

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN



Diplomarbeit – Master Thesis

Optimale Effizienz in der Finanzierung der Eisenbahn

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades einer
Diplomingenieurin

Unter der Leitung von
Em. O. Univ. Prof. DI Dr. techn. Hermann Knoflacher
Institut für Verkehrsplanung und -technik (E231)

Eingereicht an der
Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

Von
Anne-Cécile Scherrer
0927517, E610
53 boulevard Sénard, F-92210 Saint-Cloud

Wien, im Oktober 2011

Abstract

The Austrian Government spends more than 2 Billion Euros p.a. for the development of the railway infrastructure, although the investments had to be considerably reduced because of the financial crisis.

Austria aims to build a more competitive railway network, which appears to be a challenge because of the alpine characteristic of its territory. One of the biggest currently project is the construction of a 130 kilometer railway line between the two cities Graz and Klagenfurt, including the 33 kilometer Koralmtunnel. As building a tunnel is one of the most expensive measure, its efficiency will be justified by a considerably amount of benefits. The benefits have to been regarding the collective good, which includes high quality transportation and sustainable development.

In this study, alternative measures will be proposed, considering the objective of a competitive national network and the integration into the European transport policy. Those alternative measures build scenarios: the effects on the transport and environmental situation are evaluated and the most efficient investment for the future will be at the end brought forward, using of a cost-benefits analysis. The Koralmbahn project is being thrown back into doubt, as the introduction of Pendular trains or improvement in signaling systems appear to be taken seriously.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung	6
2 Allgemeine Grundlagen.....	8
2.1 Die österreichische Verkehrspolitik.....	8
2.1.1 Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)	8
2.1.2 Die Österreichische Bundesbahn (ÖBB).....	9
2.1.3 Der Ausbauplan der Infrastruktur	14
2.2 Die europäische Verkehrspolitik	20
2.2.1 Die Schaffung einer EU – Verkehrspolitik	21
2.2.2 Die Vorrangprojekte der EU.....	22
2.3 Die Verkehrsentwicklung . Eine Verkehrspolitik schaffen.	28
2.3.1 Grundlegende Prinzipien der Verkehrsplanung	28
2.3.2 Die Verkehrsentwicklung.....	35
3 Die Koralmbahn	41
3.1 Kontext.....	41
3.2 Die Projektvorgeschichte.....	42
3.3 Der Streckenverlauf.....	43
3.4 Eckdaten.....	45
3.5 Ein umstrittenes Projekt	46
3.5.1 Pro-argumente	47
3.5.2 Kontra-argumente	48
4 Die bestehenden Strecken	52
4.1 Die Südbahn, Strecke Bruck - Graz - Spielfeld-Strass	52
4.2 Die Südbahn, Zweigstrecke Bruck-Klagenfurt	53
4.3 Das Ergänzungsnetz : Klagenfurt-Bleiburg	55
4.4 Die Slowenische Bahn.....	55
4.4.1 Slovenian Railways	55
4.4.2 Maribor-Sentilj, Richtung Graz	58

4.4.3	Maribor-Prevalje, Richtung Klagenfurt	58
5	Verbesserungsmöglichkeiten	59
5.1	Infrastruktur.....	60
5.1.1	Linienverbesserung.....	60
5.1.2	Zulegung von Streckengleisen.....	60
5.1.3	Elektrifizierung	61
5.1.4	Errichtung von Überholungsmöglichkeiten	62
5.1.5	Beseitigung von geschwindigkeitsbeschränkenden Anlagen.....	63
5.2	Rollmaterial	64
5.2.1	Einsatz von leistungsfähigeren Triebfahrzeugen und Triebzügen	64
5.2.2	Einsatz von Wendezügen.....	65
5.2.3	Einsatz von Wagenkasten-eigezügen	65
5.2.4	Einsatz von Modulzügen und Mehrzugverbänden	68
5.2.5	Einsatz von Mehrsystemfahrzeugen	68
5.2.6	Trennung von Aufbau und Fahrwerk bei Güterwagen	69
5.2.7	Einsatz der automatischen Kupplung	70
5.3	Logistik.....	70
5.3.1	Einsatz von ERTMS (European Rail Traffic Management System).....	70
5.3.2	Optimierung von Blockabschnitten	74
5.3.3	Fahren im absoluten Bremswegabstand.....	74
5.3.4	Einführung eines Gleiswechselbetriebs (GWB)	75
5.3.5	Disposition mit Hilfe der rechnerunterstützten Zugüberwachung (RZü)	75
6	Die Verkehrspolitik der Schweiz.....	77
6.1	Die Investitionsstrategie	78
6.2	Die Investitionsschwerpunkte.....	78
6.2.1	Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr	78
6.2.2	Schonung von Umwelt.....	79
6.2.3	Internationale Verbindungen.....	79
6.3	Die Grossprojekte	80
6.3.1	Das Versagen des Lötschbergbasistunnels	82
7	Die Untersuchung von Alternativen	83
7.1	Vorgangsweise	83

7.2	Systemabgrenzung.....	83
7.3	Verkehrsmengengerüst 2009.....	85
7.4	Die untersuchten Szenarien.....	88
7.4.1	Szenario 0 - Nullvariante.....	88
7.4.2	Szenario 1 – Koralmbahn	89
7.4.3	Szenario 2 – Graz-Klagenfurt über Maribor.....	89
7.4.4	Szenario 3 – Einsatz der Neigetechnik	91
7.4.5	Der konkurrierende Straßenverkehr	92
7.5	Mengengerüst 2030	92
7.6	Kostensumme.....	94
7.6.1	Investitionskosten.....	94
7.6.2	Instandhaltungs- und Betriebskosten	95
7.6.3	Reisezeitkosten	100
7.6.4	Externe Kosten	102
7.7	Nutzen-Kosten Analyse	105
7.8	Nicht monetarisierte Auswirkungen	107
7.9	Sensitivitätsanalyse	108
7.9.1	Berücksichtigung der Straßenverkehrsverlagerung.....	111
7.10	Schlussfolgerung	112
8	Konklusion	116
A	Literaturverzeichnis	118
B	Abbildungsverzeichnis	124
C	Tabellenverzeichnis	127
	Anhänge	128

1 Einleitung

Die Verkehrspolitik befindet sich vor wesentlichen Herausforderungen. Es ist Pflicht eines modernen Staates, eine sichere und effiziente Mobilität seiner Bürger zu gewährleisten. Verkehr ist mit der wirtschaftlichen Entwicklung und der erhöhten wirtschaftlichen Attraktivität des entsprechenden Standorts eng verbunden. Europäische Staaten müssen nunmehr mit der schwierigen Wirtschaftslage und den Ansprüchen an Umweltverträglichkeit umgehen.

In Österreich werden jährlich mehr als 2 Milliarden EUR von dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie in die Infrastruktur investiert. Die Schuldsituation verschlechtert sich gleichzeitig. Eine offizielle Studie im Auftrag des Staatsschuldenausschusses berichtet:

„Der höchste Schuldenstand wird nach den gegenwärtigen Projektionen im Jahr 2023 nach Abschluss der Investitionsphase in Höhe von 26,4 Mrd. EUR (zu Preisbasis 2008) erreicht. Danach geht der Nettoschuldenstand wieder schrittweise zurück. Das Anfangsniveau von 2009 soll in etwa wieder im Jahr 2040 erreicht werden“. [Studie Infrastrukturinvestitionen, B. Grossmann, E. Hauth]

Die volkswirtschaftlichen Nutzen der Allgemeinheit sollen zwecks sparsamer und nachhaltiger Investitionen den Vorrang haben. Leistungsfähigere Infrastruktur, wettbewerbsfähige Verkehrswege, umweltfreundlichere Verkehrsträger werden die Effizienz im Betrieb sichern. Es stellt sich dann die Frage: die bestehende Infrastruktur anpassen und verbessern oder neue kostenintensive Strecken bauen?

In dieser Arbeit wird die Effizienz der Finanzierung der Eisenbahn am Beispiel des Koralmbahnprojekts analysiert. Zuerst wird die heutige Bahnsituation in Österreich und in Europa beschrieben. Die entsprechenden Zielsetzungen, Maßnahmen und politischen Grundlagen werden berücksichtigt. Die vergangenen Verkehrswechselbeziehungen werden dann erklärt und prognostizierte Verkehrsentwicklungen entworfen. Nach der technischen Beschreibung des Koralmbahnprojekts und der bestehenden Strecken im berücksichtigten Raum werden Verbesserungsmöglichkeiten vorgelegt. Das

Beispiel des Bahnmasterlands Schweiz wird sich hier als hilfreich herausstellen. Zum Schluss wird eine vereinfachte Nutzen-Kosten Analyse anhand wahrscheinlicher zukünftiger Szenarien durchgeführt. Die Ergebnisse ermöglichen eine Anordnung der Alternativen: die „beste“ Investitionslösung wird vorgeschlagen.

2 Allgemeine Grundlagen

2.1 Die österreichische Verkehrspolitik

2.1.1 Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)

Das ursprüngliche Ziel des Verkehrs ist die Ortsveränderung von Gütern und Personen. Damit sie richtig erfolgen kann, braucht jedes Land entsprechende Behörden, die eine sinnvolle Verkehrspolitik schaffen und durchführen. Alle Verkehrsträger müssen gleich behandelt werden, um sie miteinander kombinieren zu können und eine effiziente Mobilität im Hoheitsgebiet zu sichern. Für die Abstimmung und Koordination der einzelnen Verkehrsträger in Österreich ist das BMVIT verantwortlich.



Abbildung 1 BMVIT



Die Aufgaben des BMVIT sind durch das Bundesministeriengesetz – Novelle 2009 definiert. Die Schaffung einer nachhaltigen Verkehrspolitik ist die wichtigste Verpflichtung. Das Ministerium ist insbesondere zuständig für die Angelegenheiten des Verkehrswesens, was im Eisenbahnbereich der Regulierung des Zugangs zur Eisenbahninfrastruktur entspricht. Das Gesetz fügt dazu die Verantwortung für die folgenden Angelegenheiten hinzu:

„Angelegenheiten der Österreichischen Bundesbahnen einschließlich der Errichtung und Verwaltung von Bauten und Liegenschaften des Bundes, die Zwecken der Österreichischen Bundesbahnen gewidmet sind; Angelegenheiten der Verwaltung der Anteilsrechte des Bundes an sonstigen Eisenbahnunternehmungen und an der Schieneninfrastrukturfinanzierungs-

Gesellschaft mbH; Angelegenheiten von Gesellschaften, die für Belange der Schieneninfrastruktur bestehen, solange der Bund Gesellschafter ist.“

[Auszug Bundesministeriengesetz – Novelle 2009 BGBl. I Nr. 3/2009]

Das Ministerium ist unter anderem mit dem Ausbauplan der Infrastrukturen (sechsjähriger Rahmenplan), Verkehrsprognosen (Verkehrsprognose Österreich 2025+) und Forschungsprogrammen im Bereich Transport und Mobilität betraut. Die Sicherheit, die Umweltverträglichkeit und die Barrierefreiheit sind als Kernpunkte dieser Politik zu sehen. Der Staat soll eine leistungsfähige Infrastruktur für die gegenwärtigen und zukünftigen Generationen gewährleisten: das heißt, eine nachhaltige Raumentwicklung zu sichern, die aus einer engen Zusammenarbeit mit den zuständigen öffentlichen Infrastrukturgesellschaften (wie die Österreichische Bundesbahn im Schienenbereich und die ASFINAG im Straßenbereich) entsteht.

2.1.2 Die Österreichische Bundesbahn (ÖBB)

2.1.2.1 Gesetzliche Grundlagen

Das *Eisenbahngesetz 1957* steht als grundlegender Bundestext des österreichischen Schienenverkehrsnetzes. Die Organisation des Schienennetzes wird darin geregelt: Begriffsbestimmungen, Rolle der Behörden und der Eisenbahnunternehmen (Rechte und Pflichten), Bau- und Betriebsverfahren, usw. Das Gesetz ist von besonderer Bedeutung für die Erklärung der Schienennutzungsbedingungen, insbesondere in Bezug auf die Regulierung des Verkehrs im Hoheitsgebiet und die Interoperabilität in Europa. Die EU-Erweiterung und die geplante Liberalisierung des Netzes verlangen klare Regelungen im Verkehrsablauf.

Die Österreichische Bundesbahn ist die nationale Eisenbahngesellschaft: sie gehört zu 100% der Republik Österreich. Das *Bundesbahngesetz 1992* hat die ÖBB als eigene Gesellschaft mit ihrem eigenen Budget umgewandelt. Damit wurden die Struktur, Eigentümer, Unternehmensgegenstand und Tätigkeit der ÖBB Holding AG neu definiert. Mängel in Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen wurden offensichtlich gemacht und im Jahr 2005 wurde die ÖBB umgestaltet und neustrukturiert. Das *Bundesbahnstrukturgesetz*

2003 musste tatsächlich die Marktorientierung der Gesellschaft mit dem Bewusstsein für eine scharfe Konkurrenz auf den Schienenwegen verstärken. Die ÖBB ist damit wettbewerbsfähiger geworden und könnte sich auf die Liberalisierung des Netzes und den diskriminierungsfreien Zugang Dritter zur Eisenbahninfrastruktur vorbereiten. Die Liberalisierung des öffentlichen Personenverkehrs soll im Jahr 2012 fertiggestellt werden.

Das Inkrafttreten der Bahnreform (§4 Bundesbahngesetz) hat 2009 die Umstrukturierung mit Vereinigung der ÖBB Planung AG und Betrieb AG effektiv gemacht. Die ÖBB Holding AG ist von jetzt an verantwortlich für die strategische Steuerung der Bahn. Der Konzern wird in vier Töchtergesellschaften gegliedert:

- ÖBB Infrastruktur AG (Planung, Bau und Betrieb) errichtet und erhält die Schieneninfrastruktur
- ÖBB Personenverkehr AG kümmert sich um die Beförderung von Personen
- ÖBB Rail Cargo Austria AG ist für das Transport von Gütern verantwortlich

Die erneuerte Unternehmensstruktur antwortet auf die europäischen Vorschriften zu einer weitgehenden Kundenorientierung der Eisenbahngesellschaften.

Im *Bundesbahngesetz* wird die ÖBB mit der Festlegung eines Zielnetzes als Grundlage für die Erstellung der Rahmenpläne beauftragt. Der Rahmenplan legt fest, welche Investitionen getätigt werden. Laut dem §42 des Bundesbahngesetzes hat die ÖBB-Infrastruktur AG „einen sechsjährigen Rahmenplan zu erstellen, der jahresweise die Mittel für die Instandhaltung [...] sowie für die Erweiterungsinvestitionen zu enthalten hat. Im Rahmenplan sind die Erweiterungsinvestitionen (Neu- und Ausbau) nach Maßgabe des Projektfortschrittes als in der Planungs- oder Errichtungsphase befindlich gesondert auszuweisen. Bei der Erstellung des Rahmenplanes ist jeweils auf jene Festlegungen im mit dem Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie und dem Bundesminister für Finanzen abgestimmten Zielnetz Bedacht zu nehmen, welche die Schieneninfrastruktur der ÖBB-Infrastruktur AG betreffen. Der Rahmenplan ist jährlich jeweils um ein Jahr zu ergänzen

und auf den neuen sechsjährigen Zeitraum anzupassen. Der Rahmenplan hat alle für das Unternehmen entscheidungsrelevanten Informationen, soweit zweckmäßig und zutreffend, zu enthalten, insbesondere eine genaue Beschreibung der Projekte, Kapazitätsanalysen und Prognosen über die erwarteten Verkehrszuwächse, ferner einen Zeitplan mit projektsbezogenen Planungs- und Baufortschritten sowie eine aktuelle Kostenschätzung, eine Kosten-Nutzen-Analyse, ein Betriebsprogramm sowie eine Darstellung der mit den Vorhaben erzielbaren Qualität der Schieneninfrastruktur. Im Rahmenplan sind die in Planung befindlichen Vorhaben von den in Bau befindlichen Vorhaben getrennt auszuweisen.“

Die Unternehmensstrategie fokussiert sich auf die Schaffung eines nachhaltigen und zuverlässigen Bahnsystems. Obwohl die Bahn das sicherste Verkehrsmittel ist, bleibt Verkehrssicherheit Hauptthema. Die Eisenbahnkreuzungen stellen immer noch eine Lebensgefahr dar. Die Gefahrverminderung erfolgt durch Über- und Unterführung und den Einsatz von zusätzlichen moderneren Sicherheitseinrichtungen (Signalisierung, Zugsicherungssystem): diese Maßnahmen haben in den letzten Jahren die Unfallwahrscheinlichkeit erfolgreich verringert.

Die Alterung der Bevölkerung stellt die ÖBB vor der Herausforderung der Barrierefreiheit im Bahnhof und am Bord. Die Beseitigung der Mobilitätseinschränkungen steht weitgehend als Meilenstein in der Gesellschaftsstrategie.

Bei der Infrastrukturentwicklung muss die Schonung von Umwelt für nächste Generationen vorrangig wahrgenommen werden. Die Bahn ist der umweltfreundlichste Verkehrsträger und das Potential zur Schadstoffemissionsverringerungen ist noch hoch. Der größte Teil der Treibhausgasemissionen stammt aus der Energieproduktion. Der CO₂-freie Bahnverkehr würde durch den Konsum von erneuerbarer Energie gesichert. Die Nutzung von Energie aus Wasserkraftwerken der ÖBB und von gekaufter Windenergie und Biomasse ermöglicht eine jährliche Einsparung von bis zu 3,4 Millionen Tonnen CO₂ durch den ÖBB Bahnverkehr. Die Erneuerung des Fuhrparks durch Investitionen in saubereren Verkehrsmitteln muss noch weiter gefördert werden: der Railjet mit optimiertem Antriebssystem bzw.

verringertem Energieverbrauch soll in den nächsten Jahren maßgeblich im Einsatz gebracht werden.

Lärmschutz wird auch besonders beachtet: der Lärm bleibt der größte Nachteil des Systems Bahn, insbesondere im Güterverkehr. Mehr Verkehr, höhere Geschwindigkeiten und mehr Zuggewicht verursachen immer mehr Kosten für die Allgemeinheit. Die Lärmsanierung erfolgt bei dem weiteren Einsatz von Lärmschutzwänden entlang der Bahnstrecke. Die Ausrüstung des Fuhrparks mit optimierten Sohlen bringt ihren Beitrag dazu. Der Lärm beeinträchtigt weitgehend die Menschengesundheit (insb. durch die Stresserhöhung). In Hinsicht auf eine volkswirtschaftliche Analyse müssen die Lärmkosten besonders wahrgenommen werden.

Der Fahrpark der ÖBB besteht aus 1.436 Lokomotiven ohne Triebwagen, 645 Triebwagen, 2.524 Personenwägen, 21.015 Güterwagen (Stand 2010). Wie erwähnt, macht die Berücksichtigung der Umweltproblematik regelmäßige Investitionen in neues Rollmaterial erforderlich.



Abbildung 2 ÖBB Railjet

520 Lokomotiven und 225 Triebwägen sind immer noch mit Diesel angetrieben. Dieseldieselkraftstoffe beschädigen die Menschengesundheit wegen der hohen Partikelemissionen (PM 2,5). Die ÖBB muss die Elektrifizierung des Schienennetzes (gemäß den EU-Vorschriften) weiterführen, insbesondere zwecks der Verringerung der Schadstoffemissionen.

2.1.2.2 Das österreichische Bahnnetz

Das BundesverkehrswegeNetz hat die wichtige Zielsetzung, die Zentren zu verbinden und das Verkehrsnetz mit Hilfe von intermodalen Knoten zu verknüpfen. Das ist unverzichtbar für die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaftsregion Österreich und seine Präsenzverstärkung im internationalen Markt.

Das ÖBB Netz (Stand 2010) verfügt über

- 5.146 Streckenkilometer
- 10.143 km Gleise (davon 7.969 elektrifiziert)
- 1.178 Betriebsstellen (Bahnhöfe, Halte- und Ladestellen)
- 233 Tunnel und Galerien
- ca. 6.700 Brücken und Viadukte

Im Jahr 2010 wurden 2.491.000 Zugfahrten gezählt, was rund 7.500 Zugfahrten pro Tag darstellt. Die Gesamtverkehrsleistung 2010 beträgt 148,3 Millionen Zugkilometer: zwei Drittel davon sind Personenverkehr (mit 97,8 Millionen Zugkilometer). Der Güterverkehr stellt 44,3 Millionen Zugkilometer dar.

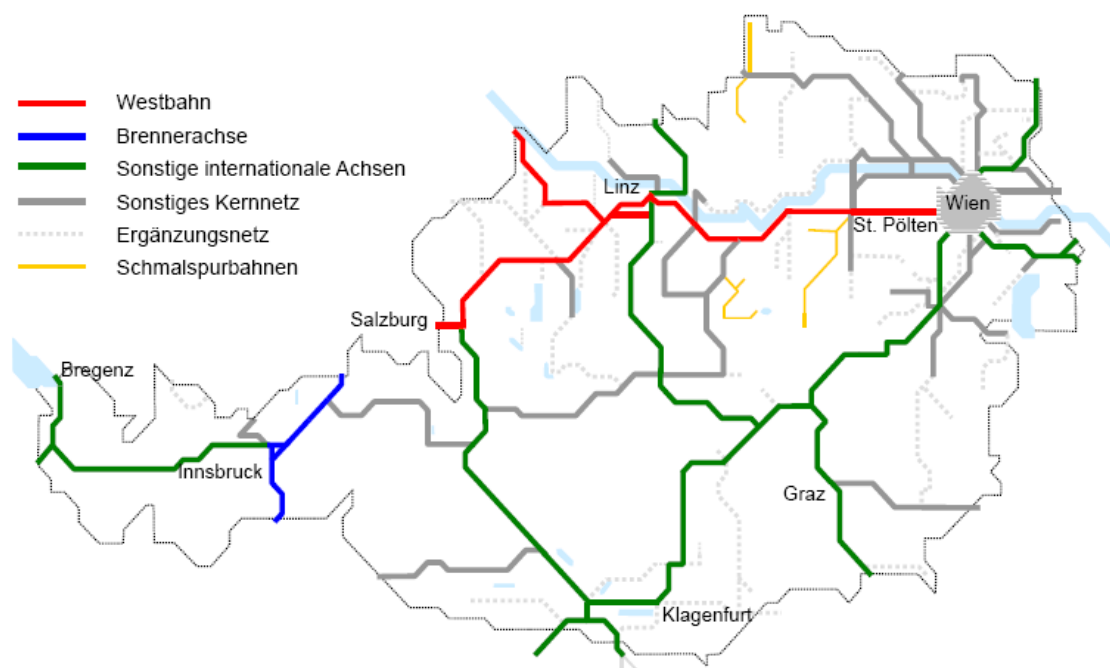


Abbildung 3 Streckenkategorien im ÖBB-Netz. Stand 2010

Das österreichische Schienennetz wird in sechs Kategorien gegliedert. Die Brenner- und Westbahnachse sind die zwei bedeutendsten Achsen des Schienenverkehrs. Sie stellen gemeinsam fast ein Drittel der Gesamtverkehrsleistung mit 9,4 Millionen Zugkilometern bzw. 32,7 Millionen Zugkilometern dar. Auf den sonstigen internationalen Achsen beträgt die Verkehrsleistung 61,5 Millionen Zugkilometer.

Die ÖBB Postbus GmbH ergänzt das Verkehrsangebot der ÖBB Personenverkehr AG. 2010 wurden 243 Millionen Fahrgäste von der ÖBB Postbus befördert, was 20% des gesamten öffentlichen Verkehrs in Österreich entspricht. Die 2.200 Linienbusse legen jährlich eine Distanz von 151,1 Millionen Kilometer zurück (über 400.000 Kilometer täglich).

2.1.3 Der Ausbauplan der Infrastruktur

2.1.3.1 Allgemeines

Am Ende 2010 hat die Verkehrsministerin Doris Bures den neuen Rahmenplan der Verkehrsinfrastruktur präsentiert: ein sechsjähriger Plan 2011–2016, der unter dem Motto „Klug investieren, verantwortungsvoll sparen“ steht.

18 Milliarden Euro werden in diesem Zeitraum für umweltfreundliche und leistungsfähige Verkehrswege investiert, was mehr als 2 Milliarden Euro jährliche Investitionen darstellt. Davon werden 11,5 Milliarden Euro auf die Schieneninfrastruktur verwendet, was mehr als 60% der Gesamtinvestition darstellt. In Europa liegt Österreich bei der Höhe der Pro-Kopf-Investitionen auf dem zweiten Platz (direkt hinter der Schweiz) mit 208 Euro im Jahr 2010. Der Schienenausbau ist vorrangig gegenüber dem Straßenausbau. Angestrebt wird eine deutliche Verlagerung des zukünftigen Verkehrsaufkommens von der Straße auf die Schiene.

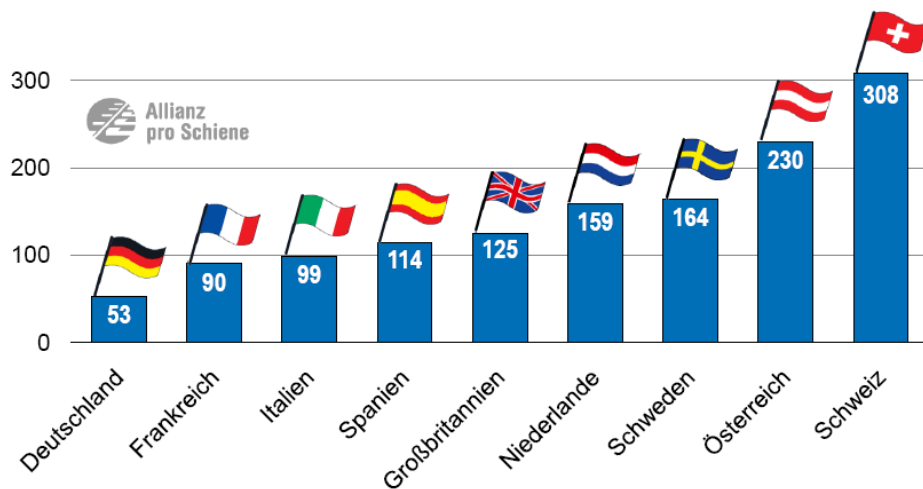


Abbildung 4 Pro-Kopf Investitionen in die Schieneninfrastruktur in ausgewählten europäischen Ländern, 2010, in EUR. Quelle Allianz pro Schiene

Obwohl die staatlichen Investitionsvolumen Rekorde erreichen, wurde es trotzdem gespart. Die Wirtschaftskrise hat die Finanzlage geschwächt und die Reihung der Einzelprojekte war erforderlich. Der Rahmenplan 2009–2014 wurde evaluiert und eine Einsparung von 1,5 Milliarden Euro in der Schiene bzw. 2,8 Milliarden Euro in der Straße im Vergleich zum bisherigen Vorhaben wurde vorgesehen.

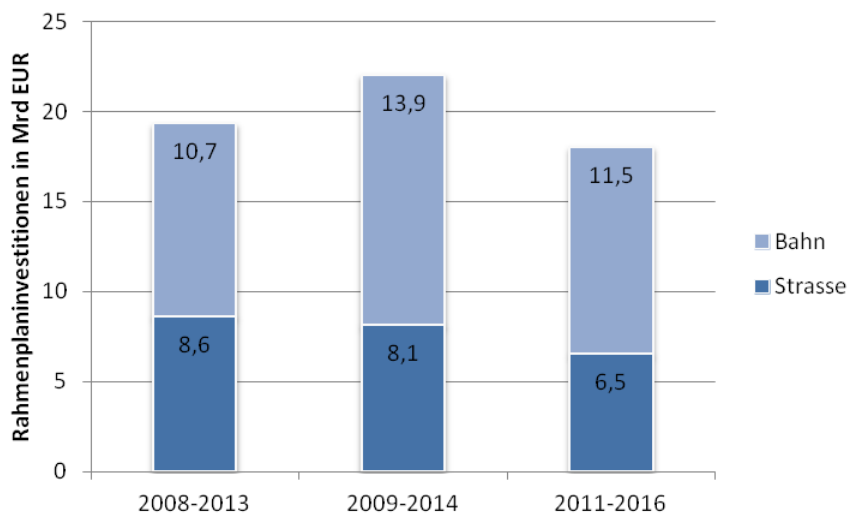


Abbildung 5 BMVIT Rahmenplaninvestitionen in Mrd EUR ab 2008. Quelle BMVIT.

Das BMVIT steht vor einer Hauptherausforderung: sowohl seine Ziele zu verwirklichen als auch die knappen Finanzmittel zu berücksichtigen. Der Verkehrsplan stützt sich auf ein einheitliches Zielsystem: Dynamik des Wirtschaftsstandorts, Steigerung der Wirtschaftlichkeit, Schutz der Umwelt und Erhöhung der Verkehrssicherheit. Damit eine positive Bewertung der

Gesamtinfrastruktur erfolgt, müssen keine Bestandteile des Zielsystems vernachlässigt werden, sondern dementsprechend gefördert werden.

Der Ausbauplan der ÖBB bezweckt die Realisierung eines optimalen Eisenbahnnetzes aus unternehmerischer bzw. volkswirtschaftlicher Sicht. Er dient einer detaillierten Beschreibung der Strategie, damit die zu erwartende Verkehrsnachfrage auf einen hochwertigen Qualitätsstandard treffen kann. Die Hauptziele sind wie folgt zugeordnet:

- 1) Schaffung der Voraussetzungen für die schrittweise Einführung eines Knoten (Kantenzeitmodell im Personenverkehr)
- 2) Unterstützung der Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene durch Infrastrukturmaßnahmen
- 3) Aufbau von Kapazitäten um eine Reduktion von verkehrsbedingten CO₂-Emissionen (gemäß des Kyoto-Protokolls) durch Verkehrsverlagerung zu erreichen
- 4) Modernisierung und Erneuerung von Bahnhöfen und Haltestellen (insbesondere Barrierefreiheit)
- 5) Fokus auf Bahnlinien mit ausreichendem Potential im Güter- und Personenverkehr
- 6) Optimierung und damit Kostenreduktion von Eisenbahnanlagen und Betrieb

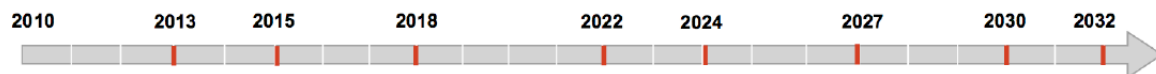
In der Infrastrukturplanung, insbesondere im Bahnbereich, charakterisieren sich die Entscheidungen durch hohe Kosten und langfristige Tragweite. Eine sinnvolle Investition stützt sich auf ein hohes Potential bezüglich der Zielerfüllung. Die Wirkungen der einzelnen Projekte werden anhand Evaluierungskriterien analysiert: Kapazitätssteigerung, Erhöhung der Reisegeschwindigkeit, Barrierefreiheit, Steigerung des Güterumschlags, Sicherheit, Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen, Beitrag zum Klima-/Umweltschutz.

Die strategische Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur bezieht sich auf das Bundesverkehrswegenetz. Die getroffenen Entscheidungen müssen laufend evaluiert werden. Auf der Programmebene werden die Projekte bezüglich ihrer zeitlichen Dringlichkeit gereiht. Die einzelnen Projektmaßnahmen müssen eventuell aufgrund der beschränkten Finanzmittel angepasst werden.

Die Netzwirkung einer Maßnahme oder das Vorhandensein einer Engpasssituation spielt eine gewisse Rolle in der Priorisierung. Die Verkehrszahlen wurden der Studie VPÖ 2025+ entnommen.

Abbildung 6 Priorisierungsvorschlag im Infrastrukturausbau. Quelle BMVIT

Priorisierungsvorschlag: 10 netzwirksame Etappen auf dem Weg zum Zielnetz¹⁾



- 2013** – Neue Westbahn – Phase 1
- 2015** – TEN-Knoten Wien
- 2018** – Kapazitätssteigerung für den Güterverkehr – Phase 1
- 2022** – Hochrangige Verbindungen nach Osteuropa²⁾
- 2024** – Neue Südbahn – Phase 1
- 2025** – Lückenschluss Westbahn (Abschnitt Wien – Wels)
- 2027** – Kapazitätssteigerung für den Güterverkehr – Phase 2
- 2030** – Neue Westbahn – Phase 2
- 2032** – Neue Südbahn – Phase 2
- 2032** – Brennerachse

1) In jeder Etappe werden durch die Realisierung der Maßnahmen Netzwirkungen erzeugt, die über die Summe der Einzelwirkungen der Maßnahmen hinausgehen. Die Jahreszahl jeder Etappe bezeichnet den spätesten Zeitpunkt, zu dem sämtliche Maßnahmen verkehrswirksam sein sollten; frühere Fertigstellung steht dem Etappenziel nicht entgegen, wobei Nutzen von Einzelmaßnahmen aufgrund der noch fehlenden Netzwirksamkeit jedoch eingeschränkt sind

2) Internationale Vereinbarungen für den grenzüberschreitenden Ausbau erforderlich

2.1.3.2 Der Rahmenplan 2011–2016

Die Priorität geht zur Südbahn (internationale Achse Wien–Graz, Richtung Slowenien). Das Potential wurde so groß wie die Westbahn eingeschätzt. Der Westbahnausbau hat sich als erfolgreich erweist: in 15 Jahren hat sich die Personenverkehrsnachfrage mit 20 Millionen Fahrgäste fast verdoppelt und 20 Millionen Tonnen mehr Güter werden transportiert. Die Infrastruktur der Südbahn hat sich veraltet und muss ausgebaut werden, damit die Mobilitätsbedürfnisse abgedeckt werden können. Heutzutage werden nur 10 Millionen Tonnen Güter und 5 Millionen Fahrgäste im Fernverkehr gezählt.

Der neue Ausbauplan enthält 29 wichtigste Infrastrukturprojekte für die Bahn. Die Schwerpunkte können wie folgt zugeordnet werden:

- Bahnhofsum- und -neubauten
 - Salzburg Hauptbahnhof, Umbau
 - Wien Hauptbahnhof, Neuerrichtung
 - Bahnhof Bruck/Mur
 - Bahnhof Schladming
 - Bahnhof Kitzbühel
 - Bahnhof Schwarzach–St.Veit
 - Bahnhof Zeltweg

- Grossraum Wien
 - Lainzer Tunnel; Verbindungsstrecke zwischen West-, Süd- und Daonauländebahn
 - Gänzersdorf–Marchegg–Staatsgrenze; Elektrifizierung
 - Flughafen Wien–Schwechat–Götzendorf; Neubaustrecke
 - Meidling–Wampersdorf; Ausbau Pottendorfer Linie
 - Müllendorf–Eisenstadt; Errichtung Schleife

- Donauachse Westbahn
 - Salzburg Hbf. – Freilassing; viergleisiger Ausbau
 - Lückenschluss Ybbs–Amstetten; viergleisiger Ausbau
 - Wien–St.Pölten; Neubaustrecke
 - St.Pölten; Neubau Güterzugumfahrung

- Pontebbanaachse
 - Gloggnitz–Mürzzuschlag; Sanierung Bestandsstrecke
 - Semmeringbasistunnel
 - Koralmbahn Graz–Klagenfurt

- Phyrn–Schober–Achse
 - Linz–Wels; viergleisiger Ausbau
 - Linz–Summerau
 - Werndorf–Spielfeld Strass; zweigleisiger Ausbau (inklusive Bahnhof Leibnitz)



Abbildung 7 Bf. Leibnitz - Gleisverlegearbeiten am Bahnhof-Südkopf. Quelle ÖBB.

- Brennerachse
 - Brennerbasistunnel
 - Unterinntal Kundl/Radfeld – Baumkirchen; viergleisiger Ausbau
- Arlbergachse
 - St.Margrethen – Lauterach; Attraktivierung Bestandsstrecke, sicherheitstechnische Massnahmen
 - Arlberg–Bahntunnel
- Programme: Lärmschutz, Tunnelsicherheit, Park&Ride, Eisenbahnkreuzungen

Die Anpassung der Projekte aufgrund der sich ändernden Finanzmittel hat zur Verschiebung der Inbetriebnahmen massiger Vorhaben geführt: Brennerbasistunnel im Jahr 2026 anstatt 2022, Koralmbahn 2022 anstatt 2020, Semmeringbasistunnel 2024 anstatt 2025.

Infrastrukturprojekte 2011–2016*



*Auszugsweise Darstellung,
Detaildarstellung auf Bundesländerebene



Abbildung 8 Rahmenplan Infrastruktur 2011-2016. Quelle BMVIT.

Der Teilkonzern ÖBB Infrastruktur AG ist 2010 für etwa 2.100 Planungs- und Bauprojekten verantwortlich. Davon laufen mehr als 1.300 über mehr als ein Jahr.

2.2 Die europäische Verkehrspolitik

Österreich liegt im Mittelpunkt der erweiterten Europäischen Union. Als Kreuzungsland spielt das Bundesland eine große Rolle in der Mobilität im europäischen Gebiet. Seit der Öffnung des Eisernen Vorhangs 1989 haben die osteuropäischen Länder an wirtschaftlicher Bedeutung gewonnen. Die strategische Lage Österreichs ist als Chance für das Wirtschaftswachstum des Lands wahrzunehmen.

2.2.1 Die Schaffung einer EU – Verkehrspolitik

Die Verkehrsstrategie ist eine der ersten entwickelten Strategien der europäischen Gesellschaft. Die Notwendigkeit eines wettbewerbsfähigen Binnenmarkts innerhalb der EU wurde seit dem Anfang ernst genommen. Deshalb hat die Europäische Kommission eine gemeinsame Verkehrspolitik für die Europäische Union definiert.

Als Referenzdokument steht das Weißbuch 2001 (überarbeitet 2006), das ein Aktionsprogramm zur Wiederbelebung des Eisenbahnsektors und zur Schaffung eines integrierten Eisenbahnraums vorgelegt hat. Der Europäische Rat hat fast sechzig verkehrspolitische Maßnahmen festgelegt, damit der ständig wachsende Verkehr von der Straße auf die Schiene schrittweise verlagert wird. Die emittierten Richtlinien basieren auf diese Maßnahmenvorschlägen. Es besteht dann für die EU-Länder die Pflicht, die EU-Richtlinien schrittweise in nationales Recht umzusetzen. Die Priorität geht zum Güterverkehr.



Abbildung 9 Containerwagen. Quelle schweizerische Bundesbahnen

Die Schaffung eines wettbewerbsfähigen Binnenmarkts ist für die EU das grundlegende Hauptthema. Die erste Reform sollte zur Öffnung des intraeuropäischen grenzüberschreitenden Schienengüterverkehrs führen. Diese Öffnung des Markts musste mit baulichen und technologischen Anforderungen zwecks eines gemeinsamen Schienensicherheitskonzepts einhergehen (Zugsteuerung und -sicherung, Signaltechnik, Telematikanwendungen und Lärmbegrenzungstechnik). Diese technischen Spezifikationen (TSI) stellten den ersten Schritt für die Interoperabilität dar: mit den einheitlichen Standards wird ein sicherer und durchgehender Zugverkehr gewährleistet. Die EU-Richtlinien 96/48/EG und 2001/16/EG verpflichten dazu die EU-Länder, bei Infrastrukturerneuerungen ERTMS (European Rail Traffic Management System) umzusetzen. Eine priorisierte Einsetzung soll auf den europäischen Hauptkorridoren im Zeithorizont 2020 erfolgen. Die erste Öffnung des Markts erfolgte im Jahr 2003. Die

Liberalisierung des europäischen Verkehrsnetzes ist seit 2006 in Kraft getreten.

Die Umweltbelange und die Sicherstellung eines nachhaltigen Verkehrs passen in den Rahmen von der EU-Strategie. Die Rechtsvorschriften behandeln die zusätzlichen Umweltvoraussetzungen wie die Emissionsverringering und die Verbesserung der Luftqualität: die Mitgliedstaaten haben sich verpflichtet, die Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt so gering wie möglich zu halten. Auf der globalen Ebene hatte schon das Kyoto-Protokoll 1997 die Basis einer Umweltwahrnehmung gestellt: die durch den Verkehr erzeugten Treibhausgasemissionen mussten deutlich vermindert werden. Der überwiegende Schadstoffherzeuger ist der Straßenverkehr. Grenzwerte wurden für die bedeutenden Schadstoffe (CO, NOx, Feinstaub, Kohlenwasserstoff) in den europäischen Normen festgestellt. Der Hauptfaktor der Belastungen im Schienenverkehr ist der Lärm. Gemäß der Richtlinie 2002/49/EG müssen die Mitgliedstaaten Lärmkarten erstellen und Pläne zur Lärmbekämpfung mit eigenen Grenzwerten erstellen, damit die negativen Auswirkungen auf die Menschengesundheit verringert werden und ruhige Gebiete geschützt werden.

2.2.2 Die Vorrangprojekte der EU

2.2.2.1 Das Transeuropäische Netz – Transport (TEN-T)

Die Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes schaffen die entsprechenden Grundlagen. Langfristig wird ein international bedeutsames Netz gebildet. Mit dem TEN-T werden alle Verkehrsträger am besten interagieren und das Verkehrsangebot (im Güter- und Personenverkehr) deutliche höhere Qualität unter Beweis stellen. Die wirtschaftlichen Beziehungen innerhalb Europas und mit den angrenzenden Staaten werden nachhaltiger und leistungsfähiger ermöglicht werden. Das Transeuropäische Netz umfasst alle Verkehrsträger mit 58.000 km Fernstrassen, 70.000 km Schienenstrecken und 12.000 Binnenwasserstrassen.



Abbildung 10 TEN-T Schienennetz 2010

2.2.2.2 Die Vorrangprojekte (Priority Project)

Das TEN-T Executive Agency wurde 2006 von der Europäischen Kommission gegründet. Das europäische Amt beschäftigt sich mit dem Verkehrsprogramm der EU und überwacht seine Verwirklichung. 30 vorrangige Projekte („Priority Projects“) wurden definiert, gereiht und bereitgestellt.

Laut dem Beschluss Nr. 661/EU/2010 sind sie „Vorhaben von gemeinsamem europäischen Interesse, die bestimmte Voraussetzungen erfüllen. So müssen sie

- der Beseitigung von Verkehrsengepässen oder der Vervollständigung transeuropäischer Hauptverkehrsachsen dienen;
- von solcher Tragweite sein, dass eine langfristige, auf europäischer Ebene durchgeführte Planung einen erheblichen zusätzlichen Nutzen mit sich bringt;
- einen potenziellen sozioökonomischen Nutzen bieten;

- die Mobilität von Gütern und Personen zwischen den Mitgliedstaaten erheblich verbessern;
- durch die Integration der Verkehrsnetze der neuen Mitgliedstaaten zur Verbesserung des territorialen Zusammenhalts der EU beitragen
- zur nachhaltigen Verkehrsentwicklung beitragen.“

8 Milliarden Euro Investitionen wurden für den Zeitraum 2007–2013 vorgesehen. Alle Verkehrsträger sind betroffen: Straßen-, Schienen-, See-, Binnenschiff-, Luftverkehr. Maßnahmen in den Bereichen Intermodalität, Innovation und Logistik sind auch geplant. Es gilt als Voraussetzung für eine erfolgreiche paneuropäische Integration und Entwicklung. 18 der 30 Projekte sind reine Schienenprojekte, 3 gemischte Projekte (Straße und Schiene), 2 Binnenschiffverkehr, 1 Wasserautobahn. Zehn europäische Koordinatoren kontrollieren den Ablauf.

Im Fallbeispiel sind zwei Vorrangprojekte bedeutend: das PP06 zwischen Lyon und der ukrainischen Grenze und das PP23 zwischen Danzig und Wien bzw. Bratislava.

- Priority Project 06 Lyon-Triest-Divaca/Koper-Divaca-Ljubljana-Budapest-Ukrainische Grenze



Abbildung 11 TEN-T Vorrangprojekt PP 06

Die Strecke stellt den Hauptkorridor West-Ost dar, der südlich durch die Alpen die iberische Halbinsel und Osteuropa verbindet. Frankreich, Italien,

Slowenien und Ungarn nehmen am Vorhaben teil. Die Strecke wird eine 1.638 km Hochleistungsstrecke sein, die bedeutende wirtschaftliche Zentren durchfahren wird.

Im Vorhaben liegt eine ca. 50 km lange Hochleistungsstrecke (Höchstgeschwindigkeit 160–250 km/h) mit hoher Kapazität zwischen Ljubljana und Zidani Most: das stellt einen wesentlichen Schritt in der Integration Europas dar. Insgesamt werden deutliche Erhöhungen der Geschwindigkeiten und der Kapazitäten auf der Achse erfolgen.

Der slowenische Teil Divaca–Koper soll schon im November 2017 fertig sein und das Frachtterminal Koper soll bis Ende 2011 saniert werden. Der Koper Hafen ist im internationalen Vergleich von besonderer Bedeutung. Er besteht aus 11 Güterterminals auf einer gesamten Fläche von 272 ha. Von hier aus wurden 2010 fast 16 Millionen Tonnen transportiert. Er stellt die wichtigste Verbindung zwischen Nordeuropa und dem internationalen Außenhandel dar. Die Verkehrspolitik in Slowenien wird daher insbesondere von Europa gefördert.

– Priority Project 23 Danzig–Warschau–Wien/Bratislava

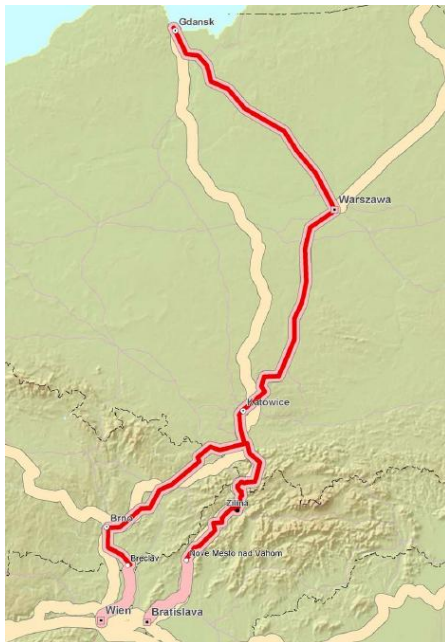


Abbildung 12 TEN-T Vorrangprojekt PP23

Die 1.000km Strecke zwischen Danzig und Wien gehört einer multimodalen Nord–Süd Achse. Vier EU–Mitglieder sind vom Projekt betroffen: Polen,

Tschechien, Österreich und die Slowakei. Die Strecke wird modernisiert und ausgebaut. Die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten werden teilweise erhöht: bis zu 250 km/h auf Streckenabschnitten in Polen und 120 km/h im Güterverkehr (im Regelfall) werden angestrebt. Die dadurch erhöhte Leistungsfähigkeit wird die Wettbewerbsfähigkeit und die Attraktivität der Bahn vergrößern. Der Danziger Hafen wird ideal mit dem Straßen- und Schienenverkehr verknüpft.

Die Baltisch-Adriatisch-Achse

Im Oktober 2006 haben die europäischen Verkehrsminister der betroffenen Länder (Polen, Tschechien, Österreich, Slowakei, Italien) eine Willenserklärung – „Letter of Intent“ – abgegeben, damit die Strecken der „Priority Projects“ 23 und 25 verlängert werden. Der Baltisch-Adriatisch Korridor muss Danzig mit Bologna über Warschau verbinden. Die Koralmbahn zwischen Graz und Klagenfurt in Kombination mit dem Semmeringbasistunnel gilt als Kernpunkt der leistungsfähigeren Achse. Die norditalienischen Häfen (Venedig und Triest) werden ausgebaut.

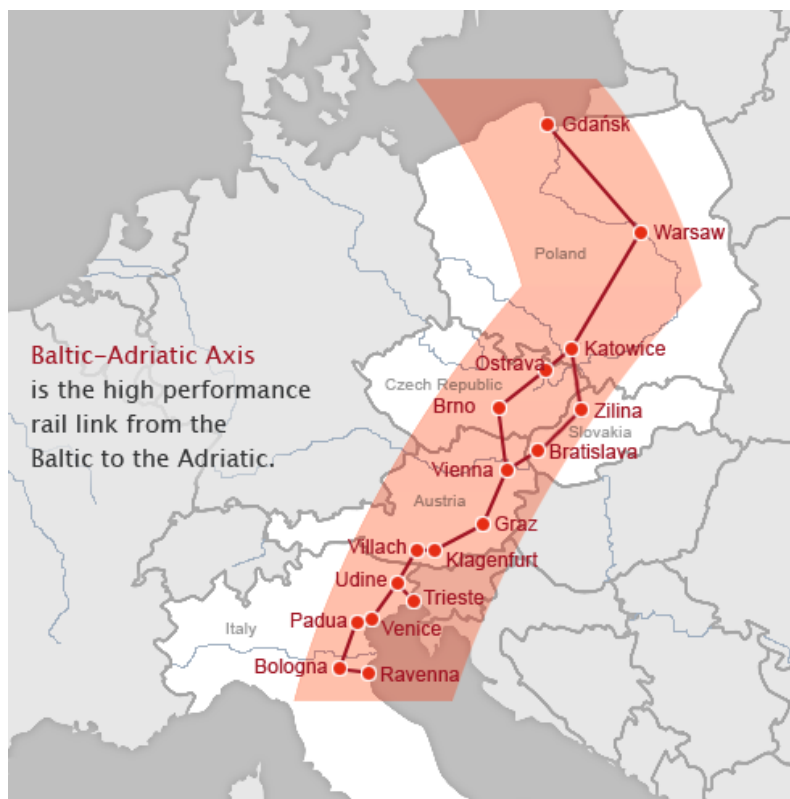


Abbildung 13 Die Baltisch-Adriatisch-Achse

Die Paneuropäischen Verkehrskorridore

Die zehn Korridore sind als Ergänzungsnetz zum Trans-Europäischen Netz vorgesehen. Diese Hauptverkehrsachsen verbinden Europa vom Atlantik bis zur Wolga, von Skandinavien bis zum Mittelmeer. Ursprünglich (vor der schrittweisen EU-Erweiterung) sollten damit die Verkehrsbeziehungen der EU mit deren Nachbarländern effizienter hergestellt. Die Korridore befinden sich nunmehr hauptsächlich innerhalb des EU-Gebiets und sind Teil des TEN-T Netzes. Im Fallbeispiel sind zwei Korridore von Bedeutung:

- Korridor V: Venedig-Triest/Koper-Ljubljana-Maribor-Budapest-L'viv-Kiev
- Korridor X: Salzburg-Villach-Jesenice-Ljubljana-Zidani Most-Dobova-Zagreb-Belgrad-Skopje-Thessalonica (Zweig A Graz-Maribor-Zagreb)

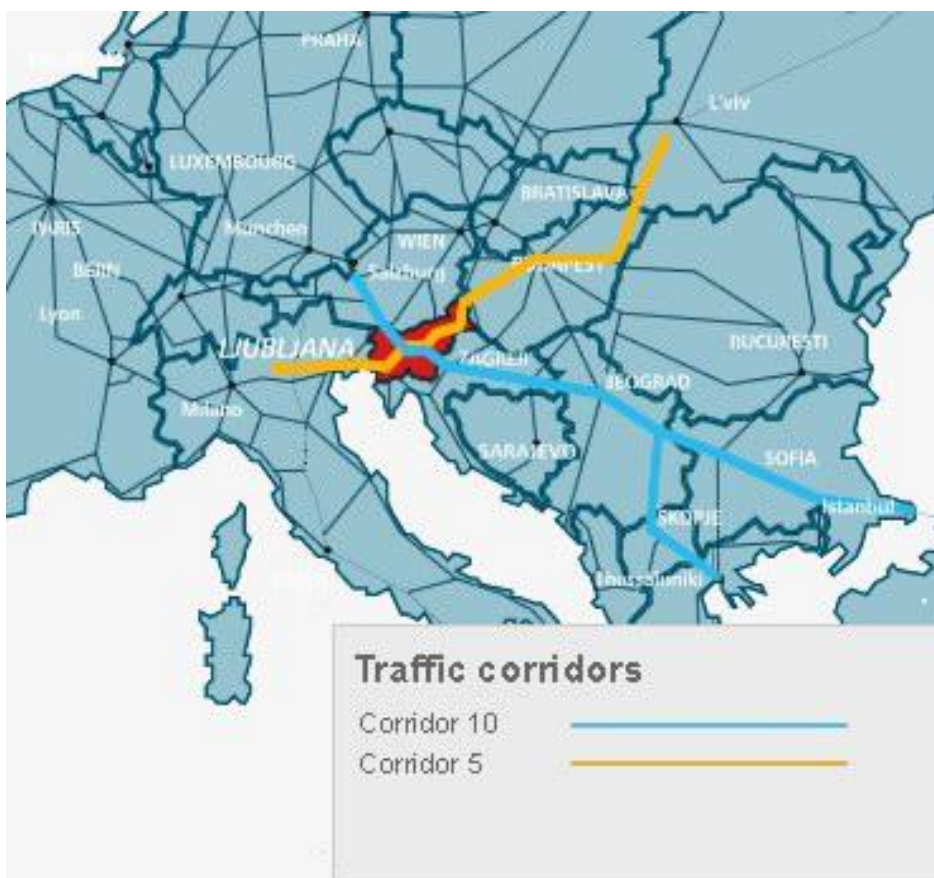


Abbildung 14 Paneuropäische Korridore V und X. Quelle Slovenian Railways.

2.3 Die Verkehrsentwicklung . Eine Verkehrspolitik schaffen.

2.3.1 Grundlegende Prinzipien der Verkehrsplanung

2.3.1.1 Personenverkehr

Ein effizientes Verkehrssystem basiert auf der Beziehung zwischen Raum, Zeit und Kapazität. Eine hohe Netzdichte ist die Voraussetzung für eine Vergrößerung des Modal Split Anteils des öffentlichen Verkehrs: eine flexible Mobilität soll anhand der Verteilung der Verkehrsziele geschaffen werden. Das Schienennetz besteht aus einem Fern- und einem Nahverkehrsnetz. Die Bedienungshäufigkeit, die Kapazität und Beförderungszeiten stellen sich auf die Nachfrage um. Die Raumüberwindung soll tatsächlich kommunal, regional, national und ebenso international sein. Die Substituierbarkeit der Verkehrsmittel ist von besonderer Bedeutung für eine objektive Verkehrsmittelwahl. Die Wahl erfolgt allerdings nach äußeren objektiven Zwängen wie Zeitbudget, Finanzbudget, Fahrtzweck (Freizeit- oder Geschäftsverkehr) und nach subjektiven Gründen wie Gewohnheiten und Vorurteilen. Deshalb ist es erforderlich für den öffentlichen Verkehr, seinen Benutzern ein hohes Qualitätsstandard mit ausreichendem Quantitätsangebot zu bieten: der Fahrgast will bequem, billig und sicher befördert werden.

Die Strukturen beeinflussen das Verhalten der Menschen: volkswirtschaftlich planen kann „à priori“ als nicht betriebswirtschaftlich betrachtet werden. Die Verkehrsnachfrage lässt sich aber danach durch das qualitätssteigende Verkehrsangebot beeinflussen.

Die Menschen streben nach einem minimalen Energieeinsatz in der Ortsveränderung. Vorgänge müssen zeitlich und verkehrlich optimiert werden. Im Personenverkehr ist tatsächlich die Reisezeit besonders relevant. Es soll darauf geachtet werden, dass die Fahrzeit nur einen Teil der gesamten Reisezeit darstellt.

Im öffentlichen Verkehr besteht die Tür-zu-Tür Reisezeit aus den folgenden Komponenten:

- 1) Zugangszeit
- 2) Wartezeit
- 3) Fahrzeit
- 4) Haltezeit
- 5) Umsteigezeit
- 6) Abgangszeit

Die empfundene Zeit deckt sich selten mit der gemessenen Zeit. Der subjektive Bewertungsfaktor für die einzelnen Zeiten hängt von der Bewegungsgeschwindigkeit, der Attraktivität des Umfeldes, der körperlichen Belastung und der Wegedauer. Deshalb wird die Wartezeit als wesentlich unangenehmer als die Fahrzeit empfunden.

Die aktuelle Reisezeit Graz-Klagenfurt über Bruck an der Mur im Fernverkehr beträgt ca. 164 Minuten. Eine realistische Reisezeit im Betrieb zwischen Graz und Klagenfurt beträgt 78 Minuten mit dem Koralmtunnel.

Tabelle 1 Subjektive Zeitdauer (Gesamte Reisezeit Tür-Zu-Tür). Eigene Berechnung

	Tür-Graz Hbf	Wartezeit	Zugfahrt Graz- Bruck- Klagenfurt [ohne Umsteigen]	Klagenfurt Bf.- Tür	Gesamt
Zeitdauer [Min]	30	15	164	30	239
Bewertungsfaktor	2,3	2,5	1	2,3	-
Subjektive Dauer [Min]	69	38	164	69	340
Anteil (%)	20%	11%	48%	20%	100%

Die Zeiteinsparung von 86 Minuten würde objektiv 36% ausmachen (mit den eigenen Annahmen in der Warte-, Zugangs- und Abgangszeiten). Mit subjektiver Berücksichtigung wird die Fahrzeitverkürzung nur als 25% empfunden. Wesentlich empfindliche Fahrzeitverkürzungen sind in den Zugangs- und Abgangsfahrten erzielbar.

Die Einführung eines integralen Taktfahrplan gehört dazu: die Schnelligkeit wird durch die Kombination aus Pünktlichkeit, häufiger Bedienung, Regelmäßigkeit und Netzverknüpfung erreicht. Die wahlbaren Einsatzpunkte

sind die Knotenpunkte, wo eine Verknüpfung von mehreren Linien möglich ist. Die Kantenzeit (Fahrzeit zwischen den zwei berücksichtigten Punkten) entspricht der Summe der Fahrzeit zwischen zwei Knoten mit der halben Summe der Haltezeiten in den Knoten. Die Einhaltung der festgesetzten Kantenzeiten zwischen den einzelnen Knotenbahnhöfen ist notwendig. Es muss nicht mehr so schnell wie möglich gefahren werden, sondern so schnell wie nötig, um die geforderten Kantenzeiten halten zu können. Die Züge treffen sich in den Knoten zu den gleichen Zeitpunkten (den sogenannten Symmetriezeiten), so dass ein Umsteigen in jede Richtung ohne große Wartezeit möglich wird. Dadurch wird die Qualität des Verkehrsangebots sowohl im Fernverkehr als im Nahverkehr wesentlich erhöht. Der Streckenausbau und der Einsatz von schnelleren Fahrzeugen führen zur Erhöhung der durchschnittlichen Geschwindigkeiten und das Anhalten der Kantenzeiten wird folglich gesichert. Ein österreichweiter Taktfahrplan liegt in Vorbereitung und soll im Zielnetz 2025 effektiv sein.

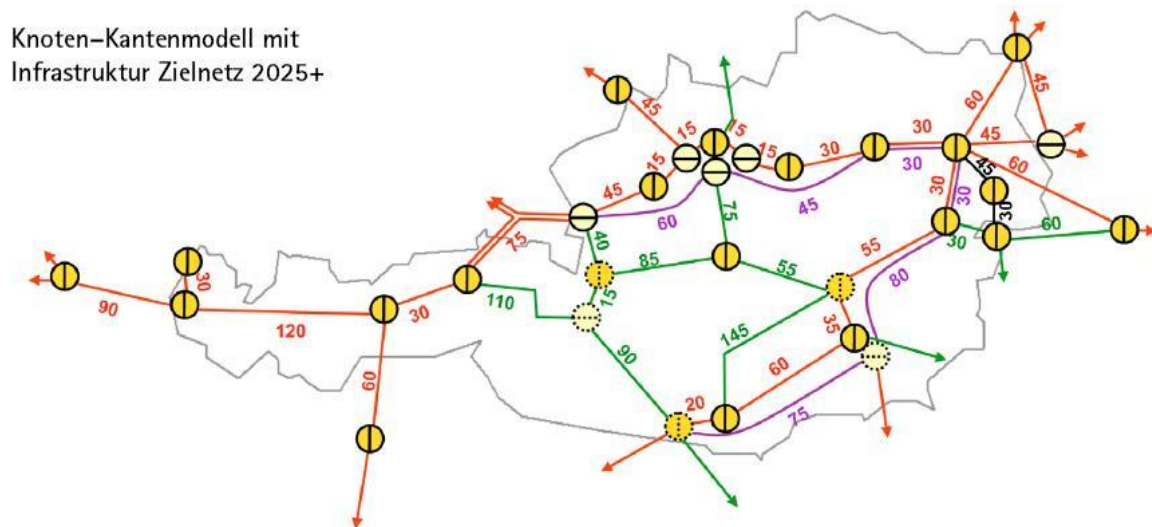


Abbildung 15 Österreichweiter Taktfahrplan Zielnetz 2025+

2.3.1.2 Der Güterverkehr

Im Güterverkehr ist die Fahrzeit von geringerer Bedeutung als im Personenverkehr: die Mobilität verfolgt dem Wirtschaftsprinzip. Bedeutsamer sind die Transportkapazitäten und die Verteilung der wirtschaftlichen Aktivitäten im betrachteten Raum sowie die Verknüpfung mit intermodalen Terminalen und die Transportpreise.

Dazu fügt sich der Faktor Affinität der Produktgruppen zu Verkehrsträgern hinzu: je nach Ware und Anforderungen eignet sich die Straßen-, Schienen-, oder Seefracht. Die wichtigste Warengruppe im Schienenverkehr ist die Gruppe „Maschinen, Fahrzeuge und bearbeitete Güter“ (2005: 32% des Aufkommens), während die Gruppe „Mineralische Stoffen und Baumaterialien“ (2005: 41% des Aufkommens) auf der Straße überwiegt. Der arteigene Bahnvorteil liegt tatsächlich im Transport von großen Mengen über Langstrecken wegen der größeren Auslastungsmöglichkeit (Verhältnis von Gewicht zu Volumen). Ein schwerer Ganzzug kann bis zu 150 schweren Lkw ersetzen, was einen betrieblichen (geringere Personalkosten) und ökologischen (Einsparung in den Energiekosten) Vorteil darstellt. In bestimmten Marktsegmenten ist die Schiene eine konkurrenzfähige Alternative zur Beförderung auf der Straße. Das LKW-System besitzt jedoch schwer zu bekämpfende Vorteile wie die umfangreiche Flächenbedienung. Außerdem sind die Kosten für die Benutzung der Verkehrswege nur teilweise effektiv (Straßen mit/ohne Mautsystem). Faire Rahmenbedingungen für den Schienengüterverkehr sind auf technischer und administrativer Ebene im europäischen Raum schrittweise eingesetzt.

Die Transportweiten und Mengen weisen jedoch einen dauernden Zuwachs auf. Der Straßengüterverkehr stößt an seine Grenzen: der Straßenraum ist nicht beliebig vermehrbar aus finanziellen und ökologischen Gründen. Folgenderweise ist das Potential des Schienengüterverkehrs hoch insbesondere im grenzüberschreitenden Verkehr und die Interoperabilität soll dazu beitragen. Die Einführung von elektrischen Mehrsystemlokomotiven ermöglicht eine vereinfachte grenzüberschreitende Zugförderung auf unterschiedlich strukturierten nationalen Netzen.

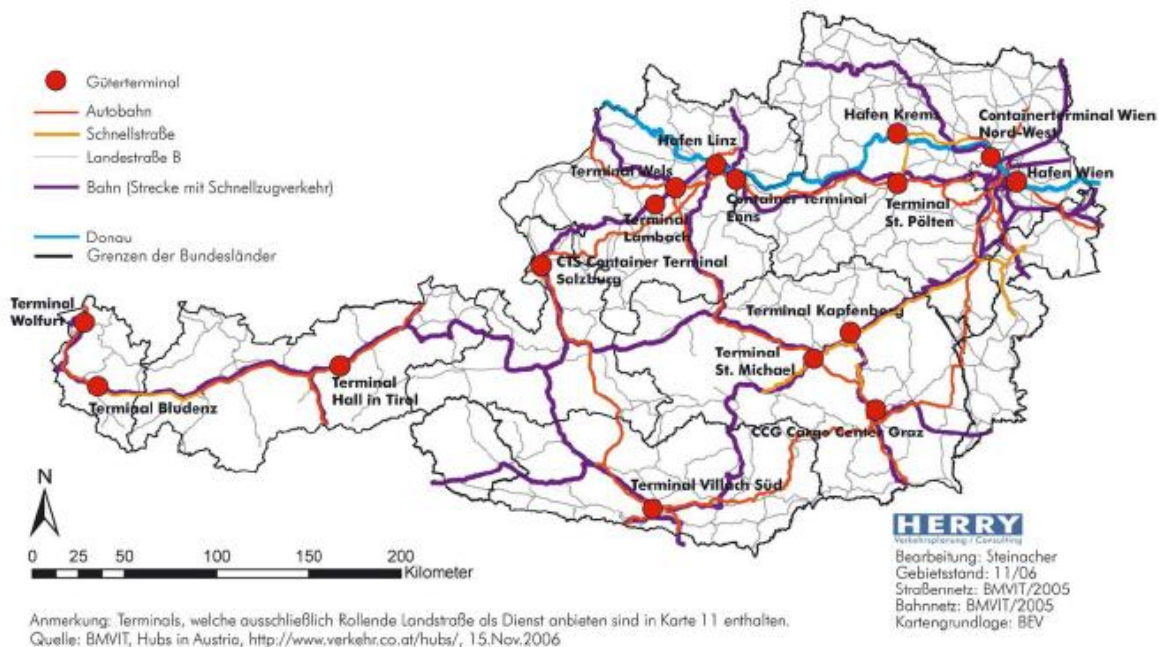


Abbildung 16 Intermodale Güterterminals in Österreich. Quelle Rail Cargo Austria.

Der Eisenbahngüterverkehr setzt sich aus dem Wagenladungsverkehr, dem Stückgutverkehr und dem Kombinierten Verkehr zusammen. Der Kombiverkehr wird mit dem intermodalen Verkehr gleichgesetzt: die Transportkette wird durch Umschlagsprozesse der Transporteinheit zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern unterbrochen. Die Europäische Verkehrsministerkonferenz (ECMT, „European Conference of Ministers of Transport“) definiert den Kombiverkehr als „intermodalen Verkehr, bei dem der überwiegende Teil der zurückgelegten Strecke mit der Eisenbahn, mit der Binnen- oder Seeschifffahrt bewältigt wird und der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten wird.“

Beim Kombiverkehr werden begleiteter („Huckepackverkehr“) und unbegleiteter Kombiverkehr („Behälterverkehr“) differenziert.

- Der begleitete Kombiverkehr stellt die Rollende Landstraße (RoLa) dar: die ganze LKWs werden auf Eisenbahnwaggons verladen. Die Straßenkraftfahrzeuge fahren aus eigener Kraft über dafür vorgesehene Rampen auf spezielle Niederflurwagen.



Abbildung 17 Rollende Landstrasse (RoLa). ÖNORM B4920 Teil 5 1990

- Im Behälterverkehr werden nur die Ladungseinheiten umgeschlagen: Container, Wechselaufbauten oder Sattelanhänger.

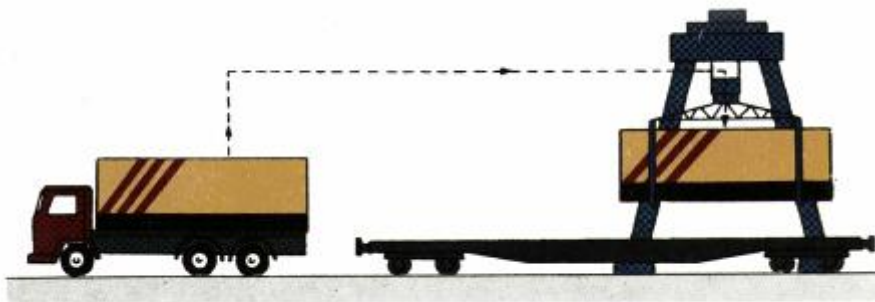


Abbildung 18 Unbegleiteter KombiVerkehr. Quelle Ökombi 1992

Der Umschlag erfolgt an Güterterminals (Güterverkehrszentren), die hohe Anschaffungsinvestitionen und Betriebskosten erfordern. Ein wirtschaftlicher Betrieb soll daher ein relativ hohes Ladungsvolumen aufweisen.

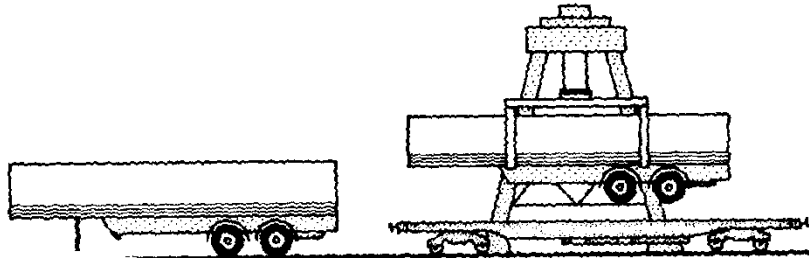
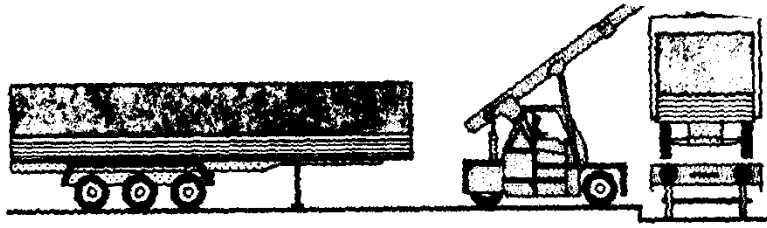


Abbildung 19 Hückepackverkehr mit Sattelanhänger, vertikaler Umschlag



Abbildung 20 Hückepackverkehr mit Sattelanhänger, horizontaler Umschlag

Der Kombiverkehr gekoppelt mit dem Einsatz einer standardisierten Transporteinheit ermöglicht einen wirtschaftlichen Verkehr durch eine generelle Kosteneinsparung. Kein Umladen der Ladung erfolgt während des Transports mit den verschiedenen Transportmitteln und der Umschlagsprozess kann einfach automatisiert werden, was die Produktivität erheblich erhöhen kann (erhöhte Umschlagshäufigkeit, verminderte Umschlagdauer). Die Transportkette nutzt idealerweise alle Vorteile der verschiedenen Verkehrsträgern.

Der relevante Nachteil liegt in der zunehmenden Anzahl an Leerfahrten wegen der Unpaarigkeit der Anlieferungs- und Abholungsfahrten. Der Umschlag kann außerdem nur auf den bestimmten Terminalen erfolgen, was zur Verlängerung der gesamten Transportstrecken führt. Große Erwartungen wurden in der RoLa gesetzt. Die Leerfahrten stellen nur 3% der gesamten Fahrten dar. Das Konzept ist jedoch heute umstritten. Der Totlastanteil

beträgt durchschnittlich 42% und die Niederflurwagen weisen hohe Anschaffungs- und Unterhaltskosten auf. Die Priorität soll nunmehr zum UKV gehen.

2.3.2 Die Verkehrsentwicklung

2.3.2.1 Verkehr in Zahlen

Österreich

Gleichzeitig mit der Ausdehnung der Städte sind der Flächenverbrauch und die Verkehrsinteraktionen gestiegen. Die Grunddaseinsfunktionen (Arbeiten, Wohnen, Versorgen, Erholen) erfolgen nunmehr selten an einem einzigen Ort. In den letzten Jahren wurden die funktionalen Standorte entmischt und das gesamte Verkehrsaufkommen hat zugenommen. Diese Zersiedelung hat die Benutzung des motorisierten individuellen Verkehrs zum Nachteil vom öffentlichen und nicht motorisierten Verkehr begünstigt.

Die Bevölkerung hat in den letzten fünfzig Jahren stetig zugenommen und 2010 beträgt Österreich 8.387.742 Einwohner (2% mehr als 2005). Die Zuwanderung (insbesondere aus Osteuropa) wird den Bevölkerungszuwachs in den nächsten Jahren weiterunterstützen.

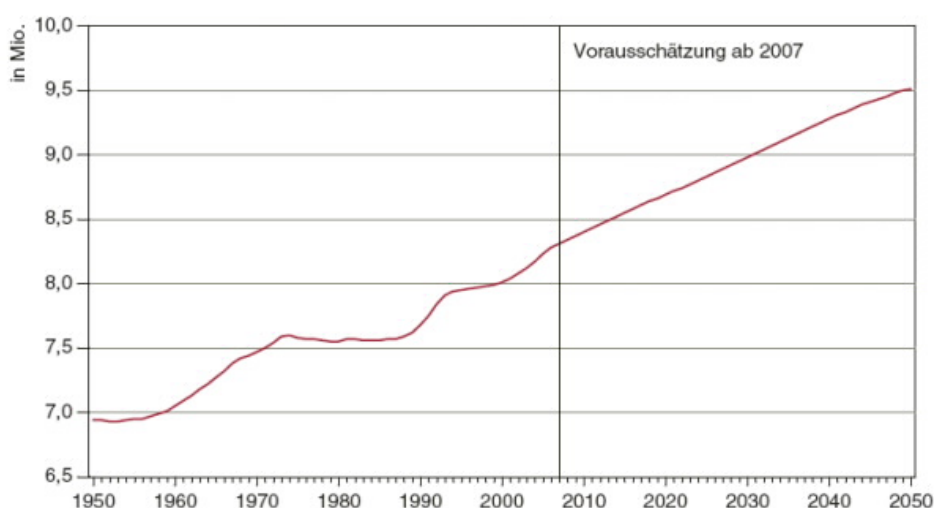


Abbildung 21 Bevölkerungsentwicklung Österreichs 1950-2050. Quelle Statistik Austria

Personenverkehr

6 von 10 Wegen zwischen dem Wohnort und der Arbeit sind mit dem Auto zurückgelegt. Die durchschnittliche Länge des täglichen Pendelweges betrug 20 km im Jahr 2001, was sich durch die Konzentration der Arbeitsplätze in den Ballungsgebieten erklären lässt.

Die Motorisierung hat stetig zugenommen: der Kraftfahrzeugbestand hat um 212% im Zeitraum 1965–2005 zugenommen und 2005 betrug der Motorisierungsgrad 507 Pkw für 1.000 Einwohner.

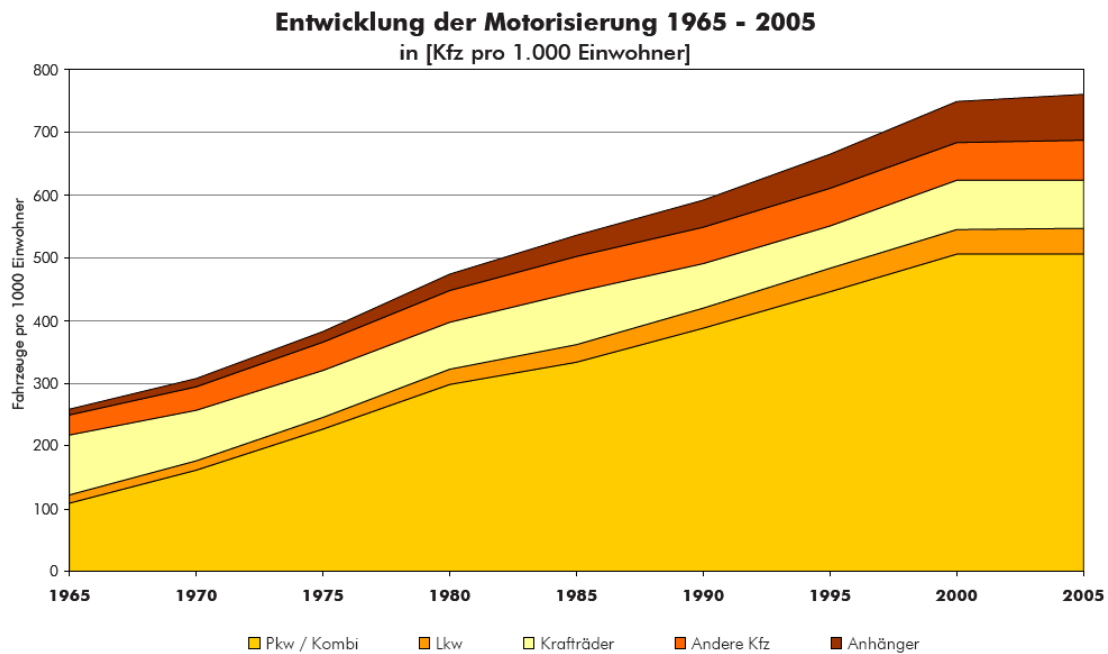


Abbildung 22 Entwicklung der Motorisierung in Österreich 1965-2005. Quelle BMVIT

Die zunehmende Motorisierung ist mit wachsender Straßenverkehrsleistung verknüpft: im Zeitraum 1970–2004 ist die Personenverkehrsleistung auf der Straße (2004: 82 Milliarden Personenkilometer) um 150% gestiegen, während sie auf der Schiene (2004: 8,5 Milliarden Personenkilometer) nur um 33% gestiegen ist. Seit dem steigen die Personenverkehrsleistungen immer noch weiter, sowohl im Straßen- als im Schienenverkehr. In Österreich wurden 2005 rund 222 Millionen Personen mit der Bahn befördert. 2009 waren sie rund 240 Millionen, was einen gesamten Anstieg um 8% darstellt.

Güterverkehr

Die Straße ist der dominierende Verkehrsträger bezüglich des Transportaufkommens. Das Modalsplit im Güterverkehrsaufkommen war 2005 15,3% Schiene und 71,5% Straße. Der Binnenverkehr auf der Straße stellte im Jahr 2005 fast die Hälfte des Gesamttransportaufkommens. Der Schienenverkehr überwiegt im grenzüberschreitenden Verkehr wegen der längeren Transportweiten.

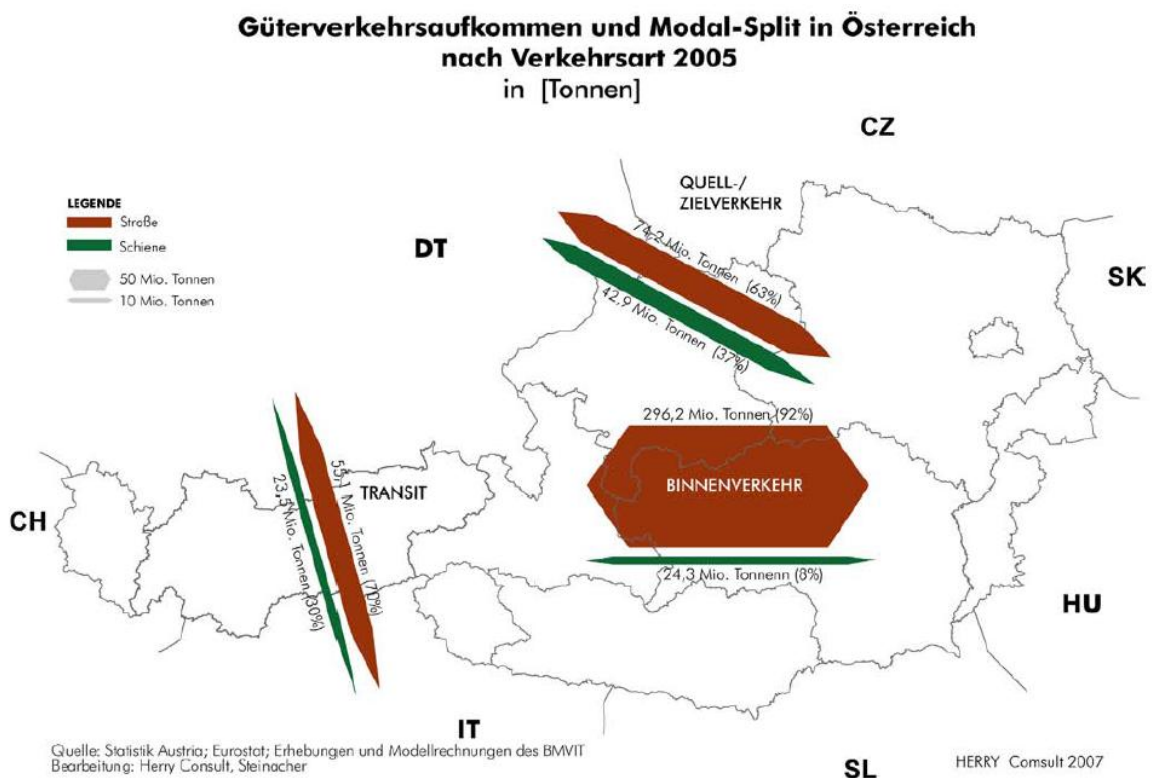


Abbildung 23 Transportaufkommen in Österreich je nach Verkehrsträger und Verkehrsart. Quelle BMVIT. 2005

Im Jahr 2010 betrug das Schienentransportaufkommen im Hoheitsgebiet Österreich 107,7 Millionen Tonnen: der Inlandverkehr (Quell- und Zielpunkt in Österreich) machte nur 35% davon mit 37,4 Millionen Tonnen aus.

Das Kombiverkehrsaufkommen ist im Zeitraum 1996–2002 um 56% (2002: 17,7 Millionen Tonnen) gestiegen. Der UKV ist um mehr als 2 Millionen Tonnen zwischen 2002 und 2005 gestiegen (2005: rd.12 Millionen Tonnen). Der RoLa-Anteil lag 2005 bei 3,3 Millionen Tonnen. Die

Kombiverkehrsleistung betrug 2003 5 Milliarden Tonnenkilometer. 27% der gesamten Schienentransportleistung war auf dem Kombiverkehr zuzuordnen.

73% des Außenhandels Österreichs macht sich innerhalb der EU. Die wichtigsten Handelspartner sind Deutschland, Italien, Frankreich, Tschechien, Ungarn und die Schweiz. Im Zeitraum 2001–2005 sind die Exporte um 36% und die Importe um 29% gewachsen. Der Osten wird als Handelspartner immer wichtiger. Der Anteil des Außenhandels ist kontinuierlich gestiegen: diese Integration von Zuliefer- und Absatzmärkten wirkt sich stark auf den europäischen Markt aus. Die Verkehrsnachfrage erlebt eine mengenmäßige Entwicklung.

Der Alpenquerende Güterverkehr ist von zentraler Bedeutung in Österreich, wo zwei Drittel der gesamten Fläche die Alpen sind. Die Brennerachse ist die bedeutendste Achse des alpenquerenden Verkehrs sowohl für den Schienengüterverkehr (30% davon) als für den Straßenverkehr (42%). Die Steigerung zeigt ebenfalls höhere Raten bei dem Brenner. Bezüglich der Verkehrsart dominiert der Transitverkehr (Anteil des gesamten Güterverkehrsaufkommen: Straße 58%, Schiene 46%. Stand 2004)

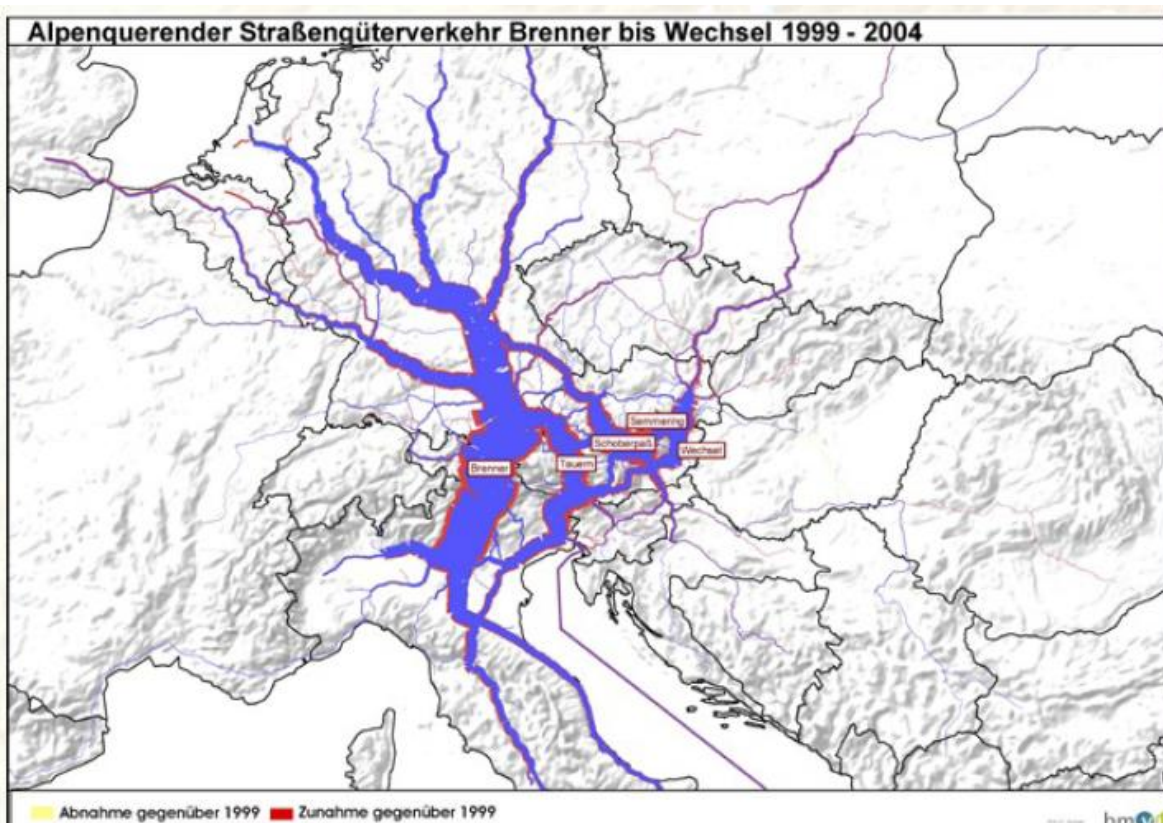


Abbildung 24 Alpenquerender Strassengüterverkehr 1999-2004. Quelle BMVIT

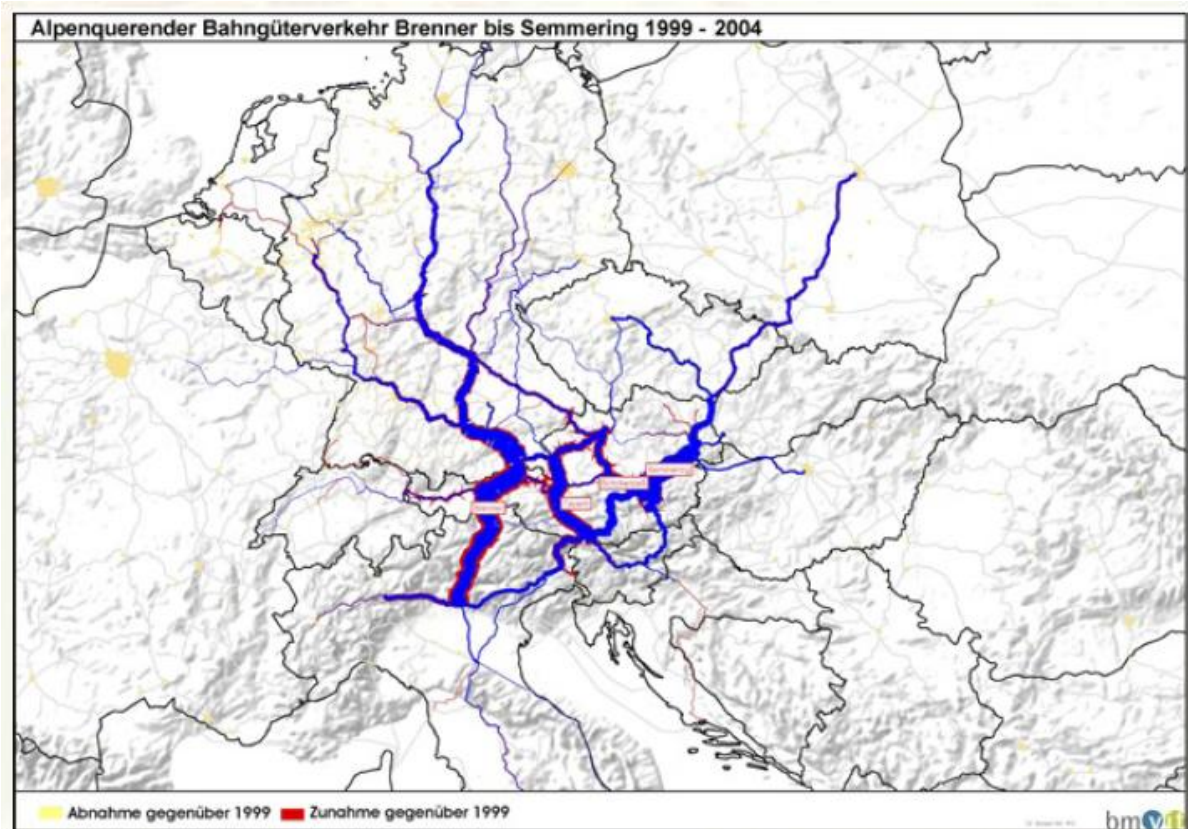


Abbildung 25 Alpenquerender Schienengüterverkehr 1999-2004. Quelle BMVIT

Sowohl im Schienen- als im Straßengüterverkehr sind die Hauptverkehrsrelationen auf Italien und Deutschland zuzuordnen. Die nennenswerte Relation mit Deutschland ist auch im Personenverkehr eindeutig: mehr als 100.000 Reisezüge haben 2010 die deutsche Grenze überschritten.

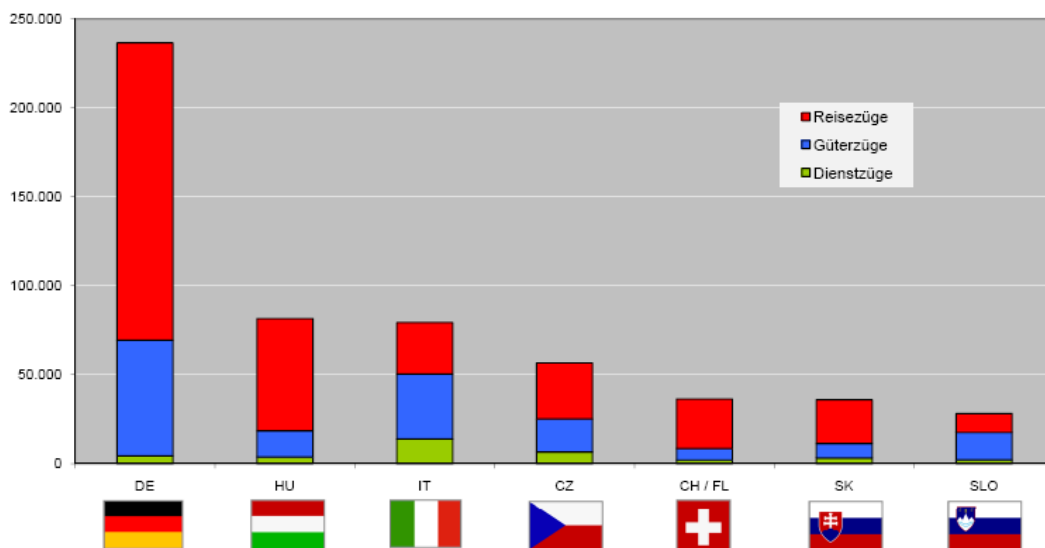


Abbildung 26 Grenzüberschreitende Züge je Nachbarstaat 2010. Quelle ÖBB

Die Wirtschaftskrise 2008 hat jedoch den Güterverkehr deutlich angegriffen. Das Transportaufkommen 2009 hat sich auf der Schiene um 19% (2008:122 Millionen Tonnen; 2009: 99 Millionen Tonnen) im Vergleich zu 2008 und auf der Straße um 9% (2008:369 Millionen Tonnen; 2009: 337 Millionen Tonnen) vermindert. Der Außenhandel hat von der Krise am meisten gelitten: daher wurde der Schienengüterverkehr stärker betroffen. Seit 2010 weist der Güterverkehr wieder einen Zuwachs auf.

2.3.2.2 Trends und Prognose. Verkehr 2025+

Die Evaluierung der einzelnen Vorhaben und ihrer Auswirkungen im Netz verlangt fundierte Grundlagen. Die Studie Verkehrsprognose 2025+ setzt sich aus einem Personenverkehrsmodell und einem Güterverkehrsmodell zusammen. Die Entwicklungsprognosen wurden im Sinne von wahrscheinlichen Trends aufgrund den getroffenen Maßnahmen und der Wirtschaftslage unterstellt. Alle Prognosen sehen eine weitere Steigerung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistungen insbesondere im grenzüberschreitenden Schienenverkehr vor. Die Wirtschaftskrise 2008 hat den Güterverkehr stark betroffen. Die Wachstumsprognosen werden aber nur im Zeitverlauf verschoben werden und das Netz wird auf die erwarteten Verkehrszahlen später ausweisen.

3 Die Koralmbahn

Eine vollständig neue Gleistrasse wird hergestellt, die eine direkte Schienenverbindung zwischen Graz und Klagenfurt bilden wird. Die anderen Schienenverbindungen weisen Qualitätseinbußen für den Verkehrsnachfrager auf und die langfristige Maßnahme eines Streckenneubaus erschien wirtschaftlich im Hinblick auf ein ausreichend prognostiziertes Verkehrsaufkommen. 14 ÖBB-Postbus Linien verkehren täglich zwischen den zwei Stadtzentren.



Abbildung 27 Koralmbahnintegration in bestehendes Netz. Quelle ÖBB Netz 2010

3.1 Kontext

Graz ist mit 261.540 Einwohnern (2011) die zweitgrößte Stadt Österreichs. Der Grazer Ballungsraum hat sich in den letzten Jahren rasch entwickelt. Daher hat 2007 das Land Steiermark ein 3,4% Wachstum erreicht.

Das Land ist auf der Verkehrsebene ein bedeutsames Bundesland. Die Infrastruktur begründet und unterstützt den Einsatz des intermodalen Verkehrs. Die Südbahnstrecke verläuft von Wien nach Graz über Bruck an der Mur. Das Cargo Center Graz (4 Ladegleise UKV, 1 Ladegleise RoLa) sowohl der Knoten St. Michael (2 Ladegleise UKV) sind grundlegend im österreichischen Güterverkehr. Der Flughafen Graz ist im Hinblick auf die Intermodalität beachtlich zu berücksichtigen. Im Personenverkehr sind die Knoten Bruck und Graz für einen Taktfahrplaneinsatz insbesondere geeignet.

Klagenfurt weist eine Bevölkerung von 94.303 Einwohnern auf. Die Wirtschaft des kärntnerischen Landes stützt sich erheblich auf Tourismus. Der Terminal Villach (4 Ladegleise UKV, 2 Ladegleise RoLa) spielt eine gewisse Rolle in der Verbindung zwischen Deutschland und den adriatischen Häfen. Das Land hat jedoch in den letzten Jahren eine geringere wirtschaftliche Dynamik als Steiermark nachgewiesen.

Die Länder Steiermark und Kärnten sind von der Autobahn A2 durchgefahren, die Graz und Klagenfurt verbindet. Der Motorisierungsgrad liegt 2005 bei 303 pro 1.000 Einwohner in Kärnten und bei 638 pro 1.000 Einwohner in Steiermark. In Kärnten bzw. Steiermark sind 6,5% bzw. 10,3% der Wege (2005) mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt: im Vergleich überwiegt deutlich der MIV mit 71,7% bzw. 66,1%. Das Potential des Schienenpersonenverkehrs ist daher relevant.

3.2 Die Projektvorgeschichte

1986 Bereits im Konzept zum Hochleistungsnetz Österreich von A.D.Little wird die Errichtung einer direkten Verbindung zwischen Graz und Klagenfurt erwähnt.

1991 Die Idee einer Strecke Wien–Graz–Klagenfurt wird in der Machbarkeitsstudie zur Südost Spange untersucht und ihre Sinnhaftigkeit überprüft.

1994 Die Hochleistungsstreckenverordnung (Bundesgesetzblatt 83/1994) erklärt die Verbindung Wien–Graz–Klagenfurt–Villach–Staatsgrenze zur Hochleistungsstrecke.

1995 Die Planung der Koralmbahn (einschließlich Koralmtunnel) wird durch die Verordnung des Verkehrsministers am 31. August übertragen und mit der Novelle vom 25. August 2001 (Bundesgesetzblatt 405/1989 idF 306/2001) vervollständigt. Damit wurden die rechtlichen Grundlagen der Planungstätigkeit der Hochleistungsstrecken–AG geschaffen.

Zehn mögliche Korridore wurden im Raum zwischen der bestehenden Südbahnstrecke durch das Murtal im Norden und der Strecke durch das Drautal im Süden untersucht. Unter Berücksichtigung der Topographie und der technischen Voraussetzungen, der Verkehrsgrundlagen und der Umwelt wurden in der ersten Phase sechs Korridore ausgewählt. Diese wurden dann finanziell bewertet und die jeweiligen Auswirkungen auf den Raum und die Umwelt wahrgenommen.

1997 wird der 2 Kilometer breit Trassenkorridor Graz – Deutschlandsberg – St.Andrä – Klagenfurt bestätigt.

3.3 Der Streckenverlauf

Die Festlegung des Streckenverlaufs musste anspruchsvolle Bedingungen erfüllen. Gezielt wurde die Errichtung einer technisch und betrieblich optimierten Hochleistungsstrecke. Dazu mussten die Raum- und Nutzungsansprüche, die Umweltressourcen möglichst wenig beeinträchtigt werden und die Errichtungs- und Betriebskosten möglichst niedrig gehalten.

Die Trassierung wird wie folgt in der Umweltverträglichkeitserklärung beschrieben:

„Der aktuelle Korridor der Koralmbahn verläuft damit vom Grazer Hauptbahnhof entlang der Bestandsstrecke Graz–Marburg bis Feldkirchen und schwenkt dort zum Flughafen „Graz Thalerhof“ und zur A9 Pyhrn–Autobahn ab. Von dort führt er parallele zur 19 bis in den Bereich von Werndorf/Weitendorf. Im Raum Hengsberg schwenkt er nach Westen in das

Lassnitztal und führt ab Wettmannstätten entlang der bestehenden Graz–Köflach–Bahn–Strecke bis Gross St. Florian/Unterbergla. Im Bereich Gross St. Florian ist der Bahnhof „Weststeiermark“ vorgesehen, bei dem eine Netzverknüpfung mit der Graz–Köflach–Bahn erfolgen soll. Im Anschluss daran verläuft der Korridor südlich von Deutschlandsberg und unterquert das Koralmassiv als Basistunnel. Im Bereich St. Andrä (Bezirk Wolfsberg) quert die Koralmbahn in Kärnten die Lavanttalbahn. Hier wird der „Bahnhof Lavanttal“ angelegt. Im Anschluss daran verläuft der Korridor durch die Tunnelkette Granitztal (Deutsch–Grutschen und Langerberg) westlich von St. Paul in Richtung Süden entlang der bestehenden Jauntalbahn. Nach Überquerung der Drau führt er in einem weiten Rechtsbogen nördlich Bleiburg entlang der Dobrowa bis Mittlern und in der Folge entlang der Bestrandsstrecke über Kühnsdorf, Grafenstein und Ebental zum Hauptbahnhof Klagenfurt.“

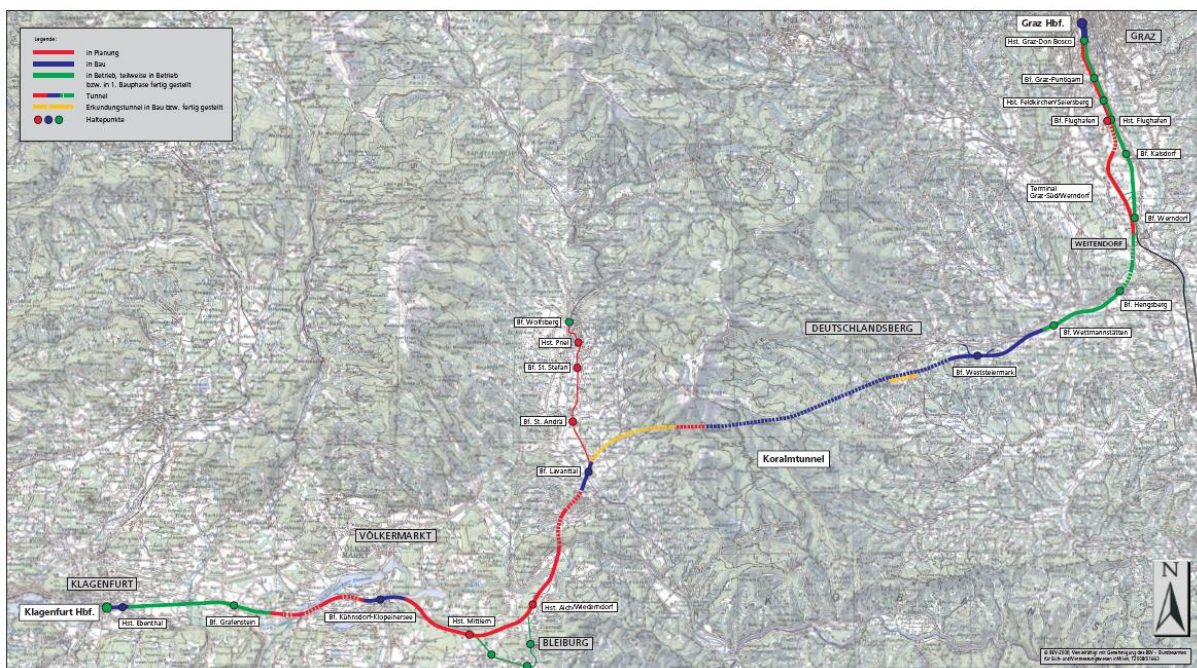


Abbildung 28 Trassenverlauf der Koralmbahnstrecke. Quelle ÖBB 2010

Der kostenintensive Tunnelbau stellte daher eine erhebliche Herausforderung vor den Planern: die Strecke quert tatsächlich die Alpen und gewichtige Gebirgsverhältnisse sind zu beherrschen. Die bautechnische Beurteilung der Trassen unter Berücksichtigung der geotechnischen Parameter war daher im Zentralbereich des Koralmtunnels vorherrschend.

3.4 Eckdaten

Die zukünftige Koralmbahnstrecke soll folgende Kenndaten aufweisen:

Tabelle 2 Eckdaten Koralmbahnprojekt. Quelle ÖBB

zweigleisige, elektrifizierte Hochleistungsstrecke	
Streckenlänge	130 km
Tunnel und Galerien	46,9 km (davon 32,9 km Koralmtunnel)
Spurweite	Normalspur (1.435 mm)
Mindestbogenradius	3.000 m (Regelfall 3.500m)
Maximale Gradiente	±10‰ (Regelfall ±8‰)
Betriebsform	Gleiswechselbetrieb
Verkehr	Mischverkehr
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	160 km/h (Entwurfsgeschwindigkeit 200 km/h)
Zugbeeinflussungssystem	ETCS Level 2
Bahnhöfe und Haltestellen	12
Betriebsprogramm	158–256 Züge pro Tag (je nach Streckenabschnitt)
Bahnstromversorgung	Einphasenwechselstrom (15 kV, 16 ^{2/3} Hz)
Energiebedarf	140 GWh pro Jahr

Der Koralmtunnel besteht aus zwei Einspurröhren im Regelabstand von etwa 40 Meter auseinander. Die Trassierung weicht teilweise geologischen Störungszonen aus.

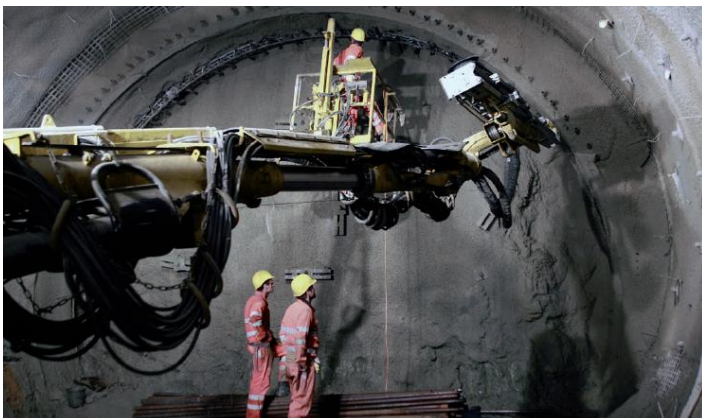


Abbildung 29 Bohrung im Koralmtunnel. Quelle ÖBB

Im Bereich der Grenze zwischen Steiermark und Kärnten befindet sich eine 980 m lange Überleitstelle (Gleisverbindung zwischen den beiden Streckenröhren).

Im Koralmtunnel wird kein Regionalverkehr geplant. Außerhalb des Tunnels erfolgt der Personennahverkehr auf den offenen Strecken von Graz bis zum Bahnhof Weststeiermark und vom Bahnhof Lavanttalbahn bis zu Klagenfurt.

Die Güterzüge, die über Schoberpass in Richtung Neumarkter Sattel verkehren und zwischen Leoben St. Michael und Klagenfurt keine Veränderung erfahren, können auf die Koralmbahn-Verbindung umgelegt werden.

Die Sicherheit und Störfallwahrscheinlichkeit müssen besonders wegen des langen Koralmtunnels in Betracht genommen werden. Der Tunnel besteht folglich aus einer anschließenden 320m Nothaltestelle und Rettungsstollen sind in 50 Meter Abständen mit Querstollen vorgesehen. Die Selbstrettung wird auf dieser Weise gewährleistet.

1999 hat die Bauausführung begonnen und fast zwei Jahren nach dem Baubeginn des Koralmtunnels haben im Mai 2010 die Vortriebsarbeiten angefangen. Am selben Jahr wurde der Abschnitt Werndorf-Wettmannstätten in Betrieb genommen. Die Gesamtinbetriebnahme der Koralmbahn ist 2022 vorgesehen.

3.5 Ein umstrittenes Projekt

Von der Erwähnung des Projekts ab wurde die Koralmbahn stark umstritten: die vorgesehenen Nutzen bezüglich der Hochleistungsstrecke sind von Verkehrsexperten erheblich in Frage gestellt. Eine wahrscheinliche Geldverschwendung wurde aufgezeigt. Folgend werden die Pro- und Kontraargument aufgelistet.

3.5.1 Pro-argumente

Die Koralmbahn gehört zum europäischen Verkehrskonzept als Teil des europäischen Pontebbana-Korridors, der sogenannten Baltisch - Adriatisch - Achse. Die Hochleistungsstrecke wird eine effizientere Nordsüd-Verkehrsrelation, eine leistungsfähigere Verknüpfung zur bedeutenden Güterverkehrscentren (Danzig, Koper, Triest, Venedig) und eine direkte Anbindung von den zwei betroffenen Städten ins höchstrangige Bahnnetz ermöglichen. Der Grazer Knoten könnte als TEN-Knoten sowohl im Güterverkehr als im Personenverkehr bedacht werden.

Die fehlende direkte Verbindung zwischen Graz und Klagenfurt benachteiligt den Süden Österreichs. Nord- und Westösterreich weisen tatsächlich eine stärkere wirtschaftliche Dynamik als Kärnten und Steiermark wegen eines besseren Verkehrswegenetzes auf. Die Neubaustrecke würde neue Marktpotentiale schaffen und auf diese Weise die verkehrs- und regionalpolitischen Zielsetzungen beachten. Die Verbesserung der regionalen Erreichbarkeit sollte eine zusätzliche Wertschöpfung in Österreich von jährlich 167 Millionen Euro schaffen.

Als Musskriterium wurde eine Kantenzzeit Graz-Klagenfurt von 60 Minuten festgelegt. Es würde insbesondere durch die Flachbahnqualität (maximale Steigung 10‰) ermöglicht. Die derzeitige Bahnfahrzeit Graz-Klagenfurt von 160 Minuten sollte sich daher um 100 Minuten vermindern, was die Attraktivität der Bahn beträchtlich erhöhen würde. Im Regionalpersonenverkehr ist eine Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr um 10-17% gezielt. Die externen Kosten (Lärm- und Luftschadstoffemissionen, Unfallfolge, usw.) würden folgenderweise gewichtig geschwächt.

Die erhöhte Standortwettbewerbsfähigkeit wird langfristig zusätzliche Beschäftigung mitbringen. Das Projekt soll schon einen Beschäftigungseffekt von bis zu 28.600 Personenarbeitsjahren aufweisen. Von den bezogenen weiteren Investitionen bis zum Koralmbahnvollausbau werden zusätzliche 16.500 Personenarbeitsjahren erwartet.

Der Vollausbau der Südbahn (Semmering–Basistunnel und Koralmbahn) soll eine gesamte Netzwirkung entstehen und Konkurrenz zum Flugzeug schaffen.

Außerdem soll mit der Koralmbahn der prognostizierte Kapazitätsengpass auf dem Pontebbana Korridor im Zeithorizont 2025 wegen erhöhter Leistungsfähigkeit des Grazer Knotens beseitigt werden.

3.5.2 Kontra–argumente

Obwohl das Land Steiermark leicht dynamischer als Kärnten ist, bleibt die verkehrliche Bedeutung einer Verbindung Graz–Klagenfurt fragwürdig. Die zwei Landeshauptstädte sind mehr oder weniger von der gleichen Stufe. Die 130km Entfernung würde außerdem keinen Pendelverkehr erzeugen (durchschnittliche Länge des täglichen Pendelweges in Österreich 2001: 20km).

Als kein Regionalverkehr im Koralmtunnel geplant wird, werden nur einige Personenfernzüge von den verkürzten Reisezeiten profitieren. Keine Verbesserungsmaßnahmen in den Zugangs– und Ablaufsfahrten wurden entschlossen. Das Vorhaben bietet einer städtischen Bedienungsqualität ohne begleitenden Regionalplan, was die regionale Erschließung Südösterreichs unwahrscheinlich macht. Darüber hinaus wurde die ermittelte Wertschöpfung von 167 Million Euro pro Jahr auf den Bruttoinlandsprodukt (BIP) und nicht auf den Bruttoregionalprodukt (BRP) bezogen.

Wie gezeigt sind nennenswerte Nutzen für eine verbesserte Erreichbarkeit geschaffen, wenn die gesamte Beförderungszeit (Tür–Zu–Tür Weg) verkürzt wird: der objektive Reisezeitgewinn wird unter Berücksichtigung der gesamten Fahrzeit als weniger stark empfunden. Die Attraktivität der Koralmbahn wird weitgehend gesenkt, wenn die Anfahrts– und Ankunftsbahnhöfe nur mit dem Auto erreichbar sind. Die Effizienz der Park+Ride Anlagen bleibt immer noch zweifelhaft. Der Mensch strebt nach einem minimalen Einsatz an Körperenergie: ein Verkehrsträgerwechsel ist daher als unangenehm betrachtet, wenn keine Zeitverluste in Bezug auf hohe Staukosten wahrnehmbar sind. Der Konkurrenzdruck des Autos als Verkehrsträger wird umso stärker, dass die A2 Autobahn seit schon lange

Graz und Klagenfurt parallel zur zukünftigen Bahnstrecke direkt verbindet: keine Auslastung 2009 und im Zeithorizont 2025 wurde festgestellt. Ein Pkw mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 100km/h wird die ca. 137km (126 km auf der Autobahn) zwischen den zwei Stadtzentren Graz und Klagenfurt in 82 Minuten fahren. Die Fahrt im Bahnbetrieb wird ca. 68 Minuten dauern, was eine 14 Minuten Verkürzung darstellen würde: die Abweichung soll deutlich höher sein, damit eine spürbare Verlagerung von der Straße auf die Schiene erfolgt (10% Verkehrsverlagerung). Ohne nennenswerte Zeitverkürzung wird sich also die Verkehrsmittelwahl auf die Kosten beziehen.

Die Koralmbahn wirkt sich ungünstig auf die Transportpreise für den Bahnfahrgast aus. Die mittleren Haushaltsausgaben in Österreich lagen 2004/2005 bei 2.539 EUR/Monat davon 16,1% Verkehr (Verhältnis ÖV:MIV = 1:20,6). Während die Ausgaben für den ÖV real rückläufig sind, steigen sie seit Jahren im MIV. Der MIV bleibt trotzdem der Hauptverkehrsträger im Personenverkehr. Das lässt sich durch die selektive Kostenbetrachtung in der Verkehrsmittelwahl erklären: der Verkehrsteilnehmer neigt dazu, nur die Kosten im Entscheidungszeitpunkt zu betrachten. Die Kosten im MIV gliedern sich wie folgt:

- 70% fixe Kosten
(Wertverlust 45%, Versicherung 6%, Versicherungssteuer II 6%, Nebenkosten 6%)
- 30% variable Kosten
(Treibstoff 12%, Reparaturen 7%, Reifen 6%, Service 5%)

Das amtliche Kilomergeld beträgt 2011 0,42 EUR/PkwKm. Die Treibstoffkosten¹ betragen durchschnittlich 0,095 EUR/PkwKm. Mit einer durchschnittlichen Auslastung von 1,2 P/Pkw sind die Kosten der MIV-Benutzung von 0,35EUR/PKm bzw. 0,079 EUR/PKm. Im Vergleich wurden die Kosten für Bahnnutzer für Fahrten von Wien nach St.Pölten um 0,093 EUR/Pkm abgeschätzt (J.M.Schopf im Skriptum der TU Wien *Verkehrsträger und Mobilitätsmanagement*). Im Verkehrsmittelwahlverfahren wird der

¹ 2011 : 1,34 EUR/l Diesel ; 6l/100km ; 60% => 0,0804 EUR/km
1,38 EUR/l Super; 8,5 l/100km; 40%=>0,1173 EUR/km

Mensch nur das Verhältnis Transportpreise der Bahn und Treibstoffkosten betrachten, was sich als Vorteil des MIV herausstellt (Bahn 1,2: Auto 1). Der mögliche Verlagerungseffekt erweist sich unwahrscheinlicher.

Der Korridor V („Priority Project 06“ Lyon–Budapest–Ukrainische Grenze) wird in jedem Fall gebaut und soll schon im Zeithorizont 2020–2025 vollständig in Betrieb sein. Er wird die adriatischen Häfen mit Osteuropa effizienter verbinden, was ein gemeinsames Ziel mit der Koralmbahn darstellt. Eine leistungsfähigere Verbindung zwischen dem Baltikum und der Adria könnte sich gleichfalls im Rahmen eines wettbewerbsfähigen europäischen Netzes mit dem Ausbau und der Modernisierung der Strecke Wien–Graz–Maribor–Zidani Most (der Zidani Most Knoten gehört zum Korridor V) einfügen. Vergleichbarer Nutzen mit verminderten Kosten sollte dadurch geschaffen werden.

Die erwarteten Nutzen der Koralmbahnstrecke im Güterverkehr sind ebenfalls umstritten. Der Straßengüterverkehr legt sich meist auf kürzere Transportweiten zurück und stellt meist Binnenverkehr dar. Im Jahr 2005 erfolgten knapp drei Viertel des Binnenverkehrs auf der Straße innerhalb eines Bundeslandes. Der größte Anteil am Schienengüterverkehr ist Transitverkehr. Als das ganze Projekt in Österreich liegt, könnte die erwartete Verlagerung nicht so hoch wie prognostiziert sein, was schon der Fall im Brennertunnel war. Die Verkehrsmengen im Vergleich zur Brennerachse begründen schwierig das gewaltige Investitionsvermögen des Projekts. Keine Produktivitätssteigerung wird in der Verbindung Wien–Klagenfurt–Villach oder Wien–Graz erwartet: keine Streckenverkürzung liegt im Vorhaben (Wien–Klagenfurt: 330km / Wien–Koralmbahn–Klagenfurt: 344 km).

Keine Kapazitätsproblematik im Zeithorizont 2025+ wurde auf der Strecke Wien–Bruck–Klagenfurt ersichtlich gemacht. Die entsprechende Reduktion der Züge (22 bis 25% auf den Streckenabschnitten zwischen Knittelfeld und St. Veit. an der Glan) auf der verbleibenden Südbahnstrecke wurde daher ein Rentabilitätsproblem bringen. Die Koralmbahn soll jedoch den zukünftigen Kapazitätsengpass auf der Strecke Bruck–Graz wegen effizienterer Logistik im Knoten Graz, schnellerer Beladungs- und Entladungsverfahren im Güterverkehr und des Einsatzes eines Taktfahrplans im Personenverkehr

beseitigen. Die Verkehrsmengen werden aber nicht verlagert werden; das Kapazitätsproblem könnte mit dem Einsatz von zusätzlichen Gleisanlagen kostengünstiger gelöst werden.

4 Die bestehenden Strecken

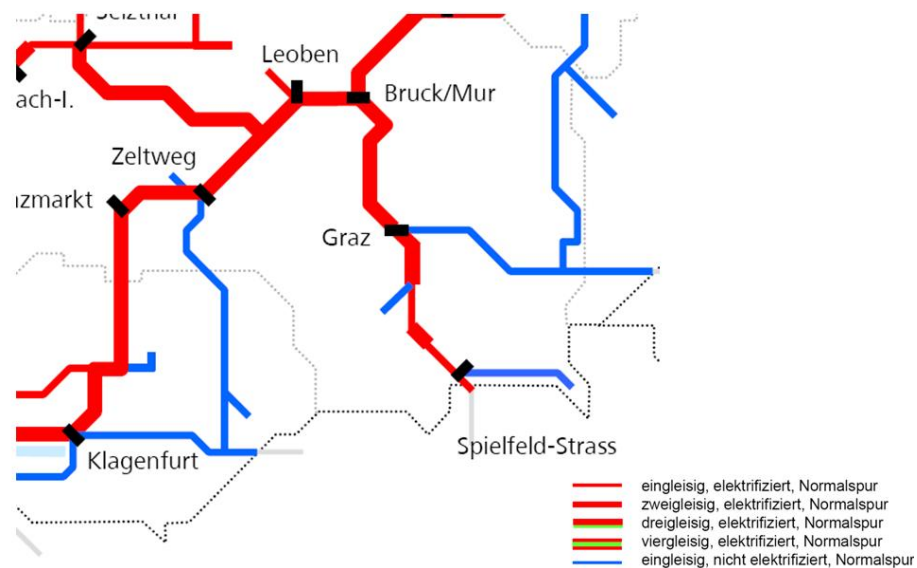


Abbildung 30 ÖBB-Netz Strecken in Südösterreich. Quelle ÖBB 2010.

4.1 Die Südbahn, Strecke Bruck – Graz – Spielfeld–Strass

Die Südbahn gehört zum Kernnetz der ÖBB. Die Strecke verbindet Österreich mit Slowenien in Richtung Maribor. Die grundsätzliche Funktion der Südbahn war Nordeuropa mit der Adria zu verknüpfen. Mit Konkurrenz des Flugverkehrs in den letzten Jahren ist die Verkehrsnachfrage auf der Schiene zurückgegangen. Die EU-Erweiterung hat jedoch eine neue Dynamik zur Bahn gegeben und die Strecke weist nunmehr ein erhebliches Potential für das TEN-Netz auf.

Der Streckenabschnitt Graz–Spielfeld ist teilweise eingleisig. Der zweigleisige Ausbau soll (gemäß der Evaluierung des BMVIT) erst 2035 vollständig gemacht werden.

Tabelle 3 Eckdaten Strecke Bruck-Graz. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010

Abschnitt Bruck–Graz	
Zweigleisig, elektrifiziert (15 kV 16 2/3 Hz)	
Streckenlänge	54 km
Tunnel und Galerien	400 m
Mindestgleisnutzlänge in Unterwegsbahnhöfen	339 m
Mindestbogenradius	297 m (Weichenbereich 190 m)
Maximale Gradiente Richtung 1	-8‰
Maximale Gradiente Richtung 2	+8‰
Betriebsform	Gleiswechselbetrieb
Verkehr	Mischverkehr
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	140 km/h
Maximales Zuggewicht Richtung 1	3.000 t
Maximales Zuggewicht Richtung 2	3.000 t
Betriebsführung	Rechnergestützte Zugüberwachung (RZü)
Zugbeeinflussungssystem	Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)

Tabelle 4 Eckdaten Strecke Graz-Spielfeld Strass. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010

Abschnitt Graz – Spielfeld Strass	
Zweigleisig (25km)/Eingleisig (22 km), elektrifiziert (15 kV 16 2/3 Hz)	
Streckenlänge	47 km
Tunnel und Galerien	-
Mindestgleisnutzlänge in Unterwegsbahnhöfen	592 m
Mindestbogenradius	306 m (Weichenbereich 190 m)
Maximale Gradiente Richtung 1	-8,5‰
Maximale Gradiente Richtung 2	+8,5‰
Betriebsform	Gleiswechselbetrieb
Verkehr	Mischverkehr
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	160 km/h
Maximales Zuggewicht Richtung 1	2.770 t
Maximales Zuggewicht Richtung 2	3.000 t
Betriebsführung	Rechnergestützte Zugüberwachung (RZü)
Zugbeeinflussungssystem	Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)

4.2 Die Südbahn, Zweigstrecke Bruck–Klagenfurt

Die Zweigstrecke Bruck–Klagenfurt verbindet Österreich mit Italien. Die Strecke liegt im Alpengebiet und aus diesem Grund weist sie Betriebseinschränkungen auf: maßgebende Steigungen, zahlreiche enge Radien, usw.

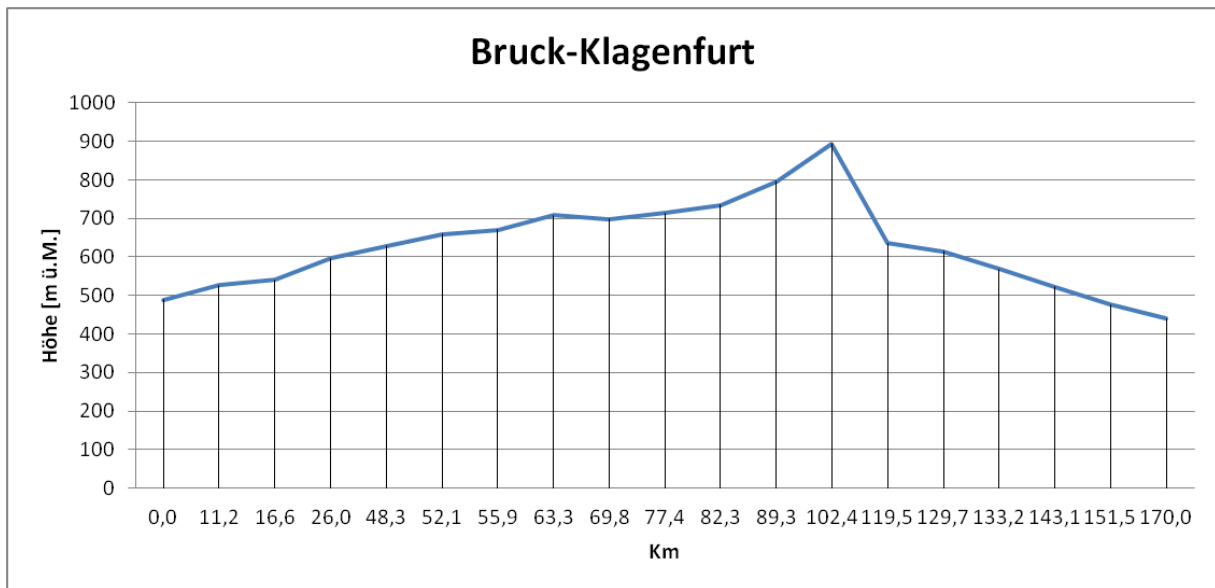


Abbildung 31 Topographie der Strecke Bruck-Klagenfurt

Der Abschnitt zwischen Bruck und St. Michael ist im Güterverkehr bedeutungsvoll: der Knoten liegt tatsächlich im Zentralpunkt Österreichs.

Tabelle 5 Eckdaten Strecke Bruck-Klagenfurt. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010

Abschnitt Bruck–Klagenfurt	
Zweigleisig, elektrifiziert (15 kV 16 2/3 Hz)	
Streckenlänge	170 km
Tunnel und Galerien	5.460 m
Mindestgleisnutzlänge in Unterwegsbahnhöfen	464 m
Mindestbogenradius	240 m (Weichenbereich 190 m)
Maximale Gradiente Richtung 1	-18,5‰
Maximale Gradiente Richtung 2	+18,5‰
Betriebsform	Gleiswechselbetrieb
Verkehr	Mischverkehr
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	160 km/h
Maximales Zuggewicht Richtung 1	1.640 t
Maximales Zuggewicht Richtung 2	1.630 t
Betriebsführung	Rechnergestützte Zugüberwachung (RZü)
Zugbeeinflussungssystem	Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)

4.3 Das Ergänzungsnetz : Klagenfurt–Bleiburg

Die Strecke gehört zur Drautalbahn. Aufgrund des eingleisigen Betriebs ist sie wenig belastet. Die Parallelführung eines Teils der Koralmbahn soll die Strecke weiter auslasten.

Tabelle 6 Eckdaten Strecke Klagenfurt-Bleiburg. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010.

Abschnitt Klagenfurt–Bleiburg	
eingleisig, nicht elektrifiziert	
Streckenlänge	39,6 km
Tunnel und Galerien	–
Mindestgleisnutzlänge in Unterwegsbahnhöfen	479 m
Mindestbogenradius	222 m (Weichenbereich 190 m)
Maximale Gradiente Richtung 1	+10,7‰
Maximale Gradiente Richtung 2	–10,7‰
Betriebsform	Eingleisiger Betrieb
Verkehr	Mischverkehr
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	140 km/h
Maximales Zuggewicht Richtung 1	2.770 t
Maximales Zuggewicht Richtung 2	2.120 t
Betriebsführung	Besetzte Einzelstellwerke
Zugbeeinflussungssystem	Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)

4.4 Die Slowenische Bahn

4.4.1 Slovenian Railways

Die slowenische Nationalbahngesellschaft (Slovenian Railways) wurde 1991 gegründet und ist seit 1992 Mitglied der UIC (Union Internationale des Chemins de fer). 2004 wird Slowenien EU-Mitglied, was zur Steigerung der internationalen Waren- und Personenströmen beigetragen hat. Zwei TEN-Korridore (Korridore V und X) fahren durch Slowenien und werden langfristig den slowenischen Verkehr dynamisieren.



Abbildung 32 Güterzug durch Slowenien. Quelle Slovenian Railways 2011

Das SR-Netz beweist auf eine 1.228 km Länge (davon 330 km zweigleisig und 503 km elektrifiziert). 2008 wurden 16,7 Millionen Personen befördert und 19,0 Millionen Tonnen transportiert. Im Güterverkehr sind 90% des gesamten Transportaufkommens (1,9 Millionen Tonnen) Transitverkehr. Der Koper Hafen ist das weitgehend bedeutende Güterzentrum (im Inland). Im Gegenfall ist der Personenverkehr fast exklusiv Binnenverkehr.

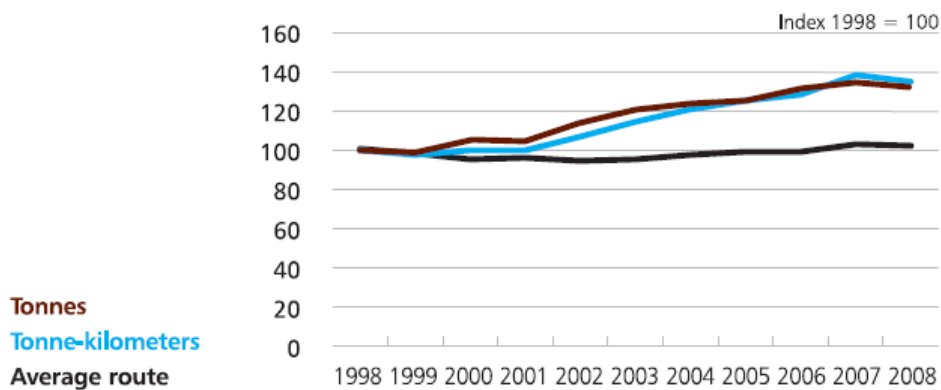


Abbildung 33 Entwicklung des Transportaufkommens in Slowenien 1998-2008. Quelle Slovenian Railways

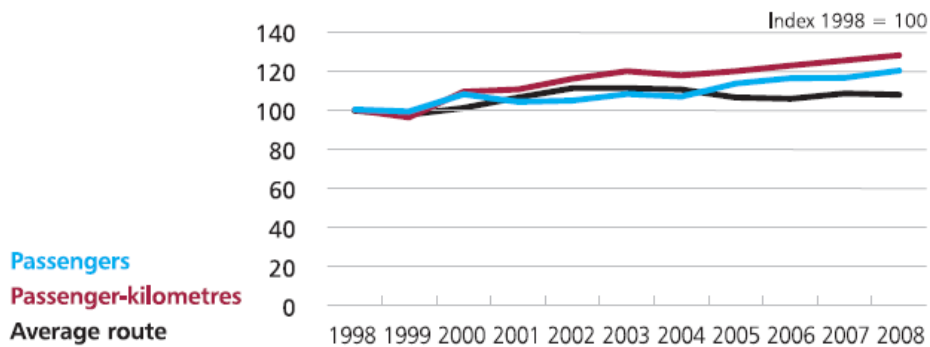


Abbildung 34 Entwicklung des Verkehrsaufkommen in Slowenien 1998-2008. Quelle Slovenian Railways

Die Personen- und Güteraufkommen weisen ein kontinuierliches Wachstum seit 2000 auf. Der Transportaufkommen hat im Zeitraum 1998–2008 um 20% zugenommen (Personenaufkommen um 38%).

Der KV stellt 687 Millionen Tonnenkilometer (2008) auf der gesamten Transportleistung 3.873 Millionen Tonnenkilometer dar, das heißt 18%. 95% des KV ist Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr. Der UKV ist im Zeitraum 2005–2008 um 42% gestiegen.

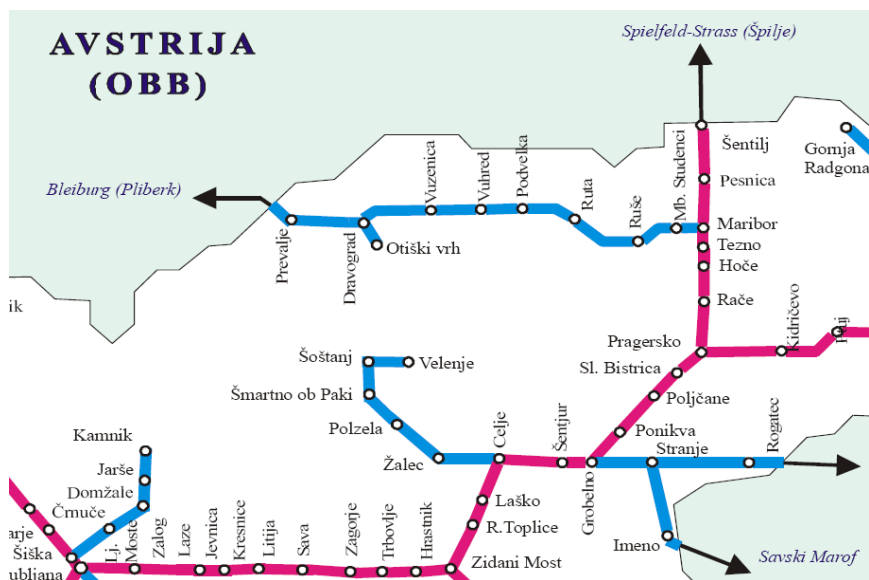


Abbildung 35 Eisenbahnnetz Nordslowenien. Quelle Slovenian Railways 2011

Die folgenden Strecken werden im Rahmen einer möglichen Alternative zur Koralmbahn betrachtet (Verbindung Graz–Klagenfurt über Maribor). Ein wesentlich hohes Potential liegt im Ausbau der slowenischen Bahn, insbesondere wegen günstigeren topographischen Parametern als in Österreich.

4.4.2 Maribor–Sentilj, Richtung Graz

Tabelle 7 Eckdaten Strecke Sentilj-Maribor. Quelle Slovenian Railways 2010

Abschnitt Sentilj–Maribor	
Eingleisig, elektrifiziert (3 kV)	
Streckenlänge	15,8 km
Tunnel und Galerien	–
Maximale Zuglänge	560 m
Maximale Gradiente	9‰
Betriebsform	Eingleisiger Betrieb
Verkehr	Mischverkehr
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	80 km/h
Zulässige Achslast	20 t/Achse
Betriebsführung	Automatic Train Stop. Digital Transfer System

4.4.3 Maribor–Prevalje, Richtung Klagenfurt

Tabelle 8 Eckdaten Strecke Maribor-Prevalje. Quelle Slovenian Railways 2010

Abschnitt Prevalje – Maribor	
Eingleisig, nicht elektrifiziert	
Streckenlänge	82,1 km
Tunnel und Galerien	330 m
Maximale Zuglänge	350 m
Maximale Gradiente Richtung 1	–15‰
Maximale Gradiente Richtung 2	+15‰
Betriebsform	Eingleisiger Betrieb
Verkehr	Regionalverkehr
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	100 km/h
Zulässige Achslast	18 t/Achse – 20t/Achse (je nach Streckenabschnitt)
Betriebsführung	Block System. Analogue Transfer System

5 Verbesserungsmöglichkeiten

Infrastrukturbedingte Engpässe entstehen aus quantitativen (Kapazitätsengpass) oder qualitativen (Effizienzengpass) Mängeln im Verkehrsablauf.

Die Begriffe können wie folgt näher beschrieben werden (nach B.Hörl):

- Kapazitätsengpässe verhindern die Befriedigung einer bestehenden Nachfrage. Sie sind vom Verkehrsaufkommen abhängig und erst dann wirksam, wenn die Kapazität der Infrastruktur kleiner als die Belastung der Infrastruktur ist.
- Effizienzengpässe verhindern das Entstehen einer möglichen Nachfrage. Sie sind vom Verkehrsaufkommen unabhängig und immer wirksam, wenn die Qualität der Infrastruktur eine ungenügende Beförderungsqualität ermöglicht.

Wenn Investitionsmaßnahmen getroffen werden müssen, soll das tatsächliche Problem klar identifiziert werden, damit die „beste“ der konkurrierenden Maßnahmen ausgewählt wird.

Technische Engpässe wirken sich auf die Wirtschaftlichkeit eines Streckenabschnitts aus. Die Verkehrsnachfrage wird nicht oder mit verminderter Qualität befriedigt, was zu verminderten Nutzen bzw. erhöhten Kosten für den Betreiber oder Gesellschaft (Volkswirtschaft) führt.

Wenn ein maximaler Gewinn aus dem Verkehrsablauf unter Einbeziehung der Ansprüche der verschiedenen Betroffenen (Betreiber, Verkehrsnachfrager, die Allgemeinheit) entsteht, wird die Effizienz als erreicht beschrieben.

Im Fallbeispiel ist der Engpass ein qualitativer Engpass: die Verbindung Graz–Klagenfurt erfolgt über Bruck an der Mur und die Beförderungsqualität wird von der Topographie eingeschränkt. Die maßgebenden Steigungen und engen Radien beschränken die zulässige Fahrgeschwindigkeit. Deshalb

wurde das Koralmbahnprojekt vorgelegt. Mit dem Koralmtunnel wird die Strecke die Flachbahnqualität beweisen, was die höchstzulässige Geschwindigkeit weitgehen erhöhen soll.

Ist die Koralmbahn die effizienteste Lösung des qualitativen Engpasses in Südösterreich? Folglich werden kostengünstigere Verbesserungsmöglichkeiten vorgeschlagen, damit eine Untersuchung der besten Lösung ermöglicht wird. Die bestehenden Strecken beweisen nämlich beträchtliche Potentialen und vermehrbare kleinere Projekte könnten eventuell vergleichbaren und globalen Nutzen insbesondere unter Berücksichtigung der Netzwirkung mitbringen.

In dieser Arbeit wird eine Beschränkung auf jene technischen und ökonomischen Engpässe, die sich auf die Schienenstrecke beziehen, erfolgen. Engpässe in Bahnhöfen, bei Be- und Entladevorgängen oder im Bereich der Zugbildung werden daher in der Folge nicht weiter betrachtet.

5.1 Infrastruktur

5.1.1 Linienverbesserung

Die Streckenführung wird innerhalb eines vorhandenen Streckenabschnittes (zwischen zwei Knoten) geändert. Es kann eine Veränderung in der Länge, der Neigung oder der Höhenüberwindung sein. Ein wenig aufwendiger Weg soll wegen geringerer eintretender Kräfte im Betrieb bzw. vermindertes Energieverbrauchs geschaffen werden. Punktuelle Qualitätsengpässe auf dem Abschnitt sind daher mit geringerem Einsatz an Sach- und Geldmittel und an Zeit beseitigt. Es wird insbesondere im Rahmen des Ausbaus vorhandener Strecken zu Hochleistungsstrecken vorgesehen.

5.1.2 Zulegung von Streckengleisen

Bei der Zulegung von Streckengleisen wird die bestehende Gleistrasse durch ein oder mehrere zusätzliche parallel verlaufende Gleise ergänzt. Die Kapazität der Strecke sowie die Betriebsqualität (Flexibilität) wird damit erhöht.

Im Regelfall erfolgt der Schienenverkehr im Mischbetrieb: Personenfern- und -nahverkehr und Güterverkehr. Die Leistungsfähigkeit ist aus diesem Grund vermindert, weil die verschiedenen Verkehrsarten sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen. Zusätzliche Gleise ermöglichen den Einsatz eines Gleiswechselbetriebs und vereinfachte Überleitungen im Betrieb. Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten werden mit der Benutzung der zusätzlichen Gleise als Ausweichgleise für den laufenden Zugbetrieb leichter durchgeführt werden.



Abbildung 36 Zweigleisiger Ausbau Werndorf-Spielfeld Strass. Quelle ÖBB

Diese Maßnahme ist wenig problematisch: sie beeinträchtigt mäßig die Umwelt wegen einem geringen zusätzlichen Flächenverbrauch und ist kostengünstig (unter Berücksichtigung des mitgebrachten Nutzens), wenn der Streckenabschnitt eine niedrige Anzahl an Kunstbauten beweist.

5.1.3 Elektrifizierung

2010 sind noch 21% (2.174km) des ÖBB-Netzes nicht elektrifiziert. Die Elektrifizierungsmaßnahme umfasst alle erforderlichen Einzelmaßnahmen,

um eine bestehende Strecke im Dieselmotortrieb auf elektrischen Zugbetrieb umzustellen (Bahnstromwerke, Stromüberleitungen).

Die Streckenelektrifizierung gehört zu den EU-Empfehlungen für einen nachhaltigen Schienenverkehr und eine effiziente Interoperabilität. Unter Berücksichtigung der Betreiberzielsetzungen wird die Elektrifizierung geringere Energiekosten verursachen: die elektrische Energie ist preisgünstig zur Verfügung. Tatsächlich stammt fast 40% der Energie für die Bahn aus Wasserkraftwerken im Besitz der ÖBB, was zusätzlich zur Schonung von Umwelt beiträgt (geringere CO₂-Emissionen wegen der Nutzung aus erneuerbaren Energien).



Abbildung 37 Wasserkraftwerk Tauernmoss. Quelle ÖBB

Mithilfe der Elektrifizierung werden die zulässigen Zuglasten aufgrund dem niedrigeren Traktionsaufwand erhöht. Die Fahrzeiten werden vermindert und die Streckenkapazität wird um bis zu 10% vergrößert. Auf Strecken mit hoher Zugdichte oder mit längeren großen Steigungen ist die Elektrifizierung besonders bevorzugt.

5.1.4 Errichtung von Überholungsmöglichkeiten

Aus Wirtschaftlichkeitsgründen erfolgt der Zugverkehr auf den Schienenstrecken meist im Mischbetrieb (Personen- und Güterverkehr). Damit der Betrieb effizient trotz der hohen Geschwindigkeitsdifferenzen läuft, müssen Betriebsstellen vorgesehen werden, in denen langsame Züge von schnelleren Zügen überholt werden können. Die sind

Überholungsbahnhöfen und Überleitstellen (Überleitverbindungen, Gleiswechseln).

Überleitstelle



Abbildung 38 Überleitstelle

Der langsamere Zug bleibt normalerweise stehen. Wenn die Sicherungstechnik entsprechend ausgebaut wird und die Strecke eine geringe Zugdichte aufweist, können jedoch die Züge in Bewegung sich überholen lassen: das Verfahren ist „fliegende Überholung“ genannt und wird eine möglichst geschwindigkeitskonstante Fahrt im Freien ermöglichen, was zu verminderten Energieverbrauch und Zeitverlusten führt (weniger Brems- und Beschleunigungsvorgänge).

5.1.5 Beseitigung von geschwindigkeitsbeschränkenden Anlagen

Die geschwindigkeitsbeschränkenden Anlagen erfordern eine Zurücknahme der Fahrgeschwindigkeit. Damit ein effizienterer Betrieb erfolgt, sollen sie schrittweise beseitigt werden oder mit entsprechenden Zugsicherungssystemen einen geringeren Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit beweisen.

Die Maßnahme schließt die Auflassung bzw. Niveaufreimachung von Schienengleichen Eisenbahnkreuzungen, Auflassung von Haltestellen, die Niveaufreimachung von Bahnsteigzugängen, den Einbau von schneller befahrbaren Weichen ein.

Die Mindestzugfolgezeiten werden möglich gesunken werden. Die Bahnstrecken sind in Blockabschnitten geteilt und mit Zugsicherungssystemen ausgerüstet. Ein folgender Zug kann in einen

bestimmten Blockabschnitt anfahren erst wenn der vorherige Zug ihn verlassen hat. Der Blockabschnittlänge definiert die sogenannten Mindestzugfolgezeiten im Zusammenhang mit den Geschwindigkeiten des Zugmix (Personenfern- und Nahverkehr und Güterverkehr). Je grösser die Blockabschnittlänge oder die Geschwindigkeitsdifferenzen sind, desto grösser ist die Mindestzugfolgezeit. Die Beseitigung der geschwindigkeitsbeschränkenden Maßnahmen führt zur Verminderung der Geschwindigkeitsdifferenzen und daher zur Einsparung bei den Fahrzeiten. Folgenderweise werden Einsparungen bei den Betriebskosten (verminderte Umlaufzeiten und Energieverbrauch) realisiert.

Die Verkehrssicherheit wird auch davon profitieren, weil die Eisenbahnkreuzungen erhöhte Unfallzahlen aufweisen. 2009 beträgt das ÖBB-Netz 5.430 Eisenbahnkreuzungen: sie werden zunehmend aufgelassen.

5.2 Rollmaterial

5.2.1 Einsatz von leistungsfähigeren Triebfahrzeugen und Triebzügen

Mit der Erhöhung der spezifischen Antriebsleistung können die Triebfahrzeuge schwerere Züge mit höheren Geschwindigkeiten hinterziehen. Die Anschaffung von solchen technisch verbesserten Zügen kann sich als besonders günstig in gebirgigen Regionen erweisen. Die Fahrzeiten in Bezug auf die stärkeren Traktionseinheiten werden vermindert. Der Energieaufwand wird aufgrund kontinuierlicheren Geschwindigkeiten und geringeren Umlaufzeiten gleich gesenkt.

Die Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen Güter- und Personenverkehrszügen werden ebenfalls verringert sowie die Anfahr- und Beschleunigungsverhalten verbessert. Die Mindestzugfolgezeiten werden verkleinert bzw. die Leistungsfähigkeit der Strecke wird erhöht.

Der Personenverkehr wird davon profitieren im Hinblick auf eine gesicherte Pünktlichkeit im Betrieb, was im Einsatz eines Taktfahrplans grundlegend ist.

In Bezug auf eine Elektrifizierungsmaßnahme ist die Anschaffung von elektrischen Triebfahrzeugen anstelle von dieselgetriebenen Triebfahrzeugen weist sich besonders günstig auf.

Die Traktionsleistung kann mithilfe der Mehrfachtraktion oder einer vermehrten Anzahl an angetriebenen Achsen weiter vergrößert werden.

5.2.2 Einsatz von Wendezügen

Das Zugende einer Zuggattung wird mit einem Steuerwagen ausgerüstet. Der Zug kann folgenderweise ohne Umspannung der Lokomotive in beide Fahrtrichtungen verkehren. Es stellt einen erheblichen Vorteil im Betrieb wegen des Ausfalls der erforderlichen Bahnhofsanlagen. Der Aufenthalt am Bahnsteig wird ebenso verkürzt.

5.2.3 Einsatz von Wagenkastenneigezügen

In Bogenfahrten erfährt der Zug eine Zentrifugalkraft (Fliehkraft genannt). Im Verhältnis zu dem Radius der Strecke wirkt sie sich stärker auf dem Zug aus. Die Formel ergibt

$$F = \frac{m * v^2}{R}$$

mit m die Zugmasse
 R der Radius
 v die Geschwindigkeit

Aus Sicherheits- und Komfortgründen ist deshalb die Geschwindigkeit begrenzt. Teilweise kann die Fliehkraft durch eine Überhöhung der äußeren Schiene kompensiert werden. Die Überhöhung darf aber nicht so groß (maximal 160 mm) im Zusammenhang mit der Kippgrenze (Entgleisungsgefahr), der Führungsgrenze, der Komfortgrenze und der Oberbaubeanspruchung sein.

Bei dem Wagenkastensteuerungssystem sind größere Geschwindigkeiten möglich bei gleichbleibender freier Seitenbeschleunigung für den Fahrgast:

die bei schnellerer Kurvenfahrt sich erhöhende Seitenbeschleunigung wird tatsächlich durch die Neigung des Wagenkastens in der Kurve kompensiert. Der Einsatz der Neigetechnik hat sich weitgehend in der Schweiz bewährt. Gleisbögen können damit um bis zu 30% schneller durchfahren werden, ohne den Komfort des Reisenden während der Kurvenfahrt zu beeinträchtigen. Der Oberbau wird jedoch stärker beansprucht, was eine regelmäßige und kostenintensivere Instandhaltung (höherer Abrieb am Gleis) verursacht.

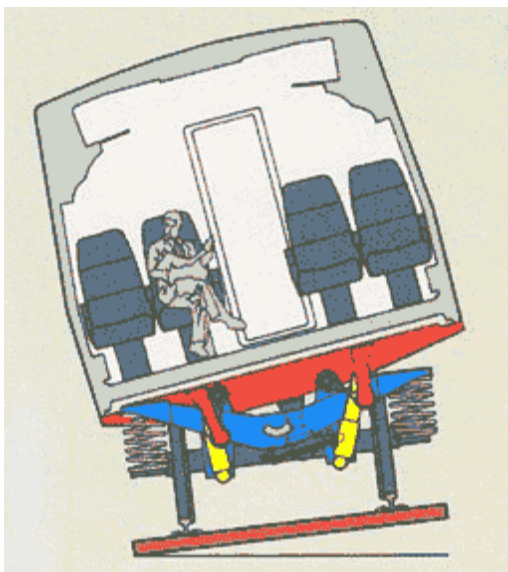


Abbildung 39 Wagenkastensteuerung in Bogenfahrt

Die Wagenkastenneigung kann aktiv oder passiv erfolgen. In der aktiven Wagenkastenneigung wird der Fahrgastraum mit einem hydraulischen oder elektrischen Antrieb geneigt, wobei Kreiselgeräte und Beschleunigungsmesser die Kurven detektieren müssen: der Schwerpunkt des Systems liegt nämlich nur wenig unterhalb des Drehpunktes und Kräfte müssen für die Drehbewegung eingeleitet werden. Der Neigungswinkel beträgt maximal 8° und die maximale Bogengeschwindigkeit ergibt sich aus der folgenden Formel

$$v_{max} = 6,50 \times \sqrt{R}$$

Ohne Wagenkastensteuerung ergibt sich die maximale Geschwindigkeit aus

$$v_{max} = 5,04 \times \sqrt{R}$$

Die Fahrzeit kann bei entsprechenden Krümmungsverhältnissen der Streckentrassierung um bis zu etwa 10% (unter sehr guten Bedingungen 20%) gesenkt werden.

In der passiven Wagenkastenneigung liegt der Drehpunkt weit oberhalb des Schwerpunktes. Der Fahrgastraum schwingt daher aufgrund der Fliehkraft im unteren Bereich nach außen und im oberen Bereich nach innen. Die Schwingung wird durch Dämpfungselemente beruhigt. Die passive Neigetechnik ist nicht für bogenschnellere Fahrten geeignet und ist oft Komfortneigung genannt. Der Neigungswinkel beträgt maximal 3,5° und die maximale Geschwindigkeit verfolgt die Formel

$$v_{max} = 5,76 \times \sqrt{R}$$

Mit der Einführung der WKN-Technik kann die Reisezeit auf einer gesamten Strecke gesenkt werden. Die Attraktivität der Verbindung erhöht sich und die Nachfrage steigt dementsprechend. Die Neigetechnik ist insbesondere für Strecken ohne Kapazitätsprobleme geeignet, weil sie keine erhöhte Leistungsfähigkeit mitbringt. Die Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen Reise- und Güterzügen nehmen tatsächlich zu.

Die WKN-Technik verlangt geringfügige Ausbaumaßnahmen auf der Strecke, um die Vorteile wirklich nutzen zu können. Unter anderem muss die Strecke keine unmittelbaren aufeinanderfolgenden Gegenbögen aufweisen und ein zusätzliches überlagertes Zugsicherungssystem wird erforderlich wegen der erhöhten Betriebsgeschwindigkeiten. Die Kosten für notwendige Anpassungen an der Strecke werden von der Deutschen Bahn grob mit unter 100.000 Euro je Streckenkilometer angegeben.

Die Anschaffungskosten der Neigezüge sind fast verdoppelt im Vergleich zu den herkömmlichen Zügen. Dazu fügen sich erhöhte Instandhaltungskosten am Fahrzeug wegen der erhöhten Beanspruchungen durch größere Querkräfte (Abrieb am Radkranz) hinzu.

Die Neigetechnik bleibt kostengünstiger im Vergleich zum Streckenneubau und bringt befriedigende Zeiteinsparungen bzw. eine entsprechende Attraktivitätssteigerung mit.

In der Schweiz wie die Zuggattung InterCity-Neigezug (RABDe 500) im Personenfernverkehr eingesetzt. Der RABDe 500 ist ein elektrischer Triebzug mit aktiver gleisbogengesteuerter Neigetechnik.

5.2.4 Einsatz von Modulzügen und Mehrzugverbänden

Der Einsatz von Zügen aus einer oder mehreren Teilzugeinheiten (Kurz-, Halb-, Voll-, Langzüge) ist insbesondere im Personennahverkehr sinnvoll. Die Kapazität wird sich der schwankenden Nachfrage durch Kupplung oder Trennung von Zugeinheiten anpassen. Schrittweise ist das Konzept im Personenfernverkehr eingesetzt. Zwei Wendezüge können auch an den Steuerwagenenden zusammengekuppelt und wie Modulzüge geflügelt werden.

Wie im Personenverkehr erfolgt im Güterverkehr die Kupplung und Trennung von der standardisierten Traktionseinheiten. Die Teilzüge aus verschiedenen Richtungen werden in einem Systembahnhof zu einem Zug vereinigt und zu einem weiteren Systembahnhof geführt, dort geteilt und anschließend in Richtung der verschiedenen Empfänger weitergeführt. Die Mehrzugverbände bestehen aus mehreren Züge aneinander gekuppelt und als ein Zug über die Strecke geführt.

Die Betriebskosten (Personal, Energie) werden daher verringert. Es soll auf die größeren Zuglänge und Zuggewichte geachtet werden und die Strecken müssen dementsprechend angepasst werden (insbesondere Zugsicherungssystem und Gleislängen).

5.2.5 Einsatz von Mehrsystemfahrzeugen

Seit der Elektrifizierung wurde das europäische Schienennetz durch Unterschiede der Stromsysteme (Gleich- und Wechselstrom) und Sicherungssysteme zerschnitten. Die Energieversorgung erfolgt über

Kraftwerke und Drehstromübertragungsleitungen. Die Fahrleitung wird über Umformerwerke mit dem Landesnetz verbunden.

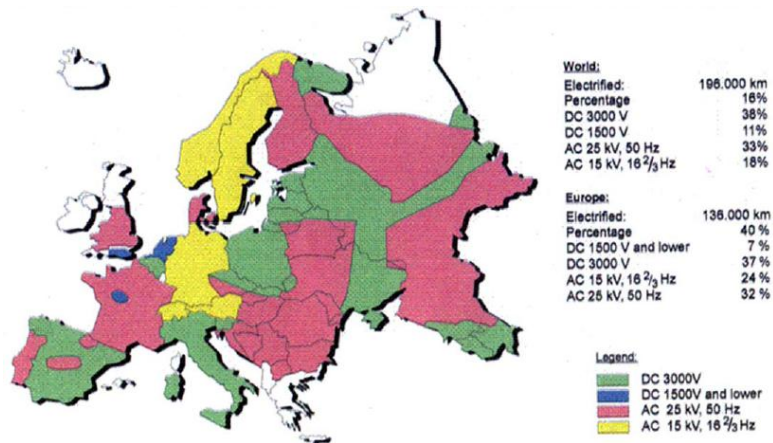


Abbildung 40 Bahnstromversorgung in Europa. Quelle ÖBB Energie.2000.

Deshalb spielt der Einsatz von Mehrstromlokomotiven eine bedeutende Rolle auf dem Weg zur Interoperabilität und bei der Verwirklichung des damit verbundenen wettbewerbsfähigeren europäischen Binnenmarkts. Es wird nämlich mehr als ein System am Bord installiert, damit die Fahrzeuge die verschiedenen technischen Anforderungen der verschiedenen Länder genügt (Ausrüstung mit mehreren Stromsystemen und Zugbeeinflussungssystemen). Der Lokwechsel bzw. die Zeitverluste an Grenzen werden damit entfallen und die Produktivität auf internationalen Strecken (im Personen- und Güterverkehr) wird maximiert, was die entstandenen Ausrüstungskosten rechtfertigt: das Verhältnis zwischen Investitionskosten und mitgebrachter Leistungssteigerung ist bestimmt günstig.

5.2.6 Trennung von Aufbau und Fahrwerk bei Güterwagen

Der Güterverkehr auf der Schiene weist einen hohen Anteil an Leerfahrten wegen der Unpaarigkeit der Transportbeziehungen auf. Der dementsprechende Energieverbrauch des Wagenmaterials kann mit Trennung von Aufbau und Fahrwerk eingespart werden. Die Strecken können dazu ausgelastet werden.

5.2.7 Einsatz der automatischen Kupplung

Die heute immer noch im Einsatz Schraubenkupplung setzt mit ihrer Bruchlast dem Gesamtgewicht von Güterzügen Grenzen. Die automatische Kupplung mit Zug- und Stoßvorrichtung erlaubt wesentlich höhere Anhängelast (bis 15.000t) im Regelbetrieb. Die Ladungskapazität wird dementsprechend erhöht und größere Transportmengen werden mit weniger Zügen befördert. Wegen des erhöhten Zuggewichts wird sich der Bremsweg verlängern und die Streckenausrüstung mit modernen Zugsicherungssystemen wird notwendig. Der automatisierte Rangierbetrieb führt zu Einsparungen bei den Betriebskosten (insbesondere Personalkosten) Die automatische Kupplung ist in der Übergangszeit mit der Schraubenkupplung kombinierbar.

5.3 Logistik

5.3.1 Einsatz von ERTMS (European Rail Traffic Management System)

Ein Zugbeeinflussungssystem besteht aus den technischen Systemen und Anlagen, die die Fahrt von Zügen in Abhängigkeit von der zulässigen Geschwindigkeit kontrollieren.

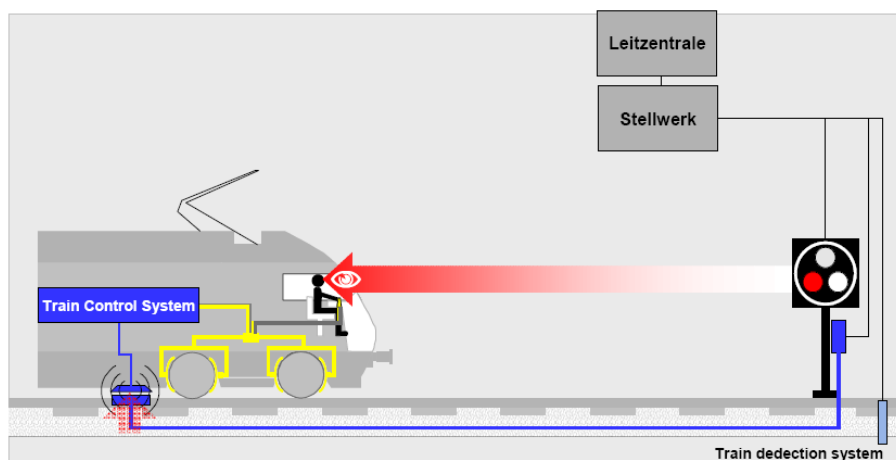


Abbildung 41. Prinzip der Zugbeeinflussung. Quelle SBB

Der Zug wird automatisch gebremst, sobald er zu schnell fährt oder die Fahrt nicht zugelassen wird. Durch die Zwangsbremung werden menschliche Fehler (fehlende Berücksichtigung des ortfesten Signals) vermieden. Die Zugbeeinflussung kann sich punktuell, teilweise kontinuierlich oder kontinuierlich auswirken.

Mit der Punktförmigen Zugbeeinflussung (PZB) werden Informationen zur Sicherung der Zugfahrt nur an definierten Punkten übertragen. Das Signalsystem Indusi (Induktive Zugsicherung) ist weitgehend in Österreich eingesetzt. Wenn der Zug ein haltzeigendes Signal überfährt bzw. es zu schnell angenähert, erfolgt die Zwangsbremung dank der Verbindung zwischen den Signalen der Strecke und dem Triebfahrzeug. Der Triebfahrzeugführer muss immer noch die Strecke beobachten und die Signale beachten.

Bei der Linienförmigen Zugbeeinflussung (LZB) handelt es sich um eine kontinuierliche Informationsübertragung von der Strecke über einen Zentralrechner zum Zug. Vom Zug erhält der Zentralrechner wiederum die Informationen über den befahrenen Streckenabschnitt, die Fahrgeschwindigkeit und die Eigenschaften des Zuges (Zuglänge, Anfahr- und Bremsvermögen, Laufleistung des Triebfahrzeuges). Die Sollgeschwindigkeit wird daher vom Zentralrechner ermittelt und an den Zug weitergegeben. Entsprechend der Sollgeschwindigkeit werden automatisierte Brems- oder Beschleunigungsvorgänge eingeleitet.

Wie bei den Stromsystemen wurden verschiedene Zugsicherungssystemen im europäischen Raum eingesetzt. Die Europäische Union hat zum Zweck der Herstellung der Interoperabilität ein einheitliches System entwickelt: das ERTMS, European Rail Traffic Management System. Das ERTMS besteht aus einem Leitsystem ETCS (European Train Control System) und einem Mobilfunksystem GSM-R (Global System for Mobile Communication Railway). Seit 2001 müssen neue Strecken damit ausgerüstet werden und langfristig wird es im gesamten europäischen Zugverkehr umgesetzt.

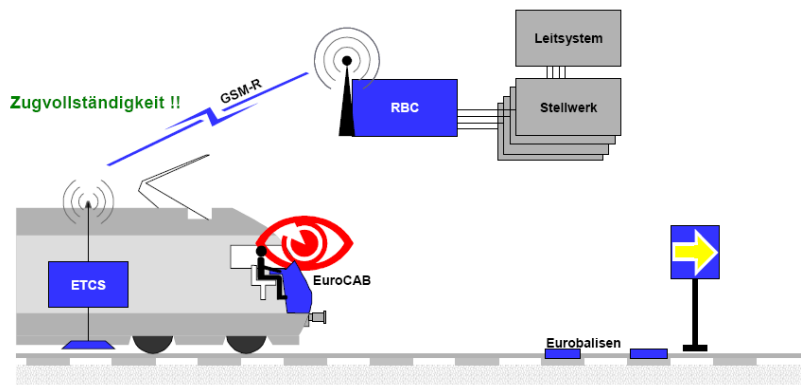


Abbildung 44 Prinzip der "ETCS Level 3" Zugsicherung. Quelle SBB

Das Sicherheitsniveau des Zugverkehrsablaufs wird angehoben. Die Personen- und Güterzüge dürfen mit erhöhten Geschwindigkeiten fahren, wegen der erlaubten Überschreitung des maximalen Bremswegs. Die Geschwindigkeitsdifferenzen werden daher verkleinert bzw. die Leistungsfähigkeit der Strecke und die damit verbundene Betriebsqualität werden vergrößert. Darüber hinaus ist die Ausrüstung der Strecke rasch umsetzbar.

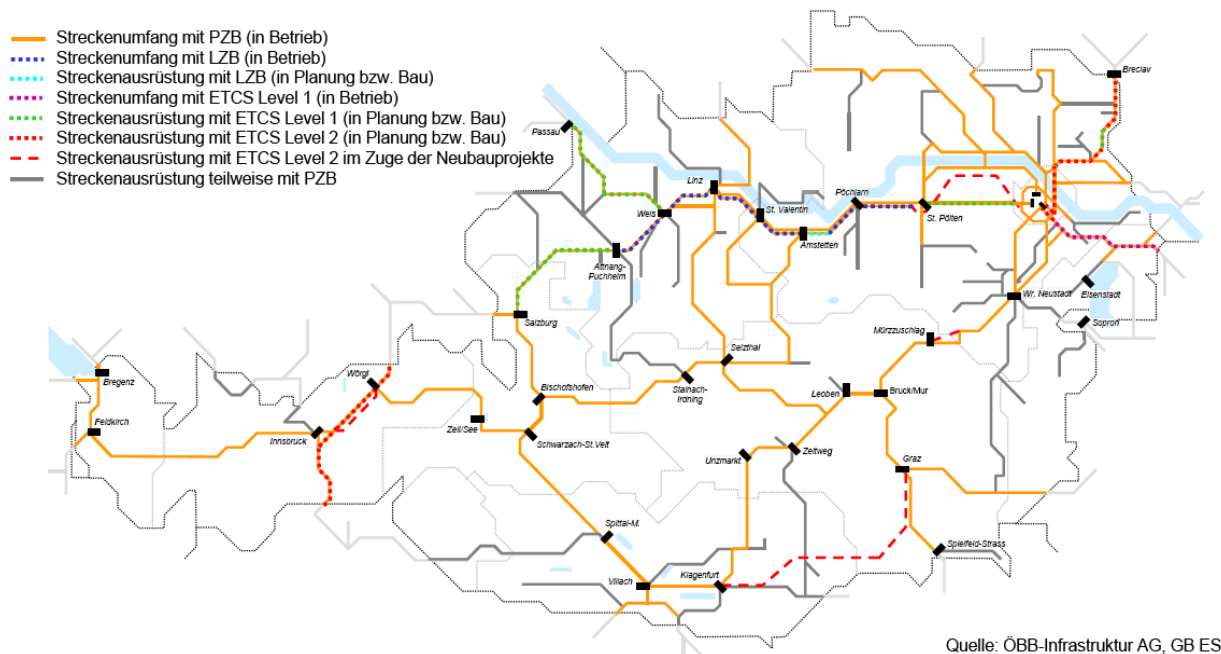


Abbildung 45 Zugsicherungssystemen im ÖBB Netz 2011. Quelle ÖBB Infrastruktur AG

Der wesentliche Teil des ÖBB-Netzes (2010) ist immer noch mit PZB ausgerüstet. Deswegen ist das Potential des Einsatzes eines modernisierten Zugsicherungssystems hoch. Trotz der EU-Richtlinien und des zukünftigen nahstehenden Korridors V wird keine Umsetzung auf der Südbahnstrecke vorgesehen.

5.3.2 Optimierung von Blockabschnitten

Eine Schienenstrecke ist in Blockabschnitten² eingeteilt. Die Optimierung von Blockabschnitten erfolgt durch erneuerte Blockteilung. Die Verkürzung eines Blockabschnitts vermindert folglich den Raumabstand bzw. die Zugfolgezeit zwischen hintereinanderfahrenden Zügen. Die erforderliche Blocklänge wird unter Berücksichtigung des Bremswegs in Bezug auf die Geschwindigkeit bestimmt. Mit herkömmlicher Signalisierung wird sich ein Blockabschnitt auf ca. 1.000m ausbreiten.

Mit dem Einsatz der linienförmigen Zugbeeinflussung kann die Blocklänge von ca. 1.000 m auf 500m reduziert werden und damit wird sich die Mindestzugfolgezeit halbieren lassen. Der Bremsvorgang wird in Bezug auf mitwirkende Signalsysteme auf der Strecke und im Führerstand erfolgen. Mit der Einführung des sogenannten Hochleistungsblocks kann die Kapazität um 20–30% gesteigert werden.

5.3.3 Fahren im absoluten Bremswegabstand

Beim Fahren im Raumabstand wird zwischen zwei aufeinander folgenden Zügen ein konstanter Abstand, die dem maximalen Bremsweg für die höchstzulässige Geschwindigkeit entspricht, freigehalten. Beim Fahren im absoluten Bremswegabstand wird der Abstand zwischen den zwei aufeinander folgenden Zügen dem tatsächlichen Bremsweg (nach der gefahrenen Geschwindigkeit) entsprechen: das Verfahren erfordert eine

² In einem Blockabschnitt (begrenzt von zwei Hauptsignalen) darf ein Zug erst einfahren, wenn der vorausgefahrte Zug ihn verlassen hat.

Strecken- und Fahrzeugausrüstung mit modernen technischen Zugsicherungssystemen.

5.3.4 Einführung eines Gleiswechselbetriebs (GWB)

Wie es im 5.1.2 erwähnt wurde, ist die Einführung eines Gleiswechselbetriebs unvermeidbar für einen leistungsfähigen und wirtschaftlichen Zugverkehrsablauf. Die beiden Gleise einer zweigleisigen Strecke sind in beiden Richtungen befahrbar und die Züge dürfen nach Bedarf und mit der entsprechenden sicherheitsbedingten Genehmigung überwechseln können. Die Zeitverluste wegen den Überholungsaufenthalten werden dadurch vermindert und die fliegende Überholung wird ermöglicht.

Die parallele Abfahrt ist besonders vorteilhaft im Betriebsmanagement von Knoten. Zwei geschwindigkeitsunterschiedliche Züge können im selben Zeitpunkt den Knoten verlassen: der langsamere Zug wird danach auf das gerechtfertigte Gleis hinter den schnelleren Zug wechseln.

5.3.5 Disposition mit Hilfe der rechnerunterstützten Zugüberwachung (RZü)

Die Rechnerunterstützte Zugüberwachung ist zum Zweck eines zuverlässigen und effizienten Betriebs unverzichtbar. Die Betriebszustandsinformationen werden punktuell oder kontinuierlich an die RZü-Zentrale übermittelt und mit den Fahrplandaten verglichen. Im Störfall wird eine rasche Gegenreaktion erfolgen. In Verbindung mit der LZB kann die Leistungsfähigkeit der Strecke um 30% erhöht werden (im Mischbetrieb).

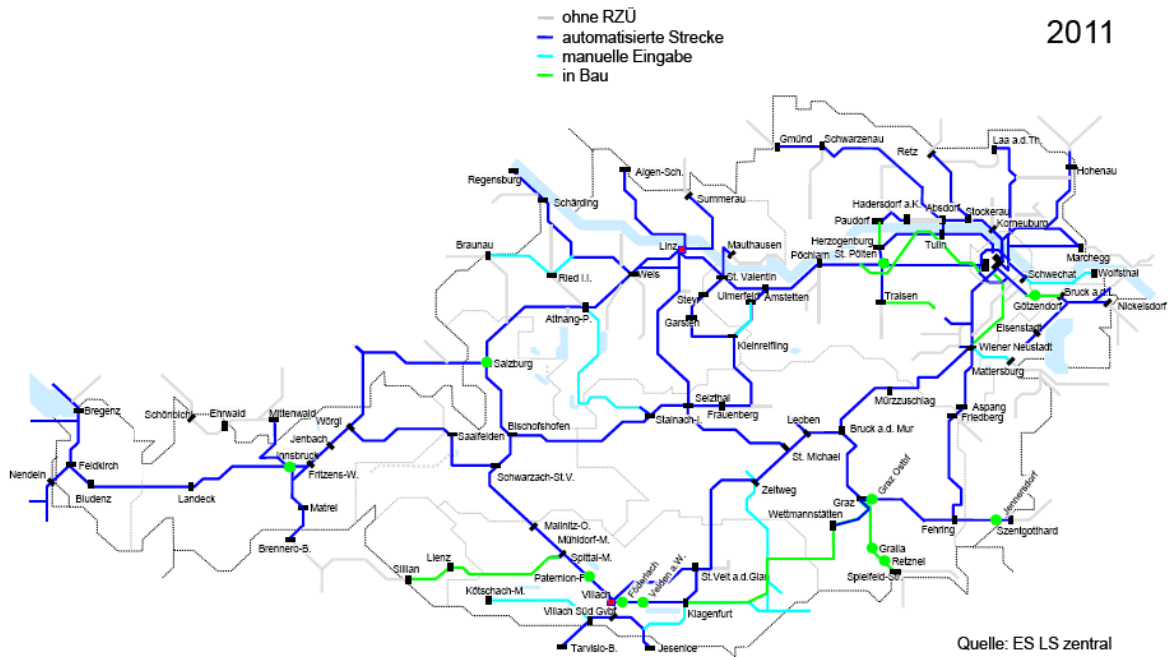


Abbildung 46 RZÜ-Einsatz im ÖBB Netz 2011. Quelle ÖBB Infrastruktur

2011 ist das Hauptnetz der ÖBB mit RZÜ versehen (2012 Graz–Spielfeld). Weiteres Potential liegt im Ergänzungsnetz.

6 Die Verkehrspolitik der Schweiz

In den letzten Jahren hat sich das Bahnangebot in der Schweiz laufend erweitert. Der Ausbau der letzten Jahre gilt als großer Erfolg. Im Personenverkehr hat tatsächlich die Nachfrage deutlich zugenommen. In keinem anderen europäischen Land wird es so häufig mit der Bahn gefahren als in der Schweiz. 2010 wurden 17.153 Millionen Personenkilometer und 13.111 Millionen Nettotonnenkilometer auf dem 3.148 km langen Netz zurückgelegt.

Mit fast gleich hohen Investitionssummen hat jedoch Österreich keine vergleichbaren Ergebnisse bekommen. Der Schweizer Fall ist besonders relevant für Österreich, als die zwei Länder die gleiche gebirgige Topographie und die darauf bezogenen Betriebseinschränkungen aufweisen. Der Einsatz der Neigetechnik wurde unter Beweis gestellt: 44 Zuggattungen verkehren seit 1999 durch die Schweiz und haben ihre Effizienz im Personenfernverkehr gezeigt.

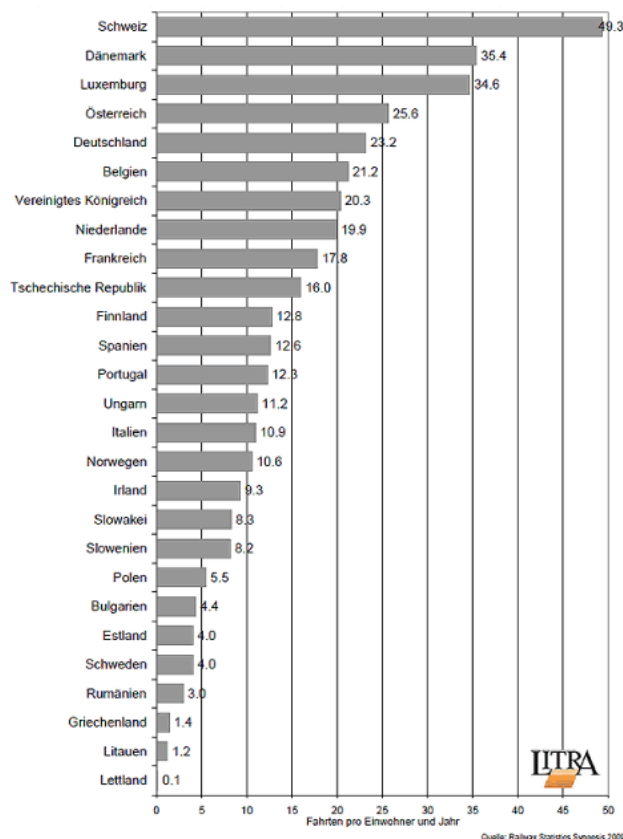


Abbildung 47 Vergleich Benutzungshäufigkeit Bahn (Fahrten je Einwohner und Jahr) 2009

Gegenüber der schwierigen Wirtschaftslage adoptiert die Schweiz eine umsichtige Strategie. Die folgenden Punkte werden zur Maßnahmenauswahl in den Alternativvorschlägen beitragen.

6.1 Die Investitionsstrategie

Die Schweizerische Eidgenossenschaft steht im Zusammenhang mit der Schweizerischen Bundesbahn (SBB) vor großen Herausforderungen vor. Der Anteil der aktiven und mobilen Menschen in der Bevölkerung bzw. die Bahnachfrage werden weiterhin ansteigen.

Vor den knapp werdenden finanziellen Mitteln hat die SBB die Verantwortung genommen, die Investitionen zu priorisieren und die Vorhaben, wenn erforderlich, anzupassen. Die Projekte mussten massiv abgespeckt werden, damit sie im vorgesehenen Kostenrahmen bleiben. Die Bahngesellschaft ist nunmehr gezwungen, mit einem Minimum an Infrastrukturausbauten die bestmöglichen Angebotsverbesserungen zu realisieren. Es wurde festgestellt, dass die Investitionen sich vorrangig an die Kundennutzen, die Wirtschaftlichkeit und die gedeckte Folgekosten anpassen müssen. Die Volkswirtschaftlichkeit vorherrscht gegenüber der Betriebswirtschaftlichkeit.

Dazu werden die Neuinvestitionen nicht mehr gegenüber den laufenden Kosten bevorzugt: es wird damit eine Reduzierung bzw. Stabilisierung der Schulden gezielt. Die Ressourcen müssen besser eingesetzt werden und der Investitionsplan wird daher alle paar Jahre festgelegt.

6.2 Die Investitionsschwerpunkte

6.2.1 Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr

Das Bundesgesetz fördert die Verlagerung von der Straße auf die Bahn. Es wird deshalb im Schienengüterverkehr massiv investiert. Die Schweiz steht darauf, dass die Priorität nicht mehr zum Personenverkehr im Nachteil zum Güterverkehr gehen soll. Die weitere Erhöhung der Geschwindigkeit im schweizerischen Gebiet hat daher keine Priorität mehr.

Damit die Synergien der verschiedenen Verkehrsträger so effizient wie möglich genutzt werden, wird die kombinierte Mobilität als zukunftsfähig betrachtet und folgenderweise durch den UKV besonders gefördert. In den letzten 20 Jahren hat sich der Anteil der Sattelanhänger im Straßengüterverkehr durch die Schweiz verdoppelt. Auf der Brennerachse ist der Transport von Sattelanhängern um das Sechsfache gestiegen. Das RoLa Angebot wird nur als ergänzend zum UKV gefördert.

6.2.2 Schonung von Umwelt

Die Umweltverträglichkeit der Bahn gehört zu den strategischen Leitpunkten der SBB. 2010 wurden 136.000 Tonnen CO₂ betrieblich emittiert. Im Zeitraum 1990–2020 sollen die Emissionen um 30% reduziert werden. 2008 wurde das Energiesparprogramm angebracht. Bei der Fahrzeugflotte werden technische Optimierungsmaßnahmen getroffen und der Fuhrpark wird erneuert. Durch die Erneuerung der Diesellokflotte soll der CO₂-Bilanz maßgeblich verbessert werden. Fahrempfehlungen werden zusätzlich ermittelt. Die energiesparsame Fahrweise soll schon 2010 eine Einsparung von 54 GWh mitbringen.

Die Investitionen im Rollmaterial tragen zur Lärmsanierung bei. 11.000 Güter- und Personenzugwagen werden mit neuer Bremstechnik ausgerüstet werden. Lärmschutzwände und -fenster werden weiter eingesetzt werden. Der Kontakt zwischen Rad und Schiene wird optimiert, damit es so glatt wie möglich sei. 2010 wurden 6.500 Güterwagen mit Bremssohlen aus Verbundstoffen ausgerüstet und 2000 neue lärmarme Güterwagen von SBB Cargo beschafft.

6.2.3 Internationale Verbindungen

Internationale Verbindungen werden weiter unterstützt, insbesondere durch den weiteren Einsatz des ERTMS. Die Terminalstrategie des UKV ist auf die großen Seehäfen ausgerichtet, damit die SBB effizienter an internationale Warenströmen anbindet wird. Aufgrund der attraktiven Schnittpunktlage der

Schweiz wird der Personenverkehr an das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz weiter angeschlossen werden.

Die SBB setzt ihre Strategie auf die europäischen Vorschriften in der Bahnregulierung. Schon seit 1996 fiel die Entscheidung, eine Führerstandssignalisierung auf Basis von ETCS einzuführen. 2002 wurde die erste Anwendung des ETCS Level 2 in Betrieb genommen. Bis 2015 soll ETCS Level 1 auf dem gesamten schweizerischen Netz die gegenwärtigen Zugsicherungssysteme ablösen. Die Migrationsstrategie zu ETCS Level 1 erfolgt zweistufig. Die Strecken mit den alten Zugsicherungssystemen der SBB (ZUB121 und Integra-Signum) werden in der ersten Phase mit den Übertragungssystemen (punktförmige Eurobalise oder linienförmige Euroloops) ausgerüstet. Die zweite Phase besteht in einem Software Upgrade. Die Ausrüstung der bestehenden Strecken mit ETCS Level 2 wird in der Zukunft schrittweise erfolgen.

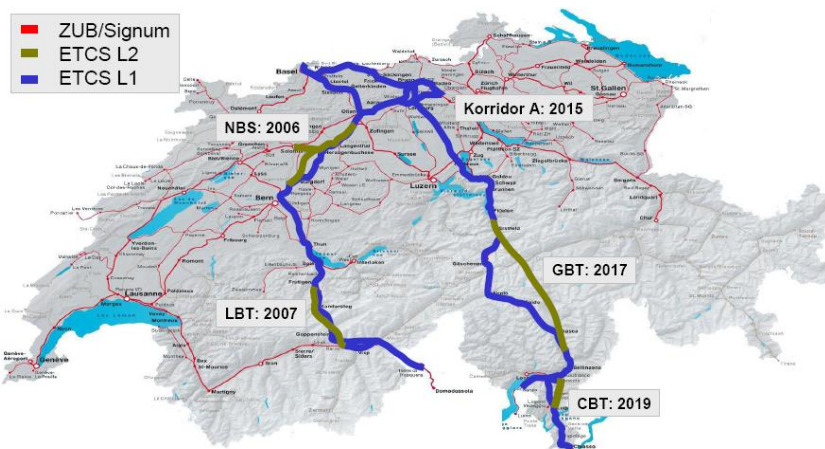


Abbildung 48 ERTMS Situation in der Schweiz. Quelle SBB

6.3 Die Grossprojekte

Die folgenden Bahnprogramme gehören zum derzeitigen Ausbauplan der SBB:

- Zukünftige Entwicklung der Bahn (ZEB): es besteht aus zahlreichen Einzelprojekten. Das ZEB - Gesetz von 2009 hat die Investitionssumme

in Netzausbauten um rund 4,1 Milliarden EUR festgelegt. Es wurde danach gestrebt, die Kapazität (Personen- und Güterverkehr) zu erhöhen, das Netz zu stabilisieren und die Betriebsqualität (Taktfahrplan) zu verbessern. Als Priorität steht für die Schweiz eine erste Etappe von 63 Einzelprojekten.

- Bahn 2030 ist ein neues Ausbaupaket (Nachfolgeprojekt von Bahn 2000 und der ZEB) von weit größerer Dimension. Die Projekte werden zu Tranchen gruppiert.



Abbildung 49 SBB Vorbahnhof Knoten Zürich

- NEAT (Neue Eisenbahn Alpen Transversale) liegt unter dem Motto „Quer durch die Alpen“ und entspricht den Großprojekten Gotthard- und Lötschbergachse. Damit werden Nord und Süd Europas effizient verbunden werden. Die Strecken werden die sogenannte Flachbahnqualität erreichen, was im Güterverkehr besonders bedeutend und dienlich ist. Wesentliche Fahrzeitverkürzungen und Kapazitäts- und Produktivitätssteigerungen werden damit ermöglicht werden. Der Lötschberg - Basistunnel ist schon seit 2007 im Betrieb. Der Gotthardtunnel soll 2017 fertiggestellt werden, der Ceneri 2019.
- Infrastruktur 2014 ist der neue Infrastrukturrahmenplan der SBB (seit Januar 2010), der nach einer stärkeren Kundenorientierung strebt.

6.3.1 Das Versagen des Lötschbergbasistunnels

In dem 34,6 km langen Tunnel befahren dem Betriebsprogramm entsprechend 110 Züge täglich. Wegen finanzieller Schwierigkeiten wurden nur 12 km des Tunnels zweiröhrig ausgebaut. Seit der Inbetriebnahme wurden keine maßgeblichen Produktivitätsgewinne erzielt: der geteilte Betrieb mit Personenverkehr und der einröhrig gebaute Teil der Strecke sind darauf schuld.



Abbildung 50 Südportal des Lötschberg Basistunnels. Quelle Bundesamt für Verkehr

7 Die Untersuchung von Alternativen

7.1 Vorgangsweise

Seit Jahren ist das Koralmahnprojekt stark umstritten wegen der unsicheren mitgebrachten Nutzen im Verhältnis zu den riesigen Investitionssummen. Damit die Effizienz der Maßnahme gerechtfertigt wird, sollte sich das Projekt zumindest in der Planungsphase als die „beste“ Lösung einstellen. Das Bundesbahngesetz §65 (zur Änderung des Eisenbahngesetzes 1957) sieht die folgenden Priorisierungsregeln vor:

”

- 1) Zugtrassen zur Erbringung gemeinwirtschaftlicher Leistungen
- 2) Reihenfolge nach Höhe des gesellschaftlichen Nutzens der den Zugtrassen zugrundeliegenden Verkehrsdienste:
 - a. Güterverkehrsdienste, insbesondere grenzüberschreitend
 - b. Personenverkehrsdienste“

Aus diesem Grund ist eine objektive Analyse des Koralmahnprojekts sinnvoll. Folgend werden alternative Angebotsszenarien entworfen und in Bezug auf die erwartete bzw. erzeugende Nachfrage ausgewertet. Die „beste“ Lösung kann geringere Nutzen mitbringen, aber im Verhältnis zu den verursachten Kosten sich als effizienter bewähren.

Die volkswirtschaftliche Nutzen–Kosten Analyse wird die getroffenen Maßnahmen unter dem Oberziel einer gesamtwirtschaftlichen, monetär bewerteten Wohlfahrtssteigerung bewerten.

7.2 Systemabgrenzung

Ein grundlegendes System muss abgegrenzt werden und die Rahmenbedingungen der vereinfachten Untersuchung müssen klar festgestellt werden.

- **Räumlich**

Das Planungsgebiet erstreckt sich über Steiermark, Kärnten und Nordslowenien und näherungsweise über die Korridore entlang die zu untersuchenden Strecken.

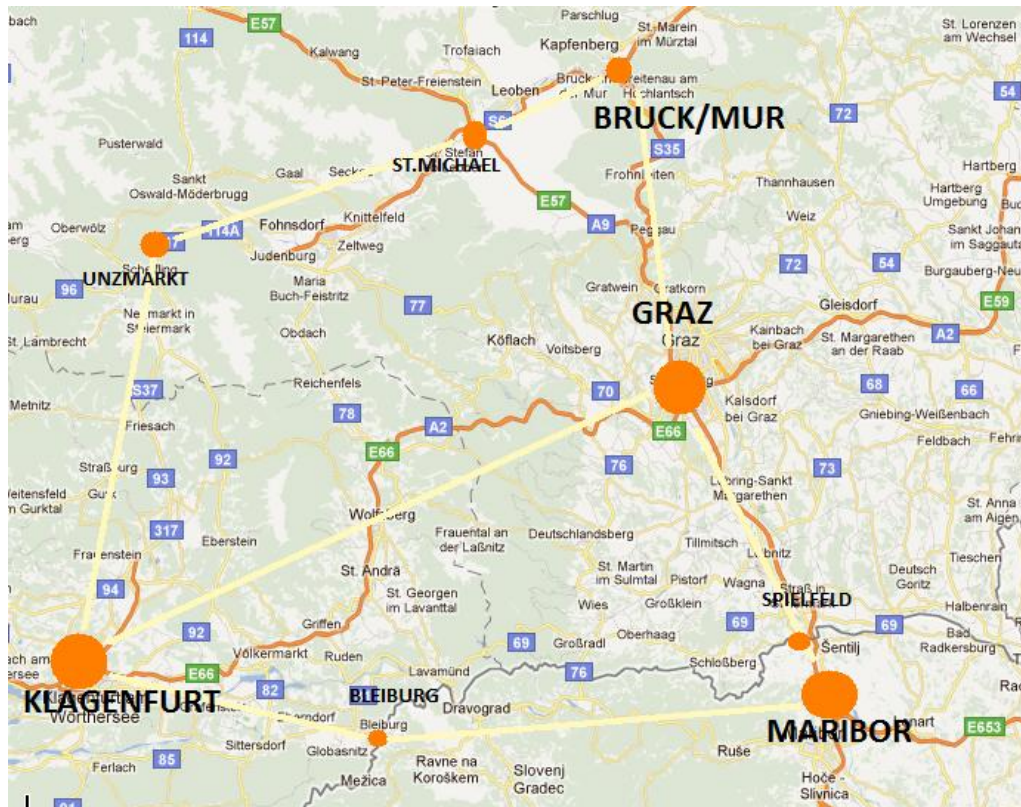


Abbildung 51 Zu untersuchende Verkehrsrelationen. Quelle Google Maps 2011

Unter Berücksichtigung eines einheitlichen europäischen Verkehrsraums werden die Transport- bzw. Verkehrsleistungen in Österreich und im Ausland gleich behandelt. Der betrachtete Raum wird als ein einheitliches Gebiet angesehen.

- **Zeitlich**

Der Bezugszeitpunkt ist das Jahr 2009. Die Szenarien werden über einen Betrachtungszeitraum von 21 Jahren vorgestellt und deren Auswirkungen werden 2030 berücksichtigt. Der entscheidende Zeitpunkt in der Analyse ist 2022: die Koralmbahn soll fertiggestellt werden und der Korridor V soll vollständig im Betrieb (oder einzelne Abschnitte im Abfertigungsprozess) sein. In der Analyse werden zu diesem Zeitpunkt alle vorgesehene Maßnahmen der verschiedenen Alternativen getroffen: die

Verkehrsmengenprognosen werden Nachfrageeinbrüche erfassen und die Wachstumsraten werden auf den betroffenen Streckenabschnitten entsprechend angepasst werden.

- Die einzubeziehenden Verkehrsbeziehungen werden im Personenfern- und -nahverkehr sowie im Güterverkehr betrachtet.
- Die Systemelemente Infrastruktur, Logistik und Rollmaterial werden in der Bewertung einbezogen. Es muss darauf geachtet werden, dass nur die Streckenabschnitte betrachtet sind: das heißt, die Maßnahmen in Bahnhöfen werden nicht berücksichtigt.

Alle relevante Aus- und Wechselwirkungen bezüglich der Ziele werden erfasst. Die Verkehrsplanung beweist eine starke Interdisziplinarität und steht unter maßnahmenunabhängigen Einflüssen bezüglich der Umweltpolitik (erneuerte Normen und Richtlinien), der sozioökonomischen Faktoren (Demographie, wirtschaftliche Entwicklung, usw.) und der Technologie (z.B. leistungsfähigere oder umweltfreundlichere Verkehrsmittel). Diese Unsicherheitsfaktoren erschweren das Auswertungsprozess. Die Verkehrsnachfrage hängt nicht nur vom geplanten Verkehrsangebot ab. Die entworfenen Szenarien bzw. prognostizierten Verkehrsmengen werden auf den vergangenen Verkehrsentwicklungen und den offiziellen Prognosen basieren. Die Sensitivitätsanalyse wird Planungsunsicherheiten berücksichtigen.

7.3 Verkehrsmengengerüst 2009

Die Verkehrsmengen werden mithilfe der täglichen Zugzahlen der ÖBB (Stand 2009) bzw. der slowenischen Bahngesellschaft (Stand 2008) und den entsprechenden Fahrplänen bestimmt. Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten im Personennah- und -fernverkehr werden mithilfe der ÖBB Fahrzeiten berechnet. Im Güterverkehr wird eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 17 km/h genommen.

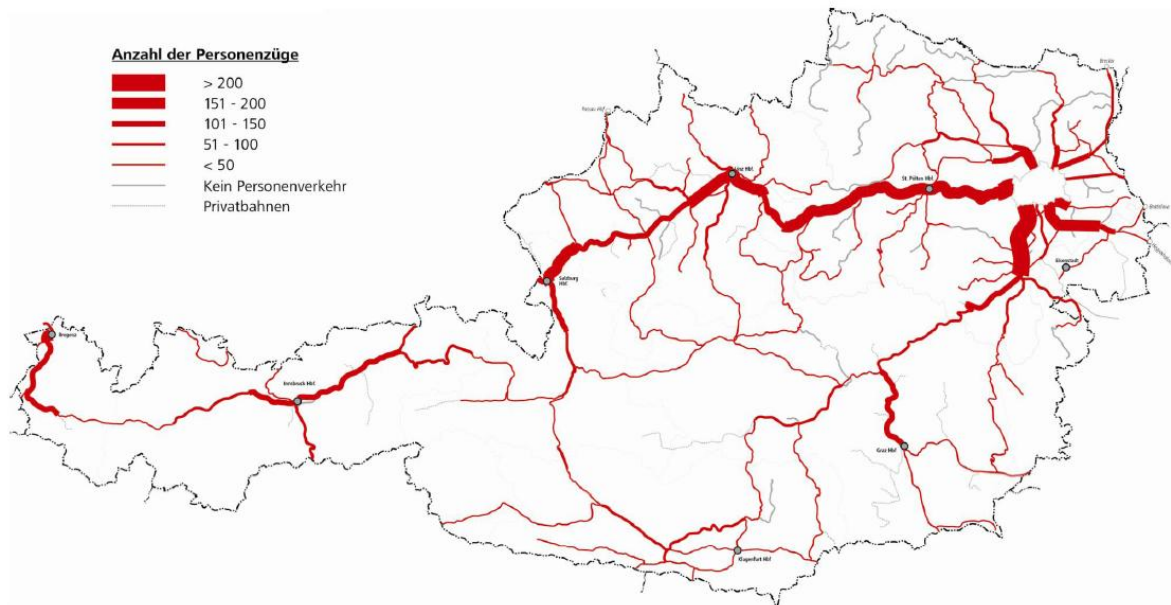


Abbildung 52 Anzahl der Personenzüge pro Tag . 2009. Quelle ÖBB

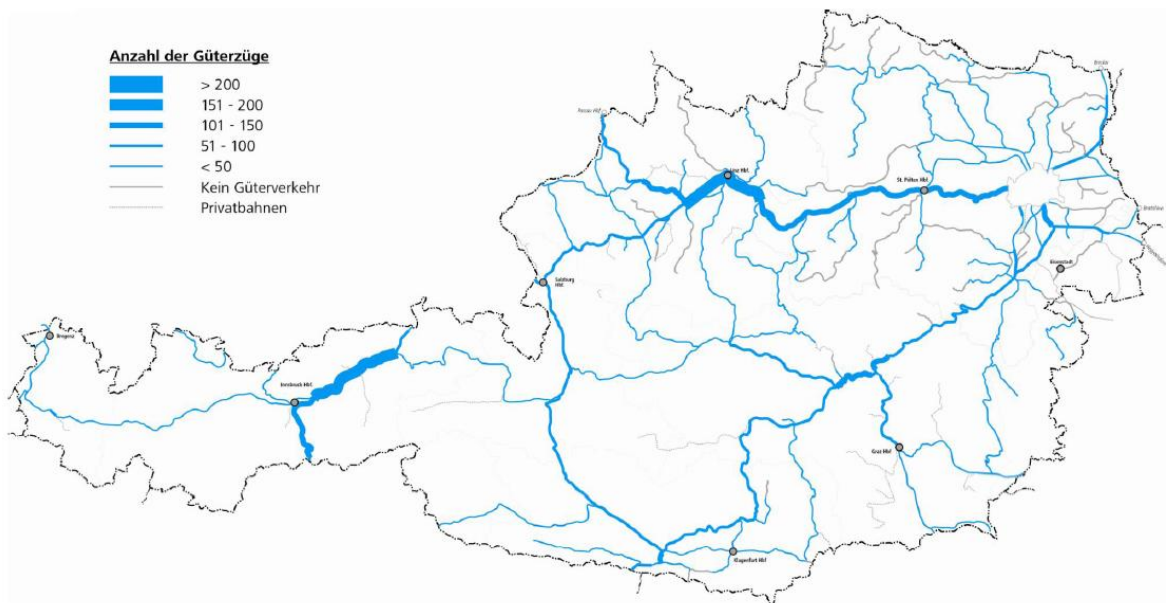


Abbildung 53 Anzahl der Güterzüge pro Tag. 2009. Quelle ÖBB

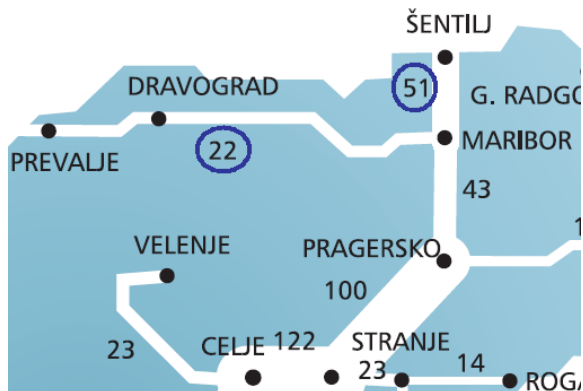


Abbildung 54 Anzahl der täglichen Personen- und Güterzüge. 2008. Quelle Slovenian Railways

Es wurde dazu angenommen, dass die Auslastung eines Personenfernzugs (Sitzplatzkapazität von ca. 400 P/Zug) bei 200 P/Zug liegt. Die Auslastung eines Regionalzugs (Sitzplatzkapazität von ca. 150 P/Zug) liegt bei 75 P/Zug. Die Auslastung der Güterzüge beträgt durchschnittlich 20 Nettotonnen pro Wagen.

Im Netz 2009 werden folgende Zuggattungen betrachtet:

- Fernreisezug wie Railjet (1 Taurus 1X16 Lokomotive, 6 Mittelwagen, 1 Steuerwagen)
- Regionalverkehr
 - Elektrischer Triebzug (vierteiliger Bombardier Talent Reihe 4024)
 - Dieseltriebzug (zweiteiliger Siemens 5022 Desiro)
- Güterverkehr
 - Güterzug (1 Taurus 1X16 Lokomotive, 20 Wagen)

Stand 2009					
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag			
		PFV	PNV	GV	Summe
Bruck-St.Michael	26	14	30	120	164
St.Michael - Unzmarkt	56	24	46	68	138
Unzmarkt - St.Veit	69	12	28	68	108
St-Veit - Klagenfurt	18	12	28	40	80
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	22	30	52
Bleiburg-Maribor	82	0	22	0	22
Bruck-Graz	54	38	75	74	187
Graz-Spielfeld	47	10	32	40	82
Spielfeld-Maribor	16	6	13	32	51
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0
Weststeiermark - Lavanttal	76	0	0	0	0
Lavanttal - Klagenfurt	125	0	0	0	0

Abbildung 55 Tägliche Zugzahlen im untersuchten Netz. 2009.

7.4 Die untersuchten Szenarien

Damit es so effizient wie möglich in die Bahn investiert wird, werden Maßnahmenpakete entworfen, deren Auswirkungen anhand Szenarien bewertet werden. Die Szenarien bestehen aus einem Verkehrsangebot und dem entsprechend prognostizierten Nachfrage.

7.4.1 Szenario 0 – Nullvariante

Die Nullvariante ist das erste betrachtete Szenario. Die getroffenen Maßnahmen gewährleisten eine gleichbleibende Qualität im Netz (Stand 2009) durch Sanierung und Instandhaltung.

Die Verkehrsnachfrage folgt dem aktuellen Trend. Im Zeitraum 2009–2030 erhöht sich das Verkehrsaufkommen um 37% und das Transportaufkommen um 48%. Die Strecke Bruck–Maribor in Richtung Italien weist die größten Zuwachsraten auf.

7.4.2 Szenario 1 – Koralmbahn

Die Koralmbahn wird gebaut und im Jahr 2022 vollständig in Betrieb genommen. Keine Verbesserungsmaßnahmen auf dem bestehenden Netz werden getroffen.

7.4.2.1 Szenario 1a – Koralmbahn „optimistisch“

Die Zugzahlen folgen dem geplanten Betriebsprogramm der ÖBB (159–256 Züge je nach Streckenabschnitt). Die Attraktivität der Bahn wird stark erhöht und die Verkehrsnachfrage weist eine erhebliche Steigerung auf. Die Südbahnstrecke (in Richtung Slowenien) zieht ebenfalls einen Vorteil davon und größere Aufkommen werden im Vergleich zur Nullvariante (insbesondere im Personenverkehr) erreicht. Das Aufkommen auf der Zweigstrecke Bruck–Klagenfurt wird dagegen geschwächt.

7.4.2.2 Szenario 1b – Koralmbahn „pessimistisch“

Die Verkehrsnachfrage auf der Koralmbahnstrecke ist wesentlich geringer als im geplanten Betriebsprogramm der ÖBB. Die Südbahnstrecke Richtung Slowenien profitiert trotzdem von der erhöhten Attraktivität des südlichen Gebiets: sie weist größere Zuwachsraten auf. Der Zuwachs auf der Zweigstrecke Bruck–Klagenfurt wird geringer als in der Nullvariante angesetzt.

7.4.3 Szenario 2 – Graz–Klagenfurt über Maribor

Im Szenario 2 wird eine effizientere Verbindung Graz–Klagenfurt über Maribor vorgesehen. Das Potential ist besonders hoch aufgrund der günstigeren topographischen Parameter im südlichen Gebiet. Die betrachteten Strecken leiden unter betrieblichen Einschränkungen aufgrund kleiner Kapazität, die relativ rasch mit vernünftigen Investitionssummen erhoben werden können. Auf der europäischen Ebene weist sich dieses Szenario als sinnvoller aus.

7.4.3.1 Szenario 2a – Maribor Alternative ohne ETCS

Der eingleisiger Teil des Abschnitts Graz–Spielfeld sowie die Strecken Spielfeld–Maribor, Klagenfurt–Bleiburg und Bleiburg–Maribor werden zweigleisig ausgebaut. Die Strecke Klagenfurt–Bleiburg–Maribor wird noch zusätzlich elektrifiziert. Es wird im Rollmaterial investiert: 20 Lok (Taurus 1X16), 20 Fernreisezüge, 20 elektrische Regionaltriebzüge.

Damit wird die Erhöhung der Leistungsfähigkeiten und der Reisegeschwindigkeiten ermöglicht werden. Ein Personenfernverkehrsbetrieb wird zwischen Klagenfurt und Maribor eingesetzt (durchschnittliche Reisegeschwindigkeiten 90 km/h).

Auf der Südbahnstrecke werden wesentlich größere Verkehrsaufkommen erwartet: auf der Strecke Bruck–Graz–Spielfeld soll eine Erhöhung des Transportaufkommens (Nettotonnen p.a.) bis zu 86% im Zeitraum 2009–2030 erreicht werden.

7.4.3.2 Szenario 2b – Maribor Alternative mit ETCS

In Infrastruktur und Rollmaterial wird es genauso wie im Szenario 2a investiert. Logistikmaßnahmen werden aber zusätzlich getroffen. Die Strecken Bruck–Klagenfurt und Klagenfurt–Maribor werden mit ETCS Level 1 ausgerüstet. Die Strecke Bruck–Graz–Maribor wird mit ETCS Level 2 ausgerüstet, weil es vorteilhaft in internationalen Verbindungen ist. Das Rollmaterial sowie die betroffenen Strecken werden mit GSM–R System angepasst werden.

Es wird schneller und sicherer auf den betroffenen Strecken gefahren werden. Die Leistungsfähigkeit bzw. die Betriebsqualität werden noch höher als im Szenario 2a³ sein. Die Nachfragerhöhung wird insbesondere im Güterverkehr erfolgen, weil das europäische Zugsicherungssystem besonders nützlich im grenzüberschreitenden Verkehr ist (verringerte Zeitverluste an Grenzen).

³ Maribor Alternative ohne ETCS

7.4.4 Szenario 3 – Einsatz der Neigetechnik

7.4.4.1 Szenario 3a – Einsatz der Neigetechnik

Wie in der Schweiz wird es weitgehend in das Wagenkastensteuerungssystem investiert. Die Strecke Bruck–Klagenfurt weist Einschränkungen im Güterverkehr wegen der topographischen Parameter auf. Es ist daher sinnvoll wegen der Topographie und der relativ mäßigen Dichte im Güterverkehr, in die Neigetechnik zu investieren: in einem Mischverkehrsbetrieb müssen nämlich die Geschwindigkeitsdifferenzen vernünftig vergrößert werden. Die Strecke Klagenfurt–Bleiburg–Maribor stellt sich genauso günstig vor: geringe Steigungen aber eine hohe Anzahl an kleinen Radien. Sie wird also elektrifiziert und mit Neigetechnik ausgebaut. Es wird folgenderweise in Rollmaterial investiert: 20 Fernreiseneigezüge, 20 Regionalneigezüge.

Auf den entsprechenden Strecken wird eine Fahrzeitverkürzung von 15% angenommen, was die Nachfrage 2030 um ca. 10% gegenüber 2009 erhöhen wird.

7.4.4.2 Szenario 3b – Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Dieses Szenario stellt die teuerste Alternative dar: wie im vorherigen Szenario wird die Strecke Bruck–Klagenfurt mit Neigetechnik ausgerüstet. Die Strecke Klagenfurt–Bleiburg–Maribor wird elektrifiziert, zweigleisig ausgebaut und für die Neigetechnik angepasst. Ein Fernverkehrsbetrieb wird auf derselben Strecke eingesetzt. Die Südbahnstrecke Graz–Spielfeld sowie der slowenische Teil Spielfeld–Maribor werden zweigleisig ausgebaut. Die Attraktivität der Bahn wird sich stark erhöhen und die Nachfrage wird deswegen erheblich auf dem gesamten Netz zunehmen.

Es wird noch mehr in Rollmaterial investiert: 25 Fernneigezüge, 30 Regionalneigezüge und 20 Lok (Taurus 1X16).

Damit werden die Strecken je nach Verkehrsart klarer differenziert werden: auf der Südbahnstrecke Bruck–Maribor wird der Güterverkehr gefördert, als der Reiseverkehr eher auf den Bruck–Klagenfurt und Klagenfurt–Maribor Strecken begünstigt wird.

7.4.5 Der konkurrierende Straßenverkehr

Keine Straßenausbaumaßnahmen sind im untersuchten Raum im Zeithorizont 2030 von der Asfinag geplant. Es wird angenommen, dass die Verlagerungspotentiale auf den analysierten Achsen wegen der geringeren Geschwindigkeitserhöhungen im Bahnverkehr gering sind. Ebenso auf der A2 zwischen Graz und Klagenfurt wird es im ersten Teil der Analyse angenommen, dass die Autobahn keine zu betrachtende Verlagerung auf die Bahn erweist. Im Personenverkehr gibt es tatsächlich keine erhebliche Reisezeitveränderung und die Güterverkehrsverlagerung auf die Koralmbahn (intra-österreichisches Projekt) wird ebenfalls gering im Vergleich zu den tatsächlichen Verkehrsaufkommen auf der Straße sein.

Durchschnittlicher täglicher Verkehr (Montag - Sonntag) Kfz/24h				
A02	km	Dauerzählstelle	Fahrzeugklasse	2009
	283,583	Völkermarkt-U.	Kfz	21 806
			Kfz > 3,5t hzG	2 270
			Kfz <= 3,5t hzG	19 536

Abbildung 56 Durchschnittlicher Täglicher Verkehr auf der A2-Autobahn. Quelle Asfinag 2009

Die eventuelle Verlagerung wird jedoch im zweiten Teil der Analyse wahrgenommen werden.

7.5 Mengengerüst 2030

Die gesamte Netzverkehrsleistung hat sich am meistens im Szenario „Koralmbahn optimistisch“ erhöht. Dies erklärt sich durch den erzeugenden Verkehr auf der Koralmbahn und die folgende Zunahme der Attraktivität des Südtails.

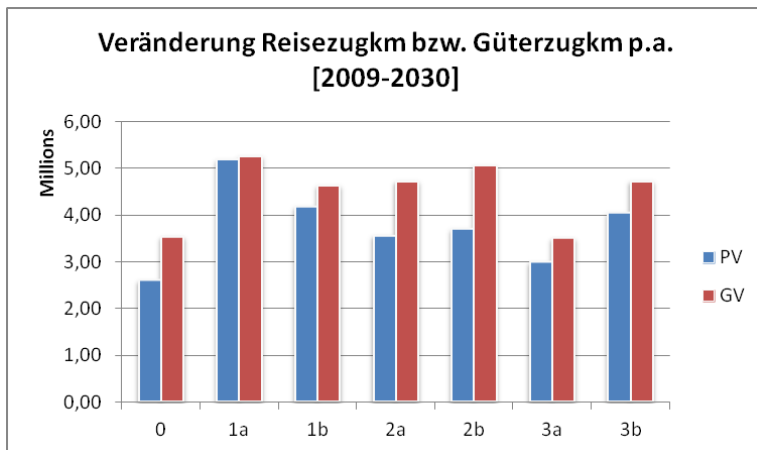


Abbildung 57 Induzierte Zugkm im Zeitraum 2009-2030 je nach Szenarioentwicklung

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Die Maribor Alternativen bevorzugen den Güterverkehr im Vergleich zum Personenverkehr, was den europäischen Richtlinien besser entspricht. Die Transportleistungen im Szenario „Maribor Alternative mit ETCS“ sind vergleichbar mit denen im Szenario „Koralmbahn optimistisch“.

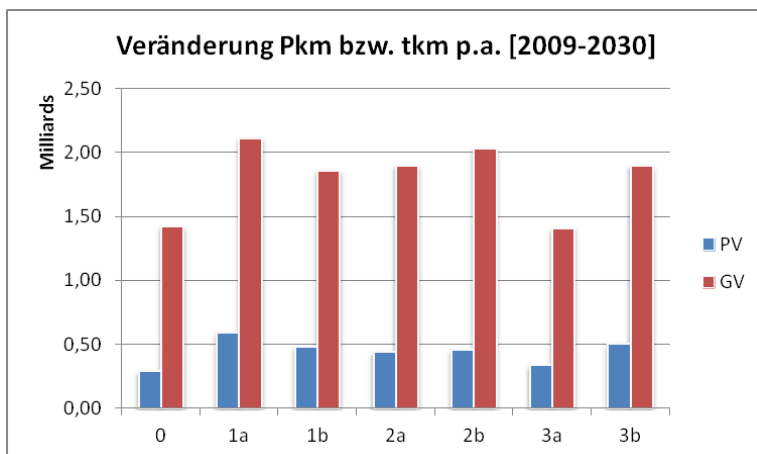


Abbildung 58 Induzierte Verkehrsleistung im Zeitraum 2009-2030 je nach Szenarioentwicklung

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Das Szenario „Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn“ weist vergleichbare Verkehrsleistungen mit den Koralmbahn Alternativen auf. Die getroffenen Maßnahmen wurden auf den Personenverkehr sowie den Güterverkehr ausgerichtet.

7.6 Kostensumme

7.6.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten der Alternativen werden im Preisstand 2009 eingeschätzt. Die Investitionskostensätze basieren auf Investitionskosten von vergleichbaren fertiggestellten Projekten und wurden im Preisstand 2009 angepasst.

Tabelle 9 Kostensätze Investitionskosten Preisstand 2009. Eigene Annahme

Kostensätze Preisstand 2009	
Baulösung	
Zweigleisiger Ausbau (bestehende eingleisige Strecke)	10 MioEUR/km
Elektrifizierung	1 MioEUR/km
Neigetech-Anpassung	0,15 MioEUR/km
Logistik	
ETCS Level1	0,1 MioEUR/Doppelkm
ETCS Level2	0,2 MioEUR/Doppelkm
GSM-R	0,02 MioEUR/Doppelkm
Integrierter Taktfahrplan	
Rollmaterial	
Regionalzug (elektrisch) Talent 4-teilig	5 MioEUR/Stück
Regionalzug (Neigezug)	6,5 MioEUR/Stück
Fernreisezug (railjet)	12 MioEUR/Stück
Fernreisezug (Neigezug ICE-T mit 7 Reisewagen)	15 MioEUR/Stück
Lok	3,5 MioEUR/Stück
ETCS/GSM-R Anpassung des Rollmaterials	0,6 MioEUR/Zug

Die Investitionskosten der Koralmbahn werden aus den ÖBB-Mitteilungen ausgezogen. Sie enthalten die Kosten für Lärmschutz, Logistik, usw.

Tabelle 10 Barwert Investitionskosten je nach Szenario

Investitionskosten Barwert 2009 (in MioEUR)	Szenario 0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Gesamt	0	5264,4	5264,4	2286,2	2368,296	621,0	2603,71

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetech, 3b) Einsatz der Neigetech und Ausbau der Südbahn

Die Koralmbahnszenarien stellen die teuersten Lösungen dar. Obwohl das Szenario „Einsatz der Neigetech und Ausbau der Südbahn“ die teuerste Alternative ist, stellt es trotzdem die Hälfte der Investitionssumme der Koralmbahn dar. Die billigste Alternative ist das Szenario „Einsatz der Neigetech“.

Damit die Investitionskosten in der Kostensumme (für das Jahr 2030) berücksichtigt werden, werden sie auf den 21 Jahren des Untersuchungszeitraum fix aufgeteilt.

7.6.2 Instandhaltungs- und Betriebskosten

Erfahrungsgemäß betragen die Instandhaltungskosten 1% des gesamten Investitionsaufwands.

Die Betriebskosten des Bahnbetriebs sind Kosten, die bei der Produktion von Zugkilometern anfallen. Sie bestehen aus den geschwindigkeitsunabhängigen Betriebskosten und den Energiekosten (Kraftstoffverbrauch bzw. elektrischer Strom ab Fahrleitung).

Tabelle 11 Betriebskostengrundwerte Preisstand 2009

Betriebskostengrundwerte	Preisstand 2009
Personenzug	14 EUR/Zugkm
Güterzug	21 EUR/Zugkm

Die Betriebskostengrundwerte werden von den jeweiligen Leistungen (im Personen- und Güterverkehr) multipliziert. Für die Ermittlung der Energiekosten muss der durchschnittliche Energiebedarf je Strecke und Zuggattung berechnet werden.

7.6.2.1 Energiebedarf

Der Energiebedarf eines Zuges auf einer Strecke ist von besonderer Bedeutung für die Betriebskosten sowie für die Umweltkosten (CO₂-Emissionen). Die europäische Strategie wird auf eine maßgebende Verminderung des Energieverbrauchs von Bahn ausgerichtet.

Der Energiebedarf hängt von den Streckenparametern, der Zuggattung und der bezogenen Geschwindigkeiten ab. Widerstände stellen sich der Bewegung des Zuges entgegen. Die Berechnung erfolgt schrittweise:

- 1) Ermittlung der Widerstandskräfte im Freien und im Tunnelbereich

- 2) Berechnung der erforderlichen Leistungen je nach Streckenabschnitt, Richtung und Zuggattung
- 3) Berechnung der durchschnittlichen notwendigen Arbeit

Die folgenden Widerstände wurden berücksichtigt:

- Streckenwiderstand
 - Neigungswiderstand

Der spezifische Neigungswiderstand ergibt sich aus der geodätischen Neigung der Strecke. Bedeutend für die gesamte Strecke ist die Ermittlung der durchschnittlichen Steigung auf der gesamten Länge.

$$w = \sin \alpha \approx \tan \alpha = \pm s$$

Mit s Längsneigung (+ bergauf, - bergab)
 W Steigungswiderstand [%]

Daraus ermittelt sich die Steigungswiderstandskraft im Zusammenhang mit dem Zuggewicht Q .

$$W = Q * \sin \alpha$$

- Bogenwiderstand

Laut der Näherungsformel von Röckl gleicht der Bogenwiderstand:

$$\begin{cases} w = \frac{650}{R - 55} & (R \geq 300m) \\ w = \frac{500}{R - 30} & (R \leq 300m) \end{cases}$$

Bei einem Radius von 222m ergibt sich daraus ein Bogenwiderstand von 2,60‰. Dieser ist in engen Bögen zusätzlich zum Grund- und Fahrwiderstand sowie zum Steigungswiderstand zu überwinden.

Es wird in der Abschätzung angenommen, dass die Krümmungswiderstände in den durchschnittlichen Geschwindigkeiten im Betrieb berücksichtigt bzw. enthalten sind.

- Fahrwiderstand
 - Grundwiderstand

Beim Rad-Schiene System treten Widerstandskräfte durch das Rollen der Räder und durch die Lager auf. Es lässt sich überschlägig folgende Werte angeben:

Grundwiderstand [%o]	
Lokomotive	3,0
Güterzug	5,0
Reisezugwagen	1,4
Triebzug	3,0

- Luftwiderstand

Der Luftwiderstand wird bei Geschwindigkeiten größer als 100 km/h eine dominierende Größe. Stromlinienförmige Fahrzeuge weisen geringere Luftwiderstände auf (wegen der geringeren Luftwiderstandsbeiwerte). Die Luftwiderstandskraft wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$Flw = 0,047 * Cw * A * (v + 15)^2$$

- Mit
- ρ Dichte der umgebenden Luft (1,225 kg/m³)
 - Cw Summe der Luftwiderstandsbeiwerte [-]
 - A Querschnitt der Fahrzeugs [m²]
 - v Geschwindigkeit [km/h]

Es wird angenommen, dass die Stirnfläche des Fahrzeugs 10 m² beträgt. Die Luftwiderstandsbeiwerte werden wie folgt abgeschätzt:

- Tunnelwiderstand

Beim Durchfahren von Tunneln wirkt der Tunnelwiderstand, der sich aus der Kolbenwirkung des Zuges gegen die im Tunnel stehende Luftmasse ergibt.

Dabei wird die Luft sowohl verdichtet, beschleunigt und seitlich am Fahrzeug vorbeigeführt. Sogkräfte entwickeln sich hinter dem Zug. Der Tunnelwiderstand hängt wesentlich von dem „Verspermaß“ ab, das heißt das Verhältnis der Querschnittsfläche des Tunnels zum Zugquerschnitt. Zusätzlich beeinflussen die Tunnellänge, die Ausgestaltung des Tunnelmundes und die Anordnung von Luftschwallöffnungen zur Ableitung der komprimierten Luft. Es wird hier angenommen, dass das Verhältnis des Tunnelwiderstands zum Luftwiderstand 1,8 beträgt.

Folgende Zugattungen werden je nach Szenario und Strecke berücksichtigt,

Tabelle 12 Berücksichtigte Zugattungen in Szenarien

Zugtyp	Zugkonfiguration
Regionalzug (elektrisch)	Triebzug 4-teilig
Regionalzug(Dieseltriebzug)	Triebzug 2-teilig
Regionalzug (Neigetechnik)	Triebzug 2-teilig
railjet (Lokbespannter Zug)	1 Lok, 6 Mittelwagen, 1 Steuerwagen
Fernreisezug (Neigetechnik)	Triebzug siebenteilig
Güterzug	1 Lok, 20 Folgewagen

sowie folgende Annahmen:

Tabelle 13 Gewichts- und Auslastungsannahme in Szenarien

Annahmen	
Personenlast [t/Pers]	0,1
Güterzug-Nutzlast [t/Wag]	20
Reisezugwagen [t]	44
Güterzugwagen [t]	12
Lokmasse Taurus Siemens	86
Auslastung	
Personenfernverkehr [P/Z]	200
Personennahverkehr [P/Z]	75
Güterverkehr [Nt/Zug]	400

Aus der Berechnung der während der Fahrt wirkenden Widerstände kann weiter die für die Traktion notwendige Leistung des Zugs und der Energiebedarf für eine Zugfahrt bestimmt werden.

$$p = \sum W * v$$

Mit v Geschwindigkeit [m/s]
 W Widerstandskraft

Die Arbeit ergibt sich aus

$$A = p * t$$

Mit t der entsprechenden Reisezeit [Std]

Die erforderliche Leistung wird je nach Streckenabschnittsart (Tunnel oder freie Strecke) und Richtung (1 bzw. 2) berechnet und die durchschnittliche entsprechende Arbeit ermittelt. Der Wirkungsgrad des Triebfahrzeugs ab Unterwerk wird überschlägig mit 0,80 für einen elektrischen Zug bzw. 0,50 für einen Diesenzug.

Der Energiebedarf (je nach Zuggattung und Strecke) wird mit den Zugzahlen 2030 multipliziert.

Tabelle 14 Energieverbrauch p.a. 2030 je nach Szenario

2030	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Energieverbrauch kWh/ELEKTRISCH	145855655	270140835	1224847276	1596124853	1128474178	779217930	1222194092
Energieverbrauch kWh/DIESEL	9056017	8645650	8645650	0	0	0	0
Gesamt kWh	154911672	278786485	1233492925	1596124853	1128474178	779217930	1222194092

0) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Die Energiekosten 2030 werden dann mit folgenden Kostensätzen (Preisstand 2009) ermittelt: 0,11 EUR/kWh (Diesel) und 0,17 EUR/kWh (Elektrisch).

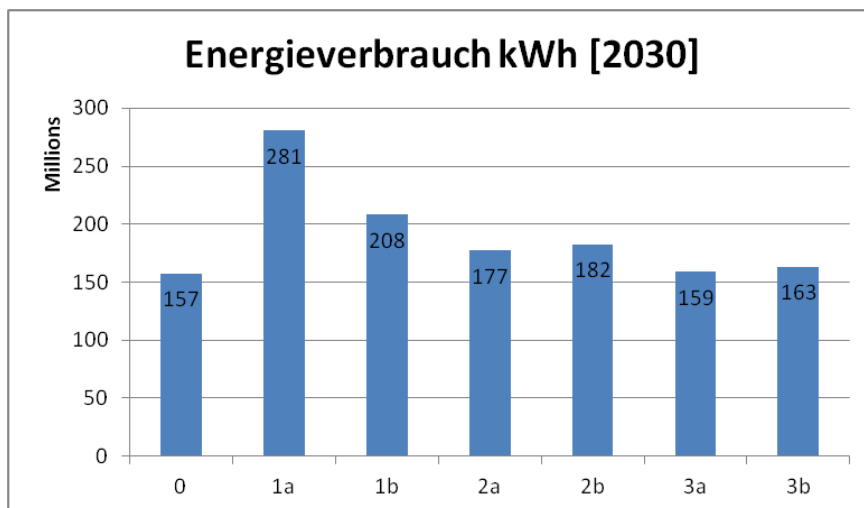


Abbildung 59 Durchschnittlicher Energieverbrauch 2030 je nach Szenario

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Der Energiebedarf ist im Szenario „Koralmbahn optimistisch“ wesentlich höher als in den Alternativen. Das lässt sich durch die hohen Verkehrszahlen und den hohen Anteil des Streckenverlaufs im Tunnelbereich erklären. Die verkürzten Reisezeiten haben zur Folge, dass die Energie weniger lang eingesetzt soll. Die erhöhten Geschwindigkeiten verursachen jedoch größere Luftwiderstandskräfte. Obwohl die Verkehrsleistungen (Zugkm p.a.) im Szenario „Koralmbahn pessimistisch“ vergleichbar mit denen in Szenarien „Maribor Alternative mit/ohne ETCS“ und „Neigetechnik und Südbahnausbau“ sind, wird es im Energieverbrauch wesentlich eingespart: dies erklärt sich durch den verbesserten Betrieb im gesamten Netz (in den Szenarien „Maribor Alternative mit/ohne ETCS“ und „Neigetechnik und Südbahnausbau“ als im „Koralmbahn pessimistisch“ wird es nur in die Koralmbahn investiert.

7.6.3 Reisezeitkosten

Die Zeitkosten im Güterverkehr sind im betrachteten Fall nicht relevant zu berücksichtigen. Der Zeiteinsatz p.a. wird in Personenstunden ermittelt.

2030	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Gesamte Fahrzeit [PStd/a]	858417701	1541110141	1080832619	931971145	924302215	778277054	903755915
Reisezeitveränderung [PStd/a]excl. deduzierter/induzierter Verkehr	0	0	0	-43977896	-62495692	-109444849	-109444849
Reisezeitveränderung [PStd/a] inkl. deduzierter/induzierter Verkehr	0	682692440,3	222414918,3	73553444	65884513,5	-80140646,8	45338214,1

Tabelle 15 Personenstunden 2030 je nach Szenario

o)Nullvariante, 1a)Koralmbahn optimistisch, 1b)Koralmbahn pessimistisch, 2a)Maribor Alternative ohne ETCS, 2b)Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b)Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Wegen der erhöhten Verkehrsleistungen im Szenario „Koralmbahn optimistisch“, wird es wesentlich mehr Zeit im Bahnverkehr eingesetzt. Das Szenario „Einsatz der Neigetechnik“ weist Einsparungen auf: der Personenverkehr entwickelt sich tatsächlich im selben Ausmaß wie in der Nullfallvariante, aber die Reisezeiten werden im gesamten Netz durch den sinnvollen Einsatz von Neigetechnik verringert.

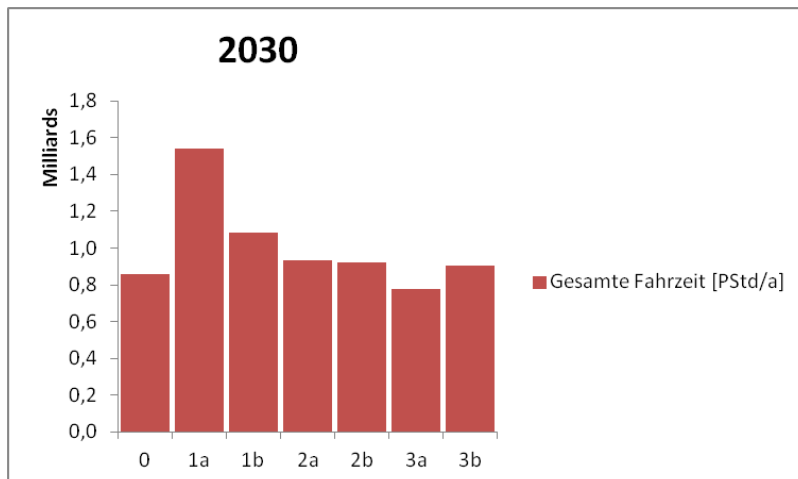


Abbildung 6o Stundeneinsatz im Personenverkehr 2030 je nach Szenario

o)Nullvariante, 1a)Koralmbahn optimistisch, 1b)Koralmbahn pessimistisch, 2a)Maribor Alternative ohne ETCS, 2b)Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b)Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Unter Berücksichtigung der absoluten Zeitkostenveränderungen (ohne induzierten/deduzierten Verkehr) weisen die zwei Szenarien mit Wagenkastensteuerungssystem den höchsten Nutzen auf.

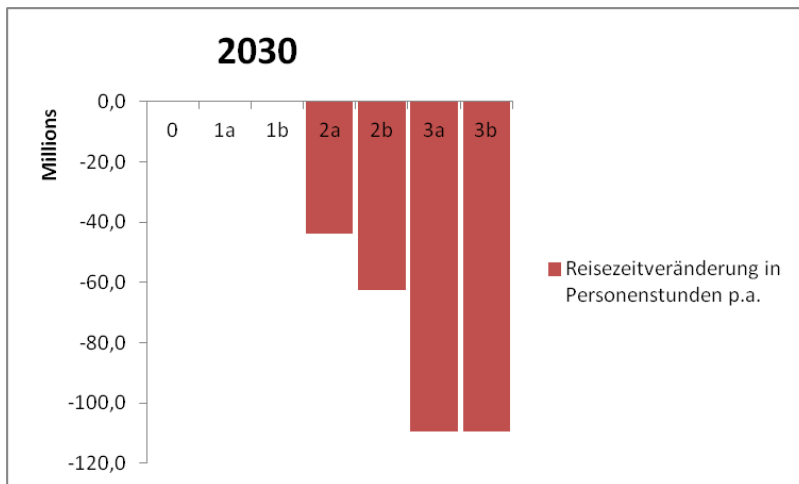


Abbildung 61 Reisezeitveränderung in PStd p.a. im Personenverkehr ohne induzierten/deduzierten Verkehr je nach Szenario

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Die Personenstundenkosten 2030 werden anhand des durchschnittlichen Kostensatzes von 4,07 EUR/PStd (Preisstand 2009) für den Geschäfts- und Freizeitverkehr ermittelt.

7.6.4 Externe Kosten

Die externen Kosten im Eisenbahnwesen sind insbesondere auf die Lärm- und CO₂-Emissionen sowie die Luftverschmutzung zu beziehen.

Der CO₂-Austoss ist direkt mit dem Energieverbrauch verbunden. Der CO₂ ist mehr als ein Schadstoff: er stellt den überwiegenden Anteil der Treibhausgasemissionen durch Verkehr. Die Treibhausgase bedrohen langfristig den Klima und die EU hat deswegen anspruchsvolle Verminderungsziele gesetzt. 2020 müssen die Treibhausgasemissionen um 20% im Vergleich zu 1990 vermindert. Die ÖBB weist günstige CO₂-Austosszahlen wegen dem hohen Anteil an Wasserkraftenergie auf. Der Verkehrsclub Österreich (VCÖ) gibt die folgenden Emissionsfaktoren:

Tabelle 16 Emissionsfaktor CO₂ Bahn 2010. Quelle VCÖ

CO ₂ Ausstoss (Bahn)	
223	gCO ₂ /kWh ELEKTRISCH
246	gCO ₂ /kWh DIESEL

Damit werden die CO₂-Emissionen ermittelt und anhand des durchschnittlichen europäischen Preises von 30 EUR/tCO₂ werden die CO₂-Kosten berechnet.

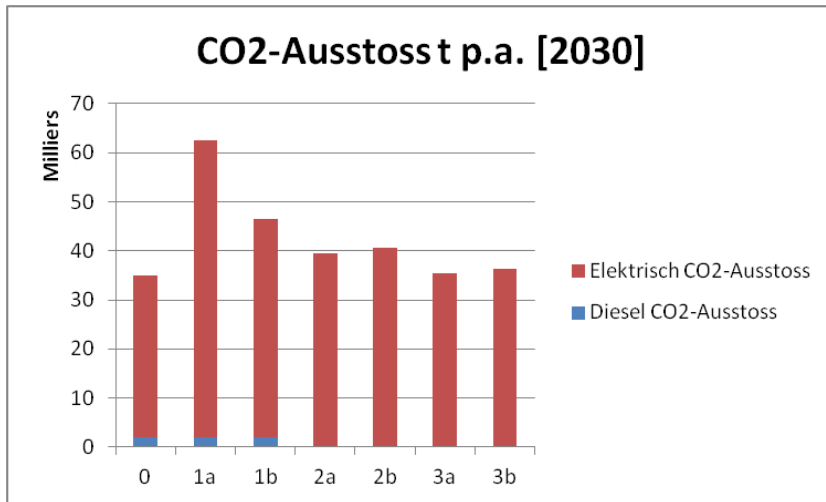


Abbildung 62 CO₂-Ausstoß 2030 je nach Szenario

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Die Lärm-, Unfall- und Luftverschmutzungskosten werden mit den ermittelten Kostensätzen des VCÖ (Anpassung Preisstand 2009) berechnet.

Kostensatz 2009 (cts EUR/Pkm bzw. tkm)		
	PV	GV
Luftverschmutzung	0,85	0,07
Unfall	0,85	0,18
Lärm	0,37	0,14

Tabelle 17 Kostensätze Externe Kosten in Österreich. Quelle VCÖ (Anpassung 2009)

Die Luftverschmutzung ist überwiegend vom Straßenverkehr verursacht. Sie soll aber trotzdem im Schienenverkehr wahrgenommen werden. Unter Berücksichtigung des Klimawandels und der Gesundheitsbeschädigung hat die EU-Kommission strengere Grenzwerte für die Schadstoffbelastung gegeben und eine Luftreinhaltestrategie vorgelegt.

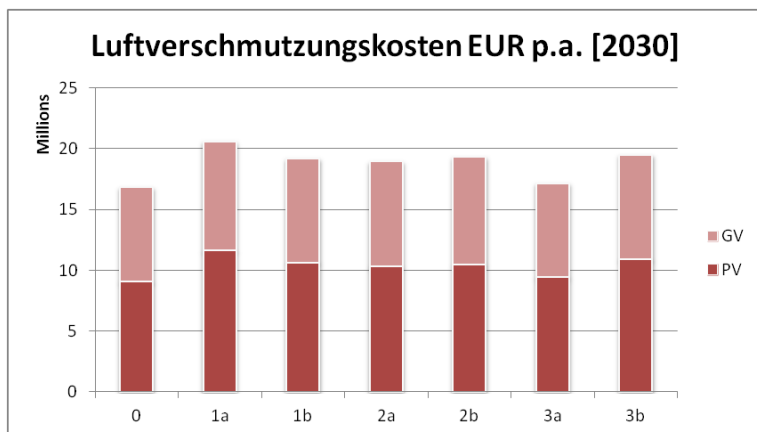


Abbildung 63 Luftverschmutzungskosten 2030 je nach Szenario

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Die Unfallwahrscheinlichkeit im Bahnverkehr ist wesentlich geringer als auf der Straße. 2009 war die Unfallrate von 0,66 Verunglückten je Millionen Zugkilometer (94 Unfälle mit Personenschäden, 65 Schwerverletzte, 36 Getötete). Im Vergleich wurden im selben Jahr 37.925 Unfälle mit Personenschäden auf den österreichischen Straßen gezählt (49.158 Schwerverletzte, 633 Getötete). Die Bahn bleibt das unumstritten sicherste Verkehrsmittel. Der Einsatz von verbesserten Zugsicherungssystemen vergrößert die Verkehrssicherheit. Es ist zu beachten, dass gleichzeitig mit der Verringerung der Unfallwahrscheinlichkeit der Wert des menschlichen Leids steigt. Aufgrund der geringeren Verkehrsleistungen sind die Unfallkosten im Szenario „Einsatz der Neigetechnik“ geringer.

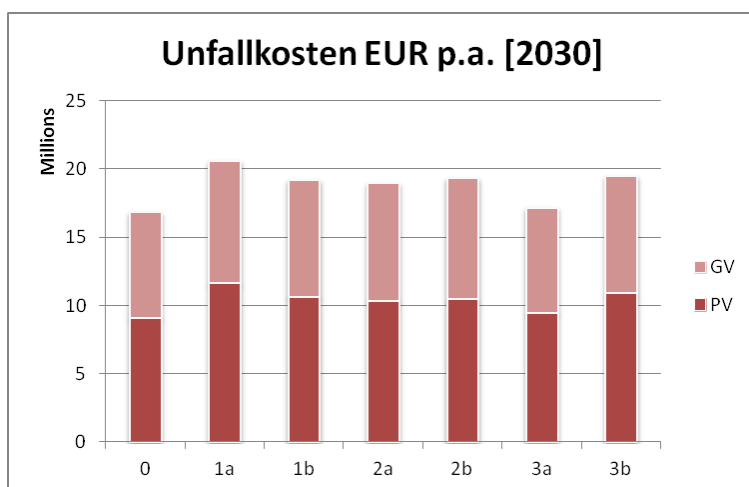


Abbildung 64 Unfallkosten 2030 je nach Szenario

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Der Lärm soll als die ernste Belastung der Bevölkerung wahrgenommen werden und wird als stark negativ empfunden, insbesondere wenn es den Verkehr betrifft (dauernde Lärmbelastung).

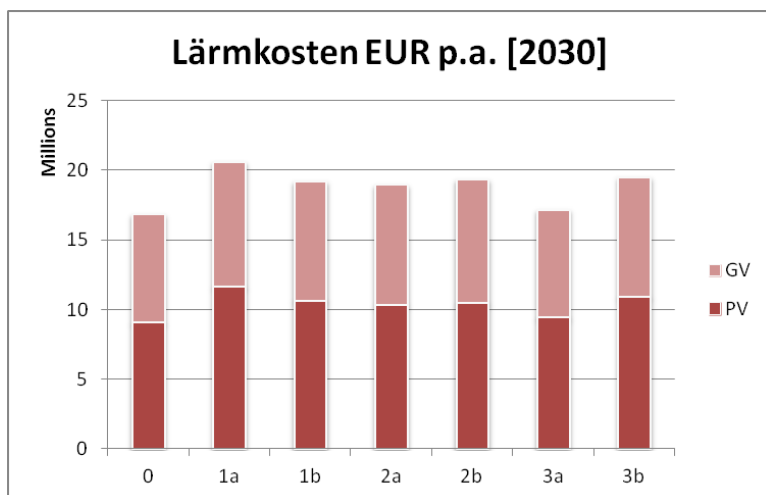


Abbildung 65 Lärmkosten 2030 je nach Szenario

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Hohe Verkehrsdichten und erhöhte Zuggewichte verursachen immer mehr Lärm. Wegen der geringeren Güterverkehrsleistungen im Szenario „Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn“ werden die Lärmkosten geringer als in den anderen Szenarien sein.

7.7 Nutzen–Kosten Analyse

Die einzelnen Wirkungsmengen wurden monetarisiert, sodass sie über alle Ziele aufsummiert werden können. Im Schienenverkehr können in vielen Fällen die anfallenden Kosten für Anlagen und Betrieb durch Einnahmen nicht kompensiert werden und im Regelfall kann sehr selten ein Gewinn erzielt werden. Beim Variantenvergleich wird der Ansatz verfolgt werden, dass eine Maßnahme, die die geringsten Kosten verursacht bzw. die größten Einsparungen erzielt, den höchsten Nutzen mitbringt. Das Kostenminimumkriterium wird daher als Entscheidungsberechnung angewandt werden.

Tabelle 18 Nutzen-Kosten Minimumkriterium 2030

SCHIENE	Preisstand 2009						
	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
2030 [Mio.EUR/a]							
Investitionskosten	0,00	250,69	250,69	108,87	119,19	29,57	123,99
Erhaltungskosten	0,00	2,51	2,51	1,09	1,19	0,30	1,24
Betriebskostengrundwerte	364,00	436,86	409,42	402,41	411,15	369,04	409,37
Energiekosten	26,19	47,19	34,90	30,11	31,00	27,03	27,73
Reisezeitkosten	3 459,42	6 210,67	4 355,76	3 755,84	3 724,94	3 136,46	3 642,14
Unfallkosten	16,85	20,64	19,22	18,97	19,34	17,18	19,52
Luftverschmutzungskosten	12,19	15,24	14,10	13,80	14,03	12,54	14,35
Lärmkosten	10,18	12,28	11,50	11,41	11,66	10,31	11,65
Klimakosten(CO2)	1,05	1,88	1,39	1,18	1,22	1,06	1,09
Kostensumme	3 889,89	6 997,95	5 099,49	4 343,69	4 333,72	3 603,49	4 251,09
Zusätzliche Kosten zum Referenzfall	0,00	3 108,07	1 209,61	453,80	443,83	-286,39	361,20

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Das Szenario „Einsatz der Neigetechnik“ wird als das günstigste bewertet werden, als eine Einsparung von 286 Millionen Euro erreicht wird.

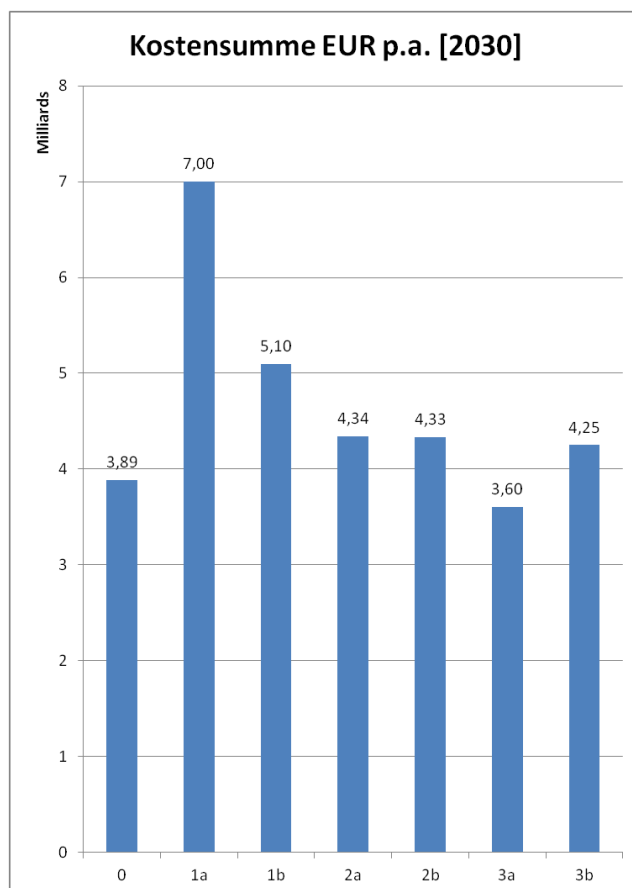


Abbildung 66 Kostensumme je nach Szenario 2030

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Zusätzlich kann das Nutzen-Kosten-Quotientkriterium angewendet werden. Die Nutzen werden als die Kostensumme ohne Investitionskosten im Referenzfall abzüglich der Kostensumme ohne Investitionskosten im Alternativfall angenommen. Sie werden durch die Investitionskosten dividiert und das Ergebnis wird die Reihung der Alternativen ermöglichen.

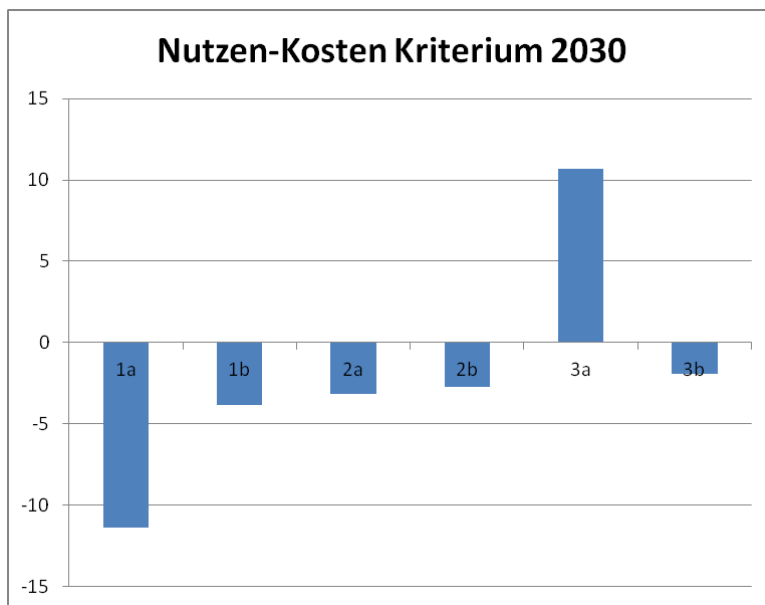


Abbildung 67 Nutzen-Kosten Kriterium 2030 je nach Szenario

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Das Szenario „Einsatz der Neigetechnik“ ist das einzige realisierungswürdige Szenario, als für den Betrag der eingesetzten Investitionskosten ein Zusatznutzen in mindestens gleichem Ausmaß erwächst. Die Koralmbahnbauprojekte weisen sich als ungünstig aus.

7.8 Nicht monetarisierte Auswirkungen

In der Verkehrsplanung sollen die nicht monetarisierten Wirkungen in der Schlussfolgerung berücksichtigt werden.

Verkehrswege zerschnitten den Raum und haben einen wesentlich Einfluss auf die Tier- und Pflanzenlebensräumen, die Kulturlandschaft und das Landschaftsbild. Der Neubau von Straßen- und Schienenverkehrswegen muss

aus diesem Grund vorsichtig geplant werden, damit ein nachhaltiger Lebensraum für Generationen verlassen werden kann. Der Flächenverbrauch eines Verkehrsweges dehnt sich auf die anliegenden Flächen aus: schlechte Auswirkungen auf den betroffenen Raum (Lärmbelastung, Luftverschmutzung,...) werden mit hohen mitgebrachten Nutzen für die Bevölkerung akzeptiert. In den untersuchten Szenarien ist die Alternative „Einsatz der Neigetechnik“ als die günstigste für die Umwelt zu bewerten (ausgenommen der Referenzfall). Es wird keinen zweigleisigen Ausbau erfolgen und die Verkehrsleistungen werden im normalen Ausmaß wachsen. Die beeinträchtigenden Alternativen (Koralmbahn optimistisch und pessimistisch) sind auf den Koralmbahnbau zu beziehen. Der zweigleisige Ausbau ist weniger beeinträchtigend als der Weg schon eingleisig gebaut und im Betrieb ist.

Die verkehrspolitische Bedeutung der Projekte muss noch betrachtet werden. Der europäische Wille einer bahnorientierten Güterverkehrsentwicklung im Zusammenhang mit der Bildung eines intermodalen europäischen Netzes muss insbesondere in der Analyse wahrgenommen werden. Das Koralmbahnprojekt ist ein innerösterreichisches Projekt und wird sich am Personenverkehr orientieren: das Oberziel ist tatsächlich die Schaffung einer 60 Minuten-Verbindung zwischen Graz und Klagenfurt im Reiseverkehr. Die Schaffung der Baltisch-Adriatisch Achse für Güterverkehr kann genauso durch Slowenien erfolgen: mit der Anbindung an den Korridor V werden auch die internationalen Häfen Koper, Triest und Venedig mit Danzig durch Österreich verbunden. Das Szenario „Maribor Alternative mit ETCS“ wird positiver bewertet, als es sich in die Verkehrspolitik der EU am besten einfügt (Förderung eines grenzüberschreitenden Verkehrs mit Streckenkapazitätserhöhung und Einsatz des leistungsfähigeren Zugsicherungssystems ERTMS).

7.9 Sensitivitätsanalyse

Die Nutzen-Kosten Untersuchungen hängen erheblich von den angenommen zukünftigen Entwicklungen ab. Deshalb ist es sinnvoll, die zukünftigen Zielkriterien variieren zu lassen, damit die Unsicherheiten berücksichtigt werden.

In der Sensitivitätsanalyse wurden die folgenden Kostenverminderungen bzw. -erhöhung in Betracht genommen

- die Investitionskosten wurden unterschätzt und sind tatsächlich 20% höher in den Alternativen „Maribor Alternative mit/ohne ETCS“ und „Einsatz der Neigetechnik mit/ohne Ausbau der Südbahn“; 40% höher in den Szenarien „Koralmbahn optimistisch/pessimistisch“ wegen des Tunnelbaus.
- die Energiekosten werden wegen verbesserter Technik in der Energieerzeugung und leistungsfähigerer Antriebssystemen um 20% reduziert. In den Szenarien „Maribor Alternative mit/ohne ETCS“ und „Einsatz der Neigetechnik mit/ohne Ausbau der Südbahn“ werden sie um 25% verringert, als es zusätzlich in neues leistungsfähigeres Rollmaterial investiert wurde.
- Die Zeitkosten sind in den Szenarien „Maribor Alternative mit/ohne ETCS“ und „Einsatz der Neigetechnik mit/ohne Ausbau der Südbahn“ 10% höher als erwartet: im Betrieb sind die gezielte Geschwindigkeitserhöhungen nicht effektiv.
- Die Unfallraten wurden verkleinert aber das menschliche Leid ist wertvoller geworden. Deshalb wurde keine Verringerung der Unfallkosten im Referenzfall angenommen. Eine 5% Verminderung wird in den Szenarien „Koralmbahn optimistisch/pessimistisch“ und „Maribor Alternative mit ETCS“ wegen des Einsatzes des ERTMS jedoch erfolgen.
- Die Verminderung der externen Kosten wird 20% im Referenzfall und in den Szenarien „Koralmbahn optimistisch/pessimistisch“ betragen. In den anderen Szenarien wird eine zusätzliche 5% Verminderung wegen der Anschaffung erneuertes Rollmaterials erfolgen.

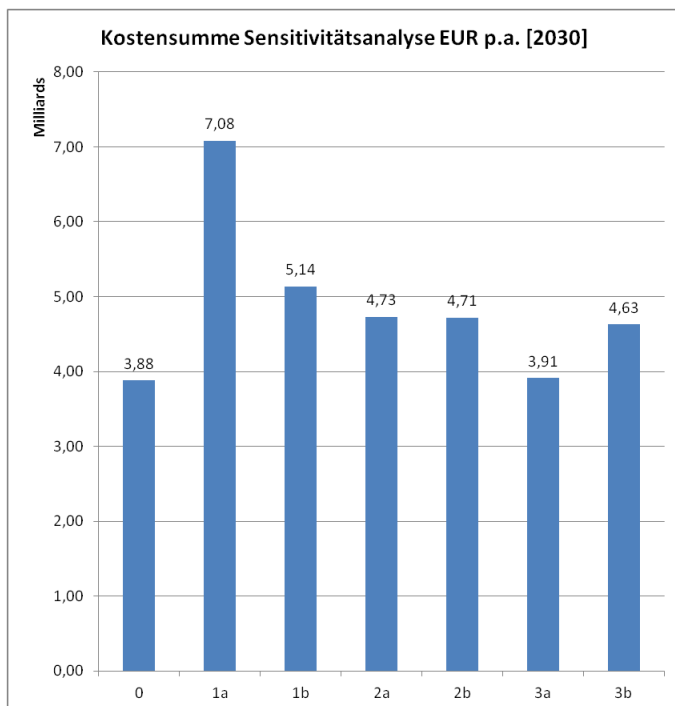


Abbildung 68 Kostensumme Sensitivitätsanalyse 2030

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Die Berücksichtigung der Kostensumme führt zur gleichen Reihung der Alternative als in der vorherigen Analyse. Es gibt aber kein Szenario mit Kosteneinsparungen vorhanden.

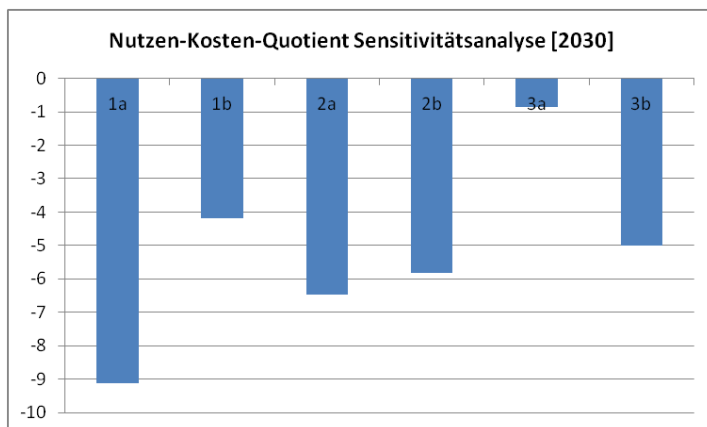


Abbildung 69 Nutzen-Kosten Quotient Sensitivitätsanalyse 2030

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Es ist darauf hinzuweisen, dass das Koralmbahnszenario „pessimistisch“ ohne die erwarteten Reisezeitverkürzungen in den Szenarien „Maribor Alternative mit/ohne ETCS“ und „Einsatz der Neigetechnik mit/ohne Ausbau der Südbahn“ sich als günstiger ausweist.

7.9.1 Berücksichtigung der Straßenverkehrsverlagerung

Hier werden die Verlagerungseffekte im Straßenverkehr berücksichtigt. Es wird angenommen, dass die Zuwachsraten im Personenverkehr und im Güterverkehr auf der A2 mit der Koralmbahn stark geschwächt sind.

Tabelle 19 Zuwachsraten Straßenverkehr 2022-2030 je nach Szenario

Zuwachsraten Verkehrsleistung A2 2022-2030 [% p.a.]	Szenario 0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Personenverkehr [Pkm]	1,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Güterverkehr [tkm]	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Die Kostensummen wurden genauso wie im Schienenbereich (mit entsprechenden Kostensätzen für Straßenverkehr) ermittelt und die Kostensummen der Verkehrsträger (Schiene + Straße) aufaddiert. Das Nutzen-Kosten Quotient wurde berechnet und die Schlussfolgerungen der vorherigen Analyse werden leicht verändert.

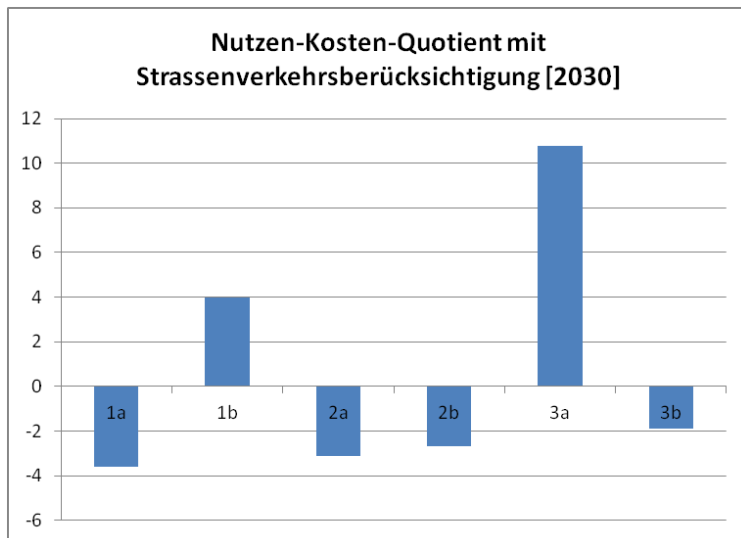


Abbildung 70 Nutzen-Kosten-Quotient mit Straßenverkehrsberücksichtigung [2030]

o) Nullvariante, 1a) Koralmbahn optimistisch, 1b) Koralmbahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Trotz der maßgebenden Verlagerung wird das Szenario „Einsatz der Neigetechnik“ immer noch als das günstigste bewertet. Das Szenario „Koralmbahn pessimistisch“ erweist sich jedoch als Realisierungswürdig. Die Einsparung lässt sich durch die Verkehrsverminderung auf der Straße und die zweckmäßige Verkehrsleistungssteigerung auf der Schiene erklären. Es soll darauf geachtet werden, dass so ein großer Verlagerungseffekt wenig wahrscheinlich ist (wegen der Parallelführung der A2 ohne maßgebende Zeitverkürzung mit der Koralmbahn).

7.10 Schlussfolgerung

Die durchgeführten Analysen ermöglichen die Reihung der Alternativen. Hinsichtlich der Erfüllung der Umwelt-, Raum- und Verkehrsziele wurde ein Szenario als empfehlenswert betrachtet, wenn es die meisten Vorteile in sich vereinen kann. Die Empfehlung basiert auf der Berücksichtigung der Kostensummen.

Das Szenario „Einsatz von Neigetechnik“ belegt den ersten Platz. Die Investitionskosten sind gering im Vergleich zu den anderen Alternativen. Die Erreichbarkeit im Personenverkehr wird wesentlich verbessert, was zur Reduzierung der Zeitkosten führt: die bestehenden Strecken werden

attraktiver und die Standortsqualität der betroffenen Regionen wird erhöht. Im Jahr 2030 beträgt die Einsparung im Vergleich zum Referenzfall 290 Millionen EUR. Es soll darauf geachtet werden, dass im betrachteten Szenario der Mehrverkehr geringer als in den anderen Alternativen ist. Die leistungsabhängigen Kosten sind daher kleiner und unter Berücksichtigung der Geldsumme wird sich das Szenario als vorteilhaft erweisen.

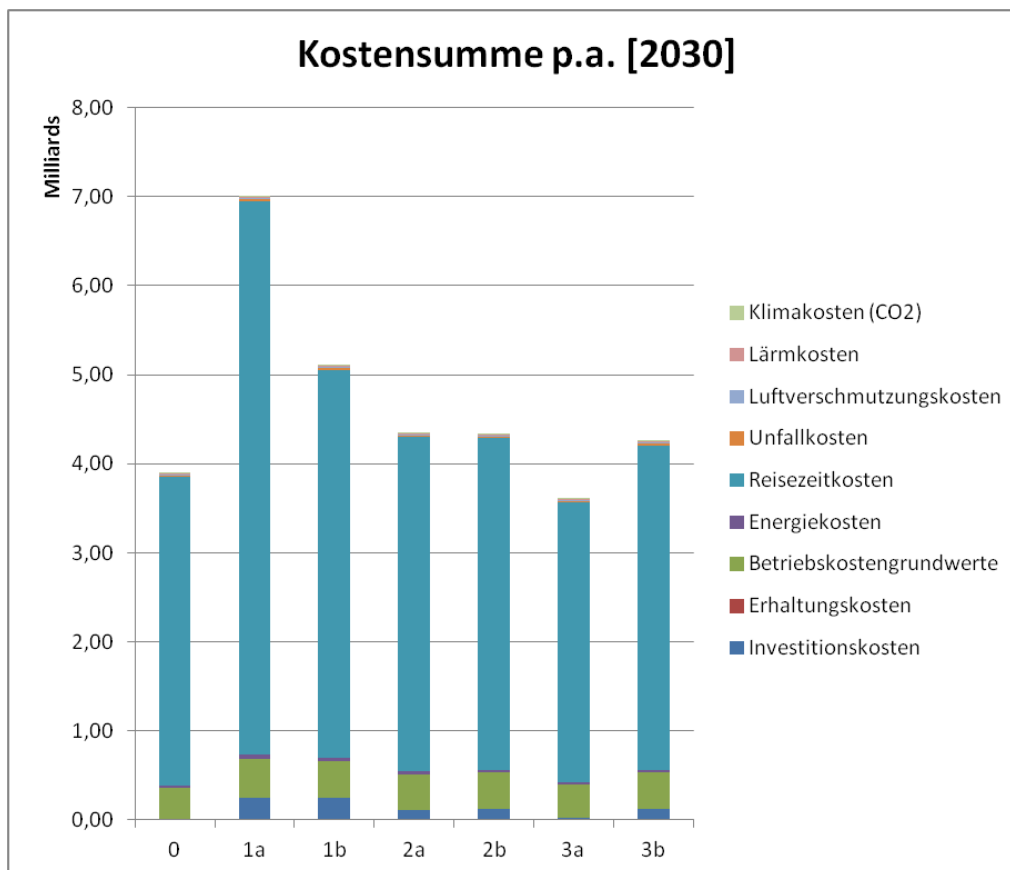


Abbildung 71 Detaillierte Kostensumme 2030 je nach Szenarioentwicklung

0) Nullvariante, 1a) Koralmahn optimistisch, 1b) Koralmahn pessimistisch, 2a) Maribor Alternative ohne ETCS, 2b) Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b) Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Das Szenario „Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn“ erhält größere Perspektive für das gesamte Netz. Die vorgeschlagene Lösung verbessert die Erreichbarkeit bzw. die Produktivität im Personenverkehr sowie im Güterverkehr. Die Südbahnstrecke Richtung Italien wird eher für Reiseverkehr geeignet, als die Südbahnstrecke Richtung Italien sich besser ins europäische Güterverkehrsnetz einfügen wird. Der Verkehr wird verflüssigt und davon profitieren der Bahnbenutzer, der Betreiber und die Allgemeinheit.

Die Szenarien „Maribor Alternative mit/ohne ETCS“ (109 bzw. 119 Millionen EUR p. a.) weisen vergleichbare Investitionskosten mit der Alternative „Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn“ auf (124 Millionen EUR p.a.). Sie werden als weniger empfehlenswert betrachtet, weil der Güterverkehr leicht bevorzugt wird: eine richtige Alternative zur Koralmbahn soll tatsächlich die Beförderungsqualität im Personenverkehr ganz besonders berücksichtigen und verbessern. Die „Maribor Alternative mit ETCS“ wird positiver als „ohne ETCS“ bewertet, weil die Verbesserungen im Technologiebereich die Kostenreduzierung (insbesondere die externe Kosten) verstärken. Als der Einsatz von ETCS zu den europäischen Richtlinien gehört, ist die betrachtete Alternative vorteilhaft auf der europäischen Ebene. Der grenzüberschreitende Verkehr wird effizienter erfolgen (verringerte Zeitverluste an Grenzen), was zur Schaffung des wettbewerbsfähigen europäischen Binnenmarkt beitragen wird. Im Szenario „Maribor Alternative mit ETCS“ wird eine rd. 11 Minuten Verkürzung der Fahrzeit Bruck–Graz–Maribor im Vergleich zum Referenzfall erreicht.

Die Koralmbahnlösung erweist sich als die ungünstigste Alternative. Die Investitionskosten sind mindestens doppelt so hoch wie die Investitionssummen der anderen Alternativen und nur ein geringer Teil des gesamten Netzes profitiert von der neuen Verkehrsbeziehung. Die Wege wurden nicht verkürzt: die Verkehrsleistungen steigen immer weiter. Wegen der Schaffung einer neuen attraktiven Verkehrsbeziehung wurde außergewöhnlich zusätzlicher Verkehr induziert. Dies führt zu einer wesentlichen Erhöhung der Zeitkosten und externen Kosten im gesamten Netz. Das Koralmbahnszenario erweist sich als empfehlenswert, wenn die Verlagerung von der Straße auf die Bahn deutlich effektiv ist: ca. 10% des Straßenverkehrs soll auf die Bahn verlagert werden, damit es wirklich spürbar ist, was schwer erreichbar ohne maßgebende Zeitverkürzungen ist. Der Straßenverkehr ist tatsächlich verantwortlich für den größten Teil der externen Kosten: die Koralmbahn ist daher gerechtfertigt, nur wenn der Verlagerungseffekt spürbar ist, was sich als unwahrscheinlich erweist.

Die Schonung von Umwelt ist Hauptthema der derzeitigen Verkehrsplanung. Der negative Trend soll umgekehrt werden und ein langfristiges nachhaltiges Verkehrsnetz für Generationen soll geschaffen werden. Die Verbesserung der

bestehenden Strecken ist volkswirtschaftlich zweckmäßig: es gibt keinen oder geringen zusätzlichen Flächenverbrauch und die Emissionsverminderung wird insbesondere mithilfe Investitionen in Rollmaterial erreicht werden. Der Energiebedarf und die Lärmemissionen können mit Verbesserung der Technik im Rollmaterial weitgehend reduziert werden. Die Stabilisierung der Emissionen am Stand 2009 und die Erreichung der Kyoto-Zielen können damit kostengünstig erfolgen. Deshalb sind die Szenarien „Ausbau der Südbahn mit/ohne ETCS“ und „Einsatz der Neigetechnik mit/ohne Ausbau der Südbahn“ positiver als die Koralmbahnszenarien bewertet, weil die Investitionen in Rollmaterial größeren Nutzen für das gesamte Netz und die Allgemeinheit im betrachteten Raum mitbringen.

Die Alternative „Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn“ bringt befriedigende Ergebnisse für die gesamte Bevölkerung im nationalen und europäischen Gebiet, was die größeren Investitionskosten im Vergleich zur Sparvariante „Einsatz der Neigetechnik“ rechtfertigt.

8 Konklusion

Vor dem Hintergrund einer grösser werdenden Knappheit an finanziellen Mitteln ist es sinnvoll, die Effizienz der geplanten Maßnahmen zu analysieren. Schieneninfrastrukturausbauprojekte müssen wertvollen Nutzen für die Allgemeinheit mitbringen und langfristig einen umweltfreundlichen Verkehr mit hoch qualitativem Standard und genügender Kapazität für die zukünftigen Generationen sichern.

In dieser Arbeit wurden die allgemeinen Grundlagen und Strategie der Verkehrspolitik in Österreich sowie in Europa erklärt. Die Eisenbahnplanung muss tatsächlich die Vorschriften der EU beachten und gleichzeitig ein verbessertes Netz innerhalb der einzelnen Länder gewährleisten. Im Rahmenplan der ÖBB ist der Koralmbahnbau ein Meilenstein.

Die riesigen vorgesehenen Investitionskosten mit dem Bau eines 33 Kilometer langen Tunnels bezweifeln die Effizienz der Maßnahme. Die bestehenden Strecken wurden daher analysiert und Verbesserungsmöglichkeiten mit vergleichbarem Nutzen vorgelegt. Das Schweizer Beispiel war besonders hilfreich, als die topographischen Parameter des Alpenlands ähnlich mit Österreich sind und als die Schweiz ein immer effizienteres Netz aufweist. Die Neigetechnik wurde schon erfolgreich unter Beweis gestellt. Die Schweiz hat jedoch in den letzten Jahren ihre Strategie neu orientiert: Vorrang wird klar zum Güterverkehr gegeben und keine weitere Erhöhung der Geschwindigkeiten im Personenverkehr wird geplant. Die Schonung von Umwelt und die Integration in den internationalen Wirtschaftsmarkt werden mit der weiteren Förderung des unbegleiteten Kombiverkehrs geschafft. Aus diesem Grund wird schrittweise das gesamte Netz mit dem ETCS-Zugsicherungssystem ausgerüstet werden, damit die Schweiz wettbewerbsfähiger im Welthandel wird. Die Schweiz investiert lieber in die Verbesserung des bestehenden Netzes als in neue Großprojekte.

Angebotsszenarien mit wahrscheinlicher Nachfrageentwicklung wurden entworfen und die Kosten der Einzelauswirkungen eingeschätzt. Die Berücksichtigung der Umweltfrage war hier entscheidend (Verminderung des

Energieeinsatzes, Reduzierung der Luftverschmutzung und Lärmbelastung). Die Wertsynthese (unter Berücksichtigung der Sensitivitätsanalysen) hat aufgezeigt, dass der Einsatz moderner Technologien (Wagenkasten neigung, ERTMS) maßgebenderen Nutzen für das gesamte Netz mit geringeren Investitionen bringen kann und aus volkswirtschaftlicher Sicht verantwortlicher als ein einzelnes Großprojekt ist: aus der intra-österreichischen Koralmbahn ergibt sich eine begrenzte Netz Wirkung und die Umwelt wird wegen der Neutrassierung und des Mehrverkehrs stärker beeinträchtigt werden. Der sinnvolle Einsatz der Neigetechnik und der zweigleisige Ausbau der Südbahn (Richtung Slowenien) geben zur Bahn neue Perspektiven: die nationalen sowie internationalen Strecken werden leistungsfähiger und wettbewerbsfähiger im Personenverkehr und im Güterverkehr.

A Literaturverzeichnis

Aktion Freiheit und Verantwortung. *Alptransit und Verkehrsverlagerung*. 2006

Allianz pro Schiene

www.allianz-pro-schiene.de/infrastruktur/europavergleich-schieneninvestitionen/

Bundesamt für Verkehr (Schweiz). *Bericht „Wirtschaftlichkeitsstudie NEAT 2010.“* 2011.

Bundesamt für Verkehr (Schweiz). *Schlussbericht Trends und Innovationen im unbegleiteten Kombinierten Verkehr in der und durch die Schweiz*. 2010.

Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem (RIS) *Bundesbahngesetz 1992*
Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem (RIS)
Bundesbahnstrukturgesetz 2003

Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem (RIS) *Bundesministeriengesetz 1986*

Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem (RIS) www.ris.bka.gv.at
Eisenbahngesetz 1957

Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen (Deutschland).
Bewertungsverfahren Bundesverkehrswegeplan (BVWP). 2003

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
(www.bmvit.gv.at) . *Alpenquerender Güterverkehr*. 2006.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. „*The Baltic Adriatic Axis*“. 2010.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. *Ausbauplan für Verkehrsinfrastruktur 2011–2016, Presseinformation. „Klug investieren, verantwortungsvoll sparen“*. November 2010.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. *Leitfaden zur Erstellung des Umweltberichtes im Rahmen der strategischen Prüfung–Verkehr für Netzveränderungen im hochrangigen Bundesverkehrswegenetz*. 2006.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. ÖBB Infrastruktur AG. *Evaluierung ÖBB Bauprojekte*. 2010.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. *Verkehrsprognose 2025+*. 2009

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. *Bundesgesetz über die Verlagerung des alpenquerenden Güterschwerverkehrs von der Straße auf die Schiene (Güterverkehrsverlagerungsgesetz, GVVG)*. 2010.

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Verkehr (BAV), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE). *Sachplan Verkehr Teil Infrastruktur Schiene Konzeptteil*. 2010

Englmeier, B. *ICE und Transrapid. Vergleichende Darstellung der beiden Hochgeschwindigkeitsbahnen*. Verlag Books on Demand GmbH. 2003.

Europäische Kommission (<http://europa.eu>). *Zusammensetzung der EU Gesetzgebung. Verkehr*

Europäische Umweltagentur. (www.eea.europa.eu) *EU Verkehrspolitik*.

Grossmann B.; Hauth E. *Studie Infrastrukturinvestitionen: ökonomische Bedeutung, Investitionsvolumen und Rolle des öffentlichen Sektors in Österreich*. Mai 2010.

Hauger, G.; Hörl, B.; Klamer, M. *Skriptum der TU Wien Vorlesung „Grundlagen der Verkehrsplanung“*. 2010

Herry Consult. *Verkehr in Zahlen 2007*.

Hoffmann, M. *Skriptum der TU Vorlesung „Erhaltungsmanagement von Strassen“*. 2010.

Hörl, B. *Engpassbeseitigende Investitionsmaßnahmen auf Schienenstrecken und deren Bewertung*. Österreichischer Kunst- und Kulturverlag. 1998.

Institut für Eisenbahnwesen der TU Wien. *Skriptum der Vorlesung „Verkehrswirtschaft“*. 2009.

Institut für Verkehrswesen der Boku Wien. *Skriptum der Vorlesung „Verkehr und Umwelt“*. 2010

Institut für Verkehrsplanung und -technik der TU Wien. *„Stellungnahme zu den Entscheidungsgrundlagen der Koralmbahn“*. 2006.

Knoflacher, H. *Grundlagen der Verkehrs- und Siedlungsplanung: Verkehrsplanung*. Böhlau verlag. 2007.

Kolator, R. *Beiträge zu einer ökologisch und sozial verträglichen Verkehrsplanung* Institut für Verkehrsplanung und -technik der Technischen Universität Wien. *Systemuntersuchung der Verkehrsinfrastrukturbauten am Semmering*. 1999.

Kummer, S. *Einführung in die Verkehrswirtschaft*. Facultas Verlags- und Buchhandels AG. 2010.

ÖBB Holding AG (www.oebb.at) . *Geschäftsbericht 2010*. März 2011.

ÖBB Holding AG. *Nachhaltigkeitsbericht 2008*. 2009

ÖBB Infrastruktur AG. *Geschäftsbericht 2009*. 2010.

ÖBB Infrastruktur AG. *Statistik zum Schienennetz 2010*.

ÖBB Infrastruktur AG. *Zielnetzdefinition 2025+ Ergebnisbericht*. 2011.

Ostermann, N. *Skriptum der TU Wien Vorlesung „Eisenbahnwesen“*. 2011.

Ostermann, N. *Skriptum der TU Wien Vorlesung „Hochleistungsbahnen“*. 2010.

Schach, R.; Jehle, P. Nauman, R. *Transrapid und Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitsbahn. Ein gesamtheitlicher Systemvergleich*. Springer-Verlag. 2006.

Schopf, J.M. *Skriptum der TU Vorlesung „Verkehrsträger und Mobilitätsmanagement“*. 2009.

Schweizer Bundesamt für Verkehrsentwicklung (ARE). *Berechnung der externen Kosten des Verkehrs in der Schweiz 2006–2007*. 2010.

Schweizer Bundesbahn. *„Technologie, Motive, Strategie, Umsetzung und Perspektiven von ETCS – in der Schweiz und Europa“*. 2009.

Slovenian Railways . *„Slovenian Railways in Figures 2008“*. 2009.

Slovenian Railways. (www.slo-zeleznice.si) *Network Statement 2011*. 2011

Statistik Austria. *Ergebnisse im Überblick: Betriebs- und Verkehrsleistungen auf dem österr. Schienenverkehrsnetz*. 2010.

Statistik Austria. *Ergebnisse im Überblick: Schienengüterverkehr aller Eisenbahnverkehrsunternehmen auf dem österr. Schienenverkehrsnetz*. 2010.

Statistik Austria. *Ergebnisse im Überblick: Schieneninfrastruktur in Österreich*. 2010.

Statistik Austria. *Ergebnisse im Überblick: Transportaufkommen und -leistung gegliedert nach Verkehrsbereichen auf der Straße*. 2010.

Statistik Austria. *Ergebnisse im Überblick: Unfälle mit Beteiligung von Schienenfahrzeugen sowie Personenschäden auf dem österr. Schienenverkehrsnetz*. 2010.

Stölzle, W.; Fagagnini, H.P. *Güterverkehrkompakt*. Oldenburg Verlag München. 2010.

The Trans-European Transport Network Agency. *A brief overview*. 2010

The Trans-European Transport Network Agency. *TEN-T Projects in Figures*. Januar 2011.

The Trans-European Transport Network Executive Agency (<http://tentea.ec.europa.eu>). *Priority Projects 2010, a detailed Analysis*. Dezember 2010.

Umweltbundesamt. *Umweltverträglichkeitserklärung des Koralmbahnprojekts*. 2002.

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. *Europäischer Schienengüterverkehr – Ein Markt der Zukunft*. Alba Fachverlag. 2006

Verkehrsclub Österreich. *Schriftenreihe Mobilität mit Zukunft Energiewende. Schlüsselfaktor Verkehr*. 2010.

Verkehrsclub Österreich. *Schriftenreihe Mobilität mit Zukunft Gesamtbilanz Verkehr*. 2011.

Verkehrsclub Österreich. *Schriftenreihe Mobilität mit Zukunft Verkehr 2020. Ziele und Entwicklungen*. 2008.

Verkehrsclub Österreich. *Schriftenreihe Mobilität mit Zukunft. Globaler Güterverkehr. Herausforderung für Europa*. 2009.

Verkehrsclub Österreich. *Schriftenreihe Mobilität mit Zukunft Ökonomisch effizienter Verkehr. Nutzen für alle*. 2005.

Verkehrsclub Österreich. *Schriftenreihe Mobilität mit Zukunft. Effizienter Güterverkehr. Profit für Wirtschaft und Umwelt. 2005.*

Wende, D. *Fahrdynamik des Schienenverkehrs.* Teubner Verlag. 2003.

Wikipedia Webseite. www.wikipedia.de

Zeitschrift. *Eisenbahn Österreich.* Mai 2010.

B Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 BMVIT	8
Abbildung 2 ÖBB Railjet.....	12
Abbildung 3 Streckenkategorien im ÖBB-Netz. Stand 2010	13
Abbildung 4 Pro-Kopf Investitionen in die Schieneninfrastruktur in ausgewählten europäischen Ländern, 2010, in EUR. Quelle Allianz pro Schiene	15
Abbildung 5 BMVIT Rahmenplaninvestitionen in Mrd EUR ab 2008. Quelle BMVIT.....	15
Abbildung 6 Priorisierungsvorschlag im Infrastrukturausbau. Quelle BMVIT	17
Abbildung 7 Bf. Leibnitz - Gleisverlegearbeiten am Bahnhof-Südkopf. Quelle ÖBB.	19
Abbildung 8 Rahmenplan Infrastruktur 2011-2016. Quelle BMVIT.....	20
Abbildung 9 Containerwagen. Quelle schweizerische Bundesbahnen	21
Abbildung 10 TEN-T Schienennetz 2010	23
Abbildung 11 TEN-T Vorrangprojekt PP o6	24
Abbildung 12 TEN-T Vorrangprojekt PP23.....	25
Abbildung 13 Die Baltisch-Adriatisch-Achse	26
Abbildung 14 Paneuropäische Korridore V und X. Quelle Slovenian Railways.	27
Abbildung 15 Österreichweiter Taktfahrplan Zielnetz 2025+	30
Abbildung 16 Intermodale Güterterminals in Österreich. Quelle Rail Cargo Austria.	32
Abbildung 17 Rollende Landstrasse (RoLa). ÖNORM B4920 Teil 5 1990	33
Abbildung 18 Unbegleiteter KombiVerkehr. Quelle Ökombi 1992.....	33
Abbildung 19 Hückepackverkehr mit Sattelanhänger, vertikaler Umschlag	34
Abbildung 20 Hückepackverkehr mit Sattelanhänger, horizontaler Umschlag.....	34
Abbildung 21 Bevölkerungsentwicklung Österreichs 1950-2050. Quelle Statistik Austria ...	35
Abbildung 22 Entwicklung der Motorisierung in Österreich 1965-2005. Quelle BMVIT	36
Abbildung 23 Transportaufkommen in Österreich je nach Verkehrsträger und Verkehrsart. Quelle BMVIT. 2005	37
Abbildung 24 Alpquerender Strassengüterverkehr 1999-2004. Quelle BMVIT	38
Abbildung 25 Alpquerender Schienengüterverkehr 1999-2004. Quelle BMVIT.....	39
Abbildung 26 Grenzüberschreitende Züge je Nachbarstaat 2010. Quelle ÖBB.....	39
Abbildung 27 Koralmbahnintegration in bestehendes Netz. Quelle ÖBB Netz 2010	41
Abbildung 28 Trassenverlauf der Koralmbahnstrecke. Quelle ÖBB 2010.....	44
Abbildung 29 Bohrung im Koralmtunnel. Quelle ÖBB	45
Abbildung 30 ÖBB-Netz Strecken in Südosterreich. Quelle ÖBB 2010.	52
Abbildung 31 Topographie der Strecke Bruck-Klagenfurt.....	54
Abbildung 32 Güterzug durch Slowenien. Quelle Slovenian Railways 2011.....	56
Abbildung 33 Entwicklung des Transportaufkommens in Slowenien 1998-2008. Quelle Slovenian Railways	56

Abbildung 34	Entwicklungs des Verkehrsaufkommen in Slowenien 1998-2008. Quelle Slovenian Railways	57
Abbildung 35	Eisenbahnnetz Nordslowenien. Quelle Slovenian Railways 2011	57
Abbildung 36	Zweigleisiger Ausbau Werndorf-Spielfeld Strass. Quelle ÖBB	61
Abbildung 37	Wasserkraftwerk Tauernmoss. Quelle ÖBB.....	62
Abbildung 38	Überleiste	63
Abbildung 39	Wagenkastensteuerung in Bogenfahrt.....	66
Abbildung 40	Bahnstromversorgung in Europa. Quelle ÖBB Energie.2000.	69
Abbildung 41.	Prinzip der Zugbeeinflussung. Quelle SBB	70
Abbildung 42	Prinzip der "ETCS Level 1" Zugsicherung. Quelle SBB	72
Abbildung 43	Prinzip der „ETCS Level 2" Zugsicherung. Quelle SBB	72
Abbildung 44	Prinzip der "ETCS Level 3" Zugsicherung. Quelle SBB.....	73
Abbildung 45	Zugsicherungssystemen im ÖBB Netz 2011. Quelle ÖBB Infrastruktur AG	73
Abbildung 46	RZÜ-Einsatz im ÖBB Netz 2011. Quelle ÖBB Infrastruktur.....	76
Abbildung 47	Vergleich Benutzungshäufigkeit Bahn (Fahrten je Einwohner und Jahr) 2009	77
Abbildung 48	ERTMS Situation in der Schweiz. Quelle SBB	80
Abbildung 49	SBB Vorbahnhof Knoten Zürich	81
Abbildung 50	Südportal des Lötschberg Basistunnels. Quelle Bundesamt für Verkehr.....	82
Abbildung 51	Zu untersuchende Verkehrsrelationen. Quelle Google Maps 2011	84
Abbildung 52	Anzahl der Personenzüge pro Tag . 2009. Quelle ÖBB.....	86
Abbildung 53	Anzahl der Güterzüge pro Tag. 2009. Quelle ÖBB.....	86
Abbildung 54	Anzahl der täglichen Personen- und Güterzügen. 2008. Quelle Slovenian Railways.....	87
Abbildung 55	Tägliche Zugzahlen im untersuchten Netz. 2009.	88
Abbildung 56	Durchschnittlicher Täglicher Verkehr auf der A2-Autobahn. Quelle Asfinag 2009.....	92
Abbildung 57	Induzierte Zugkm im Zeitraum 2009-2030 je nach Szenarioentwicklung	93
Abbildung 58	Induzierte Verkehrsleistung im Zeitraum 2009-2030 je nach Szenarioentwicklung	93
Abbildung 59	Durchschnittlicher Energieverbrauch 2030 je nach Szenario.....	100
Abbildung 60	Stundeneinsatz im Personenverkehr 2030 je nach Szenario	101
Abbildung 61	Reisezeitveränderung in PStd p.a. im Personenverkehr ohne induzierten/deduzierten Verkehr je nach Szenario	102
Abbildung 62	CO ₂ -Ausstoss 2030 je nach Szenario	103
Abbildung 63	Luftverschmutzungskosten 2030 je nach Szenario	104
Abbildung 64	Unfallkosten 2030 je nach Szenario	104
Abbildung 65	Lärmkosten 2030 je nach Szenario.....	105
Abbildung 66	Kostensumme je nach Szenario 2030.....	106
Abbildung 67	Nutzen-Kosten Kriterium 2030 je nach Szenario	107
Abbildung 68	Kostensumme Sensitivitätsanalyse 2030	110
Abbildung 69	Nutzen-Kosten Quotient Sensitivitätsanalyse 2030	110

Abbildung 70 Nutzen-Kosten-Quotient mit Straßenverkehrsberücksichtigung [2030].....	112
Abbildung 71 Detaillierte Kostensumme 2030 je nach Szenarioentwicklung	113

C Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Subjektive Zeitdauer (Gesamte Reisezeit Tür-Zu-Tür). Eigene Berechnung	29
Tabelle 2 Eckdaten Koralmbahnprojekt. Quelle ÖBB	45
Tabelle 3 Eckdaten Strecke Bruck-Graz. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010	53
Tabelle 4 Eckdaten Strecke Graz-Spielfeld Strass. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010	53
Tabelle 5 Eckdaten Strecke Bruck-Klagenfurt. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010	54
Tabelle 6 Eckdaten Streecke Klagenfurt-Bleiburg. Quelle ÖBB Infrastruktur 2010.....	55
Tabelle 7 Eckdaten Strecke Sentilj-Maribor. Quelle Slovenian Railways 2010.....	58
Tabelle 8 Eckdaten Strecke Maribor-Prevalje. Quelle Slovenian Railways 2010.....	58
Tabelle 9 Kostensätze Investitionskosten Preisstand 2009. Eigene Annahme	94
Tabelle 10 Barwert Investitionskosten je nach Szenario.....	94
Tabelle 11 Betriebskostengrundwerte Preisstand 2009	95
Tabelle 12 Berücksichtigte Zuggattungen in Szenarien	98
Tabelle 13 Gewichts- und Auslastungsannahme in Szenarien	98
Tabelle 14 Energieverbrauch p.a. 2030 je nach Szenario	99
Tabelle 15 Personenstunden 2030 je nach Szenario	101
Tabelle 16 Emissionsfaktor CO ₂ Bahn 2010. Quelle VCÖ.....	102
Tabelle 17 Kostensätze Externe Kosten in Österreich. Quelle VCÖ (Anpassung 2009).....	103
Tabelle 18 Nutzen-Kosten Minimumkriterium 2030.....	106
Tabelle 19 Zuwachsraten Straßenverkehr 2022-2030 je nach Szenario	111

Anhänge

Geschwindigkeiten und Fahrzeiten je nach Szenario ab 2022

Nullfallvariante

Strecke	Streckenlänge [km]	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]			Fahrzeit [Std]		
		PFV	PNV	GV	PFV	PNV	GV
Bruck-St.Michael	26	80	60	17	0,33	0,43	1,53
St.Michael - Unzmarkt	56	80	60	17	0,70	0,93	3,29
Unzmarkt - St.Veit	69	80	60	17	0,87	1,15	4,07
St-Veit - Klagenfurt	18	80	60	17	0,23	0,31	1,09
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	60	17	0,00	0,67	2,35
Bleiburg-Maribor	82	0	40	0	0,00	2,05	0,00
Bruck-Graz	54	90	60	17	0,60	0,90	3,18
Graz-Spielfeld	47	90	60	17	0,52	0,78	2,76
Spielfeld-Maribor	16	55	40	17	0,29	0,40	0,94
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Szenario 1a Koralmbahn optimistisch

Strecke	Streckenlänge [km]	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]			Fahrzeit [Std]		
		PFV	PNV	GV	PFV	PNV	GV
Bruck-St.Michael	26	80	60	17	0,33	0,43	1,53
St.Michael - Unzmarkt	56	80	60	17	0,70	0,93	3,29
Unzmarkt - St.Veit	69	80	60	17	0,87	1,15	4,07
St-Veit - Klagenfurt	18	80	60	17	0,23	0,31	1,09
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	60	17	0,00	0,67	2,35
Bleiburg-Maribor	82	0	40	0	0,00	2,05	0,00
Bruck-Graz	54	90	60	17	0,60	0,90	3,18
Graz-Spielfeld	47	90	60	17	0,52	0,78	2,76
Spielfeld-Maribor	16	55	40	17	0,29	0,40	0,94
Graz - Weststeiermark	38	110	90	20	0,34	0,42	1,88
Weststeiermark - Lavanttal	38	110	0	20	0,35	0,00	1,90
Lavanttal - Klagenfurt	50	110	90	20	0,45	0,55	2,49

**Szenario 1b
Koralmbahn pessimistisch**

Strecke	Streckenlänge [km]	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]			Fahrzeit [Std]		
		PFV	PNV	GV	PFV	PNV	GV
Bruck-St.Michael	26	80	60	17	0,33	0,43	1,53
St.Michael - Unzmarkt	56	80	60	17	0,70	0,93	3,29
Unzmarkt - St.Veit	69	80	60	17	0,87	1,15	4,07
St-Veit - Klagenfurt	18	80	60	17	0,23	0,31	1,09
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	60	17	0,00	0,67	2,35
Bleiburg-Maribor	82	0	40	0	0,00	2,05	0,00
Bruck-Graz	54	90	60	17	0,60	0,90	3,18
Graz-Spielfeld	47	90	60	17	0,52	0,78	2,76
Spielfeld-Maribor	16	55	40	17	0,29	0,40	0,94
Graz - Weststeiermark	38	110	90	20	0,34	0,42	1,88
Weststeiermark - Lavanttal	38	110	0	20	0,35	0,00	1,90
Lavanttal - Klagenfurt	50	110	90	20	0,45	0,55	2,49

**Szenario 2a
Maribor Alternative ohne ETCS**

Strecke	Streckenlänge [km]	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]			Fahrzeit [Std]		
		PFV	PNV	GV	PFV	PNV	GV
Bruck-St.Michael	26	80	60	17	0,33	0,43	1,53
St.Michael - Unzmarkt	56	80	60	17	0,70	0,93	3,29
Unzmarkt - St.Veit	69	80	60	17	0,87	1,15	4,07
St-Veit - Klagenfurt	18	80	60	17	0,23	0,31	1,09
Klagenfurt-Bleiburg	40	90	60	17	0,44	0,67	2,35
Bleiburg-Maribor	82	90	60	17	0,91	1,37	4,82
Bruck-Graz	54	90	60	17	0,60	0,90	3,18
Graz-Spielfeld	47	90	60	17	0,52	0,78	2,76
Spielfeld-Maribor	16	90	60	17	0,18	0,27	0,94
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0,00	0,00	0,00

**Szenario 2b
Maribor Alternative mit ETCS**

Strecke	Streckenlänge [km]	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]			Fahrzeit [Std]		
		PFV	PNV	GV	PFV	PNV	GV
Bruck-St.Michael	26	85	60	17	0,31	0,43	1,53
St.Michael - Unzmarkt	56	85	60	17	0,66	0,93	3,29
Unzmarkt - St.Veit	69	85	60	17	0,81	1,15	4,07
St-Veit - Klagenfurt	18	85	60	17	0,22	0,31	1,09

Klagenfurt-Bleiburg	40	90	60	17	0,44	0,67	2,35
Bleiburg-Maribor	82	90	60	17	0,91	1,37	4,82
Bruck-Graz	54	95	60	17	0,57	0,90	3,18
Graz-Spielfeld	47	95	60	17	0,49	0,78	2,76
Spielfeld-Maribor	16	95	60	17	0,17	0,27	0,94
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Szenario 3a
Einsatz der Neigetechnik

Strecke	Streckenlänge [km]	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]			Fahrzeit [Std]		
		PFV	PNV	GV	PFV	PNV	GV
Bruck-St.Michael	26	95	70	17	0,27	0,37	1,53
St.Michael - Unzmarkt	56	95	70	17	0,59	0,80	3,29
Unzmarkt - St.Veit	69	95	70	17	0,73	0,99	4,07
St-Veit - Klagenfurt	18	95	70	17	0,19	0,26	1,09
Klagenfurt-Bleiburg	40	80	70	17	0,50	0,57	2,35
Bleiburg-Maribor	82	70	50	0	1,17	1,64	0,00
Bruck-Graz	54	90	60	17	0,60	0,90	3,18
Graz-Spielfeld	47	90	60	17	0,52	0,78	2,76
Spielfeld-Maribor	16	55	40	17	0,29	0,40	0,94
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Szenario 3b
Einsatz der Neigetechnik
und Ausbau der Südbahn

Strecke	Streckenlänge [km]	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]			Fahrzeit [Std]		
		PFV	PNV	GV	PFV	PNV	GV
Bruck-St.Michael	26	95	70	17	0,27	0,37	1,53
St.Michael - Unzmarkt	56	95	70	17	0,59	0,80	3,29
Unzmarkt - St.Veit	69	95	70	17	0,73	0,99	4,07
St-Veit - Klagenfurt	18	95	70	17	0,19	0,26	1,09
Klagenfurt-Bleiburg	40	95	70	17	0,42	0,57	2,35
Bleiburg-Maribor	82	95	70	17	0,86	1,17	4,82
Bruck-Graz	54	90	60	17	0,60	0,90	3,18
Graz-Spielfeld	47	90	60	17	0,52	0,78	2,76
Spielfeld-Maribor	16	90	60	17	0,18	0,27	0,94
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Jährliche Zuwachsraten Schienenverkehr 2009–2030

Jährliche Zuwachsraten							
Personenverkehr							
2009-2022	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Bruck-St.Michael	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
St.Michael - Unzmarkt	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Unzmarkt - St.Veit	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
St.Veit - Klagenfurt	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Klagenfurt-Bleiburg	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Bleiburg-Maribor	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Bruck-Graz	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Graz-Spielfeld	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Spielfeld-Maribor	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Graz-Klagenfurt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2023-2030	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Bruck-St.Michael	1,0%	0,8%	1,0%	1,0%	1,2%	2,0%	2,0%
St.Michael - Unzmarkt	1,0%	0,8%	1,0%	1,0%	1,2%	2,0%	2,0%
Unzmarkt - Klagenfurt	1,0%	0,8%	1,0%	1,0%	1,2%	2,0%	2,0%
St.Veit - Klagenfurt	1,0%	0,8%	1,0%	1,0%	1,2%	2,0%	2,0%
Klagenfurt-Bleiburg	1,0%	1,0%	1,0%	3,0%	3,0%	1,8%	3,2%
Bleiburg-Maribor	1,0%	1,0%	1,0%	3,0%	3,0%	1,8%	3,2%
Bruck-Graz	2,2%	3,0%	2,6%	2,6%	2,8%	2,2%	2,6%
Graz-Spielfeld	2,2%	3,0%	2,6%	3,0%	3,2%	2,2%	3,0%
Spielfeld-Maribor	2,2%	3,0%	2,6%	3,0%	3,2%	2,2%	3,0%
Graz-Klagenfurt	0,0%	3,0%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Güterverkehr							
2009-2022	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Bruck-St.Michael	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
St.Michael - Unzmarkt	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Unzmarkt - Klagenfurt	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
St.Veit - Klagenfurt	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Klagenfurt-Bleiburg	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
Bleiburg-Maribor	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Bruck-Graz	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Graz-Spielfeld	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Spielfeld-Maribor	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Graz-Klagenfurt	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2023-2030	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Bruck-St.Michael	1,3%	0,8%	1,1%	1,1%	1,5%	1,3%	1,1%
St.Michael - Unzmarkt	1,3%	0,8%	1,1%	1,1%	1,5%	1,3%	1,1%
Unzmarkt - Klagenfurt	1,3%	0,8%	1,1%	1,1%	1,5%	1,3%	1,1%
St.Veit - Klagenfurt	1,3%	0,8%	1,1%	1,1%	1,5%	1,3%	1,1%
Klagenfurt-Bleiburg	0,5%	0,5%	0,5%	1,5%	2,0%	0,5%	1,5%
Bleiburg-Maribor	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	2,0%	0,5%	1,5%
Bruck-Graz	3,5%	4,0%	3,8%	3,8%	4,0%	3,5%	3,8%
Graz-Spielfeld	3,5%	4,0%	3,8%	3,8%	4,0%	3,5%	3,8%
Spielfeld-Maribor	3,5%	4,0%	3,8%	3,8%	4,0%	3,5%	3,8%
Graz-Klagenfurt	0,0%	3,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Verkehrsleistungen Bahn 2030

2030								
0 Nullfallvariante								
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag				Leistung pro Tag		
		PFV	PNV	GV	Summe	Pkm	Ntkm	PStd
Bruck-St.Michael	26	17	37	161	216	161813	1679379	2323
St.Michael - Unzmarkt	56	30	57	92	178	569365	2049704	8109
Unzmarkt - St.Veit	69	15	35	92	141	384028	2534568	5547
St.Veit - Klagenfurt	18	15	35	54	103	102430	397668	1480
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	27	35	63	81338	567905	1356
Bleiburg-Maribor	82	0	27	0	27	166743	0	4169
Bruck-Graz	54	59	115	134	308	1099509	2901473	14815
Graz-Spielfeld	47	15	49	73	137	318390	1365057	4502
Spielfeld-Maribor	16	9	20	58	87	53578	371760	1138
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0	0	0	0
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0	0	0	0
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0	0	0	0
SUMME	534	160	402	699	1260	2937194	11867514	43438

2030								
1a Koralmbahn optimistisch								
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag				Leistung pro Tag		
		PFV	PNV	GV	Summe	Pkm	Ntkm	PStd
Bruck-St.Michael	26	17	36	155	209	159267	1614200	2287
St.Michael - Unzmarkt	56	29	56	88	173	560408	1970152	7982
Unzmarkt - St.Veit	69	15	34	88	136	377986	2436199	5460
St.Veit - Klagenfurt	18	15	34	52	100	100819	382234	1456
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	27	33	60	81338	533002	1356
Bleiburg-Maribor	82	0	27	0	27	166743	0	4169
Bruck-Graz	54	62	123	140	325	1170279	3015522	15768
Graz-Spielfeld	47	16	52	75	144	338884	1418714	4792
Spielfeld-Maribor	16	10	21	60	92	57027	386373	1211
Graz - Weststeiermark	38	57	114	133	304	750181	2000483	7469
Weststeiermark - Lavanttal	38	57	0	133	190	433235	2021765	3939
Lavanttal - Klagenfurt	50	57	114	133	304	993591	2649576	9893
SUMME	534	221	525	825	1570	3762931	13756878	51950

2030								
1a Koralmbahn pessimistisch								
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag				Leistung pro Tag		
		PFV	PNV	GV	Summe	Pkm	Ntkm	PStd
Bruck-St.Michael	26	17	37	159	213	161813	1653036	2323
St.Michael - Unzmarkt	56	30	57	90	176	569365	2017552	8109
Unzmarkt - St.Veit	69	15	35	90	139	384028	2494811	5547
St.Veit - Klagenfurt	18	15	35	53	102	102430	391431	1480
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	27	33	60	81338	533002	1356
Bleiburg-Maribor	82	0	27	0	27	166743	0	4169
Bruck-Graz	54	60	119	137	317	1134411	2969440	15285
Graz-Spielfeld	47	16	51	74	141	328497	1397034	4645
Spielfeld-Maribor	16	10	21	59	90	55279	380469	1174
Graz - Weststeiermark	38	37	68	82	186	467479	1233523	4635
Weststeiermark - Lavanttal	38	37	0	82	119	279971	1246646	2545
Lavanttal - Klagenfurt	50	37	68	82	186	619161	1633762	6138
SUMME	534	199	475	779	1453	3451383	13070297	48722

2030								
2a Ausbau der Südbahn ohne ETCS								
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag				Leistung pro Tag		
		PFV	PNV	GV	Summe	Pkm	Ntkm	PStd
Bruck-St.Michael	26	17	37	159	213	161813	1653036	2323
St.Michael - Unzmarkt	56	30	57	90	176	569365	2017552	8109
Unzmarkt - St.Veit	69	15	35	90	139	384028	2494811	5547
St.Veit - Klagenfurt	18	15	35	53	102	102430	391431	1480
Klagenfurt-Bleiburg	40	13	32	36	80	196494	576937	2712
Bleiburg-Maribor	82	13	32	39	84	402813	1293213	5559
Bruck-Graz	54	60	119	137	317	1134411	2969440	15285
Graz-Spielfeld	47	16	52	74	143	338884	1397034	4792
Spielfeld-Maribor	16	10	21	59	91	57027	380469	776
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0	0	0	0
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0	0	0	0
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0	0	0	0
SUMME	534	188	419	739	1346	3347264	13173923	46583

2030								
2a Ausbau der Südbahn mit ETCS								
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag				Leistung pro Tag		
		PFV	PNV	GV	Summe	Pkm	Ntkm	PStd
Bruck-St.Michael	26	18	38	164	219	164394	1706088	2293
St.Michael - Unzmarkt	56	30	58	93	181	578447	2082302	7991
Unzmarkt - St.Veit	69	15	35	93	143	390153	2574879	5483
St.Veit - Klagenfurt	18	15	35	55	105	104064	403993	1462
Klagenfurt-Bleiburg	40	13	32	38	82	196494	600069	2712
Bleiburg-Maribor	82	13	32	41	85	402813	1345065	5559
Bruck-Graz	54	61	121	140	322	1152223	3015522	15138
Graz-Spielfeld	47	17	53	75	145	344184	1418714	4776
Spielfeld-Maribor	16	10	22	60	92	57919	386373	769
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0	0	0	0
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0	0	0	0
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0	0	0	0
SUMME	534	191	425	759	1374	3390692	13533005	46183

2030								
3a Einsatz der Neigetechnik								
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag				Leistung pro Tag		
		PFV	PNV	GV	Summe	Pkm	Ntkm	PStd
Bruck-St.Michael	26	19	40	161	220	175083	1679379	2136
St.Michael - Unzmarkt	56	32	61	92	185	616057	2049704	7453
Unzmarkt - St.Veit	69	16	37	92	145	415521	2534568	5103
St.Veit - Klagenfurt	18	16	37	54	107	110830	397668	1361
Klagenfurt-Bleiburg	40	0	29	33	62	86637	533002	1238
Bleiburg-Maribor	82	0	29	0	29	177606	0	2537
Bruck-Graz	54	59	115	134	308	1099509	2901473	14815
Graz-Spielfeld	47	15	49	73	137	318390	1365057	4502
Spielfeld-Maribor	16	9	20	58	87	53578	371760	729
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0	0	0	0
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0	0	0	0
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0	0	0	0
SUMME	534	166	419	697	1281	3053213	11832611	39875

2030								
3b Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn								
Strecke	Streckenlänge [km]	Anzahl Züge pro Tag				Leistung pro Tag		
		PFV	PNV	GV	Summe	Pkm	Ntkm	PStd
Bruck-St.Michael	26	19	40	159	218	175083	1653036	2136
St.Michael - Unzmarkt	56	32	61	90	183	616057	2017552	7453
Unzmarkt - St.Veit	69	16	37	90	143	415521	2494811	5103
St-Veit - Klagenfurt	18	16	37	53	106	110830	391431	1361
Klagenfurt-Bleiburg	40	15	32	36	84	220152	576937	2681
Bleiburg-Maribor	82	15	32	39	87	451313	1293213	5495
Bruck-Graz	54	60	119	137	317	1134411	2969440	15285
Graz-Spielfeld	47	17	53	74	144	344184	1397034	4867
Spielfeld-Maribor	16	10	22	59	91	57919	380469	788
Graz - Weststeiermark	38	0	0	0	0	0	0	0
Weststeiermark - Lavanttal	38	0	0	0	0	0	0	0
Lavanttal - Klagenfurt	50	0	0	0	0	0	0	0
SUMME	534	201	434	739	1374	3525470	13173923	45170

Durchschnittlicher Energieverbrauch 2030 je Zuggattung und Strecke

o)Nullvariante, 1a)Koralmbahn optimistisch, 1b)Koralmbahn pessimistisch, 2a)Maribor Alternative ohne ETCS, 2b)Maribor Alternative mit ETCS, 3a) Einsatz der Neigetechnik, 3b)Einsatz der Neigetechnik und Ausbau der Südbahn

Strecke	Regionalzug (elektrisch)	Regionalzug (Dieseltriebzug)	Regionalzug (Neigetechnik)	railjet (lokbetriebener Zug)	Fernreisezug (Neigetechnik)	Güterzug
Bruck-St.Michael	47			119		285
Bruck-St.Michael [2b]	47			122		285
Bruck-St.Michael [3a/3b]			46		122	285

St.Michael - Unzmarkt	89			234		725
St.Michael - Unzmarkt [2b]	89			275		725
St.Michael - Unzmarkt [3a/3b]			114		288	725

Unzmarkt - St.Veit	55					326
Unzmarkt - St.Veit [2b]	55					326
Unzmarkt - St.Veit [3a/3b]			54		167	326

S.veit-Klagenfurt	140			419		833
St.Veit-Klagenfurt [2b]	140			425		833
St.Veit-Klagenfurt [3a/3b]			138		430	833

Klagenfurt-Bleiburg		89				
Klagenfurt-Bleiburg [2a/2b]	84			205		515
Klagenfurt-Bleiburg [3a]			81			
Klagenfurt-Bleiburg [3b]			81		277	515

Bleiburg-Maribor		151				
Bleiburg-Maribor [2a/2b]	174			447		1062
Bleiburg-Maribor [3a]			146			
Bleiburg-Maribor [3b]			169		576	1062

Bruck-Graz	113			276		692
Bruck-Graz [2b]	113			289		692

Graz-Spielfeld	99			241		606
----------------	----	--	--	-----	--	-----

Graz-Spielfeld [2b]	99			253		606
----------------------------	----	--	--	-----	--	-----

Spielfeld-Maribor	27			59		206
Spielfeld-Maribor [2a/3b]	34			82		206
Spielfeld-Maribor [2b]	34			86		206

Graz-Weststeiermark [1a/1b]	105			223		462
Weststeiermark-Lavanttal [1a/1b]				116		190
Lavanttal-Klagenfurt [1a/1b]	132			281		575

Straßenverkehr: grundlegende Daten für die Kostenberechnung [Preisstand 2009]

Energiekosten (Kraftstoffverbrauch)	
0,079 EUR/Pkm	
0,033 EUR/Ntkm	

CO2-Emissionsfaktoren	
Pkw(Besetzungsgrad 1,2)	125 g CO2/Pkm
Lkw	108 g CO2/tkm

Zeitkosten
4,07 EUR/PStd

Kostensatz 2009 (cts EUR/Pkm bzw. tkm)		
	Pkw	Lkw
Luftverschmutzung	1,8	1,9
Unfall	8,1	1,8
Lärm	1,6	3,1

Verkehrsleistungen 2030

Strassenverkehrsleistung A2 [2030]	0	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Personenverkehr [Mio.Pkm]	1 564	1 445	1 445	1 552	1 552	1 552	1 552
Güterverkehr [Mio.tkm]	2 604	2 504	2 504	2 604	2 604	2 604	2 604