

Inwertsetzung einer internationalen Bahnlinie durch die zentralen Pyrenäen

**Bedürfnis- und Umsetzungsstudie für den Personen- und
Güterverkehr auf der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau**



**Diplomarbeit der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der
Universität Bern**

**vorgelegt von
Jürg Suter
2007**

**Leiter der Arbeit:
Prof. Dr. Hans-Rudolf Egli, Geographisches Institut der Universität Bern**

Titelbild: Regionalzug Canfranc - Zaragoza auf dem Viadukt von Cénarbe zwischen den heutigen Haltestellen Villanúa und Castiello (SUTER, 16.07.2004)

Vorwort

Die Eisenbahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau als Thema für meine Diplomarbeit ist bestimmt eine besondere Wahl: Nachdem die Strecke seit 36 Jahren unterbrochen ist, wird die mögliche Wiedereröffnung heute stark debattiert. Die Realisierung dieser Arbeit war für mich ausserordentlich interessant und lehrreich: Es ermöglichte einen Einblick in die Kulturen, Gewohnheiten und Wertvorstellungen der Regionen auf beiden Seiten der Pyrenäen. Durch die internationale Zusammenarbeit konnte die Problemstellung dieser Eisenbahnlinie auch aus der Sicht eines Drittlandes beleuchtet werden. Darüber hinaus hat mir diese Diplomarbeit die Gelegenheit geboten, in gewissem Sinne auch einige Aspekte aus meiner vorherigen Berufserfahrung als Eisenbahner einfließen zu lassen.

Diese Diplomarbeit hat auf Grund der Zielsetzungen recht grossen Umfang angenommen. Es ist mir ein grosses Anliegen, allen zu danken, die einen Beitrag zum vorliegenden Ergebnis ermöglicht haben. Ganz besonders erwähnen möchte ich dazu:

- Professor Dr. Hans-Rudolf Egli, dem Leiter dieser Diplomarbeit für seine zuvorkommende, verständnisvolle und kompetente Betreuung während des ganzen Verlaufs der Diplomarbeit,
- Professor Dr. Severino Escolano, dem Leiter der Abteilung Kulturgeografie der Universität Zaragoza für seine ausgesprochen freundliche Unterstützung im Vorfeld und während des ganzen Studienaufenthalts in Zaraoza sowie Dr. Ángel Pueyo, Luis Castellano und Sara Gonzáles für die aufwändige Hilfe und Begleitung bei den Datenerhebungen,
- Daniel Hürlimann, Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnologie der ETH Zürich für seine grossartige und geduldige Betreuung und die Möglichkeit, das Simulationsprogramm OPEN TRACK für die Diplomarbeit anwenden zu dürfen,
- Maury Serrano aus Fuenlabrada (Madrid) für die kompetente fachtechnische Beratung und ausdauernde Assistenz im Vorfeld und während den Feldarbeiten,
- Reto Spring aus Homberg für das Erstellen und Betreuen der ausgesprochen professionellen Homepage über meine Diplomarbeit, die mir manche Kommunikation erst ermöglicht hat,
- José-Ángel Martínez aus Villanueva de Gállego für seine sehr grosszügige Hilfe während meinem Studienaufenthalt in Zaragoza,
- Mario Martínez aus Tarazona für seinen spontanen und wertvollen Einsatz bei den Öffentlichkeitsarbeiten in Spanien,
- Göri Clavuot aus Bern, der mir während dem Studium stets mit Rat und Tat zur Seite stand,
- Walter Enz, Oberlokfürer der Schweizerischen Südostbahn in Samstagern, für die hervorragende Zusammenarbeit
- allen Fachleuten und meinen Freunden in Spanien, Frankreich, Deutschland und der Schweiz, die mir stets mit vielen Gesprächen, fachtechnischer Unterstützung, Hinweisen und Ratschlägen zur Seite gestanden haben und auf diese Weise einen entscheidenden Teil zum Gelingen der Diplomarbeit beigetragen haben.

Mein spezieller Dank geht an meine Mutter Marianne und an meinen Bruder Rolf, die mich während der gesamten Studienzeit unterstützt und ein Zuhause geboten haben.

Goldiwil, im November 2006
Jürg Suter

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Zusammenfassung	5
1. Einleitung	7
1.1 Problemstellung und Begründung des persönlichen Interesses	7
1.2 Geschichtlicher Abriss der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau	9
1.3 Das heutige Umfeld der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau.....	13
1.4 Zielsetzungen und Hypothesen	21
2. Technische Grössen, vernetzte Denkweise sowie statische und dynamische Modelle als theoretischer Hintergrund	23
2.1 Dynamisches Simulationsprogramm OPEN TRACK für Eisenbahnnetze.....	23
2.2 Vernetzte Denkweise als zentrales Prinzip für das Verkehrswesen	25
2.3 Statische und dynamische Modelle zur Veranschaulichung von Zusammenhängen ..	27
2.4 Definitionen wichtiger Begriffe für die Studie	29
3. Qualitative und quantitative Modelle sowie ein Simulationsprogramm für die Untersuchungen der Canfranc-Strecke	34
3.1 Experteninterviews und Umfrage im Einzugsgebiet	34
3.2 Verkehrszahlen und statistische Daten.....	37
3.3 Beobachtungen im Untersuchungsgebiet.....	38
3.4 Interaktive Betriebssimulation mit dem Programm OPEN TRACK	38
3.5 Vergleichende Analyse von Elementen der Canfranc-Strecke.....	40
3.6 Operationalisierung der theoretischen Begriffe	40
3.7 Bewertung	42
3.8 Öffentlichkeits-Kommunikation	42
4. Untersuchung des Eisenbahnverkehrs auf der Canfranc-Strecke	43
4.1 Die Leitlinien der Europäischen Union: Das Weissbuch	43
4.2 Probleme des Güter- und Personenverkehrs durch die Pyrenäen	45
4.3 Gemischter Verkehr auf der Canfranc-Strecke	48
4.4 Die Züge der Canfranc-Strecke als öffentliche Grundversorgung.....	49
4.5 Tourismus- und Fernverkehr in den Pyrenäen	50
4.6 Besonderheiten der Infrastruktur und Streckenführung der Canfranc-Bahn	52
4.6.1 Teilstrecke Zaragoza - Huesca - Canfranc	54
4.6.2 Teilstrecke Canfranc - Oloron-Ste-Marie - Pau	55
4.6.3 Verbindungslinie Zuera - Turuñana.....	55
4.7 Die Schwierigkeiten für die Betriebsführung	56
4.8 Vergleich mit den Verhältnissen im Alpenraum und in der Schweiz	56
4.8.1 Wichtige Konzepte für den Güterverkehr durch die Alpen.....	57
4.8.2 Beispiele des Personenverkehrs, die auch in den Pyrenäen gelten können	59
4.8.3 Infrastruktur mit besonderen Verhältnissen auf Bergstrecken	63
4.9 Das Projekt der „Zentralen Pyrenäen-Transversale“ (TCP)	65
4.10 Fazit aus den Untersuchungen der Canfranc-Strecke	67

5. Ergebnisse über die Verkehrsbedürfnisse	68
5.1 Nachfrage im Personen- und Güterverkehr auf der Canfranc-Strecke	68
5.2 Unbegleiteter Kombierter Güterverkehr und rollende Landstrasse	73
5.3 Bedürfnisse und Nachfrage im Personenverkehr	74
5.4 Weitere Ergebnisse im Güter- und Personenverkehr	84
5.5 Fazit aus den Untersuchungen über die Nachfrage.....	85
6. Ergebnisse über die Realisierung des Verkehrsangebots.....	86
6.1 Möglichkeiten und Grenzen der Betriebsführung.....	86
6.2 Mögliche Kapazität der Canfranc-Strecke	86
6.3 Der Modellfahrplan für die Canfranc-Strecke	91
6.4 Test des Modellfahrplans mit dem Simulationsprogramm OPEN TRACK	95
6.5 Zur Wirtschaftlichkeit der Canfranc-Strecke	97
7. Schlussfolgerungen.....	98
7.1 Hypothesentests	98
7.2 Fazit aus den Ergebnissen	99
7.2.1 Gründe für die Wiedereröffnung der durchgehenden Bahnlinie.....	100
7.2.2 Schwachstellen und Chancen der Canfranc-Strecke.....	101
7.3 Diskussion der Arbeit und Beitrag zur Theoriebildung	102
7.4 Offene Fragen und Ausblick	105
Verzeichnisse	107
Abbildungen	107
Tabellen	109
Abkürzungen	111
Glossar.....	113
Literatur	116
Internetquellen.....	118
Auskunftspersonen	119
Anhang.....	121
Anhang 1: Streckenprofil.....	121
Anhang 2: Karte Einzugsgebiet.....	122
Anhang 3: Dörfer im Einzugsgebiet in Spanien.....	123
Anhang 4: Dörfer im Einzugsgebiet in Frankreich	124
Anhang 5: Modellfahrplan Personenverkehr.....	125
Anhang 6: Topologie der Canfranc-Strecke	127
Anhang 7: Fragebogen abgehender Personenverkehr	133
Anhang 8: Fragebogen ankommender Personenverkehr.....	135
Anhang 9: Fragebogen Güterverkehr	137

Zusammenfassung

Problemstellung und Zielsetzung

In dieser Studie werden die Möglichkeiten für die Realisierung des Angebots im Personen- und Güterverkehr hinsichtlich der Bedürfnisse auf der Eisenbahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau untersucht. Der internationale Verkehr ist auf dieser Strecke nach einem Unfall im Jahre 1970 unterbrochen. In der Zwischenzeit hat sich das technische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und politische Umfeld der Eisenbahn im Allgemeinen und dieser Strecke im Besonderen stark verändert: Heute fehlt immer noch die normalspurige Anbindung des spanischen an das übrige europäische Eisenbahnnetz. Da der grösste Teil des Landverkehrs durch die Pyrenäen derzeit auf der Strasse abgewickelt wird, werden die schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt immer mehr spürbar. In Europa besteht ein zunehmender Druck zur verursachergerechten Zurechnung der externalisierten Verkehrskosten. Obwohl die untersuchte Eisenbahnstrecke mit ihren starken Steigungen und engen Kurvenradien schwierige Verhältnisse aufweist, soll sie als kurz- bis mittelfristig realisierbare Eisenbahnverkehrsachse durch die zentralen Pyrenäen untersucht werden. Eine Vielzahl von Aspekten wie die wachsenden Verkehrszahlen, die Arbeitsteilung in Europa, die Auswirkungen des Strassenverkehrs auf die Umwelt, die verkehrspolitischen Unterschiede zwischen einzelnen Staaten, die Liberalisierung des Schienenverkehrs, die Probleme bei Grossprojekten für neue Verkehrskorridore, die eigenen technischen Normen in den einzelnen Ländern, die Entwicklung neuer Technologien für die Betriebsführung auf konventionellen Eisenbahnlinien usw. lassen die Canfranc-Strecke in ein neues Licht rücken, mit dem sich die vorliegende Arbeit beschäftigt. Die Zielsetzung bestand darin, die Bedürfnisse nach Schienenverkehrs-Angeboten im Personen- und Güterverkehr zu beschreiben und erklären sowie die Möglichkeiten für die Realisierung dieser Angebote abzuschätzen.

Theoretische Grundlagen

Den Untersuchungen liegen die vernetzte Denkweise - konkretisiert mit Netzwerkdiagrammen und Vernetzungsmatrizen - sowie ausgewählte statische bzw. dynamische Modelle wie das Gravitationsmodell und die Nutzwertanalyse zu Grunde. Die mögliche Realisierung des Angebots im Personen- und Güterverkehr wird mit Hilfe eines Simulationsmodell dargestellt und überprüft, für das neben anderen Formeln die Grundgleichung der Mechanik verwendet wird. Vier Begriffe aus dem Verkehrswesen spielen in dieser Arbeit eine wichtige Rolle, nämlich die *Rentabilität von Eisenbahnstrecken*, die *Intermodalität*, die *Liberalisierung im Schienenverkehr* und der *integrale Taktfahrplan*.

Untersuchungsmethoden

Es kommen qualitative und quantitative Methoden, vergleichende Analysen und eine interaktive Betriebssimulation zur Anwendung: Die Nachfrage wurde mit Umfragen im Einzugsgebiet der Eisenbahnstrecke, Experteninterviews, Sekundärdaten und Beobachtungen untersucht. Für die Herleitung und Prüfung der Möglichkeiten, die die Canfranc-Strecke für Verkehrsunternehmen bietet, wurde ein dynamisches Simulationsmodell auf der Grundlage des Programms OPEN TRACK erstellt. Als Instrument für die übersichtliche Darstellung der Ergebnisse bezüglich einem möglichen Angebot dient ein grafischer Fahrplan, in Form eines Weg-Zeit-Diagramms der Züge auf der Canfranc-Strecke.

Ergebnisse

Die Europäische Kommission hat mit ihrem Weissbuch Leitlinien für die Europäische Verkehrspolitik bis ins Jahre 2010 erstellt. Es zeigt sich, dass die Wiederaufnahme des durchgehenden

internationalen Eisenbahnverkehrs auf der Canfranc-Strecke mit den vorgeschlagenen Massnahmen technisch möglich und ökonomisch sowie ökologisch sinnvoll ist. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Strecke einspurig ist, und deshalb eine eingeschränkte Transportkapazität vorliegt. Dieser Umstand wirft die Frage nach dem Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen hinsichtlich der Wiedereröffnung dieser Strecke auf. Diese Diplomarbeit versucht, einige wichtige Grundlagen hierzu heraus zu arbeiten. Die im Rahmen der Bahnreformen in Europa schon erfolgte oder noch zu realisierende rechnerische Trennung von Infrastruktur und der einzelnen Netzzugängern führt auch dazu, dass Synergien in diesem komplexen System des Verkehrs unter Umständen nicht mehr genutzt werden. Am Beispiel des Tourismusverkehrs und der Betriebsführung der Infrastruktur will diese Arbeit die Bedeutung bereichsübergreifender Zusammenarbeit erklären, um die Chancen für der Erfolg auf der Canfranc-Strecke zu verbessern.

Die Infrastruktur dieser Gebirgsstrecke bestimmt weitgehend die Grenzen für die Möglichkeiten der Betriebsführung. Dazu wurden die Verhältnisse anhand vergleichbarer Konzepte aus dem Alpenraum wie die Züge der Rollenden Landstrasse (RoLa), die Züge des Unbegleiteten Kombinierten Verkehrs (UKV), der InterRegio- und Regional-Express-Züge (die gleichzeitig der Grundversorgung und dem Tourismusverkehrs dienen) sowie die Betriebsführung auf den schweizer Steilstrecken der Südostbahn und auf der Lötschberg-Linie untersucht. Das Projekt der „Zentralen Pyrenäen Transversale“ (TCP) mit einem geplanten Basistunnel stellt vorerst keinen Ersatz für die Canfranc-Linie dar, da die Realisierung nur langfristig möglich ist und derzeit viele Unsicherheiten (z.B. Finanzierung) aufweist.

Sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr wird die Angebotsqualität als wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Canfranc-Linie festgestellt. Mit einem Modellfahrplan, der die Verkehrszeiten aller gewünschten Züge auf der gesamten Linie enthält, werden die Möglichkeiten für die Realisierung des Angebots im Personen- und Güterverkehr abgeschätzt. Mit dem Simulationsprogramm OPEN TRACK kann die Machbarkeit dieses Modellfahrplans in vielen Varianten (z.B. mit Störungen, Verspätungen) nachgewiesen werden. Daraus können die Transportkapazitäten und die Wirtschaftlichkeit berechnet werden, welche für den Güterverkehr über 4,5 Millionen t-km pro Tag und für den Personenverkehr 4,2 Millionen Personen-km pro Tag beträgt. Mit zusätzlichen technischen Massnahmen könnte diese Transportkapazität nochmals gesteigert werden.

Die Ergebnisse der Diplomarbeit zeigen, dass die Canfranc-Strecke kostendeckend betrieben werden kann, sofern die externalisierten Kosten zumindest teilweise internalisiert und umverteilt sowie die Regionalzüge im Sinne der öffentlichen Grundversorgung abgegolten werden. Der geschätzte Ertragsüberschuss liegt bei ca. 58'000 € pro Tag. Die Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf die Schiene ist auf dieser Strecke technisch und betrieblich möglich. Sowohl im Bereich Tourismus als auch im Regional- und Fernverkehr bestehen Bedürfnisse nach Transportangeboten, die jedoch stark von der Angebotsqualität (Fahrplandichte, Anschlussverhältnisse zwischen Zügen und anderen Verkehrsmitteln, Beförderungszeit usw.) abhängen.

Die Arbeit kommt zu dem Ergebnis, dass die Eisenbahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau nach erfolgter Kostenzurechnung gemäss Verursacherprinzip (aus wirtschaftlicher Sicht) wieder durchgehend in Betrieb genommen werden kann. Der Druck auf leistungsfähige Schienenverkehrsachsen durch die Pyrenäen wird in den nächsten Jahren stark ansteigen. Um den Bedürfnissen im Personenverkehr gerecht zu werden, wird ein gemischter Betrieb von Personen- und Güterzügen empfohlen. Ein grosser Vorteil der Canfranc-Strecke liegt darin, dass sie sogar kurzfristig in Normalspur ausgebaut, elektrifiziert und wieder durchgehend in Betrieb genommen werden könnte.

1. Einleitung

1.1 Problemstellung und Begründung des persönlichen Interessens

Der wachsende Güter- und Personenverkehr in Europa fordert die Verantwortlichen in der Politik, der Wirtschaft und der Gesellschaft. Die Auswirkungen der Transporte häufen sich besonders in Bergregionen mit schwierigen Verhältnissen für die Verkehrsträger. Im Zuge umfangreicher und aufwändiger Bemühungen auf allen Ebenen für eine umweltverträglichere und nachhaltigere sowie effizientere Abwicklung der Transporte besteht ein zunehmender Forschungsbedarf, um Lösungswege für die Zukunft aufzuzeigen.

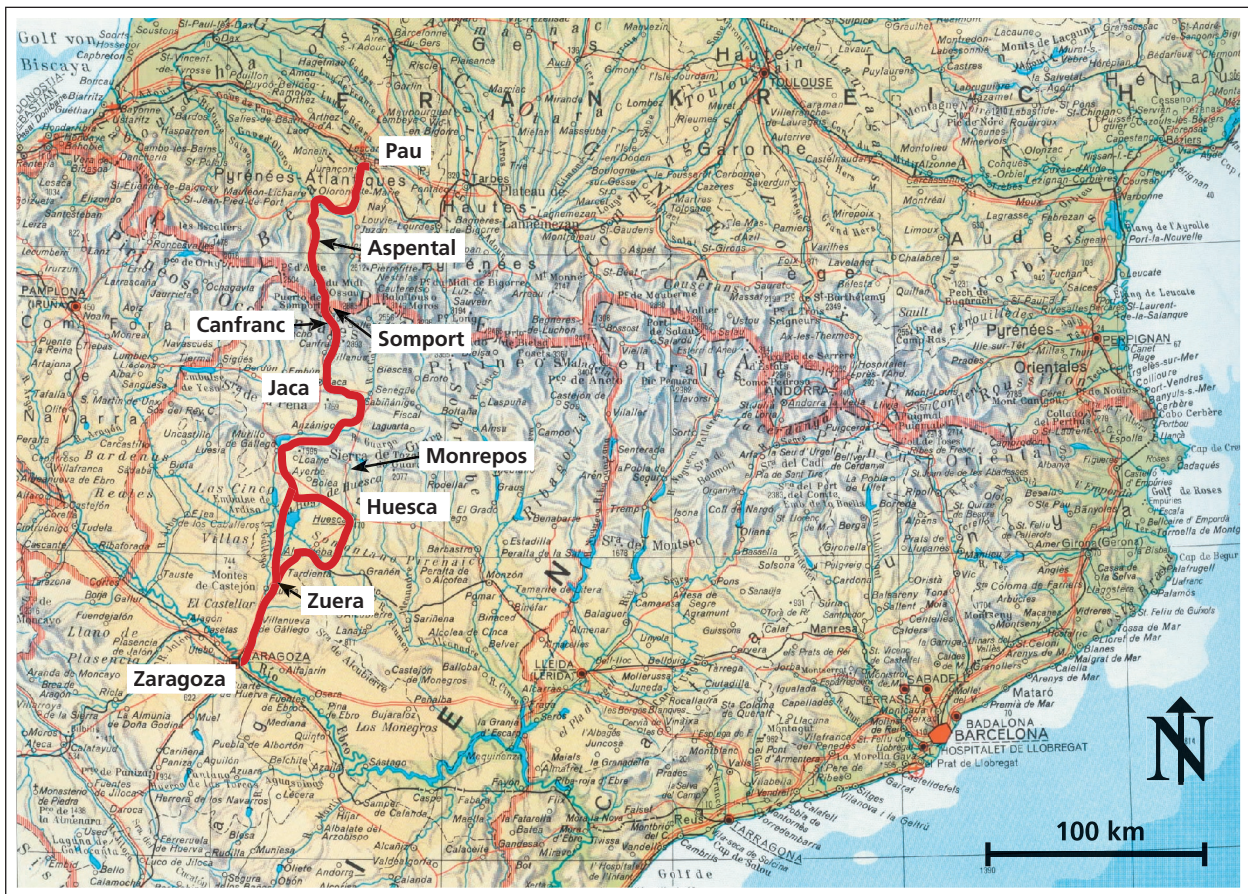


Abbildung 1: Der Kartenausschnitt zeigt die Pyrenäen, rot hervorgehoben die Lage der Eisenbahnstrecke Zaragoza (Süden) - Canfranc - Pau (Norden) und der direkten Verbindungslinie zwischen Zuera und Turuñana. (RV Verlag 2000: 130, geändert)

Die vorliegende Diplomarbeit untersucht die seit über 36 Jahren für den internationalen Verkehr eingestellten Eisenbahnlinie zwischen dem spanischen Zaragoza und der südfranzösischen Stadt Pau hinsichtlich einer möglichen Wiedereröffnung. In Abbildung 1 ist die Canfranc-Strecke mit der direkten Verbindungsstrecke zwischen Zuera und Turuñana rot hervor gehoben. Das detaillierte Profil der Strecke ist in Anhang 1 zu sehen. Durch die Entwicklung des politischen Umfeldes, der wirtschaftlichen Verhältnisse und der Transporttechnologie in der genannten Zeitspanne hat sich das Interesse an dieser Eisenbahnlinie stark verändert. Die Europäische Union versucht, mit Richtlinien die Verkehrsentwicklung in den Mitglieds- und Vertragsstaaten bewusst zu lenken, um die schädlichen Auswirkungen für Gesellschaft und Wirtschaft zu verringern und damit Vorteile für die kommenden Generationen zu schaffen.

Die Verkehrsströme durch die Pyrenäen und über die Grenze zwischen der Iberischen Halbinsel und Frankreich sind deshalb als besonders anspruchsvoll zu betrachten, einerseits deren Wachstum überdurchschnittlich hoch ist und andererseits geeignete Verkehrsinfrastruktur mit genügender Kapazität für die nahe Zukunft weitgehend fehlt. Die in jüngster Zeit zum Teil sehr aufwändig erstellen Strassenausbauten vermögen die stets zunehmenden Transporte kaum mehr aufzunehmen. Gleichzeitig verstärken sich die gesundheitsgefährdenden und umweltschädlichen Folgen des motorisierten Strassenverkehrs.

Es ist daher von grosser Bedeutung, im Sinne der vernetzten Denkweise die Bedürfnisse, Möglichkeiten und Chancen der verschiedenen Transportsysteme zu untersuchen. Es soll darum gehen, unter Anwendung bewährter Systeme neue Lösungswege anzugehen. In dieser Hinsicht stellt die neue Nutzung einer längst bestehenden Eisenbahninfrastruktur einen Ansatz für das Beheben von Verkehrsengpässen dar. Die vorliegende Arbeit liefert einen Beitrag im Sinne der europäischen Verkehrspolitik und -forschung.

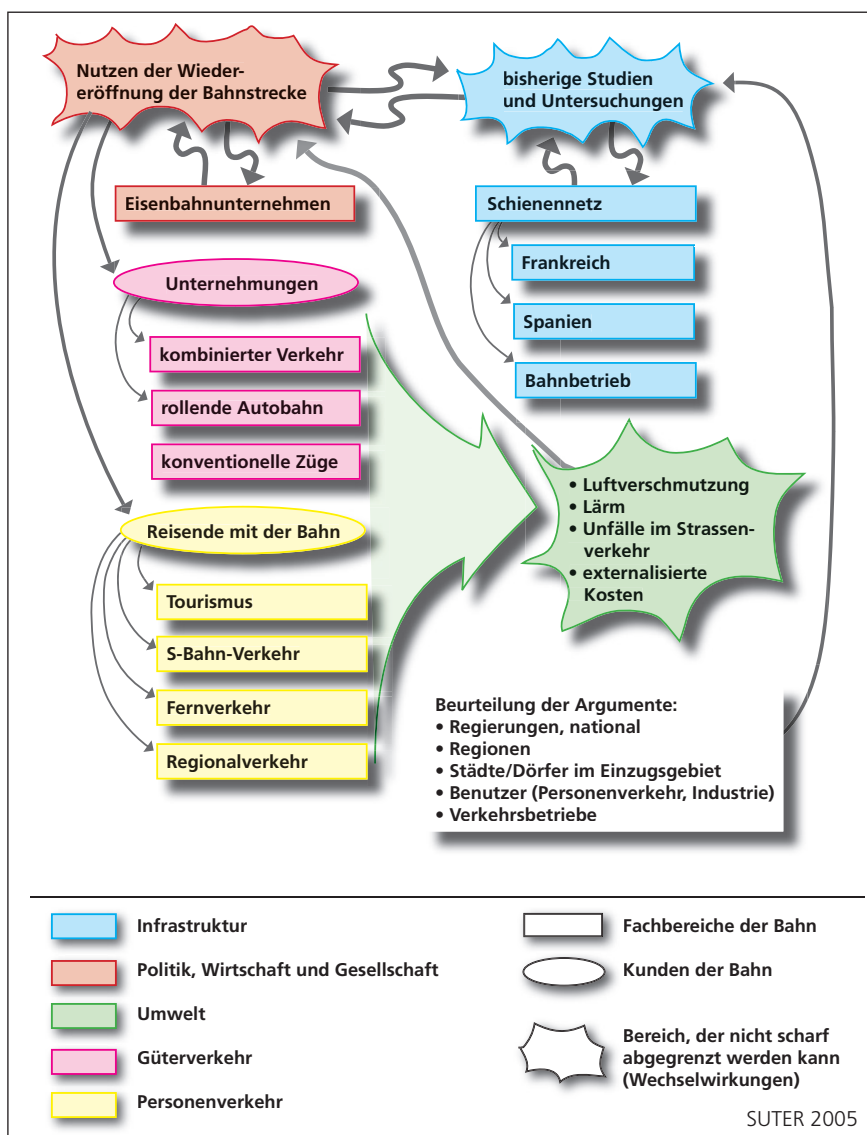


Abbildung. 2: Übersicht über die Problemstellung.

In Abbildung 2 sind die einzelnen Komponenten der Problemstellung dieser Diplomarbeit dargestellt. Dabei sind die Infrastruktur, die Eisenbahnunternehmen im Güter- und Personenverkehr und die Auswirkungen auf die Umwelt als grundsätzliche Faktoren zu betrachten. Die Eisenbahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau durchquert die Pyrenäen an zentraler Stelle und stellt - ganz im Sinne der Erbauer - eine wirtschaftlich interessante Verkehrsverbindung dar. Der

Bedarf an leistungsfähiger Verkehrsinfrastruktur zwischen Spanien und Zentraleuropa ist in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen, was für die erwähnte Bahnstrecke spricht. Es darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Linie vor fast 90 Jahren eröffnet wurde und nach völlig andern technischen, betrieblichen und auch kulturellen Gesichtspunkten gebaut wurde. Eine Verkehrsinfrastruktur befindet sich stets in einem Gefüge eines Netzwerkes, wobei sich einzelne Elemente wie Fahrzeuge, Antriebstechnik, Umwelteinwirkungen, Verkehrsnachfrage, Wirtschaftlichkeit, Betriebsverhältnisse, Sicherheitsvorschriften usw. mit der Zeit verändern. Daher kann eine Eisenbahnlinie nicht einfach anhand ihres Alters beurteilt werden.

Da Bau und Betrieb einer Eisenbahninfrastruktur aufwändig sind, muss die Frage nach optimaler Erbringung der Verkehrsleistungen durch die Transportunternehmungen als Netzzugänger besonders sorgfältig behandelt werden. Es ist deshalb sehr wichtig, deren Bedürfnisse zu erkennen und zu erklären. Die Beschreibung von Auswirkungen der Wiederaufnahme des durchgehenden Bahnverkehrs zwischen Zaragoza und Pau macht es möglich, Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Als Hilfe für die Beurteilung der Wiedereröffnung dieser Eisenbahnlinie untersucht diese Studie die potentielle und effektive Nachfrage sowie die Möglichkeiten einer modernen Betriebsführung. Der Handlungsbedarf nach Verbesserung der Verkehrsverhältnisse sowie Schaffung effizienter Transportmittel für das Überwinden der Pyrenäen hat die Bahnverbindung Zaragoza–Canfranc–Pau ins Zentrum des Interessens zahlreicher politischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Gremien gerückt. Klare, eindeutige und nachvollziehbare Ergebnisse über diese Verkehrsachse sind für die mögliche Inwertsetzung unbedingt notwendig.

Nachdem der Autor während 16 Jahren bei einem Bahnunternehmen tätig war, liegt sein persönliches Interesse generell in den wachsenden verkehrspolitischen und -technischen Herausforderungen der Eisenbahn. Die Zukunft der Bahnlinie Zaragoza–Canfranc–Pau soll auch als ein Modell der Verkehrsentwicklung in den Grenzregionen Europas betrachtet werden können.

1.2 Geschichtlicher Abriss der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau

Mitte des 19. Jahrhunderts stand Europa am Beginn der Entwicklung eines umfangreichen Eisenbahnnetzes, die zu dieser Zeit mit dem Aufbau von Industrie und Wirtschaft einher ging. Aus damaliger Sicht stellte die Eisenbahn wegen ihrer Beförderungszeiten und -kapazitäten das Transportmittel der Zukunft dar. Das Bahnsystem der Iberischen Halbinsel wies im Vergleich zu Mitteleuropa jedoch von Anfang an eine Besonderheit auf: Die Breitspur mit 1668 mm Abstand zwischen den Schienen, im Gegensatz zur Normalspur, die 1435 mm aufweist. Dies zusammen mit anderen Umständen (z.B. starke Stiegungen und enge Kurvenradien) haben zu besonderen Konflikten in Geschichte dieser Bahnstrecke geführt.

Noch vor Baubeginn der heutigen Hauptverkehrsachse Madrid - Irún wurden im Jahre 1853 die Planungsarbeiten für die Canfranc-Bahn aufgenommen. Es wurden verschiedene Varianten der Linienführung durch die Pyrenäen untersucht, bis man sich schliesslich für die Route über Canfranc mit dem Scheiteltunnel durch den Somport entschieden hatte. Neben der vorteilhaften Streckenlänge waren aber auch meteorologische und wirtschaftliche Faktoren für den Entschluss massgebend. (FERNÁNDEZ SANZ et al, 1988: 1ff) Auch die besondere zentrale Lage der Stadt Zaragoza im südlichen Vorland der Pyrenäen zwischen der spanischen Hauptstadt Madrid und den Hafenstädten Bilbao, Barcelona und Valencia spricht hinsichtlich der Verkehrsflüsse für diese Linienführung. PARRA DE MÁZ (1988: 32f) weist darauf hin, dass die strategische Situation von Zaragoza, in der Mitte zwischen Madrid und Barcelona gelegen, zu dieser Zeit

für die Eisenbahnprojekte von entscheidender Bedeutung war. Demnach sollte die Hauptverbindungsline Spaniens von Cadiz über Madrid nach Zaragoza führen, von wo aus Zweiglinien nach Barcelona, Pamplona und San Sebastián und eben durch die Pyrenäen direkt nach Frankreich vorgesehen waren.

Zusammenfassend ist der Entschluss zum Bau der Canfranc-Bahn eine insgesamt gesehen logische Konsequenz aus der Kombination geografischer, technischer, wirtschaftlicher und auch strategischer Vorteile.

Im Vergleich mit andern Grossprojekten fällt beim Betrachten der Fakten über die Canfranc-Bahn die ausserordentlich lange Bauzeit auf. Wie oben beschrieben, wurde die Planung offiziell seit dem Jahre 1853 betrieben, die durchgehende Verbindung zwischen dem von Zaragoza um 312 Streckenkilometer entfernten Pau sollte erst im Jahre 1928 erfolgen. Die näheren Umstände zeigen, dass sich dieses Bauvorhaben aus technischen, politischen, gesellschaftlichen und juristischen Gründen nur schwer mit andern Eisenbahnlinien (z.B. Lötschberg- oder Simplonstrecke) vergleichen lässt. Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Ereignisse der Entstehungs- und Betriebsgeschichte der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau:

1853	erste offizielle Vorstösse in Zaragoza zum Bau der Bahnlinie
1865-1873	verschiedene Studien in Zusammenarbeit zwischen Frankreich und Spanien
1882	Beginn der Arbeiten für den Bau der Bahnlinie in Huesca
1888	Beginn der Bauarbeiten für die Linie Huesca - Jaca
1893	erster Reisezug bis nach Jaca
1914	Fertigstellung des Somporttunnels
1927	Fertigstellung der gesamten Infrastruktur
1928	Einweihung der Canfranc-Bahn am 18. Juli
1929	Betriebsaufnahme der Eisenbahn, inkl. Verbindung Zuera - Turuñana
1936-1939	Betriebseinstellung der Bahnlinie wegen dem Spanischen Bürgerkrieg
1939-1944	maximales Transportvolumen während dem 2. Weltkrieg
1945-1948	Erneute Betriebseinstellung aus politischen Gründen
1949-1970	Bahnlinie durchgehend in Betrieb
1970	Unterbruch des internationalen Verkehrs durch einen Unfall am 27. März

Tabelle 1: Übersicht über die wichtigsten Ereignisse in der Geschichte der Canfranc-Bahn. (ANTONIO/PALOMO 1990: 2)

Gemäss den internationalen Abkommen der damaligen Zeit baute man eine Verbindungslinie zwischen Zuera und Turuñana, welche am 4. März 1929 in Betrieb genommen wurde. Diese knapp 40 km lange Strecke bedeutete eine wichtige Abkürzung für die Züge, die nicht über Huesca verkehrten. Sie wurde vor allem als wesentlicher Bestandteil für den internationalen Eisenbahnverkehr auf der Achse Valencia - Zaragoza - Frankreich angesehen. (PARRA DE MÁS 2000: 81f)

Bereits zu Beginn der Planungsarbeiten im 19. Jahrhundert wurde die Umstellung der spanischen Breitspur auf die in den meisten europäischen Ländern übliche Normalspur gefordert. Damit hätte die Linie von Zaragoza nach Pau als Normalspurbahn gebaut werden können, was den internationalen Verkehr um ein entscheidendes Mass vereinfacht hätte, wie sich später herausstellen sollte. Dieser Antrag nach einheitlicher Spurweite wurde jedoch vom spanischen Staat aus

zwei Gründen verworfen: Erstens käme die Normalspur aus strategischer Sicht einer möglichen französischen Invasion zu Gute und würde die Verteidigung erschweren. Zweitens glaubten die Ingenieure, die Breitspur erlaube eine höhere Leistungsfähigkeit der Triebfahrzeuge (Traktionskapazität). Die Frage nach der Anpassung der spanischen Spurweite begleitete jedoch die Bahnlinie über Canfranc durch seine ganze Geschichte. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden mehrere Studien über den Umbau der Eisenbahnen auf Normalspur sowie deren Ausrüstung mit einem Dreischienengleis erstellt, wobei - auch wegen dem politisch schwierigen Umfeld - keine zu überzeugen vermochte. (PARRA DE MÁS 1988: 20ff) Die damalige Betreibergesellschaft „Compañía del Norte“ legte 1913 einen Bericht vor, nach welchem die Ausrüstung der Bahnlinie bis an die Landesgrenze mit der dritten Schiene und die entsprechende Anpassung des Rollmaterials gleich teuer zu stehen käme, wie die zu dieser Zeit schon fertiggestellte Bahnstrecke zwischen Huesca und Jaca. (PARRA et al 2005: 56) Diese Lösung wurde verständlicherweise als zu teuer erachtet.

Ein weiterer systematischer Unterschied war die Traktionsart. Der französische Streckenabschnitt wurde seit Beginn der Betriebsaufnahme elektrisch betrieben, während die spanischen Züge zuerst mit Dampflokomotiven, später mit Diesellokomotiven bespannt waren. Nachdem die Bemühungen um einheitliche Spurweite gescheitert waren, spielte dieser Unterschied zunächst jedoch keine Rolle mehr; es konnten grundsätzlich keine durchgehenden Züge verkehren. PARRA et al (2005: 56) schildert hier auch hinsichtlich des vorher beschriebenen Problems der Spurweite die Haltung Frankreichs: Die französischen Techniker versuchten stets, ihre spanischen Amtskollegen zu einer Umstellung der Strecke auf Normalspur sowie der Einrichtung der elektrischen Traktion zu bewegen. Ihre Anstrengungen blieben jedoch erfolglos.



Abbildung 3: Der Bahnhof Canfranc mit seinen gewaltigen Dimensionen wird zur Zeit renoviert und in ein Hotel umgebaut. Der Personenbahnhof wird versetzt. (SUTER, 18.07.2005)

Die Systemunterschiede der Eisenbahnen beider Länder haben dazu geführt, dass für den internationalen Verkehr in Canfranc ein Grenzbahnhof mit ausserordentlich grossen Dimensionen gebaut wurde: Im Bereich des Hauptgebäudes, das rund 250 m Länge misst (Abbildung 3), konnten 27 Gleise gezählt werden. Die Anlagen des Bahnhofs erstreckten sich auf über einem Kilometer Länge und umfassten unter anderem zwei grosse Güterumschlaghallen, Hallen für Stückgut- und Postumschlag, eine halbkreisförmige Depotwerkstätte für Lokomotiven und viele weitere Dienstgebäude

Bezüglich dem Aspekt der Steilrampen bis 43‰ sowie den engen Kurvenradien bis zu 200 m auf der französischen Seite der Gebirgsstrecke ist in der Literatur wenig zu erfahren. Offensichtlich wurden diese Umstände als notwendig und mit moderner Technik überwindbar angesehen. Auch

in den Beschreibungen der alternativen Bahnstrecken wird dem Umstand der Maximalsteigungen nur wenig Bedeutung zugemessen. In der Fachzeitschrift SANZ (1988: 10) ist nachzulesen, dass diese Neigung von 43‰ auf insgesamt 7,6 km kein Hindernis sei; die Linie Toulouse - La Tour de Carol, wo Expresszüge verkehren, weist über 40 km eine Steigung von 40‰ auf. Trotzdem ist die Canfranc-Bahn die steilste Strecke des französischen Bahnnetzes. (LES TRANSPYRÉNÉES 1997: 55)

Jahr		1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970 1)
Import	Tonnage	12420	16326	44857	62687	82275	119669	88667	76400	25250
	Anzahl geladener Wagen Empfang	703	942	2336	3369	4227	5520	4118	3523	1080
Export	Tonnage	4153	1498	1306	1894	1565	2551	1210	1879	41
	Anzahl geladener Wagen Versand	351	140	118	202	153	169	91	129	10

1) Güterverkehr ab 27.03.1970 zwischen Bedous und Canfranc unterbrochen

Tabelle 2: Güterverkehr im Bahnhof Canfranc zwischen 1962 und 1970. Die Bezeichnungen Import/Export beziehen sich auf Frankreich. (Quelle: BARBERON 1990: 9)

Tabelle 2 zeigt das Güterverkehrsvolumen der Canfranc-Bahn in den letzten neun Jahren der internationalen Transporte. Die ausgesprochen schwachen Verkehrszahlen weisen deutlich auf betriebliche Schwierigkeiten hin: Über die Lötschbergstrecke werden heute rund 8 Millionen Tonnen Güter pro Jahr transportiert.

Am 27. März 1970 geriet beim Ort Etsaut ein mit 260 t Mais beladener Güterzug auf dem Weg nach Canfranc ausser Kontrolle, rollte ohne Personal talwärts und entgleiste schliesslich auf der Brücke bei l'Estanguet. (LÆDRICH 1988: 10ff) Abbildung 4 gibt einen Eindruck der Unfallstelle.



Abbildung 4: Seit dem Unfall am 21. März 1970 auf der Brücke bei l'Estanguet ist die durchgehende Bahnstrecke unterbrochen. (<http://quierzy.club.fr>, 28.09.2006)

Dieser Unfall bedeutete den bis heute endgültigen Unterbruch des internationalen Verkehrs. Auf der Nordseite der Linie wurde der Bahnverkehr vorerst zwischen Pau und Bedous, zehn Jahre später nur noch bis Oloron-Ste-Marie aufrecht erhalten. Für den Personenverkehr besteht ein Busersatzverkehr zwischen Oloron-Ste-Marie und Canfranc (über den Somportpass). In Spanien verkehrte bis in die 1990er Jahre neben den Regionalzügen ein Schnellzug Madrid - Canfranc, später während einigen Jahren noch bis Jaca. Für den Güterverkehr wurde in Canfranc ein Silo für Mais erstellt, welches noch heute betrieben wird. Die Ware wird per Strassentransport nach Canfranc gebracht und dort auf die Bahn verladen.

Seit der Einstellung des internationalen Verkehrs setzen sich zahlreiche Interessensgruppen, Vereine und politische Gremien für die Wiedereröffnung dieser Bahnlinie ein. Es wurden bisher zahlreiche Studien über die verschiedensten Bereiche und Aspekte der Canfranc-Bahn erstellt, was zu einer ausgesprochen umfangreichen Debatte zu diesem Thema geführt hat.

In den 1980er Jahren wurde ein Projekt für einen neuen zweispurigen Strassentunnel durch den Somport parallel zum Eisenbahntunnel aufgenommen. Im Frühjahr 1991 wurde das Bauvorhaben durch den französischen Präsidenten François Mitterrand und den spanischen König Juan Carlos ratifiziert (LA VIE DU RAIL 1993: 11) und unter teilweise heftigem Widerstand der einheimischen Bevölkerung bis ins Jahr 2003 umgesetzt.

1.3 Das heutige Umfeld der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau

Das direkte Einzugsgebiet der Linie (siehe Anhang 2-4) umfasst folgende Städte: Zaragoza (Regionale Hauptstadt, 647'400 Einwohner), Huesca (Provinzhauptstadt, 48'500 Einwohner), Sabiñánigo (9'000 Einwohner), Jaca (12'500 Einwohner), auf der französischen Seite Oloron-Ste-Marie (11'700 Einwohner) und Pau (Departementshauptstadt, 80'600 Einwohner). Die Bahnlinie erschliesst Siedlungen mit insgesamt 881'000 Einwohner, davon fallen 737'400 (83,7%) Personen aus 30 Gemeinden auf die spanische und 143'600 (16,3%) Personen aus 49 Gemeinden auf die französische Seite. Dazu werden jene Dörfer gezählt, von deren Zentrum aus die nächste Haltestelle der Bahnlinie zu Fuss oder mit dem privaten Verkehrsmittel innerhalb von 20 Minuten erreichbar ist. Diese Eigenschaft ist für den regionalen Personenverkehr (RPV) von Bedeutung, für den Personen-Fernverkehr nur dann, wenn der RPV als Zubringer zu den entsprechenden Zügen angesehen werden kann. Für den Personenverkehr von wesentlicher Bedeutung sind die Tourismusgebiete in der spanischen Provinz Huesca und dem französischen Departement Pyrénées-Atlantique. Tabelle 3 zeigt das Angebot der touristischen Unterkünfte der spanischen Region Aragón als Indikator der Aktivitäten in den Pyrenäen. Auffallend dabei ist die Dominanz der Provinz Huesca, welche bezüglich Unterkünfte 58,3% der gesamten Region einnimmt.

Tourismusunterkünfte in Aragón. Jahr 2005.

	Total Unterkünfte		Hotelunterkünfte		Ferienwohnungen		Camping		Appartements	
	Betriebe	Betten	Betriebe	Betten	Betriebe	Betten	Betriebe	Betten	Betriebe	Betten
Total Aragón	1'945	74'846	803	34'512	957	9'858	94	28'447	91	2'029
davon Provinz Huesca	1'033	43'686	357	16'001	548	6'232	62	20'143	66	1'310
davon Provinz Teruel	521	12'951	195	6'106	286	2'278	18	4'064	22	503
davon Provinz Zaragoza	391	18'209	251	12'405	123	1'348	14	4'240	3	216

Tabelle 3: Das Angebot der touristischen Unterkünfte der Region Aragón zeigt ein Schwergewicht der Betriebe in der nördlichen Provinz Huesca. (Quelle: <http://portal.aragob.es>, 03.08.2006)

Die Eisenbahnverbindung zwischen Zaragoza und Pau kann heute in fünf Abschnitte unterteilt werden: Die Strecke ab dem neuen Bahnhof *Zaragoza-Delicias bis Huesca* ist seit Dezember 2003 mit einer zusätzlichen Hochgeschwindigkeitsstrecke ausgerüstet. Dazu wurde zwischen Zaragoza und dem Abzweigbahnhof Tardienta eine parallel zur konventionellen Strecke verlaufendes, mit 25'000 V~ elektrifiziertes Normalspurgleis verlegt. Zwischen Tardienta und Huesca wurde die Strecke - als Besonderheit in Spanien - mit einem Dreischienengleis versehen. Der elektrische Betrieb ist dabei nur für die Normalspurzüge möglich. In Huesca besteht ein Kopfbahnhof, so dass für die Züge Richtung Canfranc aufwändige Rangierfahrten nötig sind. Gegenwärtig wird eine Umfahrungsstrecke gebaut, die diese Situation vereinfachen und die Stadt Huesca auch von einem Streckengleis befreien soll. Als zweiter Abschnitt kann die *Strecke*

Huesca - Canfranc betrachtet werden. Sie besteht aus einer Einspurstrecke mit telefonischem Blocksystem und einfachen Sicherungsanlagen. Die Bahnhöfe Plasencia del Monte, Ayerbe, Sabiñánigo, Jaca und Canfranc sind heute noch besetzt und für den Personenverkehr geöffnet. Im Bahnhof Santa María y la Peña sind die Sicherungsanlagen mit Möglichkeit zum Kreuzen von Zügen noch vorhanden. Der Verkehr auf der *Verbindungslinie zwischen Zuera und Turuñana* ist seit 1970 eingestellt, die Streckenanlagen sind teilweise abgebaut und verlassen. Das Trasse ist jedoch nirgends unterbrochen. Auf dem französischen Streckenabschnitt zwischen *Canfranc und Oloron-Ste-Marie* ist der Bahnverkehr auf den Teilstrecken zwischen Canfranc und Bedous seit 1970 und zwischen Bedous und Oloron-Ste-Marie seit 1980 eingestellt. Der öffentliche Personenverkehr wird mit Bussen abgewickelt. Die Bahnanlagen sind verlassen und wurden teilweise abgebaut (Fahrleitungen, Sicherungsanlagen, Bahnübergänge, z.T. Brücken), das Trasse ist punktuell durch Witterungseinflüsse beschädigt. Die Kunstbauten wie Steinbrücken, Tunnels, Galerien und Fahrbahnunterbau befinden sich aber allgemein in einem guten Zustand. Beim Ausbau der Strasse zwischen Canfranc und Oloron-Ste-Marie wurde auf die bestehende Bahnstrecke weitgehend Rücksicht genommen. Auf dem letzten Teilstück zwischen Oloron-Ste-Marie und Pau verkehren heute noch Regionalzüge (TER). Der Streckenabschnitt ist noch mit dem ursprünglichen System von 1'500 V= (Volt Gleichstrom) elektrifiziert und in Betrieb. Tabelle 4 zeigt das gegenwärtige Verkehrsangebot zwischen Zaragoza und Pau. Sowohl Kapazität als auch das Verkehrsvolumen sind als gering zur betrachten:

Streckenabschnitt	Kategorie	Anzahl Züge (Hin- und Rückfahrt)											
		AVE		TRD		R		TER		Bus		M	
		Mo-Fr	Sa/So	Mo-Fr	Sa/So	Mo-Fr	Sa/So	Mo-Fr	Sa/So	Mo-Fr	Sa/So	Mo-Fr	Sa/So
1 Zaragoza - Huesca		1	2 a)	7	4 b)	2	2						1
2 Huesca - Canfranc				1 c)	1 c)	2	2						1
3 Zuera - Turuñana													
4 Canfranc - Oloron-Ste-Marie										3 d)	2 e)		
5 Oloron-Ste-Marie - Pau								9 f)	9 g)				

Legende:	Kategorie	AVE	Hochgeschwindigkeitszug "Alta Velocidad Española"
		TRD	Regionalexpress, beschleunigter Regionalzug "Tren Regional Diesel"
		R	Regionalzug
		TER	Nahverkehrszug "Train Express Régional"
		M	Güterzug

a)	Freitags und Sonntags verkehrt ein zusätzlicher AVE Madrid - Huesca und zurück
b)	wovon ein Zug nur Samstags und ein Zug nur Sonntags verkehrt
c)	Zaragoza - Jaca - Zaragoza
d)	Montag bis Donnerstag ein, Freitags zwei zusätzliche Kurse bis Urdos
e)	Samstags ein, Sonntags zwei zusätzliche Kurse bis Urdos
f)	wovon ein Zug Freitags verkehrt
g)	wovon 4 Züge nur Samstags und ein Zug nur Sonntags verkehrt

SUTER 2006

Tabelle 4: Das aktuelle regelmässige Verkehrsangebot auf den einzelnen Streckenabschnitten, im Juli 2006 (Quellen: <http://www.ter-sncf.com>, 03.08.2006 und <http://www.renfe.es>, 03.08.2006)

Hinsichtlich des Strassenverkehrs ist festzustellen, dass die Nationalstrasse N 330 von Zaragoza bis Huesca als vierspurige Autobahn und bis zum Somporttunnel als zwei- bis dreispurige Autostrasse ausgebaut ist. Die Strasse wurde unter extremen Bedingungen bezüglich Steigungen und Kurvenradien angelegt, so dass die Wegdistanz von Zaragoza bis nach Canfranc topografiebedingt nur 167 km beträgt, gegenüber den 218 km der Bahnlinie (182 km über die Verbindungsline Zuera - Turuñana). In Frankreich ist die Strassen- und Bahnlinienführung, bedingt durch das Gelände, ungefähr identisch. Allerdings unterscheidet sich hier der Ausbau: Ab dem Somporttunnel bis Oloron-Ste-Marie ist weitgehend nur eine zweispurige Überlandstrasse vorhanden, teilweise mit Kriechspuren. Ab Oloron-Ste-Marie besteht eine Autostrasse bis Pau. Es ist offensichtlich, dass die Verkehrsinfrastruktur durch das Aspental für das heutige Transportvolumen nicht genügt, stellenweise ist das Kreuzen für Lastwagen nicht möglich. Eine Verkehrserhebung aus dem Jahre 1999 - also noch vor der Eröffnung des Somport-Strassentunnels - zeigt, dass auf

der Strasse bei Urdos im Durchschnitt täglich 150 Lastwagen im internationalen Verkehr passieren. Generell hat sich das Güterverkehrsaufkommen auf den Strassen der Pyrenäen zwischen 1984 und 2000 verdreifacht. (ECHÉLECOU/GAELLE/ELICHEGARAY 2001: 3ff)

Die vorgestellte internationale Bahnlinie steht mitten im Umfeld wesentlicher Veränderungsprozesse: Das Eisenbahnwesen wurde sowohl auf nationaler wie auch auf europäischer Ebene in den letzten 15-20 Jahren grundsätzlich umgestaltet. Wirtschaftliche Schwierigkeiten der Bahnunternehmungen, wachsende Kosten und knapper werdende öffentliche Mittel haben in vielen Ländern Europas zu Reformmassnahmen geführt. Die EU-Mitglied- und Vertragsstaaten verpflichten sich zur Trennung der Eisenbahninfrastruktur von den operativen Bahnunternehmungen. Der freie Netzzugang soll in Europa die Liberalisierung des Schienenverkehrsmarktes ermöglichen. Damit wachsen die Anforderungen an die politischen Verantwortungsträger: Die Beziehungen zu den ehemals staatlichen, teilweise oder ganz privatisierten Verkehrs- und Infrastrukturunternehmen sind zu komplexen Netzwerken geworden.

In Frankreich und Spanien ist die oben erwähnte unternehmerische Trennung zwar in den letzten Jahren erfolgt, die Umsetzung der damit verbundenen Aufgaben und Wirkungen wird noch weitere Jahre dauern. In Spanien wurde die Eisenbahninfrastruktur-Gesellschaft ADIF (Administrador de los Infraestructuras Ferroviarias) gegründet, die entsprechende Gesellschaft in Frankreich heisst RFF (Réseau Ferré France). Auf nationaler Ebene sind hierfür die Verkehrsministerien zuständig (Spanien: Ministerio de Fomento; Frankreich: Ministère des transports) (<http://www.statistiques.equipement.gouv.fr/>, 04.08.2006). Mit den oben erwähnten Reformen wurde als logische Konsequenz auch eine Regionalisierung des Schienenverkehrs eingeleitet. Vor allem in den Bereichen RPV und Infrastruktur ist in beiden Ländern eine gewisse Verlagerung oder Ausweitung der Kompetenzen von der Zentralregierung in die regionalen Regierungen zu beobachten. Für das Untersuchungsgebiet betrifft dies das Gobierno de Aragón in Zaragoza sowie die Région Aquitaine in Bordeaux.

Auf politischer Ebene ist von Seiten der Zentralregierungen bezüglich Wiedereröffnung der Bahnlinie zwischen Zaragoza und Pau eher grössere Zurückhaltung zu spüren als bei den Regionalregierungen, dies besonders in Frankreich. In den Gesprächen mit der Bevölkerung wird denn auch der Widerwille Frankreichs als Hauptgrund für die andauernde Vernachlässigung des unterbrochenen Streckenabschnitts genannt. Die Regionalregierungen sowohl in Spanien als auch in Frankreich streichen die besondere Bedeutung der Canfranc-Bahn für die kurzfristige Überwindung des Problems der unterschiedlichen Spurweiten der beteiligten Bahnen heraus. Der spanische Staat wäre bereit, die Anpassung auf Normalspur sowie die Elektrifizierung der Strecke mit 25'000 V~ zwischen Zaragoza und Canfranc vorzunehmen. Als Vorteile dieser künftig mit einheitlicher und kompatibler Technik betriebenen Bahnlinie werden genannt:

- S-Bahn-Verbindungen (TER) in den Räumen Pau und Zaragoza
- internationaler Verkehr zwischen Toulouse und Zaragoza
- Güterverkehrsfluss mit einer Kapazität von 3 Millionen Tonnen pro Jahr
- interregionaler Güterverkehr zwischen Europas zur Zeit grösster Logistik-Plattform in Zaragoza und dem Norden der Region Aquitaine sowie zwischen Spanien und Nordfrankreich

Im geschichtlichen Abriss wurden die schwierigen Verhältnisse der Gebirgsstrecke wie die starken Steigungen erwähnt. Die auszuführenden Arbeiten sind: Wiedererstellung und Erhaltung der Kunstbauten, Erneuerung der Gleisanlagen, Elektrifizierung der Bahnlinie mit 25'000 V~, neues

Signalisierungs- und Sicherungssystem. (RÉGION MIDI-PYRÉNÉES 2005: 61) Laut dem Bericht des französischen Verkehrsministeriums über die künftigen Transporte durch die Pyrenäen aus dem Jahre 2001 seien die aus damaliger Sicht bekannten Kosten für die Wiedereröffnung bei einer Kapazität von 2,4 bis 3 Millionen Tonnen Güter und 50'000 - 70'000 Reisenden pro Jahr zu hoch, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten. Die Investitionen werden wie folgt beziffert: 800-900 Millionen FF (ca. 122-137 Mio €) für ein gut funktionierendes Personenverkehrsangebot mit Umsteigemöglichkeit in Canfranc sowie 1'500 Mio FF (ca. 228 Mio €) für die Einrichtung der gesamten Linie für den gemischten Verkehr. Speziell wird auch die Führung von Zügen der rollenden Landstrasse (RoLa) aus rein wirtschaftlicher und energetischer Sicht in Frage gestellt. Aufgrund der hohen Totlast von 70% und des grossen Höhenunterschiedes der Strecke müssten für eine Tonne transportierter Güter mehr als vier Tonnen befördert werden. (CONSEIL GÉNÉRAL DES PONTS ET DES CHAUSSÉES 2001: 25ff) Im Jahre 2005 wurde hingegen eine neue Studie vorgestellt, welche für die Erstellung des Streckenabschnitts Oloron-Ste-Marie - Canfranc einen Betrag von 87,6 Mio € vorsieht. (CLARACO 2005: 58) Da sich die vorliegende Arbeit vorwiegend mit den betrieblichen Möglichkeiten auf der erwähnten Bahnlinie gemäss der Nachfrage befasst, wird auf die politischen Aspekte nicht weiter eingegangen.

Die unter Abschnitt 1.2 bereits beschriebene Ausgangslage bewirkt ein verhältnismässig schwaches Angebot im Personenverkehr auf der Schiene. Zur äusserst geringen Frequenz der Züge kommt der Umstand der langen Fahrzeit, welche sich durch die niedrige Streckengeschwindigkeit und die Linienführung ergibt. Parallel zur Bahnverbindung bestehen mehrere Buslinien, die somit für die Züge keine Zubringerfunktion wahrnehmen, sondern ein Alternativangebot darstellen. Zum Beispiel benötigt der Bus ab Jaca nach Zaragoza fast nur die Hälfte der Zeit wie der Zug. Auch die Stadtbuslinien in Zaragoza und Pau sind nur wenig auf die Bahnverbindungen ausgerichtet; die Erreichbarkeit des Stadtzentrums per Bus ist in beiden Städten vergleichsweise umständlich. Einzig in den Bahnhöfen Huesca, Sabiñánigo und Oloron-Ste-Marie ist die Busstation räumlich mit dem Bahnhof zusammengefasst; eine fahrplantechnische Koordination besteht jedoch nur in letzterem Ort, da der Bus als Bahnersatzdienst eingeführt wurde. Auch für den Übergang von den Regionalzügen in die Hochgeschwindigkeits- (AVE und TGV) und Fernverkehrszüge in Huesca sowie den beiden Endbahnhöfen der Canfranc-Linie - Zaragoza und Pau - fehlt das Konzept der Anschlussverbindungen. Selbst der neu gebaute Bahnhof Zaragoza-Delicias (Abbildung 5) ist nicht für das Umsteigen auf andere Verkehrsmittel ausgelegt: Das Umsteigen erweist sich mit langen Fusswegen als umständlich.



Abbildung 5: Der neue Bahnhof Zaragoza-Delicias als Ausgangspunkt der Canfranc-Strecke für den Personenverkehr (SUTER, 01.07.2006)

Die Züge entsprechen sowohl in Spanien wie auch in Frankreich nur teilweise den Anforderungen der Reisenden. In den Zügen beider Länder fehlen wichtige Komfortmerkmale für den

modernen Regionalverkehr wie Niederflereinstiege und Multifunktionsabteile. In Spanien ist der Fahrrad-Selbstverlad in den Regionalzügen kostenlos möglich, in den TRD-Zügen jedoch ausgeschlossen. An den besetzten Bahnhöfen kann das gesamte Personenverkehrsangebot bezogen und Auskunft eingeholt werden. Billettausgabe an Automaten ist zur Zeit nur in Frankreich möglich. In Spanien besteht ein effizientes System über das Internet zum Bezug der Fahrausweise (Ticket) für Züge der AVE, des Fernverkehrs und Regionalexpress/TRD.



Abbildung 6: Das Beispiel der Haltestelle Castiello-Pueblo zeigt die heute ungenügende Angebotsqualität. (SUTER, 18.07.2004)

Die Informationen an nicht besetzten Stationen und Haltestellen können in Frankreich als genügend, müssen in Spanien jedoch als ungenügend betrachtet werden, wie das die Abbildung 6 am Beispiel der Haltestelle von Castiello-Pueblo illustriert. Die Fahrplaninformationen sind in beiden Ländern über Internet erhältlich, der Bedienungskomfort lässt jedoch zu wünschen übrig.

Die Fahrpreise des Regionalverkehrs sind im Vergleich zur Schweiz günstig. So kostet zum Beispiel eine einfache Fahrt von Zaragoza nach Canfranc (218 km) EUR 10.90 (ca. CHF 17.50). Eine Reise gleicher Entfernung kostet in der Schweiz CHF 67.00. Die Dienstleistungen und das gesamte Personenverkehrsangebot ist in Spanien recht einfach. Es fehlen Strecken-, Verbund-, Halbtax- und Generalabonnemente. Auch Vergünstigungen für den Ausflugsverkehr sind praktisch keine vorhanden, einige wenige Sonderaktionen ausgenommen. Erschwerend kommt dazu, dass in den AVE/TGV-Zügen, in Spanien in sämtlichen Fernverkehrs- und sogar in den TRD-Zügen (Regionalexpress), die Platzreservation obligatorisch ist. Insgesamt gesehen bestehen in Frankreich wie auch in Spanien ausser den relativ günstigen Tarifen im Regionalverkehr keine grossen Anreize für potentielle Kunden zum Benützen der Züge.

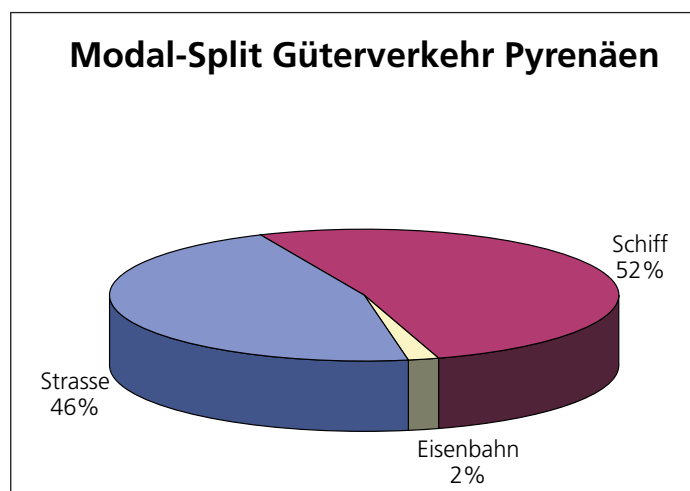


Abbildung 7: Die Anteile der Verkehrsträger am Güterverkehr durch die Pyrenäen zeigt deutlich die geringe Bedeutung der Eisenbahn. (Quelle: RÉGION MIDI-PYRÉNÉES, 2005: 17)

Für den Güterverkehr wird zur Zeit auf der Canfranc-Strecke ein werktägliches Zugpaar zwischen Canfranc und Zaragoza geführt. Es handelt sich dabei um einen Blockgüterzug mit Schüttgut (Mais), welches aus Frankreich per Lastwagen zugeführt wird (siehe Abbildung 25). Die tägliche Beförderungsmenge beträgt rund 700 t. Aufgrund der fehlenden Schienenverbindung zwischen Canfranc und Oloron-Ste-Marie eignen sich keine weiteren Güter für den kombinierten Verkehr auf dieser Linie. Auf sämtlichen Zwischenstationen wurde der Güterverkehr mit ganz wenigen Ausnahmen eingestellt.

Durch die Entwicklung von Wirtschaft und Technologie sowie den politischen Grundsätzen in den letzten fünf Jahrzehnten hat sich der Modal-Split besonders im Güterverkehr stark zu Ungunsten der Eisenbahn verändert. Abbildung 7 zeigt den geringen Bahnanteil von gerade noch 2%. Die absoluten Mengen der einzelnen Verkehrsflüsse betragen im Jahre 2003 für die Strasse 101 Mio t, für die Transporte auf dem Meer 113 Mio t und für die Güter auf der Schiene 4,2 Mio t, insgesamt somit 218,2 Mio t.

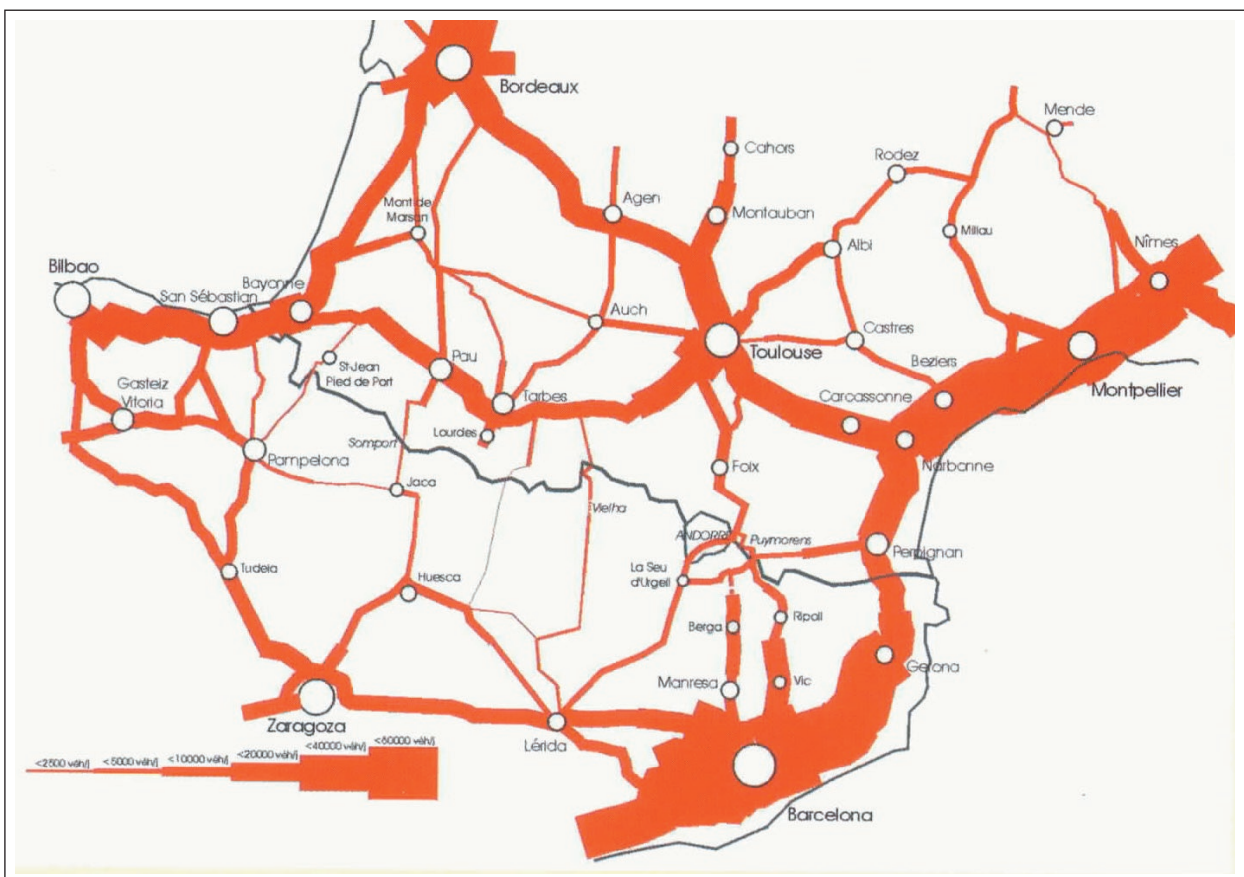


Abbildung 8: Mittlere Güterverkehrsflüsse auf den Strassen im Raum der Pyrenäen. Der Verkehr über die lateralen Grenzübergänge zwischen Spanien und Frankreich ist deutlich sichtbar. (RÉGION MIDI-PYRÉNÉES, 2005: 18)

Spanien und Portugal verzeichneten in den letzten 20 Jahren ein beachtliches Wirtschaftswachstum. Beim Gütertausch ergab dies zwischen 1991 und 2001 einen Anstieg von 65%, was sich im gleichen Zeitraum in der Verdoppelung des LKW-Verkehrs auf den grenzüberschreitenden Autobahnen ausdrückte. Im Jahre 2001 konnten an den Grenzübergängen Irún/Hendaye und Port Bou/Cerbère zusammen täglich rund 15'000 LKW gezählt werden. (CONSEIL GÉNÉRAL DES PONTS ET DES CHAUSSEES 2001: 3) Die schwierigen Verhältnisse des Strassen-Güterverkehrs im Aspental wurden bereits in Abschnitt 1.2 beschrieben. Zwischen den Grenzübergängen Irún/Hendaye (am Atlantik) und Port Bou/Cerbère (am Mittelmeer) bestehen keine internationalen Verkehrsachsen, die wesentlich besser zu befahren wären. Demnach konzentrieren sich heute

die Güterverkehrsflüsse mit einem Anteil von 95% auf die beiden am Meer gelegenen Grenzübergänge, obwohl sie für viele Transporte einen Umweg bedeuten (RÉPUBLIQUE FRANÇAISE 2006). In Abbildung 8 ist diese Situation anhand der Verkehrsflüsse durch die Pyrenäen zu beobachten.

In Zaragoza wird zur Zeit die grösste Logistik-Plattform „Plataforma Logística de Zaragoza“ (PLAZA) als Drehscheibe für die Gütertransporte zwischen Spanien und Mittel- bzw. Nordeuropa gebaut. Auf 12 Mio m² entstehen Einrichtungen für den Warenumsatz an zentraler Lage zwischen grossen Häfen und Wirtschaftszentren in Spanien und Frankreich. Bei der Planung der Transportinfrastruktur wird dem Konzept der Intermodalität, also der Kombination der verschiedenen Verkehrsmittel - zumindest theoretisch - grosse Bedeutung zugemessen. Trotzdem weist Ricardo Garcia Becerril, Direktor des Unternehmens PLAZA, darauf hin, dass vorerst 90 - 95% der Transporte auf der Strasse abgewickelt werden. (RÉGION MIDI-PYRÉNÉES 2005)

PLAZA ist eine Aktiengesellschaft mit einer Beteiligung der Regierung von Aragón von 51%, der Stadt Zaragoza von 12% und von privaten Unternehmen von 16%. Den Rest der Aktien teilen sich hauptsächlich zwei grosse Banken aus der Region. Die gegenwärtigen Aufgaben von PLAZA bestehen aus dem Planen, Aufbau, Betrieb und Fördern der Logistik-Plattform. PLAZA befindet sich an bester Verkehrslage direkt beim Flughafen, mit naher Zufahrt zum Fernstrassennetz und mit eigenem Bahnhof (im Aufbau). Nachdem die Gesellschaft im Jahre 2000 gegründet wurde, ist heute ungefähr die Hälfte der vorgesehenen Fläche erschlossen und in Betrieb. Mit speziellen internen Terminals werden von Zaragoza aus die Güter aus und in Richtung Meer über die Häfen Bilbao, Tarragona, Barcelona und Valencia kontrolliert und gesichert. Dieses Konzept nennt man „trockener Hafen“ und dient der schnelleren und effizienteren Abwicklung der Gütertransporte für die Unternehmen. Dazu ist im Zeitraum von zwei bis drei Jahren auch der Ausbau und Anschluss der Eisenbahninfrastruktur geplant.



Abbildung 9: Der Standort Zaragoza in Mitten wichtiger Häfen und Wirtschaftszentren. (PLAZA 2006)

Für Europas grösstes Unternehmen dieser Art, basierend auf Verkehr und Kommunikation, sind die Eisenbahnverbindungen mit Europa über die Pyrenäen fundamental (RÉGION MIDI-PYRÉNÉES 2005: 49-51) Abbildung 9 zeigt die zentrale Lage von Zaragoza zwischen der Iberischen Halbinsel und Zentraleuropa. Insgesamt werden sich über 100 Logistik-Unternehmungen an PLAZA beteiligen, um die Vielzahl an Vorteilen dieser spezifischen Anlagen zu nutzen. Der ehemalige Militärflughafen Zaragoza wird für den Warenverkehr nachgerüstet. Auf rund 80 Hektar ist ein Güterbahnhof im Aufbau. (PLAZA 2006: 9ff, Anhang) Das genaue Transportkonzept im Zusammenhang mit PLAZA mit erwartetem Verkehrsaufkommen und Modal-Split kann in der Literatur nicht nachgelesen werden. Auch wird häufig das Argument der neuen Hochgeschwindigkeitsstrecke Madrid - Zaragoza - Barcelona als Vorteil für PLAZA benutzt, obwohl diese Eisenbahnstrecke ausschliesslich dem Personenverkehr dient.

Als Beispiel eines Grossunternehmens mit direktem Interesse an der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau wird der Autohersteller GM España in Figueruelas bei Zaragoza näher betrachtet. Mit rund 7'200 Mitarbeitern ist GM España der wichtigste Arbeitgeber der Region Aragón. GM verfügt heute über einen eigenen Güterbahnhof, der täglich mit mehreren Güterzügen bedient wird. Dabei handelt es sich sowohl um Zulieferteile wie auch um den Transport von Neuwagen der Marke Opel. Somit spielt der Verkehr mit Zentraleuropa - vor allem mit Deutschland - für dieses Unternehmen eine wichtige Rolle. Die Güterwagen werden zur Hauptsache durch das spanische Eisenbahntransportunternehmen TRANSFESA bewirtschaftet, welches auf den Spurwechselverkehr zwischen der Iberischen Halbinsel und Europa spezialisiert ist. Das Hauptinteresse von GM an der Canfranc-Bahn besteht in der Einsparung von Transport- und Logistikkosten, die durch das Auswechseln der Achsen an der spanisch-französischen Grenze und den längeren Beförderungsweg anfallen. Als potentielles Güterverkehrsvolumen nennt das Unternehmen 70'000 bis 125'000 Neuwagen pro Jahr. Die grössten Schwachstellen der heutigen Bahntransporte liegen bei der ungenügenden Dienstleistungsqualität und der fehlenden zeitlichen Zuverlässigkeit. (BARBEIRA ÁLVAREZ 2006)



Abbildung 10: Seitliches Beladen eines neuartigen Waggons für die „rollende Landstrasse“, der ausgeschwenkt werden kann. (LOHR 2004)

Der französische Güterwaggonhersteller LOHR hat ein innovatives Verfahren für den Transport von Lastwagen nach dem sogenannten Konzept der „Rollenden Landstrasse“ (RoLa) entwickelt, welches seit dem Jahre 2003 zwischen Aiton (Chambery) und Orbassano (Turin) auf einer Streckenlänge von 175 km in Betrieb ist. Die Wagen werden für das Be- und Entladen ausgeschwenkt (Abbildung 10), was auch das Mitführen von Sattelauflegern ohne Zugfahrzeug möglich macht. Im Zusammenhang mit einer Wirtschaftlichkeitsstudie über die RoLa-Systeme auf der Lötchberg- und Gotthardstrecke wurde dieses neue Verfahren den bisherigen RoLa-Zügen gegenüber gestellt. Als Hauptvorteile werden die äusserst tief gelegene Ladefläche, welche den Transport von LKW mit einer maximalen Eckhöhe von 4,11 m und die Räder des Waggons mit einem normal grossen Durchmesser (gegenüber den bisherigen Wagen, die mit ihrem kleinen

Raddurchmesser höheren Unterhaltsaufwand und technische Probleme verursachen) genannt. Hingegen seien die Wagen ausserordentlich teuer und weisen ein hohes Leergewicht auf. (ECOPLAN 2003: 96) Die Firma LOHR studiert zusammen mit Partnern aus Politik und Wirtschaft die Möglichkeiten von RoLa-Zügen auf längeren Distanzen quer durch Frankreich. In diesem Zusammenhang wurde auch die Achse Bordeaux - Pau - Canfranc - Zaragoza in die Untersuchungen miteinbezogen. Bei diesem neuen Verfahren können auf Grund des Durchmessers der Waggonräder Schiebeloks eingesetzt werden, was für die Canfranc-Strecke einen wichtigen Vorteil darstellt.

Die RoLa durch den Somport-Eisenbahntunnel wurde bereits im Jahre 1993 durch die Koordinationsvereine für die Wiedereröffnung der Bahnstrecke zwischen Canfranc und Oloron-Ste-Marie (CREFCO und CRELOC) eingehend untersucht.

1.4 Zielsetzungen und Hypothesen

Die Arbeit erfasst und erklärt mittels qualitativer und quantitativer Methoden die Aussagen der zur Problemstellung befragten Personen und Institutionen. Weiter knüpft sie an ausgewählte Arbeiten aus den letzten 30 Jahren an und stellt die Bedeutung dieser Bahnlinie im veränderten Umfeld dar. Dabei sollen die Verhältnisse mit Theorien aus der Verkehrs- und Wirtschaftsgeografie sowie aus den Wirtschaftswissenschaften und dem Tourismus verglichen und die Machbarkeit erstmals mit einem Simulationsmodell betrieblich nachgewiesen werden.

Das Hauptziel dieser Arbeit ist, die *Bedürfnisse* - getrennt nach Verkehrsarten - zu *beschreiben* und zu *erklären* sowie die *Wirkungen* einer Wiedereröffnung der internationalen Bahnlinie Zaragoza–Canfranc–Pau *unter gesamtheitlicher Betrachtung* (gesamte Bahnlinie; Güter- und Personenverkehr) *abzuschätzen*.

Nebenziele:

- *Güterverkehr*: Erfassung der gegenwärtigen Verkehrsströme und aufzeigen der möglichen Konsequenzen für diese Bahnlinie,
- *Personen-Fernverkehr*: Untersuchung und Beschreibung der Aussagen von der Bevölkerung und den Experten über die Bedürfnisse nach dieser Verkehrsart,
- *Personen-Nahverkehr/Regionalverkehr*: Untersuchung der Auswirkungen eines nachfrageorientierten Angebots,
- *Tourismus*: Aufzeigen der Bedeutung der Bahn für die nachhaltige Tourismusentwicklung in der Region,
- Abschätzen möglicher *Wirkungen auf die Umwelt* bezüglich Luftschadstoffe, Lärm und Unfälle im Strassenverkehr,
- Aufzeigen der Bedeutung der *direkten Verbindung Zuera–Turuñana* (Umfahrung Huesca).

Mit den obgenannten Zielsetzungen als Grundlage wurden folgende Hypothesen ausformuliert:

Hypothese 1: Die Bahnlinie Zaragoza–Canfranc–Pau kann nach gängigen Berechnungsgrundsätzen insgesamt (Güter- und Personenverkehr) hinsichtlich Nachfrage und Betriebsaufwand *kostendeckend betrieben* werden.

Hypothese 2: Die Erfahrungen bei bestehenden Bahnlinien zeigen für die Linie Zaragoza–Canfranc–Pau die technische und betriebliche Machbarkeit hinsichtlich der *Verlagerung des Güterverkehrs* von der Strasse auf die Schiene auf.

Hypothese 3: Für den Personenverkehr ist bei gegebener Infrastruktur das Angebot für den Erfolg entscheidend. Sowohl im Bereich *Tourismus* wie auch im *Regional- und Fernverkehr* kann für die Bahnlinie Zaragoza–Canfranc–Pau eine *Nachfrage* für eine *nachhaltige Verkehrsentwicklung* nachgewiesen werden.

Hypothese 4: Die *effiziente Zusammenarbeit* zwischen *Infrastrukturbetreiberin* und den produzierenden *Verkehrsunternehmen* steigert Produktivität und Kundennutzen. Sie hilft zudem mit, mögliche Konflikte zwischen den Beteiligten zu verringern und spielt somit eine entscheidende Rolle für das Ergebnis.

2. Technische Grössen, vernetzte Denkweise sowie statische und dynamische Modelle als theoretischer Hintergrund

2.1 Dynamisches Simulationsprogramm OPEN TRACK für Eisenbahnnetze

Eine Eisenbahnlinie besteht aus einer Gesamtheit gerichteter Elemente, die miteinander in Wechselwirkung stehen. Zu diesem System gehören in erster Linie technische Faktoren. Allerdings spielen - besonders aus der geografischen Sichtweise - auch die räumlichen und zeitlichen sowie wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Faktoren eine grosse Rolle. Diese „weichen Faktoren“ können nur mittels qualitativer Methoden untersucht werden. Hingegen können bei den technischen Faktoren entsprechende Resultate rein rechnerisch herbei geführt und mittels dynamischen Simulationsmodellen verarbeitet werden. Für die vorliegende Arbeit ist das Behandeln einiger technischer Grundlagen unumgänglich, um mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Methoden anwendbare Ergebnisse erzielen zu können. Im Folgenden sind die theoretischen Grundlagen dargestellt, welche das Simulationsprogramm OPEN TRACK verwendet:

Als wichtige Einflussgrösse auf die Verkehrszeit sind die Geschwindigkeiten beim Befahren von Kurven zu nennen. Zum Ausgleich der seitlichen Kräfte, die im Kreisbogen auf die Fahrzeuge wirken, werden in der Gleisgeometrie die ausgleichenden Überhöhungen eingebaut, die von der Geschwindigkeit und damit vom Bogenradius der Kurve abhängig sind.

	Bogenradius [m]	Überhöhung [mm]	Übergangsbogenlänge [m]		Höchstgeschwindigkeit [km/h]	
			Regellänge	Mindestlänge	Personenzüge	Güterzüge
1)	245	112	56	56	65	60
1)	260	122	61	61	70	65
1)	280	132	66	66	75	70
	280	150	76	75	80	75
	315	150	81	75	85	80
	350	150	85	75	90	85
	390	150	90	75	95	90
	435	150	95	75	100	95
	480	150	100	79	105	100
	525	150	104	83	110	105
	575	150	109	87	115	110
	625	150	114	90	120	115
	675	150	118	94	125	120
	790	128	123		130	
	920	110	128		135	
	1040	98	133		140	
	1200	86	137		145	
	1345	76	141		150	
	1490	68	146		155	
	1645	62	150		160	

Die Tabelle ist nur unter Berücksichtigung folgender Punkte gültig:

- Die den Fahrgeschwindigkeiten zugordneten Bogenradien und Übergangsbögen dürfen keinesfalls unterschritten werden.
- Die Mindestlängen der Übergangsbögen dürfen nur in begründeten Fällen innerhalb bestehender Anlagen bei Geschwindigkeiten kleiner/gleich 140 km/h angewendet werden.

1) in Neuanlagen

Tabelle 5: Höchstgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Bogenradien, Regelüberhöhungen und Übergangsbögen. (BRÄNDLI 2003: 36)

Für Gleisanlagen im gemischten Verkehr, das heisst für Güter- wie auch für Personenzüge, richtet sich die einzubauende Überhöhung nach den verschiedenen Geschwindigkeiten der Zuggattungen. Bei der vorliegenden Untersuchung kommt Tabelle 5 zur Anwendung. Zur Schonung der Gleise wird ein bestimmter Überhöhungsfehlbetrag angestrebt, welcher auf die zulässigen Kurvengeschwindigkeiten keinen Einfluss hat und der Einfachheit halber hier vernachlässigt

wird. Für die Kurvenradien unter 245 m sowie über 1645 m werden Geschwindigkeiten angenommen, die auf besonderen Regeln basieren und im empirischen Teil enthalten sind.

HÜRLIMANN (2003: 81ff) beschreibt für sein Programm OPEN TRACK die folgenden Formeln, die als Basis für das Simulationsmodell verwendet werden:

Grundgleichung der Mechanik (Newton) als Grundlage für die Zuglaufrechnung:

$$F = m \cdot a$$

F =	Kraft mit	[F] = N
m =	Masse mit	[m] = kg
a =	Beschleunigung mit	[a] = m/s ²

Zugkraftüberschuss als Differenz zwischen Zugkraft und Fahrwiderstand:

$$F_z = Z(v) - R_F(V, s)$$

F _z =	Zugkraftüberschuss mit	[F _z] = N
Z =	Zugkraft mit	[Z] = N
R _F =	Fahrwiderstand mit	[R _F] = N
v =	Geschwindigkeit mit	[v] = m/s
s =	zurückgelegter Weg mit	[s] = m

Technisch maximal mögliche Beschleunigung: Der ganze Zugkraftüberschuss wird für die Beschleunigung des Zuges verwendet, der Beschleunigungswiderstand ist somit gleich gross wie der Zugkraftüberschuss:

$$a = (F_z / m \cdot [1 + 0.01 \cdot \rho])$$

a =	Beschleunigung mit	[a] = m/s ²
F _z =	Zugkraftüberschuss mit	[F _z] = N
m =	Zugmasse mit	[m] = kg
ρ =	Massenfaktor für rotierende Massen mit	[ρ] = 1

Beispiel für die Geschwindigkeit nach dem Verfahren von Euler, die bei gegebenem Startwert jeden Funktionswert durch den vorausgehenden Funktionswert, der vorangehenden Ableitung der Funktion sowie durch einen festen Zeitschritt bestimmt wird:

$$v(t) = v(t - \Delta t) + \Delta t \cdot dv / dt (t - \Delta t);$$

$$v(t_0) = v_0$$

Die aktuelle Geschwindigkeit eines Zuges wird mittels folgender Bewegungsgleichung und den Anfangsbedingungen integriert:

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a dt \quad \text{bzw.} \quad a = dv / dt$$

Die zurückgelegte Strecke wird durch nochmalige Integration der obenstehenden Bewegungsgleichung berechnet:

$$s = s_0 + \int_{t_1}^{t_2} v dt \quad \text{bzw.} \quad v = ds / dt$$

a =	Beschleunigung mit	[a] = m/s ²
v =	Geschwindigkeit mit	[v] = m/s
s =	Distanz mit	[s] = m
t =	Zeit mit	[t] = s

Mit diesen theoretischen Grundlagen lassen sich die Fahrzeiten für Züge beliebiger Kategorien und Zusammensetzungen berechnen. Dies stellt einen Vorteil gegenüber bisherigen Studien dar, bei welchen die Fahrpläne nur auf Grund von Erfahrungswerten und Schätzungen erstellt werden konnten. Durch das bewusste Verändern einzelner Parameter können zudem besondere Betriebsverhältnisse simuliert und die Konsequenzen auf den Gesamtfahrplan überprüft werden.

2.2 Vernetzte Denkweise als zentrales Prinzip für das Verkehrswesen

Verkehr ist die Raumüberwindung von Personen, Sachen und Informationen. Daraus geht hervor, dass ein Verkehrsproblem nicht für sich alleine betrachtet werden kann, sondern stets Bestandteil eines Netzwerkes darstellt. Die Gesellschaft, die Unternehmen der Wirtschaft und die Politik erzeugen Verkehr und sind gleichzeitig grundlegend davon abhängig. Jede einzelne Raumüberwindung ist ein gerichtetes Einzelelement einer oder mehrerer Gesamtheiten, wobei alle diese Elemente untereinander in Wechselbeziehung stehen.

Der Biochemiker und Fachmann für Umweltfragen, Frederic Vester, befasste sich mit der „Kunst des vernetzten Denkens“ wobei er sich oft auf die Probleme des Verkehrs bezieht. In seinem Werk beschreibt er ein grundsätzliches Fazit: „In unserer Wahrnehmung der Wirklichkeit existiert eine Ebene, der wir heute immer hilfloser gegenüberstehen: die zunehmende Komplexität der Welt, in der wir leben. Der dichten Vernetzung, die durch die exponentiell angewachsene Bevölkerung und damit zusammenhängender Aktivitäten entstanden ist, scheint unser Denkapparat offenbar nicht mehr gewachsen zu sein. Das beweisen die sich häufenden politischen und wirtschaftlichen Fehlentscheidungen. Doch das Verhalten von natürlichen als auch von künstlichen Systemen ist nicht undurchschaubar. [...] Wir benötigen kein Mehr an Informationen, sondern die richtige Auswahl. [...] Zur Mustererkennung in der planerischen Praxis gehören somit zwei Dinge: Datenreduktion auf die wesentlichen Schlüsselkomponenten und die Vernetzung dieser Komponenten.“ (VESTER 2002: 29, 55) Mit seinem biokybernetischen Denkansatz erklärt VESTER (2002: 111, 168), dass sich die Kommunikationsvorgänge, Steuerungsmechanismen, Austausch- und Regulationsvorgängen bei Prozessen zwischen Lebewesen in einem Biotop, einem Ökosystem oder einer Volkswirtschaft stark ähnlich sind. In diesem Zusammenhang nennt er eine Regel, die besonders für das Verkehrssystem wichtig erscheint: Die Symbiose, die gegenseitige Nutzung von Verschiedenartigkeit durch Koppelung und Austausch. Symbiose begünstigt kleine Abläufe, kurze Transportwege und verringert Energieverbrauch, Durchsatz und externe Dependenz. Diese Regel sollte vor allem bei der später noch näher beschriebenen Intermodalität im Verkehrswesen vermehrt berücksichtigt werden.

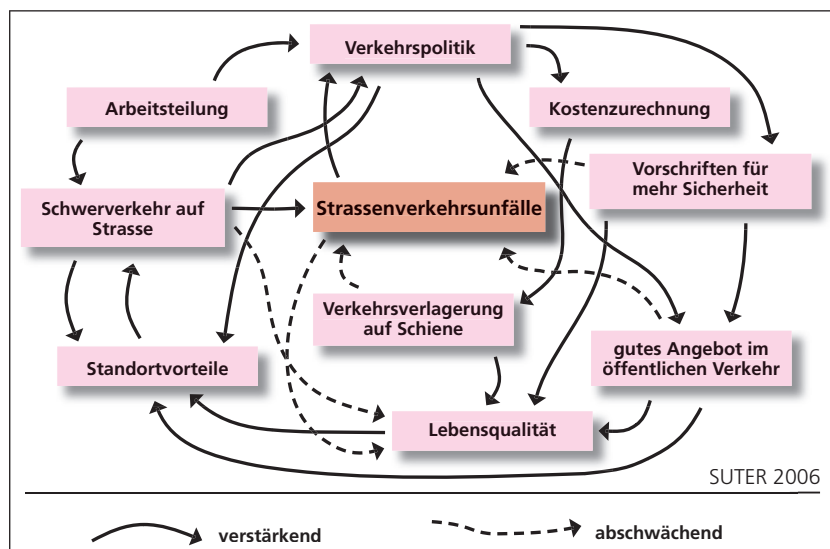


Abbildung 11: Beispiel eines Netzwerkdiagramms zum Kernproblem der Strassenverkehrsunfälle (Darstellung nach Angaben in MÜLLER 1999: 27)

Es ist von grosser Bedeutung, die gerichteten Elemente des Verkehrswesens und ihrer Subsysteme besonders hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen zu erfassen und zu verstehen. Eine dafür sehr gut geeignete grundsätzliche Theorie beschreibt MÜLLER (1999: 27) mit dem Netzwerkdiagramm auf der Basis von Frederic Vester. In Abbildung 11 ist ein solches Diagramm am Beispiel der Strassenverkehrsunfälle als Kernproblem illustriert. Die grafische Vorgehensweise erlaubt das Entwickeln, Gestalten und Darstellen recht komplexer Modelle und trainiert das Denken

in Kreisläufen. Zuerst muss das Kernproblem erfasst und in einen grösseren Zusammenhang gestellt werden, danach können die Beziehungen bewertet und nach ihrer zeitlichen Wirksamkeit unterschieden werden. Auf diese Weise erlaubt das Netzwerkmodell einen guten Einstieg und vor allem einen Überblick in das komplexe System des Verkehrs. Bestimmte zentrale Probleme können untersucht werden, ohne dass dafür wieder eine Flut von Daten erhoben, verarbeitet und wieder reduziert werden muss.

Die folgende Theorie erlaubt es, ein vernetztes System tiefer untersuchen zu können. Die Idee einer Grafik stammt von Frederic VESTER (2002: 218ff) und ermöglicht es, die Beziehungen zwischen den Elementen in den Vordergrund zu stellen und systematisch zu beurteilen.

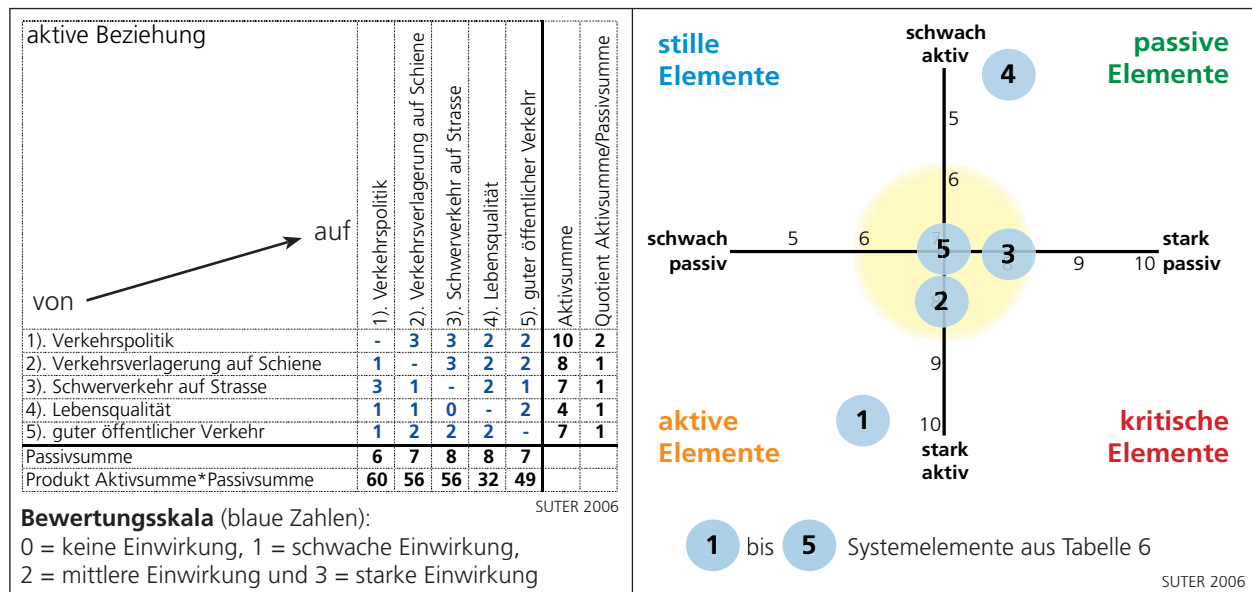


Tabelle 6 und Abbildung 12: Beispiel einer Vernetzungsmatrix (links) mit grafischer Interpretation (rechts) für das System der Strassenverkehrsunfälle aus Abbildung 11. (Darstellung nach Angaben in MÜLLER 1999: 29-31)

Aufbau und Interpretation erfolgen in vier Schritten: Zuerst werden die Elemente ausgewählt und beschrieben. Die Wechselwirkungen in der Matrix, wie sie Tabelle 6 am Beispiel des Problems der Strassenverkehrsunfälle zeigt, werden nach folgender Bewertungsskala beurteilt: 0 = keine Einwirkung, 1 = schwache Einwirkung, 2 = mittlere Einwirkung und 3 = starke Einwirkung. Die Nutzen- und Schadenbeziehungen können in separate Matrizen aufgeteilt werden. Schliesslich werden die Ergebnisse rechnerisch mit Aktiv- und Passivsummen sowie grafisch durch Eintrag der Aktiv- und Passivsummen auf einem Koordinatengitter interpretiert. Das Beispiel dazu ist in Abbildung 12 dargestellt. Für die Quotienten und Produkte in der Vernetzungsmatrix (Tabelle 6) werden folgende Fälle unterschieden:

- Quotient der Aktiv- und Passivsumme
 - hoher Wert: „aktives Element“, es beeinflusst andere Elemente mehr als es selbst beeinflusst wird. Sie wirken stark auf das System und stabilisieren es wieder.
 - tiefer Wert: „passives Element“, es beeinflusst andere Elemente weniger als es selbst beeinflusst wird. Eingriffe auf diese Elemente wirken nur schwach auf das System.
- Produkt der Aktiv- und Passivsumme
 - hoher Wert: „kritisches Element“, es beeinflusst andere Elemente stark und wird von diesen gleichzeitig stark beeinflusst. Beschleuniger, der ausser Kontrolle geraten kann.
 - tiefer Wert: „stilles Element“, es beeinflusst andere Elemente schwach und wird von diesen gleichzeitig schwach beeinflusst. Eignet sich als Indikator.

In diesem Beispiel befindet sich die Verkehrspolitik (1) in der Grafik unten links und gehört zu den aktiven und zugleich leicht kritischen Elementen. Das heisst, dass ein Eingriff an dieser Variablen auf das System wirksam ist und leicht destabilisierend wirken kann. Die Lebensqualität (4) hingegen gehört zu den passiven und zugleich leicht stillen Elementen. Sie kann als Indikator dienen, der allerdings etwas träge wirkt. Die übrigen Elemente befinden sich nahe beim Zentrum der Grafik im sogenannten Neutralbereich (in der Abbildung 12 gelb markiert). Mit diesen Elementen lässt sich das System nur schlecht steuern, dienen aber der Selbstregulation. (VESTER 2002: 235f)

Mit dieser Untersuchung können in der Folge Strategien abgeleitet werden. Diese Vernetzungsmatrix, zusammen mit dem im vorangehenden Abschnitt vorgestellten Netzwerkdiagramm sind von grossem Vorteil, weil sie zu vernetztem Denken zwingen, die Beziehungen und nicht die Elemente in den Vordergrund stellen, keinen wissenschaftlichen Perfektionismus erfordern, zu Bewertungen und Einschätzungen auffordern und schliesslich Strategien und Massnahmen begründen. (MÜLLER 1999: 28ff)

2.3 Statische und dynamische Modelle zur Veranschaulichung von Zusammenhängen

Mit den zwei folgenden theoretischen Modellen, dem Gravitationsmodell und der Nutzwertanalyse können Gegenstände untersucht werden, zu denen keine oder nicht genügend quantitative oder qualitative Daten vorhanden sind. Dies ist für die Canfranc-Strecke beim Personen-Fernverkehr wegen fehlender Grundgesamtheit sowie beim S-Bahn-Verkehr wegen ungenügender Stichprobengrösse der Fall.

Eine ausgesprochen interessante Möglichkeit, Wechselbeziehungen zu analysieren und quantitativ einzuschätzen, bietet das *Gravitationsmodell von Newton*. Es besagt, dass sich die Anziehung zweier Objekte proportional zu ihren Volumina und umgekehrt proportional zur Distanz zwischen ihnen verhält. Dieses Modell kann auch für die Untersuchung von Verkehrsflüssen angewendet werden. VRTIC (2005: 5) stellt die Anwendung des Massenanziehungsgesetzes der Mechanik als Verkehrsverteilungsansatz wie folgt dar:

$$q'_{ij} = (c \cdot B_i \cdot B_j) / d_{ij}^2$$

mit: q'_{ij} = Fahrten zwischen Orten i und j
 c = Konstante
 B = Anzahl Einwohner
 d_{ij} = Entfernung zwischen den Orten i und j

Beim Newtonschen Gravitationskonzept stellt k die Gravitationskonstante dar, welche hier der „Proportionskonstante“ c entspricht. Zum Ausgleich von Überbewertungen im Nahbereich werden dem Grundmodell weitere Exponentialkoeffizienten beigelegt. Für die vorliegende Arbeit liegt zur Schätzung der Verkehrsströme folgender Ansatz des Gravitationsmodells zu Grunde:

$$q'_{ij} = (c \cdot B_i^\lambda \cdot B_j^\alpha) / d_{ij}^\beta$$

mit: q'_{ij} = Fahrten zwischen i und j
 c = Konstante
 B = Anzahl Einwohner
 d_{ij} = Entfernung zwischen i und j
 α = Verkehrsanziehungspotential des Zielortes
 λ = Verkehrserzeugungspotential des Startortes
 β = Einfluss der Distanz bezüglich der Effizienz der Verkehrssysteme zwischen den Orten

RODRIGUE (2006) zeigt in seiner Beschreibung über das Gravitationsmodell auf, dass sowohl die Proportionskonstante c , mit welcher die Stärke der Verkehrsströme eingeschätzt wird, wie auch die Exponentialkoeffizienten α , β und λ mit empirisch gewonnenen Grössen kalibriert werden müssen, wobei sich diese vor allem auf die räumlichen Wechselbeziehungen auswirken. Die mittels Gravitationsmodell geschätzten Resultate müssen mit empirischen Ergebnissen verglichen werden. Dazu können in erster Linie die offiziellen Verkehrstatistiken beigezogen werden. Abbildung 13 zeigt ein Anwendungsbeispiel des Gravitationsmodells:

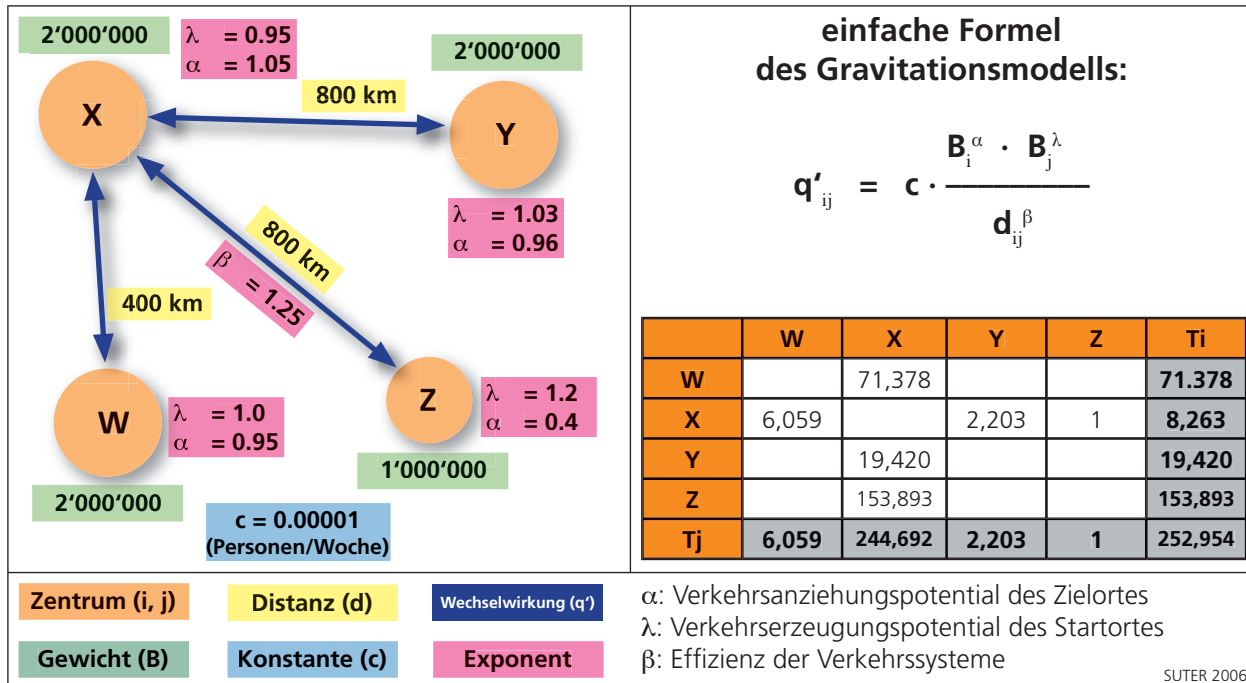


Abbildung 13: Anwendung einer einfachen Gleichung für das Modell der räumlichen Wechselbeziehungen nach dem Gravitationsmodell für die Orte W (2 Mio Einwohner), X (2 Mio Einwohner), Y (2 Mio Einwohner) und Z (1 Mio Einwohner). (Darstellung nach: RODRIGUE 2006)

Bisher ist noch keine Theorie zur Bestimmung der Exponentialkoeffizienten α , β und λ verfügbar, trotzdem liefern empirische Überprüfungen der Hypothesen des Gravitationsmodells recht plausible Resultate. Eine Schwachstelle dieses Modells ist, dass es die Gründe der Wechselbeziehungen nicht erklären kann. (SCHÄTZL 1992: 102)

Bei dieser Diplomarbeit dient die Theorie des Gravitationsmodells zur Schätzung der möglichen Verkehrsflüsse im Einzugsgebiet und ergänzt damit die qualitativen Methoden, welche vor allem in Gebieten mit kleineren Orten zur Anwendung kommen.

Als Entscheidungshilfe für einzelne Elemente eines Systems, die nicht mit messbaren, sondern mit sogenannten „weichen“ Faktoren verglichen werden können, kann die *Nutzwertanalyse* angewendet werden. RIEDER (2005: 94) beschreibt dieses Bewertungsverfahren in seiner Studie über die Regionalisierung des Schienenverkehrs als vorteilhaft, weil die Indikatoren gewichtet, und die Punktzahlen sowie die Gewichtungen in einem einzigen Nutzwert zusammengefasst werden. Weil die Faktoren nicht berechnet, sondern geschätzt werden (aufgrund empirischer Daten), wird die Nutzwertfunktion faktisch willkürlich festgelegt. Demnach kann die Nutzwertanalyse bestenfalls als Hilfsmittel zur Bewertung von verschiedenen Varianten eines einzigen Problems angesehen werden und darf nicht mit einer Vernetzungsmatrix in Verbindung gebracht

werden. Als klassisches Beispiel für dieses Verfahren kann die Beurteilung einer Auswahl verschiedener Standorte von Dienstleistungen (z.B. Bahnhöfe oder Haltestellen) genannt werden.

Beurteilungskriterien	Gewichtung	Ort 1		Ort 2		Ort 3	
		Bew.	Pte.	Bew.	Pte.	Bew.	Pte.
Kunde	40%						
• Nähe zu Anwohner	20%	3	0.24	5	0.4	4	0.32
• Nähe zu Kundenstrom	50%	6	1.2	2	0.4	5	1
• Ausrichtung auf Kerngeschäft	30%	5	0.6	3	0.36	3	0.36
Umfeld	40%						
• Unabhängigkeit von Dritten	30%	4	0.48	5	0.6	6	0.72
• Erreichbarkeit, Zentrale Lage	40%	3	0.48	6	0.96	4	0.64
• Synergien mit Betrieb	30%	6	0.72	2	0.24	2	0.24
Umsetzung	20%						
• Kosten	50%	6	0.6	4	0.4	4	0.4
• Nutzung/Infrastruktur	20%	6	0.24	3	0.12	5	0.2
• Zeitbedarf	30%	6	0.36	5	0.3	5	0.3
Total Punkte			4.92		3.78		4.18
Rang			1.		3.		2.

Bewertung: 6=sehr gut; 5=gut; 4=genügend; 3=ungenügend; 2=schlecht; 1=unbrauchbar

SUTER 2006

Tabelle 7: Fiktives Beispiel für die Beurteilung des Standorts eines Dienstleistungszentrums mittels Nutzwertanalyse.

In Tabelle 7 ist ersichtlich, dass die Bewertungskriterien in zwei Ebenen gruppiert und einzeln hintereinander gewichtet werden. In diesem Beispiel ist das Bewertungskriterium „Kunde“ als Obergruppe mit 40% und die „Nähe zu Anwohner“ als Untergruppe mit 20% gewichtet worden. Die Bewertungszahl (in Tabelle 7 unter „Bew.“) entspricht einer Beurteilung nach „Schulnoten“ (6 = sehr gut, 5 = gut, 4 = genügend, 3 = ungenügend, 2 = mangelhaft, 1 = nicht vorhanden). Die Punkte pro Kriterium (in Tabelle 7 unter „Pte.“) werden ermittelt, indem die Gewichtungen und die Bewertungszahl multipliziert werden. Durch den Vergleich der Punktesumme der jeweiligen Variante entsteht eine eindeutige Rangierung.

Durch die fehlende Berücksichtigung der Netzwerke, in welche die untersuchten Objekte eingebunden sind, ist bei der Anwendung der Nutzwertanalyse grosse Vorsicht geboten.

2.4 Definitionen wichtiger Begriffe für die Studie

Die Definitionen sind notwendig, da die ausgewählten Begriffe vielseitig verwendet werden und stets von Veränderungen in ihrem Umfeld betroffen sind. Zudem kann festgestellt werden, dass dieselben Definitionen je nach Kontext unterschiedlich ausgelegt werden, was zu falschem Verständnis der Begriffe führen könnte.

Der Begriff der *Rentabilität einer Eisenbahnlinie* ist etwas anderes als die Rentabilität in der Wirtschaft. In letzterem Fall wird die Gesamtkapitalrentabilität (R_G) nach BEA; DICHTL; SCHWEIZER (2002: 5) wie folgt umschrieben:

$$R_G = [(\text{Gewinn} + \text{Fremdkapitalzinsen}) / (\text{Eigenkapital} + \text{Fremdkapital})] \cdot 100$$

Hier steht die wertmässige Wirtschaftlichkeit im Blickpunkt, die bei Unternehmen meistens rein rechnerisch ermittelt werden kann. Beim öffentlichen Verkehr befinden wir uns jedoch auf einer anderen Ebene, welche nicht einfach als Branche isoliert betrachtet werden kann, da es zu viele Überschneidungen mit anderen Bereichen gibt. Es handelt sich hier um eine öffentliche Dienstleistung in Form eines komplexen Netzwerkes. Weil der Schienenverkehr zunehmend in die Bereiche Infrastruktur und Eisenbahnunternehmen aufgeteilt wird, dürfen einzelne Verkehrsleistungen nicht vom System und vom Staat losgelöst angesehen und bewertet werden. Eine

wichtige und unübersichtliche Einflussgrösse in diesem Zusammenhang sind die externalisierten Kosten, insbesondere die Kosten für Umweltschäden. Die sogenannte Kostenzurechnung zielt darauf ab, diese bisher auf die Allgemeinheit abgewälzten Kosten nunmehr dem Verursacher zu belasten. Dies ist eine Lenkungsaufgabe des Staates und kann nur mit einer aktiven Verkehrspolitik erreicht werden, da eine eindeutige Zuordnung der Umweltkosten auf Grund fehlender Eigentumsrechte nicht möglich ist.

	Durchschnittskosten Personenverkehr							Durchschnittskosten Güterverkehr						
	Strasse				Schiene	Luftverk.	Gesamthaft	Strasse			Schiene	Luftverk.	Wasserstr.	Gesamthaft
	PKW	Bus	Motorrad	Gesamthaft				Kleintransporter	Schwerer LKW	Gesamthaft				
	[Euro / 1000 Personen-km]							[Euro / 1000 Tonnen-km]						
Unfälle	30.9	2.4	188.6	32.4	0.8	0.4	22.3	35.0	4.8	7.6	0.0	0.0	0.0	6.5
Lärm ¹⁾	5.2	1.3	16.0	5.1	3.9	1.8	4.2	32.4	4.9	7.4	3.2	8.9	0.0	7.1
Luftverschmutzung	12.7	20.7	3.8	13.2	6.9	2.4	10.0	86.9	38.3	42.8	8.3	15.6	14.1	38.5
Klimaveränderung	17.6	8.3	11.7	16.5	6.2	46.2	23.7	57.4	12.8	16.9	3.2	235.7	4.3	16.9
Klimaveränderung ²⁾	2.5	1.2	1.7	2.4	0.9	6.6	3.4	8.2	1.8	2.4	0.5	33.7	0.6	2.4
Natur & Landschaft	2.9	0.7	2.1	2.6	0.6	0.8	2.0	10.9	2.0	2.9	0.3	3.8	0.8	2.6
Upstream/Downstream ³⁾	5.2	3.9	3.0	5.0	3.4	1.0	3.9	22.4	7.4	8.8	2.4	7.4	3.3	8.0
städtische Effekte	1.6	0.4	1.1	1.5	1.3	0.0	1.1	5.2	11.1	1.5	0.5	0.0	0.0	1.3
Gesamt EU ⁴⁾	76.0	37.7	226.3	76.4	22.9	52.2	67.2	250.2	71.2	87.8	17.9	271.3	22.5	80.9

1) Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern im Hinblick auf Lärmbelastung hängen direkt mit den verwendeten nationalen Datenbanken über Lärmexposition zusammen und können daher mit unterschiedlichen Verfahren zur Messung der Lärmexposition ermittelt worden sein.

2) Durchschnittliche Kosten der Klimaveränderung für das untere Szenario (nur zur Information, die Werte werden nicht für die Berechnung der Gesamtkosten verwendet).

3) Kosten der Klimaveränderung für die Upstream-/Downstream-Prozesse werden mit dem Schattenwert des oberen Szenarios für die Klimaveränderung berechnet.

4) Mit dem oberen Szenario für die Klimaveränderung berechnete gesamte Durchschnittskosten.

Tabelle 8: Durchschnittskosten nach Kostenkategorie und Verkehrsträger (SCHREYER 2004: 9)

Verkehrsmittel	CHF / km		Euro* / km		Art	Bemerkungen
	von	bis	von	bis		
Intercity-/Interregio-Züge	35	45	21.7	27.9	1)	600 bis 1000 Plätze
S-Bahnen, gross	22	24	13.6	14.9	1)	1000 bis 1200 Plätze
S-Bahnen, klein	17	20	10.5	12.4	1)	350 bis 450 Plätze
Regionalbahnen, gross	16	18	9.9	11.2	1)	250 bis 350 Plätze
Regionalbahnen, mittel	14	16	8.7	9.9	1)	150 bis 250 Plätze
Regionalbahnen, klein	10	12	6.2	7.4	1)	Vollbahn, 80 bis 120 Plätze
Regionalbahn schmalspur, klein bis mittel	20	25	12.4	15.5	2)	
Überlandbusse	5	6	3.1	3.7	2)	12 m Länge
Strassenbahnen	13	16	8.1	9.9	2)	40 m Länge
Doppelgelenkbus	8	10	5.0	6.2	2)	24 m Länge
Gelenktrolleybus	8	10	5.0	6.2	2)	18 m Länge
Gelenkdieselbus / Stadtverkehr	7	9	4.3	5.6	2)	18 m Länge
Standardbus / Stadtverkehr	6	8	3.7	5.0	2)	12 m Länge
Minibus / Stadtverkehr	5	7	3.1	4.3	2)	10 m Länge

*Umrechnungskurs CHF - Euro = 0.62 gemäss Auskunft Postfinance vom 29. September 2006 (Richtwert)

1) Kosten des Verkehrsbereiches zuzüglich Trassenpreis gemäss Netzzugangsverordnung (NZV)

2) Vollkosten (inklusive gesamte Infrastrukturkosten)

Tabelle 9: Betriebskosten Bahn, Tram, Bus; typische Kostenansätze (Quelle: WEIDMANN 2006)

Es ist offensichtlich, dass die verschiedenen Verkehrsträger die Umwelt nicht gleichermassen belasten. Demnach stehen die erhobenen Erträge für externalisierte Kosten (z.B. Schwerverkehrsabgabe) jenen zu, die durch ihr Transportverfahren die Umwelt weniger belasten. Diese ungedeckte Kosten lassen sich heute recht genau quantifizieren. Dabei stützen sich die Untersuchungen dieser Diplomarbeit auf die durchschnittlichen externen Verkehrskosten in den EU-Staaten gemäss Tabelle 8. Die Lärmkosten für Güterzüge wurden möglicherweise unterschätzt, da das hier angewandte vereinfachte Verfahren für die Verkehrsallokation einen Grossteil der Güterzüge dem Tagesverkehr zugeordnet hat. (SCHREYER 2004: 9)

Die Kostenansätze nach Tabelle 9 für den Personenverkehr stammen aus der Schweiz und übersteigen diejenigen aus Frankreich: Die französische Staatsbahn SNCF berechnet für ihre Interregionalzüge (TIR) am Beispiel der Bahnlinien Nantes - Lyon und Quimper - Nantes - Bordeaux - Toulouse zwischen 18 € und 22,6 € pro Kilometer. (CSSPF 2005: 5) Für die Untersuchung der Canfranc-Strecke werden die Ansätze aus der Schweiz verwendet, weil auf diese Weise das finanzielle Risiko bei der Berechnung entsprechend tiefer gehalten werden kann.

Die Rentabilität einer Schienenverkehrsleistung besteht aus dem Verhältnis des in einem bestimmten Zeitraum erwirtschafteten Gewinns plus Fremdkapitalzinsen zum eingesetzten Kapital unter Berücksichtigung der Umverteilung der Lenkungsabgaben für externalisierte Kosten des Verkehrs.

Der zweite Begriff wird mit *Intermodalität* bezeichnet. Dieses Wort beschreibt die Verwendung verschiedener Verkehrsträger. In der Fachliteratur ist im Gebrauch dieses Begriffs eine bestimmte Tendenz spürbar, nach welcher vor allem der Transport von Schiffscontainern zwischen Hafen und Unternehmen gemeint ist. Dies kann mit der Herkunft des Wortes erklärt werden: „Der Begriff Intermodalität stammt ursprünglich aus dem Bereich des Gütertransports und fand in den USA seit den 1960er Jahren Verwendung für den neu geschaffenen Umschlag von Gütern in standardisierten Containern zwischen Eisenbahnen/Lkw und Schiffen.“ (BEUTLER 2004: 8)

Heute wird der Begriff in der Verkehrspolitik als Modewort verwendet. Die Intermodalität betrifft alle Transportformen sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr. Sie umfasst ebenfalls die Gesamtheit der Massnahmen, die für die sinnvolle Kombination der Verkehrsmittel notwendig sind und den Übergang zwischen ihnen erleichtern. BEUTLER (2004: 8) spricht in seiner Studie von drei Dimensionen:

1. die Beschreibung von Verkehrssystemen im Güterverkehr,
2. die Bezeichnung eines bestimmten Verkehrsverhaltens im Personenverkehr,
3. die Bezeichnung einer verkehrspolitischen Strategie.

Der Intermodalität soll die Symbiose aus der Biokybernetik, die VESTER (2002: 168f) als eine der Strategien für erfolgreiches Management beschreibt, zu Grunde gelegt werden, weil der Sinn der Symbiose darin besteht, bei allen beteiligten Elementen Rohstoffe, Energie und Transporte einzusparen (siehe Abschnitt 2.2). Die hier verwendete Definition lautet wie folgt:

„Transport von Gütern und Bewegungen von Menschen, bei denen mehr als ein Verkehrsträger auf einem einzigen, durchgängigen Weg beteiligt ist.“ (JONES/CASSIDY/BOWDEN 2000, zitiert in BEUTLER 2004: 9)

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, den Begriff „Intermodalität“ von der „Multimodalität“ zu unterscheiden, welcher die abwechselnde Benutzung von Verkehrsmittel beschreibt. Dies

trifft beispielsweise dann zu, wenn der gleiche Transport einmal per LKW, andermal per Bahn, Flugzeug oder Schiff ausgeführt wird. Von einer Kombination der Verkehrsmittel für ein und denselben Transport kann hier nicht gesprochen werden.

Der dritte Begriff: Die *Liberalisierung*. Durch die Empfehlungen bzw. Entscheidungen der Europäischen Kommission finden seit Beginn der 1990er Jahre in den meisten EU-Ländern und einigen übrigen Staaten umfassende Reformen der Eisenbahnen statt. Als Grundlage für einen europaweiten freien Schienennetzzugang für die Eisenbahnverkehrsunternehmen soll in den genannten Ländern eine rechnerische und strukturelle Trennung der Infrastruktur von den Betreibern durchgeführt werden, was bis heute in den meisten der EU-Ländern bereits weitgehend erfolgt ist. Ein weiterer Effekt der Eisenbahn-Liberalisierung ist im Regionalverkehr zu beobachten, wo die Kompetenzen für das Erbringen der Verkehrsleistungen an die zuständigen Verwaltungseinheiten übergehen. Der freie Netzzugang für private Verkehrsunternehmen befindet sich im Güterverkehr zur Zeit in der Umsetzung und für den Personenverkehr in Vorbereitung. Bei der Marktöffnung sind europaweit noch einige Länder im Rückstand, zu welchen auch Frankreich und Spanien gezählt werden müssen. KIRCHNER (2004: 1ff) stellt im Liberalisierungsindex 2004 fest, dass sich die Liberalisierung der Schienenverkehrsmärkte in Europa langsam entwickelt. In vielen Ländern sind die Zugangsbedingungen und Prozesse für die Zulassung von Fahrzeugen noch aufwändig und teuer, was den freien Marktzugang erheblich behindert. Zudem ist festzustellen, dass die verlangte Trennung zwischen Infrastruktur und Betreiber oft nur oberflächlich erfolgt und in der Praxis - mit neuem Namen - noch den alten Strukturen entspricht. Ferner sind die notwendigen Regulierungsstellen oft noch ungenügend eingerichtet. Insgesamt erfüllt erst ein Drittel der betreffenden Länder die Bedingungen für die Marktöffnung in genügendem Umfang. Unter der Liberalisierung wird hier folgendes verstanden:

Die Gesamtheit der Massnahmen zur Öffnung und Vereinheitlichung der Schienenverkehrsmärkte nach den Richtlinien der Europäischen Kommission bezüglich Gesetzgebung und Normen, freier Netzzugang für die Eisenbahnverkehrsunternehmen, einmalige Fahrzeugzulassung, usw., letztlich mit dem Ziel durch Förderung des Wettbewerbs die Attraktivität der Eisenbahn zu erhöhen.

Der Güterverkehrsunternehmer Otmar HALFMANN (mündliche Stellungnahme, 03.01.2006), früher Geschäftsführer des Unternehmens Crossrail als Tochtergesellschaft der Regionalverkehr Mittelland AG, erwähnt zu diesem Thema, dass sich die Liberalisierung des französischen Schienennetzes in Europa stark auswirken könnte, allerdings nur, wenn die Infrastrukturbetreiberin Réseau Ferré France (RFF) nicht „kommerziell aggressiv“ werde. Frankreich verhalte sich heute zurückhaltend, was hinsichtlich der damals durch den Liberalisierungsprozess überraschten Deutschen Bahn (Einbussen bei der Zuverlässigkeit und personelle Probleme durch Umstrukturierungsmassnahmen) nachvollziehbar sei. Die abwartende Haltung Frankreichs könne sich deshalb (bewusst) zu Gunsten eines radikalen Aufbaus der SNCF Fret auswirken. Dieser gegenwärtig ablaufende Prozess sei nicht zu unterschätzen; als Beispiel sei der Entschluss zu nennen, das Unternehmen CNC (Compagnie Nationale des Conteneurs) zu verkaufen. Insgesamt bestehe in Europa das Problem des harten Übergangs vom subventionierten zum marktorientierten Güterverkehr. Man habe sich dabei zu sehr am Telekommunikations-Markt orientiert, was beim Schienengüterverkehr nicht funktioniere. Heute soll es vor allem um Subventionsbeihilfen und Steuerbefreiungen gehen.

Der vierte Begriff: Der *integrale Taktfahrplan*. Der regelmässig aufgebaute Fahrplan, dessen Muster sich alle Stunden wiederholt, ist zum Beispiel in der Schweiz nach über 20 Jahren im öffentlichen Personenverkehr zur Selbstverständlichkeit geworden. Inzwischen hat sich dieses

System bei vielen modernen Bahnunternehmen durchgesetzt oder befindet sich - wie in Frankreich - in Vorbereitung. Der integrale Taktfahrplan verbindet die einzelnen vertakteten Linien zu einem Netzwerk, wobei sich in regelmässigen Zeitdistanzen Anschlussknoten bilden. Es liegt auf der Hand, dass diese Knoten mit Vorteil in Bahnhöfen zu liegen kommen, wo sich möglichst viele einzelne Linien treffen. Der grafische Fahrplan in Abbildung 14 weist eine geometrische Symmetrie auf, wobei die in Richtung der Wegachse liegende Symmetrieachse die Grafen zweier Gegenzüge dort schneidet, wo sie sich kreuzen. Die konsequente Anwendung des Stundentakts hat zur Folge, dass sich die Gegenzüge stets zu den Minuten 0 und 30, bei Halbstundentakt zu den Minuten 0, 15, 30 und 45 kreuzen.

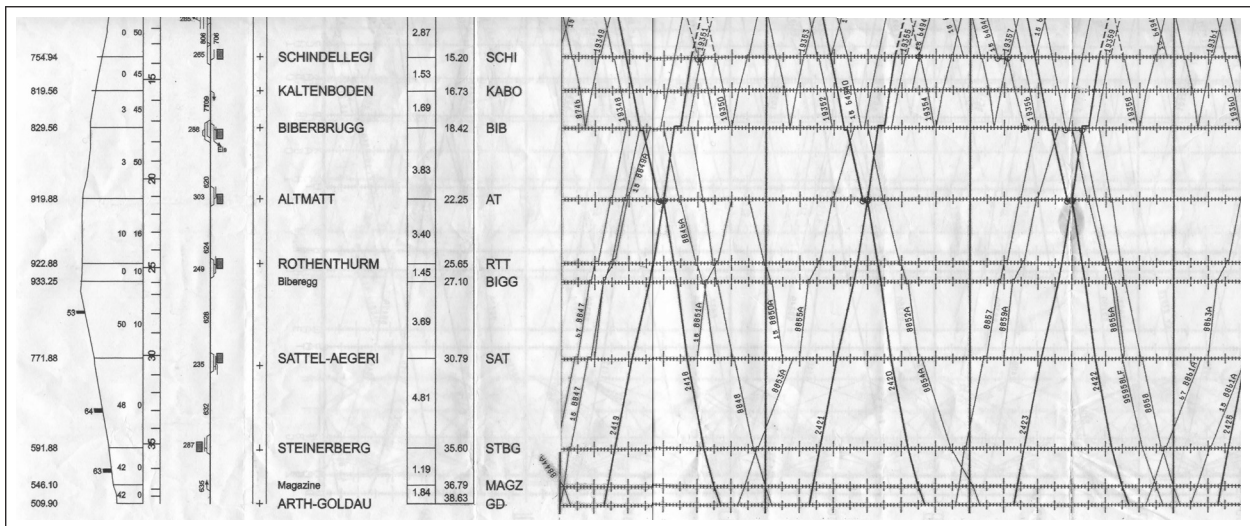


Abbildung 14: Beispiel eines grafischen Fahrplans: Links das Streckenprofil, rechts das Weg-Zeit-Diagramm mit den Zügen als Grafen. (SCHWEIZERISCHE SÜDOSTBAHN 2005)

Der integrale Taktfahrplan (ITF) besteht aus einem Bahn- und Busliniennetz mit regelmässig aufgebautem Fahrplan, dessen Linien in den ITF-Knoten miteinander verknüpft sind. Die Taktzeiten sind so aufeinander abgestimmt, dass während des Haltens der Personenzüge in einem ITF-Knoten zwischen allen Linien gleichzeitig umgestiegen werden kann. (PACHL 2002: 198)

Da sich die Gleisbelegung in den ITF-Knoten stark bündelt und die Taktkreuzungen auf eingeleigten Strecken bestimmte Punkte erzwingen, sind an die Infrastruktur besondere Anforderungen gestellt. Ist ein Kreuzungsbahnhof am idealen Ort nicht möglich, kann sich die minimal mögliche Beförderungszeit eines Zuges gegebenenfalls verlängern. Für die Kreuzungsbahnhöfe ist es wichtig, dass gleichzeitige Einfahrten technisch möglich und die Auflösezeiten der Einfahrstrassen hinreichend früh sind, damit sie die anderen Züge nicht behindern. (PACHL 2002: 199ff) Der grosse Vorteil des Taktfahrplans liegt bei der übersichtlichen Planbarkeit und der festen Zuweisung regelmässiger Trassen für den Personen- und Güterverkehr.

3. Qualitative und quantitative Modelle sowie ein Simulationsprogramm für die Untersuchungen der Canfranc-Strecke

Die Methodenwahl richtet sich nach den beiden wichtigsten Untersuchungsgegenständen der Arbeit: die Nachfrage nach Verkehrsleistungen im Bereich der Canfranc-Bahnstrecke und die mögliche Realisierung des Angebots im Personen- und Güterverkehr. Die Bedürfnisse und potentiellen Verkehrsflüsse werden mit einer Kombination von qualitativen und quantitativen Methoden sowie von Beobachtungen erhoben und dargestellt. Die Methoden können dabei nicht scharf voneinander getrennt werden. Es gibt thematische und funktionale Überschneidungen, vor allem zwischen den qualitativen und den quantitativen Methoden. Für das Aufzeigen der möglichen Verkehrsleistungen wird in dieser Arbeit das Simulationsprogramm OPEN TRACK der ETH Zürich verwendet. (siehe Abschnitte 2.1 und 3.4)

3.1 Experteninterviews und Umfrage im Einzugsgebiet

Die Untersuchung der Bedürfnisse nach Dienstleistungen unterliegt sogenannten „weichen“ Faktoren, also jenen Grössen, die nicht bis in ihren Ursprung rechnerisch hergeleitet und überprüft werden können. Im vorliegenden Fall ist der Forschungsgegenstand - die Personen und Unternehmungen im Einzugsgebiet - Bezugspunkt für die Auswahl der Methoden und wird dabei nicht in Variablen zerlegt, sondern in ihrer Komplexität untersucht. Die Kommunikation mit allen Beteiligten ist expliziter Bestandteil der Erkenntnisse, die Subjektivität gehört zum Untersuchungsprozess. Somit fließen auch die Überlegungen und Beobachtungen des Forschers mit in die Interpretation ein. Qualitative Methoden zeichnen sich demnach durch ihre Gegenstandsangemessenheit aus, die Perspektiven und Vielschichtigkeit der Beteiligten, die Überlegungen des Forschers sowie durch das Spektrum von Ansätzen und Methoden. (FLICK 2002: 17ff)

Aus einem Gespräch mit sachverständigen Personen sollen entweder Fachkenntnisse hervorgehen oder man will die Meinung des Experten erfahren. Als Steuerungsinstrument liegt für jedes Experteninterview ein eigener Leitfaden zu Grunde. FLICK (2002: 139ff) zeigt auf, dass dabei vor allem die Eigenschaft als Fachperson für ein bestimmtes Handlungsfeld im Vordergrund steht, und dass der Experte damit eine bestimmte Gruppe repräsentiert. Die möglichen Informationen, die aus dem Gespräch hervorgehen können, sind somit auf eine bestimmte Bandbreite beschränkt. Der Leitfaden soll ausschliessen, dass der Gesprächsverlauf das Thema verlässt und soll dem Experten ermöglichen, seine Spezialkenntnisse einzubringen.

Die Auswahl umfasst Fachpersonen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik als wichtigste Themenbereiche für das vorliegende Thema. Dies lässt sich damit begründen, dass Informationen über das Transportverhalten und die entsprechenden Bedürfnisse der Unternehmungen für diese Forschungsarbeit unerlässlich sind. Es gilt zu beachten, dass sich in den letzten Jahrzehnten in den Bereichen Logistik und Distribution grundlegende Veränderungen ergeben haben, die sich unmittelbar auf den Verkehr auswirken. Aus dem Bereich der Forschung sind Aussagen zu erwarten, die vor dem Hintergrund neuer Erkenntnisse möglich sind, in diesem Fall vor allem zum Themenbereich der Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt. Die politischen Gremien sollen als Entscheidungsträger über die Verkehrsinfrastruktur und über das öffentliche Verkehrsangebot einen wichtigen Beitrag zur Untersuchung des Gegenstandes leisten.

Abbildung 15 zeigt die Auswahl der Experten im Überblick. Insgesamt wurden zehn Experteninterviews vorbereitet, wovon je drei in Spanien, zwei in Frankreich und vier in der Schweiz erfolgten. Von diesen geplanten Gesprächen konnten neun erfolgreich durchgeführt werden, eines musste kurzfristig annulliert und durch eine schriftliche Mitteilung ersetzt werden.

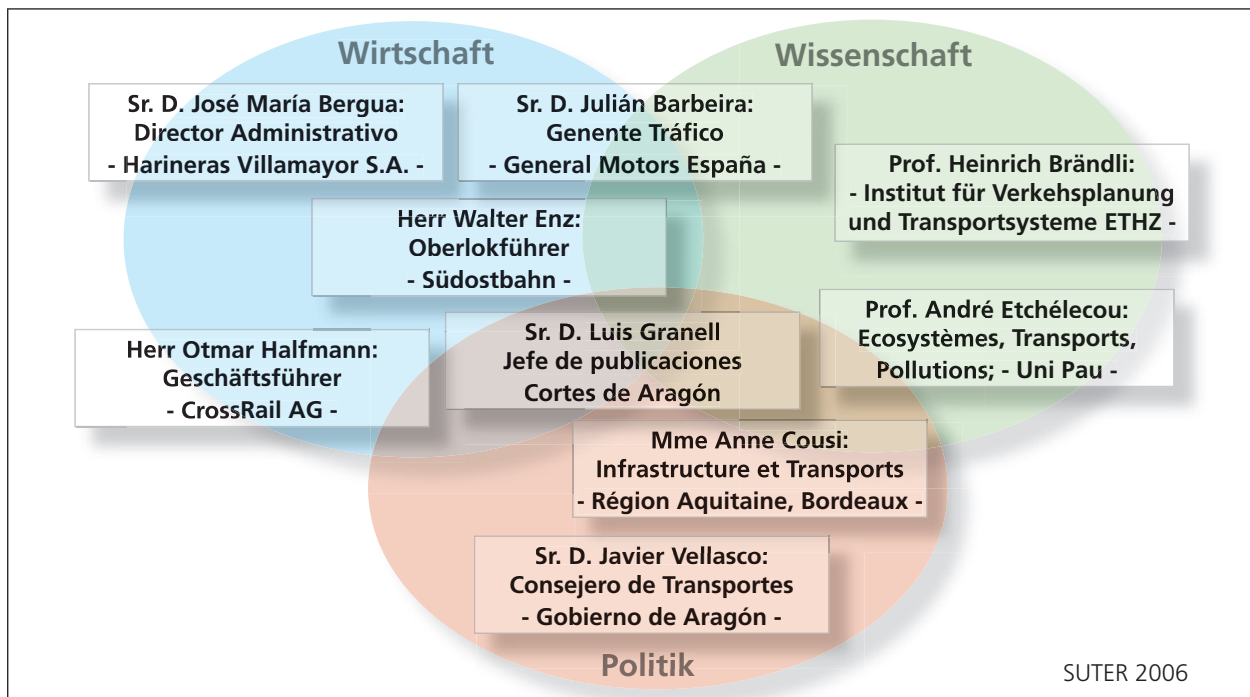


Abbildung 15: Ausgewählte Fachleute für die Experteninterviews.

Für die Erhebung der Nachfrage nach Verkehrsleistungen wurde das Einzugsgebiet aus untersuchungstechnischen Gründen grundsätzlich in drei Kategorien aufgeteilt:

- Güterverkehr,
- abgehender Personenverkehr und
- ankommender Personenverkehr.

Dabei ist festzustellen, dass die Grundgesamtheit nur gerade bei der zweiten Kategorie, dem abgehenden Personenverkehr klar definierbar ist: es ist die Summe der Einwohner der Gemeinden, die zum Einzugsgebiet gezählt werden. Bei den beiden anderen Kategorien ist die Grösse der Grundgesamtheit jedoch unbekannt, da die Subjekte sowohl aus dem oben erwähnten Einzugsgebiet, wie auch von ausserhalb stammen können.

Für die Datenerhebung wurde für die drei Kategorien je ein standardisierter Fragebogen ausgearbeitet. Im Personenverkehr wurden zwölf Fragen ausgearbeitet, die inhaltlich in drei Gruppen zusammengefasst sind:

- Merkmale der befragten Personen,
- Meinungen zum Personenverkehrsangebot und
- Fragen über die Reisegewohnheiten.

Die Fragebögen der Kategorien 1 und 2 unterscheiden sich nur geringfügig, indem für den ankommenden Verkehr zusätzlich nach dem Grund der gegenwärtigen Reise gefragt wird. Für den Güterverkehr werden den Unternehmen zehn Fragen gestellt, die inhaltlich ebenfalls in drei Gruppen strukturiert sind: Eigenschaften des Unternehmens, Meinungen zur Dienstleistung im Bahngüterverkehr und Transportgewohnheiten. Bezüglich Aufbau weisen die Fragebögen vorwiegend geschlossene Fragen mit Antwortvorgaben auf. Es sind sowohl Meinungs-, Überzeugungs- wie auch Verhaltensfragen enthalten. Wo die Antwortvorgaben nicht alle möglichen

Lösungen abdecken, ist im Sinne einer Hybridfrage eine offene Antwortmöglichkeit gegeben. Der Befragte kann zudem zu allen Gruppen Bemerkungen hinzufügen. In den Tabellen 10a und 10b ist die formale und inhaltliche Struktur der Fragebögen ersichtlich. Die Fragebogen selbst sind in den Anlagen 7-9 enthalten.

Fragebogen für den Personenverkehr								Fragebogen für den Güterverkehr											
Frage und Thema	Einstellungsfrage	Überzeugungsfrage	Verhaltensfrage	Eigenschaften der Befragten	Offene Frage	Mehrfachnennungen	Hybridfrage	Alternativvorgabe	Frage und Thema	Einstellungsfrage	Überzeugungsfrage	Verhaltensfrage	Eigenschaften der Befragten	Offene Frage	Mehrfachnennungen	Hybridfrage	Alternativvorgabe	Filterung	
																			Eigenschaften der Befragten
1 Autobesitz in Familie; Reisemotiv 1)				X	X	X	1)		1 Eigener Lastwagenpark, Anzahl				X	X				X	X
2 Reiseziele, -motive, und -strecken		X		X					2 Transportmenge pro Zeiteinheit		X		X						
3 Gewöhnliches Transportmittel		X				X			3 Gütertransporte per Bahn		X							X	
4 Verfügbarkeit öffentlicher Verkehr	X							X	4 Bedeutung Bahngüterverkehr	X				X					
5 Bedeutung öffentlicher Verkehr	X					X			Meinungen über öffentlicher Verkehr										
Meinungen über öffentlicher Verkehr								Meinungen über öffentlicher Verkehr											
6 Argumente für die Bahnlinie	X					X			5 Argumente für die Bahnlinie	X				X					
7 Gebrauch des öffentlichen Verkehrs		X				X	X	X	6 Qualität des öffentlichen Verkehrs	X				X	X				
8 Qualität des öffentlichen Verkehrs	X					X	X		7 Gewünschtes Angebot/Verfügbarkeit	X			X						
9 Gewünschtes Angebot	X				X				8 Preis des öffentlichen Verkehrs	X	X		X						
10 Preis des öffentlichen Verkehrs	X	X		X					Reisegewohnheiten										
Reisegewohnheiten								Reisegewohnheiten											
11 Wertvorstellungen/Gewohnheit	X					X	X		9 Regelmässige Güterverkehrsstrecken										
12 Änderung der Gewohnheiten			X			X	X		10 Änderung der Gewohnheiten		X			X	X				

1) nur für Kategorie 2 für die Frage nach dem Reisemotiv

SUTER 2006

Tabelle 10a/10b: Konstruktion der Fragebogen für die Datenerhebung zur Nachfrage im Personen- und Güterverkehr.

Die Datenerhebung wurde mit einem entsprechenden Brief an alle 79 Gemeinden sowie an 135 Unternehmungen im Einzugsgebiet mit einem Informationsschreiben bekannt gegeben.

Personenverkehr					
	Anzahl Dörfer	Gemeinden	Einwohner	Stichprobe auf Einwohner	
				0.03%	0.25%
Gesamtes Einzugsgebiet	122	79	892'417	268	2231
Einzugsgebiet ohne Städte > 40'000 Einwohner	117	76	115'904	35	290

Güterverkehr		
	Anzahl Unternehmen	Stichprobe Auswahl
PLAZA Zaragoza	57	57
Region Pau-Béarn (1)	6581	78
Experteninterview (2)		2

(1) Halbsystematische 1%-Stichprobe unter Berücksichtigung der NAF-Code (Branche)
 (2) Auswahl: General Motors España S.A. und Harineras Villamayor S.A.

SUTER 2006

Tabelle 11a/11b: Auswahl und Zusammensetzung der Stichprobe für die Untersuchung der Nachfrage im Personen- und Güterverkehr.

Für den Personenverkehr wurde eine Liste mit allen Dörfern erstellt, aus deren Zentrum der nächste Bahnhof oder die nächste Haltestelle der untersuchten Bahnlinie höchstens 10 km Wegdistanz entfernt ist (Tabelle 11a). In den Tälern grenzen die Gebirgszüge das Einzugsgebiet natürlich ab. Die so ermittelten Orte wurden nach Einwohnerzahl und Nähe zum Bahnhof sortiert

und daraus die Orte für die Befragung nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Innerhalb der Orte wurde für den abgehenden Personenverkehr die reine Zufallsstichprobe angewendet. Insgesamt umfasst das Einzugsgebiet für den abgehenden Personenverkehr 122 Dörfer, verteilt auf 79 Gemeinden, wobei 66 Dörfer (54,1%) in 30 Gemeinden (37,9%) auf spanischem Staatsgebiet und 56 Dörfer (45,9%) in 49 Gemeinden (62,1%) auf französischem Staatsgebiet liegen.

Für die Untersuchung des Güterverkehrsnachfrage sind aus dem Raum Pau/Béarn sowie aus den Unternehmungen der Logistikplattform Zaragoza (PLAZA) Stichproben erhoben worden, ergänzt durch Einzelfirmen nach Angaben von Fachleuten (Table 11b). Weitere wichtige Angaben zur Nachfrage nach Güterverkehrsleistungen sollen aus den Experteninterviews in Erfahrung gebracht werden. Aus insgesamt 6'637 Unternehmungen wurden 135 für die Befragung mittels Fragebogen ausgewählt. Während in Spanien alle 57 Unternehmungen der PLAZA in die Auswahl aufgenommen werden konnten, wurde die Stichprobe der französischen Unternehmungen mit Hilfe der Indikatoren des NAF-Codes (Nomenclature d'Activités Française), der die Branche und die Unternehmensgrösse anhand der Umsatzzahlen bezeichnet, festgelegt.

Die Fragebogen für die Güterverkehrsnachfrage wurden an die Unternehmungen der Stichprobe per Post versandt. Für den abgehenden Personenverkehr wurde eine Stichprobengrösse von 0,03% der gesamten Grundgesamtheit sowie 0,25% ausserhalb von Städten mit über 40'000 Einwohnern angestrebt. Als geeignetes Erhebungsverfahren wurde die persönliche Befragung in den Orten ausgewählt. Der limitierende Faktor für die mögliche Stichprobengrösse liegt bei den für diese Studie verfügbaren zeitlichen, personellen und finanziellen Ressourcen.

Als besonderes Erhebungsverfahren ist die Umfrage über das Internet zu erwähnen. Dazu wurde ein elektronisches Erhebungssystem mit den Fragen der zwei Kategorien des Personenverkehrs entwickelt, die ohne persönliches Gespräch erhoben werden können. Die elektronische Umfrage wurde über die eigene Homepage www.canfranc.ch zugänglich gemacht und über die lokale und regionale Presse kommuniziert. Dieses Verfahren sollte vor allem für die grösseren Städte (Zaragoza, Huesca und Pau) Resultate liefern, die mittels manueller Befragung nicht möglich wären. Es wurde keine bestimmte Anzahl ausgefüllter Fragebögen erwartet.

3.2 Verkehrszahlen und statistische Daten

Die Anwendung qualitativer Methoden überschneidet sich stark mit den übrigen Verfahren zur Untersuchung der Nachfrage nach Personen- und Güterverkehrsleistungen. Während bei den Experteninterviews vorwiegend verbale Daten und wenig Zahlen auszuwerten sind, werden bei den Umfragen und Fragebögen qualitative und quantitative Forschungsmethoden eng miteinander verknüpft. Nach der Erhebung verbaler, visueller und numerischer Daten geht es darum, die geeigneten statistischen Methoden auszuwählen und anzuwenden. Aufgrund der eng strukturierten Fragebögen und der Tatsache, dass wegen der beschränkt verfügbaren Ressourcen jede Erhebung nur einmal durchgeführt wird, können keine Vergleiche innerhalb von Wertebereichen durchgeführt werden. Somit beschränkt sich die Auswertung der Fragebogen mit quantitativen Methoden auf die grafische Darstellung der Verteilung der Mehrfachantworten, um daraus Rückschlüsse auf die potentielle Nachfrage ziehen zu können. Die spezifischen Zahlenangaben aus den Interviews und der Literatur müssen von Fall zu Fall einzeln ausgewertet werden.

Als Quelle für Zahlenangaben sind die nationalen statistischen Ämter zu nennen, welche allgemeine Daten zum Verkehr zur Verfügung stellen. Diese werden verwendet, einerseits um die Verkehrsflüsse mit dem beschriebenen Gravitationsmodell zu schätzen (siehe Abschnitt 2.3), andererseits um die Plausibilität der durch Umfragen und Interviews ermittelten Resultate über

die mögliche Verkehrsbedürfnisse zu überprüfen. Mit den erhobenen Daten wird versucht, einen hypothetischen Modal-Split für die untersuchte Linie aufzustellen, der den offiziellen Verkehrsdaten gegenübergestellt wird.

3.3 Beobachtungen im Untersuchungsgebiet

Für diese Studie kommt als Ergänzung der qualitativen und quantitativen Methoden die nicht-teilnehmende, systematische Beobachtung zusätzlich zur Anwendung. Da es in diesem Zusammenhang mehr um betriebliche, technische und nur vereinzelt um soziale Aspekte geht, kann weniger von einer qualitativen Methode als von einer Dokumentation gesprochen werden. Als Instrument dienen Foto- und Videoaufnahmen.

Thema	Beobachtungsgegenstand	Ort
Güterverkehr	Verkehrsprobleme mit LKW	Aspental, Puerto de Monrepos
Güterverkehr	Auftritt der Bahn als Dienstleister	Verkaufsstellen
Güterverkehr	Wahrnehmung durch Kunden	Unternehmungen
Personenverkehr	visuelles Informationssystem	Bahnhöfe/Züge
Personenverkehr	Verhalten des Personals	Bahnhöfe/Züge
Personenverkehr	Informationen/Angebot der Bahn	Bahnhöfe/Züge/Publikationen
Personenverkehr	Wahrnehmung durch Kunden	Bahnhöfe/Züge
Infrastruktur	besonders auffallende Bauwerke	Strecke SUTER 2006

Tabelle 12: Übersicht über Gegenstände von Beobachtungen.

3.4 Interaktive Betriebssimulation mit dem Programm OPEN TRACK

Ohne besondere Hilfsmittel erfolgt die Verkehrsplanung von Eisenbahnstrecken und -netzen auf Grund von Schätzungen und Annäherungen. Berechnungen kommen höchstens punktuell für stark eingegrenzte Einzelbetrachtungen in Frage, da die Parameter solcher Systeme sehr komplex miteinander verknüpft sind. Vielfach sind jedoch genauere Ergebnisse notwendig, um einzelne Elemente des Systems auf ihre Eigenschaften untersuchen zu können.

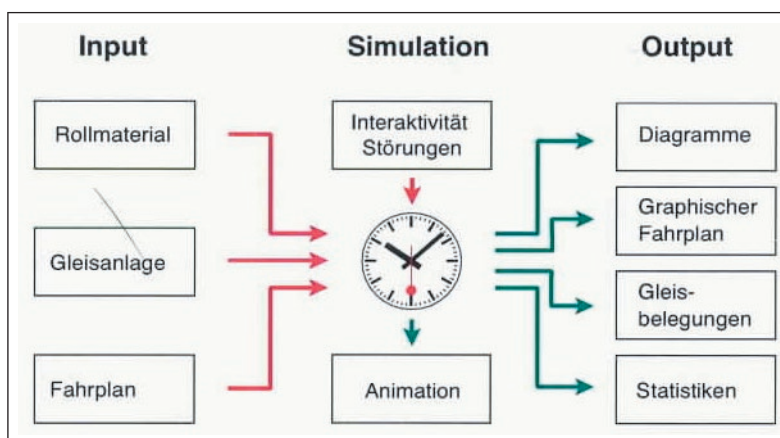


Abbildung 16: Die Komponenten des Simulationsprogramms (HÜRLIMANN 2003: 1)

Mit dem Programm OPEN TRACK des Instituts für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) können solche Ergebnisse mittels Betriebssimulation von Eisenbahnnetzen erarbeitet werden. Das Anwendungsspektrum dieses Simulationsprogramms ist sehr vielseitig, es können die verschiedensten Fragestellungen

des Eisenbahnbetriebs beantwortet werden. In Abbildung 16 sind die verschiedenen Komponenten des Simulationsprogramms dargestellt: Als erforderliche Eingabedaten sind die Angaben über das Rollmaterial (Art, Gewicht, Abmessungen, technische Eigenschaften und Typenbezeichnung), die Gleisanlage (Kurven mit ihren Längen und Radien in m, Neigungen in ‰ mit ihren Längen der entsprechenden Strecken in m, Tunnels mit ihren Längen in m und Eigenschaften, Stationsanlagen mit Weichen und Signalen, Blockstellen, Haltestellen und besondere Anlagen) und alle Angaben zum Fahrplan (Abfahrts-, Durchfahrts- und Ankunftszeiten, Triebfahrzeuge und Zugkompositionen, zulässige Geschwindigkeiten, zu benützende Gleisanlagen, Prioritäten vor anderen Zügen). Für die Simulation werden gegebenenfalls Störungen und Verspätungen definiert, um die Stabilität des Fahrplans zu prüfen. Als Ausgabedaten liefert das Programm während der Simulation Animationen zur Veranschaulichung der ablaufenden Prozesse und Orientierung im Fahrplan. Nach der Simulation können für jeden Zug Auswertungsdigramme (über effektive Verkehrszeiten, Fahrverhalten, Leistungsangaben der Triebfahrzeuge, Energieverbrauch, Betriebszustände), grafische Fahrpläne, Pläne über Gleisbelegungen in Bahnhöfen sowie mit allen vorhandenen Daten Statistiken erstellt werden. Während der Simulation bewegen sich genau vordefinierte Züge auf der Gleistopologie und das Programm rechnet einerseits die numerische Lösung der Bewegungsdifferentialgleichungen und berücksichtigt andererseits die Vorgänge von Zuständen der Sicherungsanlagen und Verspätungen. (HÜRLIMANN 2003: 1)

Bei der vorliegenden Arbeit geht es vor allem darum, auf der bestehenden Eisenbahnstrecke mit neuer, angepasster Infrastruktur (Unterbau, Gleise, Fahrleitungen, Sicherungsanlagen) die genauen Fahrzeiten, Verkehrsbedingungen und notwendige Infrastruktur zu ermitteln. Dies soll dem Versuch dienen, die möglichen Kapazitäten der Linie gemäss einem vordefinierten Fahrplansystem, das sich auf die Ergebnisse der Untersuchungen über die Nachfrage stützt, aufzuzeigen. Darüber hinaus werden Angaben über die betrieblichen Verhältnisse, wie Gleisbelegungen in den Bahnhöfen und über den Energieverbrauch der Züge benötigt, die aus den Auswertungen des Programms hervor gehen.

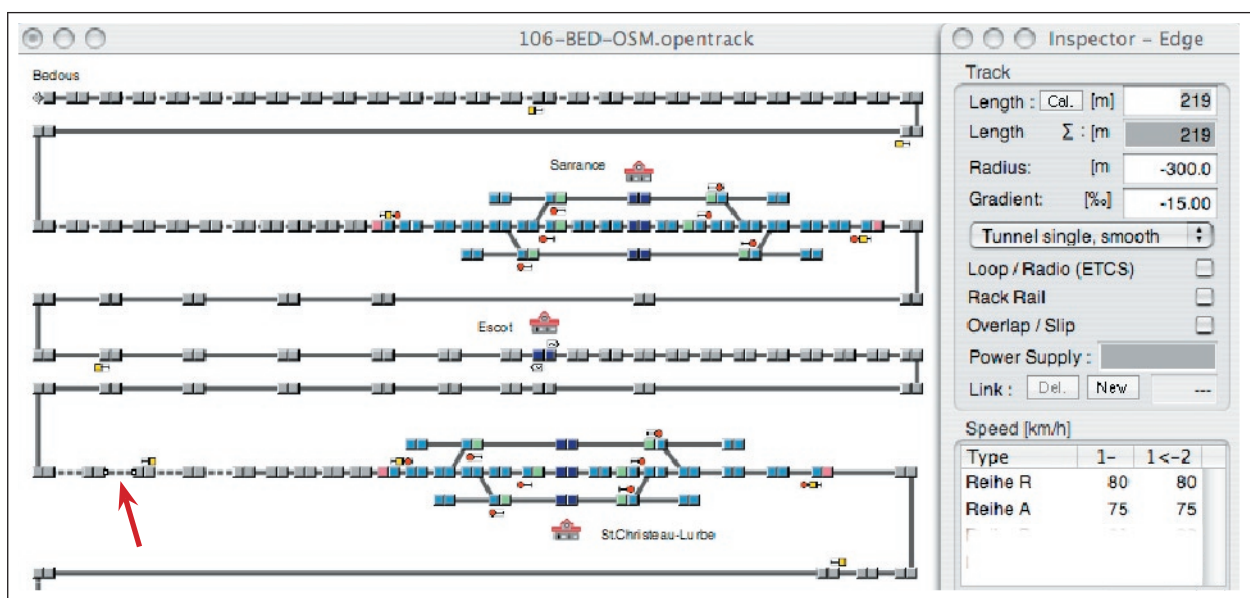


Abbildung 17: Ausschnitt aus der Gleistopologie des Simulationsprogramms „Open Track“ mit den Knoten, Kanten, den Bahnhöfen Sarrance und St.Christeau-Lurbe sowie der Haltestelle Escot. (Darstellung im Programm OPEN TRACK)

Die Anlage der Streckengleise und Bahnhöfe stellt die Grundlage für das Simulationsmodell dar. Es ist deshalb notwendig, alle jene Grössen genau zu erfassen, welche die Geschwindigkeit beeinflussen. Dazu wird die gesamte Linie zwischen Zaragoza und Pau in einzelne Abschnitte,

sogenannte Kanten, mit jeweils gleicher Charakteristik aufgeteilt. Somit wird die Strecke bei einer Änderung einer Einflussgrösse „zerschnitten“ und ein sogenannter Knoten gesetzt. Als Einflussgrössen gelten: Kurven mit Radius und Länge in m, Neigungen der Strecke (Steigungen/Gefälle) mit Grad in ‰ und Länge, Tunnels mit ihren Eigenschaften und Länge, Signale mit ihren Eigenschaften, Funktionen und Position, Weichen mit ihrer Position sowie die zulässige Geschwindigkeit je Zugkategorie in km/h auf jedem einzelnen Abschnitt. Ferner werden sämtliche Bahnhöfe und Haltestellen mit ihrer genauen Position, Höhe über Meer, Sicherungsanlage und der genauen Gleisanlage erfasst. Die Knoten und Kanten zwischen den Einfahrtsignalen bilden das Stationsgebiet. Daraus entsteht ein Modell der gesamten Strecke mit allen Eigenschaften, bestehend aus verschiedenartigen Knoten und Kanten (Anhang 6). Abbildung 17 zeigt einen Ausschnitt der Gleistopologie. Der Inspektor rechts zeigt die Charakteristika der angewählten Kante beim Einfahrtsignal vom unteren Bahnhof „St.Christeau-Lurbe“ (roter Pfeil): Ihre Länge misst 219 m in einer Rechtskurve mit einem Radius von 300 m und einem Gefälle von 15‰. Diese liegt in einem ausgemauerten Einspurtunnel, wobei insbesondere der Luftwiderstand berücksichtigt wird. Die zulässige Geschwindigkeit beträgt 80 km/h für den Personenverkehr (Zugreihe R), bzw. 75 km/h für den Güterverkehr (Zugreihe A, vgl. Tabelle 5).

Das Programm OPEN TRACK ist als sehr wichtiges Werkzeug für diese Studie zu betrachten, weil die Ergebnisse klaren theoretischen Grundlagen unterliegen und nachvollziehbar sind. Beim Modellfahrplan dieser Studie handelt es sich um eine Berechnung und nicht um eine Einschätzung. Damit wird versucht, ein möglichst genau definiertes Angebot im Personen- und Güterverkehr aufzuzeigen. Dies ist ein wesentlicher Vorteil zum Verstehen des komplexen Systems dieser Bahnlinie. Zudem bietet das Simulationsmodell die Möglichkeit, die Konsequenzen von veränderten Parametern wie Gleisanlagen von Bahnhöfen oder Formation der Züge, sofort zu ermitteln. Die Ausgabe der vordefinierten und simulierten Züge als grafischer Fahrplan ermöglicht es schliesslich, das ganze Modell als Weg-Zeit-Diagramm übersichtlich darzustellen (Beilage 1).

3.5 Vergleichende Analyse von Elementen der Canfranc-Strecke

Bei dieser Methode geht es darum, bestehende Verkehrskonzepte aus den Alpen und im Jura mit der Canfranc-Linie zu vergleichen. Die Ergebnisse daraus dienen einerseits der Entscheidungsfindung für den Aufbau des Modellfahrplans, andererseits sollen sie den Resultaten aus den Untersuchungen über die Nachfrage gegenüber gestellt werden können. Konkret wurden drei Linien ausgewählt, die in Bezug auf ihre Infrastruktur (Einspurstrecke, Steigungen, Kreuzungsstationen), die Struktur des Einzugsgebiets (Bevölkerungsdichte, Vielfalt der Kunden, Einfluss Tourismus, Grenzregionen) und der Betriebsabwicklung (Zugsdichte, Anschlussverhältnisse, gemischter Verkehr) Eigenschaften aufweisen, die sich mit der Canfranc-Strecke vergleichen lassen. Die vergleichende Analyse ermöglicht es, bestehende Erfahrungen in die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit mit einzubeziehen, womit auch die aus statischen und dynamischen Modellen sowie dem Simulationsprogramm generierten Daten überprüft werden können.

3.6 Operationalisierung der theoretischen Begriffe

In diesem Abschnitt wird beschrieben, mit welchen Dimensionen die theoretischen Begriffe in der Untersuchung verwendet werden, und wie die oben beschriebenen Methoden angewendet werden. Weiter geht es darum, die benötigten Daten bezüglich der verwendeten Indikatoren zu erklären. Gemäss Fragestellung muss eine Vielzahl von verschiedenen Daten gesammelt, erhoben und verarbeitet werden. Tabelle 13 beschreibt die benötigten Informationen mit ihren Funktionen im Überblick:

Herkunft/Datenbasis	Information	Funktion	Einheit
Statistische Ämter	politische Grenzen	Abgrenzung Einzugsgebiet	[km ²]
	Einwohner	Indikator für Verkehrspotential	[Pers.]
	Unternehmen	Indikator für Verkehrspotential	[Anzahl]
	Flächen	Indikator für Bevölkerungsdichte und Flächenverbrauch der Verkehrsträger	[km ²]
	Verkehrsfluss Strasse	Indikator für Potential	[Fz/Zeit]
Topografische Karten	Distanzen	Siedlungszentrum - Bahnhof: Indikator für die Erschliessung durch die Bahnstrecke	[m]
	technische Daten über Strecke als Berechnungsgrundlage		
Archive/Experten	technische Daten über Strecke als Berechnungsgrundlage		
Literatur/Interview	Investitionen	Indikator für durchschnittliche und spezifische Kosten Strasse/Bahn	[€]
	Verbrauchszahlen	Indikator für Vergleich Strasse - Bahn	[kJ/km]
	Schadstoffzahlen	Indikator für Vergleich Strasse - Bahn	[x/km]
	Kostenansätze	Beurteilung Kosten/Wirkungsverhältnis	[€]
	Anschlussverhältnisse	Indikator für Dienstleistungsqualität	[Zug/Bus]
Fragebogen/Interview	Fahrplandichte	Quantifizierung Angebot	[Züge/Tag]
	Fahrpreis	Indikator für Zahlungsbereitschaft	[€/km]
	Nutzbare Autozahl	Indikator für Verkehrsmittelwahl	[Anz./ Familienkreis]
	Reise-km / Transport-km	Indikator für Potential	[km]
	Verkehrsmittelwahl	Indikator für Gewohnheit	[Verkehrsmittel]
	verschiedene Angaben zu Überzeugungen, Einstellungen, Verhalten, Personen		

SUTER 2006

Tabelle 13: Herkunft, Art und Funktion der Daten für die Bewertung der Nachfrage und Möglichkeiten für das Angebot auf der untersuchten Eisenbahnlinie.

Die Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau wird für diese Studie räumlich und zeitlich wie folgt abgegrenzt: Zum Kern des Untersuchungsgebiets gehören die Gemeinden auf spanischem und französischem Staatsgebiet (siehe Karte in Anhang 2). Die Gesamtheit dieser Gemeinden bildet das Einzugsgebiet für den abgehenden Personenverkehr. Der ankommende Personenverkehr sowie der Güterverkehr wird ohne besondere räumliche Abgrenzung betrachtet. Zudem werden im empirischen Teil der Untersuchung auch Erfahrungen anderer Orte mit einbezogen, die keinen räumlichen Zusammenhang mit dem Untersuchungsgebiet aufweisen. Da die Fragestellungen auf die Zukunft ausgerichtet sind, sind die zeitlichen Grenzen des betrachteten Systems unscharf. Dies soll ermöglichen, auch Aspekte aus dem Verlauf der Geschichte in der Untersuchung aufzunehmen. Die für die Anpassung der Strecke an den Modellfall notwendigen Prozesse sind nicht Gegenstand der Fragestellung, weshalb der zeitliche Horizont offen ist. Als Referenzstichtag für die aktuell gültigen Fahrpläne wurde der 1. Juli 2006 ausgewählt.

3.7 Bewertung

Die erhobenen Daten werden mit den oben beschriebenen Methoden verarbeitet und zu Aussagen entwickelt. Während beim Simulationsmodell die Daten als Berechnungsgrundlage dienen, wurden die mittels Fragebogen erhaltenen Daten codiert und in eine Datenbank aufgenommen. Die Struktur der Fragebogen (siehe Anhang 7-9) wurde auf ein möglichst einfaches Analyseverfahren ausgerichtet, indem vor allem die Anzahl Einzelantworten zur Stichprobengröße dargestellt wurden. Daraus können Rückschlüsse auf die mögliche Nachfrage nach öffentlichen Verkehrsleistungen und die Nebenbedingungen gezogen werden.

3.8 Öffentlichkeits-Kommunikation

Als Kommunikationsplattform dient die eigene Homepage, in welcher sich jedermann in spanischer, französischer und deutscher Sprache umfassend über das Projekt und den Projektfortschritt informieren kann. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, über E-mail einen eigenen Beitrag zu leisten oder Fragen zu stellen.

Während des Verlaufs der Feldarbeiten zwischen Februar und Juli 2006 fanden vier öffentliche Präsentationen statt, eine in Zaragoza, eine in Bedous und zwei in Canfranc. Dazu ist eine Videodokumentation in spanischer, französischer und deutscher Sprache erstellt worden, welche die Arbeit visualisiert und erläutert. Die Dokumentation ist im Anhang dieses Bericht als DVD beigefügt. Als Begleiterscheinung können verschiedene Presseberichte betrachtet werden, die diese Studie in der Öffentlichkeit bekannt machten, und das Verständnis für die Feldarbeiten und Datenerhebungen förderten.

4. Untersuchung des Eisenbahnverkehrs auf der Canfranc-Strecke

4.1 Die Leitlinien der Europäischen Union: Das Weissbuch

In den folgenden Abschnitten sind die wichtigsten Aussagen des Weissbuches hinsichtlich der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau zusammenfassend beschrieben (AMT FÜR AMTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2001: 10ff): Im Weissbuch hält die Europäische Kommission - vor dem Hintergrund der ständig wachsenden Verkehrsnachfrage und ihrer Auswirkungen - Leitlinien für die Verkehrspolitik bis ins Jahre 2010 fest. Dabei geht es um eine auf Dauer tragbare Entwicklung durch Optimierung des Verkehrssystems, welches den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Anforderungen gerecht werden soll. Das Dokument stützt sich auf eine gezielte Verbindung von Tarifierungsmaßnahmen und Investitionen in die transeuropäische Verkehrsinfrastruktur, um die Wiederbelebung insbesondere des Schienenverkehrs zu fördern. Dazu wird der Wettbewerb zwischen den Eisenbahngesellschaften in den Vordergrund gestellt. Mit der bereits weitgehend realisierten Trennung von Bahninfrastruktur und Bahnbetrieb sowie der Öffnung der Märkte im Güter- und Personenverkehr ist die Schaffung wichtiger Grundlagen der europäischen Verkehrspolitik erfolgt. Laut der Europäischen Kommission muss jedoch sicher gestellt werden, dass die Marktöffnung bis ins Jahr 2008 nicht durch die bisher führenden, meist staatlichen Unternehmungen gebremst werden. Zudem sei die Forschung im Bereich Verkehr weiter zu fördern und vermehrt auf den verschiedenen Ebenen aufeinander abzustimmen. Für wichtige Belange, wie beispielsweise die Qualität der öffentlichen Dienstleistungen, will die Europäische Kommission das Subsidiaritätsprinzip respektieren und somit vor allem unterstützend tätig sein.

Für die Erhöhung des Anteils der Transporte auf der Schiene wird eine hohe Angebotsqualität genannt, um die Kunden wieder von den Vorteilen der Bahn überzeugen zu können. Es wird zudem vorgeschlagen, die Regeln für finanzielle Hilfen zu Gunsten grenzüberschreitender Eisenbahnprojekte anzupassen. Bezüglich der Tarifierungspolitik beschreiben die Leitlinien eine Harmonisierung der Kraftstoff-Besteuerung sowie koordinierte Tarifierungsgrundsätze für die Infrastrukturbenützung unter Berücksichtigung der externen Kosten. Letztere sollen nach Infrastrukturart, Tageszeit, Entfernung sowie Grösse und Gewicht des Fahrzeugs differenziert werden. Für den Nahverkehr wird vorgeschlagen, die Entwicklung vermehrt auf die Anwendung vorbildlicher öffentlicher Verkehrssysteme auszurichten. Auch für den Schienenverkehrsbinnenmarkt wird ein entsprechendes Massnahmenpaket vorgestellt, das den Unternehmungen grösstmögliche Freiheiten gewährt. Weiter soll eine gemeinschaftliche Einrichtung die Sicherheit im Schienenverkehr auf hohem Niveau erhalten und entwickeln. Darüber hinaus soll das Hochgeschwindigkeitsnetz weiter ausgebaut werden, um in dem bestehenden Bahnnetz zusätzliche Kapazitäten für den Güterverkehr zu schaffen.

Die Modernisierung der Dienste für die Bahn ist von erheblicher Bedeutung, da die Angebotsqualität in weiten Teilen nicht den derzeitigen Anforderungen entspricht. Dadurch hat besonders der Schienengüterverkehr an Marktanteilen verloren. Das Weissbuch nimmt als Beispiel die Gütertransporte von der Iberischen Halbinsel nach Frankreich sowie den übrigen Ländern Zentraleuropas, die bereits heute für Verkehrsüberlastungen sorgen.

Der Verkehr durch die Pyrenäen weist im Weissbuch unter den grossen Infrastrukturprojekten einen besonderen Stellenwert auf. Auch hier wird der Transportfluss mit täglich 15'000 LKW und einer jährlichen Zunahme von 10% erwartet. Die Beobachtungsstelle schätzt, dass innerhalb der nächsten zehn Jahre ein zusätzliches Verkehrsaufkommen von 100 Mio Tonnen pro Jahr zu

bewältigen und auf die verschiedenen Verkehrsträger aufzuteilen ist. Bezüglich neuer Bahnkapazitäten wird als neues Grossprojekt eine Schienenverkehrsachse durch die Pyrenäen vorgeschlagen und:

„In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, die vorhandene Strecke zwischen Pau und Saragossa über Canfranc auszubauen, um die Durchlässigkeit der Pyrenäen in kürzerer Frist zu erhöhen. Trotz seiner geringen Kapazität gemessen am vorhersehbaren langfristigen Bedarf ist diese Strecke von Interesse, da sie den bereits vorhandenen Tunnel nutzt und den Verladern und Spediteuren einen Anreiz dafür geben kann, ihre Logistikkette auf die künftige Querung hoher Kapazität auszurichten. Die Aufnahme dieser Strecke in das Leitschema für den konventionellen Schienenverkehr der jetzigen Leitlinien im Rahmen der Überarbeitung wird daher vorgeschlagen, was auch den Forderungen der Regierungen der beiden betreffenden Länder entspricht. Außer auf die ökologisch vernünftige Einbettung dieses Vorhabens in den Pyrenäen wird die Kommission auch darauf achten, dass eine eventuelle gemeinschaftliche Finanzhilfe zur Aufnahme von Arbeiten beitragen wird, mit denen eine Verkehrsachse großer Kapazität geschaffen wird, und sie wird dafür Sorge tragen, dass sich die Maßnahme im Rahmen eines langfristigen Programms mit gesicherter wirtschaftlicher Tragfähigkeit vollzieht und Gegenstand einer grenzüberschreitenden Abstimmung ist.“ (AMT FÜR AMTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT 2001: 63)

Als Zielsetzungen für den Bahnverkehr insgesamt werden die *Erhöhung der Marktanteile* (von 6% auf 10% beim Personenverkehr, von 8% auf 15% beim Güterverkehr), eine *Verdreifachung der Produktivität*, die *Steigerung der Energieeffizienz um 50%*, die *Verringerung der Schadstoffemissionen um 50%* sowie die *Steigerung der Infrastrukturkapazität* genannt. Als Grundlage für das Erreichen dieser Zielsetzungen soll eine echte Revolution der Eisenbahnkultur erfolgen.

Die Kostenzurechnung, das heisst die Internalisierung der externen Kosten vor allem des Strassenverkehrs, stellt in diesem Dokument die Grundlage für eine koordinierte Tarifierungspolitik dar. Der Durchschnittswert der externalisierten Kosten (Luftverschmutzung, Klimaänderung, Lärm, Unfälle und Staus) sowie Infrastrukturkosten für eine LKW-Autobahnfahrt von 100 km wird mit 8 € bis 36 € beziffert. Das Weissbuch weist darauf hin, dass die europäische Wettbewerbsfähigkeit nicht leidet, wenn die externalisierten Kosten den Verursachern angelastet werden und korrigiert damit eine weit verbreitete Meinung. Es sei vor allem die Struktur dieser Belastung, die in die Verkehrspreise einfließen müsste.

Unter dem Titel der Intermodalität im Personenverkehr beschreibt die Europäische Kommission einige für das Reisen wesentliche Verbesserungen, die vor allem das Umsteigen zwischen den Verkehrsmitteln, die Nutzungsbedingungen und die Gepäckbeförderung betreffen. Notwendige Massnahmen bei den Einrichtungen der Bahnhöfe und der Züge wie nahegelegene und kundenfreundliche Bushaltestellen und Parkplätze sowie Möglichkeiten zur Fahrradmitnahme fördern eine bestimmte Form der Intermodalität sehr erfolgreich, wie dies die Erfahrungen in einzelnen Ländern zeigen. Schliesslich muss die Qualität der Dienstleistung erheblich erhöht und vor allem auf den Benutzer ausgerichtet werden. Die Europäische Kommission schlägt einen neuen Ansatz für die Marktöffnung unter Wahrung von Transparenz, Qualität und Leistungsfähigkeit der öffentlichen Verkehrsdienste durch einen *regulierten Wettbewerb* vor.

Das Weissbuch weist auf die Schwierigkeiten bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen bis ins Jahre 2010 hin, unterstreicht aber die Notwendigkeit mit folgenden Punkten: Die grossen Achsen sind zunehmend überlastet, und es besteht die Gefahr von territorialen Ungleichgewichten; für ausgewogene Anteile der verschiedenen Verkehrsträger müssen entsprechende Bedingungen geschaffen werden; die Beseitigung von Engpässen ist dringend; der Benutzer muss in den Mittelpunkt der Verkehrspolitik gestellt werden.

4.2 Probleme des Güter- und Personenverkehrs durch die Pyrenäen

Die Verkehrsflüsse durch die Pyrenäen haben sich in den letzten zehn Jahren stark erhöht. Den grössten Zuwachs zwischen 1999 und 2004 weist mit bis zu 38% der Transitgüterverkehr auf der Strasse auf. Im Jahre 2004 passierten rund 6 Millionen LKW die Grenze zwischen Frankreich und Spanien. (AUGRIS 2006: 2) Der Gütertausch zwischen der Iberischen Halbinsel und dem Rest Europas hat sich zwischen 1989 (80 Millionen Tonnen) und 2002 (170 Millionen Tonnen) mehr als verdoppelt (RÉGION MIDI-PYRÉNÉES 2005: 16). Diese Transporte wirken sich massiv auf Gesellschaft und Umwelt aus. Der Verkehr wächst zudem auf der Strasse überproportional, währenddem die Bahn gegenwärtig weiter Marktanteile verliert. Verkehrsmessungen beim französischen Grenzdorf Urdos im Aspenttal haben die Werte gemäss Tabelle 14 ergeben:

	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Total
LKW Schwerverkehr	151	162	144	139	130	66	58	850
PKW Individualverkehr	1102	1044	1090	1109	1185	1357	1580	8467

Tabelle 14: Verkehrszahlen bei Urdos im Aspenttal, wo sich der französische Grenzposten befindet. Die Tabelle zeigt die durchschnittlichen Tagesfrequenzen zwischen 1. April und 22. August 1999. (ECHÉLECOU 2001: 12)

Da die Messungen beim Grenzdorf erfolgten, kann davon ausgegangen werden, dass es sich fast ausschliesslich um internationalen Verkehr handelt. Diesen Ergebnissen kann entnommen werden, dass im Jahre 1999 werktags im Durchschnitt 145 LKW diese Strasse benutzt haben. Am Wochenende beträgt dieser Wert nur knapp die Hälfte (42,7%). Beim Individualverkehr sind die Spitzenwerte am Wochenende zu beobachten: Samstags und sonntags wird die Strasse von einem Drittel mehr PKW (32,7%) befahren als werktags.

Für die Luftschadstoffe ist zu einem grossen Teil der Schwerverkehr auf der Strasse verantwortlich. Zu diesen Emissionen gehören insbesondere CO₂, Stickoxide und Feinstaub. (<http://www.nabu.de>, 06.08.2006) Abbildung 18 zeigt die besondere Bedeutung des Lastwagenverkehrs bezüglich der Schadstoff-Emissionen:

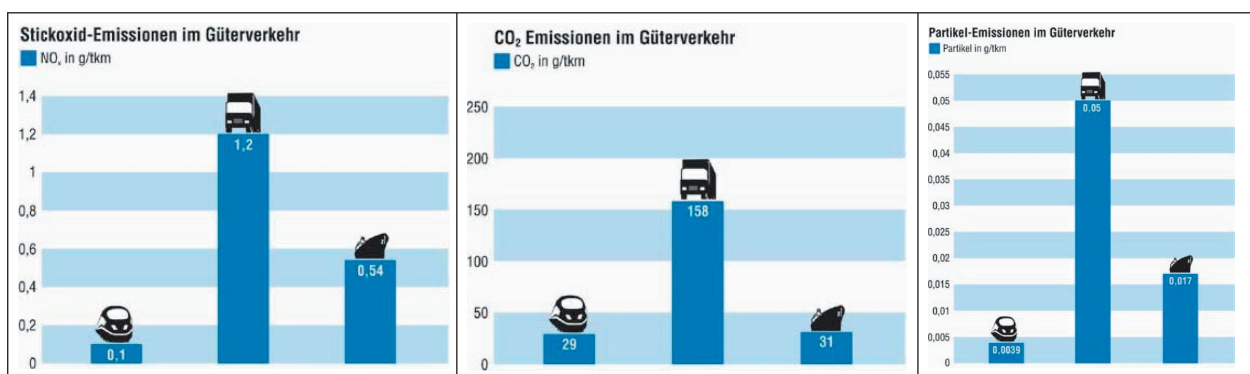


Abbildung 18: Ausstoss von CO₂, NO_x und Feinstaub der verschiedenen Verkehrsträger (<http://www.nabu.de>, 06.08.2006)

Eine europäische Studie zeigt: „40‘000 Menschen sterben in der Schweiz, Frankreich und Österreich jährlich an den Folgen der Luftverschmutzung. Das ist das Resultat einer Studie, die im Auftrag der Weltgesundheitsorganisation (WHO) durchgeführt wurde. 40‘000 Menschen – das entspricht in diesen drei Ländern zusammen sechs Prozent der Todesfälle. Für die Hälfte dieser Opfer ist der Verkehr verantwortlich. Es sterben also mehr Menschen an verkehrsbedingter Luftverschmutzung als bei Verkehrsunfällen.“ (LINSECQ DE 2001: 1) Das Forschungsprogramm

ETP (Programme Ecosystèmes, Transports, Pollutions) der Universität Pau und der Région Aquitaine hat die Auswirkungen der Umweltverschmutzung durch den Strassenverkehr in vier französischen Bergtälern - darunter das Aspentäl - eingehend untersucht. Die absoluten Emissionswerte sind in den Tabellen 15a und 15b dargestellt:

durchschnittliche Tagesemissionen in kg/km (1. April - 18. August 1999)						
	NO _x	CO	CO ₂	FOV	SO ₂	Partikel
unteres Aspentäl bei Sarrance	5	6	696	0.9	0.2	0.3
oberes Aspentäl bei Urdos	3	2	404	0.4	0.2	0.2

Anteil LKW-Verkehr an den durchschnittlichen Tagesemissionen						
	NO _x	CO	CO ₂	FOV	SO ₂	Partikel
unteres Aspentäl bei Sarrance	47%	8%	34%	25%	38%	40%
oberes Aspentäl bei Urdos	74%	14%	55%	38%	59%	56%

FOV: Flüchtige organische Verbindungen

Tabellen 15a/15b: Die Luftbelastung im Aspentäl durch den Verkehr (ECHÉLECOU 2001: 18f)

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse müssen die komplexen Wechselwirkungen zu Topografie und Mikroklima in Betracht gezogen werden. Ein Lastwagen stösst auf Gebirgsstrecken mit Steigungen von 4 - 6% drei mal mehr Schadstoffe aus wie im Flachland und bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h sogar 30 mal mehr als ein Personenkraftwagen. Dies ist deutlich sichtbar, wenn man die NO_x-Werte betrachtet: Der Anteil der Belastung durch den Schwerverkehr steigt bei Urdos auf 74%, obwohl die absoluten Verkehrszahlen im Durchschnitt nur noch rund die Hälfte (54,7%) der gezählten LKW bei Sarrance betragen. Im weiteren stellen sich die Fragen nach den Konzentrationen und räumlichen Ablagerungen der Schadstoffe. Bei den Stickoxiden wurde die Konzentration in Sarrance auf einer Distanz zur Strasse von 10 m gemessen, wobei ein Wert von 29 µg/m³ resultierte. Dies zeigt, dass bereits im Jahre 1999 der höchst zulässige Grenzwert von 30 µg/m³ praktisch erreicht war. (ECHÉLECOU 2001: 16ff) Dieses Ergebnis liegt zwar im Vergleich zu den übrigen Untersuchungsorten (Chamonix, Maurienne/Le Freney und Biriadou), wo der Grenzwert bis zu sieben mal überschritten wurde, weit zurück. Dies bedeutet, dass die Vorschriften zum Schutz von Bevölkerung und Umwelt auch in peripheren Räumen als Folge der unkontrollierten Verkehrszunahme kaum mehr eingehalten werden können.

Professor Dr. ECHÉLECOU (mündliche Stellungnahme, 21.03.2006) der Universität Pau gibt ebenfalls zu bedenken, dass der Verkehr im Aspentäl besonders durch den Bau einer neuen Autobahn zwischen Bordeaux und Pau kurzfristig stark ansteigen werde. Er weist auch auf die oben erwähnten Emissions-Grenzwerte hin, die nicht mehr eingehalten werden können und meint, dass deshalb die Canfranc-Strecke für den internationalen Güterverkehr unbedingt genutzt werden sollte, obwohl die Kapazität auf 4 Millionen Tonnen Güter pro Jahr beschränkt sei. Für den Tourismus alleine würde sich die Wiedereröffnung der Strecke nicht lohnen, der Hauptvorteil liege beim Güterverkehr, vor allem für den Transport von gefährlichen Gütern.

Seit Januar 2006 sind *Gefahrguttransporte auf der Strasse* durch den Somporttunnel zugelassen, nachdem sie bisher den Passübergang benutzen mussten. Im Falle eines solchen Transports wird der Tunnel durch die Leitstelle für den übrigen Verkehr gesperrt, was theoretisch zu einer erheblichen Verminderung der Kapazität führt. Die Anzahl der Gefahrguttransporte ist in den offiziellen Statistiken nicht ersichtlich. Im Rahmen der Untersuchungen für das Programm ETP wurden genaue Erhebungen durchgeführt, die folgendes Ergebnis zeigen (Tabelle 16).

Aspental bei Urdos, 1. April bis 20. Juni 1999	
<i>Gefahrgut</i>	<i>Anzahl LKW</i>
Ammoniak	397
Natriumchlorat	74
Natrumhydroxydlösung	54
Hypochloritlösung	36
Hydroxyd	26
Salzsäure	20

Tabelle 16: Erhebung der Anzahl LKW mit internationalen Gefahrguttransporten im oberen Aspental. (ECHÉLECOU 2001: 69)

Ohne Unfall werden diese Transporte oft wie gewöhnlicher Schwerverkehr betrachtet. Im Ereignisfall könnten sie jedoch schwerwiegende Folgen für die Umwelt bewirken. (ECHÉLECOU 2001: 69) Aus betrieblichen und technischen Gründen sind Transporte von gefährlichen Gütern auf der Schiene wesentlich geringeren Risiken ausgesetzt. Aufwändige Sicherungseinrichtungen schützen die Bahntransporte auf höherem Niveau als beim Strassenverkehr. Zudem werden Sicherheitsvorschriften von speziell ausgebildetem und geprüftem Personal angewendet und durchgesetzt.

Aufgrund des Streckenprofils und der unterschiedlichen Linienführung von Bahn und Strasse zwischen Zaragoza und Pau können Vergleichswerte bezüglich *Energieverbrauch* der beiden Verkehrsträger höchstens geschätzt werden. Die Basiswerte sind in Tabelle 17 ersichtlich:

Verkehrsmittel	kJ pro P-km	kJ pro t-km
Flugverkehr Inland	3'990	
Flugverkehr Ausland	2'030	15'800
LKW		2'889
PKW	2'560	
Eisenbahn Nahverkehr	1'680	
Motorräder	1'370	
Eisenbahn Fernverkehr	940	677
Binnenschiffe		584
Bus Nahverkehr	850	
Bus Reiseverkehr	390	
Pipelines		168

Tabelle 17: Verkehrsträger und ihr spezifischer Energieverbrauch. (PROJEKTWERKSTATT 2006)

Unter Anwendung von Zahlen aus der Verkehrsstatistik sind gewisse Aussagen über den Energieverbrauch der verschiedenen Träger möglich, allerdings für eine umfassende Beurteilung der Wirkung eines Verkehrsmittels nicht ausreichend. Es fehlt die Berücksichtigung verkehrsspezifischer Fragestellungen, beispielsweise nach der Umwelteffizienz oder nach dem technischen und organisatorischen Potential der Verkehrsmittel. Dazu kommen die indirekten Belastungen, die durch verschiedene Herstellungs-, Unterhalts- und Entsorgungsprozesse verursacht werden. Beim Treibstoff entspricht ein Liter Benzin ungefähr 30'000 kJ. Ferner spielt sowohl im Personen- wie auch im Güterverkehr die Auslastung der Fahrzeuge eine grosse Rolle. Mit Hilfe des Umweltindikators (= Umweltbelastungen pro Personen-km oder Tonnen-km eines bestimmten Verkehrsmittels) kann die Umwelteffizienz ausgedrückt werden. Im Vergleich Schiene-Strasse ergibt sich bezüglich Energie für die fahrleistungsabhängigen Belastungen (Betrieb und Energiebereitstellung) ein Verhältnis von 1:5 im Personen- und Güterverkehr und für die Gesamtbelastung (inkl. Herstellung, Unterhalt und Entsorgung von Rollmaterial und Infrastruktur) ein Verhältnis von 1:1.7 im Personen- und 1:2.5 im Güterverkehr. Mit dem Ausbau des Hochge-

schwindigkeitsverkehrs könnte sich auf Grund des höheren BetriebSenergieaufwandes dieses Verhältnis jedoch wesentlich verschlechtern. (MAIBACH et al,1997:1 - 7)

Einen besonderen Umstand beschreibt Robert CLARACO (2005: 89ff) in seiner Studie über die Bahnstrecke Oloron-Ste-Marie - Canfranc: Der zusätzliche Energieverbrauchs bei Transporten durch das Befahren von Bergstrecken. Während auf durchschnittlichen Strecken pro LKW 32 bis 33 Liter Treibstoff verbraucht würden, betrage der Konsum auf Bergstrecken, wo die volle Kraft der Motoren eingesetzt werden muss, rund 100 Liter. Demzufolge müsse korrekterweise für den Schwerverkehr auf der Strasse über die Somportstrecke drei mal mehr an Energieverbrauch und Schadstoffausstoss angenommen werden. Im Vergleich mit der Bahn auf derselben Strecke wird der Unterschied deutlich: Während ein Güterzug pro Stunde und Nettotonne 8,5 kW konsumiere, betrage der Verbrauch eines LKW 13.32 kW. Dieser Umstand bewirke auf der Strecke bis Canfranc, dass bereits die reinen Betriebskosten des Strassentransports (ohne Berücksichtigung der externalisierten Kosten) diejenigen des Bahntransports übersteigen.

Die Zahlen der *verunfallten Personen auf dem Strassennetz* der jeweiligen Länder ist genau bekannt und über die Statistikdienste verfügbar. Für den vorliegenden Fall ist eine sinnvolle Anwendung der Unfallzahlen jedoch kaum möglich, da die Strassenverhältnisse derart verschieden sind, dass eine durchschnittliche Unfallzahl pro km und bei jeweiliger Strassenauslastung zu einem verzerrten Bild führen würde. Ausserdem wäre es vermessen, nur anhand von Zahlenangaben mit dem zusätzlichem Bahnverkehr eine bestimmte Anzahl verhinderter Unfälle in Aussicht zu stellen. Immerhin besteht in Spanien die Tendenz, dass bei einem jährlichen Wachstum des PKW-Bestandes von etwa 3% die Strassenverkehrsoffer bis ins Jahre 2010 um ca. 25% zurückgehen. Trotzdem verfehlt dieser positive Wert die Zielsetzung auf dem Niveau der Europäischen Union um den Faktor 2; das EU-Ziel beschreibt einen Rückgang der Todesopfer auf der Strasse bis ins gleiche Jahr um 50%. Die zusätzlichen staatlichen Anstrengungen sollten daher auch die wesentlich höhere Verkehrssicherheit der Bahn mit einbeziehen und mit allen möglichen Mitteln eine Verlagerung auch des Personenverkehrs auf die Schiene anstreben. (PUEYO 2003: Iiff)

4.3 Gemischter Verkehr auf der Canfranc-Strecke

Die Transporte auf der Schiene können in die zwei grundsätzlich verschiedene Kategorien Güterverkehr und Personenverkehr unterteilt werden. Mit der Zeit haben sich durch technische Neuerungen die Unterschiede zwischen diesen Kategorien noch vergrössert. Dies betrifft zum Beispiel die Entwicklung der Höchstgeschwindigkeiten der Züge auf der Strecke, die Fahrzeugtechnik, die Anlage der Bahngleise, aber auch strukturelle Eigenschaften wie die Organisation und Kerngeschäfte der Eisenbahnunternehmen. Die durch die Europäische Kommission eingeleiteten Bahnreformen erfordern in vielen Bereichen eine Abkehr von traditionellen Betriebsformen. Dabei wird der gleichzeitige Verkehr von Güter- und Personenzügen auf derselben Strecke zunehmend zum Sonderfall, was dazu führt, dass auch die Einrichtungen der Infrastruktur auf die jeweilige Transportkategorie spezialisiert wird. Demnach sind in Europa zwei entgegengesetzte Trends zu beobachten: Einerseits besteht das Verlangen, die Systemvielfalt zu reduzieren und zu vereinheitlichen. Andererseits wird im Rahmen der Liberalisierung des Schienenverkehrs die Trennung der Schienenverkehrswege vom eigentlichen Bahnbetrieb für den Güter- und Personenverkehr gefordert.

Bei dieser Aufteilung in neue Bereiche ist jedoch der Gefahr vorzubeugen, dass bei der Lösung von Verkehrsproblemen die bei Eisenbahnunternehmen entwickelte Fähigkeit des Denkens in Netzwerken verloren geht, und man sich wieder auf eine reine Ursache-Wirkung-Beziehung stützt. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle einige für diese Studie wichtigen Ansätze erklärt:

Das *konventionelle Bahnnetz* ist geschichtlich unter völlig anderen Gesichtspunkten als den heutigen entstanden. Die technische Entwicklung hat eine laufende Effizienzsteigerung ermöglicht, so dass ein Teil des ursprünglichen Netzes die späteren wirtschaftlichen Schwierigkeiten überwunden hat. Spätestens mit der Einführung höherer Geschwindigkeiten im Personenverkehr genügt jedoch die bisherige Infrastruktur den Anforderungen nicht mehr. Für die Überwindung langer Distanzen werden neue Linien für den reinen Personenverkehr eingerichtet, die sich höchstens noch in grossen Zentren mit dem konventionellen Bahnnetz treffen. Die technischen Eigenschaften von neuen und alten Strecken unterscheiden sich jedoch bereits derart, dass der Übergang vom konventionellen Netz auf die neuen Linien nur noch sehr eingeschränkt oder überhaupt nicht mehr möglich ist. Mit der Verlagerung des Personenfernverkehrs auf Hochgeschwindigkeitsstrecken verlagert sich der Schwerpunkt der Nutzung der konventionellen Bahnstrecken nunmehr auf die Kategorien des Güterverkehrs, des Regional- und Nahverkehrs.

Im Sinne des Aufbaus des transeuropäischen *Hochgeschwindigkeitsnetzes* sind sowohl in Frankreich wie auch in Spanien zahlreiche Eisenbahnlinien im Bau. Es gilt dabei zu bedenken, dass diese künftigen Verkehrsmittel die grossen Zentren weiter stärken und die dazwischen liegenden Räume schwächen. Dieser Effekt ist für die bereits betriebenen Hochgeschwindigkeitslinien auf Isochronenkarten verschiedener Jahre und in entsprechenden Modellen nachvollziehbar. Obwohl durch den Betrieb der neuen Linien das konventionelle Eisenbahnnetz für den Güterverkehr besser nutzbar wird, unterbricht die Trennung von Personen- und Güterverkehr die Wechselwirkungen in feinen Netzwerken und es geht weiteres Systemwissen und wertvolle Flexibilität im Eisenbahnwesen verloren. Es wäre daher vorteilhaft, die neuen Linien für den gemischten Güter- und Personenverkehr einzurichten.

In der Schweiz werden die Neubaustrecken für die gleichzeitige Nutzung von Personenzügen mit hoher Geschwindigkeit und von Güterzügen gebaut. Die so gewonnene Flexibilität und zusätzliche Kapazität wird beispielsweise auf der Achse Olten - Bern erlauben, den dichten Personenverkehr auf dieser Hauptlinie mit dem Zubringerverkehr zum NEAT-Basistunnel am Lötschberg kombinieren zu können. Dabei kann auch der Umstand genutzt werden, dass der Personen- und Güterverkehr in diesem Gebiet unterschiedliche Spitzenzeiten aufweist. Auch die neuen Basistunnel werden für alle Zugskategorien befahrbar sein.

4.4 Die Züge der Canfranc-Strecke als öffentliche Grundversorgung

Auf drei der fünf unter Ziffer 2.2 vorgestellten Streckenabschnitten der Canfranc-Bahnlinie verkehren noch heute die Züge des regionalen Personenverkehrs (als Grundversorgung in der Fläche). Im Gegensatz zur Schweiz ist weder in Spanien noch in Frankreich ein gesetzlich fixiertes Grundangebot zu finden. In beiden Ländern hat im Sinne des erwähnten Weissbuches der Europäischen Kommission ein gewisser Dezentralisierungsprozess im öffentlichen Verkehr stattgefunden, wobei die Regionen entsprechende Mitverantwortung bei der Planung und Erbringung der Versorgungsleistungen im Schienenverkehr erhalten haben.

Dem Staat fallen Aufgaben in drei Bereichen zu, die direkt und indirekt den öffentlichen Verkehr betreffen: Die Bereitstellung öffentlicher Güter als Allokationsproblem, die Verteilung von Einkommen und Wohlstand im Sinne der sozialen Gerechtigkeit als Distributionsproblem und die Erhaltung des politischen und wirtschaftlichen Gleichgewichts als Stabilitätsproblem. Beim Allokationsproblem besteht die Aufgabe darin, die öffentlichen Leistungen entsprechend den Bedürfnissen der Einwohner und zum Nutzen aller Einwohner zu erbringen. Beim Begriff der Grundversorgung handelt es sich jedoch um eine politische Definition, der - in seiner Bedeutung leicht abweichend - auch *service public* genannt wird. Beim Eisenbahnangebot besteht die Ge-

fahr darin, dass bei rein nachfrageorientierter Angebotsplanung die Situation durch einen negativen Rückkoppelungseffekt ausser Kontrolle geraten kann: Wird die - offizielle nicht definierte - Mindestversorgung unterschritten, wenden sich die Kunden anderen Verkehrsmitteln zu, was zu einer geringeren Nachfrage und in Folge einem weiteren Abbau des Angebots führt. Dies wiederum verstärkt die Abwanderung von Benutzern und der Kreislauf beginnt von neuem. Obwohl die Mindestversorgung für den regionalen Personenverkehr auf der Schiene für das vorliegende Untersuchungsgebiet quantitativ nicht definiert ist, kann sie sowohl mit der Chancengleichheit unter den Bürgern als auch mit einem negativen räumlichen „Spill-Over-Effekt“ in Verbindung gebracht werden: Bei Letzterem ist jener Effekt gemeint, bei dem Menschen und auch Produktionsbetriebe aus Gebieten mit ungenügender Mindestversorgung abwandern. Die betroffenen Regionen Aquitaine und Aragón sollten sich die Frage stellen, wie sie mit einer besseren Definition eines an den Vorzügen der Einwohner ausgerichteten Mindestangebots und einer vermehrt angebotsorientierten Planung der öffentlichen Verkehrsdienstleistung positive Veränderungen in der Gesellschaft und der natürlichen Umwelt mit gleichzeitig insgesamt hoher Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit bewirken können. (RIEDER 2005: 48ff)

Indikatoren für die Festlegung des Mindestangebotes können mit qualitativen Methoden sowie empirisch festgestellt werden. Dabei sind unbedingt auch die eng vernetzten Wechselwirkungen zu allen andern Verkehrsarten zu berücksichtigen, wie das Beispiel des nächsten Abschnitts zeigt.

4.5 Tourismus- und Fernverkehr in den Pyrenäen

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Bereiche Freizeit und Tourismus auf der einen sowie Verkehr auf der andern Seite eng miteinander verbunden sind. Tatsächlich spielt der Tourismus im Umkreis der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau auf beiden Seiten der Pyrenäen eine grosse Rolle, wie bereits die Zahlen aus der Statistik vermuten lassen. So sind in den aragonesischen Pyrenäen im Jahre 2004 insgesamt 1'383'400 Übernachtungen zu verzeichnen, wobei alleine 288'500 Touristen in der Gemeinde Jaca nächtigten. (<http://www.ine.es>, 08.08.2006) Verglichen mit dem touristischen Destinations-Management erreicht Jaca somit ganz knapp die für einen „international player“ erforderlichen Logiernächte von 300'000. (MÜLLER 2002: 133) In Frankreich liegen die Zahlen für alle Regionen vor; für diese Studie kommt die Region Aquitaine in Betracht. Unter den verglichenen 22 französischen Regionen nimmt Aquitaine mit 8'192'900 Übernachtungen im Jahre 2005 immerhin den 5. Platz ein. (RÉPUBLIQUE FRANÇAISE 2006: 7) Zur genauen Untersuchung dieser Verhältnisse müsste man die in den verschiedenen Ländern angewendeten Definitionen von „Übernachtungen“ vergleichen und gegebenenfalls modifizieren. Dennoch zeigen die Zahlen deutlich, dass der Tourismus im Untersuchungsgebiet als wichtig angesehen werden muss. Die Bedeutung der Umwelt im Zusammenhang mit dem Tourismus wird jedoch erst seit einigen Jahren behandelt. Vielerorts haben die Wirkungen der unausgewogenen Beziehungen zwischen Tourismus und Umwelt bereits erheblichen Schaden angerichtet, wobei von „Zerstörung des Tourismus durch den Tourismus“ gesprochen wird. (MÜLLER 2002: 79) Es ist leicht zu verstehen, dass dabei der Verkehr eine grosse Rolle spielt. In der Schweiz wurde bereits im Jahre 1979 im Tourismuskonzept das Gesamtziel der nationalen Tourismuspolitik umschrieben: *„Gewährleistung einer optimalen Befriedigung der vielfältigen touristischen Bedürfnisse für Menschen aller Volksschichten im Rahmen leistungsfähiger touristischer Einrichtungen und einer intakten Umwelt. Dabei sind die Interessen der ortsansässigen Bevölkerung zu berücksichtigen.“* (MÜLLER 2002: 192) Ein Forschungsauftrag des Schweizerischen Nationalfonds über „Freizeit - Politik - Perspektiven“ stellt als Trend die fortschreitende Verstädterung, die Zunahme der Zweitwohnsitze und der steigende Motorisierungsgrad fest. Als Handlungsansätze für die Verkehrsberuhigung zu Gunsten von mehr Wohn- und Lebensqualität werden unter anderem folgende Punkte empfohlen: (KRAMER 1990: 76ff, 129)

- Mobilitätsberuhigung statt Mobilitätsenerweiterung als Grundsatz in die Verkehrsplanung aufnehmen;
- Erhöhung der Attraktivität des öffentlichen Verkehrs und Vernetzung mit dem Individualverkehr, z.B. durch Fahrplanverdichtung, durch Tarif-Verbundsysteme und durch Komfortverbesserungen;
- Erholungsgebiete durch attraktivere Bahn- und Busverbindungen, insbesondere an Wochenenden, mit öffentlichem Verkehr erschliessen;
- Erholungsgebiete und Ferienorte auf den öffentlichen Verkehr umstellen, indem der motorisierte Verkehr am Ortsrand abgefangen wird.

Einige dieser Vorschläge sind im Untersuchungsgebiet punktuell bereits zu beobachten, was auf deren Plausibilität hinweist. So kann das spanische Dorf Ordesa im Valle de Broto ab Torla für die Touristen nur per Shuttlebus-Verbindung erreicht werden. Die maximale Anzahl Besucher wurde auf 2'000 Personen pro Tag limitiert, vor allem um den Umweltschutzziele des Nationalparks *Ordesa y Monte Perdido* gerecht zu werden.



Abbildung 19: Der TRD-Zug bei Riglos. (SUTER, 19.07.2005)

Die Abbildung 19 zeigt den täglichen TRD-Zug (Regional-Express, der nur die wichtigsten Orte bedient) von Zaragoza nach Jaca. Dieses Angebot eignet sich als Zubringer zu den Tourismusdestinationen, sofern an den Bahnhöfen Huesca, Ayerbe, Sabiñánigo und Jaca gute Autobusan-schlüsse bestehen würden.

MÜLLER (1999: 27ff) zeigt auf, dass die Verkehrsprobleme bereits viele Tourismusorte in Bedrängnis gebracht haben. Das Projekt „Verkehrsmassnahmen in Ferienorten - Wege zur Umsetzung“ des Forschungsinstitutes für Freizeit und Tourismus der Universität Bern hat in acht ausgewählten Ferienorten in Deutschland, Österreich und der Schweiz Verkehrsmassnahmen eingehend untersucht und hat aus den Erkenntnissen folgende Empfehlungen entwickelt:

- Die *Notwendigkeit von Lenkungsmassnahmen akzeptieren*. Im Vergleich mit den Massnahmen in vielen Städten und Ferienorten drohen Konkurrenz Nachteile.
- Die *Eigenheiten des touristischen Verkehrs verstehen lernen*. Die Spitzenbelastungen sind saison- und wetterbedingt; die Gäste wollen das Auto benutzen, ohne von Autos belästigt zu werden; es gibt oft schwere Interessenskonflikte zwischen dem Ferien- und Tagestourismus.
- Die *ortsspezifischen Voraussetzungen nutzen und Gesamtlösungen anstreben*. Verkehrslenkende Massnahmen sind überall möglich; am besten bewährt sich die gezielte Kombination von Förder- und Beschränkungsmassnahmen.

- Die *Steigerung der touristischen Attraktivität* als Hauptzielsetzung. Ökologisch begründete Massnahmen sind in diese Zielsetzung einzubeziehen. Es geht um ein Gleichgewicht zwischen Entlastung, Entschleunigung, Verflüssigung und Effizienzsteigerung.
- „*Leadership*“ übernehmen und *Prozesse beschleunigen*. Für den Erfolg braucht es Politiker mit hoher menschlicher, fachlicher und institutioneller Kompetenz. Dabei ist die offene Kommunikation das wichtigste Element.
- Einbeziehung *anerkannter Verkehrsplaner*. Neben der fachlichen Kompetenz helfen externe Verkehrsplaner, die Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse zu beschleunigen.
- Bildung einer *Verkehrskommission*, die mit anerkannten Persönlichkeiten der Bevölkerung und des Gewerbes besetzt ist.
- *Beteiligungsmöglichkeiten* bieten und *Transparenz* sicherstellen. Die Anwendung von unterschiedlichen Methoden und Instrumente der Mitsprache sowie eine kontinuierliche Kommunikation steigern die Akzeptanz von Massnahmen.
- *Handel und Gewerbe frühzeitig einbinden*, da sich durch existenzielle Ängste oft Fundamental-Oppositionen bilden.
- *An- und Rückreiseverkehr* einbeziehen. „Sanfte“ Verkehrsformen sind ein Garant für sanftes Verkehrsverhalten während des Aufenthaltes. Vordergründige Massnahmen sind Ferienarrangements inklusive Bahn-/Busbillett, Gepäcktransport verbessern, Preisdifferenzierungen für Benutzer des öffentlichen Verkehrs, Fahrradtourismus fördern, Reiseinformationen verbessern und Zusammenarbeit mit allen Partnern der Transportkette ausbauen.
- *Spielräume für Kompromisse* einplanen. Eine dynamische Planung ist erfolgreicher als das Verharren auf Verteidigungsoppositionen und ermöglicht mehr als nur den kleinsten gemeinsamen Nenner: Das Gesamtziel ist nicht aus den Augen zu verlieren.
- Verkehrsmassnahmenbündel *laufend optimieren*. Die Verkehrsplanung ist nie abgeschlossen, da sich das Umfeld stets verändert. Die Qualitätsentwicklung und -sicherung ist sehr wichtig.

Im Einzugsgebiet der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau sind auf der spanischen Seite die Tourismusorte der Comarcas (Bezirke) Zaragoza, Hoya de Huesca, Los Monegros, Somontano de Barbastro, Cinco Villas, La Jacetania, Alto Gállego und Sobrarbe, auf der französischen Seite jene der Arrondissements (Bezirke) Oloron und Pau in der Region Béarn von Verkehrsproblemen betroffen.

Der Fernverkehr kann nicht scharf vom Tourismusverkehr abgegrenzt werden, es gibt eine grosse Überschneidung. Das Angebot der direkten und internationalen Züge muss auf ein breites Zielpublikum ausgerichtet sein. Sowohl Zaragoza wie auch Pau sind Verkehrsknoten, die an wichtige Bahnlinien angebunden sind. Die Canfranc-Strecke ermöglicht die schnellste bodengebundene Verkehrsverbindung zwischen den spanischen Zentren von Barcelona, Valencia, Zaragoza mit den französischen Zentren von Toulouse und Bordeaux.

4.6 Besonderheiten der Infrastruktur und Streckenführung der Canfranc-Bahn

Im ersten Kapitel wurden die Entwicklung sowie die länder- und systemspezifischen Unterschiede zwischen dem spanischen und französischen Teil der Strecke bereits vorgestellt. Dieser Abschnitt bezieht sich mehr auf die durch topografische Umstände entstandenen Besonderheiten und auf deren technischen und betrieblichen Konsequenzen. Es werden die Eigenschaften behandelt, die für die Bewertung der Eisenbahnlinie als Verkehrsträger der Zukunft eine Rolle spielen.

Auf dem Profil der Bahnlinie (Anhang 1) fallen die *starken Steigungen* auf beiden Seiten des Kulminationspunktes mitten im Somporttunnel auf. Dabei ist zu beachten, dass das Streckenprofil im Anhang und auf dem grafischen Fahrplan aus Gründen der Lesbarkeit 37mal überhöht ist. Die Strecke über Huesca ist insgesamt 311,16 km lang, über die direkte Verbindungslinie Zuera - Turuñana misst sie 274,74 km. Auf der Südseite steigt sie ab Zaragoza (197 m ü. M.) über Huesca auf 222,88 km bis zum Kulminationspunkt (1'212 m ü. M.) um 1'015 m an, was eine Durchschnittssteigung von 4,55‰ ergibt. Über die direkte Linie nach Turuñana beträgt dieser Wert 5,44‰. Die Nordseite weist eine stärkere Steigung auf: Zwischen Pau (177 m ü. M.) und dem Kulminationspunkt im Somporttunnel werden auf 88,28 km Länge 1'035 m überwunden, woraus sich die mittlere Steigung von 11,72‰ berechnen lässt. Die Linienführung wurde den damaligen Möglichkeiten entsprechend angelegt und mit vielen Kunstbauten ausgestattet.

Hinsichtlich Betriebsführung und Energieverbrauch sind die Maximalsteigungen und deren Länge von grösserer Bedeutung als die oben erklärten Durchschnittssteigungen. Auf der Südseite betragen diese 20‰, auf der Nordseite 43‰, was für eine Eisenbahnstrecke eine starke Steigung darstellt. Die *Kurven* sind ebenfalls auf der Nordseite der Linie am schwierigsten zu befahren, der kleinste Radius beträgt 200 m. Diesen Gleisabschnitten muss besonders für das Befahren mit Güterzügen und Spezialwagen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Tabellen 18a und 18b geben einen Überblick über die Verteilung der Steigungen und Kurven:

Neigungen und Kurven auf der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau (via Huesca) (Längenangaben in m)										
Strecke	Gefälle in Promille					Horizontal 0	Steigungen in Promille			Total
	-50 bis -40.1	-40 bis -30.1	-30 bis -20.1	-20 bis -10.1	-10 bis 0		0 bis 10	10.1 bis 20	20 bis 30	
Zaragoza-Delicias - Huesca	0	0	0	1435	0	11225	68858	2373	83891	
Huesca - Canfranc	0	0	0	7568	14936	26619	36214	49465	134802	
Canfranc - Oloron-Ste-Marie	8420	8406	5418	9181	9874	11556	4985	0	57840	
Oloron-Ste-Marie - Pau	0	0	0	9833	4161	8023	2182	10424	34623	
Total	8420	8406	5418	28017	28971	57423	112239	62262	311156	
Anteil in Prozent	2.7	2.7	1.7	9.0	9.3	18.5	36.1	20.0	100.0	

Strecke	Gerade	Kurvenradius in Meter							Total
	0	<200	200-299	300-399	400-499	500-999	1000-1999	>=2000	
Zaragoza-Delicias - Huesca	69245	0	0	0	1558	3155	2870	7063	83891
Huesca - Canfranc	84444	0	213	25972	5986	12648	4618	921	134802
Canfranc - Oloron-Ste-Marie	28801	0	5938	14284	1944	6873	0	0	57840
Oloron-Ste-Marie - Pau	17864	0	0	5866	5180	2669	3044	0	34623
Total	200354	0	6151	46122	14668	25345	10532	7984	311156
Anteil in Prozent	64.4	0.0	2.0	14.8	4.7	8.1	3.4	2.6	100.0

SUTER 2006

Tabellen 18a/18b: Verteilung der verschiedenen Steigungen, Gefälle sowie Kurvenradien auf der Stammstrecke über Huesca.

Aus den Zahlen geht hervor, dass über 90% der Strecke horizontal oder mit Neigungen von maximal 20‰ verläuft. Der grösste Teil der Strecke weist Steigungen/Gefälle von >0 bis 10‰ auf. Die Länge der Abschnitte mit engen Kurven von Radien zwischen 200 m und 300 m weisen einen Anteil von nur 2% an der Gesamtstreckenlänge auf. Die Gleisgeometrie ist für den gemischten Verkehr mit Personen- und Güterzügen angepasst.

Durch die schwierige Topografie der Strecke sind Tunnel, Gallerien, Brücken, Verbauungen, Stützmauern, Dämme und Einschnitte in grosser Zahl vorhanden. Als bedeutendste Werke sind die Brücke über den Gállego bei La Peña (180 m Länge, 18 m Höhe), der gebogene Viadukt von Cenarbe (28 Bögen, 357 m Länge, 20 m Höhe; siehe Titelbild), der Somporttunnel (7'845 m Länge), der Kehrtunnel von Sayerce (1'893 m Länge), die Viadukte bei Arnousse (gebogen, 113 m Länge), Escot (56 m Bogenspannweite) und Lashiès (313 m Länge) sowie die fünfteilige gebogene Metallbrücke bei der Einfahrt in den Bahnhof Pau (217 m Länge) zu nennen. Weitere

zwei Tunnels, bei Urdos und bei Castiello weisen mit 950 m und 868 m je eine Länge von fast einem Kilometer auf. Insgesamt sind auf der Strecke 44 Tunnels sowie 25 Viadukte und Brücken vorhanden. Die spektakuläre Gebirgsstrecke mit komplizierter Linienführung hat teilweise zu falschen Aussagen über die Möglichkeiten der Zukunft geführt. Gerade diese Linie verfügt über grosszügige Bauten in Südfrankreich mit genügenden Profilen: Sie wurden für die spanischen Breitspurzüge sogar bis Bedous ausgelegt. (PARRA DE MÁ S 2000: 94) Auf Grund der Tatsache, dass der Unterbau auf der Strecke zwischen Huesca/Zuera und Pau erneuert werden muss, sind die Tunnelprofile bei der vorliegenden Arbeit nicht genauer untersucht worden.

4.6.1 Teilstrecke Zaragoza - Huesca - Canfranc

Über die besonderen Umstände, Pläne und Projekte bezüglich der spanischen Breitspur und der europäischen Normalspur wurde bereits in den Abschnitten 1.1 und 1.2 berichtet. Auf dem Steckenabschnitt zwischen Zaragoza und Huesca sind Gleise für beide Spurweiten befahrbar: Entweder durch zwei getrennte unterschiedlicher Spurweite oder durch ein Dreischiengleis (Abbildung 20).



Abbildung 20: Auf dem Abschnitt Tardienta - Huesca ist ein Dreischiengleis eingebaut. Das Normalspurgleis ist elektrifiziert und mit Hochgeschwindigkeit befahrbar. (SUTER, 21.06.2006)

Mit dieser technischen Konstruktion ist es möglich, dass auf dem zuletzt genannten Abschnitt sowohl normalspurige Hochgeschwindigkeitszüge als auch breitspurige Personen- und Güterzüge verkehren können. Dieses Konzept bringt viele, teilweise sehr aufwändige Schnittstellen mit sich. So sind an Stellen, wo sich Linien unterschiedlicher Systeme kreuzen, umfangreiche Massnahmen, wie Überwerfungen oder Spezialkonstruktionen in der Gleisanlage nötig. Solche Einrichtungen sind heute in Miraflores für den Seitenwechsel des Normalspurgleises, bei San Gregorio für den Anschluss des Güterbahnhofs Zaragoza-Arrabal, bei San Juan de Mozarrifar für ein Militäranschlussgleis, im Bahnhof Zuera für den Güterverkehr auf der ehemaligen Strecke nach Gurrea de Gállego - Turuñana und in Tardienta bei der Zusammenführung zum Dreischiengleis nach Huesca zu beobachten. Der Bahnhof Huesca ist als Kopfbahnhof angelegt, wobei die Linie nach Canfranc heute auf einer Weiche im Einfahrbereich des Bahnhofs abzweigt. Dies bedeutet für die Personenzüge, die den Bahnhof bedienen, zweimaliges Wenden. Gegenwärtig ist eine Umfahrungsstrecke in Form eines Gleisdreiecks bis nach Alerre im Bau, die den durchgehenden Zügen bei der Ein- und Ausfahrt im Bahnhof Huesca einen Richtungswechsel erspart. Zudem kann dadurch in der Stadt Huesca ein Gleisabschnitt mit Bahnübergängen aufgehoben werden, welcher heute auch die Entwicklung eines Gewerbegebiets behindert.

Aufgrund der Topografie führt die Linie ab Huesca in nordwestlicher Richtung über Ayerbe an den Fluss „Gállego“, welchem sie nach einem Richtungswechsel um rund 90° bei Sta. María bis

nach Sabiñánigo folgt. Durch die Schlucht zwischen Riglos und La Peña sind viele Kunstbauten wie Tunnels, Brücken und Stützmauern notwendig. Der Vorteil dieser Streckenführung besteht darin, dass keine starken Steigungen zu bewältigen sind, was auf Kosten der Streckenlänge geht: Die Distanz zwischen Huesca und Sabiñánigo beträgt dem Gleis entlang 94,29 km, während die Verbindung auf der Schnellstrasse über den Pass von Monrepos mit 52,91 km fast nur die Hälfte misst. Dem gegenüber steht jedoch die zu bewältigende Höhendifferenz von 325 m mit der Bahn und 807 m auf der Strasse. Die langfristige Lösung besteht aus einem geplanten doppelspurigen Eisenbahntunnel, der mit einer Länge von 12,9 km zwischen den Dörfern Bolea und Caldearenas durch die „Sierra Caballera“ führen und als Zugang für die neue „Zentrale Pyrenäen-Transversale“ dienen soll. Der weitere Verlauf der heutigen Strecke weist bezüglich Infrastruktur bis Jaca keine nennenswerten Besonderheiten auf, bevor sie als eigentliche Gebirgsstrecke mit maximal 19,9‰ durch 19 Tunnels und zahlreiche Brücken führt. Der kleinste Kurvenradius beträgt auf diesem letzten Abschnitt auf spanischem Terrain 300 m auf, was eine leistungsfähige Zugförderung erlaubt.

4.6.2 Teilstrecke Canfranc - Oloron-Ste-Marie - Pau

Das zentrale Bauwerk auf diesem Abschnitt besteht aus dem 7'875 m langen Somport-Scheiteltunnel, bei dem sich in Fahrtrichtung Pau gesehen die erste Hälfte mit 3'920 m in einer Steigung von 4‰ und der Rest mit 3'955 m in einem starken Gefälle von 34‰ liegt. Der Bereich zwischen Steigung und Gefälle umfasst ein etwa 100 m langes horizontales Gleis. Die auffälligsten Merkmale ausserhalb des Somporttunnels bestehen - wie in Tabelle 18a dargestellt - aus den Bereichen mit sehr starken Neigungen von 40‰ bis maximal 43‰ welche insgesamt 8'420 m messen. Nochmals ungefähr soviel (8'406 m) der Strecke weisen starke Neigungen von 30‰ bis 40‰ auf. Zudem sind die engen Kurvenradien von 200 m bis < 300 m auf einer Gesamtlänge von 6'151 m zu nennen.



Abbildung 21: Der Viadukt bei Escot. Die Kunstbauten sind weitgehend in gutem Zustand. (SUTER, 24.05.2006)

Die übrigen Bestandteile und Eigenschaften der Infrastruktur sind aus betrieblicher Sicht nach heutigen Gesichtspunkten nicht als Besonderheit zu betrachten. Die Kunstbauten sind grösstenteils in gutem Zustand und genügen den heutigen Anforderungen für den Eisenbahnbetrieb, wie Abbildung 21 am Beispiel des Viadukts bei Escot zeigt.

4.6.3 Verbindungslinie Zuera - Turuñana

Diese seit 1970 nicht mehr durchgehend benützte Strecke weist keine für den Betrieb einschränkenden oder besonderen Eigenschaften auf. Im Gegenteil: Die beinahe ebene und gerade Trasse enthält keine Kurven mit kleineren Radien als 1'000 m und überwindet auf ihren 39,75 km nur

gerade 220 m, was eine Durchschnittssteigung von 5,53‰ ergibt. Die grösste Steigung befindet sich zweieinhalb Kilometer südlich des Bahnhofs Piedramorrea-Biscarrués und beträgt 13,6‰ auf einer Länge von 1'494 m. Die Wiedereröffnung der Verbindungslinie Zuera - Turuñana würde das Befahren mit hohen Geschwindigkeiten erlauben. Von den drei Unterwegsbahnhöfen Gurra de Gállego, Ortila-Marracos und Piedramorrea-Biscarrués befindet sich nur ersterer in gut erreichbarer Nähe der gleichnamigen Siedlung (1'761 Einwohner).

4.7 Die Schwierigkeiten für die Betriebsführung

Zusätzlich zu den genannten Besonderheiten der Infrastruktur kommt als wesentliches Element für den Betriebsablauf und damit die Leistungsfähigkeit die Tatsache, dass die gesamte Strecke zwischen Zaragoza und Pau einspurig angelegt ist. Für das Kreuzen und Überholen stehen ausschliesslich die Stationsanlagen zur Verfügung, deren Ausstattung die mögliche Beförderungsmenge auf der Bahnlinie im Wesentlichen bestimmt. Durch die Entwicklung der Technologie in den letzten Jahrzehnten lassen sich jedoch die damaligen Verhältnisse mit den heutigen Möglichkeiten kaum mehr vergleichen: Die Traktionsleistungen moderner Triebfahrzeuge sind um ein vielfaches höher, was Effizienz, Produktivität und Wirtschaftlichkeit stark verbessert. Das Wagenmaterial weist höhere Lastgrenzen auf und belastet durch seine wesentlich tieferen Lärmemissionswerte die Umwelt geringer. Schliesslich haben die Fortschritte von Sicherungsanlagen und Signaltechnik zu einer markanten Produktivitätssteigerung geführt; in diesem Sinne befindet sich das einheitliche ERTMS (European Rail Traffic Management System) in Entwicklung und Umsetzung. Somit haben sich die besonderen Herausforderungen für die Betriebsführung einer solchen Eisenbahnlinie unter dem Druck des stets wachsenden Verkehrs, den steigenden Anforderungen bezüglich Beförderungszeit und Dienstleistungsqualität sowie politischen Rahmenbedingungen von technischen Problemen hin zu strukturell-organisatorischen Problemen gewandelt. Für den Erfolg der Canfranc-Bahn in Zukunft stehen also weniger die Fragen nach der Mittelwahl als jene nach optimaler Nutzung der Möglichkeiten im Mittelpunkt.

Für die Canfranc-Bahn hat dieser Umstand vor allem Auswirkungen auf die Verkehrsplanung, wobei die gegenseitigen Beeinflussungen und Abhängigkeiten zwischen allen Verkehrsarten und -trägern, Infrastruktur im Umfeld von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft verstanden werden müssen. So zum Beispiel muss bei der Angebotsplanung des Transit- und Hochgeschwindigkeitsverkehrs die Zubringerfunktion des Regional- und Lokalverkehrs berücksichtigt werden, um die Möglichkeiten der Infrastruktur besser nutzen zu können. Die Regionalisierung als konkrete Ausgestaltung des Subsidiaritätsprinzips ermöglicht eine Kombination von angebots- und nachfrageorientierter Verkehrsplanung in Kundennähe, was als wesentlicher Erfolgsfaktor des öffentlichen Verkehrs angesehen wird. Die Dezentralisierung von Aufgaben stellt jedoch auch eine höhere Komplexität der Wechselwirkungen dar, weshalb den Kommunikations- und Koordinationsfunktionen neue, hohe Bedeutung zuzumessen ist.

In diesem Sinne versucht der nächste Abschnitt, einige ausgewählte Konzepte und Lösungsansätze aus der Schweiz aufzugreifen, um deren Vor- und Nachteile punktuell mit der Situation der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau vergleichen zu können. Die Auswahl richtet sich vor allem nach den übergeordneten Zielsetzungen gemäss dem oben beschriebenen Weissbuch der Europäischen Kommission.

4.8 Vergleich mit den Verhältnissen im Alpenraum und in der Schweiz

Hinsichtlich dem Verkehrsproblem kann es sinnvoll sein, konkrete Systeme für einen Vergleich herbei zu ziehen, sofern ihre wesentlichen Eigenschaften mit messbaren Grössen erfassbar sind.

Die Zielsetzungen bezüglich der *Verkehrspolitik* unterscheiden sich zwischen Spanien, Frankreich und der Schweiz zum Teil erheblich. In der Schweiz wurde im Jahre 1994 eine Volksabstimmung über die sogenannte „Alpenschutzinitiative“ mit Zwangsmassnahmen zur Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene angenommen. Als Folge davon entstand das Verkehrsverlagerungsgesetz, welches im wesentlichen den Transitverkehr auf Schweizer Strassen durch die Alpen ab 2009 auf jährlich 650'000 LKW-Fahrten beschränkt. (SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT 1999: 1) Diese Zielsetzung (die nach heutigen Erkenntnissen nicht erreicht werden kann) bewirkt eine Reihe von Folgemassnahmen, wobei für diese Diplomarbeit die technischen und betrieblichen Konzepte der Rollenden Landstrasse (RoLa), der Ausbau des Unbegleiteten Kombinierten Verkehr (UKV) und die Kapazitätssteigerungen der Infrastruktur als konkrete Ansatzpunkte gesehen und in den folgenden Abschnitten behandelt werden. Seit dem 1. Januar 2005 wird in der Schweiz die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) erhoben, für welche durchschnittlich CHF 0,0244 pro Tonnenkilometer zu bezahlen sind. Von den Einnahmen fliessen 1/3 an die Kantone und 2/3 in die Bundeskasse. Sie sollen vor allem zum Ausgleich der Strassenverkehrskosten und für Schienenverkehrsprojekte verwendet werden. (ARE 2006) Die LSVA ist eine politische Massnahme als Folge der stark wachsenden Diskrepanz zwischen Strassen- und Eisenbahnverkehr und wurde ebenfalls bei einer Volksabstimmung im Jahre 1998 angenommen. Sie soll einen fairen Wettbewerb zwischen Strassen- und Bahnverkehr ermöglichen.

Die Grundversorgung im regionalen Personenverkehr ist im Schweizerischen Eisenbahngesetz (EBG) und in der Abgeltungsverordnung (ADFV) in Form eines Mindestangebotes geregelt, welches den jeweiligen Budgetrestriktionen untersteht: Bei durchschnittlich täglich über 500 beförderten Personen pro Linie werden 18 Kurspaare (36 Züge in beiden Richtungen im Stundentakt) angeboten, im übrigen Fall und bei mindestens 32 Personen wird eine Mindesterschliessung mit vier Kurspaaren sichergestellt. Diese Regelung soll die *flächendeckende Grundversorgung* garantieren, eine *Diskriminierung* des Netzzugangs *verhindern*, die *Qualität gewährleisten* und einen *erschwinglichen Preis* sicherstellen. (RIEDER 2005: 52ff) Auf diese Weise wird auch in peripheren Regionen eine angebotsorientierte Planung des öffentlichen Verkehrs möglich.

4.8.1 Wichtige Konzepte für den Güterverkehr durch die Alpen

Die Umsetzung des oben beschriebenen Verkehrsverlagerungsgesetzes wird mit flankierenden Massnahmen gefördert. Für den Güterverkehr stehen der Ausbau des UKV sowie die Erhöhung der Transportkapazitäten im Mittelpunkt. Die von der EU angestrebte, unter Abschnitt 2.3 kurz behandelte und im Weissbuch (Abschnitt 4.1) beschriebene Liberalisierung im Güterverkehr ist in der Schweiz weitgehend umgesetzt; es gilt heute bereits freier Netzzugang für alle Eisenbahnverkehrsunternehmen, die die entsprechenden Bedingungen erfüllen.

Als Ergänzungsleistung im Rahmen der Verkehrsverlagerung werden seit 2001 auch Lastwagen mit Fahrerbegleitung über die Lötschberg- und Gotthardlinie transportiert: Die RoLa. Es handelt sich dabei um eine Zusammenarbeit zwischen den Schweizerischen Bundesbahnen, der BLS AG (Schweiz), der Deutschen Bahn AG, der Italienischen Staatsbahnen und der Firma HUPAC AG. Durch die Anpassung der Infrastruktur auf der Lötschberglinie können dort LKW mit grösseren Eckhöhen transportiert werden (4.00 m bei 2.50 m LKW-Breite, am Gotthard 3.80 m bei 2.50 m LKW-Breite). Gegenüber den konventionellen Güterzügen und jenen des UKV weisen die RoLa-Züge in ihrer Beschaffenheit technische Besonderheiten auf. Um das bestehende Lichtraumprofil möglichst auszunützen, muss die Ladefläche tiefer liegen als bei gewöhnlichen Drehgestellwagen. Dies wird bei den Zügen, die in der Schweiz verkehren, mit kleineren Radsätzen erreicht, die in Gebirgstrecken besondere technische Schwierigkeiten hervor rufen. So gibt es Einschränkungen

kungen für das Nachschieben der Züge und dem Befahren von Kurven mit engen Radien sowie für Weichen, wo die Gefahr des Aufsteigens der Spurkränze am Rad über die Schienenoberkante und damit eine Entgleisung des Wagens besteht. Die Technologie für RoLa-Züge wird jedoch laufend verbessert. Die in der Einführung beschriebene RoLa-Neuentwicklung der französischen Firma LOHR, die heute auf der Mont Cenis-Achse durch die Alpen zwischen Aiton (F) und Orbassano (I) eingesetzt wird, weist für die Canfranc-Strecke vier Vorteile auf:

- wesentlich schnellere Be- und Entladevorgänge der Züge;
- wahlweises Verladen der ganzen LKW oder nur der LKW-Aufleger möglich;
- Nachschieben der Züge ohne besondere Einschränkungen möglich;
- einzelne Be- und Entladevorgänge auf Unterwegsbahnhöfen möglich.

Für die Beurteilung der RoLa auf der Eisenbahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau wurden zwei erfahrene Unternehmen kontaktiert und mit den notwendigen technischen Daten konfrontiert. Helmut LODERBAUER (schriftliche Stellungnahme, 27.12.2005) des österreichischen RoLa-Unternehmens ÖKOMBI meint, dass das Befahren von Steigungen mit 43‰ theoretisch sehr wohl möglich sei, obwohl genaue Untersuchungen bezüglich Verrutschen der Ladung auf den Waggons bei einer Zwangsbremung nötig seien. Bezüglich engen Kurvenradien von 200 m nennt er technische Massnahmen wie die Schienenkopfflankenschmierung, um das Aufsteigen der Wagenräder über die Schienenoberkante zu verhindern, die jedoch keinen ausserordentlich grossen Zusatzaufwand bedeuten. Weiter erwähnt er, dass je nach RoLa-Konzept (Strassenersatzverkehr, Konkurrenzverkehr, straffer Shuttleverkehr, Berücksichtigung von Lenk- und Ruhezeiten) ein krasses Ungleichgewicht zwischen Produktionskosten und Erlösen entstehen könnte. Auch für Roland MÜLLER (schriftliche Stellungnahme, 04.01.2006), Fachspezialist der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) erscheint ein Einsatz der RoLa auf der Canfranc-Strecke grundsätzlich möglich. Er erwähnt ebenfalls die erforderlichen genauen Tests in Abstimmung mit den länderspezifischen Vorschriften und Zulassungsbehörden. Gemäss diesen Aussagen kann die technische Machbarkeit der RoLa auf der Canfranc-Strecke mit ihren besonderen Verhältnissen auf der französischen Seite als gegeben betrachtet werden.

Mit Mittelpunkt der Verkehrsverlagerung steht jedoch der Ausbau des UKV, obwohl der Ausbau dieser Transportart mehr Zeit erfordert. Der Ausbau der RoLa im Sinne, dass eine Rückverlagerung vom UKV erfolgen könne, wäre nach René DANCET (mündliche Stellungnahme, 20.01.2006), Geschäftsführer des RoLa-Unternehmens RAAlpin jedoch der falsche Ansatz, da die Beförderung von ganzen LKW per Bahn auch wesentliche Nachteile aufweist. Dabei ist an die hohe Totlast von bis zu 70% und an die Begleitung durch das Fahrpersonal zu denken. In Tabelle 19 und Abbildung 22 ist der Erfolg der flankierenden Massnahmen der Schweizerischen Verkehrspolitik anhand der Verkehrs- und Wachstumswahlen der beiden behandelten Konzepte zu sehen.

	gefahrte Züge 2005 mit Zunahme gegenüber 2004		gefahrte Sendungen 2005 mit Zunahme gegenüber 2004	
Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr (UKV)	25'000	+ 5 %	672'000	+ 12 %
Rollende Landstrasse (RoLa)	6'800	+ 8 %	103'000	+ 14 %
Total	31'800	+ 6 %	775'000	+ 13 %

Tabelle 19: Schweizer Bahnverkehr durch die Alpen mit Veränderung gegenüber Vorjahr.
(Quelle: SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT 2006)

Der Anteil transportierter Güter durch die Alpen per Bahn ist in der Schweiz besonders hoch: Er liegt mit 23,7 Mio. t (Strasse: 12,7 Mio. t) bei 65%. In Österreich beträgt der Bahnanteil im Jahre 2003 mit 15,7 Mio. t (Strasse 46,0 Mio. t) 25%, in Frankreich im gleichen Jahr mit 8,5 Mio. t (Strasse 40,6 Mio. t) nur bei 17,3%. In der Schweiz muss der Anteil der Bahn sogar noch erhöht werden, um das Verlagerungsziel zu erreichen. Die interne Zielsetzung des Unternehmens RALpin besteht darin, durch Verdichtung des Fahrplans und mit längeren Zugkompositionen ab etwa 2010 jährlich 150'000 bis 200'000 LKW-Transportplätze anzubieten. An dieser Stelle sei an den Modal-Split der Pyrenäen erinnert (siehe Abschnitt 1.3), bei dem der Bahnanteil gerade 2% und unter Ausschluss des Seeverkehrs 4% beträgt. Obwohl die Schweiz heute noch weit von der geforderten Limitierung auf 650'000 LKW auf der Strasse durch die Alpen entfernt ist, kann eine positive Entwicklung durchaus festgestellt werden, wie Abbildung 20 zeigt:

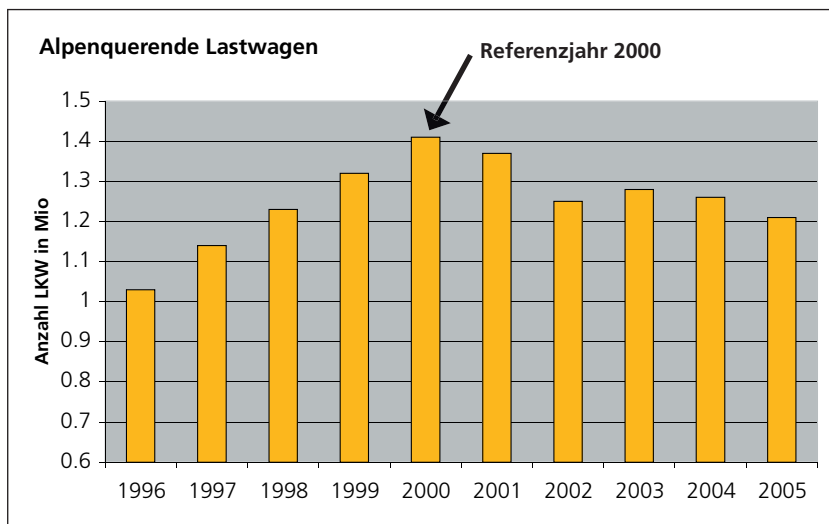


Abbildung 22: Anzahl der alpenquerenden Lastwagen in Millionen (Quelle: SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT 2006, abgeändert)

Als kritische Stimme gegenüber der RoLa erwähnt Otmar HALFMANN (mündliche Stellungnahme, 03.01.2006), früherer Geschäftsführer der Crossrail, dass die RoLa immer eine Sondersituation darstelle und auch in Zukunft nicht nachhaltig funktionieren könne. Wenn man die wirtschaftliche Situation des UKV in Betracht ziehe, müsse man den heutigen Ansatz von 85% Auslastung anwenden. Von diesem Standpunkt her gesehen könne die RoLa auf keinen Fall rentieren. Die RoLa verfüge über Vorteile wie die Abwicklung der Zollformalitäten direkt auf dem Zug oder die betriebliche Flexibilität in besonderen Lagen (vgl. Unfälle am Gotthard- und Mont-Blanc-Tunnel). Die Erfolge der RoLa seien jedoch stets kurz- oder mittelfristig. So sei der Verkehr am Brenner bereits zusammengebrochen und zwischen Dresden und Prag wurde die RoLa nach der Eröffnung einer neuen Autobahn wieder aufgegeben. Die RoLa in Frankreich sei vor dem Hintergrund fehlender UKV-Teilnehmer im Verkehr mit Italien zu sehen, da der UKV investitionsintensiv sei. Hinsichtlich der Bedeutung dieser Aussagen für die untersuchte Linie müsste jedoch wiederum eine eigene Studie erstellt werden.

4.8.2 Beispiele des Personenverkehrs, die auch in den Pyrenäen gelten können

Dem öffentlichen Personenverkehr wird in der Schweiz grössere Bedeutung zugemessen als in andern europäischen Ländern. Durch die von der Europäischen Kommission empfohlene und geförderte Regionalisierung im Schienenverkehr ist jedoch in vielen Ländern ein Aus- und vereinzelt sogar Wiederaufbau von Elementen im öffentlichen Verkehrssystem zu beobachten. Als Beispiel dazu kann die französische Strecke zwischen Delle und Belfort betrachtet werden, die mit Beteiligung der Schweiz wieder eröffnet wird. RIEDER/WEIDMANN (2006: 63) erklären in Ihrem Bericht, dass die Regionalisierung in der Schweiz zu einer spürbaren, in Frankreich

zu einer leichten Erhöhung des Fahrplanangebots im Regionalverkehr und der Fahrgastzahlen geführt hat. In Frankreich war mit diesen Veränderungen aber auch eine Verschlechterung der Umsteigeverhältnisse verbunden.

Wie bereits in Abschnitt 2.2 festgestellt, ist die vernetzte Denkweise beim öffentlichen Verkehr als komplexes System besonders wichtig. Als wichtiges Beispiel hierfür wird für diese Diplomarbeit das Tarifsystem des öffentlichen Verkehrs in der Schweiz beigezogen und hier mit seinen Eckdaten kurz umrissen. Im Mittelpunkt steht der Wille aller Transportunternehmungen, dem Fahrgast die Benutzung des öffentlichen Verkehrs zu erleichtern. Für Personen, die regelmässig reisen, stehen grundsätzlich zwei Angebote zur Verfügung: das Halbtax-Abonnement und das Generalabonnement. Nach einer Förderungsaktion durch den Bund vor zwanzig Jahren aus Umweltschutzgründen, konnten bei dem Halbtax-Abonnement die Verkaufszahlen vervierfacht werden; heute sind davon rund 2 Millionen Stück im Umlauf. Das Generalabonnement ist ebenfalls äusserst erfolgreich: Auch ohne staatliche Förderung werden heute mit jährlich 300'000 Stück über 10 mal mehr verkauft als noch vor zwanzig Jahren. Der Hauptvorteil liegt in den günstigen Bedingungen, indem ein Netz von rund 18'000 km, das aus den meisten Bahn- und Busgesellschaften, Bergbahnen, Schiffsbetriebe und städtischen Verkehrsbetrieben besteht, benutzt werden kann. Das Tarifsystem gilt auch für Einzelbillette, die an allen Bahnhöfen für jede beliebige Strecke sämtlicher Bahn- Bus- und Schiffunternehmen erhältlich sind. Für Touristen aus dem Ausland bestehen mit dem Swiss Travel System ebenfalls günstige Angebote für das Schweizer Transportnetz. Gruppenreisen erhalten in der Schweiz Ermässigungen von 20 bis 60%, für Schulreisen gibt es Spezialangebote. Ganz besonders erfolgreich erweist sich die Entwicklung von Tarifverbundsystemen. Das Prinzip ist sehr einfach: Es werden Monats- und Jahresabonnemente, mitunter auch Tageskarten und Einzelbillette für freie Fahrt auf allen Transportunternehmungen innerhalb von vordefinierten Tarifzonen angeboten. Heute gibt es in der Schweiz 25 Tarifverbünde, die sich praktisch über das ganze Land verteilen. Die Zahlen sprechen für den Erfolg: In Basel beispielsweise kaufen rund 2 Millionen Personen regelmässig ein Abonnement, was zwei Drittel der Bevölkerung dieser Region darstellt. Dies darf nicht darüber hinweg täuschen, dass die höhere Auslastung der öffentlichen Verkehrsmittel die gewährten Vergünstigungen nicht ganz kompensiert, weshalb die betroffenen Städte und Regionen - wohlverstanden im eigenen Interesse - finanzielle Beihilfe leisten. (LEGT 2002: 31ff)

Ein vergleichbares Tarifsystem fehlt im Untersuchungsgebiet der Canfranc-Strecke. Es würde eine neue Betrachtungsweise des öffentlichen Verkehrs ermöglichen, obwohl sich die Demografie der verschiedenen Länder und Regionen teilweise stark unterscheidet, denn „beim Verkehr wird die Nachfrage - und damit auch die Wahl des Verkehrsmittels - durch die Attraktivität des Angebots bestimmt.“ (VESTER 1999: 65)

Das vorangehende Beispiel zeigt, dass - wie bereits in Abschnitt 2.4. vorgestellt - die Rentabilität des öffentlichen Verkehrs nicht jener eines privatwirtschaftlichen Unternehmens gleichgestellt werden kann, da sich die Komplexität der entsprechenden Systeme und in der Folge die volkswirtschaftliche Bedeutung stark unterscheiden. Dieser Umstand kann mit einem weiteren wichtigen gerichteten Element des Systems Verkehr, dem Tourismus, erklärt werden. Im öffentlichen Personenverkehr ist es kaum möglich, die Verkehrsströme des Tourismus scharf abzugrenzen.

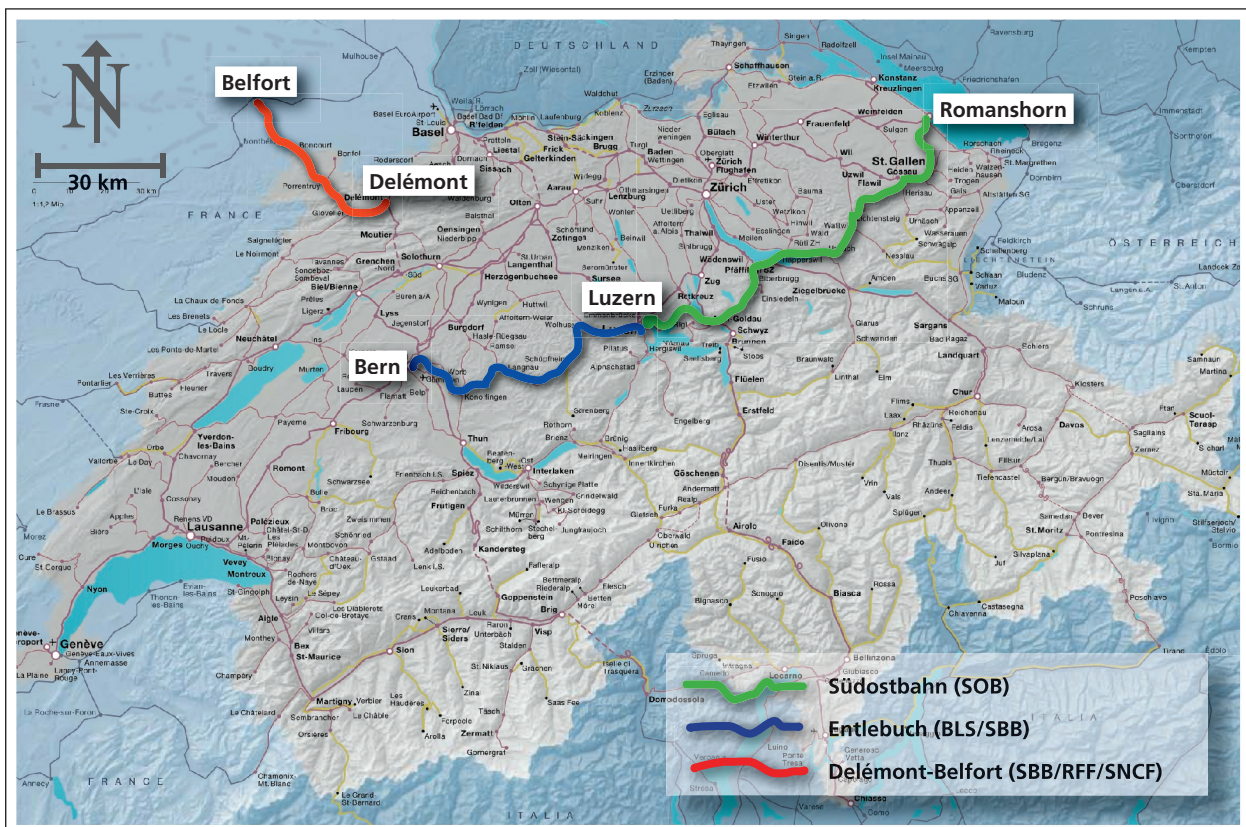


Abbildung 23: Übersichtskarte mit den untersuchten Bahnlinien in der Schweiz. (SBB 2006, abgeändert)

Dieser Umstand soll im Folgenden an zwei Angeboten in der Schweiz erklärt werden: Dem „Voralpen-Express“, der zwischen Luzern und Romanshorn verkehrt und dem „Regional Express“ auf der Strecke Bern - Luzern durch das Entlebuch. Dabei liegen zehn Trends des modernen Reiseverhaltens zugrunde, die MÜLLER (2002: 232) in seinem Werk über Freizeit und Tourismus nennt:

1. Trend zur Individualisierung mit flexibleren Reiseangeboten für unabhängigeres Reisen;
2. Trend zu sicheren Reisen, die Kultur und Bildung vermitteln;
3. Trend zu Angeboten mit intensiven Erlebnissen und viel Abwechslung;
4. Trend zu mehr Wohlbefinden in den Ferien, angenehme Reiseformen, Wellness und gesunde Ernährung, körperliche Bewegung und viel Erholung;
5. Trend zur behaglichen Umgebung in einer Atmosphäre mit hohem Komfort;
6. Trend zur Wärme in der Ferne mit Sonnengarantie;
7. Trend zu billigem Reisen mit preisgünstigen Angeboten, um mehrfach verreisen zu können;
8. Trend zu häufigeren und kürzeren Reisen mit Angeboten, die zwischendurch Abwechslung verschaffen;
9. Trend zu spontanen Reiseentscheidungen mit überraschenden Angeboten für die letzte Minute;
10. Trend zu mobilerem Reiseverhalten: Angebote mit Unterwegssein als Hauptattraktion.

Beim Angebot des „Voralpen-Express“ handelt es sich - wie bei vielen Angeboten - theoretisch um eine reine Dienstleistung des (Inter-)Regionalen Personenverkehrs. Dennoch spielt die touristische Nutzung eine wichtige Rolle, ohne die das Angebot in diesem Umfang nicht denkbar

wäre. Gemäss schriftlicher Auskunft von Rolf OTT (schriftliche Stellungnahme, 20.06.2006) von der Geschäftsleitung der Tochtergesellschaft „Voralpen-Express“, weist der Kundenmix rund 55% freizeitorientierte Reisen auf, weshalb eine enge Zusammenarbeit mit der SBB-Tochter „RailAway“ besteht. Bei diesen Reisenden handelt es sich vorwiegend um Tagestouristen aus der Schweiz und aus dem Raum Süddeutschland, insbesondere aus dem Bodenseegebiet. Diese Tatsache zeigt, dass ein striktes Auseinanderhalten der verschiedenen Verkehrsarten weder möglich noch sinnvoll ist. Für den „Voralpen-Express“ ist sowohl der Pendlerverkehr als auch der Ausflugsverkehr lebenswichtig. Ohne diesen gemischten Verkehr könnte das Angebot wohl nicht lange existieren. Als weitere wichtige Erfolgsfaktoren, die alle Kundensegmente des Personenverkehrs betreffen, nennt Rolf OTT (schriftliche Stellungnahme, 20.06.2006) die *einfache Zugänglichkeit* durch die *Einbindung in den Taktfahrplan* und in das *Schweizerische Tarifsysteem*. Auch die Kombination der einzigartigen voralpinen Strecke mit *attraktivem Rollmaterial*, sowie das *aktive Marketing* und vor allem das *Halten einer hohen Qualität* sind wichtige Punkte.



Abbildung 24: Der RegioExpress zwischen Bern und Luzern dient gleichzeitig dem Regionalverkehr als Zubringerfunktion sowie dem Tourismusverkehr. (SUTER, 30.12.2004)

Die lebenswichtige Bedeutung des Tourismus für Züge des regionalen Personenverkehrs bestätigt auch die BLS AG als Betreibergesellschaft des RegioExpress zwischen Bern und Luzern durch die eher dünn besiedelte Region Entlebuch (Abbildung 24): „Ausserhalb der Pendlerzeiten, d.h. tagsüber, an den Abenden und Wochenenden sind wir darauf angewiesen, die Kapazitäten mit den Zielgruppen aus dem Bereich Freizeit- und Tourismus zu nutzen. Die RegioExpress-Züge sind grundsätzlich Teil der Service- und Angebotskette, d.h. Bahnfahren als Mittel zum Zweck, um von A nach B zu kommen und Bahnfahren als Erlebnis, z.B. um die Landschaft geniessen zu können, das gesellige Beisammensein pflegen usw. Die touristischen Leistungsträger entlang der Linien sind wichtige Partner für uns ... Sie geben den potentiellen Fahrgästen den Anstoss zu Reisen.“ (RAACH, schriftliche Stellungnahme, 12.06.2006) Auch die Erfolgsfaktoren, die Benedikt RAACH (schriftliche Stellungnahme, 12.06.2006) nennt, sind mit jenen des „Voralpen-Express“ zu vergleichen:

- Fahrplanangebot: regelmässige Verbindungen (RegioExpress im Stundentakt);
- Anschluss- und Umsteigesituationen in den Übergangsbahnhöfen;
- Vernetzung und Einbindung im System öffentlicher Verkehr und Tourismus;
- Attraktivität der durchfahrenen Regionen einschliesslich der Ziel- und Abgangsorte;
- Attraktivität der konkurrenzierenden Verkehrsverbindungen;
- Ausrüstung des Rollmaterials (Klimatisierung, Panoramawagen, Komfort usw.);
- Marketingbudgets und -massnahmen.

Nebst ihrer Zubringerfunktion sind also auch für die RegioExpress-Züge durch das Entlebuch die Freizeitangebote wichtig. *Die Bahn kann durchaus mithelfen, gute touristische Angebote in den Regionen zu vermarkten.* Diese Züge sind ausserdem als Lebensnerv für die Regionen zu betrachten, da sie an wichtigen Punkten halten und nicht nur Zentren verbinden.

Die beiden Beispiele des „Voralpen-Express“ und des RegioExpress Bern-Luzern zeigen die Bedeutung der Interdependenzen - hier zwischen dem regionalen Personenverkehr, dem Tourismus und den Regionen selbst - und weisen damit ein weiteres Mal auf die Bedeutung der vernetzten Denkweise im komplexen System Verkehr hin: „Mit der wachsenden Mobilität des Menschen verlieren die traditionellen Verkehrsknotenpunkte dauernd an touristischer Wichtigkeit: Ein kurzfristiges Aufsuchen bestimmter Zentren ist heute vielfach ohne Übernachtung möglich. Demgegenüber zeigt das Beispiel des Kongress- und Ausstellungsbooms in Flughafenstädten die moderne Bedeutung von Verkehrszentren.“ (MÜLLER 2002: 132)

Als letztes Vergleichsbeispiel für diese Arbeit wurde die Bahnlinie zwischen Delémont und dem französischen Belfort über die Strecke Porrentruy - Delle ausgewählt. Ähnlich wie im vorliegenden Untersuchungsgebiet ist der auf französischem Staatsgebiet liegende Streckenteil zwischen Boncourt und Belfort derzeit nicht in Betrieb. Ab dem Fahrplanwechsel 2006 wird der Bahnhof Delle von den Schweizer Personenzügen wieder bedient. (RIEDER 2005: 67) Im Rahmen der Anbindung der Schweiz an das Europäische Eisenbahn-Hochgeschwindigkeitsnetz wird zudem die durchgehende Linie ungefähr bis ins Jahr 2012 wieder in Betrieb genommen, um den neuen TGV-Bahnhof Belfort-Meraux bedienen zu können. Es ist jedoch anzunehmen, dass der regionale Personenverkehr die grösseren Frequenzen aufweisen wird. Zum Einzugsgebiet können Siedlungen mit insgesamt rund 120'000 Einwohnern gezählt werden. Mit der Regionalisierung des Schienenverkehrs haben sich im Kanton Jura die Verhältnisse insgesamt verbessert, da der Kanton ein grosses Gestaltungs- und Mitspracherecht erhalten hat. Dennoch beteiligt sich der Bund nach wie vor am Regionalverkehr, was in Frankreich nicht der Fall ist. Durch die Verlagerung der Kompetenzen für den Regionalen Personenverkehr sind auch neue Koordinationsprobleme zwischen den Kantonen entstanden. Im Kanton Jura wird die Planung des öffentlichen Verkehrs stark angebotsorientiert durchgeführt, was sich am dichten Fahrplanangebot bemerkbar macht: Zwischen Delémont und Porrentruy verkehren seit dem Fahrplanwechsel 2005 die RegioExpress-Züge abwechslungsweise mit den Zügen der S-Bahn Basel (S3), was das Angebot auf zwei Züge pro Fahrtrichtung und Stunde verdichtet hat. Ausserdem wurde ebenfalls im Kanton Jura ein Tarifverbund eingeführt, was zeigt, dass die durch die Regionalisierung geschaffenen Kompetenzen und Freiräume auch genutzt werden. Insgesamt muss jedoch festgestellt werden, dass sich die finanzielle Belastung durch den Angebotsausbau erhöht hat, ohne eine entsprechende Fahrgaststeigerung ausgelöst zu haben. (RIEDER 2005: 130f) Bei diesem Beispiel sieht man eine andere Form von Interdependenz: Eine Überschneidungsfläche zwischen dem Zubringer-Verkehr zum TGV-Bahnhof und dem Regionalen Personenverkehr, was eine klare Klassifikation der Linie erschwert. Es handelt sich hier um einen weiteren Hinweis auf die komplexen Vernetzungen im System Verkehr.

4.8.3 Infrastruktur mit besonderen Verhältnissen auf Bergstrecken

Die Bahnlinien bilden ein wesentliches Rückgrat des gesamten Verkehrsnetzes, welches im Umfeld des wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Wandels an Bedeutung gewinnt. Selbstverständlich ist es nicht möglich, die Eisenbahninfrastruktur zweier unterschiedlicher Räume - hier in den Pyrenäen und in den Alpen - als Ganzes zu vergleichen; die Einflussgrössen weisen grosse Unterschiede auf. Es kann allerdings durchaus sinnvoll sein, bestimmte Einzelelemente eines Systems für sich betrachtet einem andern System gegenüber zu stellen. Im vorliegenden Falle wurden zwei Eisenbahnstrecken ausgewählt, um einzelne Bestandteile aus technischer und betrieblicher Sicht zu beschreiben und zu versuchen, daraus allgemeingültige Aussagen zu entwickeln. Es betrifft dies die Linien Rapperswil - Arth-Goldau der Südostbahn (SOB) sowie Thun - Brig - Domodossola der BLS AG/SBB/RFI.

Bei der SOB interessieren vor allem die starken Steigungen, die für den Betrieb der Züge auf der Linie im Untersuchungsgebiet ein Kernproblem darstellen. Die grösstenteils einspurige Strecke misst insgesamt 38,63 km und überwindet auf 27,1 km eine Höhe von 524,65 m, was eine Durchschnittssteigung von 19,36‰ ergibt. Bemerkenswert sind jedoch die starken Steigungen von 50‰, die auf 6 von 18 Streckenabschnitten vorkommen. Auf elf dieser Abschnitte weisen die Gleise Neigungen von über 40‰ auf. Diese besonderen Betriebsverhältnisse lenken das Interesse auf die Erfahrungen und Bestimmungen für den Verkehr der Züge dieser Eisenbahngesellschaft.



*Abbildung 25: Der Voralpen-
express verkehrt im integralen
Taktfahrplan und überwindet hier
bei Biberbrugg eine Steigung von
50‰, wenn nötig mit Schiebelok.
(SUTER, 02.11.2005)*

Der Fahrplan weist mit je stündlich verkehrenden Regional- und Interregio-Zügen („Voralpen-Express“, s. Abbildung 25) eine relativ hohe Zugsdichte auf. Bedingt durch die starken Steigungen verkehren auch die Personenzüge oft mit der maximalen Anhängelast, was bei Verstärkungen besondere Massnahmen wie Doppeltraktion und Schiebedienst erfordert. Als besondere Lösung schiebt die SOB ihre Züge ab dem Bahnhof Biberbrugg ungekuppelt nur bis zum Ende der starken Steigung auf der Strecke. Dieses Konzept kann als Vorbild für einen effiziente, flexible und wirtschaftliche Betriebsabwicklung angesehen werden. Nach Aussage von Walter ENZ (mündliche Stellungnahme, 02.11.2005), Oberlokomotivführer der SOB, spielt die Planung für eine erfolgreiche Betriebsabwicklung eine entscheidende Rolle. Dies betrifft Beschaffung und Einsatz der Triebfahrzeuge, Fahrplangestaltung und Personaleinsatz. Er hebt hervor, dass man mit Triebfahrzeugen mit hoher Anfahrzug- und elektrischer Bremskraft eine Strecke mit starker Steigung heute ganz normal betreiben kann. Für die Infrastruktur ist zu beachten, dass im Bereich der starken Steigungen die Signaldistanzen genügend gross angelegt werden, um die maximale Geschwindigkeit ausnützen und damit die Streckenkapazität besser nutzen zu können.

Auf der zweiten Beispielstrecke, jene zwischen Thun und Domodossola via Spiez - Frutigen - Kandersteg - Brig verkehren heute die Züge der RoLa, welche besondere technische und betriebliche Eigenschaften aufweisen und aus diesem Grund für die Modellbetrachtung bezüglich Machbarkeit und Aufwand speziell interessant erscheinen. Die Strecke wird von den drei Unternehmungen BLS AG (Thun - Brig), SBB (Brig - Iselle di Trasquera) und RFI (Iselle - Domodossola) betrieben, ist durchgehend doppelspurig ausgebaut und misst insgesamt 114,54 km. Sie weist Steigungen mit einem maximalen Wert von 27‰ auf und überwindet auf 74,78 km eine Höhendifferenz von 969,4 m. Daraus ergibt sich eine Durchschnittssteigung von 12,97‰. Im Jahre 2005 wurden auf der Lötschbergachse 1649,6 Mio Bruttotonnenkilometer (gesamtes Zugsgewicht pro Kilometer) Güter transportiert, was bei der Strecke Thun - Domodossola rund 7 bis 8 Mio Nettotonnen (Gewicht der Fracht ohne Tara) entspricht. Gleichzeitig ist die Linie sowohl für den internationalen, nationalen und regionalen Personenverkehr als auch für den Tourismus von grosser Bedeutung.

An dieser Stelle sei auf einen interessanten Hinweis von Professor Dr. Heinrich BRÄNDLI (mündliche Stellungnahme, 16.01.2006), ehemaliger Leiter des Instituts für Verkehrsplanung und Transporttechnologie der ETH Zürich, hingewiesen. Er erwähnt als Vergleich die Simmering-Strecke in Österreich, die mit maximal 27 ‰ Steigung und Kurvenradien von 168 m ohne richtige Übergangsbögen (Trassierungselement im Gleis zwischen Gerade und Kreisbogen zum Ausgleich ruckartiger Kräfte im Zug) mit 9 Mio Tonnen pro Jahr die höchste Transportmenge auf dem nationalen Schienennetz aufweist. Bei den schwierigen Verhältnissen auf Gebirgsbahnen weist er auf die zusätzlichen Kosten für Verstärkungsleistungen durch weitere Triebfahrzeuge hin. In diesem Zusammenhang ist aber auch dem Umstand Rechnung zu tragen, dass bei *der konsequent angewandten Trennung von Infrastruktur und Betrieb das Systemwissen der Bahn verloren geht*.

Strecke	Länge [km]	tiefster Punkt [müM]	höchster Punkt [müM]	Distanz 1) [km]	Durchschnittliche Steigung [‰]	Maximale Steigung [‰]
Rapperswil - Arth-Goldau	38.63	408.60	933.25	27.10	19.36	50
Thun - Domodossola	114.54	270.10	1'239.50	74.77	12.97	27
Zaragoza - Canfranc - Pau	311.16	177.00	1'212.00	88.28	11.72	43

1) Entfernung zwischen dem tiefsten und höchsten Punkt der Strecke

SUTER 2006

Tabelle 20: Streckenlängen und Höhendifferenz mit den Steigungen. Die beiden Beispielstrecken in der Schweiz weisen bei den durchschnittlichen Steigungen die höheren Werte auf, als die untersuchte Linie.

Tabelle 20 zeigt die Eckdaten der zwei Beispielstrecken im Vergleich mit jenen der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau. Die Systembetrachtung im Eisenbahnwesen wird heute von den Hochschulen wahrgenommen. Bei neuen Projekten muss man sich demnach vermehrt auf das Systemwissen und die Nutzung von Synergien stützen. Der Güterverkehrsunternehmer Otmar HALFMANN (mündliche Stellungnahme, 03.01.2006) streicht in diesem Zusammenhang heraus, dass die Infrastrukturunternehmen den Schubetrieb nicht nur zulassen, sondern auch gleich betreiben sollten, da sie vom Aufwand her gesehen die besten Voraussetzungen dazu haben. Ferner müssten sie punktuell Rangierdienstleistungen anbieten, wobei interne Synergien genutzt werden könnten. Schliesslich sei im Sicherheitsbereich hinsichtlich Zugförderung auf Gebirgsstrecken aktive Unterstützung nötig.

4.9 Das Projekt der „Zentralen Pyrenäen-Transversale“ (TCP)

Durch die wirtschaftlichen und politischen Veränderungen in Europa steigt der Güter- und Personenverkehr auch in Zukunft stark an; in den letzten 15 Jahren hat sich der Güterverkehr rund vervierfacht. Da die Pyrenäen verkehrstechnisch eher schlecht durchlässig sind, müssen mittelfristig neue Möglichkeiten für die Erhöhung der Transportkapazität gefunden werden. In den nächsten 20 Jahren wird mit nahezu einer Verdoppelung des derzeitigen Gütervolumens zwischen der Iberischen Halbinsel und dem Rest Europas gerechnet. (RÉPUBLIQUE FRANÇAISE 2006) Dies bedeutet eine Zunahme von rund 100 Millionen Tonnen jährlich auf dem Landweg transportierter Güter, was einer Menge von täglich 17'000 Lastwagen entspricht, welche die Pyrenäen zusätzlich durchqueren werden. Dieser Gütermenge sind die bestehenden Verkehrsachsen nicht gewachsen. Die beiden Übergänge Irún/Hendaye und Port Bou/Cerbère sind nur bis zu einer Kapazität von je 18 Millionen Tonnen ausbaubar.

Ähnlich wie im Alpenraum mehrfach Tunnelprojekte realisiert wurden oder in Planung sind, besteht in den Pyrenäen ein Projekt einer Zentralen Transversale, der TCP (Traviesa Central de

los Pirineos/Traversée Centrale des Pyrénées). Dabei handelt es sich um einen Eisenbahn-Basistunnel zwischen Huesca und Tarbes, der Spanien mit Frankreich verbinden soll.

Wie Abbildung 26 zeigt, durchquert die Transversale die Pyrenäen in der Mitte zwischen Atlantik und Mittelmeer. Sie kann so gebaut werden, dass ihre Kapazität eine Reserve von 25% bis 40% gegenüber der erwarteten Menge aufweist. Das Betriebskonzept sieht vor, dass der neue Basistunnel - wie bei der Neuen Alpentransversale (NEAT) in der Schweiz - von allen Zugarten befahren werden soll. (CONSEIL RÉGIONAL MIDI-PYRÉNÉES 2006: 31ff)

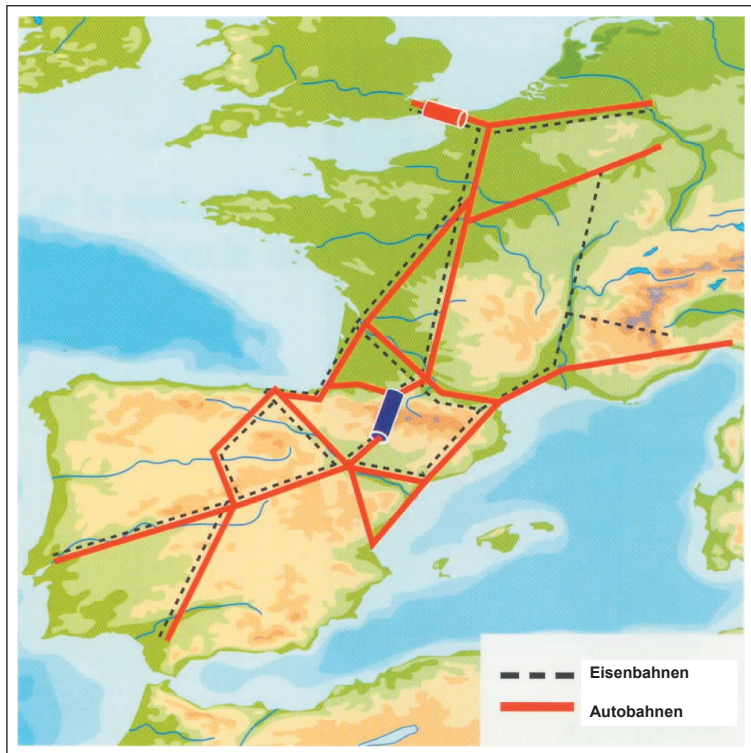


Abbildung 26: Die Lage der geplanten Pyrenäen-Transversale mit einem Eisenbahn-Basistunnel. Es sind nur die wichtigsten Bahnlinien und Autobahnen eingetragen. (Quelle: CONSEIL RÉGIONAL MIDI-PYRÉNÉES 2006: 42)

Die geschätzten Kosten der Basisinfrastruktur betragen rund 3,6 Mia € und umfassen insgesamt 233 km Bahnstrecken (wovon 83 km als Ausbau bestehender Strecken) sowie den Basistunnel von 41,7 km Länge. Das Rollmaterial soll weitere 1,6 Mia € kosten. (RÉGION MIDI-PYRÉNÉES 2005: 33) Die Kosten für einen weiteren Tunnel von 12,9 km Länge (Sierra Caballera, zwischen La Sotonera und Caldearenas) müssten dann noch dazu gerechnet werden. Zum Vergleich ein Zeitungsbericht über die NEAT: „Als Bund und Politik vor zwanzig Jahren die Neat planten und 1999 vors Volk brachten, legten sie den Stimmbürgern eine finanzielle Minimalvariante von 12,7 Milliarden Franken vor – was die Chancen für ein Ja zum grosszügig angelegten Tunnelsystem durch die Schweizer Alpen eindeutig verbesserte. In dieser Rechnung waren weder Reserven für Projektänderungen noch Geld für Unvorhergesehenes enthalten. Das wirkt sich nun aus. Laufend müssen Erbauer und Politiker Mehrkosten rechtfertigen. Die Neat kostet inzwischen rund 17 Milliarden. Eine Endkostenrechnung von 20 Milliarden liegt im Bereich des Möglichen. «Von Geiz kann beim Jahrhundertbauwerk nicht die Rede sein», räumt BAV [Bundesamt für Verkehr]-Vizedirektor Testoni ein. Geologische Schwierigkeiten im Lötschberg und am Gotthard verursachten Mehrkosten, doch die laufenden Projektänderungen und Zusatzbestellungen sowie eine teure Bahntechnik treiben den Preis der Neat wirklich in die Höhe. Halbjährlich tritt das BAV an, um Projektstand und Kostenentwicklung darzulegen. Gestern bestätigte das Amt, beim Jahrhundertbauwerk würden erneut 440 Millionen Mehrkosten anfallen. [...] 300 Millionen der neuen Kosten, wie die Gotthard-Verantwortlichen vorerst schätzen, verursacht alleine die bahntechnische Ausrüstung des 57 Kilometer langen Gotthardtunnels. Dieser soll 2016 in Betrieb gehen. 44 Prozent des Tunnels zwischen Erstfeld UR und Bodio TI sind ausgebrochen,

der Vortrieb laufe planmässig, sagt Peter Zbinden, CEO der Alp Transit Gotthard (ATG). Hingegen unterschätzte man die teure Technik, deren Kosten bisher auf dem Stand von 1998 berechnet wurden. Jetzt kommuniziert das BAV: «Die Kosten werden höher sein als geplant.» Im Herbst wird per Ausschreibung jene Firma gesucht, die den Gotthard für rund 1,5 Milliarden Franken betriebsstüchtig machen soll. Der Markt entscheide dann, was es wirklich kostet, sagt Zbinden.» (MUTTER 2005)

Die Kosten für den 57 km langen Gotthardtunnel wurden mit 6,323 Mia. CHF (4,109 Mia. €) veranschlagt und werden sich gemäss heutiger Betrachtung auf 8,035 Mia. CHF (5,223 Mia. €) belaufen. Die Mehrkosten von 1,712 Mia. CHF (1,114 Mia. €) entstanden durch Verbesserungen für Bevölkerung und Umwelt, politisch begründete Verzögerungen, Mehrkosten für Sicherheit und Technik, geologische Probleme und Mehrkosten für Vergaben und Bauausführung. (<http://www.alptransit.ch>, 03.09.2006) Somit stehen den 5,223 Mia. € für den Gotthardtunnel allein 3,5 Mia. € für die gesamte Pyrenäen-Transversale TCP gegenüber. Auch die geplante Bauzeit der TCP lässt aufhorchen: Nach offiziellen Zielsetzungen soll die TCP ab dem Jahr 2020 in der Lage sein, die bis dann zusätzlichen 100 Millionen Tonnen Güter auf dem Landweg durch die Pyrenäen aufzunehmen. (CONSEIL RÉGIONAL MIDI-PYRÉNÉES 2006: 32) Dies würde bedeuten, dass das ganze TCP-Projekt - angenommen, dass der Bau sofort beginnen würde - in nur drei Viertel der Bauzeit des Gotthardtunnels allein umgesetzt werden könnte. Aus der Geschichte des Gotthard-Basistunnels ist folgendes zu vernehmen: „Die Annahme der Vorlagen zu den Neuen Eisenbahn-Alpentransversalen (NEAT) 1992 bildete die Planungsgrundlage. Die Annahme der Leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) und der Vorlage zur Modernisierung der Bahn 1998 bedeutete endlich grünes Licht für den Bau. Im Jahr 2015 beginnt die Inbetriebsetzung des längsten Eisenbahntunnels der Welt.“ (<http://www.alptransit.ch>, 03.09.2006a) Diese zwei Vergleiche zeigen, dass bei solchen Grossprojekten grosse finanzielle und zeitliche Unsicherheiten bestehen.

4.10 Fazit aus den Untersuchungen der Canfranc-Strecke

Die Europäische Kommission erwartet die Steigerung der Effizienz und die Erhöhung der Marktanteile der Bahn, vor allem auch um die Umweltprobleme im Strassenverkehr vermindern zu können. Bezüglich Energie ergibt sich bei den Transporten im Vergleich Schiene-Strasse ein Verhältnis von 1:5. Aus der vergleichenden Analyse mit Bahnstrecken in der Schweiz geht hervor, dass die Canfranc-Strecke für den gemischten Verkehr (Personen- und Güterzüge) eingerichtet werden sollte, um nicht zuletzt auch den Tourismusverkehr in genügendem Masse auf die Schiene verlagern zu können. Letztere Verkehrsart erweist sich für die Züge auf den zwei Vergleichslinien in der Schweiz als wichtig. Trotz starken Steigungen und engen Kurvenradien weist die Strecke mit bezüglich Infrastruktur keine unüberwindbaren Hindernisse auf. Für die Internalisierung der verkehrsbedingten Kosten, die Verkehrsverlagerung im Güterverkehr sowie für die Grundversorgung im Einzugsgebiet der Canfranc-Strecke sollten verkehrspolitische Leitplanken geschaffen werden. Schliesslich müssen die Canfranc-Strecke und das Basistunnel-Projekt durch die Pyrenäen sorgfältig auseinander gehalten werden.

5. Ergebnisse über die Verkehrsbedürfnisse

5.1 Nachfrage im Personen- und Güterverkehr auf der Canfranc-Strecke

Die Untersuchung der Nachfrage nach Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr bildet die Grundlage für die Konstruktion eines Modells für mögliche Angebote auf der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau. Die Auswahl und Anwendung der Methoden wurden im Kapitel 3 beschrieben. Im Folgenden geht es darum, die Resultate darzustellen, zu erklären und mit obenstehenden empirischen Ergebnissen zu vergleichen.

Als Einflussfaktoren für die Nachfrage nach Verkehrsleistungen auf der untersuchten Bahnstrecke sind die Regionalisierung im Schienenverkehr sowie die Empfehlungen der Europäischen Kommission, gemäss dem Weissbuch (siehe Abschnitt 4.1) zu nennen. Im Fall der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau wurden die entsprechenden regionalen Behörden mit konkreten Fragen kontaktiert. Es sind dies in Frankreich der Conseil Régional d'Aquitaine, Infrastructure ferroviaires in Bordeaux und in Spanien die Diputación General de Aragón, Consejero de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes in Zaragoza. Grundsätzlich stehen beide Behörden hinter den Projekten für die Wiederaufnahme des durchgehenden internationalen Verkehrs. Der Nutzen des Bahnverkehrs auf dieser Linie für die beiden Regionen Aquitaine und Aragón wird nicht in Frage gestellt. Etwas mehr Zurückhaltung wird bei den konkreten Themen über die Finanzierung und das Verkehrsaufkommen auf der Schiene spürbar. Anne COUSI (mündliche Stellungnahme, 20.03.2006), Verantwortliche für die Bahninfrastruktur der Region Aquitaine erwähnt dabei den erschwerenden Umstand, dass der Schienengüterverkehr nicht mehr durch den Staat subventioniert werden darf. Sie stützt sich zudem auf bisherige Studien, welche die Güterverkehrskapazität der Linie mit 1,5 bis höchstens 3 Millionen Nettotonnen pro Jahr beziffern. Die Region Aquitaine unterstützt die Pläne für die Wiedereröffnung der Canfranc-Linie und betreibt dementsprechend Lobbyarbeit, um ihre Interessen auf nationaler Ebene einfließen zu lassen und um die staatlichen Entscheidungsträger von der Dringlichkeit des Projektes zu überzeugen. Die regionale Regierung von Aquitaine erkennt die wachsenden Probleme im Zusammenhang mit der Entwicklung des Strassenverkehrs auf den Haupt- und Nebenachsen, wobei das Aspentäl eine wichtige Rolle spielt. Dabei erwähnt Anne Cousi, dass der Güterverkehr auf der Schiene zwischen Pau und Zaragoza rentabel abgewickelt werden könne, wenn auch die Erwirtschaftung betriebswirtschaftlicher Gewinne nicht realistisch erscheine. Auch beim Personenverkehr müsse die Rentabilität angestrebt werden, was vor allem im Rahmen der Liberalisierung als möglich erachtet wird. Die grosse Schwierigkeit dieser Linie bestehe darin, dass die Investitionen ausschliesslich durch die öffentliche Hand erfolgen müsse. Diese Kosten sollen für die französische Seite ungefähr 250 Millionen € betragen. Für die Nutzung der Infrastruktur befürwortet die Region Aquitaine einen gemischten Betrieb sowohl mit Güter- wie auch mit Personenverkehr. Besonders im Aspentäl bestehe ein grosses Entwicklungspotential hinsichtlich dem Tourismus, wozu jedoch der Schwerverkehr auf die Schiene verlagert werden müsse. Anne Cousi betont, dass die meisten Untersuchungen nur für den französischen Teil erfolgt sind und eine die gesamtheitliche Betrachtung für den internationalen Verkehr bislang fehlt. Ebenso sei der Nutzen der Bahntransporte hinsichtlich Verminderung von Schwerverkehr auf der Strasse vermehrt in den Vordergrund zu stellen. Auch auf der spanischen Seite erscheine die politische Unterstützung für das Projekt nicht sehr geschlossen, da sich die Spanier mehr für den Basistunnel einsetzen würden. Frau Cousi meint, dass die Wiedereröffnung der Bahnlinie über Canfranc eine Grundlage für das Projekt des Basistunnels darstellt, da die direkten Güterzüge von Zaragoza nach Bordeaux eine enorme Signalwirkung ausüben würden.

Die Haltung des spanischen Ministers der Regionalregierung, Javier Velasco, erscheint etwas nüchtern. Wegen eines Terminproblems konnte das vorgesehene Experteninterview nicht stattfinden und wurde durch eine schriftliche Auskunft ersetzt, welcher zu den gestellten Fragen keine konkreten Angaben über die Projekte der Wiedereröffnung zu entnehmen sind. Immerhin stellt sich die Regionalregierung von Aragón offiziell hinter die Projekte der Wiedereröffnung der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau. Luis GRANELL (mündliche Stellungnahme, 05.07.2006), Leiter der Publikationsdienste des aragonesischen Parlaments unterstreicht die Bedeutung der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau und bemängelt das Fehlen einer klaren Verkehrspolitik sowohl in Spanien wie auch in Frankreich. Für ihn ist die Wiedereröffnung des durchgehenden Bahnverkehrs über Canfranc wichtig, weil schon heute Transportkapazität auf der Schiene fehlt, obwohl der Anteil transportierter Güter im Vergleich zu den Alpen gering ist. Allerdings können die beiden Gebirgsräume nicht einfach so verglichen werden, weil die Alpen im Gegensatz zu den Pyrenäen weder ans Meer anstossen noch laterale Transitverkehrsachsen aufweisen. Der technisch einheitliche Ausbau der Canfranc-Linie über Canfranc (durchgehende Normalspur und gleiches Stromsystem) sei die einzige Möglichkeit, die Transportkapazität der Bahn für den internationalen Verkehr zwischen der Iberischen Halbinsel und dem übrigen Europa mittelfristig wirkungsvoll zu erhöhen. Die Begrenzung des Schwerverkehrs auf der Strasse sei in erster Linie aus Gründen des Umweltschutzes in den Pyrenäen notwendig. Dabei sei dem Effekt der externalisierten Kosten durch den Strassenverkehr unbedingt Rechnung zu tragen, so wie das in andern Ländern, wie etwa der Schweiz, bereits gemacht wird. Die durch die Bahntransporte eingesparten Kosten lassen sich in diesem Sinne quantifizieren und sollen den Bahnunternehmungen gutgeschrieben werden.

Allgemein kann festgestellt werden, dass die spanische und französische Politik hinsichtlich der Wiedereröffnung der internationalen Bahnlinie unterschiedliche Interessen verfolgen. Eine gemeinsame Verkehrspolitik fehlt offensichtlich. Während Frankreichs Verkehrsminister Dominique Perben die Bahnlinie als „ein im Wesentlichen lokales Projekt“ erklärt, wird deshalb auf spanischer Seite der bereits laufende Ausbau der Linie für den internationalen Verkehr wieder in Frage gestellt und debattiert. (ARISTU 2006: 4) Wie bereits erwähnt, soll die politische Ebene für die vorliegende Arbeit nicht näher betrachtet werden.

Für die Untersuchung der Nachfrage wurde, wie in Abschnitt 3.1 beschrieben, die Firma General Motors España S.A. als Beispiel eines grossen Unternehmens sowie die Firma Harineras Villamayor in Huesca als Beispiel eines mittleren Unternehmens direkt kontaktiert. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt:

Der Autohersteller General Motors (GM) España S.A. beschäftigt heute rund 7'000 Mitarbeitende und befindet sich nordwestlich von Zaragoza in Figueruelas an der breitspurigen Bahnlinie Madrid - Barcelona. Das Unternehmen transportiert jährlich rund 200'000 Neuwagen, wobei 125'000 aus eigener Produktion und die restlichen aus andern Werken stammen. Dazu kommen Teile der Zulieferer für die Produktion. Gemäss dem Unternehmensziel werden heute rund 70% der Güter per Bahn transportiert, was mehreren Güterzügen pro Werktag entspricht. Die Transporte verkehren heute über die beiden Grenzübergänge Port Bou/Cerbère sowie Irún/Hendaye wo, aufgrund der unterschiedlichen Spurweiten, an sämtlichen Eisenbahnwagen die Achsen ausgewechselt werden müssen. Dieser Prozess ist ausgesprochen zeit- und kostenintensiv und wird durch das Transportunternehmen TRANSFESA ausgeführt. Es ist daher leicht verständlich, dass die Transportverantwortlichen einen Eisenbahnanschluss an das europäische Normalspurnetz sehr begrüssen würden. Julián BARBEIRA ÁLVAREZ (mündliche Stellungnahme, 10.07.2006), Geschäftsführer Verkehr von GM España bekundet grosses Interesse an der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau mit Normalspur-Anschlussgleis an sein Unternehmen, besonders für den Transport von Neuwagen. Nebst der Frage der Spurweite erwähnt er aber auch die Zuverlässigkeit

der Bahn, die noch verbessert werden müsse. Eine Unterbrechung der Produktionskette durch verspätete Lieferungen der Bahn könne sich ein Unternehmen in seiner Grösse nicht leisten, weshalb heute die wichtigen Transporte auf der Strasse abgewickelt werden müssen. Aus der Sicht von GM España S.A. sei es zu bedauern, dass eine angemessene Dienstleistungsqualität der Bahn kurz- und mittelfristig durch niemanden garantiert werden könne. Trotzdem sprechen die Verkehrsflüsse zwischen Zaragoza auf der einen Seite und Deutschland (Rüsselsheim), Belgien und Polen auf der anderen Seite klar für die Bahn als sinnvolles Transportmedium. Zudem beziehe sich das Unternehmensziel, die Bahntransporte zu optimieren, auch auf den Umweltschutz. Aus der klaren Darstellung von Julián Barbeira Álvarez geht hervor, dass täglich 2 - 3 Güterzüge à 500 - 700 t Anhängelast allein für GM España über die Canfranc-Linie transportiert werden könnten. Das gesamte Transportvolumen von GM España beträgt 1,6 Millionen Tonnen Güter pro Jahr.

Das zweite untersuchte Unternehmen, Harineras Villamayor S.A. mit Sitz in Huesca, verarbeitet Getreide zu Mehl und weist völlig andere Bedürfnisse im Güterverkehr auf. Die Produktionsstätten befinden sich in Huesca sowie direkt beim Bahnhof in Plasencia del Monte und verfügen über Verladeanlagen, die jedoch heute nicht mehr in Betrieb sind. José María BERGUA LACASTA (mündliche Stellungnahme, 12.07.2006), administrativer Direktor von Harineras Villamayor S.A. erklärt, dass sein Unternehmen grosses Interesse an Bahntransporten bekundet, obwohl heute die Rohstoffe und Fertigprodukte zu praktisch 100% auf der Strasse transportiert werden. Er bedauert, dass die spanische Staatsbahn RENFE heute nur noch grosse Unternehmen bediene, zu welchen Harineras Villamayor S.A. aufgrund des Verkehrsvolumens nicht zähle. Sein Unternehmen importiere gegenwärtig jährlich rund 20'000 t bis 22'000 t Getreide aus Frankreich und Deutschland, wobei die Menge ständig zunehme. Dies entspricht heute einer Menge von etwa einem Güterwagen pro Tag, wobei die Transporte zu Güterzügen zusammengefasst werden könnten. Zudem sei es möglich, die Transporte mehrerer Unternehmen mittels Verträgen gemeinsam zu führen. Die Fertigprodukte würden in Spanien verteilt und über Portugal exportiert. Somit kann für die Getreideanlieferung aus Richtung Frankreich mit einer Menge von einem bis mehreren Güterzügen pro Woche gerechnet werden. Dabei stellt sich die Frage, ob nicht auch aus der ausgesprochen helvetischen Lösung des Einzelwagenladungsverkehrs entsprechende Lehren gezogen werden könnten. Um deren Bedeutung und Möglichkeiten aufzuzeigen, wären jedoch eigene Studien notwendig.

Ein weiterer wichtiger Grosskunde für die Bahn ist der Papierproduzent SAICA in Zaragoza, der ein ausgesprochen grosses Transportvolumen von 3 Millionen Tonnen Güter auf 54 Millionen km pro Jahr aufweist. Damit ist diesem Unternehmen, das aus ganz Europa Altpapier importiert, auf internationaler Ebene im Transportsektor ein grosses Gewicht beizumessen. Aus der Umfrage geht hervor, dass das Unternehmen grosses Interesse am internationalen Güterverkehr auf der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau zeigt. Bezüglich Nachfrage steht für diese Firma in erster Linie der UKV, in zweiter Linie die RoLa. Auch dieser Kunde stellt die Bedeutung der Zuverlässigkeit als wichtigstes Element der Servicequalität in den Vordergrund und macht damit deutlich, dass in dieser Hinsicht Verbesserungen nötig sind. Der kombinierte Verkehr sei in ihrem Sektor gegenwärtig leider noch nicht konkurrenzfähig, gibt Gonzalo Apuerri, Direktor für Logistik auf dem Fragebogen zum Ausdruck.

Luis GRANELL (mündliche Stellungnahme, 05.07.2006), Leiter der Publikationsdienste des aragonesischen Parlaments erwähnt weitere Grossbetriebe und Verkehrsarten, die für die Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau von grosser Bedeutung sind, aber aufgrund der verfügbaren Mittel für diese Studie nicht konkret untersucht werden konnten. Es ist dies z. B. die Metallindustrie/Altmetallverwertung in Zaragoza, welche ebenfalls ein beträchtliches Verkehrsvolumen aufweise. Als Beispiel für den konventionellen Güterverkehr ist der Transport von Mais zu erwähnen, von dem Spanien jährlich 1,5 bis 2 Millionen Tonnen aus Frankreich importiert.



Abbildung 27: Der einzige fast täglich verkehrende, mit Mais beladene Güterzug auf der Canfranc-Strecke bei Sabiñánigo (SUTER, 09.05.2006)

Es handelt sich hier auch um das letzte Gut, das auf der untersuchten Canfranc-Linie heute noch per Bahn transportiert wird. Abbildung 27 zeigt den Güterzug, der fast jeden Werktag mit rund 700 Tonnen Mais beladen von Canfranc über Zaragoza grösstenteils nach Martorell (Barcelona) verkehrt. Die Zufuhr nach dem Getreidesilo in Canfranc erfolgt mittels Lastwagen durch das Aspental und den Somporttunnel. Werktags sieht Luis GRANELL (mündliche Stellungnahme, 05.07.2006) ein Potential von 5 - 6 Güterzügen, beladen mit je 420 Tonnen Mais, was einem Anteil von 30% der gesamten Importmenge entspricht.

Die Umfrage bei den Unternehmern ergab bei einem Rücklauf der Fragebogen von 12,6% deutliche Ergebnisse bezüglich der Erwartungen und dem Verhalten im Güterverkehr. Die Anzahl eingegangener ausgefüllter Fragebogen (17 von 135 angeschriebenen Unternehmen, vgl. Tabelle 11b) ist gering. Bemerkenswert dabei ist jedoch, dass das jährliche Transportvolumen aus den durch die Firmen ausgefüllten Fragebogen (5'629'400 Tonnen) jenes der gesamten Schienentransporte durch die Pyrenäen (4'200'000 Tonnen) übersteigt. Die tiefe Rücklaufquote gegenüber der Stichprobe wird somit durch die Bedeutung der erhaltenen Resultate für die Canfranc-Strecke kompensiert. Nachstehende Abbildung 26 zeigt die Bewertung einzelner Aspekte der Dienstleistungsqualität aus Sicht der Unternehmer.

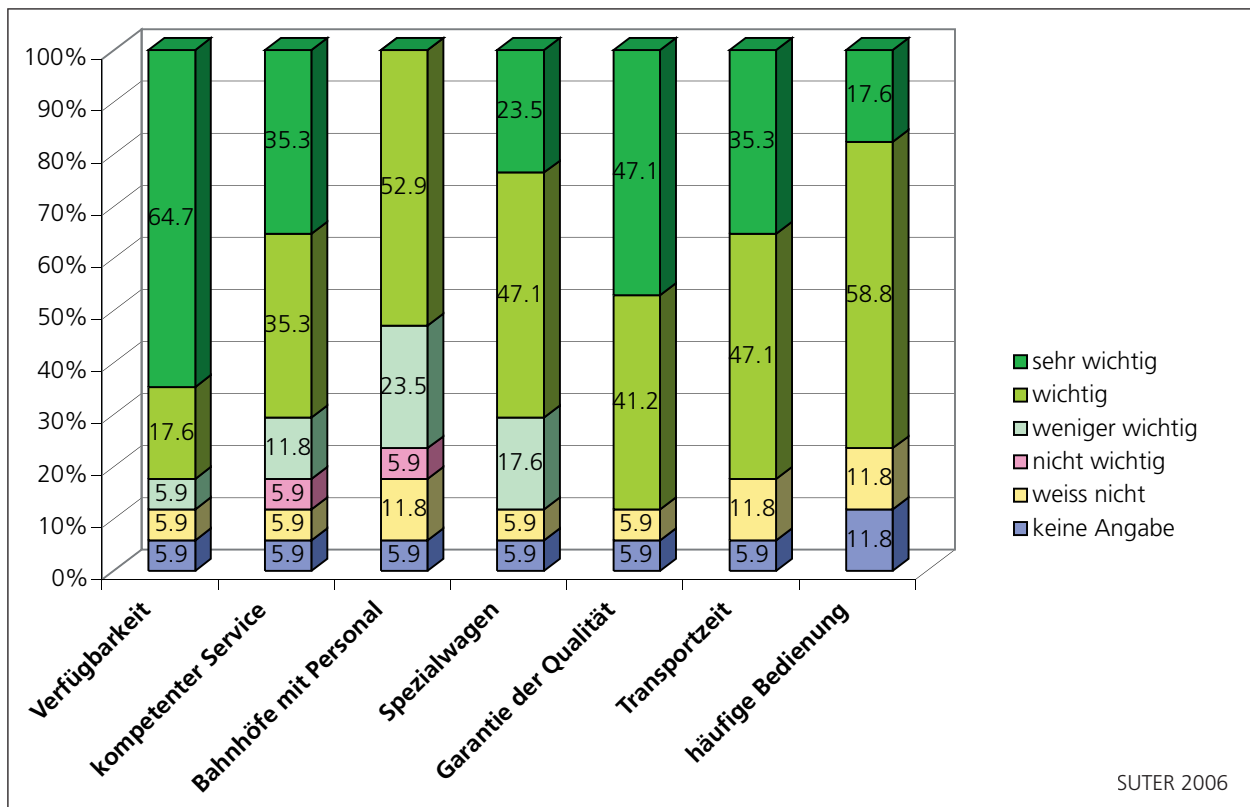


Abbildung 28: Die Bewertung einzelner Aspekte der Dienstleistungsqualität im Güterverkehr durch die Unternehmer.

Die grössten Erwartungen der Kunden bestehen somit in der Verfügbarkeit der Transportleistungen, die mit 82,3% als „sehr wichtig“ oder „wichtig“ beurteilt wird sowie der Qualitätsgarantie durch die Transportunternehmungen, die unter dem gleichen Gesichtspunkt sogar auf 88,3% kommt. Auf der andern Seite sind geringe Erwartungen in die traditionell mit Personal besetzten Bahnhöfe festzustellen, was auf die weit fortgeschrittene Automatisierung im Kommunikations-, Logistik- und Transportbereich zurück zu führen ist. Dieser Aspekt stellt bei entsprechendem Ausbau der Infrastruktur ein Sparpotential der Bahn dar.

Wie bereits in Ziffer 1.3 besprochen, zeigt die allgemeine Verkehrsstatistik einen sehr geringen Anteil der Bahn im Modalsplit (2%), was auf ein Ungleichgewicht und damit auf Schwachstellen im Angebot und der Wettbewerbsfähigkeit hinweist, die ebenfalls in der obenstehenden Abbildung 28 widerspiegelt werden. Das Potential für die Erhöhung der Marktanteile der Bahn ist als gross einzustufen. Die Unternehmer wurden zu vier möglichen Motiven befragt, die ihre Transportgewohnheiten ändern könnten. In Abbildung 29 sind die Ergebnisse dargestellt, wobei das stärkste Gewicht erwartungsgemäss das Argument des Preisvorteils einnimmt. Bereits 35,3% der Unternehmen würden in diesem Sinne ihre Transportgewohnheiten immer ändern. Daraus kann geschlossen werden, dass bei Realisierung der Kostenzurechnung eine grosse Verlagerung der Transporte auf die Schiene erfolgen würde, wie das im Abschnitt 4.8.1 am Beispiel des Alpenraums bereits festgestellt wurde.

Die den Abbildungen 28 und 29 bestätigen die Aussage von Professor Dr. Heinrich BRÄNDLI (mündliche Stellungnahme, 16.01.2006), ehemaliger Leiter des Instituts für Verkehrsplanung und Transporttechnologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich, dass der Verkehrsmarkt ein Markt wie jeder andere sei, welchen man über den Preis, die Verfügbarkeit und die Angebotsqualität steuern kann.

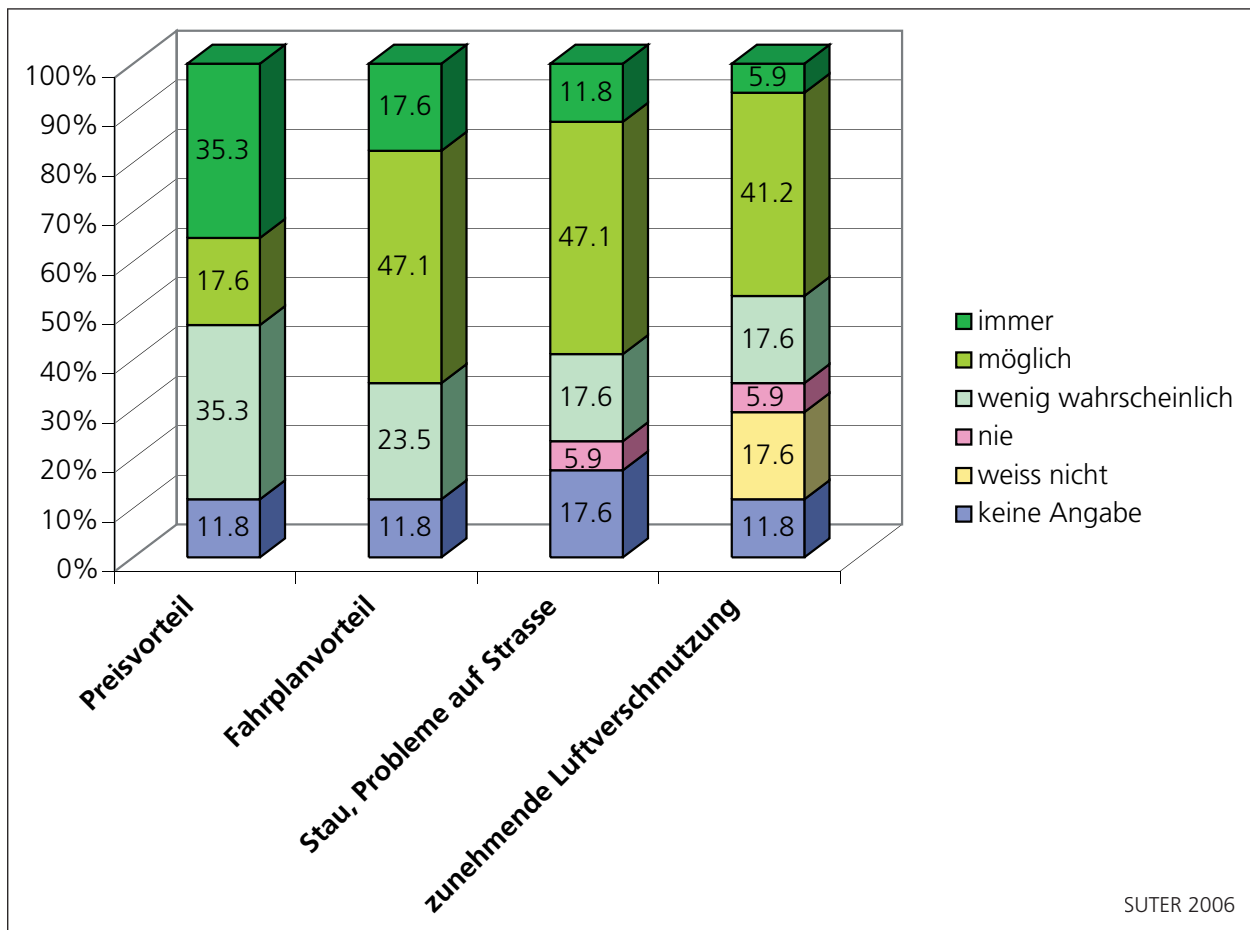


Abbildung 29: Bedeutung von vier möglichen Motiven zur Änderung der Transportgewohnheiten.

5.2 Unbegleiteter Kombierter Güterverkehr und rollende Landstrasse

Der UKV steht in Zentrum des Interesses des zukünftigen Eisenbahn-Güterverkehrs, sagt der Güterverkehrsunternehmer Otmar HALFMANN (mündliche Stellungnahme, 03.01.2006). Er erwähnt auch, dass viele Systeme teure Anpassungen der LKW benötigen würden, was dazu führe, dass sich die Konzepte in sich selbst widersprechen. Bis heute gäbe es 57 Patente für neue Schienengütertransportsysteme, wobei sich das ACTS (Abroll-Container-Transport-System) als einziges durchgesetzt habe. Das Problem bei den innovativen Systemen sei vor allem, dass die für einen erfolgreichen Bahntransport unbedingt notwendige Einheitlichkeit im Container-Bereich verloren gehe. Man hätte vor allem den 35-Fuss-Container weltweit durchsetzen sollen. Als positive Innovation nennt er den Modalohr-Wagen aus Strassburg für den Transport von 45-Fuss-Containern.

Diese Entwicklung zeigt die Vielfalt in dieser Verkehrsart. Zur genauen Untersuchung der auf der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau zu erwartenden Verkehrsströme wären komplexe Modelle notwendig, was wiederum ausserhalb der Möglichkeiten dieser Studie liegt. Aus den Ergebnissen der Umfrage in den Unternehmungen zusammen mit Verkehrsstatistiken und -prognosen können jedoch generelle Trends abgeleitet werden.

Trotz der Schwierigkeiten der RoLa wie hohe Totlast und technische Einschränkungen, findet das Konzept bei den Unternehmern erstaunlich hohe Akzeptanz. Betrachtet man die Kriterien

„sehr wichtig“ und „wichtig“ zusammen, kann mit 47% eine klare Dominanz des Unbegleiteten Kombinierten Verkehrs (UKV) festgestellt werden. Das Bild der Grafik in Abbildung 30 ist auch anhand der in Ziffer 4.8.1 vorgestellten Zahlen des Alpen transitverkehrs nachvollziehbar, wobei der UKV ein leicht grösseres Wachstum als die RoLa verzeichnet. Aus dem Ergebnis der Umfrage kann geschlossen werden, dass bei Gewährleistung einer entsprechenden Angebotsqualität für beide Verkehrsarten eine erhebliche Nachfrage besteht.

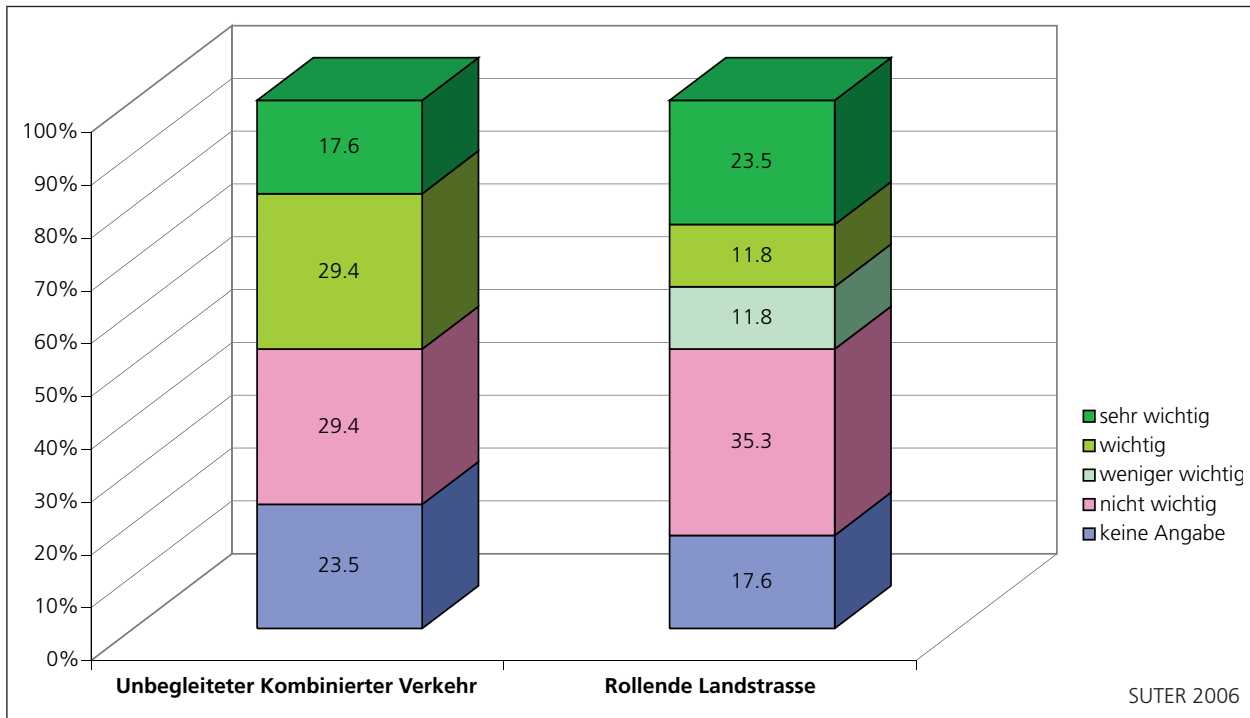


Abbildung 30: Vergleich der Nachfrage nach Unbegleitetem Kombiniertem Verkehr (UKV) und nach der Rollenden Landstrasse (RoLa).

5.3 Bedürfnisse und Nachfrage im Personenverkehr

Bei der Datenerhebung im Untersuchungsgebiet konnten folgende Fragebogen erhoben und ausgewertet werden: 123 Stück für den abgehenden Personenverkehr in Spanien, 39 Stück für den abgehenden Personenverkehr in Frankreich, 19 Stück für den ankommenden Personenverkehr in Spanien und ebenfalls 19 Stück für den ankommenden Personenverkehr in Frankreich. Insgesamt sind für den Personenverkehr somit 200 Fragebogen ausgefüllt worden. Dazu kommen 108 über die elektronische Umfrage per Internet eingegangene Fragebogen, welche jedoch der Einfachheit halber nicht ganz den gleichen Umfang aufweisen. Der Stichprobenumfang beträgt somit 308 Personen. Die Karte im Anhang 2 gibt einen Überblick über das Einzugsgebiet.

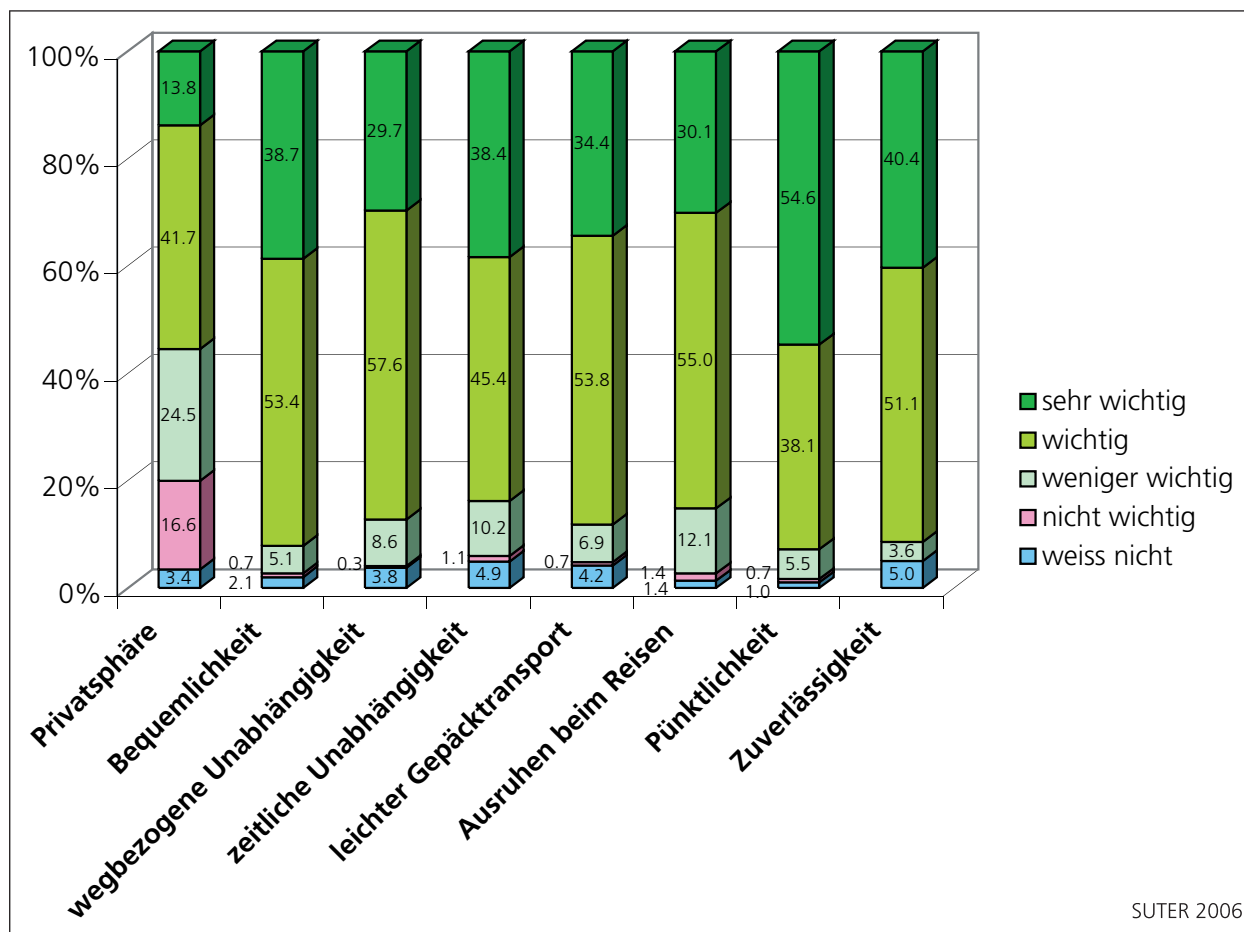


Abbildung 31: Bewertung der Gewohnheiten der befragten Personen auf Reisen.

Zu den Eigenschaften der befragten Personen können folgende Aussagen gemacht werden: 78,1% besitzen ein Auto, 19% besitzen kein Auto und 2,9% haben dazu keine Angaben gemacht. Im Durchschnitt reisen diejenigen, die dazu Angaben gemacht haben, jede Woche 192,91 km zur Arbeit, 71,13 km zum Einkaufen und 120,87 km in der Freizeit. Der „Durchschnittsmensch“ in dieser Untersuchung ist somit jeden Tag 54,99 km unterwegs. Dies liegt über dem Wert des „Durchschnittschweizers“, der pro Tag eine Strecke von 38,2 km zurücklegt (BUNDESAMT FÜR STATISTIK 2006), was auf die grösseren Distanzen und die Unterschiede in der Demografie zurückgeführt werden kann. Für 48,7% der Personen steht ein aus ihrer Sicht angemessenes öffentliches Verkehrsmittel zur Verfügung, für 46,1% nicht und 5,2% der Personen machen dazu keine Aussagen. Die Abbildung 31 zeigt eine Grafik mit dem Umfrageergebnis bezüglich Reisegewohnheiten. Die Frage lautete: *Wie bewerten Sie die folgenden Argumente bezüglich Ihrem persönlichen Reiseverhalten (unabhängig mit welchem Verkehrsmittel): Privatsphäre, Bequemlichkeit, Unabhängigkeit für Weg und Zeit, bequemer Gepäcktransport, Ausruhen während der Reise, Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit?* Dabei kommt zum Ausdruck, dass die beiden letzten Argumente Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit mit 92,7 % bzw. 91,5% Anteil „sehr wichtig“ oder „wichtig“ überdurchschnittlich hoch abschneiden. Die Privatsphäre als grosser Vorteil des PKW wird hingegen nur von 13,8% der Befragten mit „sehr wichtig“ bewertet. Das Resultat dieser Frage zeigt deutlich, wie hoch die Erwartungen an die Angebotsqualität des öffentlichen Verkehrs sind.

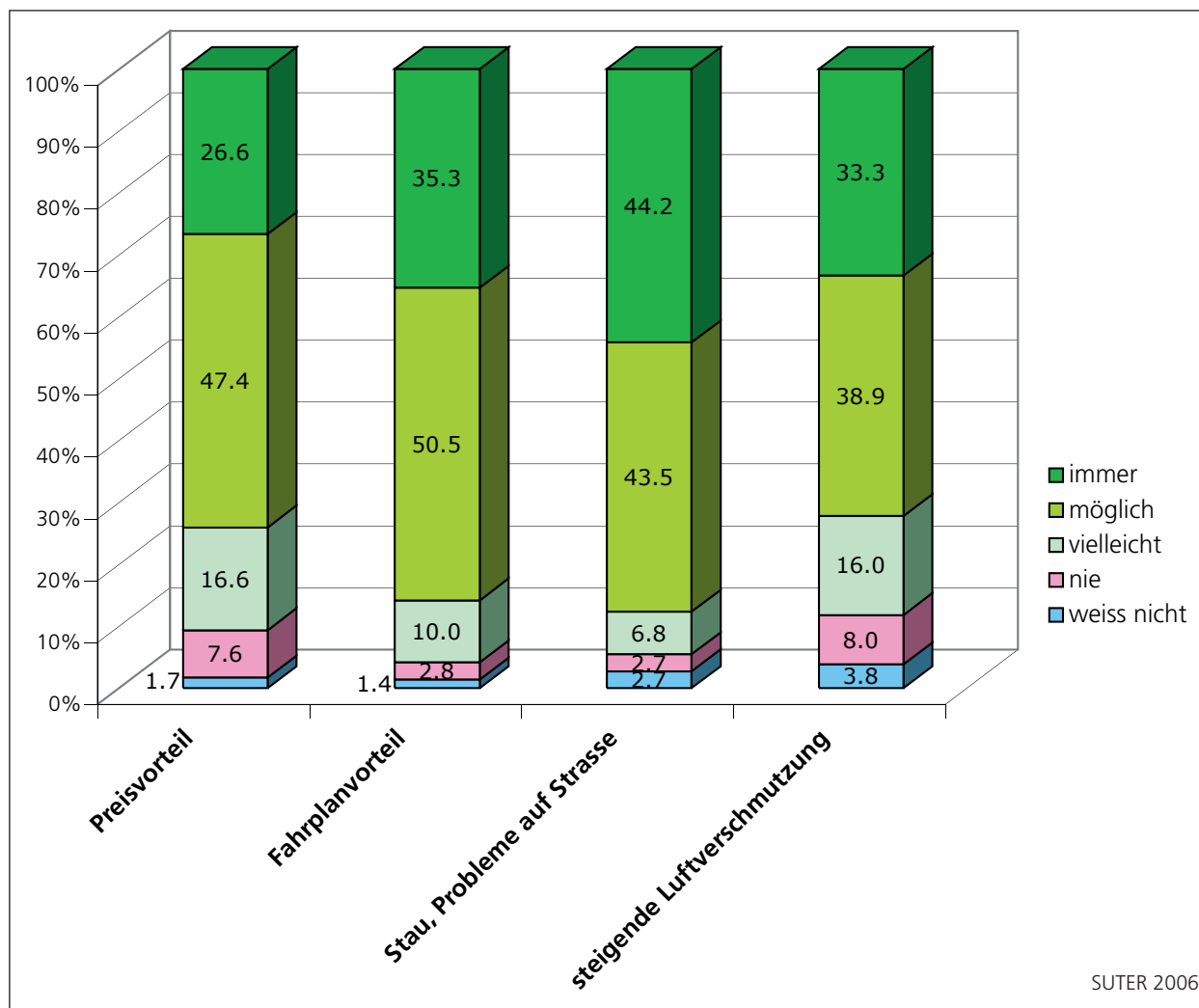


Abbildung 32: Beurteilung von Argumenten bezüglich Änderung des Reiseverhaltens.

Wie im Güterverkehr wurde auch im Personenverkehr nach möglichen Beweggründen gefragt, die die Reisegewohnheiten verändern könnten. Dabei wurden die gleichen Argumente zur Beurteilung vorgegeben (vgl. Abbildung 29 in Abschnitt 5.1). Das Ergebnis ist in Abbildung 32 dargestellt. Die Grafik zeigt hier ein anderes Bild als im Güterverkehr: Der grösste Druck zum Ändern der Gewohnheiten kommt offensichtlich von der Strasse, wo Staus und Verkehrsprobleme bei 87,7% der Befragten das Verhalten „immer“ oder „möglicherweise“ beeinflusst. Auch das bessere Fahrplanangebot (85,8% „immer“ oder „möglich“) liegt noch vor dem Preisvorteil, von dem sich noch 74% beeinflussen lassen. Die Luftverschmutzung folgt am Schluss der angebotenen Argumente mit 72,2%. Demnach kann auch im Personenverkehr mit einem beträchtlichen Potential gerechnet werden, sofern das Verkehrsangebot stimmt.

Ein ähnliches Bild zeigt die Abbildung 33. Es ist das Resultat auf die Frage, ob überhaupt, wie oft und zu welchem Zweck die befragten Personen die Bahn benützen würden, sofern das Angebot ihren Bedürfnissen und Erwartungen entsprechen würde.

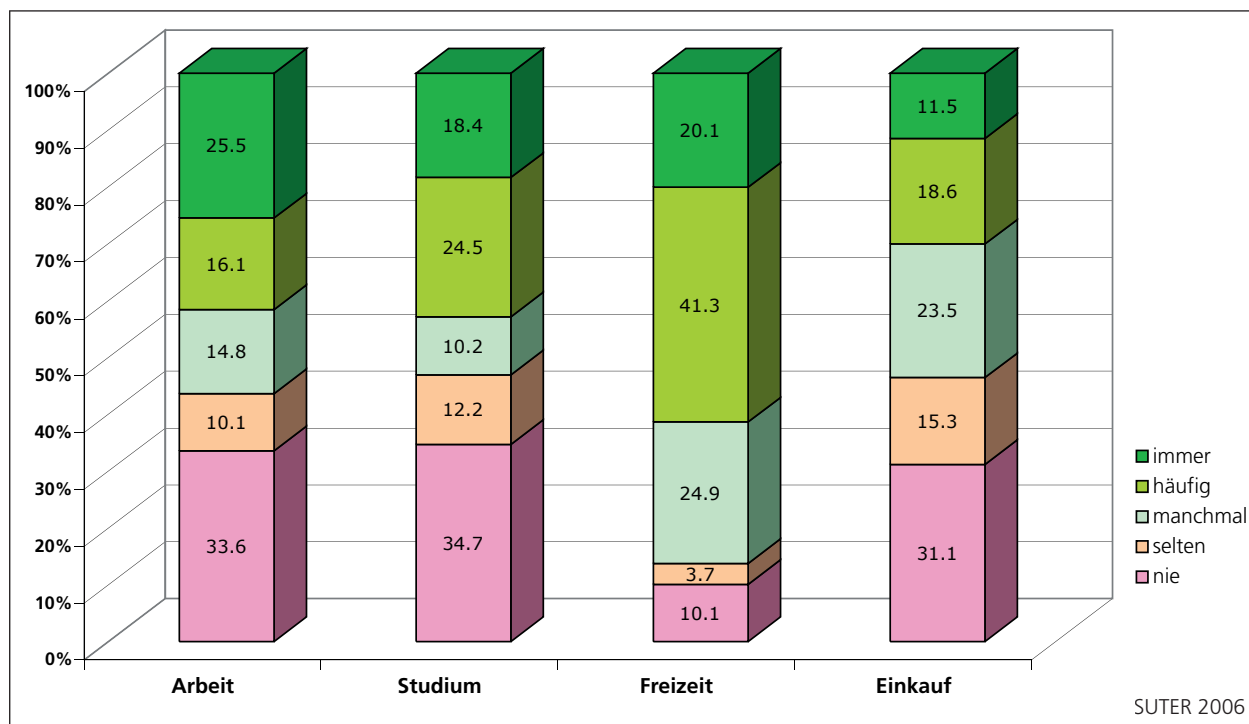


Abbildung 33: Der Freizeitverkehr weist bei den befragten Personen das grösste Potential auf.

Die Datenerhebung im Personenverkehr im Einzugsgebiet der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau hat zwei Streckenabschnitte ergeben, auf denen durchaus genügend Bedürfnisse für Nahverkehrszüge bestehen. Auf der Nordseite sind davon die Stationen und Haltestellen zwischen Pau und Oloron-Ste-Marie, auf der Südseite jene zwischen Zaragoza und Zuera betroffen. Als Indikatoren zur Auswahl der Orte für die Bedienung mit Nahverkehrszügen sind die *Einwohnerzahlen der Siedlungen im Einzugsgebiet und der Zentren*, die *Distanz zum Zentrum*, die *Bevölkerungsdichte der Gemeinden*, die *gewünschte Fahrplandichte* sowie die *Meinungs- und Verhaltensäusserungen* der befragten Personen zu nennen. Da Wohnort und Reisewege im Nahverkehr als bekannt angenommen werden, besteht für diese Untersuchung eine Grundgesamtheit (gesamte Einwohnerzahl der betreffenden Gemeinden).

Die folgende Tabelle 21 zeigt die Ergebnisse bezüglich den gewünschten Zügen mit Angaben zu den übrigen Indikatoren im Überblick.

Umfrageergebnis über gewünschte Zugdichte in den Dörfern									
Befragungsort	Einwohner	Bevölkerungsdichte	Distanz	bis nach	gewünschte Anzahl pro Tag				
	[Anzahl]	[Einwohner / km ²]	[km]		Regional- züge	S-Bahn- Züge	Direkte Züge	inter- nationale Züge	
Accous	447	7.4	61.88	Pau	7		4	2	
Almudévar	2'395	11.9	52.62	Zaragoza	18	18			
Ayerbe	1'097	17.2	82.05	Zaragoza*	6	4	3	3	
Bedous	596	51.2	59.53	Pau	4		3	3	
Caldearenas	252	1.3	119.63	Zaragoza*	3				
Canfranc	611	8.5	181.97	Zaragoza*	7			3	
Escout	420	45.4	28.23	Pau	6				
Etsaut	209	3	70.65	Pau	3				
Eygun	96	5.1	66.31	Pau	5		2	2	
Gan	5'083	128.3	7.51	Pau	22	16			
Gurmençon	757	254	39.53	Pau	6		4	2	
Jaca	12'553	30.9	157.31	Zaragoza*	6				
La Sotonera	1'085	6.6	99.15	Zaragoza	7		2	2	
Las Peñas de Riglos	297	1.4	92.09	Zaragoza*	6		2		
Loarre	393	5.3	82.05	Zaragoza*	5	8	3	1	
Lurbe	241	32.3	43.75	Pau	6		2		
Ogeu-les-Bains	1'128	48.9	24.28	Pau	4	4			
Oloron	11'740	171.9	34.83	Pau	10		3	2	
Sabiñánigo	9'023	15.4	141.38	Zaragoza*	5	2	4	3	
Sarrance	237	5.1	53.05	Pau	8				
Tardienta	1'069	11.8	62.02	Zaragoza	7	13	2	2	
Urdos	110	4.2	74.67	Pau					
Villanueva de Gállego	3'790	49.9	21.53	Zaragoza	10	15	6	4	
Zuera	6'212	18.7	34.79	Zaragoza		18	2	2	

* via Verbindungslinie Zuera - Turuñana

SUTER 2006

Tabelle 21: Durchschnitt nach Befragungsort der Anzahl Züge in den Orten der Stichprobe der Fragebogen für den Personenverkehr. Die Grenze zwischen Regio- und S-Bahn-Zügen hängt vom Verständnis der Personen ab und kann nicht scharf gezogen werden.

Zur Beurteilung der Nachfrage bezüglich Nahverkehrszügen werden die Indikatoren gewichtet bzw. bewertet. Den Orten wird auf der Grundlage Nutzwertanalyse (vgl. Ziffer 2.3) eine Bewertungsgrösse zugeordnet. Die Festlegung der S-Bahnlinien hängt schliesslich auch von den Eigenschaften der Bahnstrecke ab (Doppelspur, Zugdichte, Kreuzungsmöglichkeiten usw.). Die Bewertung der Indikatoren erfolgt mit Zahlen zwischen 1 und 6, wobei letztere die Bestnote darstellt. Die Bewertungskriterien wurden in die vier Kategorien „Kunden“, „Nähe“, „Anzahl Züge“ und „Betrieb“ gegliedert und weiter in Untergruppen aufgeteilt. Sowohl Kategorien als auch Unterkategorien sind nach ihrer Bedeutung gewichtet. Als Resultat ergeben sich für alle Orte Bewertungsgrössen zwischen 1 und 6, wobei die Note 4 als ausreichendes Bedürfnis nach einem Angebot im Nahverkehr angesehen wird. Dies trifft in der Tabelle 22 für die grün markierten Orte *Almudévar*, *Gan*, *Oloron-Ste-Marie*, *Villanueva de Gállego* und *Zuera* zu. Ersterer ist insofern als Spezialfall zu betrachten, als die gewünschte Zugdichte ausserordentlich hoch ausgefallen ist und scheidet auf Grund der betrieblich schwierigen Situation in einem Einspurabschnitt und beschränkter Bahnhof-Kapazität aus. Aufgrund des Ergebnisses der Umfrage sollte für das Dorf *Almudévar* jedoch ein anderes Angebot im Regionalverkehr geprüft werden (z.B. Buszubringer an die Bahnhöfe *Zuera* oder *Tardienta*). Es sei auch an das Ergebnis erinnert, dass knapp die Hälfte der befragten Personen aller Orte angaben, ihnen stehe kein angemessenes öffentliches Verkehrsmittel zur Verfügung. Die Tabelle 22 zeigt die Resultate der Nutzwertanalyse. Damit kann die Nachfrage nach S-Bahn-Zügen auf den beiden bereits erwähnten Streckenabschnitten *Zaragoza - Zuera* und *Oloron-Ste-Marie - Pau* als ausreichend angesehen werden.

Beurteilungskriterien	Gewichtung	Accous		Almudévar		Ayerbe		Bedous		Caldearenas		Canfranc		Escout		Etsaut		Eygun		Gan		Gurmençon		Jaca			
		Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte		
Kunden:	30%																										
• Grösse der Siedlung	60%	1	0.18	3	0.54	2	0.36	1	0.18	1	0.18	1	0.18	1	0.18	1	0.18	1	0.18	6	1.08	1	0.18	6	1.08		
• Bevölkerungsdichte	40%	1	0.12	2	0.24	2	0.24	6	0.72	1	0.12	1	0.12	5	0.60	1	0.12	1	0.12	6	0.72	6	0.72	4	0.48		
Nähe:	30%																										
• Distanz zu Zentrum	100%	3	0.90	4	1.20	2	0.60	4	1.20	1	0.30	1	0.30	5	1.50	3	0.90	3	0.90	6	1.80	5	1.50	1	0.30		
Anzahl Züge:	30%																										
• Regionalzüge	30%	3	0.27	6	0.54	2	0.18	2	0.18	1	0.09	3	0.27	2	0.18	1	0.09	2	0.18	6	0.54	2	0.18	2	0.18		
• S-Bahn Züge	70%	1	0.21	6	1.26	2	0.42	1	0.21	1	0.21	1	0.21	1	0.21	1	0.21	1	0.21	6	1.26	1	0.21	1	0.21		
Betrieb:	10%																										
• Doppel-/Einspur	40%	4	0.16	5	0.20	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16
• Kapazität Bahnhof	60%	3	0.18	4	0.24	4	0.24	5	0.30	4	0.24	5	0.30	3	0.18	3	0.18	4	0.24	4	0.24	3	0.18	5	0.30		
Total Punkte			2.02		4.22		2.20		2.95		1.30		1.54		3.01		1.84		1.99		5.80		3.13		2.71		

Fortsetzung		La Sotonera		Las Peñas de Riglos		Loarre		Lurbe		Ogeu-les-Bains		Oloron-Ste-Marie		Sabiñánigo		Sarrance		Tardienta		Urdsos		Villanueva de Gállego		Zuera	
Beurteilungskriterien	Gewichtung	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte	Bewertung	Punkte
Kunden:	30%																								
• Grösse der Siedlung	60%	2	0.36	1	0.18	1	0.18	1	0.18	2	0.36	6	1.08	6	1.08	1	0.18	2	0.36	1	0.18	4	0.72	6	1.08
• Bevölkerungsdichte	40%	1	0.12	1	0.12	1	0.12	4	0.48	5	0.60	6	0.72	2	0.24	1	0.12	2	0.24	1	0.12	5	0.60	2	0.24
Nähe:	30%																								
• Distanz zu Zentrum	100%	2	0.60	2	0.60	2	0.60	4	1.20	5	1.50	5	1.50	1	0.30	4	1.20	3	0.90	3	0.90	5	1.50	5	1.50
Anzahl Züge:	30%																								
• Regionalzüge	30%	3	0.27	2	0.18	2	0.18	2	0.18	2	0.18	4	0.36	2	0.18	3	0.27	3	0.27	1	0.09	4	0.36	1	0.09
• S-Bahn Züge	70%	1	0.21	1	0.21	3	0.63	1	0.21	2	0.42	1	0.21	1	0.21	1	0.21	5	1.05	1	0.21	5	1.05	6	1.26
Betrieb:	10%																								
• Doppel-/Einspur	40%	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	4	0.16	5	0.20	4	0.16	6	0.24	6	0.24
• Kapazität Bahnhof	60%	4	0.24	3	0.18	4	0.24	4	0.24	3	0.18	5	0.30	4	0.24	4	0.24	5	0.30	4	0.24	6	0.36	6	0.36
Total Punkte			1.96		1.63		2.11		2.65		3.40		4.33		2.41		2.38		3.32		1.90		4.83		4.77

SUTER 2006

Tabelle 22: Nutzwertanalyse für die Beurteilung der Nachfrage im Personennahverkehr.

In einem Netzwerk ist es wichtig, dass die Bahn- und Buslinien miteinander verknüpft werden. Für das Funktionieren des gesamten öffentlichen Verkehrs sollten sich Bahn und Bus ergänzen. Dies heisst im vorliegenden Fall, dass die Busse viel mehr ihre Zubringerfunktion wahrnehmen und demnach die Personen aus der Peripherie zu den nächstgelegenen Bahnhöfen mit Nah- und Regionalverkehr bringen sollten. Durch das Abstimmen der Fahrpläne und die enge Zusammenarbeit der beteiligten Verkehrsbetriebe kann die Angebotsqualität und auch der Unternehmenserfolg wesentlich erhöht werden.

Die Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau führt durch bedeutende Tourismusgebiete der Pyrenäen, sowohl in Spanien als auch in Frankreich. Auf der Südseite des Somportpasses liegen die beiden Destinationen Candanchú und Astún, die mit ihren Anlagen vor allem auf den Wintersporttourismus ausgerichtet sind. Nördlich von Sabiñánigo befinden sich die ausgedehnten Wintersportgebiete Panticosa und Formigal sowie nordöstlich der Nationalpark „Ordesa und Monte Perdido“, der für den Tourismus ebenfalls bedeutend ist. Auch in der Gegend von Jaca und Huesca sind weitere Orte wie San Juan de la Peña und Loarre, die regelmässig von vielen Touristen besucht

werden. Auf französischem Gebiet ist vor allem der Nationalpark „Parc National des Pyrénées“ und das grosse Tourismusangebot im Aspental und in Béarn erwähnenswert. Auf Grund der fehlenden Grundgesamtheit im Marktsegment „Freizeit und Tourismus“ sind aussagekräftige Ergebnisse zur Nachfrage im Tourismusverkehr auf statistischer Basis mit den Ressourcen dieser Studie nicht möglich. Zudem wäre es wegen der Komplexität des Verkehrssystems nicht sinnvoll, die Reisenden im Tourismus mit einem eigenen Angebot, z.B. reine Tourismuszüge, abzugrenzen. Immerhin war die Hälfte der befragten Personen, die nicht am gleichen Ort wohnen, auf einem Ausflug.

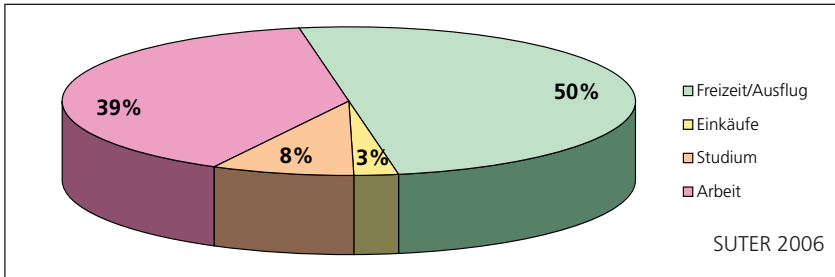


Abbildung 34: Die Hälfte der Reisen sind freizeitorientiert.

Der in Abbildung 34 ersichtliche Modalsplit der Reisemotive im Einzugsgebiet der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau erlaubt die Abschätzung der Verkehrsströme im Tourismus anhand der Verkehrsstatistik und den Ergebnissen anderer Methoden wie beispielweise dem Gravitationsmodell für den Fernverkehr. Ein ähnliches Bild zeigt auch Abbildung 31 über die potentiellen Bahnkunden: 61,4% der Interviewpartner gaben an, bei entsprechendem Angebot den Zug für ihre Ausflüge regelmässig oder häufig zu benutzen.

aktive Beziehung	von	auf	1) Motorisierter Individualverkehr	2) Wanderer und Fussgänger	3) Angebotsqualität öffentlicher Verkehr	4) Eisenbahninfrastruktur	5) Autobahnen, Strassen, Parkplätze	6) Touristische Attraktivität	7) Landschaft	8) Luftqualität, Lärm, Unfälle	9) Arbeitsplätze	10) Gastgewerbe	11) Zweitwohnungen	12) Einheimische Bevölkerung	Aktivsumme	Quotient Aktivsumme/Passivsumme
1) Motorisierter Individualverkehr	-	3	1	2	3	3	2	3	1	2	2	2	1	23	1.1	
2) Wanderer und Fussgänger	1	-	2	0	0	2	1	0	1	3	0	2	12	0.5		
3) Angebotsqualität öffentlicher Verkehr	2	3	-	3	1	3	2	2	1	2	1	2	22	1.4		
4) Eisenbahninfrastruktur	1	1	3	-	1	2	1	2	0	1	1	1	14	1.1		
5) Autobahnen, Strassen, Parkplätze	3	2	1	1	-	3	3	3	2	3	2	2	25	1.6		
6) Touristische Attraktivität	2	3	2	1	1	-	1	1	3	3	3	2	22	0.8		
7) Landschaft	1	3	1	2	2	3	-	1	2	3	3	1	22	1.1		
8) Luftqualität, Lärm, Unfälle	1	3	1	2	1	3	2	-	2	2	2	2	21	1.1		
9) Arbeitsplätze	3	1	2	1	1	2	2	2	-	3	1	3	21	1.2		
10) Gastgewerbe	2	2	1	0	2	2	1	2	2	-	0	2	16	0.7		
11) Zweitwohnungen	3	2	0	0	2	3	3	1	1	1	-	2	18	1.1		
12) Einheimische Bevölkerung	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	-	18	0.9		
Passivsumme	21	24	16	13	16	28	20	19	17	24	16	20				
Produkt Aktivsumme*Passivsumme	483	288	352	182	400	616	440	399	357	384	288	360				

Bewertungsskala (blaue Zahlen):
 0 = keine Einwirkung, 1 = schwache Einwirkung, 2 = mittlere Einwirkung und
 3 = starke Einwirkung

SUTER 2006

Tabelle 23: Vernetzungsmatrix der Verkehrsprobleme im Aspen- und Canfranc-tal. (Darstellung nach Angaben in MÜLLER 1999: 29)

Auf Grund fehlender Daten zur Erarbeitung absoluter Zahlen werden die Wechselwirkungen des Verkehrs im Aspen- und Canfranc-tal mit einer Vernetzungsmatrix (Tabelle 23, vgl. Abschnitt 2.2) untersucht. Dabei werden die für die Verkehrsprobleme massgebenden Elemente definiert und - ähnlich wie bei der Nutzwertanalyse - gewichtet. Das Ergebnis kann sowohl rechnerisch wie auch grafisch ausgewertet werden. (MÜLLER 1999: 29)

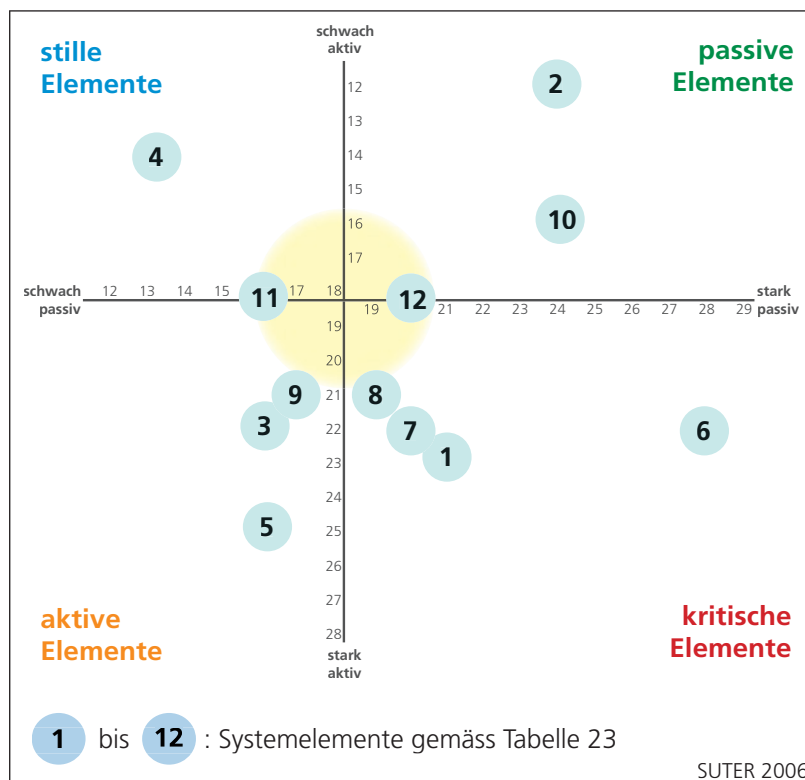


Abbildung 35: Grafische Darstellung der Vernetzungsmatrix über Verkehrsprobleme im Aspen- und Canfrancal. (Darstellung nach Angaben in MÜLLER 1999: 31)

Aus Tabelle 23 und Abbildung 35 ist zu entnehmen: Die Eisenbahninfrastruktur (4) weist ein niedriges Produkt aus Aktiv- und Passivsumme auf und verhält sich still, das heisst der gegenseitige Einfluss mit andern Elementen ist schwach. Gerade umgekehrt verhält es sich mit dem motorisierten Individualverkehr (1), der Landschaft (7) und der Luftqualität/Lärm/Unfälle (8): Die Wechselwirkungen mit anderen Elementen sind stark. Sie zählen demnach zu den kritischen Elementen. Die Touristische Attraktivität (6) nimmt eine Sonderrolle ein, da sie als kritisches Element auf der passiven Seite liegt: In diesem Fall kann ein Eingriff destabilisierend wirken. Aktiv verhalten sich die Angebotsqualität des öffentlichen Verkehrs (3), Autobahnen/Strassen/Parkplätze (5) sowie die Arbeitsplätze (9), da sie andere Elemente mehr beeinflussen als sie selbst von ihnen beeinflusst werden. Die Wanderer/Fussgänger (2) und das Gastgewerbe (10) zählen hingegen zu den passiven Elementen, da sie sich mehr beeinflussen lassen, sie weisen in der Tabelle 23 einen niedrigen Quotienten von Aktivsumme zu Passivsumme auf. Mit den Zweitwohnungen (11) und der einheimischen Bevölkerung (12) lässt sich dieses System schlecht steuern, da sie in der Mitte im gelb markierten Neutralbereich liegen. Sie eignen sich jedoch gut zur Selbstregulation (VESTER 2002: 235f) der Verkehrsprobleme.

Das Ergebnis der Vernetzungsmatrix erlaubt es, entsprechende Strategien abzuleiten. Auf der Grafik fällt auf, dass das Element der touristischen Attraktivität (6) eine besondere Lage aufweist, da es in starken Wechselwirkungen steht. In der Tabelle 23 ist zu sehen, dass die touristische Attraktivität von sehr vielen andern Elementen stark beeinflusst wird. Die Arbeitsplätze hingegen werden nur gerade von der touristischen Attraktivität stark beeinflusst. Diese Erkenntnis spricht ganz klar für den Ausbau des öffentlichen Verkehrs und die Ausrichtung des Angebots auf den Tourismus, um in den beiden Tälern eine nachhaltige Entwicklung zu ermöglichen. Diese Analyse soll die Auswertung in Abbildung 34 unterstützen, nach der insgesamt die Hälfte der Reisen freizeitorientiert sind. Bei dieser Kategorie ist es - wie im Tourismus - nicht möglich, das Verkehrspotential anhand einer Grundgesamtheit zu bestimmen, da der Anteil an Reisenden mit Herkunft von ausserhalb des Einzugsgebietes unbekannt ist. Dennoch ist es möglich, die Flüsse im Personenverkehr zu analysieren und abzuschätzen. Dazu wird das Gravitationsmodell von Newton herbeigezogen, das bereits unter Ziffer 2.3 vorgestellt wurde. Untersucht werden die Beziehungen ausgehend von den Zentren Zaragoza, Toulouse und Bordeaux nach denjenigen Regionen von Spanien und Frankreich, die jeweils auf der andern Seite der Pyrenäen liegen.

Gravitationsmodell für Personenverkehr

Region	Zentrum	Einwohner [B ij]	Distanz [D ij] [km]	Konstante [c]	Potential Ziel [α]	Einfluss Distanz [β]	Potential Start [λ]	Reisende ij pro Jahr [q' ij]
Aragón		Zaragoza	1'204'215	0				
F1	Alsace	Strasbourg	1'624'372	1414	0.00052	1.00	1.00	719'427
F2	Aquitaine	Bordeaux	2'799'834	470	0.00052	1.00	1.00	3'732'825
F3	Auvergne	Clairmont-Ferrand	1'319'700	751	0.00052	1.00	1.00	1'100'952
F4	Bourgogne	Saône-et-Loire	1'609'653	1158	0.00052	1.00	1.00	870'237
F5	Bretagne	Quimper	2'795'638	1031	0.00052	1.00	1.00	1'698'413
F6	Centre Val de Loire	Orléans	2'371'036	933	0.00052	1.00	1.00	1'591'582
F7	Champagne Ardenne	Châlons-en-Champagne	1'347'848	1231	0.00052	1.00	1.00	685'865
F8	Franche Comté	Besançon	1'113'724	1114	0.00052	1.00	1.00	626'070
F9	Ile de France	Paris	11'260'554	1054	0.00052	1.00	1.00	6'692'292
F10	Languedoc-Roussillon	Nîmes	2'114'985	675	0.00052	1.00	1.00	1'961'153
F11	Limousin	Limoges	904'801	611	0.00052	1.00	1.00	927'176
F12	Lorraine	Metz	2'305'726	1217	0.00052	1.00	1.00	1'186'226
F13	Midi-Pyrénées	Toulouse	2'430'663	384	0.00052	1.00	1.00	3'959'474
F14	Nord Pas de Calais Picardie	Lille	5'775'565	1206	0.00052	1.00	1.00	2'999'072
F15	Normandie	Rouen	3'128'565	1032	0.00052	1.00	1.00	1'897'434
F16	Pays de Loire	Nantes	3'059'843	760	0.00052	1.00	1.00	2'522'511
F17	Poitou-Charrentes	La Rochelle	1'595'081	621	0.00052	1.00	1.00	1'609'427
F18	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Marseille	4'257'907	728	0.00052	1.00	1.00	3'664'417
F19	Rhône-Alpes	Lyon	5'350'701	864	0.00052	1.00	1.00	3'875'950
Total Reisende								42'320'502
Midi-Pyrenées		Toulouse	2'430'663	0				
E1	Andalucía	Sevilla	7'357'558	1206	0.00052	1.00	1.00	7'708'319
E2	Asturias (Principado de)	Oviedo	1'062'998	702	0.00052	1.00	1.00	1'912'801
E3	Cantabria	Santander	535'131	522	0.00052	1.00	1.00	1'295'342
E4	Castilla y León	Valladolid	2'456'474	672	0.00052	1.00	1.00	4'620'034
E5	Castilla-La Mancha	Ciudad Real	1'760'516	879	0.00052	1.00	1.00	2'532'083
E6	Cataluña	Barcelona	6'343'110	319	0.00052	1.00	1.00	25'170'604
E7	Comunidad Valenciana	Valencia	4'162'776	633	0.00052	1.00	1.00	8'315'452
E8	Extremadura	Mérida	1'058'503	1100	0.00052	1.00	1.00	1'216'152
E9	Galicia	Santiago de Compostela	2'695'880	1003	0.00052	1.00	1.00	3'396'879
E10	Madrid (Comunidad de)	Madrid	5'423'384	701	0.00052	1.00	1.00	9'773'665
E11	Murcia (Región de)	Murcia	1'197'646	902	0.00052	1.00	1.00	1'678'262
E12	Navarra (Cdad. Foral de)	Pamplona	555'829	402	0.00052	1.00	1.00	1'746'953
E13	País Vasco	Vitoria	2'082'587	454	0.00052	1.00	1.00	5'800'773
E14	Rioja (La)	Logroño	276'702	467	0.00052	1.00	1.00	748'996
Total Reisende								75'916'315
Aquitaine		Bordeaux	2'799'834	0				
E1	Andalucía	Sevilla	7'357'558	1182	0.00052	1.00	1.00	9'065'418
E2	Asturias (Principado de)	Oviedo	1'062'998	612	0.00052	1.00	1.00	2'527'491
E3	Cantabria	Santander	535'131	428	0.00052	1.00	1.00	1'822'296
E4	Castilla y León	Valladolid	2'456'474	597	0.00052	1.00	1.00	5'989'439
E5	Castilla-La Mancha	Ciudad Real	1'760'516	903	0.00052	1.00	1.00	2'839'688
E6	Cataluña	Barcelona	6'343'110	562	0.00052	1.00	1.00	16'443'539
E7	Comunidad Valenciana	Valencia	4'162'776	770	0.00052	1.00	1.00	7'875'465
E8	Extremadura	Mérida	1'058'503	990	0.00052	1.00	1.00	1'556'545
E9	Galicia	Santiago de Compostela	2'695'880	893	0.00052	1.00	1.00	4'394'819
E10	Madrid (Comunidad de)	Madrid	5'423'384	716	0.00052	1.00	1.00	11'026'826
E11	Murcia (Región de)	Murcia	1'197'646	964	0.00052	1.00	1.00	1'808'241
E12	Navarra (Cdad. Foral de)	Pamplona	555'829	292	0.00052	1.00	1.00	2'770'133
E13	País Vasco	Vitoria	2'082'587	344	0.00052	1.00	1.00	8'820'558
E14	Rioja (La)	Logroño	276'702	386	0.00052	1.00	1.00	1'044'286
Total Reisende								77'984'745

Tabelle 24a/24b/24c: Resultate der Analyse und Schätzung der Reisenden eines Jahres ab Zaragoza, Toulouse und Bordeaux nach allen Regionen des jeweiligen Nachbarlandes. Die Nummern in der ersten Spalte beziehen sich auf die Bezeichnung der Regionen in der Karte in Abbildung 36. (Quellen: <http://stadtplaene.klicktel.de>, 19.09.2006 und <http://www.ine.es>, 08.08.2006)

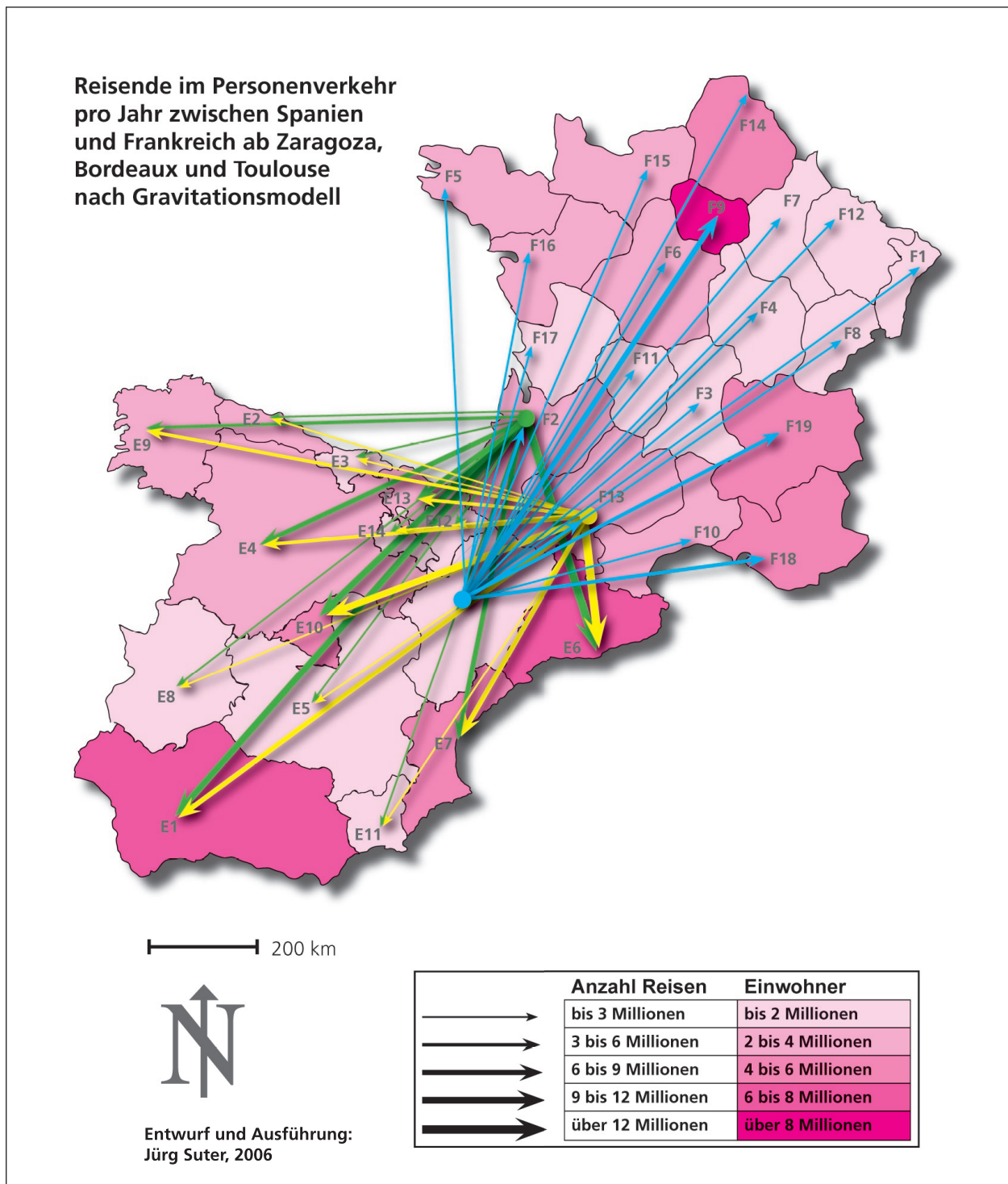


Abbildung 36: Flüsse nach Gravitationsmodell für den internationalen Personenverkehr ab Zaragoza (blau), Bordeaux (grün) und Toulouse (gelb). Die Bezeichnungen der Regionen beziehen sich auf die vorangehende Tabelle 24.

Im Laufe der Untersuchung hat sich gezeigt, dass für die Kalibrierung der Verkehrszahlen keine statistischen Daten zu Verfügung stehen; Angaben zu grenzüberschreitenden Verkehrsflüssen konnten nicht ermittelt werden. Auch über die Gewichtung der Start- und Zielorte mittels den Koeffizienten α und λ im Gravitationsmodell sind zu wenig Informationen vorhanden. Das gleiche gilt für die Widerstandsfunktion, die in dem Modell mit dem Koeffizienten β ausgedrückt wird. Dieser hängt stark von der Beschaffenheit, Leistung und Effizienz der Verkehrsinfrastruktur ab, welche sich durch den Aufbau eines transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes

besonders im Raum der Pyrenäen verändert. Da für alle Koeffizienten keine konkreten Werte vorliegen, wurde für sie jeweils den Wert 1 verwendet, um die Formel nicht zu gewichten. Die Konstante c wurde nach Angaben RODRIGUE (2006: 2) gewählt, der mit 0.00001 den Verkehrsfluss für eine Woche schätzt. Die Konstante wurde für diese Untersuchung auf ein Jahr hochgerechnet und beträgt somit $c = 0.00052$.

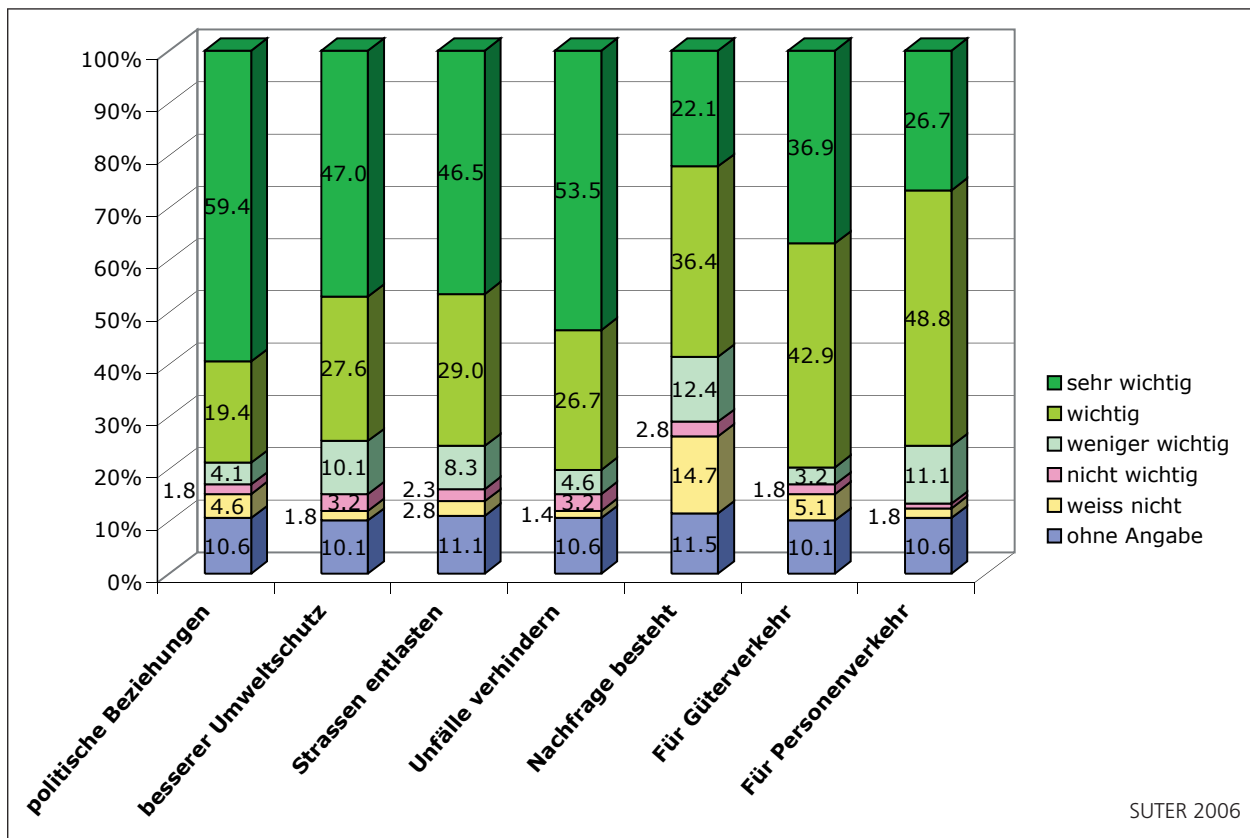
In Tabellen 24a bis c sind die Einwohnerzahlen, die Distanzen in km und die aus der Formel des Gravitationsmodells resultierenden Verkehrsflüsse zwischen den Regionshauptstädten Zaragoza, Toulouse und Bordeaux und allen Hauptstädten der Regionen des jeweiligen Nachbarlandes eingetragen. Die Einwohnerzahlen beziehen sich auf die gesamte Region. In Abbildung 36 sind die Einwohnerzahlen jeder Region und die ermittelten Verkehrsflüsse grafisch dargestellt. Die Bezeichnungen der Regionen sind in Tabellen 24a bis c ersichtlich.

Die gesamten „Hinweg“-Verkehrsflüsse von Zaragoza nach Frankreich sowie von Toulouse bzw. Bordeaux Spanien gemäss Gravitationsmodell sind als Reisen pro Person zu verstehen. Wenn wir für die Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau bei einem angemessenen Angebot mit einem Marktanteil von nur gerade einem Prozent rechnen, so müssen pro Jahr 1,96 Millionen Personen transportiert werden können. Berücksichtigt man unter der Annahme des gleichen Marktanteils nur die geschätzten Verkehrsströme zwischen Zaragoza, Toulouse, Bordeaux, Paris und zurück, resultieren immer noch rund 288'000 Reisende pro Jahr für die Canfranc-Strecke.

5.4 Weitere Ergebnisse im Güter- und Personenverkehr

Alle kontaktierten Personen wurden unabhängig von Kategorie, Verkehrsart und ihrer Stellung nach ihrer Meinung zur Wiedereröffnung der durchgehenden Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau gefragt. Auffallend dabei ist die Feststellung, dass die überwiegende Mehrheit der befragten Personen mit der Problematik vertraut ist und die Situation zumindest in den groben Zügen kennen. Es wurden folgende Argumente für die Wiedereröffnung der Bahn vorgegeben: *Die Verbesserung der Beziehungen zwischen Spanien und Frankreich, Umweltschutz und geringere Luftverschmutzung, die Entlastung der Strassen, die Verhinderung von Strassenverkehrsunfällen, die Existenz der Nachfrage und der mögliche Nutzen für den Personen- und Güterverkehr.* Das Resultat dieser Frage widerspiegelt doch immerhin die Meinung der Bevölkerung, die mit dem Verkehr in diesem Gebiet leben muss.

Das Ergebnis ist in der Abbildung 37 dargestellt und kann wie folgt interpretiert werden: Das Argument zu den Beziehungen der beiden Länder und die Unfälle stehen leicht vor dem Umweltschutz und der Entlastung der Strassen und weisen allesamt sehr hohe Werte auf. Bei den Verkehrsarten wird die Dominanz des Güterverkehrs klar sichtbar. Obwohl bei der Nachfrage eine gewisse Unsicherheit zu spüren ist, bewerten immer noch 63.1% der Befragten dieses Argument als „sehr wichtig“ oder „wichtig“.



SUTER 2006

Abbildung 37: Die Bewertung von vorgegebenen Argumenten für die Wiedereröffnung der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau zeigt ein klares Bild. Die Stichprobe umfasst 217 Personen.

5.5 Fazit aus den Untersuchungen über die Nachfrage

Die unterschiedlichen Auffassungen der verschiedenen regionalen und nationalen Regierungen in Spanien und Frankreich verhindern eine klare Verkehrspolitik. Die untersuchten Unternehmen im Güterverkehr sowie die Verkehrszahlen zeigen eine Verkehrsnachfrage auf der Canfranc-Strecke, die einem geschätzten Transportvolumen von 500'000 bis 1'500'000 t-km pro Tag entspricht. Der Hauptvorteil der Canfranc-Strecke liegt darin, dass man den Wirtschaftsraum Zaragoza durch den mittelfristig realisierbaren Umbau der Strecke an das Normalspurnetz Europas anschliessen kann. Die Tatsache, dass die Angebotsqualität im Güterverkehr wie auch im Personenverkehr heute als ungenügend bezeichnet wird, zeigt in diesem Bereich einen besonderen Handlungsbedarf. Bei den Forderungen nach Erhöhung der Bahn-Marktanteile in den Pyrenäen müsste vermehrt beachtet werden, dass der Verkehrsmarkt über den Preis, die Verfügbarkeit und die Angebotsqualität gesteuert werden kann. Der Vergleich mit dem Güterverkehr durch die Alpen zeigt auch, dass verkehrspolitische Leitplanken eine wesentliche Verlagerung des Güterverkehrs bewirken können. Im Personenverkehr müsste die Vernetzung der verschiedenen Verkehrsarten (Nah-, Regional-, Fern- und Tourismusverkehr) und -medien (Bahn, Bus, Individual- und Langsamverkehr) stärker berücksichtigt werden. Dazu wäre der integrale Taktfahrplan ein geeignetes Instrument. Aufgrund der vielfältigen Verkehrsbedürfnisse sollte eine übergeordnete Organisation geschaffen werden (in der Schweiz: Verband für öffentlicher Verkehr), die sich gesamtheitlichen Themen wie jenes der Angebotsqualität als Führungsaufgabe annimmt. Ein aktives Qualitätsmanagement müsste als Voraussetzung für einen erfolgreichen Betrieb der Canfranc-Strecke angesehen werden.

6. Ergebnisse über die Realisierung des Verkehrsangebots

6.1 Möglichkeiten und Grenzen der Betriebsführung

Die vorliegende Studie befasst sich mit der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau entlang der ursprünglichen Trassierung. Aus diesem Grund sind wichtige Eigenschaften vorgegeben, wie etwa die Steigungen, Kurvenradien und Kunstbauten. Es gibt aber wichtige Elemente, die zur Effizienzsteigerung verbessert werden könnten. Eine Anzahl von dynamischen Einflussfaktoren erlauben durch gezielte Anpassung wesentlich bessere Möglichkeiten der Betriebsführung. Mit Hilfe des Simulationsprogrammes OPEN TRACK können die Verbesserungen direkt überprüft und quantifiziert werden. In diesem Sinne werden im folgenden zwei wichtige Beispiele, die Ausbaumöglichkeiten der Infrastruktur und das Fahrplankonzept, erläutert.

Die heute noch vorhandenen *Gleis- und Sicherungsanlagen* können aus drei Gründen nicht mehr für den internationalen Betrieb auf der durchgehenden Linie verwendet werden: Viele der Installationen stammen noch aus der Zeit des Baus der Linie und sind technisch längst überholt. Zweitens sind die Anlagen durch die lange Betriebszeit abgenutzt. Drittens bestehen grosse Systemunterschiede zwischen den beiden Ländern, wie zum Beispiel die unterschiedlichen Spurweiten. Neue Gleisanlagen erlauben höhere Geschwindigkeiten und Achslasten, die Elektrifizierung die Nutzung von Elektrolokomotiven mit starker Zug- und Bremskraft. Verbesserungen an der Linienführung sind mit vertretbarem Aufwand nur lokal möglich, wo keine Kunstbauten wie Brücken, Viadukte, Tunnels, Stützmauern usw. betroffen sind und wo es die Topografie erlaubt. Aus diesem Grund wurde das Simulationsmodell basierend auf der bestehenden Linienführung erstellt. Für eine hohe technische Flexibilität sind im Modell alle ehemaligen Bahnhöfe der Linie wieder als Kreuzungsstellen eingerichtet. Ein Modellfahrplan liefert Erkenntnisse über die genauen Bedürfnisse an Kreuzungsmöglichkeiten. Dabei werden auch sogenannte Doppelspurinseln ins Auge gefasst, die Kreuzungen auf offener Strecke erlauben, bei denen im Idealfall keiner der beiden Züge anhalten muss.

6.2 Mögliche Kapazität der Canfranc-Strecke

Die Darstellung und Prognose der möglichen Kapazität einer Bahnlinie kann nicht auf linearem Lösungsweg ermittelt werden, da es sich um ein komplexes System handelt. Mit dem Netzwerkdiagramm in Abbildung 36 wurde zuerst versucht, das Kernproblem der Kapazität in einen grösseren Zusammenhang zu stellen. Danach können die in der Grafik erkennbaren Beziehungen herausgearbeitet und ihre Wirkungen entsprechend beurteilt werden.

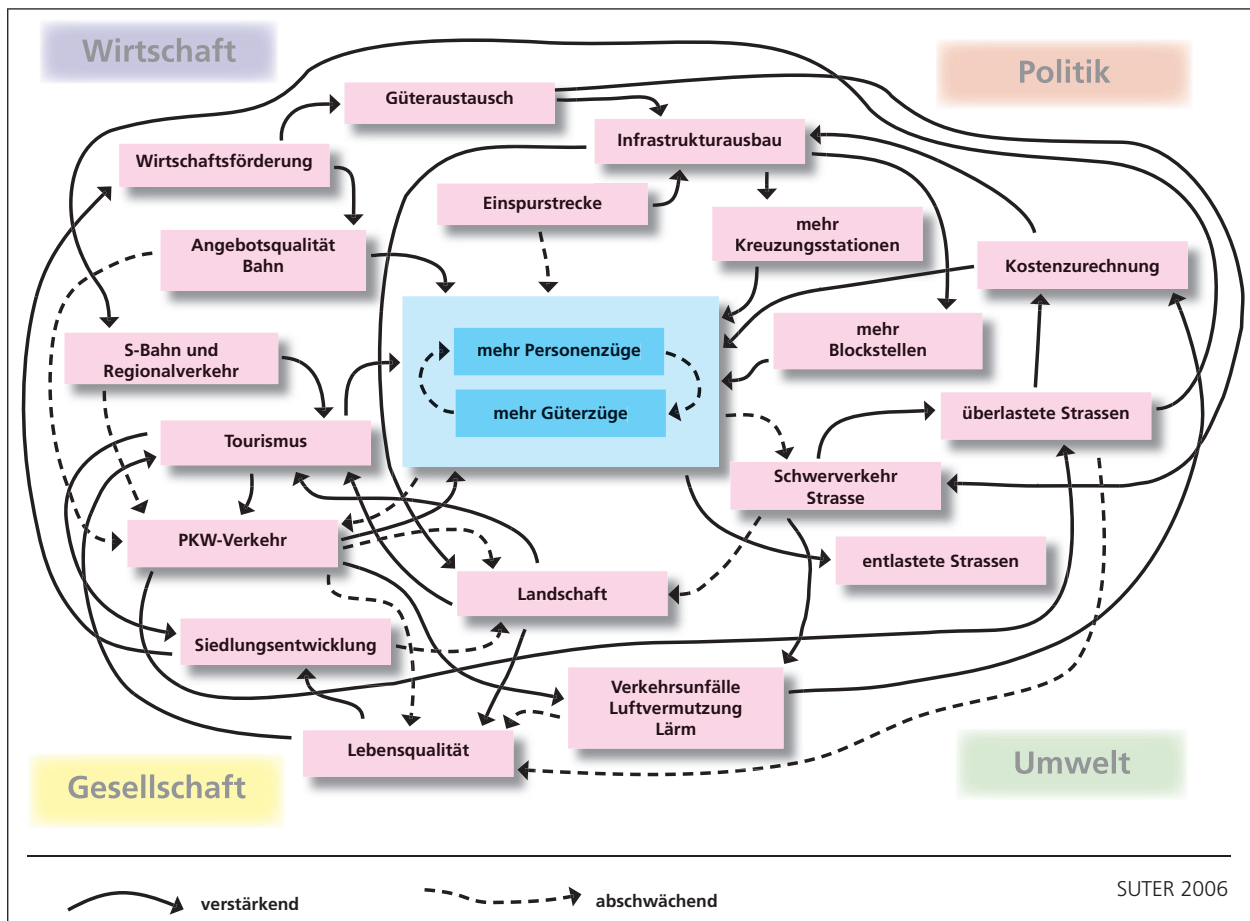


Abbildung 38: Netzwerkdigramm für die Darstellung der Zusammenhänge zur Beurteilung der Kapazität der Bahnlinie.

Das Netzwerkdigramm birgt die Gefahr, dass auf Grund seiner Komplexität die wichtigen Abläufe und Wirkungen nicht mehr erkannt werden können. Die Elemente dieses komplexen Systems sollen auf ihre Wechselwirkungen hin analysiert werden, wofür sich die bereits für die Beurteilung der Verkehrsprobleme in Tourismusgebieten beigezogene Vernetzungsmatrix eignet. Zunächst müssen hier die Elemente als Variablen definiert und mit ihren Indikatoren beschrieben werden. Die in der Vernetzungsmatrix gesammelten variablen Grössen bilden die Knotenpunkte des Systems und können grundsätzlich direkt übernommen werden. Einige Sammelbegriffe müssen gegebenenfalls in Untervariablen aufgegliedert werden, andere gehören zusammen und müssen zu einer Obervariable aggregiert werden. (VESTER 2002: 213) Die Variablen sind in Tabelle 25 aufgelistet:

Variablenliste		Variablenbeschreibung
1	Wirtschaftsförderung	Standortvorteile für Unternehmen; Grösse und Dimensionen der Industrie; Verkehrswege; geografische Lage; Bildungswesen, insbesondere Universitäten/Hochschulen
2	Güteraustausch	Arbeitsteilung; Wirtschaftswachstum; Aussenhandel; politische Grundlagen und Voraussetzungen; Verkehr
3	Infrastrukturausbau „Schiene“	Bahnnetz; Doppelspurstrecken und -inseln; Zugleitsysteme und Fernsteuerung; Sicherungsanlagen; Elektrifizierung
4	Infrastrukturausbau „Strasse“	Strassen, insbesondere Autobahnen; Verkehrsführung und Sicherheit
5	Kostenzurechnung	Umverteilung der externalisierten Kosten; Steuern; Verkehrspolitik

6	Belastung der Strassen	Stau; Verkehrsfluss; Entlastungsmassnahmen
7	Umwelteinwirkungen	Luftemissionen; Lärmeinwirkungen durch Strasse und Schiene; Verkehrsunfälle auf Strasse und Schiene
8	Landschaft	Attraktivität als Hauptargument für Tourismus; Beeinträchtigung durch Bauwerke wie Siedlungen, Verkehrsinfrastruktur, Stromleitungen, Waldbrände, Einwirkungen durch Abgase; Ortsbilder; Wald
9	Lebensqualität	Versorgung mit öffentlichen Dienstleistungen; Infrastruktur; Umweltqualität; Steuerwesen; Sozialleistungen; Gesundheitswesen; Rechtswesen; Gesellschaft und Kultur; Wohlbefinden
10	Siedlungsentwicklung	Ausbau der Infrastruktur; Steigerung der Attraktivität als Wohn- und Lebensort; Standortvorteile für Wirtschaft; Entwicklung (nachhaltiger) Tourismus; nachhaltige Bautätigkeit
11	PKW-Verkehr	Aufkommen des motorisierten Individualverkehrs
12	Tourismus	Anzahl Ankünfte und Übernachtungen von Touristen
13	S-Bahn-Verkehr (NRPV)	Fahrplanangebot und Anzahl Haltestellen
14	Regionalverkehr (RPV)	Fahrplanangebot und Anzahl Haltestellen
15	Direkter Personenerkehr (DPV)	Fahrplanangebot und Anzahl Haltestellen
16	Freizeit+Tourismus Schiene (F+T)	Fahrplanangebot im DV und Niveau der Kundeninformationen
17	Güterverkehr Schiene	Anzahl Güterzüge
18	Angebotsqualität Bahn	Bedienung durch Personal; Bedienungsfreundlichkeit der Automaten; Dienstleistungen in Bahnhöfen und Zügen; visuelles und akustisches Informationssystem; Auskunftsmöglichkeiten; Verkehrsverbund; ansprechendes Tarifsysteem; Komfort der Züge; Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit; abgestimmte Anschlüsse zwischen Bahn und Bus

SUTER 2006

Tabelle 25: Variablenliste für die Analyse der Wechselwirkungen bezüglich der Kapazität der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau. Es können gleichzeitig sowohl „harte“ wie auch „weiche“ Einflussgrössen in die Untersuchung miteinbezogen werden.

Im nächsten Schritt geht es darum, die Rolle der Variablen anhand ihrer gegenseitigen Wechselwirkungen zu untersuchen, mit welchen Komponenten und auf welche Weise sich das System steuern lässt. Dazu muss eine Vernetzungsmatrix aufgebaut (Tabelle 26) und anschliessend interpretiert werden. Diese Darstellung gibt einen Überblick über die inneren Zusammenhänge im System „Kapazität der Eisenbahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau“ und bildet die Grundlage für die Interpretation der Wechselwirkungen. Es soll darum gehen, mit den einzelnen Argumenten ein Beziehungsnetz als Entscheidungshilfe aufzubauen. Dazu werden wiederum die Produkte aus den Aktivsummen und Passivsummen zusammen mit den Quotienten aus den Aktivsummen und Passivsummen in einem Koordinatensystem eingetragen. Damit entsteht eine grafische Darstellung (Abbildung 39), in der die Positionen der Variablen zwischen den vier Schlüsselrollen „aktiv“, „passiv“, „kritisch“ und „still“ ersichtlich sind. (VESTER 2002: 234)

aktive Beziehung	von \rightarrow auf																	Aktivsumme	Quotient (Aktivsumme/Passivsumme)	
	1. Wirtschaftsförderung	2. Gütertausch	3. Infrastrukturausbau Schiene	4. Infrastrukturausbau Strasse	5. Kostenzurechnung	6. Belastung der Strassen	7. Umwelteinwirkungen	8. Landschaft	9. Lebensqualität	10. Siedlungsentwicklung	11. PKW-Verkehr	12. Tourismus	13. S-Bahnverkehr (NRPV)	14. Regionalverkehr (RPV)	15. Direkter Personenverkehr (DPV)	16. Freizeit/Tourismus Schiene (F+T)	17. Güterverkehr Schiene	18. Angebotsqualität Bahn		
1. Wirtschaftsförderung	-	2	1	2	0	2	2	1	1	0	2	1	0	0	1	1	2	1	24	1.14
2. Gütertausch	0	-	1	3	0	3	2	1	1	0	2	1	0	0	1	0	2	1	18	1.06
3. Infrastrukturausbau Schiene	2	3	-	0	0	2	3	1	2	2	1	2	3	3	3	3	2	35	1.84	
4. Infrastrukturausbau Strasse	2	3	1	-	1	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	0	33	1.83	
5. Kostenzurechnung	1	1	3	1	-	2	2	1	2	2	1	1	3	2	3	2	3	32	2.46	
6. Belastung der Strassen	0	1	2	3	1	-	3	1	2	1	2	3	2	1	2	1	0	26	0.76	
7. Umwelteinwirkungen	1	1	1	0	3	0	-	2	3	2	1	1	2	2	1	2	1	25	0.64	
8. Landschaft	0	0	0	0	1	0	1	-	2	2	0	3	0	1	1	3	0	14	0.7	
9. Lebensqualität	2	0	0	1	0	1	2	1	-	3	2	3	1	1	1	2	1	21	0.58	
10. Siedlungsentwicklung	2	1	1	2	0	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2	1	1	28	0.9	
11. PKW-Verkehr	0	0	0	2	1	3	3	1	2	1	-	2	2	1	2	2	0	22	0.85	
12. Tourismus	1	1	1	2	0	2	2	2	2	2	3	-	1	2	2	3	0	28	0.88	
13. S-Bahnverkehr (NRPV)	2	0	2	0	1	3	3	1	3	3	2	1	-	2	2	1	1	29	1.07	
14. Regionalverkehr (RPV)	1	0	1	0	1	2	2	1	2	2	1	2	2	-	2	2	1	23	0.85	
15. Direkter Personenverkehr (DPV)	2	0	2	1	1	2	3	1	2	2	1	2	1	2	-	3	1	28	0.88	
16. Freizeit/Tourismus Schiene (F+T)	1	0	1	0	0	2	2	1	2	2	1	3	2	2	-	0	2	23	0.74	
17. Güterverkehr Schiene	2	2	2	1	3	3	3	1	2	2	0	0	0	1	1	0	-	24	1.04	
18. Angebotsqualität Bahn	2	2	0	0	0	2	2	0	3	2	1	2	3	3	3	3	-	31	1.72	
Passivsumme	21	17	19	18	13	34	39	20	36	31	26	32	27	27	32	31	23	18		
Produkt (Aktivsumme*Passivsumme)	504	306	665	594	416	884	975	280	756	868	572	896	783	621	896	713	552	558		

Bewertungsskala (blaue Zahlen):
 0 = keine Einwirkung, 1 = schwache Einwirkung, 2 = mittlere Einwirkung und 3 = starke Einwirkung
 SUTER 2006

Tabelle 26: Vernetzungsmatrix mit den Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Variablen. Die Zahlen im zentralen Bereich bezeichnen den Einfluss der Elemente in der linken Spalte auf die Elemente in der oberen Zeile. Hohe Aktivsummen bedeuten grossen Einfluss dieser Variable auf das gesamte System (z.B. Infrastrukturausbau Schiene), hohe Passivsumme haben Variablen, die von Veränderungen im System stark abhängig sind (z.B. Lebensqualität). (Darstellung nach Angaben aus VESTER 2002: 228)

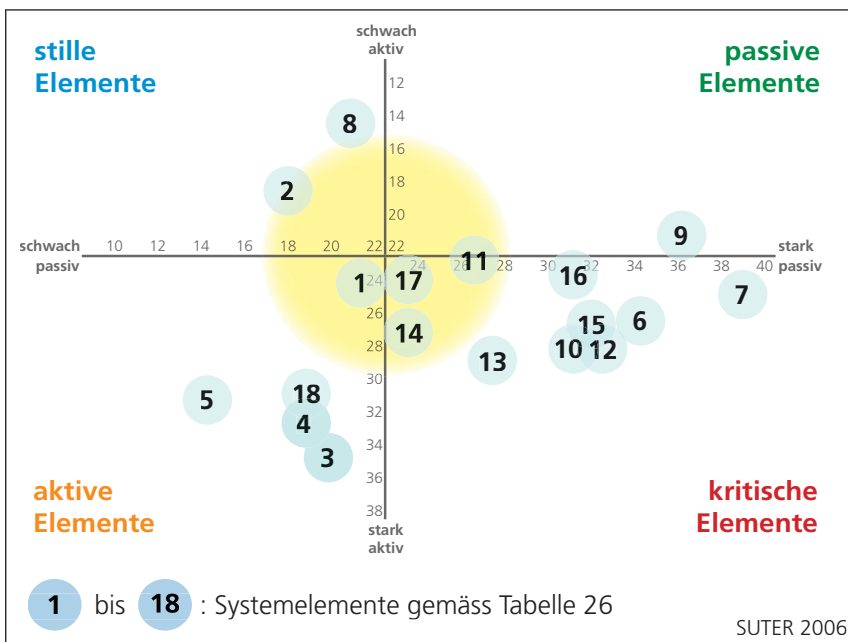


Abbildung 39: Grafik der Rollenverteilung bezüglich der Kapazität der Linie. Die Zahlen bezeichnen die Variablen aus der Vernetzungsmatrix in der vorangehenden Tabelle 26. (Darstellung nach Angaben in VESTER 2002: 234)

Bei der Interpretation der Analyse (Abbildung 39) geht hervor, dass sich das System nach Veränderungen in den Elementen Infrastrukturausbau (3, 4), Kostenzurechnung (5) und Angebotsqualität (18) wieder stabilisiert. Sie besitzen eine aktive Schlüsselrolle. Die Kostenzurechnung zählt eher zu den stillen Elementen. Somit wirkt ein Eingriff eher stabilisierend, während er bei

den ändern, vor allem bei der Infrastruktur, eher destabilisierend wirken kann. Die Belastung der Strassen (6), die Siedlungsentwicklung (10), der Tourismus (12), der S-Bahn Verkehr (13) und der Direkte Personenverkehr auf der Schiene (15) gelten als aktive, kritische Elemente und können somit im System als Beschleuniger angesehen werden. Sie eignen sich demnach dazu, Prozesse im System in Gang zu bringen. Sie unterliegen aber der Gefahr der Aufschaukelung und Umkipfung, was bei Veränderungen bei diesen Elementen berücksichtigt werden muss. Die Umwelteinwirkungen (7), die Lebensqualität (9) und der Freizeit-/Tourismusverkehr Schiene (16) können bei kleinen Veränderungen bereits auf das System wirken, da sie im kritisch-passiven Bereich liegen und sowohl als Indikatoren wie auch als Initialzündung einsetzbar sind. Hingegen sind der Gütertausch (2) und die Landschaft (8) weder zu Steuerung des Systems noch zu deren Kontrolle geeignet. Immerhin kann die Landschaft auch als Indikator eingesetzt werden. Die Elemente Wirtschaftsförderung (1), PKW-Verkehr (11), Regionalverkehr auf der Schiene (14) und Güterverkehr Schiene (17) liegen in der Mitte der Grafik im neutralen Bereich (gelb markiert) und eignen sich deshalb nicht zur Steuerung, aber zur Selbstregulierung des Systems.

Zusammen mit den Ergebnissen aus den Untersuchungen über die Nachfrage, gelten folgende Erkenntnisse für den Modellfahrplan im Personen- und Güterverkehr: Infrastrukturausbau und Angebotsqualität sind die wichtigsten Elemente zur Steuerung des Systems und bei der Planung des Fahrplans in den Vordergrund zu stellen. Dies stützt die Aussage im Abschnitt 4.4, dass die Verkehrsplanung vermehrt angebotsorientiert erfolgen sollte. Die Umwelteinwirkungen und die Lebensqualität können bei einem Eingriff destabilisierend auf das System wirken, was für die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene spricht. Dies gilt auch für den Personenverkehr, wenn auch in etwas kleinerem Umfang. Aus diesen Erkenntnissen geht hervor, dass die Canfranc-Strecke sowohl für Güter- als für Personenzüge genutzt werden sollte. Um das Verhältnis der beiden Verkehrsarten festzustellen, werden drei grundsätzliche Varianten aufgestellt und mittels Nutzwertanalyse untersucht:

Variante 1: Schwergewicht Güterverkehr mit maximal 20 durchgehenden Personen- und 48 durchgehenden Güterzügen (total 68 durchgehende Züge)

Variante 2: Schwergewicht Güterverkehr mit maximal 34 durchgehenden Personen- und 38 durchgehenden Güterzügen (total 72 durchgehende Züge)

Variante 3: Schwergewicht Personenverkehr mit maximal 52 durchgehenden Personen- und 22 Güterzügen (total 74 durchgehende Züge)

Die unterschiedliche Zahl der insgesamt durchgehend verkehrenden Züge ist mit den unterschiedlichen Geschwindigkeiten von Personen- und Güterzügen zu begründen. Als Konzept wurde der in Ziffer 2.4 vorgestellte integrale Taktfahrplan ausgewählt, der vor allem im Bereich der Planung und regelmässigen Nutzung der Infrastruktur grosse Vorteile aufweist.

Die Beurteilungskriterien für die folgende Nutzwertanalyse wurden in die Hauptgruppen „Gesellschaft“, „Umwelt“, „Wirtschaft“ und „politische Ziele“ gegliedert.

Beurteilungskriterien	Gewichtung	Variante 1: 20 Personen-, 48 Güterzüge		Variante 2: 34 Personen-, 38 Güterzüge		Variante 3: 52 Personen-, 22 Güterzüge	
		Bew.	Pte.	Bew.	Pte.	Bew.	Pte.
Gesellschaft	20%						
• Lebensqualität	40%	3	0.24	6	0.48	5	0.40
• Nachfrage im Personenverkehr	40%	3	0.24	6	0.48	5	0.40
• Siedlungsentwicklung	20%	4	0.16	5	0.20	6	0.24
Umwelt	30%						
• Luftschadstoffe reduzieren	30%	6	0.54	5	0.45	3	0.27
• Sicherheit im Strassenverkehr erhöhen	35%	4	0.42	5	0.53	4.5	0.47
• Infrastrukturkosten vermindern	15%	6	0.27	5	0.23	4	0.18
• Lärmemissionen reduzieren	20%	6	0.36	5	0.30	4	0.24
Wirtschaft	30%						
• Regionalentwicklung	30%	5	0.45	5	0.45	4	0.36
• Standortvorteile für Unternehmen	20%	5	0.30	4	0.24	3	0.18
• Nachfrage im Tourismus	20%	3	0.18	5	0.30	6	0.36
• Nachfrage im Güterverkehr	30%	6	0.54	5	0.45	3	0.27
politische Ziele	20%						
• Wirtschaftlichkeit	30%	6	0.54	5	0.45	3	0.27
• Grundversorgung verbessern	10%	3	0.09	5	0.15	6	0.18
• Verkehrsverlagerung auf Schiene	25%	6	0.45	5	0.38	3	0.23
• Weissbuch der EU-Kommission	35%	5	0.53	5	0.53	4	0.42
Total Punkte			3.70		4.10		3.37
Rang			2.		1.		3.

Bew. = Bewertung: 6=sehr gut; 5=gut; 4=genügend; 3=ungenügend; 2=schlecht; 1=unbrauchbar
Pte. = Punkte je Beurteilungskriterium gemäss Gewichtung

SUTER 2006

Tabelle 27: Nutzwertanalyse zur Auswahl der besten von drei Varianten für den Modellfahrplan.

Aus der Nutzwertanalyse geht die Variante 2 als beste für den Modellfahrplan der Eisenbahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau hervor. Die Punkteverteilung gemäss den gewichteten Beurteilungskriterien ist in Tabelle 27 ersichtlich.

6.3 Der Modellfahrplan für die Canfranc-Strecke

Das Konzept ist zusammen mit dem grafischen Fahrplan in Beilage 1 nachvollziehbar. Dieses Dokument ist wie folgt aufgebaut: Als Kopf des Fahrplans ist am linken Rand das Streckenprofil abgebildet (siehe auch Anhang 1), bei dem alle Angaben im Sinne der Fahrtrichtung von Zaragoza nach Pau (Sinn der Kilometrierung) zu betrachten sind. Es umfasst von links nach rechts

- die Höhenangaben der Bahnhöfe und Haltestellen in m über Meer,
- die grafische Darstellung des Höhenprofils, welches zur besseren Leserlichkeit 37fach überhöht gezeichnet wurde. Das Profil enthält die Tunnels, deren Längen in m sowie den Betrag der grössten Gefälle und Steigungen zwischen den Bahnhöfen bzw. Haltestellen in ‰,
- die grafische Darstellung der wichtigsten Gleisanlagen mit der Lage der Bahnhöfe und Haltestellen sowie die Abzweigstrecken,
- die Lage der Blockstellen (mit einem „+“ markiert),
- die Namen der Bahnhöfe und Haltestellen,
- die Entfernung zwischen den Bahnhöfen bzw. Haltestellen in km,
- die Entfernung ab Zaragoza in km (Kilometrierung).

Im oberen Teil des Fahrplans befindet sich die Strecke Zaragoza - Huesca - Pau (311,16 km), im unteren Teil die direkte Verbindungslinie zwischen Zuera und Turuñana (39,75 km). Die Lage der Abzweigungen sind in der grafischen Darstellung der Gleisanlage (Bahnhöfe Zuera und

Turuñana) ersichtlich. Ein km Streckenlänge entspricht einer Länge von 1,3 mm auf der Wegachse (vertikal) des Fahrplans. Die Zeitachse (horizontal) ist für jeden Bahnhof bzw. Haltestelle eingetragen und in Abständen zu 10 Minuten unterteilt. Der Streckenabschnitt Zaragoza-Delicias - Zuera bildet dabei auf Grund zu kurzer Abstände zwischen den Haltestellen eine Ausnahme, um die Leserlichkeit zu verbessern. Eine Stunde entspricht einer Länge von 60 mm auf der Zeitachse des Fahrplans. Die Grafen der Züge sind (auf der Originalversion) farbig eingetragen, wobei für Güterzüge blaue, für AVE/TGV-, Schnell- und InterRegio-Züge rote und für Züge des Personen-Nahverkehrs violette Linien verwendet wurden.

Dem Modellfahrplan liegen die Bedürfnisse der verschiedenen Kategorien zu Grunde, die in den vorangehenden Abschnitten vorgestellt und erklärt wurden.

Güterverkehr		Minimum	Maximum	Bemerkung
		Tonnen pro Jahr		
Konventioneller Wagenladungsverkehr (WLG)	General Motors España S.A.	260'000	760'000	1)
	Harineras Villamayor S.A.	100'000	100'000	Kooperation
Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr (UKV)		keine Angaben		
Rollende Landstrasse (RoLa)		250'000	890'000	Bruttogewicht Lastwagen 2)
Total		610'000	1'750'000	

1) 2 x 500 t werktags und 3 x 2100 t täglich
2) abgeleitet nach den Verkehrszahlen in Tabelle 14

SUTER 2006

Personenverkehr		Minimum	Maximum	Bemerkung
		Personen pro Jahr		
Nahverkehr Zaragoza (NRPV)		keine Angaben		Halbstundentakt
Nahverkehr Pau (NRPV)		keine Angaben		Stundentakt
Regionalverkehr (RPV)		keine Angaben		Zweistundentakt
Direkter und internationaler Verkehr (DV)		144'000	980'000	50% an F+T
Freizeit und Tourismus (F+T)		144'000	980'000	50% vom DV
Total		288'000	1'960'000	

SUTER 2006

Tabellen 28a/28b: Zusammenstellung der geschätzten Verkehrszahlen für den Güter- und Personenverkehr auf der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau.

Tabellen 28a und 28b zeigen einen Überblick der Ergebnisse. Eine entscheidende Grösse bildet das Verhältnis zwischen Personen- und Güterzügen, wozu mittels Nutzwertanalyse (Tabelle 27) die Variante mit maximal 34 durchgehenden Personen- und 38 durchgehenden Güterzügen ausgewählt wurde. Im Modellfahrplan wurden die Züge des Güterverkehrs zu 38% an den UKV (14 Züge) und zu je 31% an die RoLa und den konventionellen Wagenladungsverkehr (je 12 Züge) vergeben. Dieses Verhältnis kann jederzeit angepasst werden. Das Modell soll zudem eine Vernetzung aller Linien des öffentlichen Verkehrs im Einzugsgebiet ermöglichen, was heute fehlt. Als Knotenbahnhof ist Jaca ausgewählt worden, da die Stadt im Zentrum der Bahnlinie am meisten Einwohner zählt und sich dort zahlreiche Buslinien treffen. In Jaca kreuzen sich somit tagsüber alle zwei Stunden je zwei Regional- und zwei direkte Personenzüge sowie alle zwei Stunden in der Regel vier Güterzüge. Zusätzlich verkehren je zwei AVE/TGV-Züge und je ein Nachtschnellzug in beide Richtungen.

Zwischen Zaragoza und Zuera verkehren Nahverkehrszüge im Halbstundentakt mit teilweiser Verlängerung bis Ayerbe über Gurrea de Gállego (Verbindungsline), zwischen Pau und Oloron-Ste-Marie verkehren sie im Stundentakt. Damit bleibt Spielraum für den Güterverkehr, für welchen entsprechende Reserven eingerechnet werden müssen.

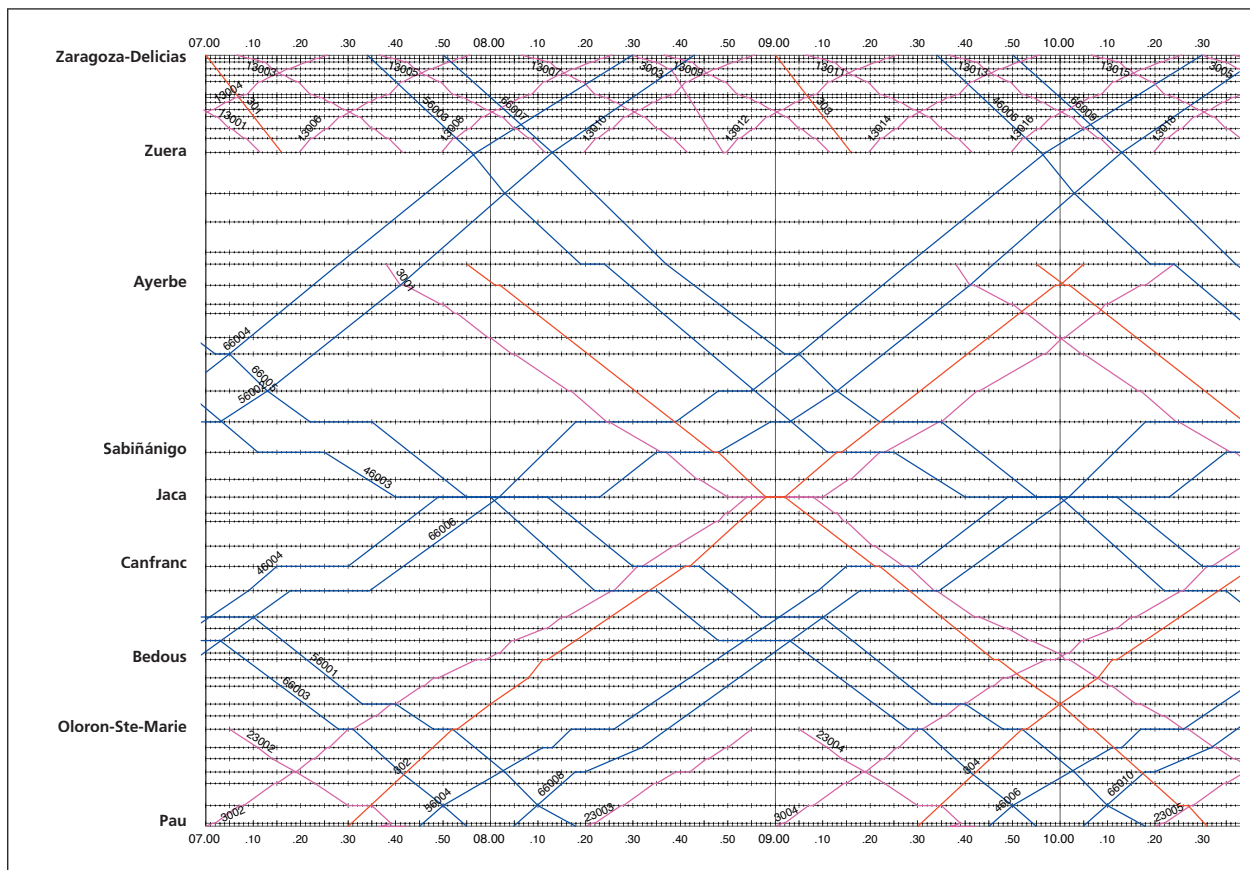


Abbildung 40: Ausschnitt aus dem integralen Taktfahrplan für die Linie Zaragoza - Canfranc - Pau. Die Farben bedeuten rot = direkte Personenzüge, rosa = Regional- und Nahverkehrszüge, blau = Güterzüge. Deutlich sichtbar ist der Knoten Jaca, wo sich jeweils vier Züge kreuzen. (Darstellung mit Programm OPEN TRACK)

Abbildung 40 zeigt einen Ausschnitt dieses grafischen Fahrplans mit dem Konzept des integralen Taktfahrplans, welcher sich zur Planung zusätzlicher Trassen, die nach Bedarf vergeben werden können, eignet. Ein wichtiger Punkt ist die Einplanung von Pufferzeiten in genügendem Umfang, welche die Stabilität des gesamten Fahrplansystems bei einzelnen Verspätungs- und Störungsfällen gewährleisten sollen.

Für den Regionalverkehr (RPV) und für den Direkten Verkehr (DPV) wurde ein Fahrplan ausgearbeitet, der auf dem Zweistundentakt basiert. Auf den Zugsausgangsbahnhöfen Zaragoza und Pau verkehren je zwei Regionalzüge durchgehend auf der ganzen Linie (via Huesca) mit Halt an allen Stationen bis an die entsprechenden Bestimmungsbahnhöfe Pau bzw. Zaragoza. Aufgrund der Symmetrieeigenschaften des integralen Zweistunden-Taktfahrplans kreuzen sie sich jeweils zur vollen Stunde mit dem Gegenzug der gleichen Kategorie. Im Knoten Jaca werden sie von den nachfolgenden Schnellzügen überholt, welchen sie bis zum Bestimmungsbahnhof folgen. Mit diesem Grundmuster kreuzen sich die Regionalzüge ausser in Jaca in Tardienta, Sta. María y la Peña und Bedous, die Schnellzüge auf dem Doppelspurabschnitt bei Villanueva de Gállego sowie in Ayerbe und St.Christeau-Lurbe. Auf diese Weise verkehren je sieben Zugspare, die sich zweistündlich von 09.00 Uhr bis 21.00 Uhr in Jaca kreuzen. Die zusätzlichen zwei AVE-/TGV-Züge tagsüber und der Nachtzug verkehren in eigener Fahrlage dazwischen.

Die spanischen S-Bahn-Züge benötigen aus Kapazitätsgründen eine Doppelspurstrecke zwischen Zaragoza und Zuera, damit sie im erforderlichen Halbstundentakt verkehren können. Vier dieser Züge werden ab Zuera via Gurrea de Gállego bis nach Ayerbe verlängert, wo sie auf der Hinfahrt

die Anschlussmöglichkeit an den Regionalzug Richtung Pau vermitteln. In der umgekehrten Fahrtrichtung ist dies in Ayerbe nicht möglich, da sie wegen der Fahrlage der Züge die vorgegebene Taktfahrordnung in Zuera Richtung Zaragoza-Delicias nicht erreichen könnten. Die Anschlussmöglichkeit kann jedoch in Truruñana vermittelt werden, sofern es die Sicherungsanlage erlaubt, dass dort der S-Bahn-Zug und der nachfolgende Regionalzug hintereinander auf dem gleichen Gleis einfahren kann. Zwischen Pau und Oloron-Ste-Marie verkehren zwischen 06.00 und 23.00 Uhr S-Bahn-Züge alternierend zu den Regionalzügen im Zweistundentakt, die sich in Buzy-en-Béarn kreuzen. Die Linienkapazität für den Personenverkehr ist in folgender Tabelle 29 zusammengestellt:

Personenverkehrsangebot auf der Grundlage des Modellfahrplans													
Zugsgattung	Nummer von	bis	Anzahl Züge	Zuglauf	km	Typ	Plätze			Personen-km	Personen/Tag		
							Sitz-	Steh-	Nacht			Total	
S-Bahn	S	13001	13060	60	ZAD - ZU	35	Flirt	180	297		477	1'001'700	28'620
		13101	13108	8	ZAD - AY	82	Flirt	180	297		477	312'912	3'816
		23001	23018	18	OLSM - PAU	35	Flirt	180	297		477	300'510	8'586
Regio	R	3001	3014	14	ZAD - HUE - PAU	311	Flirt	180			180	783'720	2'520
InterRegio	IR	301	314	14	ZAD - HUE - PAU	311	Komp	300			300	1'306'200	4'200
AVE	EC	101	104	4	ZAD - GDG - PAU	275	S 102	316			316	347'600	1'264
Nacht	EN	201	202	2	ZAD - GDG - PAU	275	Komp	20		248	268	147'400	536
Total										2'495	4'200'042	49'542	
AY	Ayerbe												
GDG	Gurrea de Gállego (Verbindungsline Zuera - Turuñana)												
HUE	Huesca												
OLSM	Oloron-Ste-Marie												
PAU	Pau												
ZAD	Zaragoza-Delicias												
ZU	Zuera												
Flirt	Nahverkehrszug der Schweizer Firma Stadler (bereits von der Südostbahn getestet und bestellt)												
Komp	Konventioneller Zug mit Lokomotive und Personenwagen												
S 102	Spanischer Hochgeschwindigkeitszug der Firmen Bombardier und Talgo Patentes S.A.												

SUTER 2006

Tabelle 29: Übersicht der Personenzüge des Modellfahrplans mit Laufleistung und Anzahl Plätzen.

Das Rollmaterial wurde nach folgenden Kriterien ausgewählt: Empfehlung durch Experten während der laufenden Untersuchung, Eignung auf starken Gebirgsstrecken, Logistik (Unterhalt, Systemeigenschaften), technische Daten und Komfort. Dabei kommen auf dem Modellfahrplan für den Nah- und Regionalverkehr der international bewährten Triebzüge „Flirt“ der Firma Stadler zum Einsatz. Für den direkten Verkehr wurden konventionelle Züge ausgewählt. Die durchgehenden Züge aus dem Hochgeschwindigkeitsnetz werden mit dem AVE-Triebzug S 102 von Bombardier/Talgo geführt. Selbstverständlich kann die Auswahl der Züge jederzeit angepasst und im Simulationsprogramm auf ihre Eigenschaften überprüft werden. Der Modellfahrplan mit dem gesamten Personenverkehrsangebot (ausser S-Bahn Zaragoza-Delicias - Zuera) ist im Anhang 5 abgebildet.

Die Güterzüge verkehren zwischen jenen des Personenverkehrs grundsätzlich ebenfalls im Taktfahrplan. Die Regelmässigkeit kann jedoch in der Nacht und in den Randstunden gebrochen werden, da die tagsüber notwendigen Kreuzungen mit den Personenzügen wegfallen. Für den Güterverkehr gilt der Bahnhof Jaca somit ebenfalls als Knotenbahnhof, wo sich jeweils vier Züge kreuzen. Dies bringt logistische Vorteile (Konzentration von Betriebsaufwand für Kreuzungen) sowie effizientere Fahrlagen von Zügen mit verschiedenen Geschwindigkeiten, da sie sich in Jaca überholen können. Dies ermöglicht im Extremfall das Verkehren von täglich zwölf mal vier Zügen, die auf die drei Typen UKV, konventioneller Güterverkehr und RoLa aufgeteilt werden können. Beim vorliegenden Modellfahrplan wurden für alle Güterzüge zwei Zuglokomo-

tiven in Doppeltraktion eingerechnet. Zusatzmassnahmen wie beispielsweise der Schiebedienst auf dem Streckenabschnitt Bedous - Canfranc, Zwischenlokomotiven (Traktion in der Mitte des Zuges) oder die vereinigte Führung zweier Züge werden hier nicht angewendet. Sie stellen jedoch zweifellos Möglichkeiten dar, die Kapazität auf der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau, besonders in Fahrtrichtung Nord - Süd, wesentlich steigern zu können. Ebenso wurden für die Züge beider Fahrtrichtungen die gleiche maximale Anhängelast für 43‰ Steigung berechnet, obwohl die in Richtung Süd - Nord nur maximal 20‰ beträgt. Dies ermöglicht weitere Reserven, die besonders für die Rückführung von leeren Wagen benötigt werden.

Güterverkehrsangebot für Modellfahrplan												
Zugsgattung	Nummer	Anzahl Züge	Zuglauf	km	Traktion	Anzahl Wagen	Lastgrenze/Wagen [t]	Netto-t/		t-Km/Tag		
								von	bis		Zug	Tag
Kombiniertes Verkehr	UKV	45001	45014	14	ZAD - GDG - PAU	275	Re 282	10	42	420	5'880	1'617'000
Konventioneller Verkehr	WLV	55001	55012	12	ZAD - GDG - PAU	275	Re 282	7	68	476	5'712	1'570'800
Rollende Landstrasse	RoLa	65001	65012	12	ZAD - GDG - PAU	275	BB 26000	8	52	416	4'992	1'372'800
Total											16'584	4'560'600
GDG	Gurrea de Gállego (Verbindungsline Zuera - Turuñana)											
PAU	Pau											
ZAD	Zaragoza-Delicias											
Re 282	Güterzugslokomotive der Firma Bombardier, bewährt am Lötschberg und Gotthard, getestet durch die Südostbahn											
BB 26000	Französische Güterzugslokomotive der Firma Alstom, bewährt bei SNCF Fret											

SUTER 2006

Tabelle 30: Übersicht der Güterzüge des Modellfahrplans mit Laufleistung und Lastgrenze der Wagen (Nettotonnen). Bei den Zügen der rollenden Landstrasse schliesst das angegebene Gewicht die Tara des Lastwagens ein.

Somit weist die Linie Zaragoza - Canfranc - Pau mit diesem Modell eine praktikable Tageskapazität von 4'200'042 Personenkilometer und 16'584 Nettotonnen Güter auf. Voraussetzung dazu ist der Betrieb der direkten Verbindungslinie Zuera - Turuñana zur Entlastung der Strecke über Huesca für den Personenverkehr. Zum Vergleich: Die knapp 96 km lange, grösstenteils einspurige Bahnlinie Bern - Langnau - Luzern weist rund 2,3 Millionen werktägliche Personenkilometer auf. Bezogen auf die Länge der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau wären dies 7,4 Millionen Personenkilometer.

6.4 Test des Modellfahrplans mit dem Simulationsprogramm OPEN TRACK

Der Modellfahrplan kann mit dem Simulationsprogramm OPEN TRACK auf seine Machbarkeit unter verschiedenen Bedingungen überprüft werden. Dabei durchlaufen die Züge des Modellfahrplans (siehe Beilage 1) die Strecken gemäss ihren Fahrordnungen und vorgegebenen Parametern wie Verspätungen, Störungen oder Einschränkungen des Schienenzustandes.

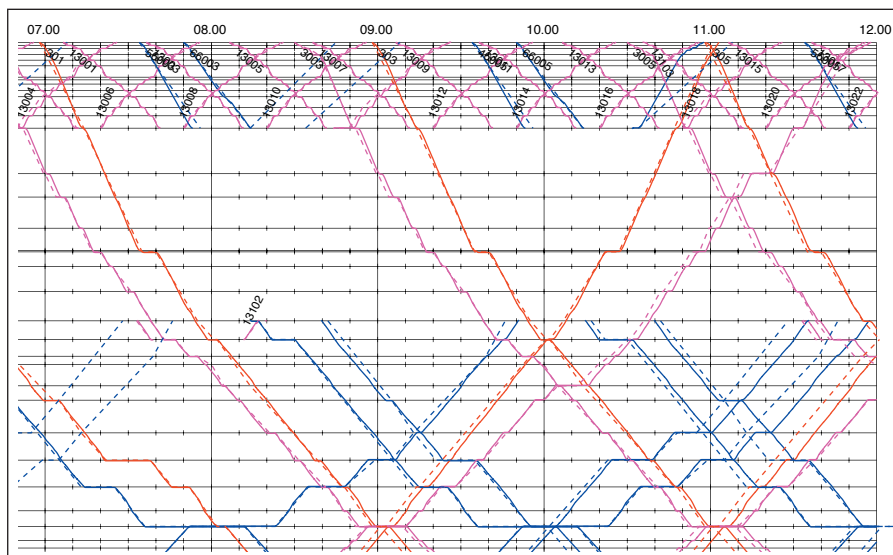


Abbildung 41: Grafische Darstellung einer Simulation der Züge auf dem Streckenabschnitt Zaragoza-Delicias - Castiello zwischen 07:00 und 12:00 Uhr. (Darstellung mit Programm OPEN TRACK)

Aus den Tabellen 29 und 30 geht hervor, dass auf der Canfranc-Strecke 120 Personenzüge (wovon 28 durchgehende) und 38 Güterzüge, insgesamt 158 Züge verkehren. Für jede Simulation können beliebige Züge des Modellfahrplans ausgewählt werden. Um die Stabilität des gesamten Fahrplans zu testen, werden sämtliche 158 Züge gleichzeitig untersucht. In Abbildung 41 ist ein Ausschnitt des Modellfahrplans nach der Simulation dargestellt. Die Soll-Zeiten, wie sie in Abbildung 40 zu sehen sind, entsprechen den gestrichelten Linien. Die ausgezogenen Linien sind die durch die Züge während der Simulation realisierten Fahrplanzeiten. Diese entstehen grundsätzlich dadurch, dass bei den Soll-Zeiten im Modellfahrplan nur die Abfahrts- und Ankunftszeiten auf den Bahnhöfen, nicht aber die unterschiedlichen Streckengeschwindigkeiten und Eigenschaften der Züge berücksichtigt sind. Für die Stabilität des Fahrplansystems zu belegen, müssen die Züge des Modellfahrplans während der Simulation mit allen zulässigen Fahrzeugen und unter Normalbedingungen auf allen Bahnhöfen pünktlich abfahren und ankommen.

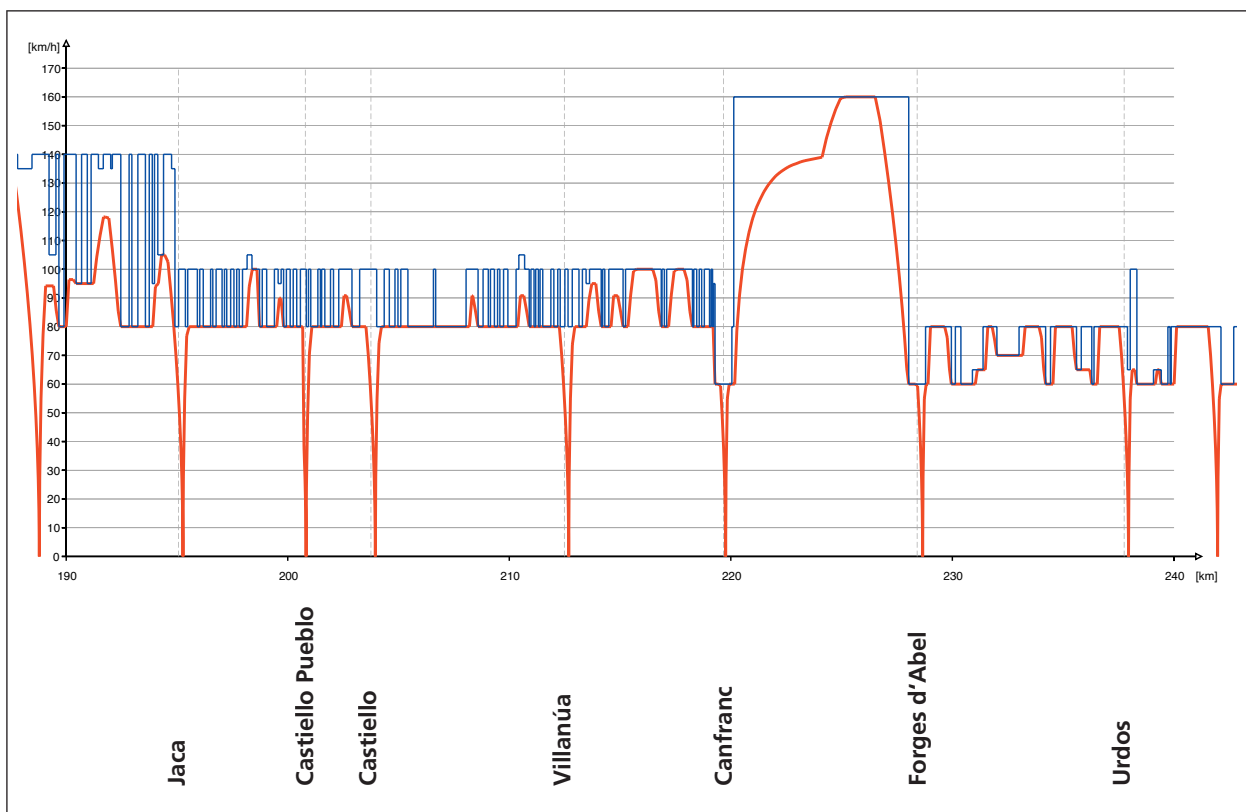


Abbildung 42: Verlauf der Geschwindigkeit des Regionalzuges 3003 auf dem Streckenabschnitt Jaca - Urdos. (Darstellung mit Programm OPEN TRACK, abgeändert)

Abbildung 42 zeigt einen Ausschnitt des Weg-Geschwindigkeits-Diagramms für den Regionalzug 3003, der von Zaragoza-Delicias nach Pau verkehrt. Der rote Graf repräsentiert den Verlauf der Geschwindigkeit des Zuges der blaue die höchst zulässige Geschwindigkeit. Die Bedienung der Bahnhöfe und Haltestellen durch den Regionalzug sind deutlich sichtbar. Auffallend sind die häufigen Änderungen der Geschwindigkeit auf der Strecke, die durch die Kurven zu erklären sind. Im Modellfahrplan wurde bewusst darauf verzichtet, über längere Streckenabschnitte feste Geschwindigkeiten vorzugeben, um die in der Praxis nur schwer realisierbaren kurz aufeinander folgenden Beschleunigungs- und Bremsvorgänge zu verhindern. Auf diese Weise wird die unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren und der Zugeseigenschaften kürzest mögliche Fahrzeit auf der heutigen Trasse erreicht. Der komplexe Geschwindigkeitsverlauf soll aufzeigen, an welchen Stellen sich im Zuge des Umbaus der Gleise von Breit- auf Normalspur auch die Anpassung der Kurvenradien besonders lohnt. Darüber hinaus kann anhand dieser Auswertung der Einsatz von Neigezügen beurteilt werden, deren Zeitersparnis im Musterfahrplan wegen

fehlender Zulassung in Frankreich nicht berücksichtigt wurde. Obwohl der sich der Geschwindigkeitsverlauf nach Musterfahrplan in der Praxis als unzweckmässig oder riskant (irrtümliches Befahren von Kurven mit zu hoher Geschwindigkeit) angesehen würde, sind die Fahrzeiten unter den gegebenen Umständen (Topologie, Fahrzeuge und Betriebszustände) als praktikierbar zu betrachten.

6.5 Zur Wirtschaftlichkeit der Canfranc-Strecke

Die Recherchen dieser Diplomarbeit erlauben eine Gegenüberstellung der geschätzten Kosten und Erträge im Sinne einer groben Analyse. Unter der Annahme der Umverteilung durch Kostenzurechnung verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Linie stark. Direkte Abgeltungen durch den Staat für das Erbringen öffentlicher Dienstleistungen werden in den Bereichen Nahverkehr, Regionalverkehr sowie rollende Landstrasse erwartet, womit durch tiefere Preise die Auslastung gesteuert werden kann.

		Wirtschaftlichkeitsrechnung des Modellfahrplans														
		1)						2)		3)		4)		5)		
		Tägliche Verkehrsleistung			Züge pro Tag	Kapazität pro Zug		Durchschnittsauslastung	Durchschnittskosten	Geschätzter Ertrag	Ertrag aus Kostenzurechnung		Ertrag total	Überschuss		
Z-km	t-km	P-km	p	t	%	Euro / Z-km	Euro / t-km	Euro / P-km	Euro / t-km	Euro / P-km	Euro / Z-km	Euro / Z-km	Euro / Z-km	Euro / Tag		
Güterverkehr	Kombiniertes Verkehr	3'850	1'617'000		14	420	80	25	0.05		0.0699		29	4	13'641	
	Konventioneller Verkehr	3'300	1'570'800		12	476	70	25	0.05		0.0699		28	3	10'908	
	Rollende Landstrasse	3'300	1'372'800		12	416	75	25	0.05		0.0699		27	2	4'965	
Nahverkehr	Zaragoza - Zuera	2'100	1'001'700	60	477	50	12.4		0.085		0.0535		27	14	29'930	
	Zaragoza - Ayerbe	656	312'912	8	477	30	12.4		0.1		0.0535		18	6	3'764	
	Pau - Oloron-Ste-Marie	630	300'510	18	477	40	12.4		0.085		0.0535		21	9	5'621	
Regionalverkehr	Zaragoza - Pau	4'354	783'720	14	180	30	9.9		0.1		0.0535		7	-3	-13'304	
	Direkter Verkehr	4'354	1'306'200	14	300	50	21.7		0.12		0.0535		22	0	1'361	
AVE/TGV-Verkehr	Zaragoza - Pau	1'100	347'600	4	316	50	27.9		0.15		0.0535		28	0	29	
	Nacht	550	147'400	2	268	50	27.9		0.2		0.0535		30	2	1'366	
Total		24'194	4'560'600	4'200'042	158										58'281	

t = Tonnen; P = Personen; Z-km = Zugkilometer; t-km = Tonnenkilometer; P-km = Personenkilometer

1) Verkehrsleistung: gemäss Modellfahrplan und Abschnitt 6.3, Tabellen 29 und 30
2) Durchschnittskosten: Ansatz gemäss Ziffer Abschnitt 2.4, Tabelle 9
3) Geschätzter Ertrag: Kapazität mal Durchschnittsauslastung; Preise gemäss Umfrage
4) Ertrag Kostenzurechnung: Differenz zwischen den externen Durchschnittskosten Strasse und Bahn (Abschnitt 2.4)
5) Überschuss: Differenz zwischen Ertrag und Kosten

SUTER 2006

Tabelle 31: Übersicht über Kosten und Erträge des Güter- und Personenverkehrsangebots gemäss Modellfahrplan.

Die in Tabelle 31 dargestellte Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde nach folgenden Annahmen aufgestellt: Die Durchschnittsauslastung wurde nach den Erfahrungswerten aus der Schweiz tief angesetzt, damit für Spitzenzeiten Kapazitätsreserven ohne Zusatzaufwand bestehen und das finanzielle Risiko durch Fehleinschätzungen möglichst gering bleibt. Bei den Durchschnittskosten wurde aus der Tabelle 9 in Abschnitt 2.4 der jeweils obere Kostenansatz gewählt, um auch hier das finanzielle Risiko tief zu halten (ausgenommen beim direkten Verkehr Zaragoza - Pau, bei welchem auf Grund kürzerer Züge der untere Wert angenommen werden kann). Die Kosten für den Güterverkehr sind Schätzungen. Die Ansätze für die Verkehrserträge sind ebenfalls Schätzungen basierend auf Erfahrungswerten. Beim Personenverkehr wurde darauf geachtet, dass der Unterschied zwischen den verschiedenen Zugskategorien möglichst klein wird. Unter Berücksichtigung der üblichen Abgeltungen im Regionalverkehr kann die Linie Zaragoza - Canfranc - Pau kostendeckend betrieben werden.

7. Schlussfolgerungen

7.1 Hypothesentests

In diesem Abschnitt geht es darum, die Resultate zusammenzufassen und den Hypothesen gegenüber zu stellen. Die Bedürfnisse - getrennt nach Verkehrsarten - wurden in Abschnitt 5.1 behandelt und dargestellt. Beim Personenverkehr steht die massive Verdichtung des Fahrplans und die Verbesserung des Angebots im Vordergrund. Er wurde aufgezeigt, dass 35,3% der befragten Personen bei besserem Fahrplan ihr Reiseverhalten immer, weitere 50,5% möglicherweise anpassen würden. Diese Fakten werden mit zahlreichen Aussagen der Kunden bestätigt. Im Zentrum der Kritik stehen dabei die heute ausserordentlich lange Fahrzeit der Züge und die geringe Zugsdichte. Zwischen Zaragoza und Jaca (193,73 km) beispielsweise könnte die Fahrzeit nach Musterfahrplan um mindestens eine Stunde gekürzt werden. Ein Interregionalzug legt die Strecke in 1 Std. 58 Min. zurück, während der heutige TRD mit nur einem zusätzlichen Halt 3 Std. 05 benötigt. Unter Abschnitt 6.2 wurde mittels Vernetzungsmatrix deutlich, dass die Lebensqualität sensibel auf Veränderungen bei der Kapazität der Bahnlinie reagieren kann. Das eher hohe Produkt aus Aktiv- und Passivsumme bedeutet, dass die Lebensqualität relativ stark von den anderen Elementen beeinflusst wird und umgekehrt. Diese Erkenntnis bedeutet, dass das Bahnangebot recht stark auf die Entwicklung der Siedlungen im Einzugsgebiet wirkt. Die hohe Bewertung der Angebotsqualität durch die Bevölkerung weist auf deren Erwartungen hin und lässt bei Erfüllung auf ein hohes Potential an Fahrgästen schliessen. Der grösste Anteil an möglichen Kunden im Personenverkehr der Bahn ist dem Freizeit- und Tourismusverkehr zuzurechnen. Obwohl der Stichprobenumfang für die Untersuchung der Bedürfnisse im Güterverkehr statistisch als ungenügend angesehen werden muss, kann aus den Ergebnissen eine durchaus hinreichende Nachfrage entnommen werden. Dem gegenüber steht eine Streckenkapazität im Güterverkehr von jährlich 4,5 bis 5,5 Millionen Nettotonnen, je nach Ausbaugrad der Infrastruktur und Effizienz der Betriebsabwicklung.

Hypothese 1: Die Bahnlinie Zaragoza–Canfranc–Pau kann nach gängigen Berechnungsgrundsätzen insgesamt (Güter- und Personenverkehr) hinsichtlich Nachfrage und Betriebsaufwand *kostendeckend betrieben* werden.

Die Hypothese wird angenommen. Die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der Canfranc–Strecke (Tabelle 31) weist über alle Verkehrsarten und unter Berücksichtigung der Kostenzurechnung (Umverteilung der externalisierten Kosten) einen Ertragsüberschuss von 58'281 € pro Tag aus. Es ist offensichtlich, dass nicht alle Verkehrsleistungen auf dieser Linie für sich alleine betrachtet kostendeckend erbracht werden können. Als klassisches Beispiel dafür gilt der Regionalverkehr. Im Sinne der Grundversorgung von Orten und Regionen sollte der Aufwandüberschuss mit Abgeltungen für den Regionalverkehr gedeckt werden.

Hypothese 2: Die Erfahrungen bei bestehenden Bahnlinien zeigen für die Linie Zaragoza–Canfranc–Pau die technische und betriebliche Machbarkeit hinsichtlich der *Verlagerung des Güterverkehrs* von der Strasse auf die Schiene auf.

Die Hypothese wird angenommen. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl von Seiten der kontaktierten Unternehmen Südostbahn, SBB, RAlpin, Ökombi und Crossrail wie auch von Seiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich grundsätzlich keine Zweifel an der technischen und betrieblichen Machbarkeit angebracht werden. Die Entwicklung von Lokomotiven und Wagen ermöglicht es heute, Züge mit grösserer Anhängelast über die Steilrampen und engen Kurven

bei weniger Lärmemissionen zu befördern. Vorbehalte werden lediglich bei der Höhe der Betriebskosten geäußert; dem gegenüber stehen jedoch die vermiedenen Strassenverkehrskosten. Die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene bedarf somit einer politischen Flankierung.

Hypothese 3: Für den Personenverkehr ist bei gegebener Infrastruktur das Angebot für den Erfolg entscheidend. Sowohl im Bereich *Tourismus* als auch im *Regional- und Fernverkehr* kann für die Bahnlinie Zaragoza–Canfranc–Pau eine *Nachfrage* für eine *nachhaltige Verkehrsentwicklung* nachgewiesen werden.

Die genannte Hypothese kann aufgrund der Ergebnisse teilweise bestätigt werden. Im Kapitel 4.1 wurde festgestellt, dass im Sinne der nachhaltigen Entwicklung auch im Personenverkehr intermodale Modelle zu fördern sind. In diesem Sinne ist es wichtig zu berücksichtigen, dass ein Grossprojekt wie das transeuropäische Hochgeschwindigkeitsnetz nicht alleine für sich betrieben werden kann. Der Verkehr ist ein komplexes System, bei dem die Vernetzungen und Wechselwirkungen mit den übrigen Systemkomponenten eine grosse Rolle spielen. Sowohl die Umfrageergebnisse als auch die Netzwerkmodelle zeigen, dass dem Angebot sowie der Dienstleistungsqualität für den Erfolg der Bahnlinie grosse Bedeutung zugemessen werden muss. Es wurde auch deutlich, dass die Hälfte aller ausgeführten Reisen tourismus- und freizeitorientiert sind. Der Nachweis über eine ausreichende Nachfrage im Personenverkehr ist insofern unvollständig, dass einerseits im ankommenden Verkehr die Grundgesamtheit fehlt, und andererseits die für zuverlässige Aussagen notwendige Kalibrierung des Gravitationsmodells nicht ausreichend gelungen ist. Die geringe Bevölkerungsdichte ausserhalb der Zentren bei starken Schwankungen der Einwohnerzahlen durch die Zweitwohnungen gelten als weitere Unsicherheitsfaktoren.

Hypothese 4: Die *effiziente Zusammenarbeit* zwischen *Infrastrukturbetreiber* und den produzierenden *Verkehrsunternehmen* steigert Produktivität und Kundennutzen. Sie hilft zudem mit, mögliche Konflikte zwischen den Beteiligten zu verringern und spielt somit eine wesentliche Rolle für das Ergebnis.

Diese Hypothese wird angenommen. Die Trennung von Infrastruktur und Eisenbahnverkehrsunternehmen wird im Sinne der Europäischen Bahnreformen und der Liberalisierung nicht in Frage gestellt. Der Vollzug der Trennung muss jedoch in einer Weise erfolgen, die das enge Netzwerk des Systems Bahn nicht beschädigt. Es muss sichergestellt werden, dass das Systemwissen erhalten bleibt, und dass das personelle, betriebliche und technische Zusammenwirken aller Bereiche nach wie vor funktioniert. Bei der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau ist die Zusammenarbeit zwischen dem Infrastrukturunternehmen und den Netzzugängern besonders wichtig, da die schwierigen Verhältnisse auf der Gebirgsstrecke hohe Anforderungen an den Betriebsablauf stellen. Das Beispiel von Dienstleistungen wie Schiebe-, Rangier- und Hilfsdienst durch den Infrastrukturbetreiber ermöglicht eine effizientere Betriebsführung, höhere Angebotsqualität und steigert damit die Produktivität und den Kundennutzen. Die fortschreitende Liberalisierung im Güter- und Personenverkehr erschwert die flächendeckende Präsenz der Dienste durch die Eisenbahnverkehrsunternehmen. Wenn das Infrastrukturunternehmen zusätzliche Dienstleistungen für die Netzzugänger erbringt, wird ein bewährtes System aus dem bisherigen Eisenbahnbetrieb übernommen.

7.2 Fazit aus den Ergebnissen

Das Weissbuch der Europäischen Kommission gilt als Leitlinie für die Verkehrspolitik mit dem Ziel, dem ständig wachsenden Verkehr mit nachhaltig wirksamen Massnahmen gerecht zu werden. Dabei wird die hohe Angebotsqualität als vordringlich genannt, und es sollen auch die

Erfahrungen vorbildlicher Verkehrssysteme beigezogen werden. Bei der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau spricht das Dokument von einem vorhersehbaren Bedarf. Verkehrsmessungen im Aspentäl aus dem Jahre 1999 zeigen, dass wöchentlich im Durchschnitt 850 LKW und 8'467 PKW das Tal passieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Kosten des Güterverkehrs auf der Strasse im Durchschnitt um den Faktor 4,9 und im Personenverkehr um den Faktor 3,3 höher ausfallen als die entsprechenden Transporte auf der Schiene. Bei der Kostenzurechnung geht es darum, die Kostendifferenzen zwischen Bahn- und Strassengüterverkehr dem Verursacherprinzip entsprechend umzuverteilen. Einige Schadstoffgrenzwerte wurden bereits im Jahr 1999 erreicht; die Vorschriften zum Schutz der Bevölkerung und Umwelt können durch die Einwirkungen des Strassenverkehrs kaum mehr eingehalten werden. Dazu kommt das Risiko durch den Transport von gefährlichen Gütern auf der gebirgigen Strasse. Bezüglich der Umwelteffizienz schneidet die Strasse im Vergleich zur Bahn (im Verhältnis 1:5) wesentlich schlechter ab. Als weitere Wirkung auf die Umwelt müssen auch die Strassenverkehrsunfälle angesehen werden, zu deren Verminderung die Verkehrsverlagerung direkt beiträgt.

Weder in Spanien noch in Frankreich bestehen klare Definitionen über das Mindestangebot im öffentlichen Verkehr. Mit einer angebotsorientierten Planung kann die Wirtschaftlichkeit der Verkehrsunternehmen und die Lebensqualität gleichermaßen verbessert werden, was die Entwicklung der betroffenen Regionen fördert. Die Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau durchquert Tourismusgebiete mit internationaler Bedeutung. Die intakte Landschaft und Umwelt ist dabei von erheblicher Bedeutung. Es sind vielerorts Verkehrsberuhigungsmassnahmen zu Gunsten der Wohn- und Lebensqualität nötig, wobei der öffentliche Bahn- und Busverkehr eine grosse Rolle spielt, wie dies in anderen Tourismusgebieten nachgewiesen worden ist.

7.2.1 Gründe für die Wiedereröffnung der durchgehenden Bahnlinie

Die Nachfrage nach Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr auf der Bahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau ist genügend gross. Von den Transportmengen her gesehen steht der Güterverkehr klar im Vordergrund: Die für diese Studie befragten Unternehmen weisen zusammen mit jährlich rund 5,6 Millionen Tonnen Gütern ein grösseres Transportvolumen auf, als heute insgesamt auf der Schiene zwischen Spanien und Frankreich und umgekehrt transportiert wird (4,2 Millionen Tonnen). Zudem zeigt die Tatsache, dass Spanien jedes Jahr 1,5 bis 2 Millionen Tonnen Mais aus Frankreich importiert, ein eindeutiges Güterverkehrspotential für die Bahn: 30% der gesamten Importmenge von Mais erfordern auf der Canfranc-Strecke täglich 5 - 6 Güterzüge zu je 420 Tonnen Mais. Die durch die Unternehmen gewünschten Verbesserungen bei der Angebotsqualität kann erbracht werden, wie das die Beispiele des Unbegleiteten Kombinierten Verkehrs (UKV) und der Rollenden Landstrasse (RoLa) durch die Alpen zeigen. Auch hinsichtlich der Verkehrsströme von und nach der neuen Logistikplattform PLAZA in Zaragoza und der heute aufwändigen Eisenbahntransporte zwischen der Iberischen Halbinsel und dem übrigen Europa durch die unterschiedlichen Spurweiten der Gleise ist es leicht nachvollziehbar, dass die Nachfrage im Güterverkehr die (mit dem Simulationsmodell nachgewiesene und praktikable) Tageskapazität von 4'200'042 t-km erreicht. Für den Personenverkehr kann ebenfalls in allen Unterkategorien (S-Bahn, Regionalverkehr, direkter und internationaler Personenverkehr) eine ausreichende Nachfrage nachgewiesen werden. Für den Modellfahrplan des S-Bahn- und Regionalverkehrs sind folgende Punkte ausschlaggebend:

- gewünschte Zugsdichte (S-Bahn Zaragoza - Zuera: Halbstundentakt, S-Bahn Pau - Oloron-Ste-Marie: Stundentakt, Regionalverkehr: Zweistundentakt)
- hohe Bereitschaft, bei attraktivem Angebot die Bahn zu benutzen („immer“ oder „häufig“ für Freizeit 41,6%, für Studium 42,9% und für Arbeit 41,7% der befragten Personen)

Für den Direkten Personenverkehr (DPV) wurde zusätzlich das Gravitationsmodell angewendet und auf diese Weise ein Potential für die Canfranc-Strecke von bis zu 1'960'000 Personen pro Jahr ermittelt (Tabelle 26). Dabei ist zu erwähnen, dass die Hälfte aller Reisen freizeitorientiert sind. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung des Modellfahrplans weist die Rentabilität der Canfranc-Strecke nach: Mit allen Zügen zusammen kann bei einer Durchschnittsauslastung von 30% bis 50% im Personenverkehr und von 70% bis 80% im Güterverkehr ein täglicher Ertragsüberschuss von 77'525 € erzielt werden (Tabelle 29). Wenn die Nachfrage die Transportkapazität übersteigen sollte, kann die Anhängelast der Güterzüge mit betrieblichen Massnahmen (z.B. Schiebe-, Zwischenlok, vereinigte Führung zweier Züge) gesteigert werden, was in diesem Modellfahrplan noch nicht berücksichtigt wurde. Bei einer Auslastung von 40% der Personenzüge nach Musterfahrplan, werden jährlich 34'893'002 € an externalisierten Kosten eingespart (Differenz der Durchschnittskosten Strasse - Bahn in Tabelle 9, multipliziert mit 40% der Personen-km gemäss Musterfahrplan in Tabelle 29). Im Güterverkehr beträgt die Einsparung bei einer angenommenen Auslastung von 70% jährlich 83'767'964 €. Zudem wird die Strasse um rund 200'000 Lastwagen entlastet und damit die Sicherheit entsprechend erhöht. Im Weiteren lässt die festgestellte Vernetzung der Verkehrssysteme eine konsequente unternehmerische Trennung zwischen den verschiedenen Transportarten des Güter- und Personenverkehrs unzweckmässig erscheinen. Deshalb sollten die Überschneidungen bei der Produktion (z.B. Tourismus- und Regionalverkehr, kombinierte Personen- und Güterzüge) es auch weiterhin möglich machen, die unterschiedliche Wirtschaftlichkeit einzelner Geschäftsbereiche durch Quersubventionen auszugleichen.

7.2.2 Schwachstellen und Chancen der Canfranc-Strecke

Aus der qualitativen Forschung und den Gesprächen mit Unternehmern geht hervor, dass die heutige Angebotsqualität der Bahn in Spanien und Frankreich besonders negativ beurteilt wird: Die für den Personenverkehr befragten Personen beurteilen das Fahrplanangebot und insbesondere die nach aktuellem Fahrplan gültigen Reisezeiten als ungenügend. 88,3% dieser Personen beurteilen daher die Garantie der Qualität, 82,5% die Verfügbarkeit als „sehr wichtig“ oder „wichtig“. Auch bei den Unternehmern steht im Zusammenhang mit dem Güterverkehr die Aussage über die ungenügende Zuverlässigkeit der Bahn an erster Stelle. Am Beispiel des Simulationsmodells wird gezeigt, dass die Verkehrsplanung mit modernen Methoden Erkenntnisse für die notwendigen Massnahmen zur erfolgreichen Betriebsabwicklung ermöglicht. Diese Planung sollte zudem vermehrt angebotsorientiert erfolgen, wie das beispielsweise die Erfahrungen der Regionalisierung im Schienenverkehr gezeigt haben. Im Sinne des Weissbuches der Europäischen Kommission, das sich als Leitlinie für die Verkehrspolitik bis 2010 auf die Schwachstellen der Eisenbahn stützt, muss die Angebotsqualität erhöht werden. Zu diesem Zweck sollten auch Erfahrungen aus andern Ländern mit einbezogen und die europaweite Liberalisierung im Schienenverkehr weiter beschleunigt werden.

Die Canfranc-Strecke bietet die Möglichkeit, das Problem der unterschiedlichen Spurweiten zwischen der Iberischen Halbinsel und dem übrigen Europa kurzfristig bis in den Raum Zaragoza zu lösen, indem auf der spanischen Seite Normalspurgleise eingebaut werden. Damit kann die Logistikplattform PLAZA als Europas grösste Einrichtung dieser Art und eine wichtige Industrieregion Nordspaniens erstmals direkt an das Schienennetz Europas angeschlossen werden. Hinsichtlich dem erwarteten Verkehrswachstum genügt die Kapazität der Canfranc-Linie von rund 5 Millionen Tonnen jedoch nur mittelfristig: Die Beobachtungsstelle der EU-Kommission schätzt für die nächsten zehn Jahre ein zusätzliches Verkehrsaufkommen von 100 Millionen Tonnen Güter durch die Pyrenäen. Gleichzeitig verlangt das Weissbuch bis ins Jahr 2010 politische Massnahmen zur Erhöhung der Marktanteile im Personenverkehr von 6% auf 10% und im Güterverkehr von 8% auf 15% bei einer Verdreifachung der Produktivität. Von den heute rund

220 Millionen Tonnen Güter, die durch die Pyrenäen fließen, werden nur knapp 2% (4,2 Millionen Tonnen) per Bahn transportiert. Zusammen mit dem erwarteten Verkehrszuwachs müsste die Bahn bei einem Marktanteil der Europäischen Kommission geforderten 15% in der Lage sein, jährlich 48 Millionen Tonnen Güter aufzunehmen, was mehr als das Zehnfache der heute transportierten Menge darstellt. Bei diesen Dimensionen wird das Bedürfnis nach einem Basistunnel durch die Pyrenäen verständlich. Es gilt jedoch zu bedenken, dass dieses Projekt mit erheblichen technischen und finanziellen Unsicherheiten verbunden ist und mit einer Betriebsaufnahme nur langfristig (möglicherweise in 20 - 25 Jahren) gerechnet werden kann. Ein Vergleich mit der Neuen Alpen-Transversale in den Alpen zeigt, dass sich die ursprünglich veranschlagten 7,8 Milliarden € bis heute mit steigender Tendenz auf rund 10,5 Milliarden € erhöht haben, während bei der Pyrenäen-Transversale mit Baukosten von insgesamt 3,5 Milliarden € gerechnet wird. Die mit der Canfranc-Strecke mögliche Verlagerung der Verkehrsströme und -modalitäten sollte als Grundlage für das Grossprojekt des Basistunnels angesehen werden. Eine normalspurige, elektrifizierte Bahnlinie zwischen Zaragoza und Pau kann kurz- bis mittelfristig gebaut werden, da die aufwändigsten Komponenten der Infrastruktur wie Tunnels, Viadukte, Bahnhöfe und Trassierung bereits bestehen.

Bei der weitgehend eingleisigen Strecke mit schwierigen Eigenschaften im Bereiche der Steigungen und Kurvenradien ist es wichtig, die Möglichkeiten von Kreuzungsstationen ausreichend zu nutzen. Das Simulationsmodell zeigt den Vorteil eines Knotenbahnhofs in Jaca, wo sich bei Vollausslastung des Fahrplans jede Stunde vier Züge kreuzen. Dies hat den Vorteil, dass viele betriebliche Probleme auf einen Ort konzentriert und mit weniger Aufwand behoben werden können. Für die Erhöhung der Kapazität können in den Bereichen der Taktkreuzungen auch Doppelspurinseln eingebaut werden, soweit es die Topografie zulässt. Zudem sollten auch die jeweiligen Nachbarstationen der Taktkreuzungsstationen für das Kreuzen der Züge ausgebaut werden, um auch im einzelnen Verspätungsfall die Angebotsqualität insgesamt garantieren zu können. Der Ausbau der Infrastruktur gemäss Modellfahrplan ist im Streckenprofil des beiliegenden grafischen Fahrplans ersichtlich.

7.3 Diskussion der Arbeit und Beitrag zur Theoriebildung

Diese Diplomarbeit hat für die Bahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau erstmals ein vollständig praktikables Fahrplansystem ausgearbeitet und die Machbarkeit mit dem Simulationsprogramm OPEN TRACK der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich nachgewiesen. Das Angebot im Personen- und Güterverkehr stützt sich auf die Ergebnisse der Untersuchungen über die Nachfrage. Es werden die Erfahrungen aus der Regionalisierung im Schienenverkehr berücksichtigt, indem eine rein nachfrageorientierte Verkehrsplanung eine Negativspirale (geringeres Angebot bewirkt geringere Nachfrage, die das Angebot weiter verringert usw.) bewirken kann. Im Sinne der vernetzten Denkweise wurden alle Verkehrsarten (Personen- und Güterverkehr) sowie die Belange der Infrastruktur in die Betrachtungen miteinbezogen. Der Beitrag dieser Arbeit besteht darin, die Bedeutung der Wechselwirkungen zwischen den Einzelelementen des Verkehrssystems unter veränderten Rahmenbedingungen neu zu erkennen: Die umfangreichen Reformprozesse in der jüngsten Eisenbahntwicklung in Europa haben durch die Trennung von früher zusammengehörenden Komponenten (Infrastruktur und Eisenbahnbetriebe) zum fortschreitenden Verlust von Systemwissen geführt. Für die Zukunft ist es nötig, früher bewährte Praktiken (z.B. Kombination von Güter- und Personenverkehr, gemeinsame Tätigkeiten des Personals verschiedener Geschäftsbereiche und Unternehmen) zu untersuchen und passend in die durch die jüngsten Veränderungen entstandenen Lücken zu integrieren.

Aus den Ergebnissen geht deutlich hervor, dass die *Angebotsqualität bei den Kunden heute im Vordergrund* ihrer Erwartungen stehen. Dies hat zwei Gründe: Durch die Weiterentwicklung von Technologien, durch Veränderung der Produktionsformen mit Arbeitsteilung, durch die Liberalisierung des Verkehrsmarktes und aufgrund des veränderten Mobilitätsverhaltens sind die Anforderungen an die Leistungserbringer im Verkehr gewachsen. Der neue Wettbewerb unter öffentlichen Dienstleistungsbetrieben hat zu einem veränderten Qualitätsbewusstsein geführt. Auf der anderen Seite hat der wachsende Kostendruck sowie in der Folge umfassende Rationalisierungsmassnahmen besonders bei den Eisenbahnen zu Versäumnissen im Qualitätsmanagement geführt, wobei sich die oben erwähnten Verluste im Systemwissen besonders stark auswirken: Die Eisenbahn wurde mehr und mehr unzuverlässig. So zum Beispiel können sich in einem operativen Betriebsleitzentrum, in dem alle Bahnhöfe und Bahnstrecken in einem Radius von mehreren hundert Kilometer zu einem Fernsteuerbezirk zusammengefasst sind, bereits kleine Ereignisse wie Stellwerkstörungen mit einer Kettenreaktion aufschaukeln. Dies führt leicht zu einer Situation, welche die Verantwortlichen des Betriebsleitzentrums nicht mehr ohne gewaltige Verspätungen und Betriebsausfällen lösen können. Die Konzentration von zu viel Verantwortung an einem Punkt kann dann problematisch werden, wenn bereits einzelne Prozesse aus dem Gleichgewicht geraten. Dabei wirkt der Umstand erschwerend, dass mit der Trennung von Infrastruktur und Verkehr auch ein gewisses „Verantwortungsgefühl“ für das ganze System verloren geht. Eine ausgebaute Kommunikation zwischen dem Personal aller Stufen kann dieses Problem lösen. Diese Studie will auch in diesem Sinne die Bedeutung der vernetzten Denkweise aufzeigen: Die geforderte Qualität des Modellfahrplans kann nur garantiert werden, wenn unter anderem gut ausgebildetes und erfahrenes Personal auf Bahnhöfen, Zügen und Servicestellen im Einsatz steht.

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit geht hervor, dass die Angebotsqualität sowohl im Personenverkehr als auch im Güterverkehr der Eisenbahn von Bedeutung ist. Ein umfassendes Qualitätsmanagement gilt als Voraussetzung, da die Qualität eine Führungsaufgabe darstellt. Sowohl in Spanien wie auch in Frankreich fehlt eine starke Dachorganisation für den öffentlichen Verkehr.

Für die Methodik wurde die gesamte Problemstellung in drei Betrachtungsebenen gegliedert: die lokale (Mikroebene), die regionale (Mesoebene) und die internationale (Makroebene). Im Laufe der Untersuchungen hat sich gezeigt, dass auch hier die Vernetzung der drei Ebenen wichtiger ist als vorher angenommen. Drei zusammenfassende Beispiele:

- Die internationalen Güterzüge verkehren über Gleise, die ebenfalls von Zügen der S-Bahn, des Regionalverkehrs und des Fernverkehrs befahren werden. Dabei kommt der Konflikt zur Geltung, dass vom Transportvolumen her gesehen die Güterzüge, von der absoluten Pünktlichkeit her gesehen jedoch die Personenzüge Vorrang haben sollten. Die reine Marktregulierung (Strafgebühren im Verspätungsfall) führt bei diesem Problem zu keiner sinnvollen Lösung, es sind viel mehr Grundsatzverhandlungen zwischen den Marktteilnehmern nötig, welche die vor der Bahnreform gut funktionierende Vortrittsregelung erneut zur Anwendung bringen lassen.
- Die qualitativen Datenerhebungen haben bestätigt, dass die Hälfte aller Reisen freizeitorientiert sind. Diese können aber nicht für sich abgeschlossen einer Betrachtungsebene zugeordnet werden, da die Touristen auf ihren Ausflügen die Verkehrsmittel aller Ebenen gleichzeitig benützen wollen. Somit muss ein Bahn- bzw. Busangebot gleichzeitig verschiedenen Kundenwünschen gerecht werden können: Die Reisenden benützen beispielsweise ab Zaragoza Goya einen S-Bahn-Zug bis Zaragoza-Delicias, reisen ab da mit einem internationalen Zug bis Canfranc, bevor sie abends in einem Regionalzug ab Castiello wieder an ihren Ausgangsort zurückkehren.

- Die Nachfrage nach S-Bahn-Zügen im Stundentakt zwischen Pau und Oloron-Ste-Marie führt zu einem Konflikt mit den Regionalzügen aus Zaragoza. Völlig getrennt betrachtet würde dies zu einem Überangebot an Zügen mit gleichem Angebot, aber aus verschiedenen Betrachtungsebenen (S-Bahn: lokale Ebene, Regionalzug: regionale Ebene) und in der Folge zu einer niedrigeren Auslastung führen. Hier ist ebenfalls eine Vereinbarung zwischen den beiden Verkehrsunternehmen nötig, um ein attraktives Angebot für die Benutzer sicher zu stellen. Es wäre erfahrungsgemäss falsch, die Regionalzüge aus Richtung Zaragoza in Oloron-Ste-Marie enden zu lassen.

Die Gliederung der Verkehrsarten auf der Canfranc-Strecke in verschiedene Betrachtungsebenen ist in der Praxis nicht sinnvoll, da sich die Nachfrage im Personenverkehr nicht auf einzelne Angebote eingrenzen lässt und da sich bei der Nutzung der Infrastruktur Konflikte zwischen den Verkehrsunternehmen verschiedener Ebenen ergeben. Auch hier ist eine bereichsübergreifende Zusammenarbeit für den Erfolg entscheidend.

Güterverkehr								
Zugstyp	Anzahl Züge	Strecke	km	Anzahl Wagen	Lastgrenze/Wagen [t]	Netto-t/Zug [t]	Netto-t/Tag	t-Km/Tag
UKV	14	Zaragoza - Pau	275	10	42	420	5'880	1'617'000
WLV	12	Zaragoza - Pau	275	7	68	476	5'712	1'570'800
RoLa	12	Zaragoza - Pau	275	8	52	416	4'992	1'372'800
Tageskapazität Güterverkehr							16'584	4'560'600
UKV = Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr; WLV = Wagenladungsverkehr; RoLa = rollende Landstrasse								
Reservekapazitäten: 30 % (Schiebedienst) bis 100 % (Zwischenlok / vereinigte Führung zweier Züge)								
SUTER 2006								
Personenverkehr								
Zugstyp	Anzahl Züge	Strecke	km	Sitzplätze	Steh- und Nachtplätze	Plätze Total	Personen-km/Tag	Personen/Tag
S-Bahn	60	Zaragoza - Zuera	35	180	297	477	1'001'700	28'620
	8	Zaragoza - Ayerbe	82	180	297	477	312'912	3'816
	18	Oloron-Ste-Marie - Pau	35	180	297	477	300'510	8'586
Regionalzug	14	Zaragoza - Huesca - Pau	311	180		180	783'720	2'520
InterRegio	14	Zaragoza - Huesca - Pau	311	300		300	1'306'200	4'200
AVE/TGV	4	Zaragoza - Pau	275	316		316	347'600	1'264
Nachtzug	2	Zaragoza - Pau	275	20	248	268	147'400	536
Tageskapazität Personenverkehr						2495	4'200'042	49'542
InterRegio = direkter Personenverkehr / Fernverkehr; AVE/TGV = Zug von oder nach Hochgeschwindigkeitsstrecke								
Reservekapazitäten nach Bedarf möglich: Verstärkungswagen bzw. Mehrfachtraktion von Triebzügen								
SUTER 2006								

Tabellen 32a/32b: Praktizierbare Kapazität pro Tag auf der Bahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau unter Voraussetzung des Ausbaus der bestehenden Infrastruktur.

Tabellen 32a und 32b zeigen zusammenfassend die möglichen Transportkapazitäten gemäss Modellfahrplan. Die technische und betriebliche Machbarkeit wurde mit dem Simulationsprogramm OPEN TRACK nachgewiesen.

Mit der Untersuchung der Transportkapazitäten der Canfranc-Strecke mit dem Netzwerkmodell wurde festgestellt, dass diese besonders gut mit den Elementen „Infrastrukturausbau“, „Kostenzurechnung“ und „Angebotsqualität“ gesteuert werden kann (Tabelle 26 und Abbildung 39). Dieser Aspekt kann für die Beurteilung der Strecke und für die Fahrplanerstellung genutzt werden.

Die Transportkapazitäten der Eisenbahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau sind mit dem Simulationsmodell OPEN TRACK nachgewiesen. Sie erfordern den Ausbau der Infrastruktur auf dem bestehenden Trasse mit 30 Kreuzungsstationen und mit Doppelspur auf der Teilstrecke Zaragoza-Delicias - Zuera gemäss dem Streckenprofil im beiliegenden grafischen Fahrplan.

7.4 Offene Fragen und Ausblick

Die wichtigsten Fragen, welche sich aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen stellen, betreffen in erster Linie die künftige Verkehrspolitik der beiden Länder Spanien und Frankreich. Obwohl bezüglich Infrastruktur und Verkehr recht klare Vorstellungen bestehen, ist die Lösung für die zentrale Frage der Kostenzurechnung nicht geregelt. Dies muss nicht nur als Voraussetzung für den erfolgreichen Betrieb der Canfranc-Strecke, sondern für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung überhaupt angesehen werden. Entgegen einer weit verbreiteten Meinung sieht die Europäische Kommission keine Gefahr für die Wettbewerbsfähigkeit Europas, wenn die externalisierten Kosten internalisiert werden. Der Ansatz für die Öffnung des Verkehrsmarktes sollte einen regulierten Wettbewerb vorsehen (siehe Abschnitt 4.1). Wie die Umsetzung der Leitlinien der Europäischen Union in Spanien und Frankreich aussehen wird, ist im Detail nach wie vor offen. Ein weiterer wichtiger Punkt ohne Klärung bis heute ist die Einstufung der Canfranc-Linie durch die beiden Länder. Auch nach den jüngsten Schlagzeilen um die Sanierung der Strecke auf spanischer Seite scheint die Bereitschaft für die Wiedereröffnung in diesem Land grösser als in Frankreich. Obwohl durch die Regionalisierung im Schienenverkehr die Region Aquitaine grössere Kompetenzen erhalten hat, ist offenbar die Entscheidungsfindung um diese Eisenbahnlinie eher noch komplexer geworden, da nunmehr mehrere Entscheidungsträger gleichzeitig auftreten. Es fehlt offensichtlich ein gesamtheitliches Konzept, bei dem alle Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungsansätze für die Bewältigung der zukünftigen Verkehrsprobleme in den Pyrenäen umfassend beurteilt werden.

Die Wiedereröffnung der Canfranc-Strecke bietet durch die Komplexität ihrer Problemstellung viele Themen wie Wirtschaftlichkeit, unternehmerische und rechtliche Aspekte, technische Grundlagen, Fahrdienstvorschriften, Umsetzung der Internalisierung der Kosten usw., die mit weiteren Forschungsarbeiten tiefer untersucht werden müssten. Nachstehend sind zwei konkrete Themen mit offenen Fragen aufgelistet, die sich aus dieser Diplomarbeit ergeben haben:

- **Rollmaterialeinsatz:** Die spezifische Eignung von Fahrzeugen für die Führung der Züge auf der Canfranc-Strecke wurde in dieser Diplomarbeit nicht näher untersucht. Die Zulassungsbedingungen unterscheiden sich zur Zeit in Spanien und in Frankreich noch stark. So sind beispielsweise Neigezüge nur in Spanien zugelassen. Trotzdem spielt der Rollmaterialeinsatz für die Canfranc-Strecke eine grosse Rolle. Für die Personenzüge wären beispielsweise die spanischen Talgo-Züge (Abbildung 43) zu untersuchen, die ein geringeres Gewicht pro Sitzplatz aufweisen als die Züge mit konventionellen Wagen.
- **Infrastruktur:** Auf der Teilstrecke Zaragoza-Delicias - Zuera sind bereits heute zwei nebeneinander liegende Streckengleise vorhanden, die jedoch wegen ihrer unterschiedlichen Spurweiten und elektrischen Stromsystemen nicht als Doppelspur genutzt werden können. Aus der Praxis sind heute verschiedene Ansätze bekannt, solche Probleme zu lösen. Das Schweizer Unternehmen Rhätische Bahn (RhB) hat Erfahrung: Auf ihrer Dreischienengleis-Strecke zwischen Chur und Domat-Ems kommen auf den Gleisen beider Spurweiten (1'000 mm und 1'435 mm) elektrische Triebfahrzeuge zum Einsatz, die die gleiche Fahrleitung benutzen. Zudem betreiben sie den Bahnhof Pontresina wegen zwei ihrer Strecken mit verschiedenen Stromsystemen (11'000 V~ und 1000 V=) mit umschaltbarer Fahrleitung. Laut Rudolf ROTGANS (schriftliche Stellungnahme, 24.05.2006), Fahrweg-Leitungsbau der RhB, ist ein gemischter Betrieb von Fahrzeugen beider elektrischer Systeme der Spanischen Staatsbahn RENFE (3'000 V= und 25'000 V~) dann denkbar, wenn die Bauart der Gleichstrom-Fahrleitung (Querschnitt und Geometrie) verwendet werden kann. Er weist auf die grossen Investitionen, die Folgekosten und die Störungsanfälligkeit

einer solchen Anlage hin und empfiehlt die Prüfung von Mehrsystem-Fahrzeugen. Es müsste genauer untersucht werden, wie Erfahrungen der RhB auf die Canfranc-Strecke im Raum Zaragoza angewendet werden können.



Abbildung 43: Spanischer Talgo-Zug „Altaría“ mit geringem Gewicht und Neigevorrichtung als Variante für die Canfranc-Strecke. (SERRANO 2006)

Die Canfranc-Strecke kann in diesem Modell effizient und wirtschaftlich betrieben werden. Es ist zu hoffen, dass die Vorteile der Eisenbahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau von den Verantwortlichen aller politischen Ebenen erkannt werden. Darüber hinaus könnte die Reaktivierung der Bahnstrecke sogar eine Vorbildfunktion für die effiziente und umweltverträgliche Verkehrsabwicklung in den Gebirgsräumen Europas darstellen.

Verzeichnisse

Abbildungen

Titelbild: Regionalzug Canfranc - Zaragoza auf dem Viadukt von Cenarbe zwischen den heutigen Haltestellen Villanúa und Castiello.....	1
Abbildung 1: Der Kartenausschnitt zeigt die Pyrenäen, rot hervorgehoben die Lage der Eisenbahnstrecke Zaragoza (Süden) - Canfranc - Pau (Norden) und der direkten Verbindungslinie zwischen Zuera und Turuñana.....	7
Abbildung. 2: Übersicht über die Problemstellung.....	8
Abbildung 3: Der Bahnhof Canfranc mit seinen gewaltigen Dimensionen wird zur Zeit renoviert und in ein Hotel umgebaut. Der Personenbahnhof wird versetzt.....	11
Abbildung 4: Seit dem Unfall am 21. März 1970 auf der Brücke bei l'Estanguet ist die durchgehende Bahnstrecke unterbrochen.....	12
Abbildung 5: Der neue Bahnhof Zaragoza-Delicias als Ausgangspunkt der Canfranc-Strecke für den Personenverkehr.....	16
Abbildung 6: Das Beispiel der Hastestelle Castiello-Pueblo zeigt die heute ungenügende Angebotsqualität.....	17
Abbildung 7: Der Anteile der Verkehrsträger am Güterverkehr durch die Pyrenäen zeigt deutlich die geringe Bedeutung der Eisenbahn.....	17
Abbildung 8: Mittlere Güterverkehrsflüsse auf der Strasse im Raum der Pyrenäen. Die lateralen Grenzübergänge zwischen Spanien und Frankreich sind deutlich sichtbar.....	18
Abbildung 9: Der Standort Zaragoza in Mitten wichtiger Häfen und Wirtschaftszentren.....	19
Abbildung 10: Seitliches Beladen eines neuartigen Waggons für die „rollende Landstrasse“, der ausgeschwenkt werden kann.....	20
Abbildung 11: Beispiel eines Netzwerkdiagramms.....	25
Tabelle 6 und Abbildung 12: Beispiel einer Vernetzungsmatrix (links) mit grafischer Interpretation (rechts) für das System der Strassenverkehrsunfälle aus Abbildung 11.....	26
Abbildung 13: Anwendung einer einfachen Gleichung für das Modell der räumlichen Wechselbeziehungen nach dem Gravitationsmodell.....	28
Abbildung 14: Beispiel eines grafischen Fahrplans: Links das Streckenprofil, rechts das Weg-Zeit-Diagramm mit den Zügen als Grafen.....	33
Abbildung 15: Ausgewählte Fachleute für die Experteninterviews.....	35
Abbildung 16: Die Komponenten des Simulationsprogramms.....	38
Abbildung 17: Ausschnitt aus der Gleistopologie des Simulationsprogramms „Open Track“ mit den Knoten, Kanten, den Bahnhöfen Sarrance und St.Christeau-Lurbe sowie der Haltestelle Escot.....	39
Abbildung 18: Ausstoss von CO ₂ , NO _x und Feinstaub der verschiedenen Verkehrsträger.....	45
Abbildung 19: Der TRD-Zug bei Riglos. Dieser Zug bringt viele Touristen in die Pyrenäen, wenn an den Bahnhöfen gute Anschlussverhältnisse bestehen.....	51
Abbildung 20: Auf dem Abschnitt Tardienta - Huesca ist ein Dreischienengleis eingebaut. Das Normalspurgleis ist elektrifiziert und mit Hochgeschwindigkeit befahrbar.....	54

Abbildung 21: Der Viadukt bei Escot	55
Abbildung 22: Anzahl der alpenquerenden Lastwagen in Millionen	59
Abbildung 23: Übersichtskarte mit den untersuchten Bahnlinien in der Schweiz.	61
Abbildung 24: Der RegioExpress zwischen Bern und Luzern	62
Abbildung 25: Der Voralpenexpress verkehrt im integralen Taktfahrplan und überwindet hier bei Biberbrugg eine Steigung von 50‰, wenn nötig mit Schiebelok	64
Abbildung 26: Die Lage der geplanten Pyrenäen-Transversale mit einem Eisenbahn-Basistunnel. Es sind nur die wichtigsten Bahnlinien und Autobahnen eingetragen	66
Abbildung 27: Der einzige fast täglich verkehrende, mit Mais beladene Güterzug auf der Canfranc-Strecke bei Sabiñánigo.....	71
Abbildung 28: Die Unternehmer bewerten Aspekte der Dienstleistungsqualität eindeutig	72
Abbildung 29: Bedeutung von vier möglichen Motiven zur Änderung der Transportgewohnheiten	73
Abbildung 30: Vergleich der Nachfrage nach Unbegleitetem Kombiniertem Verkehr (UKV) und nach der Rollenden Landstrasse (RoLa).....	74
Abbildung 31: Bewertung der Gewohnheiten der befragten Personen auf Reisen	75
Abbildung 32: Beurteilung von Argumenten bezüglich Änderung des Reiseverhaltens	76
Abbildung 33: Der Freizeitverkehr	77
Abbildung 34: Die Hälfte der Reisen sind freizeitorientiert	80
Abbildung 35: Grafische Darstellung der Vernetzungsmatrix über Verkehrsprobleme im Aspen- und Canfrancal.....	81
Abbildung 36: Flüsse nach Gravitationsmodell.....	83
Abbildung 37: Die gesamtheitliche Bewertung von vorgegebenen Argumenten für die Wiedereröffnung der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau zeigt ein klares Bild.....	85
Abbildung 38: Netzwerkdiagramm für die Darstellung der Zusammenhänge zur Beurteilung der Kapazität der Bahnlinie.	87
Abbildung 39: Grafik der Rollenverteilung bezüglich der Kapazität der Linie.....	89
Abbildung 40: Ausschnitt aus dem integralen Taktfahrplan für die Linie Zaragoza - Canfranc - Pau.....	93
Abbildung 41: Grafische Darstellung einer Simulation der Züge	95
Abbildung 42: Verlauf der Geschwindigkeit des Regionalzuges 3003 auf dem Streckenabschnitt Jaca - Urdos	96
Abbildung 43: Spanischer Talgo-Zug „Altaria“ mit geringem Gewicht und Neigevorrichtung als Variante für die Canfranc-Strecke	106
Abbildung 44: Strecke unterhalb des Bahnhofs von Urdos auf dem unterbrochenen Abschnitt Canfranc - Oloron-Ste-Marie.....	124

Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die wichtigsten Ereignisse in der Geschichte der Canfranc-Bahn	10
Tabelle 2: Güterverkehr im Bahnhof Canfranc zwischen 1962 und 1970. Die Bezeichnungen Import/Export beziehen sich auf Frankreich	12
Tabelle 3: Das Angebot der touristischen Unterkünfte der Region Aragón zeigt ein Schwergewicht der Betriebe in der nördlichen Provinz Huesca	13
Tabelle 4: Das aktuelle regelmässige Verkehrsangebot auf den einzelnen Streckenabschnitten, im Juli 2006	14
Tabelle 5: Höchstgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Bogenradien, Regelüberhöhungen und Übergangsbögen	23
Tabelle 6: Beispiel einer Vernetzungsmatrix (links) mit grafischer Interpretation (rechts) für das System der Strassenverkehrsunfälle aus Abbildung 11	26
Tabelle 7: Fiktives Beispiel für die Beurteilung des Standorts eines Dienstleistungszentrums mittels Nutzwertanalyse	29
Tabelle 8: Durchschnittskosten nach Kostenkategorie und Verkehrsträger	30
Tabelle 9: Betriebskosten Bahn, Tram, Bus; typische Kostenansätze	30
Tabelle 10a/b: Konstruktion der Fragebogen für die Datenerhebung zur Nachfrage im Personen- und Güterverkehr	36
Tabelle 11a/b: Auswahl und Zusammensetzung der Stichprobe für die Untersuchung der Nachfrage im Personen- und Güterverkehr	36
Tabelle 12: Übersicht über Gegenstände von Beobachtungen	38
Tabelle 13: Herkunft, Art und Funktion der Daten für die Bewertung der Nachfrage und Möglichkeiten für das Angebot auf der untersuchten Eisenbahnlinie	41
Tabelle 14: Verkehrszahlen bei Urdos im Aspentäl, wo sich der damalige französische Grenzposten befindet. Daher kann davon ausgegangen werden, dass es sich fast ausschliesslich um internationalen Verkehr handelt.....	45
Tabelle 15a/b: Die Luftbelastung im Aspentäl durch den Verkehr	46
Tabelle 16: Erhebung der Anzahl LKW mit internationalen Gefahrguttransporten im oberen Aspentäl	47
Tabelle 17: Verkehrsträger und ihr spezifischer Energieverbrauch.....	47
Tabelle 18a/b: Verteilung der verschiedenen Steigungen, Gefälle sowie Kurvenradien auf der Stammstrecke über Huesca.....	53
Tabelle 19: Schweizer Bahnverkehr durch die Alpen mit Veränderung gegenüber Vorjahr.....	59
Tabelle 20: Streckenlängen und Höhendifferenz mit den Steigungen. Die beiden Beispielstrecken in der Schweiz weisen bei den durchschnittlichen Steigungen die höheren Werte auf, als die untersuchte Linie	65
Tabelle 21: Durchschnitt nach Befragungsort der Anzahl Züge in den Orten der Stichprobe der Fragebogen für den Personenverkehr. Die Grenze zwischen Regio- und S-Bahn-Zügen hängt vom Verständnis der Personen ab und kann nicht scharf gezogen werden	78
Tabelle 22: Nutzwertanalyse für die Beurteilung der Nachfrage im Personennahverkehr.....	79

Tabelle 23: Vernetzungsmatrix der Verkehrsprobleme im Aspen- und Canfrancal	80
Tabelle 24a/b/c: Resultate der Analyse und Schätzung der Reisenden eines Jahres ab Zaragoza, Toulouse und Bordeaux nach allen Regionen des jeweiligen Nachbarlandes.....	82
Tabelle 25: Variablenliste für die Analyse der Wechselwirkungen bezüglich der Kapazität der Bahnlinie Zaragoza - Canfranc - Pau	88
Tabelle 26: Vernetzungsmatrix mit den Wechselwirkungen	89
Tabelle 27: Nutzwertanalyse zur Auswahl der besten Variante für den Modellfahrplan.....	91
Tabelle 28a/b: Zusammenstellung der geschätzten Verkehrszahlen für den Güter- und Personenverkehr auf der Linie Zaragoza - Canfranc - Pau	92
Tabelle 29: Übersicht der Personenzüge des Modellfahrplans mit Laufleistung und Anzahl Plätzen	94
Tabelle 30: Übersicht der Güterzüge des Modellfahrplans mit Laufleistung und Lastgrenze der Wagen (Nettotonnen).....	95
Tabelle 31: Übersicht über Kosten und Erträge des Güter- und Personenverkehrsangebots gemäss Modellfahrplan	97
Tabelle 32a/b: praktikierbare Kapazität auf der Eisenbahnstrecke Zaragoza - Canfranc - Pau unter Voraussetzung des Ausbaus der bestehenden Infrastruktur.....	104

Abkürzungen

Deutsche und englische Abkürzungen

ADfV	Verordnung über Abgeltung, Darlehen und Finanzhilfen nach Eisenbahngesetz
ATCS	Abroll-Container Transport-System
BAV	Bundesamt für Verkehr
BLS	Bern-Lötschberg-Simplon (BLS AG)
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DV	Direkter Personenverkehr
EBG	Eisenbahngesetz
ERTMS	European Rail Tarffic Management System
ETCS	European Train Conrol System
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
FOV	Flüchtige Organische Verbindungen
F+T	Freizeit und Tourismus
GM	General Motors (Automobilhersteller)
ITF	Integrierter Taktfahrplan
IVT	Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnologie der ETH Zürich
J, kJ	Joule, Kilojoule (Masseinheit für Kraft)
LKW	Lastkraftwagen
müM	Meter über Meeresspiegel
N	Newton (Masseinheit für Arbeit)
NEAT	Neue Alpen-Transversale
NO _x	Stickoxide
NRPV	Naher Regionaler Personenverkehr
öV	öffentlicher Verkehr
P-km	Personen-Kilometer
PKW	Personenkraftwagen
RhB	Rhätische Bahn
RoLa	Rollende Landstrasse
RM AG	Regionalverkehr Mittelland AG (gehört heute zur BLS AG)
RPV	Regionaler Personenverkehr
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SOB	Südostbahn
SO ₂	Stickstoffdioxid
t-km	Tonnen-Kilometer
Ticketnet	Elektronisches Fahrkarten-Distributionssystem über Internet in Spanien
UKV	Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr
WLG	Wagenladungs-Verkehr
V~, V=	Volt Wechselstrom, Volt Gleichstrom

Spanische Abkürzungen

ADIF	Administrador de la Infraestructura Ferroviaria
ASFA	Anuncio Señal y Freno Automático
AVE	Alta Velocidad Española
CREFCO	Coordinadora para la Reapertura del Ferrocarril Canfranc - Oloron
CTC	Control Tren Centralizado
DGA	Diputación General de Aragón
PLAZA	Plataforma Logística de Zaragoza S.A.
RENFE	Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles
TALGO	Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol
TCP	Travesía Central del Pirineo
TRD	Tren Regional Diesel

Deutsche Bedeutung

Spanisches Eisenbahninfrastruktur-Unternehmen
Zugsicherungssystem mit Signalüberwachung und Zwangsbremse
Spanischer Hochgeschwindigkeitszug
Verein für die Wiedereröffnung der Eisenbahn Canfranc - Oloron
Zentralisierte Zugüberwachung
Regionalregierung von Aragón
Logistik-Plattform Zaragoza AG
Nationales Netz der Spanischen Bahnen (nationale Eisenbahngesellschaft)
Leichter Gliederzug für den Fernverkehr
Zentrale Pyrenäen-Transversale
Regionalexpress, beschleunigter Regionalzug

Französische Abkürzungen

COV	Composés Organiques Volatils
CRELOC	Comité pour la Réouverture de la ligne Oloron - Canfranc
ETP	Ecosystèmes Transports Pollution
RFF	Réseau Ferré France
SNCF	Société Nationale des Chemins de Fer
TCP	Traversée Centrale des Pyrénées
TER	Transport Express Régional
TGV	Train à grande Vitesse

Deutsche Bedeutung

Flüchtige Organische Verbindungen
Verein für die Wiedereröffnung der Linie Oloron - Canfranc
Umweltverschmutzung durch Verkehr
Französisches Eisenbahninfrastruktur-Unternehmen
Nationale Eisenbahngesellschaft
Zentrale Pyrenäen-Transversale
Regionalverkehr (Bahn und Bus)
Hochgeschwindigkeitszug

Glossar

Altaria	Kommerzielle Bezeichnung der spanischen Staatsbahn RENFE für einen modernen Talgo-Fernverkehrszug.
Alvia	Kommerzielle Bezeichnung der spanischen Staatsbahn RENFE für einen Hochgeschwindigkeitszug mit Spurwechsel-System.
ACTS	Abroll-Container Transport-System. Innovatives Verfahren für den kombinierten Güterverkehr Bahn - Strasse, bei dem Wechselbehälter ohne besondere Infrastruktur direkt vom LKW-Fahrer alleine auf die Bahnwagen und zurück umgeschlagen werden können.
CrossRail	Güterverkehrsunternehmen in der Schweiz mit Sitz in Wiler bei Utzensdorf, das aus der ehemaligen Regionalverkehr Mittelland AG hervor gegangen ist.
Direkter Personenverkehr	Züge des Fernverkehrs und des internationalen Verkehrs. Es ist zwischen InterRegio-Zügen (Halt an den grösseren Orten), InterCity-Zügen (bedient nur Städte), EuroCity-Zügen (zwischen Städten und Zentren im internationalen Verkehr), AVE/TGV (Hochgeschwindigkeitszüge) und EuroNight (Nachtschnell- und Hotelzüge) zu unterscheiden.
Erreichbarkeit	Räumliche und zeitliche Beziehung zwischen Orten innerhalb eines Verkehrsnetzes; Chance, an einen bestimmten Ort und damit der von ihm erschlossenen Gebiete zu gelangen.
ERMTS	European Rail Traffic Management System. Oberbegriff für ein auf Europäischem Niveau einheitliches technisches Zugleitungs-, Zugsicherungs- und Zugüberwachungssystem.
EU-Kommission	Insitution mit Sitz in Brüssel, die für die Umsetzung der Bestimmungen des Vertragswerks zuständig und für die Gemeinschaftspolitik und Haushaltsverwaltung verantwortlich ist. (GEHLER 2002: 117)
externalisierte Kosten	Die durch den Verkehr entstandene Kosten, welche nicht vom Verursacher bezahlt sondern der Allgemeinheit angelastet werden.
Flirt	Kommerzielle Bezeichnung eines Triebzuges für den Regional- und S-Bahn-Verkehr der schweizer Firma Stadler Rail AG.
GM España	Automobilfirma mit Sitz in Figueruelas bei Zaragoza, zu der auch das deutsche Unternehmen OPEL gehört, die als Grosskunde im Güterverkehr der Bahn auftritt.
HUPAC SA	Güterverkehrsunternehmen, das sich auf den kombinierten Verkehr Schiene - Strasse im Alpenraum spezialisiert hat.

Integraler Taktfahrplan	Bahn- und Busliniennetz mit regelmässig aufgebautem Fahrplan, dessen Linien in Knoten miteinander verknüpft sind. Die Taktzeiten sind so aufeinander abgestimmt, dass während des Haltes der Personenzüge in einem Knoten zwischen allen Linien gleichzeitig umgestiegen werden kann. (s. Abschnitt 2.4) (PACHL, 2002: 198)
Intermodalität	Transport von Gütern und Bewegung von Menschen, bei dem mehr als ein Verkehrsträger auf einem einzigen, durchgängigen Weg beteiligt ist. (s. Abschnitt 2.4) (JONES, CASSIDY, BOWDEN, 2000, zitiert in BEUTLER, 2004: 9)
Interregionalverkehr (InterRegio)	Öffentliches Bahnverkehrsangebot, zur Erschliessung grösserer Orte über die Regionen hinaus im Sinne einer Grundversorgung. Die Züge gehören zum Fernverkehr und werden nicht im Sinne des Regionalverkehrs abgeboten.
Kostenzurechnung	Verteilung der externalisierten Kosten auf die Verursacher nach anerkannten Ansätzen (siehe Abschnitt 2.4, Tabelle 8)
Liberalisierung Schienenverkehr	Gesamtheit der Massnahmen zur Öffnung und Vereinheitlichung der Schienenverkehrsmärkte nach den Richtlinien der Europäischen Kommission bezüglich Gesetzgebung und Normen, freier Netzzugang für die Eisenbahnverkehrsunternehmen, einmalige Fahrzeugzulassung, usw., letztlich mit dem Ziel durch Förderung des Wettbewerbs die Attraktivität der Eisenbahn zu erhöhen. (siehe Abschnitt 2.4)
Ökombi	Österreichische Betreiberfirma der Rollenden Landstrasse mit Sitz in Wien.
OPEN TRACK	Simulationsprogramm aus dem Forschungsprojekt Objektorientierte Modellierung von Infrastrukturelementen und Betriebsvorgängen im Eisenbahnwesen des Institutes für Verkehrsplanung und Transporttechnologie der ETH Zürich.
P-km	Personen-Kilometer. Summe aus Anzahl Personen und Anzahl Kilometer eines oder mehreren Transporte.
PLAZA	Europas zur Zeit grösste Logistik-Plattform für die Verteilung von Gütern in Zaragoza mit dem unternehmerischen und politischen Ziel die Intermodalität zu fördern.
Regionalverkehr (Regio)	Öffentliches Personenverkehrsangebot (Bahn und Bus), zur Erschliessung der Orte ausserhalb der Zentren im Sinne einer Grundversorgung. Im Schienenverkehr ist zwischen Regionalzügen mit Bedienung aller Stationen und Haltestellen, sowie RegionalExpress-Zügen (Spanien: auch TRD) mit Halt an den wichtigsten Stationen zu unterscheiden.
RailAway	SBB-Tochterunternehmen für die Vermarktung und Förderung von Freizeit- und Tourismusangeboten der Bahn.

RAIpin	Betreiber der Rollenden Landstrasse auf der Lötschberg-Simplon-Achse als Tochterunternehmen der BLS AG, der HUPAC SA, den SBB Cargo AG und der italienischen FS Trenitalia.
Rentabilität Schienenverkehr	Verhältnis des in einem bestimmten Zeitraum erwirtschafteten Gewinns plus Fremdkapitalzinsen zum eingesetzten Kapital unter Berücksichtigung der Umverteilung der Lenkungsabgaben für externalisierte Kosten des Verkehrs.
S-Bahn	Naher Personenverkehr in und um Zentren mit dichtem Fahrplan, besonderem Rollmaterial und kurzem Abstand der Haltestellen (Spanien: Cercanías; Frankreich: TER)
SAICA	Papierkonzern als Grosskunde der Eisenbahn in Zaragoza.
Streckenblock	Stellwerktechnische, elektrische/elektronische Einrichtung zur Sicherung der Züge auf der Strecke gegen Folge- und Gegenfahrten auf dem gleichen Streckengleis.
t-km	Tonnen-Kilometer. Es muss die Zusatzbezeichnung „Netto-“ oder „Brutto-“ angefügt werden um zu erklären, ob sich um das reine Gütergewicht oder um das Gewicht einschliesslich der Fahrzeuge handelt.
Taktfahrplan, integraler -	Bahn- und Busliniennetz mit regelmässig aufgebautem Fahrplan, dessen Linien in Knoten miteinander verknüpft sind. Die Taktzeiten sind so aufeinander abgestimmt, dass während des Haltes der Personenzüge in einem Knoten zwischen allen Linien gleichzeitig umgestiegen werden kann. (s. Abschnitt 2.4) (PACHL, 2002: 198)
Talgo	Tren articulado ligero Goicoechea Oriol. Spanischer Leichtgliederzug für den Personenverkehr mit besonderen Eigenschaften: Die Wagen verfügen an Stelle der sonst üblichen Achsen eine Einzelradaufhängung mit passiver Neigetechnik. Mit der Zusatzbezeichnung RD (ruedas desplazables) sind die Züge mit einer Einrichtung für den automatischen Spurwechsel zwischen der spanischen Breitspur und der Normalspur ausgerüstet. Die spanische Herstellerfirma trägt den gleichen Namen.
Ticknet	Elektronisches Fahrkarten-Distributionssystem über Internet in Spanien.
TRANSFESA	Eisenbahngüterverkehrsunternehmen, das auf den Spurwechsel zwischen der spanischen Breitspur und der Normalspur in den übrigen Europäischen Ländern spezialisiert ist. Im grenzüberschreitenden Verkehr werden bei ihren Güterwagen die Achsen ausgewechselt.
Trockener Hafen	(spanisch: puerto seco) Logistische Einrichtungen im Inland, die mit Häfen in vertraglichem Verhältnis stehen und für sie Transport- und Verteilungsaufgaben ausführen.

Literatur

- AMT FÜR AMTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT, 2001: Weissbuch. Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft. Luxembourg.
- ANTONIO José/PALOMO Mercedes, 1990: El Canfranc. Estudio del ferrocarril Zaragoza - Canfranc - Pau. Editado por S.I.P.A Y colegio oficial de ingenieros industriales de Aragón y Rioja.
- ARE Bundesamt für Raumentwicklung, 2006: LSVA Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe. <http://www.are.admin.ch/are/de/verkehr/lsva/index.html>. Bern.
- ARISTU Íñigo 2006: El ministro de Transportes galo insiste en que el Canfranc es un proyecto „esencialmente local“. In: Heraldo de Aragón vom 18. Mai 2006. Zaragoza.
- BARBERON Michel, 1990: Pau - Canfranc, l'impasse? In: La vie du rail, 1990. S. 6-14 und 39-44.
- BEA; DICHTL/SCHWEITZER, 2002: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Band 3: Leistungsprozess. Stuttgart.
- BEUTLER Felix, 2004: Intermodalität, Multimodalität und Urbanibility - Visionen für einen nachhaltigen Stadtverkehr. Discussionpaper SP III 2004-107. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. <http://skylla.wz-berlin.de/pdf/2004/iii04-107.pdf>, printed 18 August 2006.
- BRÄNDLI Heinrich, 2003: Linienführung. Kapitel TI 6. Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnologie. ETH Zürich.
- CLARACO Robert, 2005: La ligne ferroviaire Oloron-Sainte-Marie à Canfranc. La Cabannes.
- CONSEIL GÉNÉRAL DES PONTS ET DES CHAUSSEES, 2001: Les transports à travers les Pyrénées. Enjeux et perspectives. Rapport général sur la mission Pyrénées. Affaire n° 1999-0311-01. Paris.
- CONSEIL RÉGIONAL MIDI-PYRÉNÉES (ed.), 2006: Ouvrir en grand la porte de l'Europe. Transversée Centrale des Pyrénées. Toulouse.
- CSSPF Conseil supérieur du service public ferroviaire, 2005: Les relations ferroviaires interrégionales de voyageurs. <http://www.csspf.fr/index.php/article/articleview/83/1/6/>. Ohne Ortsangabe.
- ECOPLAN 2003: Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa-Systeme. Bern.
- ETCHÉLECOU André/GAELLE Delétraz/ELICHEGARAY Christian, 2001: Programme Eco-systèmes, Transports, Pollutions 1998-2001. Rapport de synthèse. Pau.
- FERNÁNDEZ SANZ Fernando (et al), 1988: Zaragoza/Canfranc 60 años. RENFE. Madrid.
- FLICK Uwe, 2002: Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. 6. Auflage. Reinbek bei Hamburg.
- FRÖHLICH Ph./TSCHOFF M./AXHAUSEN K.W., 2005: Netzmodelle und Erreichbarkeit in der Schweiz: 1950-2000. Beitrag zu „Zeitkarten Schweiz 1950 bis 2000“. ETH Zürich.
- HÜRLIMANN Daniel, 2003: Open Track. Betriebssimulation von Eisenbahnnetzen. Version 1.3. ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme. Zürich.
- KIRCHNER Christian, 2004: Zusammenfassung der Studie Liberalisierungsindex Bahn 2004. Vergleich der Marktöffnung der Eisenbahnmärkte der Mitgliedstaaten der Europäischen Union, der Schweiz und Norwegens. Berlin.

- KRAMER Bernhard, 1990: Freizeit - Politik - Perspektiven. Unter besonderer Berücksichtigung der Konzepte von Parteien und Verbände in der Schweiz. Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus. Bern.
- LA VIE DU RAIL, 1993: Enquête sur le tunnel du Somport: In: La vie du rail, N° 2410, 8 au 14 septembre 1993. S. 11-20.
- LÆDRICH Pierre, 1988: Pau - Canfranc - Zaragoza. Quel avenir pour cette ligne internationale? In: Connaissance du rail. N° hors série. Bellenaves.
- LEGT (Hrsg.) 2002: Öffentlicher Verkehr. In Zusammenarbeit mit Verband öffentlicher Verkehr (VöV). Bern.
- LES TRANSPYRÉNÉES, 1997. In: Le Train Spécial 1/1997. S. 51-57.
- LINSECQ DE, Margrith, 2001: Die Luftverschmutzung kostet europaweit Menschenleben. In: CH-Forschung, Wissen - aktuell und verständlich. <http://www.ch-forschung.ch/text.php?artid=43>. Ohne Ortsangabe.
- MAIBACH Markus, 2000: Externe Kosten des Verkehrs. Unfall-, Umwelt- und Staukosten in Westeuropa. Zürich/Karlsruhe.
- MÜLLER Hansruedi, 2002: Freizeit und Tourismus. Eine Einführung in Theorie und Politik. Berner Studien zu Freizeit und Tourismus, Heft 41. Bern.
- MÜLLER Hansruedi, 1999: Verkehrsmassnahmen in Ferienorten - Wege zur Umsetzung. Nationales Forschungsprogramm 41 „Verkehr und Umwelt“. Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus. Bern.
- MUTTER Bettina, 2005: Nicht Geologie verteuert die Neat. In: Tages-Anzeiger vom 2. April 2005. Zürich.
- PACHL Jörn, 2002: Systemtechnik des Schienenverkehrs. Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden.
- PARRA DE MÁ SANTIAGO, 1988: El ferrocarril de Canfranc y los Transpirenaicos. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid.
- PARRA DE MÁ SANTIAGO, 2000: El ferrocarril de Canfranc. In: Revista de Economía Aragonesa, S.63-98. Zaragoza.
- PARRA SANTIAGO/BARRÈRE BERNARD/BRENOT JEAN/SABIO ALBERTO/LATRORE PÉREZ, 2005: Canfranc el mito. Jaca
- PLAZA, 2006: El mayor complejo logístico y de transporte intermodal del Suroeste de Europa. Zaragoza.
- PROJEKTWERKSTATT, 2006: Verkehrsträger und ihr spezifischer Energieverbrauch. <http://www.projektwerkstatt.de/verkehr/flight.html>. Ohne Ortsangabe.
- PUEYO CAMPOS Angel, 2003: Repercusiones de la entrada en servicio de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Lérida sobre los servicios ferroviarios convencionales en la Comunidad Autónoma de Aragón. Universidad de Zaragoza. Gobierno de Aragón, Departamento de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes. Zaragoza.
- RÉGION MIDI-PYRÉNÉES, 2005: Alternativa(s). Necesidades de interconexión de la regiones del Suroeste europeo. Optimización de las redes de infraestructuras desde una perspectiva multimodal.
- RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. Direction du Tourisme, 2006: Bilan saisonnier. Année 2005. Hôtellerie et tourisme. Paris.

- RIEDER Markus, 2005: Regionalisierung des Schienenverkehrs in der Schweiz. Gewinner und Verlierer unter den Aspekten der Angebotsqualität und der Finanzierung. Das Schweizer Modell im Vergleich zu Belgien und Frankreich. Studie, Insitut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH. Winterthur/Zürich.
- RIEDER Markus/WEIDMANN Ulrich, 2006: Was bringt die Regionalisierung? Ein Ländervergleich zwischen der Schweiz, Belgien und Frankreich. In: Der Nahverkehr, 6/2006. S. 60-65.
- RODRIGUE Jean-Paul, 2006: The Gravity Model. In: The Geography of Transport Systems. <http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch5en/meth5en/ch5m2en.html>. New York.
- RODRIGUEZ Carlos García, 1993: „El Canfranc“ cumple 65 años. In: Via Libre, julio de 1993. S. 69-70
- RV Verlag 2000: Der grosse illustrierte Weltatlas. Östliches Spanien. Ostfildern.
- SANZ Fernando F. et al, 1988: Canfranc, asignatura pendiente. In: Via Libre, 1988: S. 9-15.
- SBB 2005: Geschäftsbericht 2004. Bern.
- SBB 2006: Geltungsbereich Generalabonnement. Bern.
- SCHÄTZL Ludwig, 1992: Wirtschaftsgeographie 1. Theorie. 4. Auflage. Paderborn.
- SCHREYER Christoph, et al, 2004: Externe Knoten des Verkehrs. Aktualisierungsstudie, Zusammenfassung. IWW, Universität Karlsruhe. Karlsruhe.
- SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT, 2006: Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation. Alpenquerender Verkehr 2005. Bern.
- SCHWEIZERISCHE SÜDOSTBAHN, 2005: Grafischer Fahrplan der Strecken Wädenswil - Einsiedeln und Rapperswil - Arth-Goldau. St.Gallen.
- SERRANO Maury, 2006: Typenzeichnung des Spanischen Talgo-Zuges „Altaría“. Fuenlabrada.
- VESTER Frederic, 1999: Crashtest Mobilität, die Zukunft des Verkehrs, Fakten - Strategien - Lösungen. München.
- VESTER Frederic, 2002: Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. 5. Auflage. München.
- VRTIC M./FRÖHLICH Ph./AXHAUSEN K.W., 2003: Schweizerische Netzmodelle für den Strassen- und Schienenverkehr. Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 148. ETH Zürich.
- VRTIC M., 2005: Verkehrsverteilungsmodelle. Materialien zur Vorlesung Verkehrsplanung. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich.
- WEIDMANN Ulrich, 2006: Betriebskosten Bahn, Tram, Bus; typische Kostenansätze. In: Emach+Bernger; Gurtengespräche 2006: Suum culque - jedem seine Bahn / 17. Mai 2006. Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnologie IVT, ETH Zürich.

Internetquellen

<http://www.alptransit.ch/pages/d/projekt/kosten.php>, 03.09.2006

<http://www.alptransit.ch/pages/d/projekt/geschichte.php#>, 03.09.2006a

<http://www.sig-pyrenees.net/index.php>, 02.04.2006.

http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/verkehr_und_nachrichtenwesen/nutz_verk_inf/verkehrsverhalten/kennzahlen0/Mobilitat/unterwegszeiten.html, 02.04.2006.

<http://155.210.60.15/geoatlas/atlas.htm>, 02.04.2006.

http://portal.aragob.es/servlet/page?_pageid=4705&_dad=portal30&_schema=PORTAL30&_type=site&_fsiteid=1227&_fid=1473458&_fnavbarid=1474620&_fnavbarsiteid=1227&_fedit=0&_fmode=2&_fdisplaymode=1&_fcalledfrom=1&_fdisplayurl=, 03.08.2006.

<http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft11%2Fe162eoh%2Fa2004&O=pcaxis&N=&L=0>, 08.08.2006.

<http://stadtplaene.klicktel.de/route.php>, 19.09.2006.

<http://www.statistiques.equipement.gouv.fr/>, 04.08.2006.

http://www.nabu.de/m07/m07_04/04636.html#, 06.08.2006.

<http://www.renfe.es>, 03.08.2006.

<http://quierzy.club.fr/histoire/histoire6.htm>, 28.09.2006.

http://www.ter-sncf.com/Images/Pau_Oloron_tcm17-21387.pdf, 03.08.2006.

Auskunftspersonen

Name	Funktion und Organisation	Stellungnahme	Datum
Sr. D. Julián BARBEIRA ÁLVAREZ	Gerente Tráfico, Aduanas y Comercio Exterior GM General Motors España S.A.	mündlich	10.07.2006
Sr. D. José María BERGUA LACASTA	Director Administrativo-Financiero Economista Harineras Villamayor S.A.	mündlich	12.07.2006
Stefan BOLLINGER	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnologie, ETH Zürich	schriftlich	20.11.2005
Prof. Dr. Heinrich BRÄNDLI	ehemaliger Leiter des Instituts für Verkehrspla- nung und Transporttechnologie, ETH Zürich	mündlich	16.01.2005
		schriftlich	13.06.2006
Mme Anne COUSI	Chargée de mission infrastructures ferroviaires, Conseil Régional Aquitaine	mündlich	20.03.2006
René DANCET	Geschäftsleiter RAlpin AG	mündlich	20.01.2006
Walter ENZ	Oberlokfürer Schweizerische Südostbahn	mündlich	02.11.2005
Prof. Dr. André ETCHELECOU	Professeur Université de Pau et des Pays de l'Adour	mündlich	21.03.2006
Philipp FRÖHLICH	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnologie, ETH Zürich	schriftlich	02.10.2006
Sr. D. Luis GRANELL PÉREZ	Jefe del Servicio de Publicaciones Cortes de Aragón	mündlich	05.07.2006

Otmar HALFMANN	ehemaliger Geschäftsleiter Güterverkehr RM AG und Unternehmen CrossRail	mündlich	03.01.2006
Helmut LODERBAUER	Technischer Verantwortlicher der österreichischen Eisenbahntransportunternehmung Ökombi	schriftlich	27.12.2005
Roldand MÜLLER	Technischer Verantwortlicher der Schweizerischen Bundesbahnen	schriftlich	04.01.2006
Rolf OTT	Geschäftsleitung Voralpen-Express	schriftlich	20.06.2006
Benedikt RAACH	Leiter Produktionsmanagement BLS AG	schriftlich	12.06.2006
Rudolf ROTGANS	Ingenieur für Fahrweg-Leitungsbau der Rhätischen Bahn	schriftlich	24.05.2006
Excmo. Sr. D. Javier VELASCO RODRÍGUEZ	Consejero del Departamente de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte, Gobierno de Aragón	schriftlich	12.07.2006



Abbildung 44: Strecke unterhalb des Bahnhofs von Urdos auf dem unterbrochenen Abschnitt Canfranc - Oloron-Ste-Marie. (SUTER 2006)

Anhang

Anhang 1: Streckenprofil

Anhang 2: Karte Einzugsgebiet

Inwertsetzung der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau

Datenbasis Spanien:

<http://www.ine.es>

Version 3.1: 28.04.2006

Datenbasis Frankreich:

<http://www.quid.fr>**Liste der Dörfer im Einzugsgebiet: Spanien**

Nr	Name	Distanz [km]*	Einwohner	Fläche [km ²]	Dichte [E/km ²]	Adresse Gemeindeverwaltung	Telefon
E1	Zaragoza	1	647'373	1'063.14	608.9	Plaza de Ntra. Señora del Pilar, 18, 50071 Zaragoza	976 721 100
E1.1	Montañiana	2				Zaragoza	
E1.2	San Juan de Mozarrifar	1				Zaragoza	
E2	Villanueva de Gállego	1	3'790	75.99	49.9	Plaza España 1, 50830 Villanueva de Gállego	976 185 004
E3	Zuera	1	6'212	332.25	18.7	Plaza España, 3, 50800 Zuera	976 680 002
E3.1	Las Lomas de Gállego	2				Zuera	
E3.2	Ontinar de Salz	2				Zuera	
E4	San Mateo de Gállego	2	2'447	71.62	34.2	Plaza de España 5, 50840 San Mateo de Gállego	976 684 180
E5	Gurrea de Gállego	1	1'761	191.97	9.2	C/Mayor, 20, 22280 Gurrea de Gállego	976 688 234
E6	Almudévar	1	2'395	201.49	11.9	C/Mayor, 64, 22270 Almudévar	974 250 002
E6.1	San Jorge	1				Almudévar	
E7	Marracos	1	112	16.95	6.6	C/La Iglesia, 5, 50616 Marracos	976 691 488
E8	Tardienta	1	1'069	90.65	11.8	Plaza de España, 1, 22240 Tardienta	974 253 001
E9	Vicien	1	113	13.76	8.2	Carretera, S/N, 22190 Vicien	974 283 189
E10	Huesca	1	48'530	161.04	301.4	Plaza la Catedral 1, 22002 Huesca	974 292 100
E11	Alerre	1	228	8.94	25.5	C/Unica, 7, 22194 Alerre	974 219 868
E12	Banastás	2	241	4.66	51.7	Plaza Mayor, S/N, 22194 Banastás	
E13	Chimillas	2	304	10.04	30.3	C/Iglesia, S/N, 22194 Chimillas	974 223 441
E14	La Sotonera	1	1'085	165.54	6.6	Plaza Mayor, 1, 22160 La Sotonera	974 272 200
E14.1	Esquedas	1				La Sotonera	
E14.2	Bolea	2				La Sotonera	
E14.3	Plasencia del Monte	1				La Sotonera	
E15	Lupién-Ortilla	2	343	110.08	3.1	Plaza Torraza, 1, 22811 Lupién-Ortilla	974 270 157
E15.1	Montmesa	2				Lupeñen	
E16	Biscarrués	1	215	30.18	7.1	Plaza Mayor, 22807 Biscarrués	974 382 095
E17	Ayerbe	1	1'097	63.89	17.2	Plaza Aragón 40, 22800 Ayerbe	974 380 025
E17.1	Losanglis	2				Ayerbe	
E17.2	Fontellas	2				Ayerbe	
E18	Loscorrales	2	114	40.25	2.8	22809 Loscorrales	974 382 420
E19	Loarre	2	393	74.42	5.3	Fuente 2, 22809 Loarre	974 382 609
E19.1	Sarsamarucello	2				Loarre	
E19.2	Linás de Marcuello	2				Loarre	
E20	Santa Eulalia de Gállego	2	129	29.58	4.4	Plaza, S/N, 50850 Eulalia de Gállego	974 382 222
E21	Murillo de Gállego	2	179	54.71	3.3	Plaza, S/N, 22808 Murillo de Gállego	974 383 171
E21.1	Concilio	1				Murillo de Gállego	
E22	Las Peñas de Riglos	1	297	217.87	1.4	Plaza de la Iglesia, S/N, 22808 Las Peñas de Riglos	974 382 871
E22.1	Riglos	1				Las Peñas de Riglos	
E22.2	Sta. María	1				Las Peñas de Riglos	
E22.3	Centenero	2				Las Peñas de Riglos	
E22.4	Ena	2				Las Peñas de Riglos	
E23	Caldearenas	1	252	192.31	1.3	22840 Caldearenas	974 359 804
E23.1	Anzánigo	1				Caldearenas	
E23.2	Javierrelatre	2				Caldearenas	
E23.3	Aquilué	1				Caldearenas	
E23.4	San Vicente	2				Caldearenas	
E23.5	Latre	1				Caldearenas	
E24	Sesué	2	124	5.35	23.2	22467 Sesué	974 553 554
E25	Sabiñanigo	1	9'023	586.82	15.4	Plaza España 2, C.P., 22600 Sabiñanigo	974 484 200
E25.1	Latras	1				Sabiñanigo	
E25.2	Orna de Gállego	1				Sabiñanigo	
E25.3	Arto	1				Sabiñanigo	
E25.4	Lasieso	1				Sabiñanigo	
E25.5	Ipiés	2				Sabiñanigo	
E25.6	Sardás	1				Sabiñanigo	
E25.7	Aurín	1				Sabiñanigo	
E25.8	Cartirana	1				Sabiñanigo	
E25.9	Senegué	2				Sabiñanigo	
E26	Jaca	1	12'553	406.34	30.9	C/Mayor, 24, C.P., 22700 Jaca	974 355 666
E26.1	Frauca	2				Jaca	
E26.2	Navasa	1				Jaca	
E26.3	Astún	2				Jaca	
E27	Castiello de Jaca	1	219	17.31	12.7	C/Santiago, 22710 Castiello de Jaca	974 361 179
E28	Villanúa	1	435	58.19	7.5	22870 Villanúa	974 378 004
E29	Canfranc	1	611	71.56	8.5	Plaza del Ayuntamiento 1, 22880 Canfranc Estación	974 373 029
E30	Aísa	2	411	81.00	5.1	Plaza Ramon y Cajal 2, 22860 Aísa	974 364 679
E30.1	Candanchú	2				Aísa	

Inwertsetzung der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau

Datenbasis Spanien:
Datenbasis Frankreich:<http://www.ine.es>
<http://www.quid.fr>

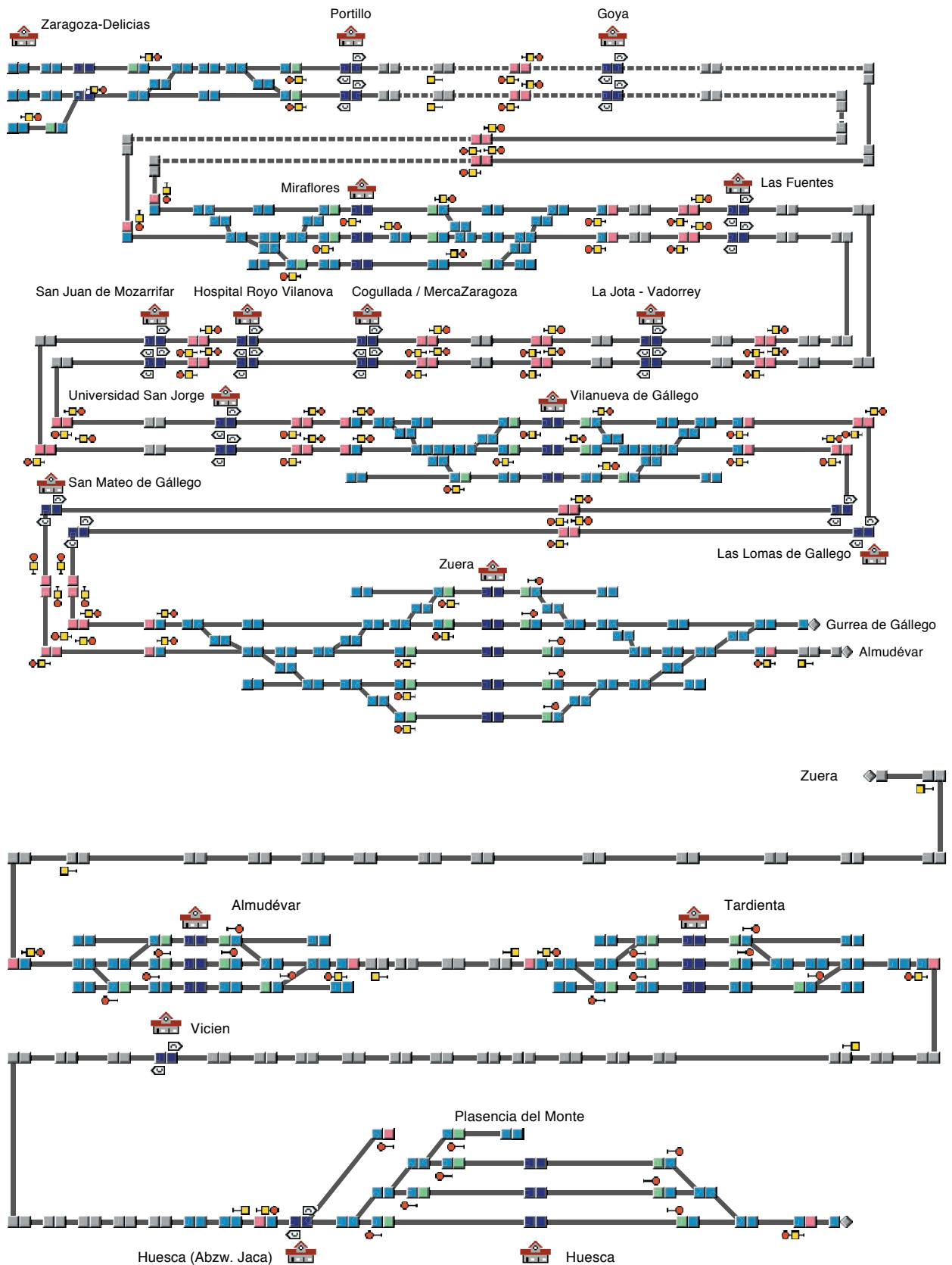
Version 2.1: 30.04.2006

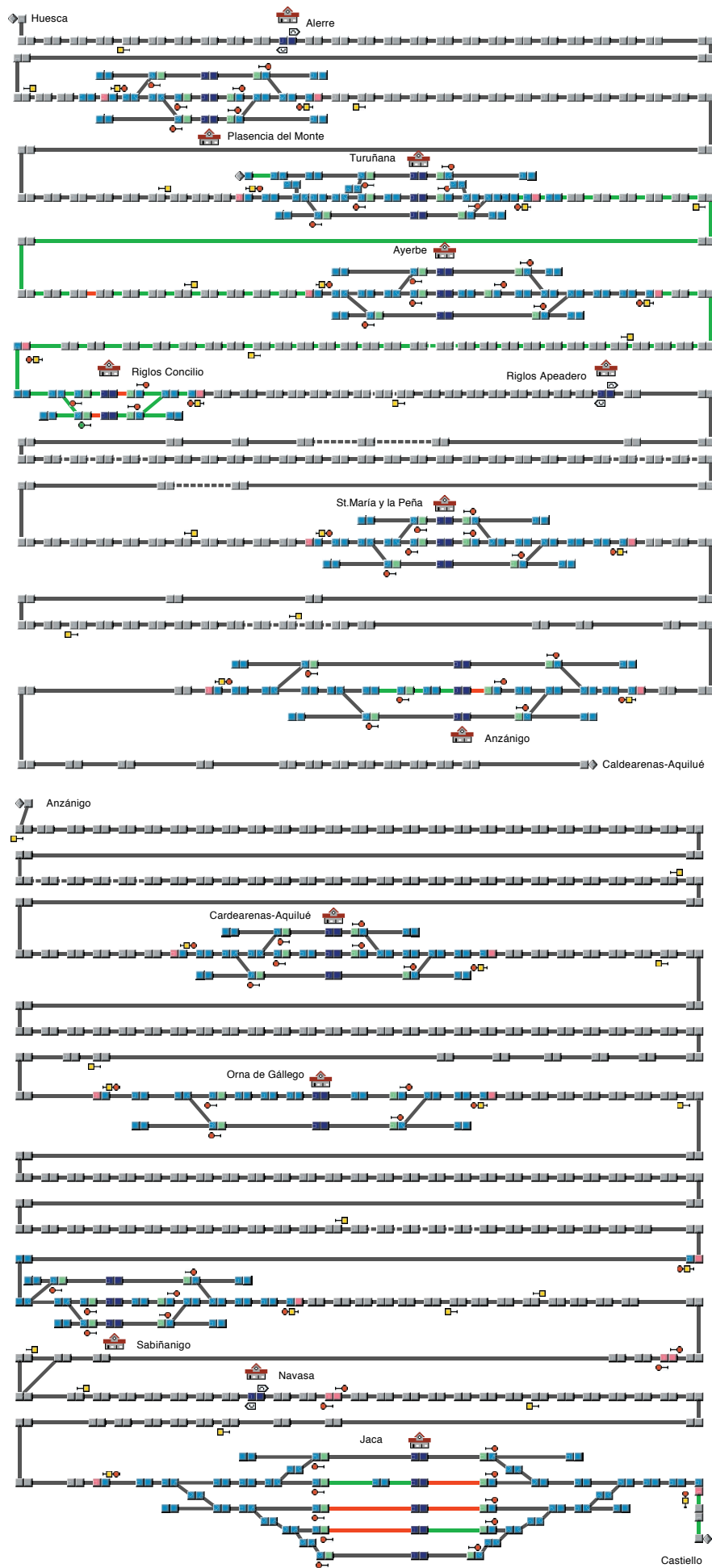
Liste der Dörfer im Einzugsgebiet: Frankreich

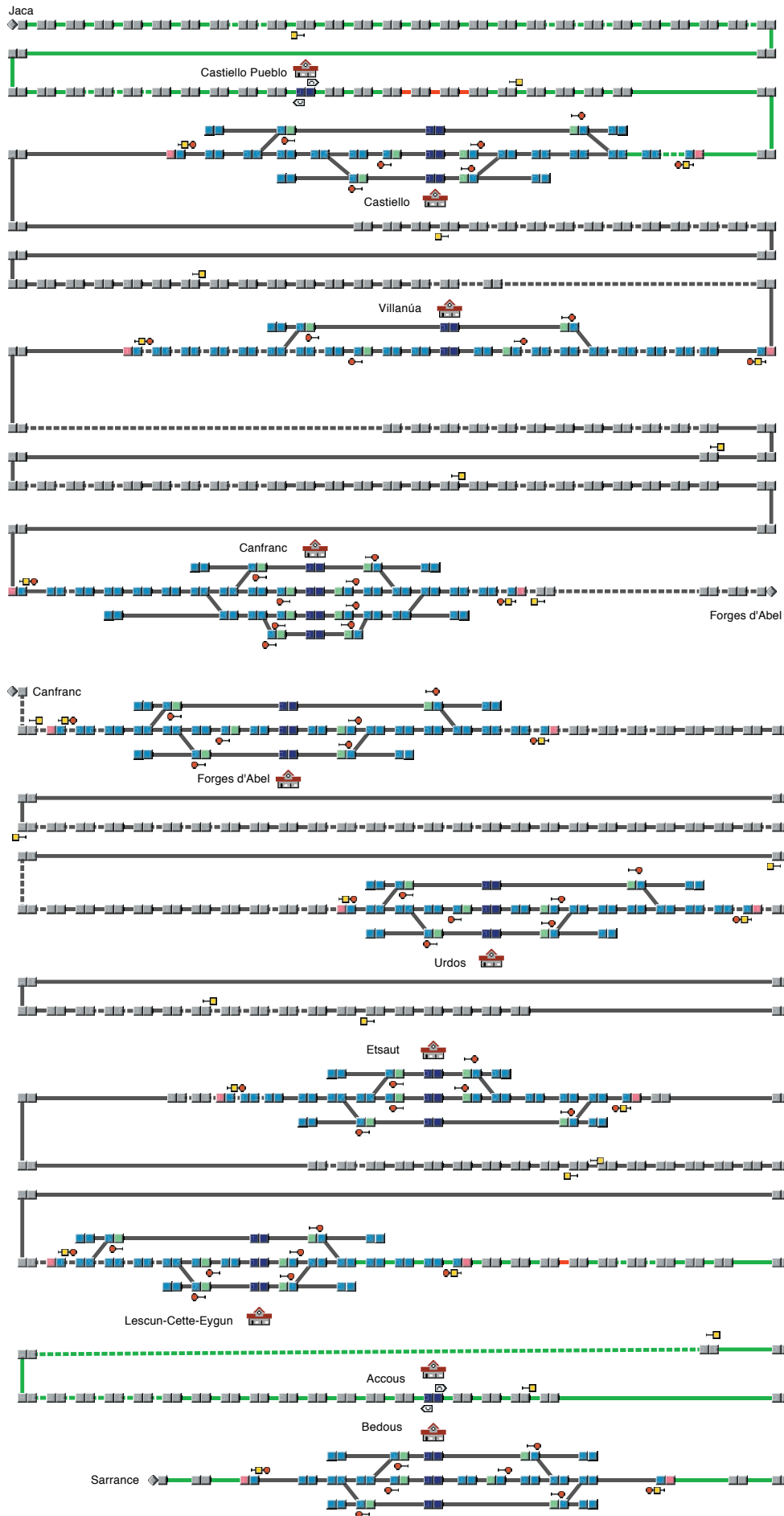
Nr	Name	Prio	Einwohner	Fläche [E/km ²]	Dichte [E/km ²]	Adresse Gemeindeverwaltung	Telefon
F1	Urdos	1	110	26.27	4.2	64490 URDOS	
F1.1	Les Forges d'Abel	1				Urdos	
F2	Etsaut	1	106	34.95	3.0	Bourg, 64490 ETSAUT	05 59 34 86 04
F3	Borce	1	166	58.05	2.9	Bourg, 64490 BORCE	05 59 34 88 99
F4	Cette-Eygun	1	96	18.97	5.1	mairie, pl Fronton, 64490 CETTE EYGUN	05 59 34 74 06
F5	Lescun	1	209	60.00	3.5	Bourg, 64490 LESCUN	05 59 34 78 80
F6	Accous	1	447	60.68	7.4	pl Mairie, 64490 ACCOUS	05 59 34 71 10
F6.1	L'Estanguet	1				Accous	
F7	Lées-Athas	2	226	4.48	50.4	Bourg, 64490 LEES ATHAS	05 59 34 70 77
F8	Osse-en-Aspe	1	317	43.03	7.4	Bourg, 64490 OSSE EN ASPE	05 59 34 70 84
F9	Bedous	1	596	11.65	51.2	pl François Sarraïlle 64490 BEDOUS	05 59 34 70 45
F9.1	Orcun	1				Bedous	
F10	Sarrance	1	237	46.75	5.1	Bourg, 64490 SARRANCE	05 59 34 54 61
F11	Escot	1				64490 ESCOT	
F12	Aydius	2	84	34.72	2.4	Bourg, 64490 AYDIUS	05 59 34 70 93
F13	Lourdios-Ichère	2	151	16.24	9.3	rte Col d'Ichere, 64570 LOURDIOS ICHERE	05 59 34 41 58
F14	Issor	2	268	23.00	11.7	pl Mairie, 64570 ISSOR	05 59 34 40 58
F15	Lurbe-St. Christeau	1	241	7.47	32.3	Bourg, 64660 LURBE SAINT CHRISTAU	05 59 34 40 25
F16	Asasp-Arros	1	638	23.59	27.0	Bourg, 64660 ASASP ARROS	05 59 34 42 15
F16.1	Arros d'Oloron	1				Asasp-Arros	
F17	Eysus	1	561	6.72	83.5	pl Mairie, 64400 EYSUS	05 59 34 41 01
F18	Gurmençon	1	757	2.98	254.0	58 rte Somport, 64400 GURMENCON	05 59 39 62 11
F19	Agnos	1	763	9.18	83.1	r Château, 64400 Agnos	05 59 39 46 10
F20	Bidos	1	1238	1.26	982.5	2 r Louis Barthou, 64400 BIDOS	05 59 39 09 68
F21	Oloron-St. Marie	1	11740	68.31	171.9	Villa Bourdeu 6, r Poste, BP.67, 64402 Oloron Ste Marie	05 59 10 35 70
F21.1	Ste. Pée d'en Bas	1				Oloron-Sainte-Marie	
F22	Moumour	1	790	8.05	98.1	pl Eglise, 64400 MOUMOUR	05 59 39 14 68
F23	Verdets	1				64400 VERDETS	
F24	Ledeuix	1	1126	13.52	83.3	r Marque, 64400 LEDEUIX	05 59 39 20 50
F25	Estos	1				64400 ESTOS	
F26	Goès	1	555	4.76	116.6	pl Eglise, 64400 GOES	05 59 39 17 15
F27	Préchilon	1	369	6.39	57.7	1 r Parale, 64400 PRECILHON	05 59 39 97 73
F28	Escout	1	420	9.25	45.4	quart Loustau, 64870 ESCOUT	05 59 39 24 94
F29	Escou	1	324	6.19	52.3	quart Loustalot, 64870 ESCOU	05 59 39 27 00
F30	Herrère	1	373	8.93	41.8	3 r Eglise, 64680 HERRERE	05 59 39 37 15
F30.1	Carrères	1				Herrere	
F31	Ogeu-les-Bains	1	1128	23.07	48.9	r Bielle, 64680 OGEU LES BAINS	05 59 34 91 90
F32	Buziet	1	375	8.15	46.0	pl Mairie, 64680 BUZIET	05 59 21 05 37
F33	Buzy	1	899	16.70	53.8	1 pl Mairie, 64260 BUZY	05 59 05 95 78
F33.1	Belair	1				Buzy	
F34	Arudy	1	2287	28.23	81.0	pl Hôtel de Ville, 64260 ARUDY	05 59 05 80 44
F35	Bescat	1	254	6.81	37.3	3 r Bourg, 64260 BESCAT	05 59 21 00 15
F36	Sévignacq-Meyracq	2	548	14.81	37.0	r Eglise, 64160 SEVIGNACQ	05 59 68 03 65
F37	Izeste	2	465	6.84	68.0	pl Mairie, 64260 IZESTE	05 59 05 62 84
F38	Louvie-Juzon	2	1002	55.65	18.0	pl Mairie, 64260 LOUVIE JUZON	05 59 05 61 70
F39	Lasseubetat	1	175	7.06	24.8	Bourg, 64290 LASSEUBETAT	05 59 21 71 64
F40	Rébénacq	2				64260 REBENACQ	
F41	Lasseube	2	1547	48.60	31.8	r République, 64290 LASSEUBE	05 59 04 22 67
F42	Bosdarros	2	961	24.77	38.8	pl Ecole, 64290 BOSDARROS	05 59 21 72 37
F43	Gan	1	5083	39.62	128.3	pl Mairie, 64290 GAN	05 59 21 61 31
F44	Jurançon	1	7730	17.96	430.4	pl Junqué, 64110 JURANCON	05 59 98 19 70
F45	Gelos	1	3885	11.03	352.2	49 r Eugène Daure, 64110 GELOS	05 59 06 63 25
F46	Bizanos	1	4782	4.42	1081.9	pl Victoire, 64320 BIZANOS	05 59 98 69 69
F47	Pau	1	80610	31.51	2558.2	pl Royale, 64000 PAU	05 59 27 85 80
F48	Billère	1	13668	4.57	2990.8	39, rte Bayonne, 64140 BILLERE	05 59 92 44 44
F49	Aressy	1	547	2.15	254.4	32, r Matachot, 64320 ARESSY	05 59 27 75 62

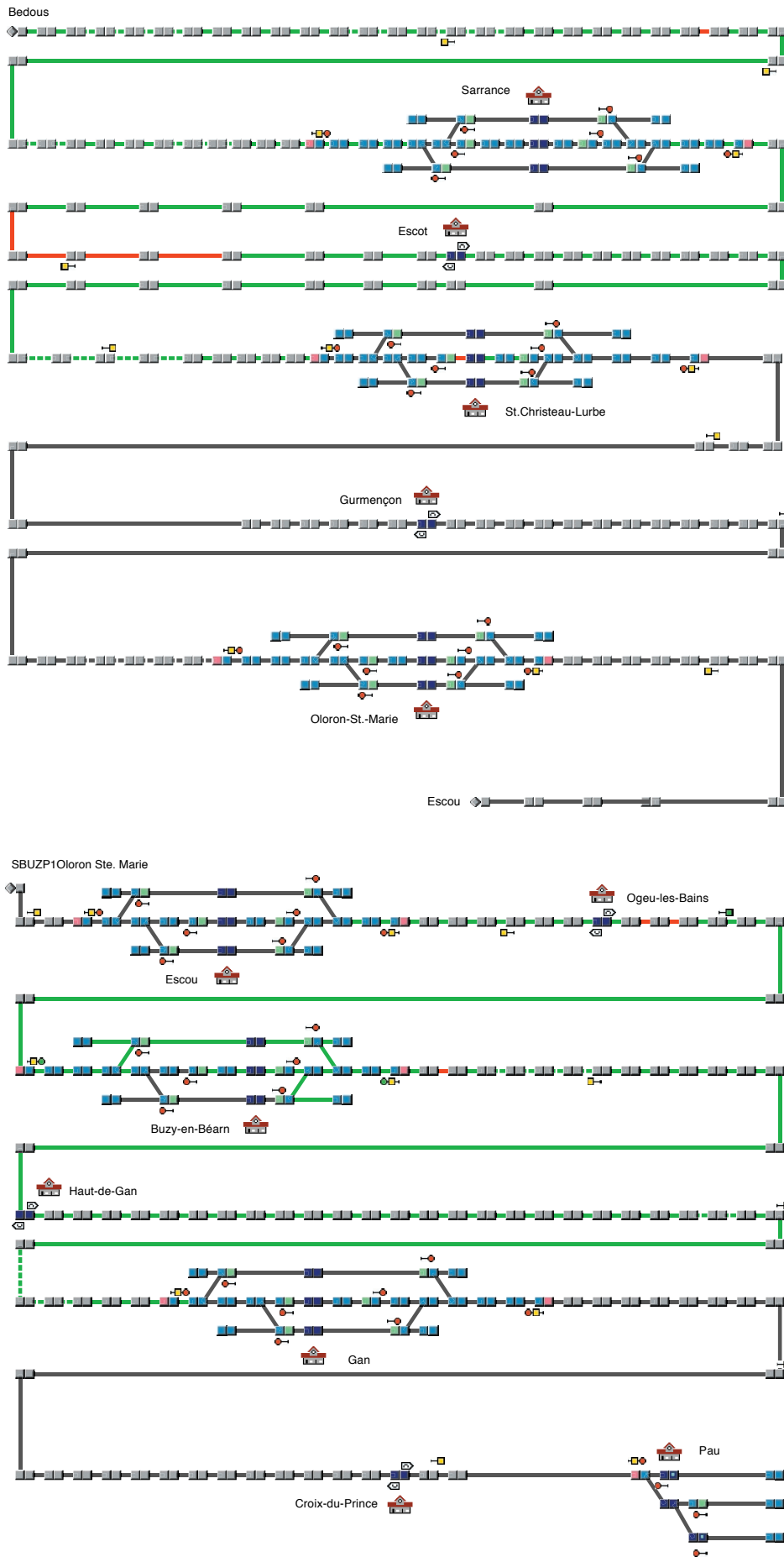
Pau - Canfranc - Zaragoza (ohne S-Bahn Pau - Oloron-Ste-Marie und Zuera - Zaragoza)

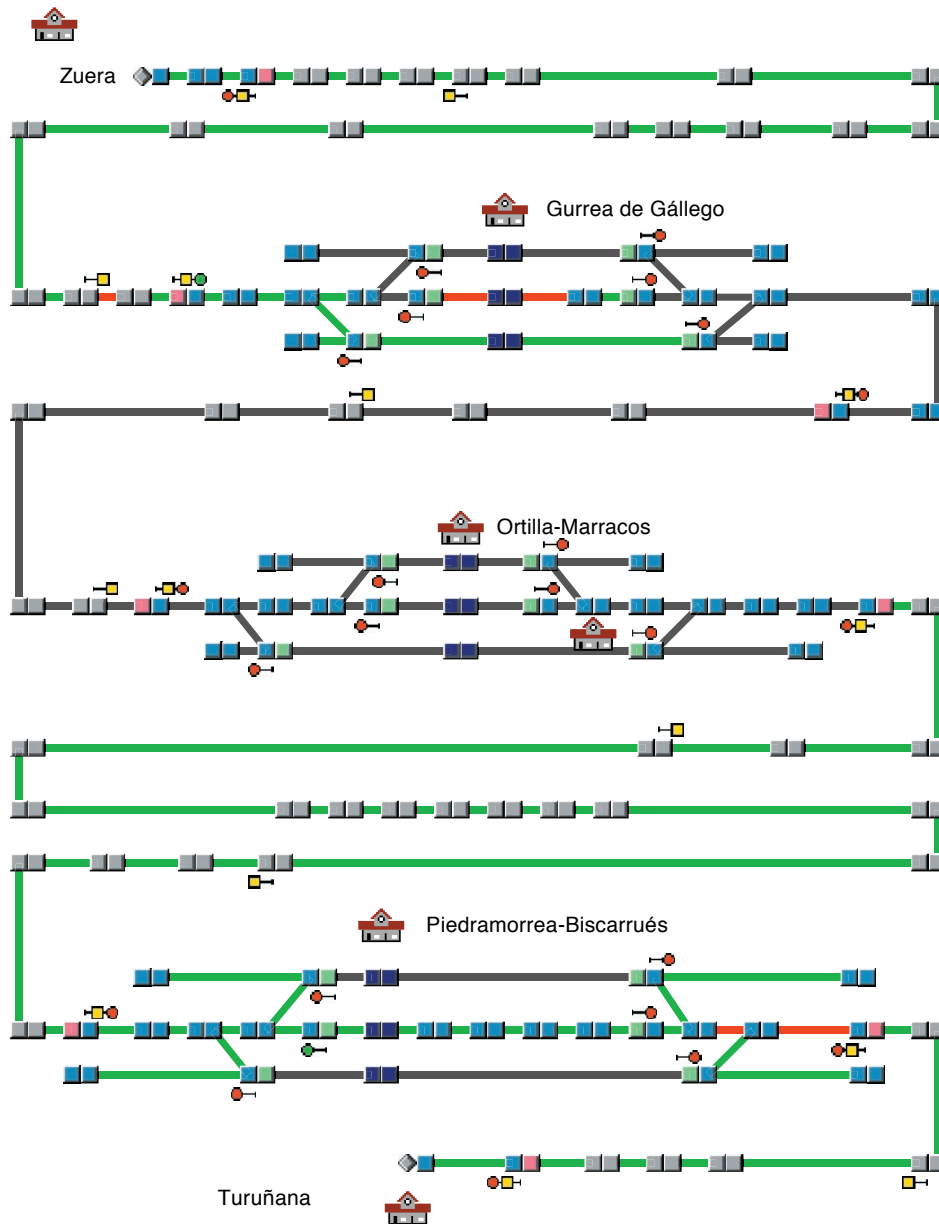
	EN	S	AVE	102	13102	IR	3002	302	IR	3002	Regio	3004	IR	3004	3004	Regio	3006	IR	3006	306	IR	3006	Regio	3008	IR	3008	308	IR	3008	Regio	3104	S	3104	IR	3104	Regio	3106	S	3106	IR	3106	Regio	3110	S	3110	IR	3110	Regio	3112	S	3112	IR	3112	Regio	3118	S	3118	IR	3118	Regio	3122	S	3122	IR	3122	Regio	3126	S	3126	IR	3126	Regio	3130	S	3130	IR	3130	Regio	3134	S	3134	IR	3134	Regio	3138	S	3138	IR	3138	Regio	3142	S	3142	IR	3142	Regio	3146	S	3146	IR	3146	Regio	3150	S	3150	IR	3150	Regio	3154	S	3154	IR	3154	Regio	3158	S	3158	IR	3158	Regio	3162	S	3162	IR	3162	Regio	3166	S	3166	IR	3166	Regio	3170	S	3170	IR	3170	Regio	3174	S	3174	IR	3174	Regio	3178	S	3178	IR	3178	Regio	3182	S	3182	IR	3182	Regio	3186	S	3186	IR	3186	Regio	3190	S	3190	IR	3190	Regio	3194	S	3194	IR	3194	Regio	3198	S	3198	IR	3198	Regio	3202	S	3202	IR	3202	Regio	3206	S	3206	IR	3206	Regio	3210	S	3210	IR	3210	Regio	3214	S	3214	IR	3214	Regio	3218	S	3218	IR	3218	Regio	3222	S	3222	IR	3222	Regio	3226	S	3226	IR	3226	Regio	3230	S	3230	IR	3230	Regio	3234	S	3234	IR	3234	Regio	3238	S	3238	IR	3238	Regio	3242	S	3242	IR	3242	Regio	3246	S	3246	IR	3246	Regio	3250	S	3250	IR	3250	Regio	3254	S	3254	IR	3254	Regio	3258	S	3258	IR	3258	Regio	3262	S	3262	IR	3262	Regio	3266	S	3266	IR	3266	Regio	3270	S	3270	IR	3270	Regio	3274	S	3274	IR	3274	Regio	3278	S	3278	IR	3278	Regio	3282	S	3282	IR	3282	Regio	3286	S	3286	IR	3286	Regio	3290	S	3290	IR	3290	Regio	3294	S	3294	IR	3294	Regio	3298	S	3298	IR	3298	Regio	3302	S	3302	IR	3302	Regio	3306	S	3306	IR	3306	Regio	3310	S	3310	IR	3310	Regio	3314	S	3314	IR	3314	Regio	3318	S	3318	IR	3318	Regio	3322	S	3322	IR	3322	Regio	3326	S	3326	IR	3326	Regio	3330	S	3330	IR	3330	Regio	3334	S	3334	IR	3334	Regio	3338	S	3338	IR	3338	Regio	3342	S	3342	IR	3342	Regio	3346	S	3346	IR	3346	Regio	3350	S	3350	IR	3350	Regio	3354	S	3354	IR	3354	Regio	3358	S	3358	IR	3358	Regio	3362	S	3362	IR	3362	Regio	3366	S	3366	IR	3366	Regio	3370	S	3370	IR	3370	Regio	3374	S	3374	IR	3374	Regio	3378	S	3378	IR	3378	Regio	3382	S	3382	IR	3382	Regio	3386	S	3386	IR	3386	Regio	3390	S	3390	IR	3390	Regio	3394	S	3394	IR	3394	Regio	3398	S	3398	IR	3398	Regio	3402	S	3402	IR	3402	Regio	3406	S	3406	IR	3406	Regio	3410	S	3410	IR	3410	Regio	3414	S	3414	IR	3414	Regio	3418	S	3418	IR	3418	Regio	3422	S	3422	IR	3422	Regio	3426	S	3426	IR	3426	Regio	3430	S	3430	IR	3430	Regio	3434	S	3434	IR	3434	Regio	3438	S	3438	IR	3438	Regio	3442	S	3442	IR	3442	Regio	3446	S	3446	IR	3446	Regio	3450	S	3450	IR	3450	Regio	3454	S	3454	IR	3454	Regio	3458	S	3458	IR	3458	Regio	3462	S	3462	IR	3462	Regio	3466	S	3466	IR	3466	Regio	3470	S	3470	IR	3470	Regio	3474	S	3474	IR	3474	Regio	3478	S	3478	IR	3478	Regio	3482	S	3482	IR	3482	Regio	3486	S	3486	IR	3486	Regio	3490	S	3490	IR	3490	Regio	3494	S	3494	IR	3494	Regio	3498	S	3498	IR	3498	Regio	3502	S	3502	IR	3502	Regio	3506	S	3506	IR	3506	Regio	3510	S	3510	IR	3510	Regio	3514	S	3514	IR	3514	Regio	3518	S	3518	IR	3518	Regio	3522	S	3522	IR	3522	Regio	3526	S	3526	IR	3526	Regio	3530	S	3530	IR	3530	Regio	3534	S	3534	IR	3534	Regio	3538	S	3538	IR	3538	Regio	3542	S	3542	IR	3542	Regio	3546	S	3546	IR	3546	Regio	3550	S	3550	IR	3550	Regio	3554	S	3554	IR	3554	Regio	3558	S	3558	IR	3558	Regio	3562	S	3562	IR	3562	Regio	3566	S	3566	IR	3566	Regio	3570	S	3570	IR	3570	Regio	3574	S	3574	IR	3574	Regio	3578	S	3578	IR	3578	Regio	3582	S	3582	IR	3582	Regio	3586	S	3586	IR	3586	Regio	3590	S	3590	IR	3590	Regio	3594	S	3594	IR	3594	Regio	3598	S	3598	IR	3598	Regio	3602	S	3602	IR	3602	Regio	3606	S	3606	IR	3606	Regio	3610	S	3610	IR	3610	Regio	3614	S	3614	IR	3614	Regio	3618	S	3618	IR	3618	Regio	3622	S	3622	IR	3622	Regio	3626	S	3626	IR	3626	Regio	3630	S	3630	IR	3630	Regio	3634	S	3634	IR	3634	Regio	3638	S	3638	IR	3638	Regio	3642	S	3642	IR	3642	Regio	3646	S	3646	IR	3646	Regio	3650	S	3650	IR	3650	Regio	3654	S	3654	IR	3654	Regio	3658	S	3658	IR	3658	Regio	3662	S	3662	IR	3662	Regio	3666	S	3666	IR	3666	Regio	3670	S	3670	IR	3670	Regio	3674	S	3674	IR	3674	Regio	3678	S	3678	IR	3678	Regio	3682	S	3682	IR	3682	Regio	3686	S	3686	IR	3686	Regio	3690	S	3690	IR	3690	Regio	3694	S	3694	IR	3694	Regio	3698	S	3698	IR	3698	Regio	3702	S	3702	IR	3702	Regio	3706	S	3706	IR	3706	Regio	3710	S	3710	IR	3710	Regio	3714	S	3714	IR	3714	Regio	3718	S	3718	IR	3718	Regio	3722	S	3722	IR	3722	Regio	3726	S	3726	IR	3726	Regio	3730	S	3730	IR	3730	Regio	3734	S	3734	IR	3734	Regio	3738	S	3738	IR	3738	Regio	3742	S	3742	IR	3742	Regio	3746	S	3746	IR	3746	Regio	3750	S	3750	IR	3750	Regio	3754	S	3754	IR	3754	Regio	3758	S	3758	IR	3758	Regio	3762	S	3762	IR	3762	Regio	3766	S	3766	IR	3766	Regio	3770	S	3770	IR	3770	Regio	3774	S	3774	IR	3774	Regio	3778	S	3778	IR	3778	Regio	3782	S	3782	IR	3782	Regio	3786	S	3786	IR	3786	Regio	3790	S	3790	IR	3790	Regio	3794	S	3794	IR	3794	Regio	3798	S	3798	IR	3798	Regio	3802	S	3802	IR	3802	Regio	3806	S	3806	IR	3806	Regio	3810	S	3810	IR	3810	Regio	3814	S	3814	IR	3814	Regio	3818	S	3818	IR	3818	Regio	3822	S	3822	IR	3822	Regio	3826	S	3826	IR	3826	Regio	3830	S	3830	IR	3830	Regio	3834	S	3834	IR	3834	Regio	3838	S	3838	IR	3838	Regio	3842	S	3842	IR	3842	Regio	3846	S	3846	IR	3846	Regio	3850	S	3850	IR	3850	Regio	3854	S	3854	IR	3854	Regio	3858	S	3858	IR	3858	Regio	3862	S	3862	IR	3862	Regio	3866	S	3866	IR	3866	Regio	3870	S	3870	IR	3870	Regio	3874	S	3874	IR	3874	Regio	3878	S	3878	IR	3878	Regio	3882	S	3882	IR	3882	Regio	3886	S	3886	IR	3886	Regio	3890	S	3890	IR	3890	Regio	3894	S	3894	IR	3894	Regio	3898	S	3898	IR	3898	Regio	3902	S	3902	IR	3902	Regio	3906	S	3906	IR	3906	Regio	3910	S	3910	IR	3910	Regio	3914	S	3914	IR	3914	Regio	3918	S	3918	IR	3918	Regio	3922	S	3922	IR	3922	Regio	3926	S	3926	IR	3926	Regio	3930	S	3930	IR	3930	Regio	3934	S	3934	IR	3934	Regio	3938	S	3938	IR	3938	Regio	3942	S	3942	IR	3942	Regio	3946	S	3946	IR	3946	Regio	3950	S	3950	IR	3950	Regio	3954	S	3954	IR	3954	Regio	3958	S	3958	IR	3958	Regio	3962	S	3962	IR	3962	Regio	3966	S	3966	IR	3966	Regio	3970	S	3970	IR	3970	Regio	3974	S	3974	IR	3974	Regio	3978	S	3978	IR	3978	Regio	3982	S	3982	IR	3982	Regio	3986	S	3986	IR	3986	Regio	3990	S	3990	IR	3990	Regio	3994	S	3994	IR	3994	Regio	3998	S	3998	IR	3998	Regio	4002	S	4002	IR	4002	Regio	4006	S	4006	IR	4006	Regio	4010	S	4010	IR	4010	Regio	4014	S	4014	IR	4014	Regio	4018	S	4018	IR	4018	Regio	4022	S	4022	IR	4022	Regio	4026	S	4026	IR	4026	Regio	4030	S	4030	IR	4030	Regio	4034	S	4034	IR	4034	Regio	4038	S	4038	IR	40
--	----	---	-----	-----	-------	----	------	-----	----	------	-------	------	----	------	------	-------	------	----	------	-----	----	------	-------	------	----	------	-----	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	------	-------	------	---	------	----	----
















Legende:


- 


Doppelpunktgrafen (Knoten) mit dazwischen liegender Kante als Grundstruktur der Gleistopologie. Die Kanten weisen jeweils gleiche Eigenschaften (Kurven, Neigungen, Tunnel) auf.
-  Gurrea de Gállego


Stationssymbol mit Bezeichnung. Bei ausgeleuchteten Fenstern am Gebäude sind alle notwendigen Daten in der Stationsdatenbank aufgenommen.
- 

Stationsquerschnitt. Die dunkelblau markierten Knoten bezeichnen die die Mitte der zugehörigen Station.
- 

Stationsgebiet. Die Knoten im Gebiet innerhalb der Einfahrtsignale gehören zum Stationsgebiet und werden hellblau gekennzeichnet (im Gegensatz zu den hellgrauen Knoten auf der Strecke).
- 

Einfahrvorsignal (gelb links), zugehöriges Einfahrtsignal mit (Ausfahr-)vorsignal, das am gleichen Mast angeordnet ist. Der rot markierte Knoten zeigt an, dass das Einfahrtsignal über eine oder mehrere Zufahrstrassen verfügt.
- 

Ausfahrtsignal. Der grün markierte Knoten zeigt an, dass das Ausfahrtsignal über einen oder mehrere Pfade verfügt, die aus einzelnen Zufahrstrassen zusammengesetzt sind.
- 

Eingestellte und gesicherte Zufahrstrasse: grün markierte Kanten.
- 

Durch einen Zug, eine Rangierbewegung oder einzelne Fahrzeug belegte Gleisabschnitte (rot).

Meinungen über den Personenverkehr auf der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau

Wie bewerten Sie die folgenden Argumente als Grund für die Wiedereröffnung der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau?

Verbindungen zwischen beiden Seiten der Pyrenäen verbessern	<input type="checkbox"/>	wichtiges Argument	<input type="checkbox"/>	eher weniger	<input type="checkbox"/>	kein Grund	<input type="checkbox"/>	weiss nicht	<input type="checkbox"/>
Umweltschutz: weniger Luftverschmutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weniger verstopfte Strassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermeiden von Unfällen auf der Strasse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Bedürfnis ist vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist vor allem für den Güterverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist vor allem für den Personenverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist für alle Verkehrsarten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Würden Sie grundsätzlich die Bahn für folgende Zwecke benutzen, sofern das Angebot für Sie nützlich wäre?

Arbeit	sehr oft	<input type="checkbox"/>	oft	<input type="checkbox"/>	ab und zu	<input type="checkbox"/>	selten	<input type="checkbox"/>	nie	<input type="checkbox"/>
Schule, Studium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freizeit, Familie, Ferien, Ausflüge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einkaufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anderer (welche?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bemerkungen?

Kennen Sie jemanden, der die Bahn benutzen würde?
 JA
 NEIN

Geographisches Institut GIB
 Gruppe Siedlungsgeographie und Landschaftsgeschichte
 Hallerstrasse 12
 CH-3012 Bern
 e-mail: juerg.suter@students.unibe.ch

u^b
 UNIVERSITÄT
 BERN

Zaragoza, 22. April 2006
 Version 1.1

Fragebogen 1: abgehender Personenverkehr

Fragen über die Eigenschaften bezüglich Reisebedürfnisse

1. Besitzen Sie ein Auto?
 JA
 NEIN

Wieviele Fahrzeuge stehen im Familienkreis zur Verfügung?

2. Wieviel und zu welchem Zweck reisen Sie pro Woche ungefähr?

Reisemotiv	von	nach	Zahl oder km
Arbeit			
Schule, Studium			
Einkäufe			
Familie, Freizeit, Ferien			
Anderer			

3. Welches Verkehrsmittel benutzen Sie normalerweise?
 Auto
 Bus
 Bahn
 zu Fuss
 andere/Kombination (erklären)

4. Steht Ihnen ein angemessenes öffentliches Verkehrsmittel zur Verfügung?
 JA
 NEIN

5. Wie wichtig sind für Sie die öffentlichen Verkehrsmittel für Ihre Lebensgewohnheiten?

	sehr wichtig	ziemlich wichtig	wenig wichtig	nicht wichtig	weiss es nicht
Bahn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
andere (welche?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Haben Sie Anregungen/Bemerkungen zu den Fragen 1 - 5?

Fragen zum Verkehrsverhalten

11. Wie wichtig sind Ihnen folgende Gewohnheiten während der Reise?

	sehr wichtig	wichtig	wenig wichtig	nicht wichtig	weiss nicht
Privatsphäre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bequemlichkeit/Komfort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unabhängigkeit bez. Weg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unabhängigkeit bez. Zeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport von Gütern/Gepäck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausspannen/Erholen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuverlässigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere Gewohnheiten (mit Bewertung):					

12. Gibt es Strecken, die Sie regelmässig befahren?
 JA
 NEIN
 wenn JA: welche und wie häufig?
 von _____ nach _____ Frequenz _____

13. Welche Argumente könnten Ihre Verkehrsgewohnheiten ändern?

	kein Anlass	wenig Anlass	mögliches Argument	auf jeden Fall
Preisvorteil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gutes Angebot/Fahrplan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stau, Verkehrschaos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesundheitsschäden nehmen zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere:				

8. Wie wichtig sind/wären Ihnen folgende Punkte bezüglich des Angebots

	nicht wichtig	wenig wichtig	wichtig	sehr wichtig	keine Angabe
Preis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freundliche Bedienung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahnhöfe mit Personal bedient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klare Informationen an den Bahnhöfen/in den Zügen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dienstleistungen am Bahnhof (Geschäfte, Telefon, WC, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dienstleistungen in den Zügen (Bar, WC, Gepäck- und Velotransport, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sicherheit am Bahnhof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komfort in den Zügen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reisegeschwindigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anschlüsse zu andern Zügen und Bussen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Häufige Verbindungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Wie oft sollten die Züge verkehren?
 Regionalzüge _____
 Nahverkehrszüge _____
 Schnellzüge _____
 Internationale Züge _____

10. Wieviel sind sie bereit, für eine beliebige Strecke zu bezahlen?
 Von (Abgangsbahnhof): _____
 Nach (Bestimmungsbahnhof): _____
 Preis: _____ € (aktueller Preis)
 weiss es nicht

Haben Sie Anregungen/Bemerkungen zu den Fragen 6 - 10?

Fragebogen 2: ankommender Regionalverkehr		Dokument 2.23	Seite 2
Meinungen über den Personenverkehr auf der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau			
6. Wie bewerten Sie die folgenden Argumente als Grund für die Wiederöffnung der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau?			
	wichtiges Argument	mögliches Argument	eher weniger
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verbindungen zwischen beiden Seiten der Pyrenäen verbessern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umweltschutz: weniger Luftverschmutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weniger verstopfte Strassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermeiden von Unfällen auf der Strasse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Bedürfnis ist vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist vor allem für den Güterverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist vor allem für den Personenverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist für alle Verkehrsarten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Würden Sie grundsätzlich die Bahn für folgende Zwecke benutzen, sofern das Angebot für Sie nützlich wäre?			
	sehr oft	oft	ab und zu
	sehr selten	selten	nie
Arbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schule, Studium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freizeit, Familie, Ferien, Ausflüge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einkaufen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere (welche?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkungen?			
Kennen Sie jemanden, der die Bahn benutzen würde? <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN			

Fragebogen 2: ankommender Regionalverkehr		Dokument 2.23	Seite 1
Geographisches Institut GIUB Gruppe Siedlungsgeographie und Landschaftsgeschichte Suter Jürg 02-130-615 e-mail: juerg.suter@students.unibe.ch Version 1.1			
Hallestrasse 12 CH-3012 Bern UNIVERSITÄT BERN			
Fragebogen 2: ankommender Personenverkehr			
Fragen über die Eigenschaften bezüglich Reisegebedürfnisse			
1. Besitzen Sie ein Auto?		Wieviele Fahrzeuge stehen im Familienkreis zur Verfügung?	
<input type="checkbox"/> JA		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> NEIN		<input type="checkbox"/>	
Welches ist Ihr Reisemotiv?		Freizeit/Ausflug andere (welche?)	
<input type="checkbox"/> Arbeit		<input type="checkbox"/> Schule/Studium	
<input type="checkbox"/> Einkäufe		<input type="checkbox"/>	
2. Wieviel und zu welchem Zweck reisen Sie pro Woche ungefähr?		Zahl oder km	
Reisemotiv		von	
Arbeit		nach	
Schule, Studium			
Einkäufe			
Familie, Freizeit, Ferien			
Andere			
3. Welches Verkehrsmittel benutzen Sie normalerweise?			
<input type="checkbox"/> Auto			
<input type="checkbox"/> Bus			
<input type="checkbox"/> Bahn			
<input type="checkbox"/> Fahrrad			
<input type="checkbox"/> zu Fuss			
<input type="checkbox"/> andere/Kombination (erklären)			
4. Steht Ihnen ein angemessenes öffentliches Verkehrsmittel zur Verfügung?			
<input type="checkbox"/> JA			
<input type="checkbox"/> NEIN			
5. Wie wichtig sind für Sie die öffentlichen Verkehrsmittel für Ihre Lebensgewohnheiten?			
		sehr wichtig	ziemlich wichtig
		wichtig	wenig wichtig
		nicht wichtig	nicht
			weiss es nicht
Bahn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
andere (welche?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Sie Anregungen/Bemerkungen zu den Fragen 1 - 5?			

Fragen zum Verkehrsverhalten

11. Wie wichtig sind Ihnen folgende Gewohnheiten während der Reise?

	sehr wichtig	wichtig	wenig wichtig	nicht wichtig	weiss nicht
Privatsphäre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bequemlichkeit/Komfort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unabhängigkeit bez. Weg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unabhängigkeit bez. Zeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transport von Gütern/Gepäck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausspannen/Erholen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuverlässigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Andere Gewohnheiten (mit Bewertung):

12. Gibt es Strecken, die Sie regelmässig befahren?
 JA
 NEIN
 wenn JA: welche und wie häufig?
 von _____ nach _____ Frequenz _____

13. Welche Argumente könnten Ihre Verkehrsgewohnheiten ändern?

	kein Anlass	wenig Anlass	mögliches Argument	auf jeden Fall
Preisvorteil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gutes Angebot/Fahrplan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stau, Verkehrschaos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesundheitsschäden nehmen zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 Andere: _____

8. Wie wichtig sind/wären Ihnen folgende Punkte bezüglich des Angebots

	nicht wichtig	wenig wichtig	wichtig	sehr wichtig	keine Angabe
Preis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sauberkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freundliche Bedienung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahnhöfe mit Personal bedient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klare Informationen an den Bahnhöfen/in den Zügen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dienstleistungen am Bahnhof (Geschäfte, Telefon, WC, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dienstleistungen in den Zügen (Bar, WC, Gepäck- und Velotransport, usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sicherheit am Bahnhof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Komfort in den Zügen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reisegeschwindigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anschlüsse zu andern Zügen und Bussen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Häufige Verbindungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Wie oft sollten die Züge verkehren?
 Regionalzüge _____
 Nahverkehrszüge _____
 Schnellzüge _____
 Internationale Züge _____

10. Wieviel sind sie bereit, für eine beliebige Strecke zu bezahlen?
 Von (Abgangsbahnhof): _____
 Nach (Bestimmungsbahnhof): _____
 Preis: _____ € (aktueller Preis)
 weiss es nicht

Haben Sie Anregungen/Bemerkungen zu den Fragen 6 - 10?

Geographisches Institut GIUB
 Gruppe Siedlungsgeographie und Landschaftsgeschichte
 Suter Jürg
 02-130-615
 Hallerstrasse 12
 CH-3012 Bern
 e-mail: juerg.suter@students.unibe.ch



Zaragoza, 23. März 2006
 Version 1.1

Fragebogen 3: Güterverkehr

Fragen zu den Transportbedürfnissen

1. Besitzen Sie eine eigene Lastwagenflotte?
 JA NEIN

2. Falls JA: Wieviele Lastwagen besitzen Sie?
 Wieviele Tonnen-Km pro Woche/Monat/Jahr fallen in Ihrem Unternehmen etwa an?

3. Nutzen Sie Bahntransporte?
 JA NEIN

4. Wie wichtig ist für Sie die Bahn als Transportmittel?

gar nicht wichtig	wenig wichtig	halb und halb	wichtig	sehr wichtig
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 Kombiniertes Verkehr
 rollende Autobahn
 andere

Haben Sie Anregungen/Bemerkungen zu den Fragen 1 - 4?

Meinungen über den Güterverkehr auf der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau

5. Wie bewerten Sie die folgenden Argumente als Grund für die Wiedereröffnung der Bahnlinie Zaragoza-Canfranc-Pau?

Argument	wichtiges Argument	mögliches Argument	eher weniger	kein Grund	weiss nicht
Verbesserungen der Verbindungen auf beiden Seiten der Pyrenäen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umweltschutz: weniger Luftverschmutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weniger bestastete Strassen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermeiden von Unfällen auf der Strasse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Bedürfnis nach einem Bahnangebot im Güterverkehr ist vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist vor allem für den Güterverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bahn ist vor allem für den Personenverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Wie wichtig sind/wären Ihnen folgende Punkte bezüglich des Angebots

	nicht wichtig	wenig wichtig	wichtig	sehr wichtig	keine Angabe
Verfügbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kompetente Bedienung, auch online	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bahnhöfe mit Personal bedient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spezialwagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuverlässigkeit/Pünktlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transportgeschwindigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Häufige Bedienung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Wie sollte für Ihre Bedürfnisse die Bedienungshäufigkeit sein?
 Güterzüge
 rollende Autobahn
 andere Leistungen

8. Wieviel sind sie bereit, für den Transport einer Tonne Güter zu bezahlen?
 Von (Abgangsbahnhof): _____
 Nach (Bestimmungsbahnhof): _____
 Preis: _____ €
 weiss es nicht

Haben Sie Anregungen/Bemerkungen zu den Fragen 6 - 8?

Fragen zum Verkehrsverhalten

9. Gibt es Strecken, über die Sie regelmässig Güter transportieren?
 JA
 NEIN

wenn JA: welche und wie häufig?
 von _____ nach _____ Häufigkeit/Menge _____

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

10. Welche Argumente könnten Ihre Transportgewohnheiten ändern?

	kein Anlass	wenig Anlass	mögliches Argument	auf jeden Fall	weiss nicht
Preisvorteil einer Transportart	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bessere Transportzeit einer Transportart	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stau, Verkehrschaos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesundheitsschäden nehmen zu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere Argumente (mit Bewertung):					

Haben Sie Anregungen/Bemerkungen?

- Angaben zur Firma**
- Firmensitz/PLZ:
 - Branche (NACE-Code):
 - Angaben über Transportvolumen: