b>	<b>29</b>	<b>52</b>
<b>02:00</b>	<b>01:05</b>	<b>00:55</b>	<b>45,83%</b>	<b>00:25</b>	<b>213</b>	<b>197</b>
<b>02:40</b>	<b>01:35</b>	<b>01:05</b>	<b>40,63%</b>	<b>00:25</b>	<b>254</b>	<b>161</b>
<b>00:58</b>	<b>00:30</b>	<b>00:28</b>	<b>48,28%</b>	<b>00:35</b>	<b>79</b>	<b>158</b>
<b>01:42</b>	<b>01:05</b>	<b>00:37</b>	<b>36,27%</b>	<b>00:17</b>	<b>215</b>	<b>199</b>
<b>01:22</b>	<b>00:50</b>	<b>00:32</b>	<b>39,02%</b>	<b>00:25</b>	<b>125</b>	<b>151</b>
<b>DEUTSCHLAND</b>						
<b>04:30</b>	<b>02:00</b>	<b>02:30</b>	<b>55,56%</b>	<b>00:45</b>	<b>81,75</b>	<b>164</b>
<b>01:00</b>	<b>00:35</b>	<b>00:25</b>	<b>41,67%</b>	<b>00:22</b>	<b>107</b>	<b>188</b>
<b>02:10</b>	<b>01:11</b>	<b>00:59</b>	<b>45,38%</b>	<b>00:32</b>	<b>112</b>	<b>156</b>
<b>01:42</b>	<b>01:02</b>	<b>00:40</b>	<b>39,22%</b>	<b>00:23</b>	<b>127,1</b>	<b>132</b>
<b>03:32</b>	<b>01:37</b>	<b>01:55</b>	<b>54,25%</b>	<b>00:44</b>	<b>95,8</b>	<b>158</b>

### Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien 5/6

Strecke	km/h	km	Haltepunkte	Abstand (km)	Anzahl HGV-Züge		
					Total	Stop in Station	Direkt
<b>FRANKREICH</b>							
Paris - Marseille		<b>862</b>			<b>16</b>		<b>5</b>
			Lyon			0	
			Valence			0	
			Avignon			11	
			Aix-en-Provence			8	
		Marseille			16		
LGV Paris Sud Est Paris - Lyon		<b>419</b>			<b>34</b>		<b>26</b>
	<b>300</b>		Le Creuot	274		7	
	<b>300</b>		Macon-Loche	60		1	
			Lyon Part-Dieu	56			
LGV Rhône-Alpes Lyon - Saint-Marcel-lès Valence		<b>115</b>					
			Lyon Saint-Exupery	30			
			Valence	85			
LGV Méditerranée Valence - Marseille	<b>320</b>	<b>259</b>					
			Avignon	130			
			Aix-en-Provence	74			
			Marseille	163			
LGV Atlantique Paris - Le Mans/ Tours	<b>300</b>	<b>279</b>					
			Mans	210	<b>15</b>		<b>15</b>
			Tours	220	<b>15</b>		<b>9</b>
			Vendôme	162		6	
			St. Pierre-des-Corps	58		15	
LGV Nord – Europe	<b>300</b>	<b>214</b>			<b>23</b>		<b>23</b>
			Arras	150		13	
LGV Est Paris - Strassburg (nachschaun)	<b>320</b>	<b>332</b>			<b>17</b>		<b>17</b>
			Champagne-Ardenne TG	136		3	
			Meuse	100		2	
			Lorraine	68		1	

**Streckenübersicht mit Darstellung der Vergleichskriterien 6/6**

Zeit		Zeit- ersparnis	Zeit- ersparnis %	Ersparnis min/100 km	durchschnittlicher Halteabstand (in km)	durchschnittliche Geschwindigkeit km/h
Zeit vor HGV	Zeit nach HGV					
<b>FRANKREICH</b>						
<b>06:33</b>	<b>03:03</b>	<b>03:30</b>	<b>53,44%</b>	<b>00:24</b>	<b>494</b>	<b>283</b>
<b>04:30</b>	<b>01:55</b>	<b>02:35</b>	<b>57,41%</b>	<b>00:37</b>	<b>369</b>	<b>218</b>
<b>01:40</b>	<b>00:54</b>	<b>00:46</b>	<b>46,00%</b>	<b>00:21</b>		
					<b>210</b>	
					<b>176</b>	
<b>01:56</b>	<b>01:00</b>	<b>00:56</b>	<b>48,28%</b>	<b>00:26</b>	<b>346</b>	<b>214</b>
<b>03:50</b>	<b>01:50</b>	<b>02:00</b>	<b>52,17%</b>	<b>00:36</b>	<b>332</b>	<b>181</b>