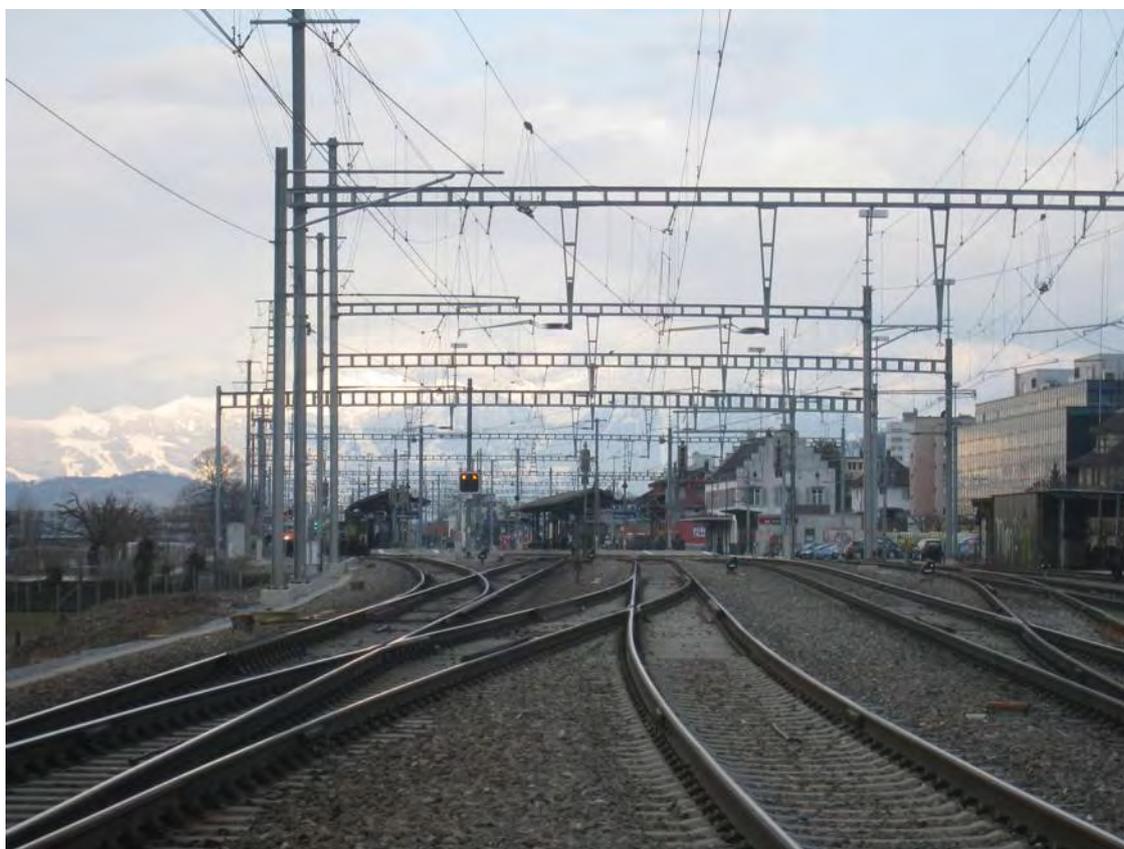

Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement Graubünden

Zu(g)kunft Zürich – Chur

Schlussbericht

Effretikon, 1. März 2010



Impressum

Auftraggeber	Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement Graubünden	
Begleitgruppe	Regierungsrat Stefan Engler Heinz Dudli Arno Lanfranchi Andreas von Mentlen	Vorsteher BVFD Edy Toscano AG, Gesamtprojektleiter Leiter Finanzen/Controlling BVFD SBB Infrastruktur AG
Auftragnehmer	ewp AG Effretikon	
Bereichsleiter	Benno Singer Telefon 052 354 21 11 Fax 052 343 19 95 Direktwahl 052 354 22 22 benno.singer@ewp.ch	
Projektleiter	Stephan Erne Telefon 052 354 21 11 Fax 052 343 19 95 Direktwahl 052 354 21 90 stephan.erne@ewp.ch	
Bearbeitung ewp	Stephan Erne Gion Sonder Arnd Bärsch Tomislav Kokot	
Auftragsnummer	14.07.3.001	
Experte Bahntechnik:	Dr. Rudolf H. Röttinger	Cicerone Performance GmbH
Experte Geologie:	Dr. Walter Labhart	Dr. Jäckli AG
Experte Tunnelbau:	Rolf Reichmuth	Gähler & Partner AG

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
	1.1 Ausgangslage	8
	1.2 Auftrag	9
	1.3 Schnittstellen zu anderen Planungen	9
	1.4 Vorgehen und Projektorganisation	10
<hr/>		
2	Analyse Handlungsbedarf	11
	2.1 Angestrebte Reisezeit	11
	2.2 Situation an Endknoten	12
	2.3 Zwischenhalt Sargans	14
	2.4 Übersicht Szenarien	15
<hr/>		
3	Korridorstudie	16
	3.1 Handlungsspielräume	16
	3.2 Neubaustrecken in neuem Korridor	18
	3.3 Betriebliche Massnahmen auf bestehender Strecke	20
	3.4 Neubaustrecken im bestehenden Korridor	21
	3.5 Kombination mit Szenarien	26
<hr/>		
4	Machbarkeitsstudien	29
	4.1 Bearbeitungstiefe	29
	4.2 Etzeltunnel lang	29
	4.3 Walenseetunnel lang	32
	4.4 Umfahrung Ziegelbrücke	34
	4.5 Umfahrung Bad Ragaz	35
	4.6 Kostenschätzung	36
	4.7 Zusammenfassung	38
<hr/>		
5	Variantenvergleich	39
	5.1 Methodik und Zielsystem	39
	5.2 Beurteilung Szenarien	41
<hr/>		
6	Schlussfolgerungen	47
	6.1 Fazit	47
	6.2 Empfehlungen	48

Anhang

A	Detaillierte Beurteilung Szenarien
B	Geologische Profile Tunnelstrecken

Zusammenfassung

Die Erreichbarkeit mit der Bahn spielt zunehmend eine wichtige Rolle für die Entwicklung einer Region. In den vergangenen Jahren haben Bahn 2000 und Lötschbergbasistunnel die Reisezeiten im schweizerischen Mittelland und ins Wallis deutlich verkürzt. Mit dem Anschluss der Ostschweiz ans HGV-Netz und der Inbetriebnahme des Gotthardbasistunnels wird die Position der Ost- und Zentralschweizer Kantone sowie des Kantons Tessin verbessert.

Für den Kanton Graubünden resultieren aus den genannten Vorhaben kaum Verbesserungen. Um die Position als wichtige Tourismusregion zu erhalten und die Attraktivität als Wohnregion zu verbessern, möchte die Kantonsregierung Aufschluss darüber erhalten, mit welchen Massnahmen die Bahnanbindung Richtung Grossraum Zürich nachhaltig und umfassend verbessert werden kann. Im Zentrum steht der Ansatz, die Reisezeit von und nach Zürich HB auf weniger als eine Stunde zu reduzieren. Damit soll einerseits die Attraktivität des Kantons Graubünden als Wohnstandort gestärkt werden, andererseits durch die Integration ins Stundenknotensystem der SBB eine optimale Anbindung der wichtigen Tourismusdestinationen an das schweizerische Bahnnetz gewährleistet werden.

Szenarien Fahrzeitreduktion

Um die oben beschriebenen Ziele zu erreichen, sind verschiedene Szenarien denkbar, die je nachdem eine grössere oder geringere Fahrzeitreduktion bedingen. Die Variablen der verschiedenen Szenarien, ihre Ausprägungen sowie der Einfluss auf die notwendige Fahrzeitreduktion sind aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Variable	Höhere Fahrzeitreduktion	Geringere Fahrzeitreduktion
Abfahrtszeit Zürich HB	xx:11 (Anschlüsse gesichert)	xx:00 (Keine Anschlüsse)
Halt in Sargans	Ja	Nein
Knoten Graubünden	Chur	Landquart
Abfahrtszeit Chur	xx:03 (Direktes Wenden)	xx:00 (Zusätzliche Komposition)

Tabelle 1: Übersicht Variablen für Szenarienentwicklung

Bei einer heutigen Reisezeit von 74 Minuten für den IC zwischen Zürich und Chur resultieren je nach Szenario notwendige Fahrzeitreduktionen zwischen 1 und 31 Minuten. Diese grossen Unterschiede machen deutlich, dass das Denken in Szenarien zentral ist für die Erarbeitung solider Entscheidungsgrundlagen: Je nach Ansprüchen an den zukünftigen Betrieb sind nur kleinere oder sehr umfangreiche Ausbauten notwendig, um die erforderliche Fahrzeitreduktion zu erreichen. So kann eine Verschiebung des zentralen Knotens in Graubünden von Chur nach Landquart die nötige Fahrzeitreduktion um 10 Minuten verringern, während im Gegenzug die Abnahme aller Anschlusszüge am Knoten Zürich HB die Fahrzeitreduktion um 11 Minuten erhöht.

Korridorstudie und Massnahmen

Prinzipiell sind drei Ansätze denkbar, um die Fahrzeit auf einer Bahnstrecke zu reduzieren. Deren Eignung für die Strecke Zürich-Chur wird wie folgt beurteilt:

- *Betriebliche Massnahmen auf der Stammstrecke*
Optimierungen am bestehenden Trasse würden vor allem auf den langen und kurvigen Strecken entlang des Zürich- und Walensees eine spürbare und effiziente Verbesserung

bringen. Angesichts der dichten Bebauung (Zürichsee) und der Topographie (Walensee) sind Begradigungen oder der Bau von zusätzlichen Gleisen allerdings kaum möglich. Der alternativ dazu denkbare Einsatz von Neigetechnik auf den entsprechenden Abschnitten bringt nur geringe Verbesserungen, schränkt aber die Betriebsflexibilität deutlich ein.

→ Der Ansatz wird nicht weiterverfolgt.

- *Neubaustrecken in neuen Korridoren*

Mit Neubaustrecken in Korridoren nahe an der Luftlinie Zürich-Chur kann einerseits die Geschwindigkeit erhöht werden und andererseits die Fahrtdistanz verkürzt werden. In Frage kämen eine direkte Neubaustrecke von Zürich durch das Zürcher Oberland in die Linthebene sowie eine direkte Verbindung zwischen Linthebene und Chur bzw. Landquart (Spitzmeilentunnel). Beide Massnahmen haben allerdings sehr hohe Kosten und grosse Risiken zur Folge, während gleichzeitig kaum Synergien zu Parallelangeboten bestehen.

→ Der Ansatz wird nicht weiterverfolgt.

- *Neubaustrecken im bestehenden Korridor*

Gegenüber obigem Ansatz sind die erzielbaren Fahrzeitreduktionen zwar etwas geringer, weil nur die Geschwindigkeit erhöht und die Distanz nicht verkürzt wird. Dafür kann die Beschleunigung insbesondere nahe beim Knoten Zürich auch von Parallelangeboten genutzt werden, was die Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz deutlich erhöht.

→ Der Ansatz wird weiterverfolgt.

Als Massnahmen gemäss dem letzten Ansatz wurden verschiedene Neubaustrecken entwickelt. Der Beitrag zur Beschleunigung wurde über Fahrzeitprofile abgeschätzt. Folgende Massnahmen wurden als prinzipiell zweckmässig erachtet und weiter verfolgt:

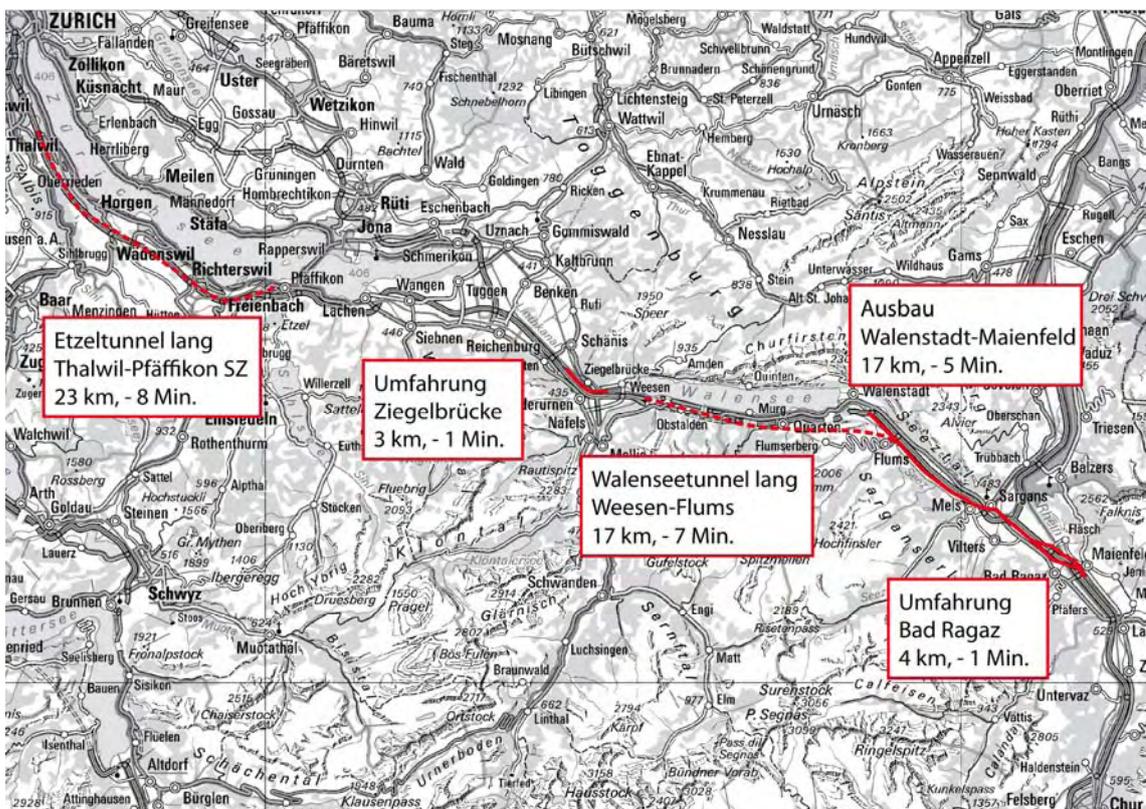


Abbildung 1: Übersicht in Betracht gezogener Neubaustrecken

Bei der Massnahmenentwicklung zeigte sich, dass Ausbauten, die über längere Abschnitte eine konstant hohe Geschwindigkeit ermöglichen, verglichen mit den Kosten deutlich effizienter wirken. Kürzere Tunnelstrecken entlang des Walen- und Zürichsees wurden deshalb ausgeschieden. In der March wurde die Neutrassierung der Strecke angedacht, um die heute aufgrund der geologischen Verhältnisse reduzierte Geschwindigkeit zu erhöhen. Auch diese Massnahme wurde aufgrund eines ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses ausgeschieden.

Machbarkeit und Kosten

Die oben beschriebenen Neubaustrecken wurden hinsichtlich Trassierung, Geologie, Vortriebskonzept Tunnelbau, Projektrisiken und Konflikten grob untersucht. Wo nötig wurden kritische Details vertieft betrachtet.

Grundsätzlich wurden keine unüberwindbaren Widerstände erkannt. Kritische Punkte, die die Realisierung verzögern oder verteuern können, sind die Integration der Tunnelportale in die Umgebung, Konflikte mit Schutzzonen und anderen Infrastrukturen (v.a. lokale Umfahrungen Ziegelbrücke und Bad Ragaz) sowie die geologische Situation beim langen Etzeltunnel. Die Kosten wurden grob abgeschätzt und bewegen sich zwischen gut 100 Mio. CHF für die lokalen Umfahrungen und 3 bzw. 5.2 Mia. CHF für den Walensee- bzw. Etzeltunnel.

Beurteilung Szenarien

Fünf Szenarien, die mit den oben beschriebenen Neubaustrecken erreichbar sind, wurden der Beurteilung zugrunde gelegt. Die Wirksamkeitsbeurteilung erfolgte nach einem vom Auftraggeber definierten Kriterienkatalog, wobei eine qualitative Beurteilung in sieben Stufen vorgenommen wurde. Die zentralen Erkenntnisse sind in folgender Abbildung synoptisch dargestellt und nachfolgend erläutert:

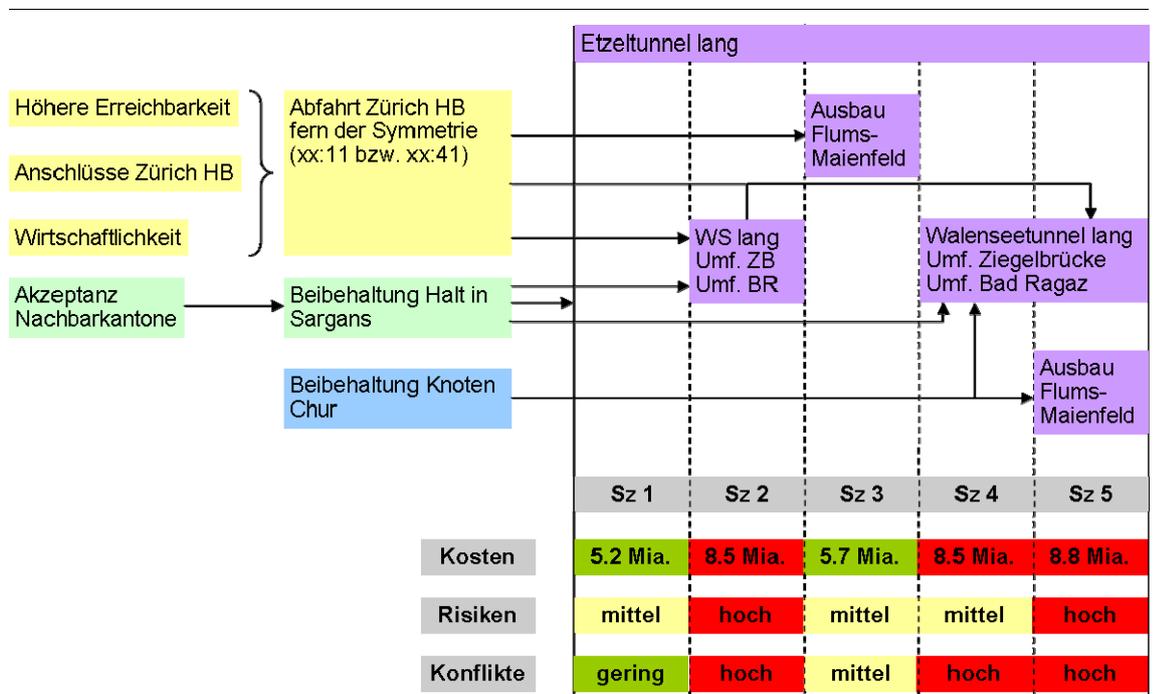


Abbildung 2: Synopse zentraler Wirkungsmechanismen der einzelnen Szenarien

- Je höher die nötige Fahrzeitreduktion des Szenarios, desto höher ist der Zuwachs des Nachfragepotentials. Gleichzeitig steigen damit aber auch die Kosten und die Risiken an.
- Je nach Szenario ist eine Steigerung des Nachfragepotentials um 3'000 bis 6'500 Personenfahrten pro Tag (25 bis 50% gegenüber heute) möglich. Die zusätzliche Nachfrage verteilt sich gleichmässig auf die Segmente Pendlerverkehr, intermodale Effekte (Verlagerung von der Strasse) und Tourismusverkehr (v.a. Tagestouristen).
- Alle Szenarien sind auf den langen Etzeltunnel angewiesen. Dieser stellt die teuerste Einzelmassnahme dar (5.2 Mia. CHF), dafür sind Synergien zu Parallelangeboten realisierbar.
- Mit dem Etzeltunnel alleine (Szenario 1) entfallen die Anschlüsse in Zürich, als Knoten in Graubünden kommt nur Landquart in Frage, dafür bleibt der Halt in Sargans.
- Um die Anschlüsse in Zürich sicherzustellen, muss zusätzlich zum Etzeltunnel die Strecke Walenstadt-Maienfeld ausgebaut werden (Szenario 3). Soll gleichzeitig der Halt in Sargans erhalten bleiben, ist statt des Ausbaus Walenstadt-Maienfeld der deutlich teurere lange Walenseetunnel sowie die Umfahrungen Bad Ragaz und Ziegelbrücke notwendig (Szenario 2).
- Der Verzicht auf die Abnahme der Anschlussspinne in Zürich HB ermöglicht die Beibehaltung des Knotens Chur ohne zusätzliche Massnahmen (Szenario 4 statt 2).
- Sollen sowohl der Knoten Chur als auch die Anschlussspinne in Zürich HB gewährleistet werden (Szenario 5), kann der IC einerseits in Sargans nicht mehr halten, andererseits müssen sämtliche in Betracht fallenden Massnahmen realisiert werden (Gesamtinvestitionen ca. 8.8 Mia. CHF)

Schlussfolgerungen

Grundsätzlich ist das Ziel einer Reduktion der Reisezeit zwischen Zürich und Graubünden auf unter eine Stunde erreichbar. Aufgrund der Szenarienbeurteilung wird empfohlen, in Zukunft Landquart als zentralen Bahnknoten im Kanton zu definieren und das Netz der rhätischen Bahn auf diesen Stundenknoten abzustimmen. Damit kann die Anschlussspinne in Zürich HB abgenommen und der Halt in Sargans beibehalten werden, was die Wirtschaftlichkeit und die politische Akzeptanz deutlich erhöht.

Im Vordergrund steht demnach das Szenario 2. Dieses hat allerdings sehr hohe Investitionskosten von 8.5 Mia. CHF nach aktuellem Preisstand zur Folge. Zudem sind beträchtliche Konflikte und Risiken zu bewältigen. Als Rückfallebene ist auch das Szenario 3 (ohne Halt in Sargans) denkbar, welches neben dem langen Etzeltunnel nur den Ausbau der bestehenden Strecke zwischen Walenstadt und Maienfeld vorsieht. In diesem Fall ist allerdings die zukünftige Anbindung des Knotens Sargans zu klären.

Falls aus Sicht des Kantons die Beschleunigung der Bahnstrecke zwischen Graubünden und Zürich weiterverfolgt werden soll, sind – zusammen mit den Kantonen entlang der Strecke, der SBB und dem Bund – mehrere Fragen vertieft zu klären:

- Synergieeffekte für Parallelangebote und Lärmschutz (v.a. für Etzeltunnel lang)
- Notwendige Anpassungen am Netz der rhätischen Bahn (inkl. Grobkosten)
- Verifizierung und Verfeinerung der Nachfrageprognosen
- Abschätzung der regionalwirtschaftlichen Effekte (Zunahme Einwohner und Touristen)

Auf der Basis dieser Arbeiten kann anschliessend eine vertiefte gesamtwirtschaftliche Zweckmässigkeitsbeurteilung des Ausbaus vorgenommen werden.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die SBB-Strecke Zürich – Chur ist die wichtigste Zufahrtsachse vom schweizerischen Mittelland nach Graubünden. Als grösste Tourismusregion der Schweiz verfügt Graubünden weder über eine Anbindung an die schweizerischen Zentren im Halbstundentakt, noch über umsteigefreie Verbindungen zum für ausländische Gäste wichtigen Flughafen Zürich.

Die heutigen Fahrzeiten Zürich – Chur von über einer Stunde sind für die Fahrgäste wenig attraktiv und betrieblich ungünstig. Seit der Eröffnung des Lötschberg-Basistunnels im Dezember 2007 hat sich die relative Erreichbarkeit verglichen mit dem Wallis als vergleichbarer Tourismusregion verschlechtert (vgl. Abbildung 3).

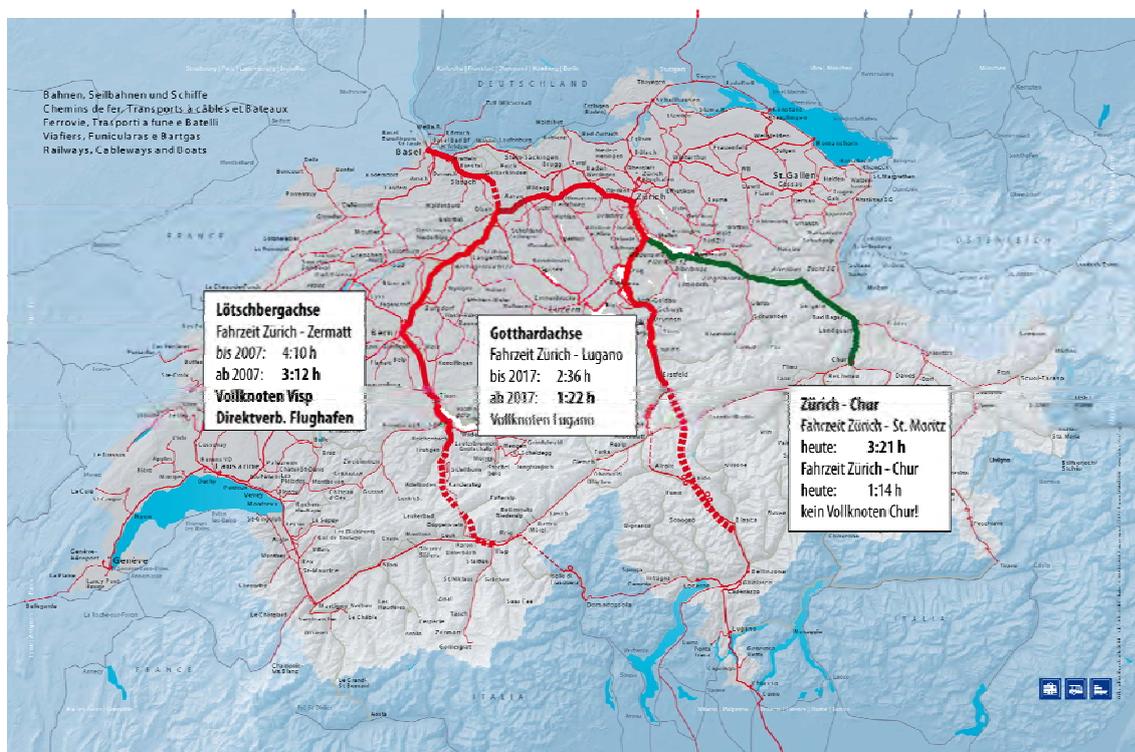


Abbildung 3: Ausgangslage Erschliessung "Konkurrenzregionen" Kartengrundlage: SBB AG

Die Tabelle 2 zeigt die Differenzen der Fahrzeiten zwischen Zürich und Destinationen im Wallis und im Berner Oberland.

Von Zürich HB nach			
Grindelwald	Zermatt	Davos	St. Moritz
2:37 h	3:12 h	2:18 h	3:21 h

Tabelle 2: Heutige Reisezeiten. Quelle: www.sbb.ch

1.2 Auftrag

Zwischen Chur und Zürich soll die Fahrzeit unter 60 Minuten verkürzt sowie eine gesteigerte Streckenkapazität und Fahrplanstabilität erreicht werden. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sollen Massnahmen eruiert werden, die eine solche Fahrzeitreduzierung ermöglichen und den Halbstundentakt der SBB ab Zürich Richtung neuem Stundenknoten Chur sicherstellen. In Absprache mit dem Auftraggeber wurde zu Beginn der Arbeiten zudem vereinbart, dass neben einer Reduktion der Reisezeit zur Integration von Chur in das Knotennetz der SBB auch Lösungen mit einer geringeren Fahrzeitreduktion und einem neuen Stundenknoten Landquart einbezogen werden sollen.

Bei der Lösungssuche ist auf eine gute Anbindung einerseits zum Flughafen, andererseits zu wichtigen nationalen und internationalen Zielen zu achten. Insbesondere der Tourismus ist auf diese Verbindungen angewiesen. In diesem Sinne ist der Verknüpfung einer schnellen IC-Verbindung am HB Zürich mit dem übrigen Fernverkehrsangebot der SBB und der Möglichkeit einer allfälligen Durchbindung zum Flughafen hohe Priorität einzuräumen.

Ziel des Auftrags ist die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen und Argumenten, die den politischen Instanzen die Beurteilung und Auswahl weiter zu bearbeitender Projekte ermöglichen. Die Beurteilung erfolgt dabei im Kontext zu weiteren strategischen Planungen, die der Kanton Graubünden zurzeit durchführt (z.B. neue Verkehrsverbindung Chur-Lenzerheide).

Die Studie konzentriert sich bewusst auf die langfristige Zielsetzung eines Quantensprungs für die Bahnanbindung des Kantons Graubünden. Es soll aufgezeigt werden, ob eine deutliche Verkürzung der Reisezeiten möglich ist und welche Massnahmen dazu notwendig sind. Kurzfristige Massnahmen, die mit deutlich niedrigerem Aufwand eine Verbesserung in geringerem Ausmass bringen, sind nicht Gegenstand dieser Studie und aus den Resultaten können keine Schlussfolgerungen hinsichtlich deren Zweckmässigkeit gezogen werden.

1.3 Schnittstellen zu anderen Planungen

Bedingt durch den weiträumigen Betrachtungsperimeter sind eine grosse Zahl von Schnittstellen zu den Planungen des Öffentlichen Verkehrs in anderen Kantonen zu erwarten. Dies können sowohl Kapazitätsfragen auf bestehenden Strecken und Knoten wegen neuer Angebote, wie auch Strategien ausgehend von der heutigen Situation sein (bspw. Halbstundentakt Knoten Sargans). Angesichts des prioritären Auftrags, abzuklären, ob und mit welchen Massnahmen eine Fahrzeitverkürzung zwischen Zürich und Graubünden möglich sei, wurden die ÖV-Planungen anderer Kantone grundsätzlich nicht mit betrachtet. Offensichtliche Konflikte wie Synergien mit diesen Planungen fliessen aber, soweit bekannt, grob in die Entwicklung der Varianten wie auch in deren Bewertung ein.

Als Grundlage standen Netzgrafiken der SBB zum Kernangebot ZEB 2030 im Fern- und Regionalverkehr mit Stand November 2006 zur Verfügung. Dabei wurden die Ausfahrtszeiten am Knoten Zürich im Planungsstand als massgebend beurteilt und bei den betrieblichen Überlegungen zugrunde gelegt.

Die Rhätische Bahn plant zur Zeit Ausbauten und Anpassungen an ihrem Streckennetz. Die Kompatibilität dieser Planungen und des RhB-Angebots mit den vorgeschlagenen Lösungen zur Reisezeitreduktion Zürich-Chur wurde nicht untersucht, da die Rhätische Bahn als abnehmende Transportunternehmung ihrerseits eine Ausrichtung an allfällig veränderte Ankunftszeiten in Landquart und Chur vornehmen muss.

1.4 Vorgehen und Projektorganisation

Das Vorgehen bei der Bearbeitung des Auftrags ist aus folgender Grafik ersichtlich. Aufgrund der Analyse der vorhandenen Grundlagen und betrieblicher Überlegungen wurde die neue Zielfahrzeit definiert. Für die dadurch nötigen Fahrzeitreduktionen wurden verschiedene Lösungsansätze vorgeschlagen und entsprechende Massnahmen dazu entwickelt. Über die Beurteilung der bau- und verfahrenstechnischen Machbarkeit wurde eine erste Vorauswahl getroffen. Die verbleibenden Szenarien und Varianten wurden anschliessend mittels eines einfachen Beurteilungsinstrumentes miteinander verglichen und daraus Empfehlungen für das weitere Vorgehen abgeleitet.

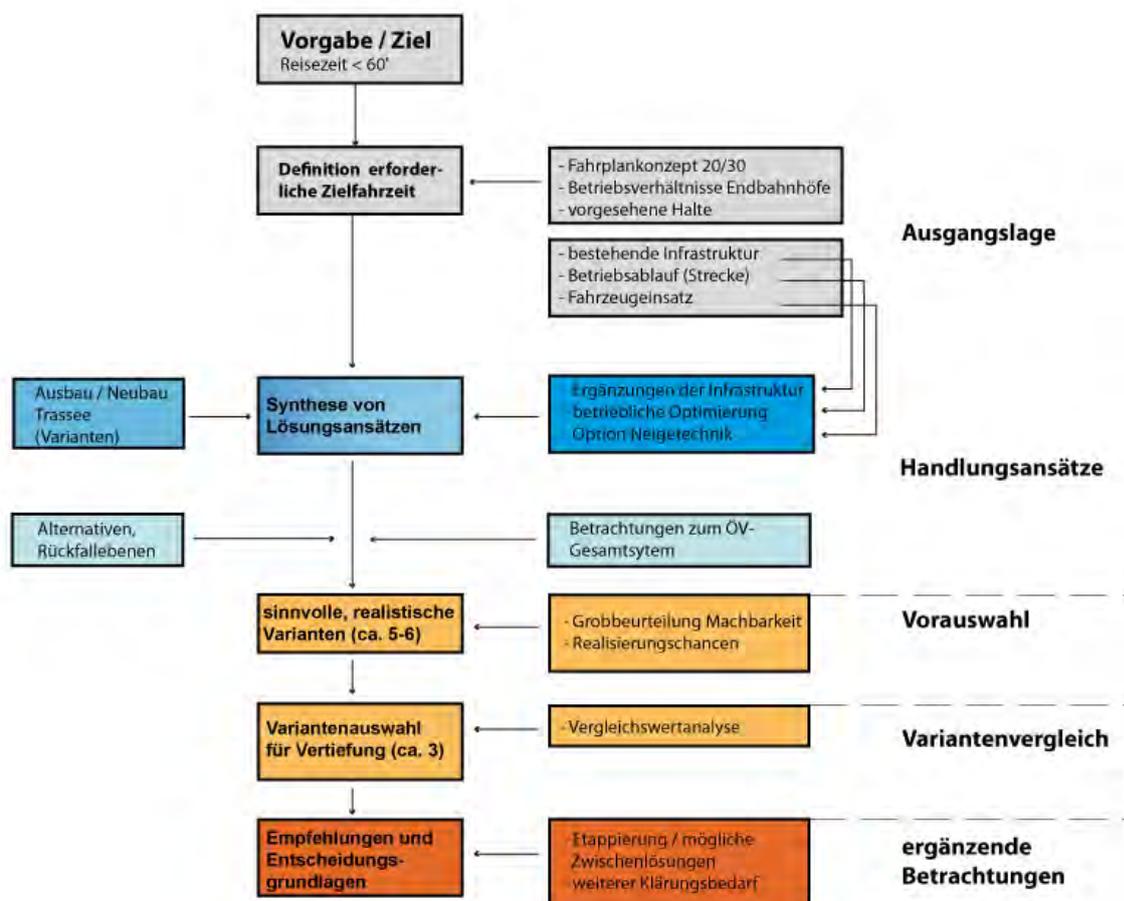


Abbildung 4: Vorgehen gemäss Offerte.

Seitens Betreiber hat ein Vertreter von SBB Infrastruktur AG (Hr. Andreas von Mentlen) an den Sitzungen der Projektleitung teilgenommen. Der Einbezug ermöglichte es, wichtige Grundlagen einfach und effizient zu beziehen und allgemeine technische Fragen schnell zu beantworten.

Darüber hinaus fand gemäss Auftrag keine Koordination mit der SBB statt. Insbesondere sind die vorgeschlagenen Massnahmen betrieblich nicht mit den zuständigen Fachleuten besprochen oder bereinigt worden. Als Grundlage wurden die Planungen aus ZEB berücksichtigt.

2 Analyse Handlungsbedarf

2.1 Angestrebte Reisezeit

Die Vorgabe einer „Fahrzeit kleiner 60 Minuten“ bezieht sich auf die Reisezeit zwischen den beiden Zentren Zürich und Chur. Die dafür tatsächlich erforderliche Fahrzeiteinsparung ist dadurch noch nicht präzise definiert, sondern hängt von einer Reihe von betrieblichen Randbedingungen ab. Massgebend ist einerseits, wie nahe die Ankunfts- und Abfahrtszeiten an die Symmetriezeiten¹ .00 oder .30 gelegt werden können – d.h. ob "schlanke" Ein-/Ausfahrten in den Knoten überhaupt möglich sind. Zugfolgen, Gleisbelegungen und erforderliche Umsteigezeiten können dazu führen, dass von dieser Ideallage abzurücken ist und die Zielfahrzeit Zürich HB – Chur wesentlich unter 60 Minuten betragen muss. Andererseits ist zu klären, ob das neue schnelle IC-Produkt zwischen Zürich und Graubünden in Sargans halten muss. Schlussendlich hat die Wahl des neuen Vollknotens in Graubünden (Chur oder Landquart) einen erheblichen Einfluss auf die nötige Fahrzeitreduktion.

Die entsprechenden Variablen sind in nachfolgender Abbildung dargestellt und werden in der Folge einzeln diskutiert. Aus den verschiedenen möglichen Ausprägungen werden anschliessend denkbare Szenarien der Fahrzeitreduktion gebildet. So kann eine Abwägung zwischen den betrieblich und verkehrlich wünschenswerten Eigenschaften des zukünftigen Bahnangebotes und den dafür notwendigen Investitionen breit und transparent erfolgen.

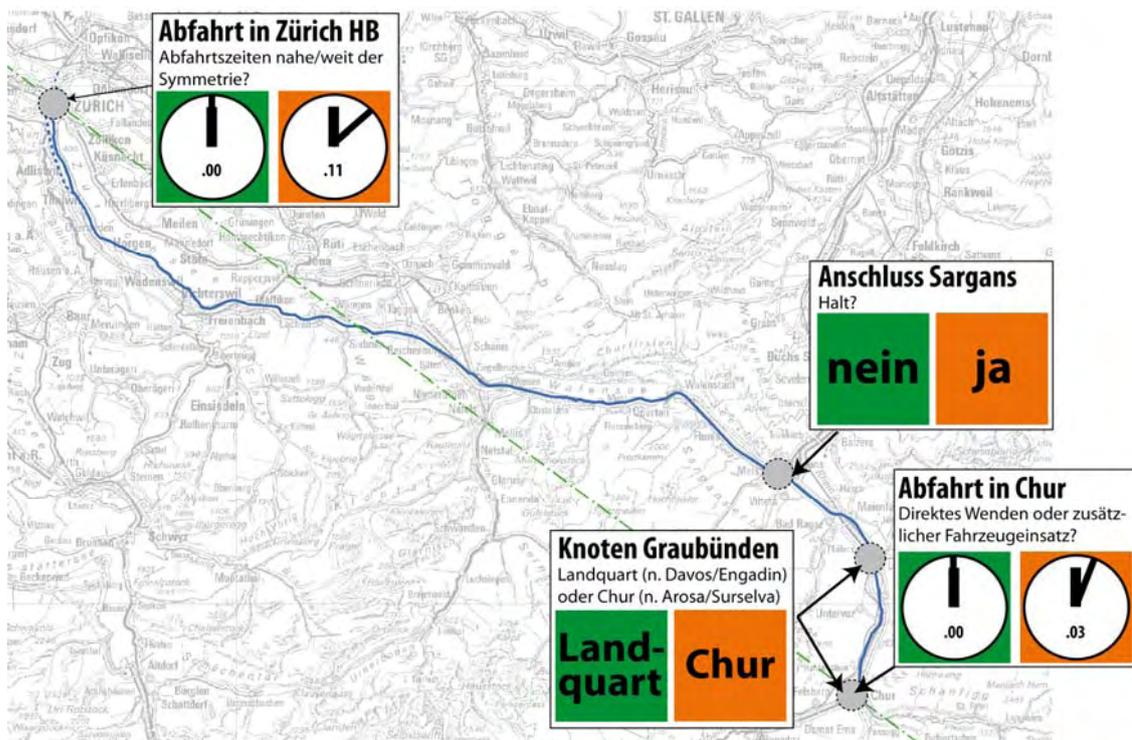


Abbildung 5: Übersicht über die relevanten Variablen zur Bestimmung der Fahrzeitreduktion

¹ Die Symmetriezeit ermöglicht in einem Taktfahrplan gleiche Umsteigezeiten in beide Richtungen einer Strecke. Dabei kommen die Züge in Zürich HB beispielsweise 1 bis 12 Minuten vor der vollen Stunde an und verlassen den Bahnhof entsprechend wieder 1 bis 12 Minuten nach der vollen Stunde (also symmetrisch). Eine einheitliche Symmetrieminute über alle Züge ist Bedingung für das Funktionieren des Stundenknotensystems der Bahn. Züge, die nicht symmetrisch zur Knotenzeit verkehren, können die Anschlussspanne am entsprechenden Knoten nicht abnehmen.

2.2 Situation an Endknoten

2.2.1 Knoten Zürich

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ankunfts- und Abfahrtszeiten am Knoten HB Zürich gemäss ZEB (Planungsstand Oktober 2006).

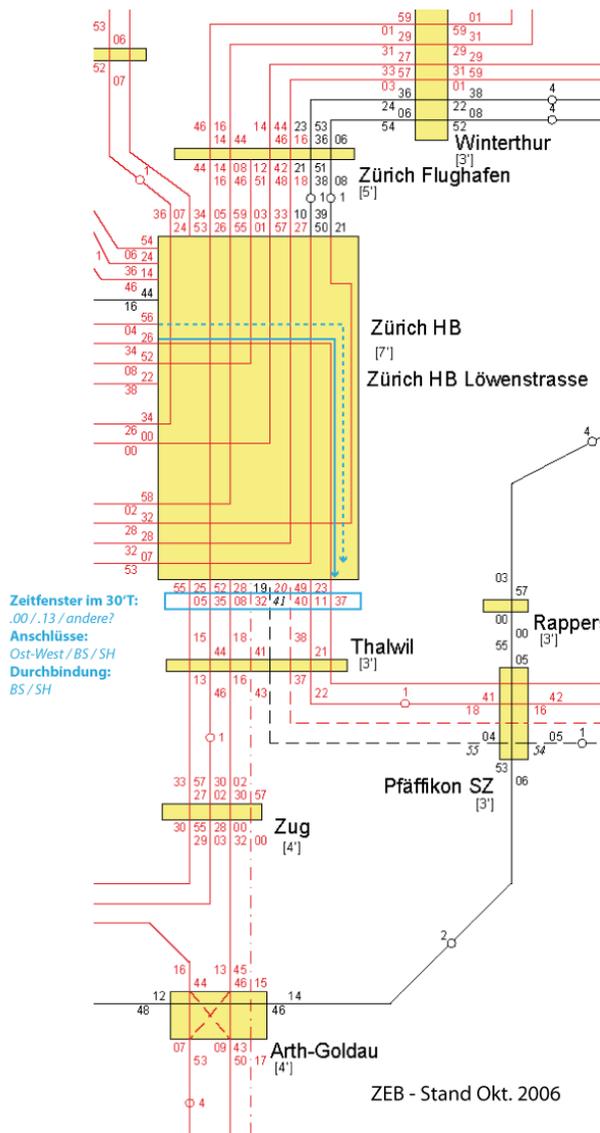


Abbildung 6: Netzgrafik HB Zürich gemäss ZEB und denkbare Zeitfenster für schnelles IC-Angebot Zürich-Graubünden

Nicht berücksichtigt sind die Güterzüge, die üblicherweise während der Anschlusszeiten den Vorbahnhof queren.

Für die Identifikation von möglichen Abfahrts- bzw. Anfahrtslots für das schnelle IC-Angebot Zürich-Graubünden wird davon ausgegangen, dass die Fahrplanzeiten der übrigen Angebote im HB aufgrund der dadurch induzierten Folgeprobleme nicht verändert werden. Das zusätzliche Angebot muss sich hinsichtlich Fahrplanlage an den vorhandenen Lücken orientieren. Im Korridor Zürich-Thalwil verkehren um :05 und :35 der IR nach Luzern bzw. um :08 und :32 die IC-Verbindungen nach Lugano bzw. Chiasso-Mailand. Während der Anschlusszeiten um :00 und :30 queren zudem die Güterzüge den Vorbahnhof, wobei deren genaue Fahrplanlage

schwer abzuschätzen ist. Für den IC nach Graubünden im Halbstundentakt bleiben die nachfolgenden Zeitfenster offen. Diese sind Vorschläge gemäss der heute verfügbaren Planungen für den Knoten Zürich und weder von den SBB geprüft noch genehmigt.

- *Abfahrt zur Minute :00 bzw. ca. :30:*
Diese Variante bedingt eine geringere Fahrzeitreduktion, dafür kann die Anschlusspinne am Knoten HB nicht abgenommen werden. Allfällige Konflikte mit den Güterverkehrstrassen zwischen RBL Limmattal und Zürich-Enge sind heute schwer abzuschätzen und werden im Rahmen der vorliegenden Studie nicht weiter berücksichtigt.
- *Abfahrt zur Minute :11 bzw. ca. :40:*
Mit dieser Abfahrtszeitenkonstellation kann der Konflikt mit dem Güterverkehr umgangen werden, zudem können alle Anschlüsse am Knoten Zürich sichergestellt werden. Die notwendige Fahrzeitreduktion steigt im Gegenzug deutlich an. Um einen integralen Halbstundentakt zu ermöglichen, müsste der Glarner Sprinter, der heute um :41 fährt, auf die Fahrplanlage um :37 verschoben werden.

Besonders beim ersten Fahrplanfenster, bei welchem die Anschlusspinne nicht mehr abgenommen werden kann, spielen mögliche Durchbindungen des IC über den Knoten Zürich hinaus eine grosse Rolle. Folgende Durchbindungen mit bestehenden Angeboten wären dabei denkbar:

- *Richtung Basel*
Gemäss Planung ZEB ist die Durchbindung über die Verknüpfung mit dem IC Richtung Basel vorgesehen. Sie ist aufgrund der Knotensituation einfach realisierbar, allerdings nur bei einer Abfahrt Richtung Chur zur Minute :11 bzw. ca. :40, da bei einer Abfahrt zur vollen bzw. halben Stunde die Zeit nicht für den Wendevorgang in der Haupthalle reicht. Das direkt angebundene Potential wird damit um den Knoten Basel erweitert. Denkbar ist im Prinzip auch die Verknüpfung mit dem IR vom HB über Baden, Brugg, Frick und Rheinfelden nach Basel, womit die Anzahl der direkt angebotenen Potentiale steigen würde, allerdings bei längerer Reisezeit in den wichtigen Knoten Basel.
- *Richtung Schaffhausen*
Der IC Zürich-Chur kann betrieblich mit dem IR Zürich-Schaffhausen verknüpft werden. Bei einer Abfahrt Richtung Chur zur Minute :11 bzw. ca. :40 ist diese Durchbindung einfach möglich, bei der Abfahrt zur vollen bzw. halben Stunde ist die für den Wendevorgang verfügbare Zeit mit 7 Minuten sehr knapp bemessen. Im Rahmen der betrieblichen Optimierung kann aber allenfalls eine Lösung gefunden werden. Das direkt angebundene Potential wird dabei um die Halte Bülach und Schaffhausen erweitert.

Richtung Flughafen Zürich endet gemäss Planung ZEB kein Produkt in Zürich HB, das mit dem IC Zürich-Chur verknüpft werden könnte. Ein Abtausch mit einem anderen Produkt ist angesichts der zu erwartenden Widerstände nicht realistisch. Wenn eine Direktverbindung von Chur an den Flughafen erwünscht ist (v.a. im Hinblick auf den internationalen Tourismus), ist demnach nur die Verlängerung des IC zusätzlich zu den bestehenden Angeboten an den Flughafen möglich. Eine Grobkoordination mit den vorhandenen Zeitfenstern ergibt bei einer Fahrzeit von 10 Minuten zwischen Zürich HB und Flughafen zwei mögliche Zeitfenster:

- *Abfahrt ab Zürich Flughafen um :14/:44*
Diese Fahrplanlage bringt eine lange Standzeit von beinahe einer halben Stunde am Flughafenbahnhof; allenfalls muss der Zug Richtung Bassersdorf ausgezogen werden, wenn die Kapazität des Flughafenbahnhofs nicht auf eine so lange Standzeit ausgelegt ist. Diese Durchbindung funktioniert nur bei Abfahrt des IC Zürich-Chur um Minute :11 bzw. :40 ab HB.

- *Abfahrt ab Zürich Flughafen um :06/:36*

Diese Fahrplanlage kommt mit einer kurzen Standzeit am Flughafenbahnhof aus. In der momentanen Bearbeitungstiefe kann nicht abschliessend geklärt werden, ob der nötige Wendevorgang mit den Kapazitätsverhältnissen vereinbar ist, betrieblich ist diese Lösung am Flughafen aber sicher einfacher als die erste Variante. Bei einer Abfahrt des IC Zürich-Chur zur vollen bzw. halben Stunde resultiert eine nur leicht überdurchschnittliche Standzeit am HB von 14 Minuten, bei Abfahrt um Minute :11 bzw. :40 ergeben sich für die Passagiere von und nach Flughafen sehr lange Standzeiten und die Fahrzeitreduktion auf der Strecke Zürich-Chur bringt für dieses Potential nur eine geringe Verbesserung.

Welche Durchbindung umgesetzt wird, kann im Moment nicht abschliessend beurteilt werden. Die Möglichkeiten zur Durchbindung werden deshalb nicht in die Szenarienbildung einbezogen, die Potentiale gemäss obiger Beurteilung werden aber in der Variantenbeurteilung berücksichtigt.

2.2.2 Knoten Graubünden

Am Endknoten im Kanton Graubünden ist der Spielraum betrieblich deutlich grösser: Einerseits bestehen kaum Parallelangebote, auf die bei der Trassenplanung Rücksicht genommen werden muss. Andererseits ist das nachgeordnete Bahnnetz der Rhätischen Bahn im heutigen Zustand nicht auf einen Stundenknoten ausgerichtet und die Fahrpläne müssten unabhängig von der genauen Ausgestaltung einer neuen Lösung angepasst werden.

Wird der Knoten Landquart als neuer Stundenknoten im Kanton Graubünden definiert, ist eine Abfahrtszeit unmittelbar in der Symmetrie (:00 bzw. :30) zweckmässig. Die Anschlüsse des untergeordneten Netzes können darauf abgestimmt werden, eine Wendezeit entfällt aufgrund der Weiterfahrt nach Chur.

Wird Chur als zentraler Knoten des Bahnnetzes im Kanton Graubünden beibehalten, sind bezüglich der Fahrplanlage zwei Szenarien denkbar:

- *Abfahrt :03 bzw. :33*
Schlankes Wenden (Zeitbedarf ca. 6 bis 7 Minuten), Anschlüsse an RhB und Busse günstig, nötige Fahrzeitreduktion ist höher.
- *Abfahrt :00 bzw. :30*
Wenden auf Folgekurs, Komposition muss während ca. 20 Minuten im Bahnhof ausgestellt werden, relativ lange Standzeiten der RhB und Busse zur Gewährleistung der Anschlüsse, nötige Fahrzeitreduktion ist tiefer.

2.3 Zwischenhalt Sargans

Der bestehende IC Zürich-Chur hält in Sargans. Als Teil des angestrebten Stundendreiecks Zürich-St.Gallen-Sargans stellt der Knoten Sargans für den Kanton St. Gallen ein zentrales Element seiner öV-Konzeption dar. Heute funktioniert Sargans als vollwertiger Stundenknoten und bietet Anschlüsse ins St. Galler Rheintal sowie auf den Regionalzug nach Landquart. Dies ist auch in den Planungen zum AP-Ost so vorgesehen. Dabei bietet der heutige IC mit Abfahrt zur Minute :37 in Zürich und Ankunft in Sargans :32 Anschluss an den Rheintal-Express mit Abfahrt zur Minute :35.

Die Frage, ob die schnelle Zugverbindung zwischen dem Grossraum Zürich und der Südostschweiz weiterhin in Sargans hält, ist entsprechend mit grosser Sorgfalt zu prüfen. Ist kein Halt vorgesehen, ist mit erheblichem Widerstand seitens des Kantons St. Gallen zu rechnen. Auch wenn der Halt erhalten bleibt, nehmen für umsteigende Passagiere Richtung Rheintal bei gleichbleibender Reisezeit die Übergangszeiten in Sargans zu. Auf der anderen Seite verringert ein Verzicht auf den Halt in Sargans die nötige Fahrzeitreduktion um drei Minuten. Es werden deshalb beide Optionen in die Szenarienbildung einbezogen.

2.4 Übersicht Szenarien

Aus den oben dargestellten Variablen lassen sich mittels morphologischer Analyse die in folgender Abbildung dargestellten Szenarien ableiten. Die dazu notwendigen Fahrzeiten und die erforderlichen Reduktionen gegenüber dem heutigen Netz auf der rechten Seite lassen sich direkt aus den betrieblichen Variablen ableiten.

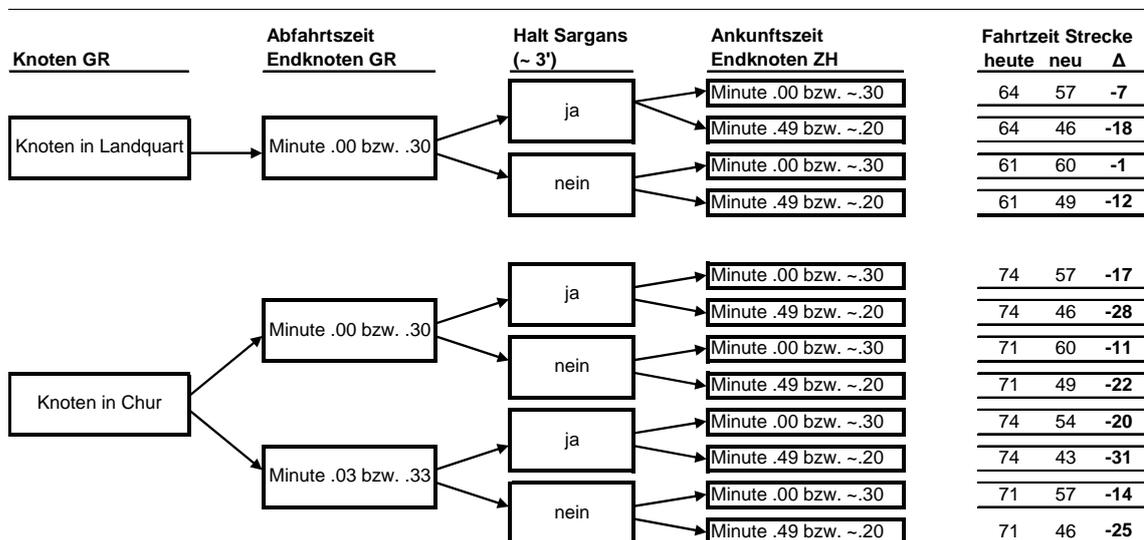


Abbildung 7: Übersicht Szenarien und erforderliche Fahrzeitreduktion

3 Korridorstudie

3.1 Handlungsspielräume

Bei einer Streckenlänge von 116 km und zwei Halten (Sargans und Landquart) beträgt die fahrplanmässige Reisezeit heute 74 Minuten – die Reisegeschwindigkeit damit \varnothing 94 km/h (bei nur einem Halt in Landquart würden ca. 71 Minuten und 98 km/h resultieren). Soll die Reisezeit auf unter eine Stunde verkürzt werden, sind mittlere Reisegeschwindigkeiten von mehr als 125 km/h erforderlich (z.B. 55 Min / 127 km/h); unter Berücksichtigung des Zeitbedarfs für einen Halt in Landquart bedeutet dies mittlere Streckengeschwindigkeiten im Bereich von 130-140 km/h.

Grundsätzlich bestehen drei Möglichkeiten, um die Fahrzeit zu reduzieren.

- Neubaustrecken in einem neuen Korridor (siehe Kapitel 3.2)
 - Steigerung der maximalen Geschwindigkeit
 - Verkürzung der Streckendistanz durch Führung nahe der direkten Luftlinie Zürich - Chur.
- Betriebliche Massnahmen auf der bestehenden Strecke (siehe Kapitel 3.3)
 - Steigerung der maximalen Geschwindigkeit
- Neubaustrecken im bestehenden Korridor (siehe Kapitel 3.4)
 - Steigerung der maximalen Geschwindigkeit
 - Evtl. geringfügige Verkürzung der Streckendistanz

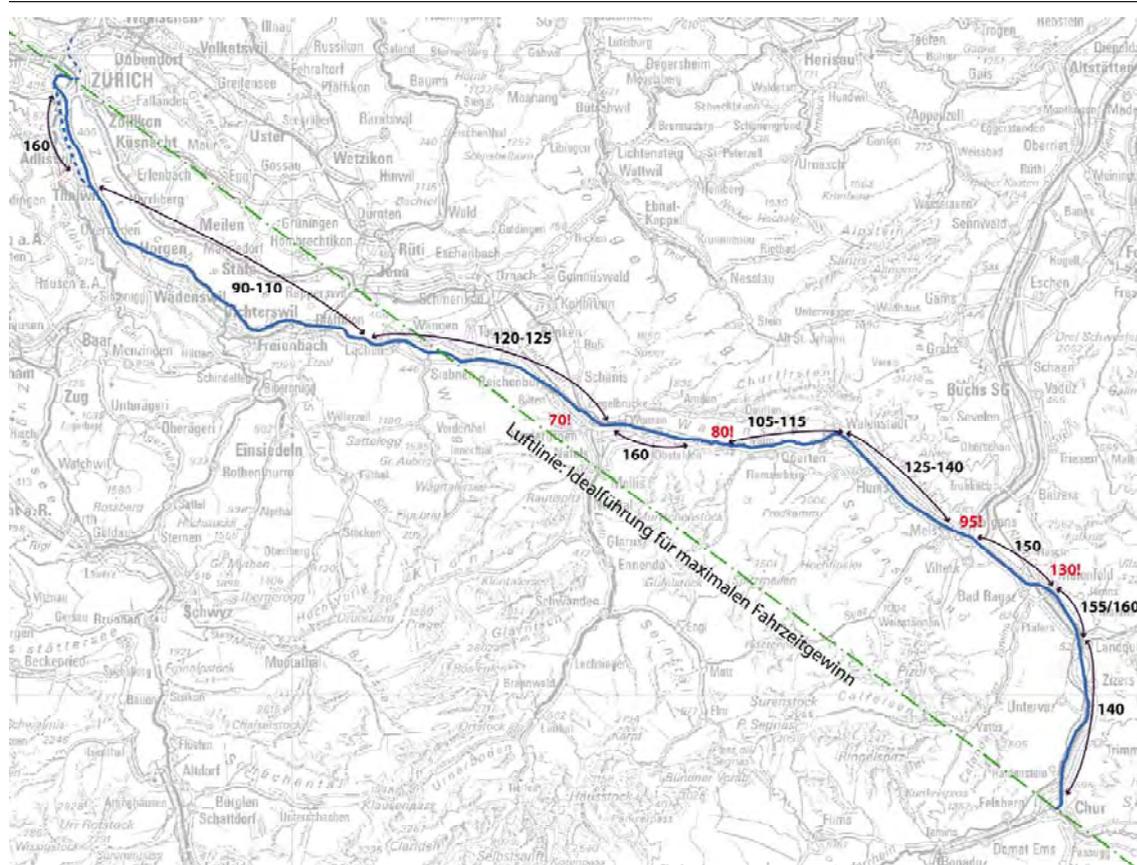


Abbildung 8: Heutige Strecken-Maximalgeschwindigkeiten

Besonders grosse Fahrzeitgewinne können erreicht werden, wenn zeitintensive Brems- und Beschleunigungsvorgänge vermieden und ein konstant hohes Geschwindigkeitsniveau über längere Strecken angestrebt wird. Massnahmen in Abschnitten mit einer heute tiefen Geschwindigkeit sind deshalb besonders wirksam. Aus Abbildung 8 lassen sich die folgenden prioritären Gebiete ableiten:

- Deutlich unter dem anzustrebenden Zielwert liegen die Abschnitte entlang von Zürichsee (90-110 km/h) und Walensee (105-115 km/h). In der Linthebene sind die Geschwindigkeiten aufgrund der schwierigen Baugrundverhältnisse auf 120-125 km/h begrenzt, was ebenfalls unter dem Zielwert liegt.
- Drei lokale Geschwindigkeitseinbrüche bestehen auf der heutigen Strecke: die Linthbrücke westlich des Bhf. Ziegelbrücke (70 km/h), der eingleisige Abschnitt Mühlehorn-Tiefenwinkel (80 km/h) und die Durchfahrt Bhf. Sargans (95 km/h).
- Der Abschnitt Walenstadt-Chur ist mit Ausnahme des Bahnhofs Sargans bereits mit der angestrebten Geschwindigkeit befahrbar (meist 140-160 km/h). Weitere kurze Hochgeschwindigkeitsabschnitte liegen im Tunnel Thalwil-Zürich und auf der Strecke Weesen – Mühlehorn (jeweils 160 km/h).

Das jeweils massgebende Kriterium für die Maximalgeschwindigkeit an einem bestimmten Streckenabschnitt kann nicht genau definiert werden. Stellt man die Höchstgeschwindigkeiten der jeweiligen Kurvigkeit ($1/\text{Radius}$) gegenüber, erkennt man aber doch, dass die horizontale Linienführung einen erheblichen Einfluss auf die Geschwindigkeit hat (vgl. nachfolgende Abbildung). Besonders gut erkennbar sind die kurvigen Abschnitte entlang der beiden Seen, die aufgrund ihrer Länge und der tiefen Geschwindigkeit ein hohes Potential hinsichtlich Fahrzeitreduktion aufweisen.

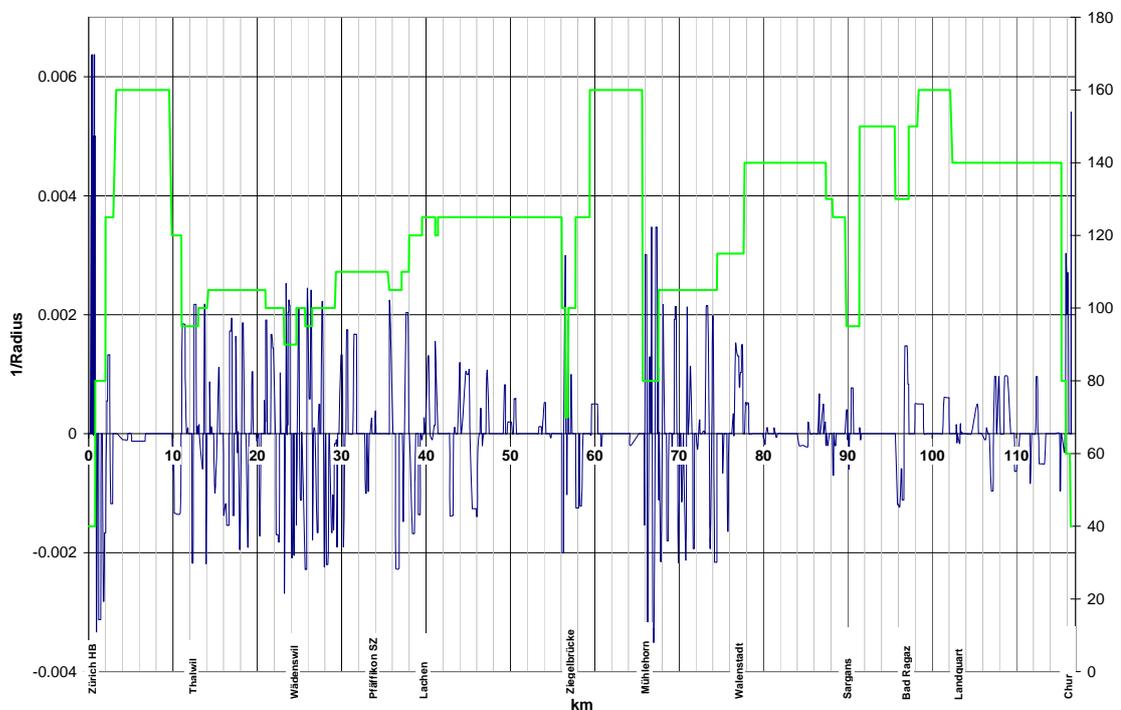


Abbildung 9: Kurvenband (linke Skala) und Maximalgeschwindigkeit (rechte Skala) zwischen Zürich und Chur

Aus diesen Erkenntnissen lassen sich folgende Stossrichtungen für den Ausbau des bestehenden Korridors definieren:

- Entlang der beiden Seestrecken sind aufgrund der Kurvigkeit der bestehenden Strecke sowohl betriebliche Massnahmen (Ausbau, Neigetechnik) als auch Neubaustrecken zu prüfen. Letztere umfassen mittellange bis lange Tunnelstrecken.
- An den lokalen Schwachstellen sind kleinräumige Umfahrungen zu prüfen, um die Geschwindigkeitseinbrüche zu vermeiden.
- Im Bereich Linthebene/March ist eine Neutrassierung der Strecke zur Erhöhung der Geschwindigkeit zu prüfen.
- Im Seetal zwischen Walenstadt und Sargans ist ein Ausbau in Betracht zu ziehen.

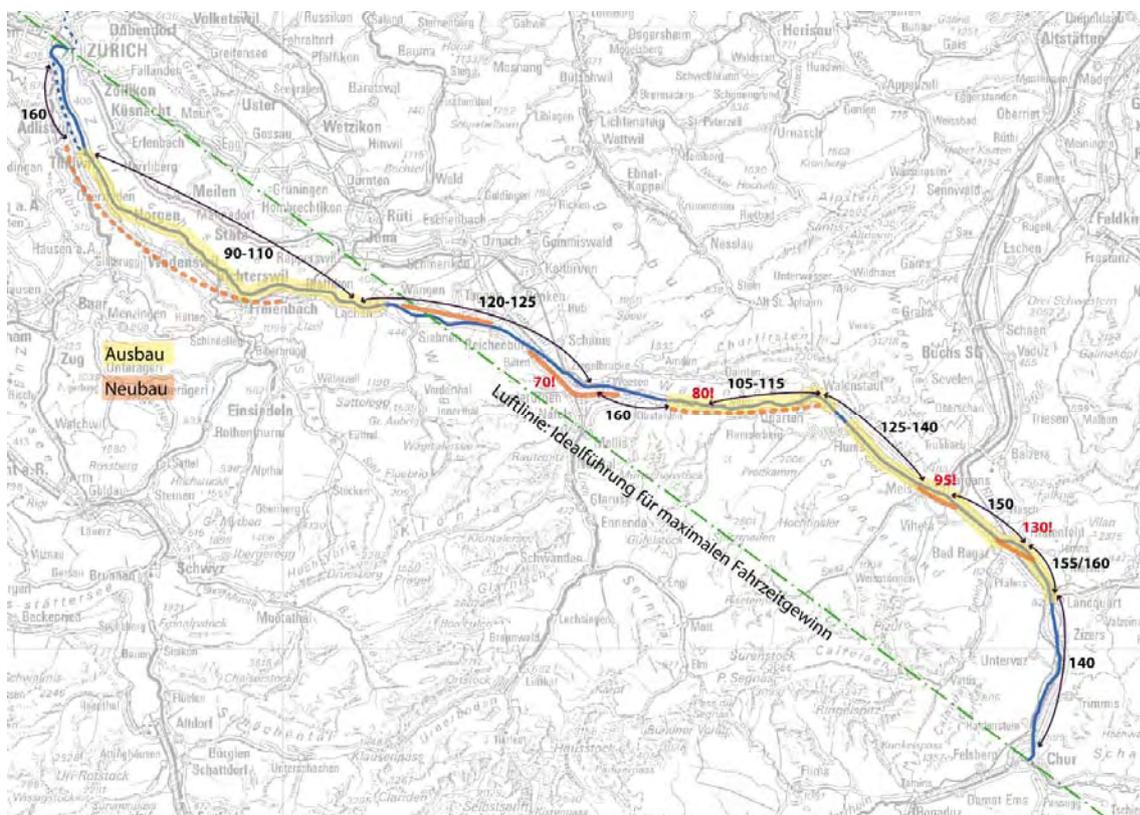


Abbildung 10: Übersicht Lösungsansätze im bestehenden Korridor

3.2 Neubaustrecken in neuem Korridor

Durch die Topographie und die beiden grossen Seen verläuft die bestehende Strecke Zürich-Chur in einer grossen S-Kurve. Die beiden Halbbogen weichen dabei erheblich von der Luftlinie zwischen den beiden Endpunkten ab. Dementsprechend wurden zwei denkbare Korridore für eine kürzere und damit schnellere Linienführung identifiziert:

- Korridor Zürcher Oberland (Zürich-Linthebene)
- Korridor Spitzmeilen (Linthebene-Graubünden)

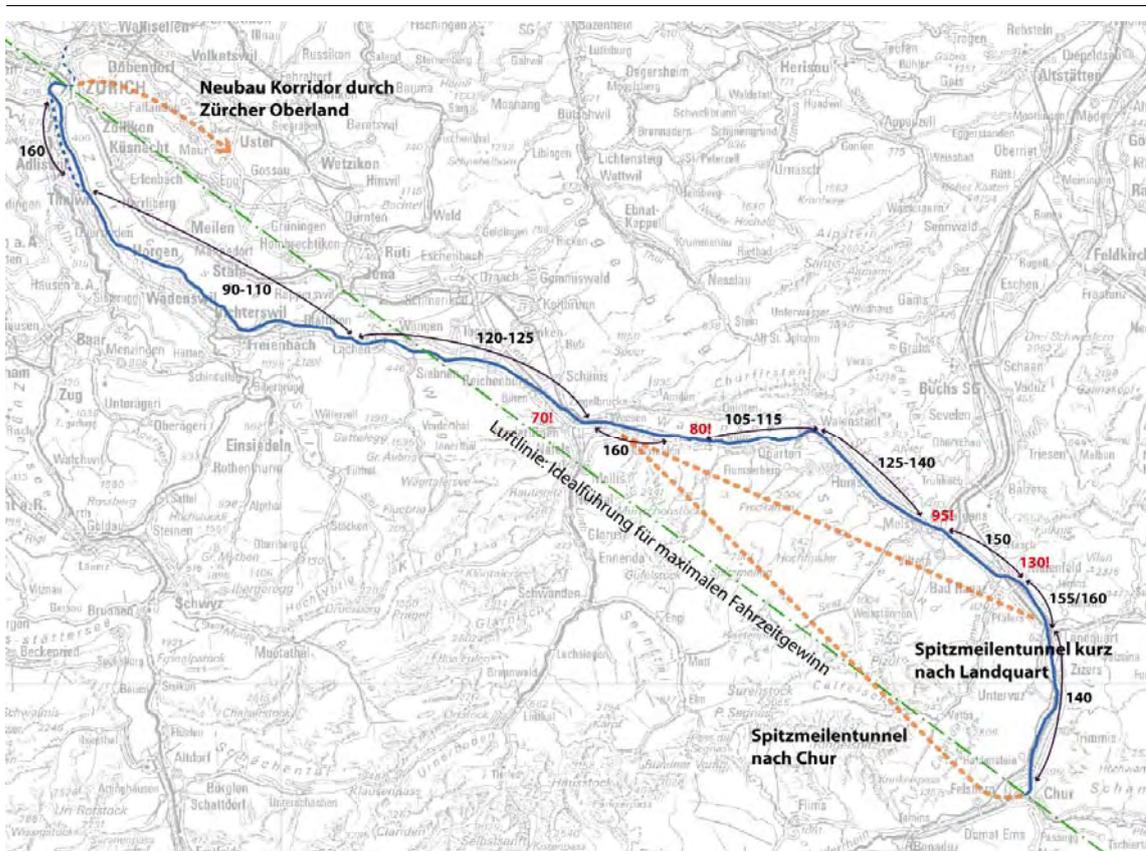


Abbildung 11: Übersicht Lösungsansätze neue Korridore

Korridor Zürcher Oberland

Eine Führung durch das Oberland bzw. den Pfannenstiel über Rapperswil-Jona und Uznach in die Linthebene würde nahe an der Luftlinie Zürich-Chur verlaufen und eine entsprechend kurze Fahrzeit ermöglichen.

Der Ansatz wird aber aus den folgenden Gründen als kritisch beurteilt:

- Eine oberirdische Linienführung im landschaftlich sensiblen Raum Pfannenstiel / Oberland ist kaum denkbar. Entsprechend müsste eine Neubaustrecke in diesem Bereich durchgehend unterirdisch erfolgen.
- Die Ausfahrt aus dem HB Zürich kann entweder über die Durchmesserlinie erfolgen, was den Bau eines Abzweigers unter Betrieb aus dem eben in Erstellung begriffenen Weinbergtunnel bedingt, oder über den Bahnhof Stadelhofen, der kapazitätsmässig heute schon an die Grenzen stösst. Beide Lösungen sind bau- und bahntechnisch schwierig.
- Der Obersee muss nördlich umfahren werden, so dass in diesem Raum erheblich von der Luftlinie abgewichen werden muss. Entsprechend wird die mögliche Fahrzeitreduktion reduziert.
- Die neue Infrastruktur bringt nur dem Verkehr von und nach Graubünden Verbesserungen. Unter diesem Gesichtspunkt erscheinen die hohen Investitionskosten nicht vertretbar.

Aus diesen Gründen wird eine nördliche Neubauvariante nicht weiterverfolgt.

Korridor Spitzmeilen

Eine direkte Neubaustrecke von Weesen nach Landquart oder Chur würde die Streckenlänge verkürzen und die Fahrzeit um rund 15 Minuten verringern. Eine solche Neubaustrecke hat allerdings erhebliche Nachteile zur Folge: Aufgrund der Topographie ist eine Direktverbindung nur als durchgängiger Tunnel möglich. Mit einer Streckenlänge von 37 km (Weesen-Landquart) bzw. 44 km (Weesen-Chur) ist ein solcher Tunnel kostenmässig zwischen Lötschbergbasis- und Gotthardbasistunnel anzusiedeln. Im Gegensatz zu diesen beiden Bauwerken bildet ein Spitzmeilentunnel allerdings kein Kernelement einer nationalen oder gar europäischen Netzstruktur. Vielmehr sind die Vorteile auf die Erreichbarkeit des Kantons Graubünden beschränkt.

Der beschränkte Nutzen wiegt die hohen Kosten bei weitem nicht auf, weshalb der Ansatz nicht weiter verfolgt wird.

3.3 Betriebliche Massnahmen auf bestehender Strecke

3.3.1 Einsatz von Neigetechnik

Für die kurvigen Strecken entlang der beiden Seen ist im Prinzip der Einsatz von Neigetechnik zur Reduktion der Fahrzeit denkbar. Gemäss einer groben Schätzung kann die Fahrzeit zwischen Thalwil und Pfäffikon SZ dadurch um 1.5 bis 2 Minuten verringert werden, zwischen Mühlehorn und Flums um rund 1 Minute. Nachfolgend werden die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Neigetechnik tabellarisch dargestellt.

Vorteile	Nachteile
+ Geringe Investitionskosten	- Geringe Flexibilität beim Rollmaterialeinsatz
+ Keine Konflikte mit Umgebung	- Fahrzeitreduktionen sind gering
	- Geringere Fahrgastkapazität gegenüber konventionellem Rollmaterial

Tabelle 3: Vor- und Nachteile Neigetechnik

Insbesondere der Nachteil der geringeren Flexibilität beim Rollmaterialeinsatz wird sehr negativ beurteilt, da auf der Neubaustrecke – wie bereits heute – auch internationale Züge zum Einsatz kommen sollen, auf deren Rollmaterialeinsatz aus Sicht der Schweiz nur bedingt Einfluss genommen werden kann. Zudem reichen die möglichen Reduktionen von maximal 3 Minuten bei weitem nicht, um die erforderlichen Fahrzeiten zu erreichen. Diese gewichtigen Nachteile wiegen die Vorteile nicht auf.

Der Einsatz von Neigetechnik wird deshalb in der weiteren Bearbeitung nicht weiter verfolgt.

3.3.2 Kleinere bauliche Optimierungen

Mittels Begradigung enger Kurvenradien oder Um- und Ausbauten an der Strecken- und Sicherungsinfrastruktur könnte entlang den kurvigen Strecken entlang der Ufer des Zürich- und Walensees die Streckengeschwindigkeit erhöht werden.

Die genauere Betrachtung der Abschnitte zeigt aber, dass kaum Potential für solche Optimierungen zu finden beziehungsweise diese nicht zielführend sind. So ist nahezu der gesamte Korridor am linken Zürichseeufer von einer relativ dichten Bebauung bis an die Bahnstrecke geprägt (siehe Abbildung 12). Zusätzlich verläuft die Bahnstrecke oft nahe am Seeufer. Am Walensee ist aufgrund der Topographie kaum Platz für Korrekturen am Streckenverlauf ohne die Strecke in einen Tunnel zu verlegen. Diese Situation schliesst auch den Bau eines zusätzlichen Überholgleises aus.



Abbildung 12: Enge Raumverhältnisse für Bahn zwischen Zürichsee, Siedlung und Hügelzügen

Eine Anpassung der Sicherungstechnik auf den Abschnitten wurde nicht weiter untersucht, da eine Erhöhung der Streckengeschwindigkeit eine Ausweitung der Blockabstände bedingen würde. Dies ist aber angesichts der damit verbundenen Kapazitätseinbußen auf diesen Abschnitten nicht vertretbar, insbesondere an der Strecke bis Pfäffikon wo mit der S-Bahn Zürich dichter Regionalverkehr gefahren wird. Die Verringerung der Blockabstände durch zusätzliche Signale bringt wiederum im vorliegenden Perimeter keinen Reisezeitgewinn, sondern nur Kapazität für zusätzliche Züge.

Kleinere Optimierungen im oben beschriebenen Sinne können im Rahmen der Detailplanung allenfalls noch geringe Einsparungen ermöglichen. Für spürbare Fahrzeitreduktionen reichen diese Massnahmen allerdings nicht aus. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden diese Ansätze deshalb nicht weiter verfolgt.

3.4 Neubaustrecken im bestehenden Korridor

In den nachfolgenden Kapiteln werden mögliche Neubaumassnahmen im bestehenden Korridor diskutiert. Die Darstellung erfolgt dabei abschnittsweise von Zürich bis Chur.

Folgende Randbedingungen werden in Absprache mit der SBB Infrastruktur AG für das Variantenstudium zugrunde gelegt:

- Die Neubaustrecken werden wo möglich auf eine Maximalgeschwindigkeit von 200 km/h ausgelegt.
- Für die Ermittlung der neuen Reisezeiten wird von einer maximalen Bremsbeschleunigung von -0.45 m/s^2 ausgegangen. Die Beschleunigung wird abhängig von der Ausgangsgeschwindigkeit bestimmt und variiert zwischen 0.45 m/s^2 ($\leq 60 \text{ km/h}$) bis 0.08 m/s^2 ($\geq 160 \text{ km/h}$), die Werte dazwischen werden linear interpoliert.

- Die Fahrzeitreduktionen werden unter Einhaltung der heutigen Fahrplanreserven (rund 7% der Fahrzeit) entlang der gesamten Linie Zürich HB – Chur berechnet.
- Tunnelstrecken von mehr als zehn Kilometern Länge werden aus Sicherheitsgründen als zwei separate Einspurröhren realisiert.

3.4.1 Abschnitt Zürich-Pfäffikon

Zentral für eine massgebliche Beschleunigung der Gesamtstrecke Zürich – Chur sind Ausbauten im Bereich des linken Zürichseeufers. Aus topografischen Gründen (vgl. Kapitel 3.3.2) kommen nur Tunnelstrecken in Frage, wobei zwei Varianten betrachtet werden: Ein kurzer und ein langer Etzeltunnel. Beide Varianten schliessen an den im Jahr 2002 fertig gestellten Zimmerbergtunnel an. Damit bei einer Weiterführung des Tunnels entlang dem Zürichsee der Ausbau der Verbindung in die Innerschweiz mittels neuer AlpTransit-Basislinie weiter möglich ist, müsste nach dem Bereich der Verzweigung Nidelbad ein neues Anschlussbauwerk als Vorleistung erstellt werden. Der heutige Tunnelabschnitt Zürich Locherguet – Nidelbad ist auf eine Geschwindigkeit von 160 km/h ausgelegt. Ein Ausbau auf dieser Strecke ist nicht zweckmässig, da durch die begrenzte Ausfahrgeschwindigkeit aus dem Bahnhof Zürich sowie die erforderliche Bremsprobe die heutige Höchstgeschwindigkeit erst kurz vor Nidelbad erreicht wird.

Etzeltunnel kurz

Die kurze Variante des Etzeltunnels führt vom neuen Verzweigungsbauwerk Nidelbad zum Portal und Anschluss an das bestehende Netz im Raum Käpfnach bei Horgen. Aufgrund der Länge von mehr als 10 km sind zwei getrennte Tunnelröhren nötig. Umfahren werden die Bahnhöfe Horgen und Thalwil. Der Tunnel würde eine **Fahrzeitverkürzung von ca. 2 Minuten** ermöglichen.



Abbildung 13: Ezzeltunnel kurz



Abbildung 14: Ezzeltunnel lang

Etzeltunnel lang

Die lange Variante des Etzeltunnels schliesst ebenfalls bei der Verzweigung Nidelbad an und führt über eine Länge von 23 km bis zum Portalbereich westlich des Bahnhofs Pfäffikon SZ. Aufgrund der Länge von mehr als 10 km sind zwei getrennte Tunnelröhren nötig. Sämtliche Bahnhöfe entlang des linken Zürichseeufers bis nach Pfäffikon werden umfahren. Der Tunnel würde eine **Fahrzeitverkürzung von ca. 8 Minuten** ermöglichen.

3.4.2 Abschnitt Pfäffikon-Weesen

Im Bereich zwischen Pfäffikon und Lachen sind keine Ausbauten vorgesehen. Eine Weiterführung des langen Tunnels entlang des Zürichsees würde zwar eine weitere Reduktion der Reisezeit ermöglichen, dabei würde aber der wichtige Bahnknoten Pfäffikon abgehängt. Eine Neubaustrecke östlich von Pfäffikon wäre aufgrund der Bebauung und der Topographie wiederum nur unterirdisch möglich.

Ein solcher Tunnel wird aus den folgenden Gründen nicht weiterverfolgt:

- Aufgrund der Topographie müsste die March in einem relativ weiten Bogen südlich umfahren werden. Der Reisezeitgewinn durch die höhere Geschwindigkeit würde durch die grössere Streckenlänge teilweise kompensiert.
- Die flächige, praktisch durchgehende Bebauungsstruktur in der March und der Linthebene schränkt die möglichen Standorte für die Tunnelportale erheblich ein. Zudem werden in diesen Bereichen neue Gebiete von Lärmimmissionen beeinträchtigt, während die bestehende Strecke peripher zu den Siedlungsgebieten verläuft.
- Die Geschwindigkeit auf der heutigen Bahnstrecke ist mit 125 km/h im Bereich des anzustrebenden Durchschnittswertes. Gegenüber den Strecken entlang der beiden Seen ist entsprechend das Sparpotential geringer. Vor diesem Hintergrund ist ein – mit Sicherheit teurer – Tunnel in diesem Abschnitt wenig effizient.

Neubaustrecke March

Als weiteres Beschleunigungspotential wurde die Strecke in der March zwischen Lachen und Ziegelbrücke untersucht. Die maximale Geschwindigkeit ist auf Grund der geologischen Problematik heute auf 125 km/h beschränkt.

Ein Neubau der Strecke durch die March würde eine **Fahrzeitsparung von ca. 3 bis 4 Minuten** ermöglichen, bzw. abhängig vom Ausbau der folgenden Strecken sogar mehr. Dennoch wird auf die Weiterverfolgung dieser Massnahme verzichtet, da der Aufwand für die Erstellung einer Neubaustrecke in diesem Gebiet aus geologischen Gründen unverhältnismässig gross wäre.

Umfahrung Ziegelbrücke

Die heutige Streckenführung vor dem Bahnhof Ziegelbrücke entspricht den Begebenheiten, wie sie die Geschwindigkeiten in der Anfangszeit der Eisenbahn erforderten. Zwischen Autobahnunterführung und Bahnhof quert die Strecke die Linth und vereinigt sich mit der Strecke von Rapperswil, womit ein Geschwindigkeitseinbruch auf 70 km/h verbunden ist. Dieser stellt für haltende Züge keine Beeinträchtigung dar, dagegen für durchfahrende, schnellere Angebote einen Zeitverlust.

Ein alleiniger Ersatz der Brücke stellt wegen der Gleisgeometrie keine Option dar. Der Bahnhof Ziegelbrücke sollte demnach umfahren werden. In Frage kommen verschiedene Linienführungen, welche noch weiter vertieft werden müssten. Besonders zu beachten sind insbesondere allfällige Konflikte mit dem Siedlungsgebiet von Niederurnen, mit dem Autobahnanschluss und dem Linth-Kanal. Die **Fahrzeiteinsparung beträgt ca. 1 Minute**.

Bei einer Kombination der Umfahrung Ziegelbrücke mit einem langen Walenseetunnel (siehe unten) ist eine durchgehende Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h zwischen Ziegelbrücke und Flums anzustreben. In diesem Fall sind Massnahmen vorzusehen, um die Geschwindigkeit im Bereich Weesen von heute 160 auf 200 km/h zu erhöhen. Angesichts der geraden Linienführung und des vorhandenen Raums scheint eine solche Ertüchtigung aber gut machbar.



Abbildung 15: Neubaustrecke March



Abbildung 16: Umfahrung Ziegelbrücke

3.4.3 Abschnitt Weesen-Flums

Die Langsamfahrstelle im Bereich Tiefwinkel (Einspurstrecke, enge Radien) verringert die erreichbare Höchstgeschwindigkeit entlang des Walensees deutlich. Insbesondere kann im ganzen Abschnitt von Ziegelbrücke durch den Kerenzertunnel bis nach Mühlehorn keine höhere Geschwindigkeit erreicht werden, solange bei der Langsamfahrstelle auf 80 km/h abgebremst werden muss. Zur Verbesserung der Situation sind folgende zwei Ansätze denkbar:

- Kurzer Walenseetunnel zwischen Tiefenwinkel und Flums
Keine Beseitigung der Langsamfahrstelle, aber frühzeitige Beschleunigung für die Weiterfahrt Richtung Sargans
- Langer Walenseetunnel zwischen Gäsi und Flums
Beseitigung der Langsamfahrstelle, konstantes Geschwindigkeitsniveau entlang des gesamten Walensees

Walenseetunnel kurz

Die kurze Variante des Walenseetunnels führt von Tiefenwinkel nach Flums. Aufgrund der Länge von mehr als 10 km sind zwei getrennte Tunnelröhren nötig. Umfahren wird dadurch die kurvige Strecke entlang des Walensees aber nicht die Langsamfahrstelle zwischen Mühlehorn und Tiefenwinkel. Der Tunnel würde bei einer Länge von ca. 12 km eine **Fahrzeitverkürzung von ca. 3.5 Minuten** ermöglichen.

Walenseetunnel lang

Die lange Variante des Walenseetunnels führt vom Gäsi direkt nach Flums. Aufgrund der Länge von mehr als 10 km sind zwei getrennte Tunnelröhren nötig. Im westlichen Bereich kann der bestehende Kerenzertunnel mitgenutzt werden, falls für die Verzweigungsstelle im Berg eine gute Lösung gefunden wird. Umfahren wird dadurch die gesamte Walenseesstrecke inklusive Langsamfahrstelle zwischen Mühlehorn und Tiefenwinkel. Der Tunnel würde bei einer Länge von ca. 17 km eine **Fahrzeitverkürzung von ca. 7 Minuten** ermöglichen.



Abbildung 17: Walenseetunnel kurz



Abbildung 18: Walenseetunnel lang

3.4.4 Abschnitt Flums-Chur

Die Strecke im Seetal und im Bündner Rheintal kann heute schon mit 140 km/h und schneller durchfahren werden. Das Potential für Reisezeiteinsparungen ist entsprechend relativ gering, zumal Verbesserungen im südlichen Teil dieses Abschnitts nur dem Kanton Graubünden zugute kommen. Positiv ist hingegen, dass die bestehenden Strecken eine vorwiegend geradlinige Führung aufweisen und entsprechend einfacher beschleunigt werden können als die oben beschriebenen Abschnitte. Entsprechend werden Massnahmen in Betracht gezogen, die die beiden punktuellen Geschwindigkeitseinbrüche (Bahnhof Sargans, Bad Ragaz) beseitigen oder über die gesamte Strecke einen homogenen Geschwindigkeitsverlauf ermöglichen.

Ausbau Walenstadt-Maienfeld

Die gesamte Bahnstrecke zwischen Walenstadt und Maienfeld wird so ausgebaut, dass der Abschnitt durchgängig mit 180-200 km/h befahren werden kann. Die dafür notwendigen Massnahmen können im Moment noch nicht genau definiert werden, aufgrund der heute auf weiten Strecken geradlinigen Trassierung dürften sich die Anpassungen aber auf einzelne lokale Punkte konzentrieren (z.B. Ausbau Bahnhof Sargans für hohe Durchfahrtsgeschwindigkeit, Umfahrung Bad Ragaz). Der Ausbau ist nur sinnvoll, wenn auf den Halt in Sargans verzichtet wird, da ansonsten aufgrund der Beschleunigung und Verzögerung die höheren Geschwindigkeiten gar nicht realisiert werden können.

Die **Einsparung beträgt ca. 5 Min.** (inkl. 3 Min durch den wegfallenden Halt Sargans).

Umfahrung Bad Ragaz

Als Variante ist auch eine kurze Umfahrung von Bad Ragaz denkbar. Dadurch könnte von Sargans bis Landquart durchgehend 150 km/h (gegenüber 130 km/h) auf der heutigen Strecke gefahren werden. Der **Reisezeitgewinn beträgt weniger als 1 Minute**, ist aber auch bei einem Halt in Sargans realisierbar.



Abbildung 19: Umfahrung Bad Ragaz



Abbildung 20: Ausbau Walenstadt-Maienfeld

3.5 Kombination mit Szenarien

Gemäss obiger Variantenentwicklung sind die folgenden Massnahmen prinzipiell zielführend zur Erreichung der Fahrzeitreduktion:

- Etzeltunnel kurz oder lang
- Walenseetunnel kurz oder lang
- Umfahrung Bad Ragaz
- Umfahrung Ziegelbrücke
- Ausbau Walenstadt-Maienfeld

Je nach Szenario der Fahrzeitreduktion gemäss Kapitel 2.4 sind unterschiedliche Kombinationen dieser Massnahmen notwendig, um die angestrebte Reduktion zu erreichen. Die Zusammenstellung dieser Massnahmenpakete erfolgt nach den folgenden Grundsätzen:

- Es werden nur so viele Massnahmen kombiniert, dass die erforderliche Reduktion erreicht werden kann.
- Knotennahe Ausbauten (geringe Distanz zum HB Zürich) werden gegenüber knotenfernen Ausbauten bevorzugt, da erstere auch bestehenden Parallelangeboten Vorteile bringen (Synergieeffekt).
- Punktuelle Ausbauten, die eine Langsamfahrstelle beseitigen und auch auf angrenzenden Streckenteilen aufgrund des homogenen Geschwindigkeitsverlaufs Vorteile bringen, werden priorisiert (hohe Effizienz).
- Massnahmen auf benachbarten Streckenabschnitten werden nach Möglichkeit kombiniert, um die Synergieeffekte optimal nutzen zu können (längerer Hochgeschwindigkeitsabschnitt).

In der Darstellung auf der folgenden Seite sind die Massnahmenpakete, die für die Erreichung der Fahrzeitreduktionen in den einzelnen Szenarien nötig sind, zusammengestellt. Daraus wird ersichtlich, dass vier Szenarien überhaupt nicht oder nur dann erreicht werden können, wenn die ausgeschiedenen Elemente Spitzmeilentunnel oder Neubaustrecke March realisiert werden. Diese Szenarien mit einer nötigen Fahrzeitreduktion von mehr als 20 Minuten werden ausgeschieden.

Weiter werden diejenigen Szenarien ausgeschieden, bei denen eine ungünstige Abfahrtszeit am Endknoten Zürich (xx:00) resultiert und der Halt in Sargans aufgehoben wird. Diese Szenarien kombinieren Nachteile für den Kanton Graubünden (ungünstige Anschlüsse in Zürich) mit grossem zu erwartendem Druck seitens des vom aufgehobenen Halt betroffenen Kanton St. Gallen, was nicht zweckmässig erscheint.

Die übrigen, in Betracht zu ziehenden Szenarien (grün eingefärbt), beinhalten die Elemente Ezzeltunnel lang, Umfahrung Ziegelbrücke, Walenseetunnel lang, Ausbau Walenstadt-Maienfeld und Umfahrung Bad Ragaz. Die beiden kurzen Tunnelvarianten am Walen- und Zürichsee tragen dagegen zu wenig zur Erreichung einer geringeren Fahrzeit bei und werden nicht weiter betrachtet.

4 Machbarkeitsstudien

4.1 Bearbeitungstiefe

Die in Betracht kommenden fünf Neubaustrecken werden in der Folge grob auf ihre Machbarkeit überprüft. Angesichts des Projektziels und der zur Verfügung stehenden Grundlagen erfolgt keine vertiefte Untersuchung im Sinne der Machbarkeitsprüfung einer Zweckmässigkeitsbeurteilung. Ziel ist es vielmehr, kritische Punkte frühzeitig zu erkennen und auf ihre Relevanz und Konfliktschwere zu beurteilen, um Entscheidungsgrundlagen für die weiter zu verfolgenden Varianten erarbeiten und offensichtliche NoGo's darstellen zu können. Die folgenden Arbeiten werden vorgenommen:

- Die Linienführung der einzelnen Varianten wird in den Landeskarten 1:25'000 eingetragen. Dabei werden die zulässigen Radien grob überprüft.
- Anhand kantonaler Richtpläne werden Konflikte von oberirdischen Neubaustrecken mit inventarisierten Schutzobjekten und bezüglich Grundwassersituation untersucht.
- Für die Tunnelstrecken wird eine geologische Grobprognose erstellt und ein Vortriebskonzept als Grundlage für die Kostenschätzung erarbeitet.
- Kritische Details (Portalbereiche Tunnelstrecken, Konfliktpunkte bei oberirdischen Neubaustrecken) werden mittels Variantenstudien vertieft untersucht. Die planerischen Arbeiten wurden dabei durch einen Augenschein vor Ort anlässlich einer Begehung ergänzt.
- Der Kostenrahmen der einzelnen Elemente wird aufgrund der beschriebenen Abklärungen grob abgeschätzt (Kostenprognose).

4.2 Etzeltunnel lang

Horizontale Linienführung

Startpunkt der beiden Einspurröhren des rund 23 km langen Etzeltunnels ist das Anschlussbauwerk Nidelbad im Norden und Endpunkt ist das Ostportal bei Pfäffikon. Im Nidelbad ist ein zweites Abzweigungsbauwerk ab der zukünftigen Alp-Transit Stammlinie Richtung Zug zu erstellen. Dieses befindet sich südlich des bestehenden Abzweigers Richtung Thalwil (Tunnel Zürich-Thalwil). Im Bereich Pfäffikon wird der neue Tunnel westlich des Bahnhofs an die bestehenden Gleisanlagen angeschlossen. Bei der horizontalen Linienführung ist insbesondere die Lockergesteinsrinne Menzingen-Richterswil zu beachten. Gemäss heutiger geologischer Prognose kann diese nicht im Fels unterfahren oder südwestlich umfahren werden. Aus diesem Grund sollte einerseits darauf geachtet werden, dass die Lockergesteinsüberdeckung in diesem Bereich nicht zu gross ist und sich andererseits keine setzungsempfindlichen Bauwerke an der Geländeoberfläche befinden. Zusätzlich ist bei der horizontalen Linienführung dem geplanten Zwischenangriff ungefähr in Tunnelmitte Rechnung zu tragen. Da sämtliche Ver- und Entsorgung über diesen Bereich erfolgen soll, ist die entsprechende Erschliessung dieses Installationsplatzes von zentraler Bedeutung. Ansonsten ist vor allem auf eine ausreichende Felsüberdeckung insbesondere im Bereich der Bachquerungen zu achten.

In der momentanen Projektphase ist aufgrund der Tunnellänge von mehr als 20km eine Multifunktionsstelle am Fusspunkt des Zwischenangriffes vorgesehen.

Vertikale Linienführung

Aufgrund der Länge des Tunnels und der Höhenlagen der Anfangs- und Endpunkte ist ein einheitliches Längsgefälle Richtung Portal Pfäffikon nicht möglich. Daher ist ein Scheiteltunnel mit einem Hochpunkt ungefähr in Tunnelmitte zu erstellen. Das anfallende Wasser läuft somit einerseits zum Abzweigungsbauwerk Nidelbad und andererseits zum Portal Pfäffikon. Auch für die vertikale Linienführung ist die Lockergesteinsrinne Menzingen-Richterswil von zentraler Bedeutung. Generell soll dieser Bereich möglichst hoch durchquert werden. Dadurch kann sowohl die Überlagerung als auch die Belastung durch den vorhandenen Wasserdruck reduziert werden. Zudem kann die Länge des Zugangsstollens oder Zugangsschachtes für den Zwischenangriff minimiert werden. Auch bei der vertikalen Linienführung ist die ausreichende Felsüberdeckung in den restlichen Tunnelabschnitten zu beachten.

Vortriebskonzepte

Aufgrund der anstehenden geologischen Verhältnisse (Molassegesteine und Lockergestein) und der Tunnellänge steht der Vortrieb mit geschlossenen Schild-Tunnelbohrmaschinen mit Tübbingeinbau im Vordergrund. Der Tunnelausbruch erfolgt dabei ab dem Zwischenangriff Richtung Nordwesten mit einer reinen Hartgesteinsmaschine. Richtung Südosten kommt eine TBM mit Wechselmodus zum Einsatz. Diese kann sowohl als Hartgesteinsmaschine für den Felsbereich als auch als Hydroschild für den Lockergesteinsbereich betrieben werden. Je nach Standort des geplanten Zwischenangriffes wird die Maschine zuerst als Hartgesteinsmaschine (open) betrieben, danach in einer kurzen Umbauphase untertags für den Lockergesteinsvortrieb umgerüstet (closed) und nach dem durchhören dieses Abschnittes noch einmal für den restlichen Festgesteinsbereich in den open-Modus rückgebaut. Die Machbarkeit des Vortriebes im Lockergesteinsbereich muss in einer späteren Projektphase genauer untersucht werden. Insbesondere die Durchlässigkeit, die Lagerungsdichte und allfällige Findlinge sind dabei speziell zu beachten. Je nach Terminprogramm kommen für beide Richtungen je eine oder zwei Tunnelbohrmaschinen zum Einsatz. Momentan sind beide Vortriebsrichtungen als fallende Vortriebe vorgesehen. Dies ist aufgrund des geringen prognostizierten Wasseranfalls vertretbar. Falls in einer späteren Projektphase mit Abschnitten mit erhöhtem Wasserzutritt gerechnet werden muss, ist dieses Vortriebskonzept zu überdenken. Im Portalbereich Pfäffikon ist eine rund 500 m lange Tagbaustrecke in schwierigem Lockergestein im Grundwasser zu erstellen.

Logistik

Die benötigten Installationen für die erwähnten Tunnelvortriebe sind beträchtlich. Von der Abzweigung Nidelbad ist ein Vortrieb in dieser Grössenordnung nicht möglich. Auch im Bereich Pfäffikon ist für die Hauptvortriebe nicht genügend geeigneter Installationsplatz vorhanden. Aus diesem Grund wird ein grosser Installationsplatz im Portalbereich des Zwischenangriffes errichtet. Sämtliche Ver- und Entsorgungen erfolgen über diesen Platz. Eine Erschliessung mit einem separaten Bahnanschluss ist aufgrund der Projektgrösse wohl erforderlich. Es fallen rund 4 Mio. m³ fest Ausbruchmaterial an. Dieses kann kaum einer Wiederverwendung zugeführt werden. Die Entsorgung dieses Materials ist deshalb von zentraler Bedeutung. In den Kosten sind der Abtransport und die Deponierung in einer Grube (z.B. Rafzer Feld) eingerechnet.

Termine

Pro Einspürröhre muss mit einer Rohbauzeit von rund 8 Jahren gerechnet werden. Hinzu kommen die Vorbereitungsarbeiten, welche je nach Länge des Zugangsstollens rund 2 Jahre betragen. Für die Fertigstellung (Bahntechnik, Inbetriebnahme) kommen nochmals rund 4 Jahre dazu. Insgesamt muss mit einer Bauzeit von etwa 14 Jahren gerechnet werden.

Portal Pfäffikon

Das östliche Portal des Tunnels kann nur im Bereich zwischen Pfäffikon SZ und Freienbach erstellt werden, wo die einzige grössere Lücke im Siedlungsband entlang des Sees besteht. Untersucht wurden zwei Varianten:

- **Portal Eichholz**
Das Portal des Tunnels kommt in den Nordhang des Eichholzes, eines bewaldeten Hügelzugs zwischen Wilen und Pfäffikon, zu liegen. Die Strecke zwischen Portal und Bahnhof Pfäffikon wird oberirdisch geführt und quert ein Riedgebiet (Grützen), welches nicht inventarisiert ist, aber dennoch einen Naturraum von Wert darstellt, sowie die Kantonsstrasse. Im Vordergrund steht angesichts dieser Situation die Querung des Bereichs auf einem Viadukt, was wiederum eine erhebliche Beeinträchtigung für die Liegenschaften südlich des Riedgebietes darstellt. Insgesamt ist bei dieser Lösung mit erheblichem Widerstand seitens einspracheberechtigter Anwohner, Gemeinde und Umweltverbänden zu rechnen.
- **Portal Ried**
Der oben beschriebene heikle Bereich zwischen Eichholz und Kantonsstrasse wird bei dieser Variante durch eine Verlängerung der Tunnelstrecke unterfahren. Das Tunnelportal wird im Raum Ried südlich der bestehenden SBB-Linie realisiert, wobei der Portalbereich aufgrund der einzuhaltenden Maximalneigung und der flachen Topographie erheblich durchschnitten wird. Das beeinträchtigte Gebiet ist allerdings nicht inventarisiert, das Naturschutzgebiet Frauenwinkel nördlich des Bahnhofs Pfäffikon wird nicht tangiert. Bahnbetrieblich hat die erforderliche grosse Längsneigung keinen negativen Einfluss, da die Züge für die Durchfahrt des Bahnhofs Pfäffikon sowieso abbremsen müssen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung kann nicht abschliessend geklärt werden, welche der beiden oder allfälliger weiterer Varianten am zweckmässigsten für die Portalsituation sind. Aufgrund der insgesamt geringeren Konflikte wird die zweite Variante mit dem Portal Ried (vgl. nachstehende Abbildung) aber den weiteren Überlegungen zugrunde gelegt.

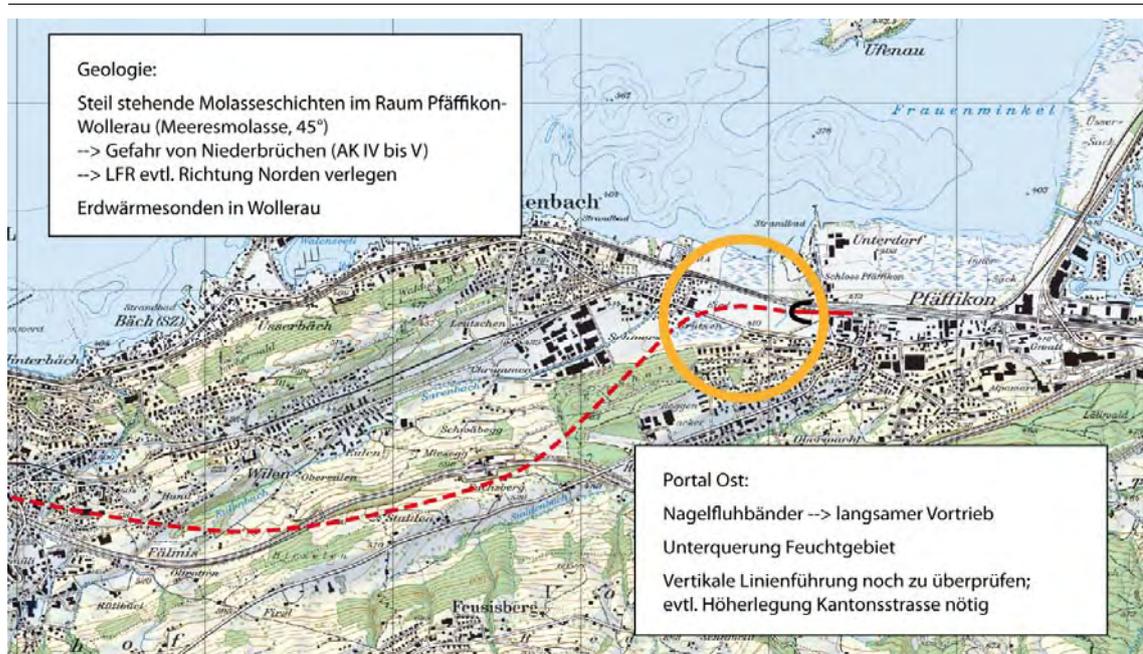


Abbildung 22: Machbarkeit Etzeltunnel lang – Portal Pfäffikon SZ

Beim Bahnhof Pfäffikon wird seit einigen Jahren eine niveaufreie Querung der SOB-Strecke Rapperswil-Biberbrugg über die SBB-Strecke Zürich-Chur diskutiert. Obwohl ein solches Bauwerk nahe beim Tunnelportal liegen dürfte, sind die Konflikte voraussichtlich gering, da bezüglich horizontaler und vertikaler Linienführung keine Überschneidung besteht. Ein langer Eitzunnel würde zudem die Auslastung der SBB-Stammstrecke und somit die Konflikte zur SOB-Strecke verringern, so dass der Handlungsbedarf hinsichtlich Überwerfung reduziert würde.

4.3 Walenseetunnel lang

Horizontale Linienführung

Start- und Endpunkt der Einspurröhren des rund 17.5 km langen Walenseetunnels sind das Portal West bei Weesen und das Ostportal bei Flums. Rund 2 km vom westlichen Portal entfernt ist eine unterirdische Verzweigung vorgesehen, damit die bestehende Stammlinie entlang des Walensees weiter betrieben werden kann. Im Bereich Flums wird der neue Tunnel westlich des Bahnhofs an die bestehenden Gleisanlagen angeschlossen. Gemäss heutiger geologischer Prognose kann der ganze Tunnel im Fels aufgefahren werden. Es ist vor allem auf eine ausreichende Felsüberdeckung insbesondere im Bereich der Bachquerungen zu achten.

In der momentanen Projektphase ist aufgrund der Tunnellänge von weniger als 20 km keine Multifunktionsstelle vorgesehen.

Vertikale Linienführung

Aufgrund der Länge des Tunnels und der Höhenlagen der Anfangs- und Endpunkte ist ein einheitliches Längsgefälle nicht möglich. Daher ist ein Scheiteltunnel mit einem Hochpunkt ungefähr in Tunnelmitte zu erstellen. Das anfallende Wasser läuft somit einerseits zum Portal West und andererseits zum Portal Ost. Das Längsgefälle kann auf das bautechnische Minimum von 0.5% beschränkt werden. Auch bei der vertikalen Linienführung ist die ausreichende Felsüberdeckung zu achten.

Vortriebskonzepte

Aufgrund der anstehenden geologischen Verhältnissen und der Tunnellänge steht der Vortrieb mit offenen Tunnelbohrmaschinen im Vordergrund. Dabei ist die Standfestigkeit der „Verrucano“-Abschnitte in einer späteren Projektphase genauer zu untersuchen. Die Tunnelvortriebe erfolgen ausschliesslich ab dem Portal Flums. Dies hat zur Folge, dass der westliche Abschnitt mit erhöhtem prognostiziertem Wasseranfall, fallend vorgetrieben werden muss. Um die damit verbundenen Probleme zu vermeiden, muss in einer späteren Projektphase alternativ ein steigender Vortrieb von Westen her untersucht werden. Ein allfälliger Zwischenangriff ist nur aufgrund einer gewünschten Bauzeitverkürzung erforderlich. Je nach Terminprogramm kommen eine oder zwei Tunnelbohrmaschinen zum Einsatz.

Logistik

Die benötigten Installationen für die erwähnten Tunnelvortriebe sind beträchtlich. Im Portalbereich Flums steht ausreichend Platz für einen entsprechenden Installationsplatz zur Verfügung. Sämtliche Ver- und Entsorgungen erfolgen über diesen Platz. Eine Erschliessung mit einem separaten Bahnanschluss ist ab der nahen SBB-Linie einfach möglich. Es fallen rund 3 Mio. m³ fest Ausbruchmaterial an. Dieses kann kaum einer Wiederverwendung zugeführt werden. Die Entsorgung dieses Materials ist deshalb für das Projekt von zentraler Bedeutung. In den Kosten

sind momentan der Abtransport und die Deponierung in einer Grube (z.B. Rafzer Feld) eingerechnet.

Termine

Pro Einspurröhre muss mit einer Rohbauzeit von rund 6-7 Jahren gerechnet werden. Hinzu kommen die Vorbereitungsarbeiten, welche rund 1 Jahr betragen. Für die Fertigstellung (Bahntechnik, Inbetriebnahme) kommen nochmals rund 3 Jahre dazu. Insgesamt muss mit einer Bauzeit von etwa 11 Jahren gerechnet werden.

Portal Gäsi

Im westlichen Bereich kann der bestehende Kerenzertunnel als eine Röhre genutzt werden. In diesem Fall wird nur eine neue Einspurröhre nördlich des bestehenden Tunnels erstellt, das Portal dieses Tunnels liegt im Bereich des Portals des stillgelegten alten Bahntunnels. Im Raum Obstalden ist in diesem Fall unterirdisch das oben erwähnte Verzweigungsbauwerk zu realisieren. Für den Bau des Abzweigers aus dem bestehenden Kerenzertunnel muss der Bahnbetrieb des Regionalverkehrs für einige Monate unterbrochen werden (Ersatzbusse). Der Fernverkehr kann hingegen während dieser Phase die neue durchgehende Einspurröhre Flums-Gäsi benutzen, welche bereits vorgängig fertig gestellt werden muss.

Sollte das Verzweigungsbauwerk aus technischen Gründen sehr aufwändig und teuer werden, ist auch eine durchgehende Führung der zwei Einspurröhren von Flums bis Gäsi denkbar. In diesem Fall sind die neuen Tunnelportale südlich der Tunnelröhren des Kerenzertunnel- und der beiden Nationalstrassentunnelstrecken anzuordnen.

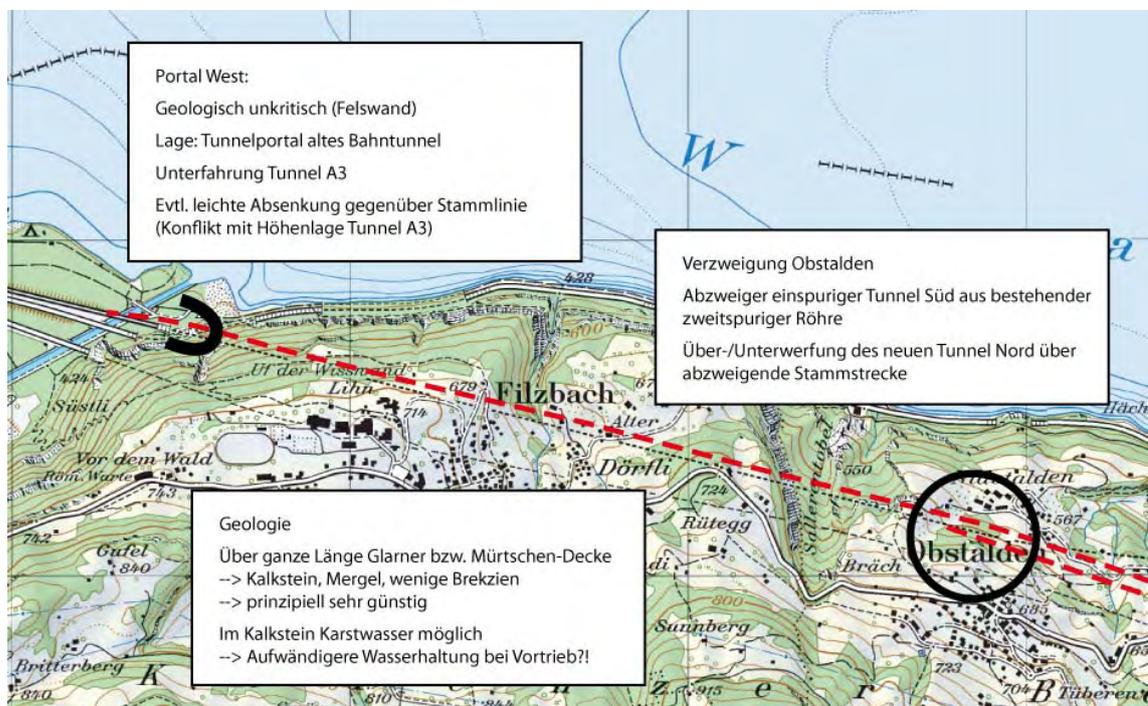


Abbildung 23: Machbarkeit Walenseetunnel lang – Portal Gäsi

4.4 Umfahrung Ziegelbrücke

Im Sinne einer Bündelung der Verkehrsachsen wird die Umfahrung von Ziegelbrücke entlang der Nationalstrasse A3 vorgeschlagen. Grundsätzlich ist eine Führung nördlich oder südlich der A3 denkbar. Aus folgenden Gründen wird die südliche Führung ausgeschlossen:

- Im Raum Niederurnen reicht das Siedlungsgebiet auf einer bedeutenden Länge bis an die Nationalstrasse, dazwischen ist kein Raum für eine neue Bahnachse. Der Bau würde den Erwerb und Abriss mehrerer Mehrfamilienhäuser bedingen.
- Im Bereich des Autobahnanschlusses Niederurnen gestaltet sich die vertikale Linienführung aufgrund der unterschiedlichen Höhenlagen der verschiedenen Rampenbauwerke als äusserst schwierig.

Die Umfahrung Ziegelbrücke beginnt deshalb nördlich der Raststätte Glarnerland mit der Unterquerung des auf einem Damm liegenden Nationalstrassentrassees. Anschliessend folgt das Bahntrasse mehrheitlich der Strassenachse. Bei der Überquerung der Ziegelbrückstrasse müssen ein bis zwei Liegenschaften erworben und abgebrochen werden, zudem wird die Lagerfläche einer Gärtnerei tangiert. Ab der Querung des Kanals steigt das Trasse auf einem Viadukt an und überquert die Bahnlinie Ziegelbrücke-Glarus sowie die Anschlussrampe der A3. Bezüglich der Pfeiler, die teilweise im Flussraum liegen dürften, sind frühzeitig Abklärungen bezüglich Hochwasserschutz zu treffen, grundsätzlich scheint ein solches Viadukt aber machbar. Vor dem Bahnhof Weesen mündet die Umfahrung Ziegelbrücke wieder in die Stammstrecke.

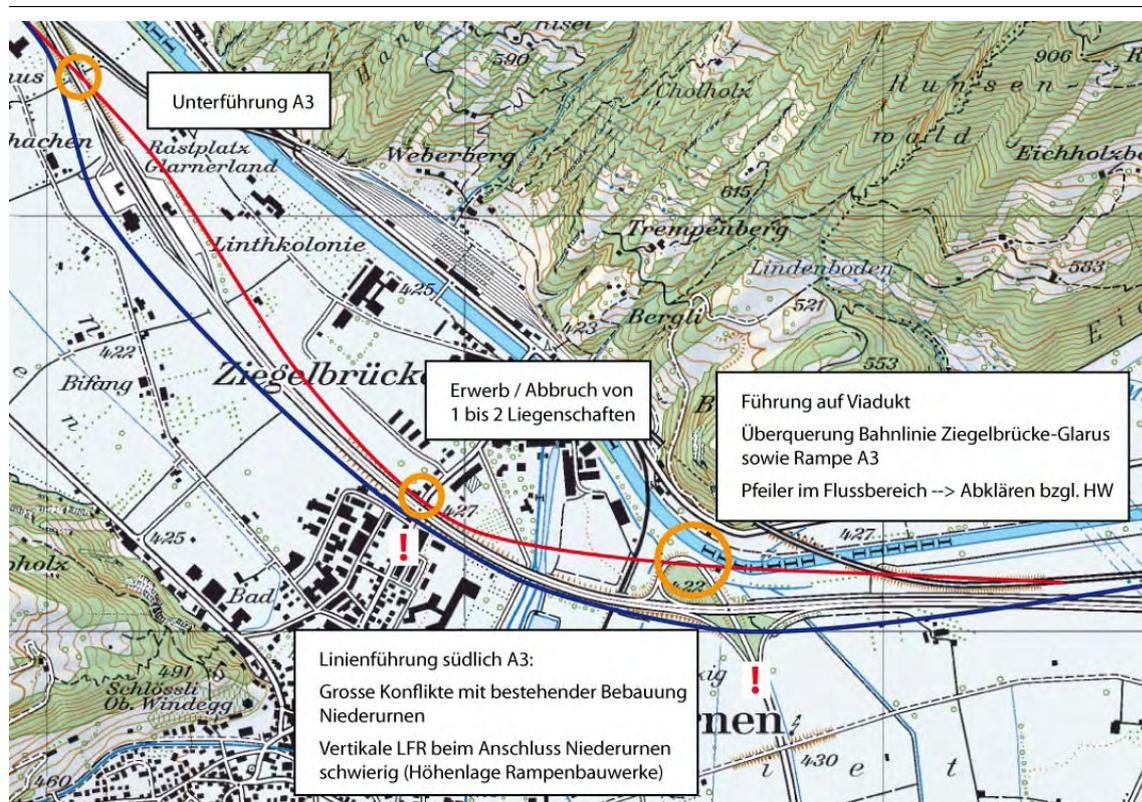


Abbildung 24: Machbarkeit Umfahrung Ziegelbrücke

4.5 Umfahrung Bad Ragaz

Im Sinne einer Bündelung der Verkehrsachsen wird die Umfahrung von Bad Ragaz analog zur Umfahrung Ziegelbrücke entlang der Nationalstrasse A3 vorgeschlagen. Eine Führung nordöstlich der A3 steht dabei aufgrund der geringeren Konflikte mit angrenzenden Nutzungen im Vordergrund. Diese Führung bedingt allerdings die Absenkung der Nationalstrasse A3 nordwestlich des Anschlusses Bad Ragaz. Nur so kann ein landschaftlich schwer integrierbares Viadukt für die neue Bahnlinie vermieden werden. Die entsprechende Überwerfung ist auf die Ausgestaltung des Anschlusses Bad Ragaz abzustimmen. Allenfalls kann der Anschluss auch tiefer gelegt werden. Bei der weiteren Bearbeitung ist zu berücksichtigen, dass im Bereich der Tieferlegung der A3 in ca. 8 bis 10 m Tiefe ein bedeutender Grundwasserstrom verläuft, der von Landquart her Richtung Sargans fliesst.

Im Bereich der Rheinquerung tangiert die Neubaustrecke die Anlagen eines Kieswerks. Hier ist ein Landerwerb und allenfalls der Abbruch einzelner Gebäude nötig. Zudem stellt das angrenzende Auengebiet einen wichtigen Lebens- und Schonraum bedrohter Arten dar. Weiter östlich verläuft die Neubaustrecke im Bereich der geschützten Kulturlandschaft und eines Geotops. Der entsprechende Schutzbedarf aller genannten Gebiete ist bei der weiteren Bearbeitung zu beachten, stellt aber aus heutiger Sicht kein NoGo dar.

Aus bautechnischer Sicht ist die gesamte Neubaustrecke ohne besondere Schwierigkeiten realisierbar.

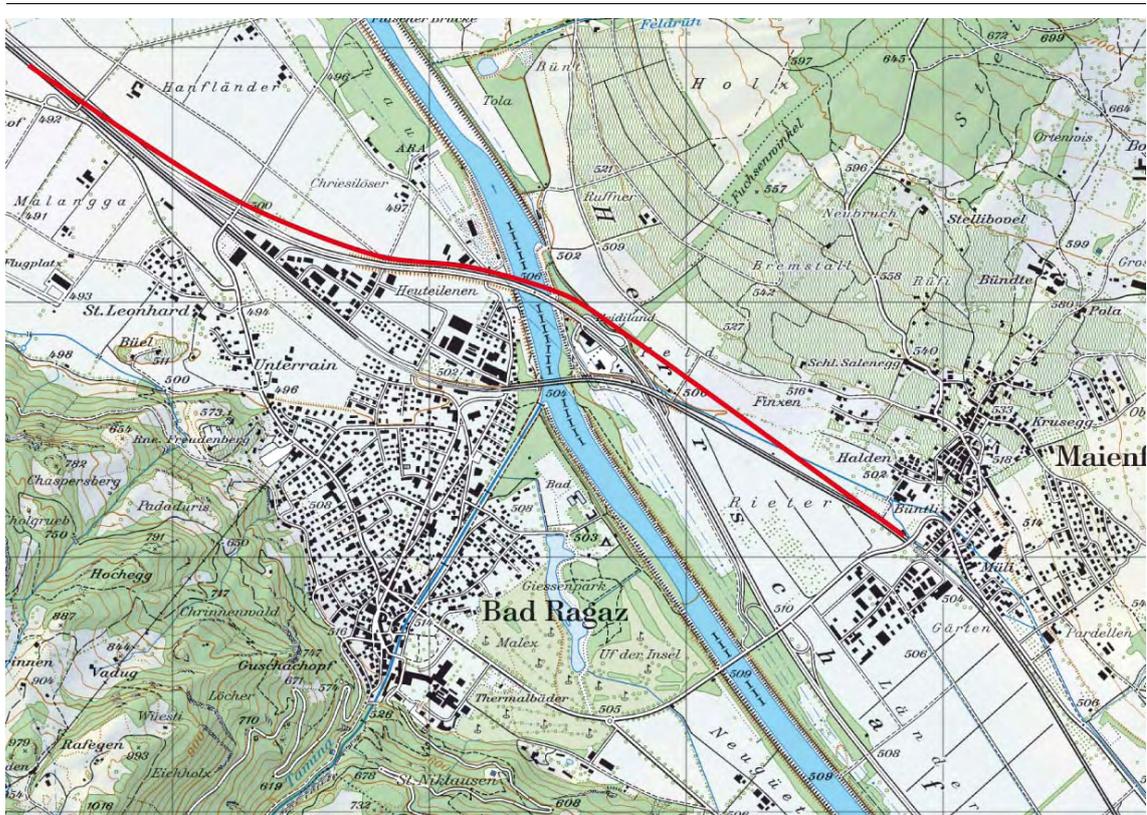


Abbildung 25: Machbarkeit Umfahrung Bad Ragaz

4.6 Kostenschätzung

Tunnelstrecken

Für die zwei aufwändigsten Elemente zur Erreichung der benötigten Fahrzeitreduktion – die beiden Tunnels am linken Zürichseeufer und am Walensee – wurde in Zusammenarbeit mit Experten aus dem Tunnelbau von Gähler und Partner AG eine detailliertere Kostenschätzung vorgenommen. Nachfolgend werden diese abgebildet

Während beim Etzeltunnel lang die schwierige Geologie ins Gewicht fällt, sind bei beiden Tunnels die Installationen sowie die Bahntechnik erhebliche Kostenfaktoren. Gerade letzteres hat sich bei laufenden grossen Tunnelbauvorhaben als grosser Kostenunsicherheitsfaktor erwiesen, weshalb auch hier auf die Unverbindlichkeit vorliegender Schätzungen verwiesen sei.

Kosten Etzeltunnel lang

Preisbasis: November 2009

In den Kosten nicht enthalten ist der Landerwerb sowie die Mehrwertsteuer.
Kostengenauigkeit: ± 30%

	Einheit	Masse total [E]	Einheitspreis [CHF]	Total [Mio. CHF]
Vortrieb und Ausbau				
Einspurtunnelröhre TBM-Schildvortrieb Festgestein	m	35'680	30'000	1'070.4
Einspurtunnelröhre TBM-Schildvortrieb Lockergestein	m	6'800	90'000	612.0
Umbau TBM + geol. bedingte Sondermassnahmen	Stk.	1	10'000'000	10.0
MFS (inkl. Einspurtunnelröhre, Zugangstollen)	Stk.	1	130'000'000	130.0
Verzweigung (exkl. Einspurtunnelröhre)	Stk.	1	20'000'000	20.0
Querschläge	3.5%			64.5
Diverses (Bt-Gebäude, Wasserhaltung etc.)	7.5%			138.2
Materialbewirtschaftung (inkl. Verladeanlage, Transport, Deponie)	m ³	3'610'800	100	361.1
Bahnanschluss	Stk.	1	30'000'000	30.0
<i>Zwischentotal</i>				2436.1
Installation	20.0%			487.2
Bauvorbereitung	ca. 4%			100.0
Unvorhergesehenes	ca. 15%			365.0
Total Vortrieb und Ausbau				3'388.4
Rohbau-Ausrüstung	2.5%			84.7
Sondierungen	0.5%			16.9
Honorare (Projekte und Bauleitungen)	12.0%			406.6
Allgemeines / Leitung und Planung	6.0%			233.8
Total Kosten Rohbau				4'130.4
Bahntechnik	25%			1'032.6
Gesamtkosten				5'163.0

Abbildung 26: Kostenschätzung Etzeltunnel lang

Kosten Walenseetunnel lang

Preisbasis: November 2009

In den Kosten nicht enthalten ist der Landerwerb sowie die Mehrwertsteuer.
Kostengenauigkeit: $\pm 30\%$

	Einheit	Masse total [E]	Einheitspreis [CHF]	Total [Mio. CHF]
Vortrieb und Ausbau				
Einspurtunnelröhre TBM-Vortrieb geol. günstig - mittel	m	32'750	25'000	818.8
Einspurtunnelröhre TBM-Vortrieb ungünstig	m	2'250	75'000	168.8
Querschläge	3.5%			34.6
Diverses (Bt-Gebäude, Wasserhaltung etc.)	7.5%			74.1
Materialbewirtschaftung (inkl. Verladeanlage, Transport, Deponie)	m ³	2'975'000	100	297.5
Bahnanschluss	Stk.	1	10'000'000	10.0
<i>Zwischentotal</i>				1'403.6
Installation	20.0%			280.7
Bauvorbereitung	ca. 4%			56.0
Unvorhergesehenes	ca. 15%			210.0
Total Vortrieb und Ausbau				1'950.4
Rohbau-Ausrüstung	2.50%			48.8
Sondierungen	0.50%			9.8
Honorare (Projekte und Bauleitungen)	12%			234.0
Allgemeines / Leitung und Planung	6%			134.6
Total Kosten Rohbau				2'377.5
Bahntechnik	25%			590.0
Gesamtkosten				2'967.5

Abbildung 27: Kostenschätzung Walenseetunnel lang

Oberirdische Neubaustrecken

Die oberirdischen Elemente (Umfahrung Ziegelbrücke, Umfahrung Bad Ragaz, Ausbau Walenstadt-Maienfeld) ist mit deutlich geringeren Kosten zu rechnen als für die beiden Tunnelstrecken. Gleichzeitig ist eine zuverlässige Schätzung aufgrund der groben Bearbeitungsstufe äusserst schwierig. Es wird von folgenden groben Kostenschätzungen ausgegangen:

- Umfahrung Ziegelbrücke 135 Mio. CHF
- Umfahrung Bad Ragaz 160 Mio. CHF
- Ausbau Walenstadt-Maienfeld 500 Mio. CHF

4.7 Zusammenfassung

Nachfolgende Tabelle gibt einen zusammenfassenden Überblick über die untersuchten Neu- und Ausbaustrecken, ihre Kosten sowie den erreichbaren Fahrzeitgewinn.

Massnahme	Kosten	Fahrzeitgewinn	Kosten/Minute
Etzeltunnel lang	ca. 5.2 Mrd. Fr.	ca. 8 Min.	ca. 650 Mio./Min.
Walenseetunnel lang	ca. 3 Mrd. Fr.	ca. 7 Min.	ca. 430 Mio./Min.
Umfahrung Ziegelbrücke	ca. 135 Mio. Fr.	ca. 1 Min.	ca. 135 Mio./Min.
Ausbau Walenstadt - Maienfeld	ca. 500 Mio. Fr.	ca. 2 bzw. 5 Min. ²	ca. 100 Mio./Min.
Umfahrung Bad Ragaz	ca. 160 Mio. Fr.	ca. 1 Min.	ca. 160 Mio./Min.

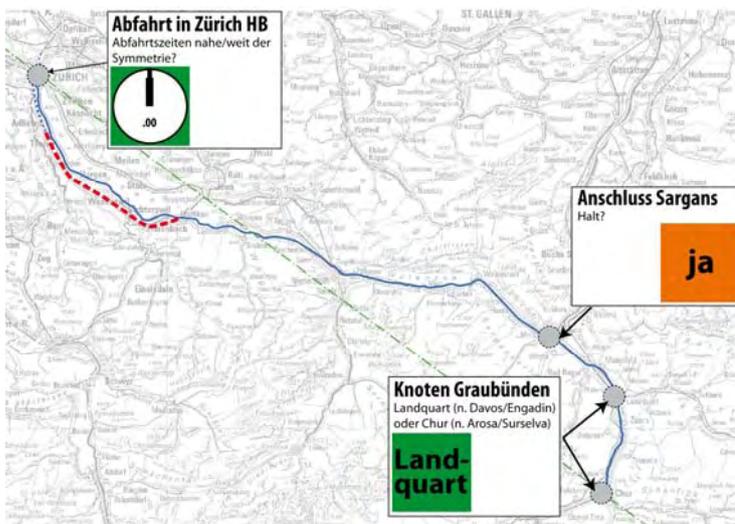
Tabelle 4: Übersicht Massnahmenansätze und Kosten

² ink. Wegfall Halt Sargans 3 Minuten. Effektive Zeitersparnis durch Ausbau: 2 Minuten.

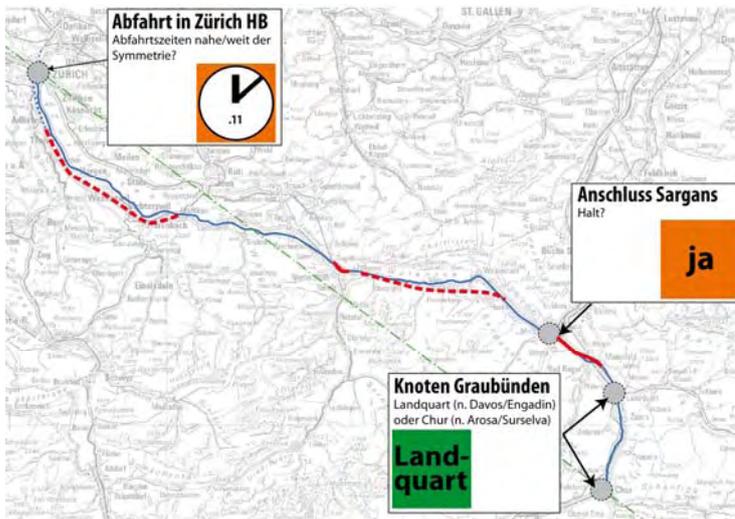
5 Variantenvergleich

5.1 Methodik und Zielsystem

Die in Betracht kommenden Szenarien für den Variantenvergleich entsprechen den grün eingefärbten Szenarien in Abbildung 21. Sie sind in der Folge mit den jeweils notwendigen Ausbaumassnahmen dargestellt.



Szenario 1



Szenario 2

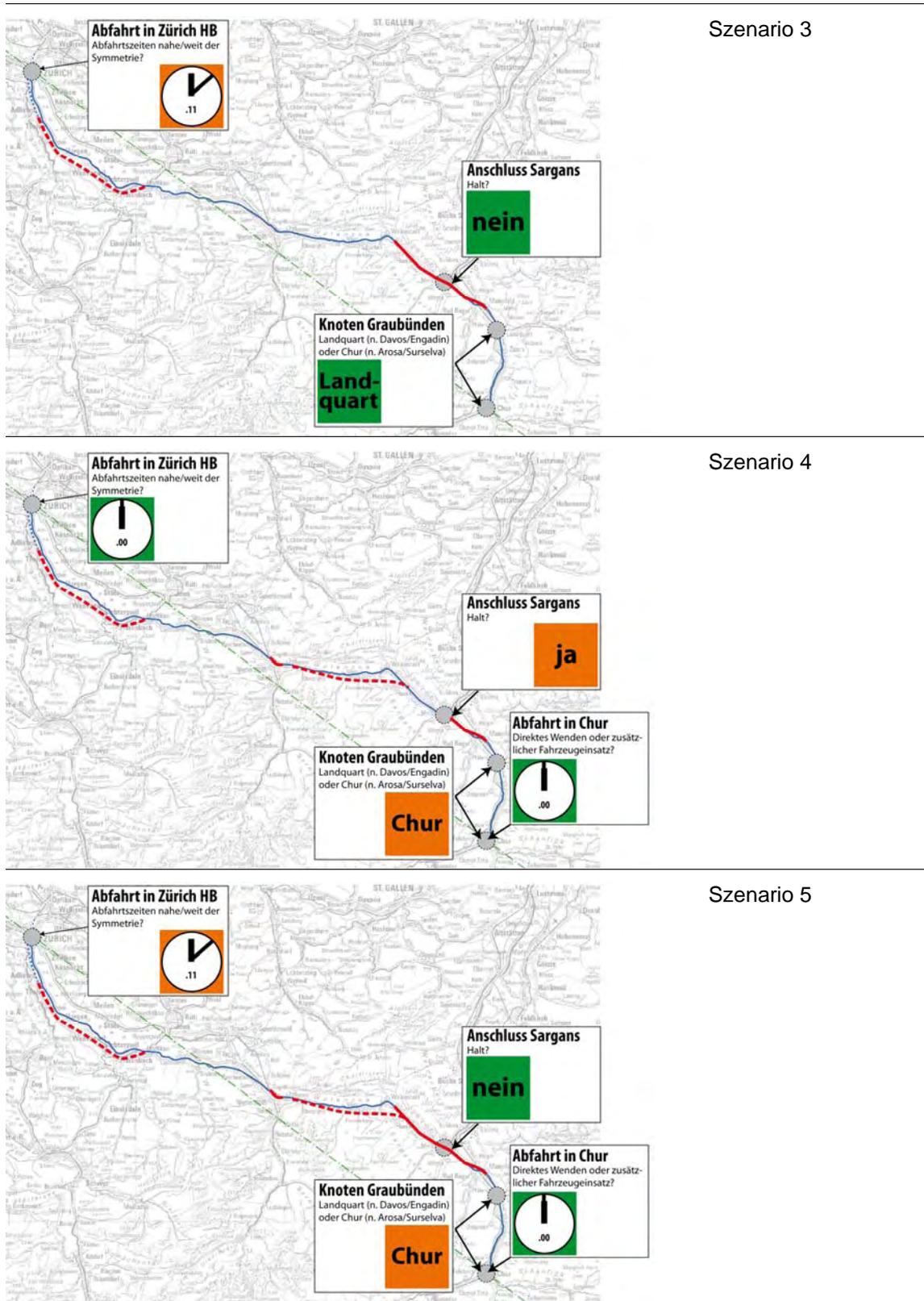


Abbildung 28: Übersicht beurteilter Szenarien

Die Beurteilung der einzelnen Varianten erfolgte auf Grundlage eines Kriterienrasters, welcher vom Auftraggeber erstellt wurde. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um eine möglichst vergleichbare Beurteilung über verschiedene in Auftrag gegebene Projekte zu erreichen. Aufbauend auf sechs Oberkriterien - Erschliessungsfunktion, Volkswirtschaftlicher Nutzen, Belastung Umwelt, technische Machbarkeit, Kosten und politische Akzeptanz - wurden die Varianten beurteilt. Wo möglich wurden die verschiedenen baulichen Massnahmen einzeln betrachtet.

Es handelt sich um keine quantitative Beurteilung. Wo Daten verfügbar waren, wurden Vergleiche gezogen zu Projekten mit ähnlicher Stossrichtung oder ähnlicher Grössenordnung, namentlich zum Lötschberg-Basistunnel und zur Zürcher S-Bahn.

Grundsätzlich wurde bei der Vergleichswertanalyse der heutige Zustand als Referenz genommen. Da dies bei einzelnen Kriterien aber nicht zielführend war, wurde beurteilt, wie das Projekt oder die einzelnen Varianten im Vergleich zu momentan in Diskussion stehenden anderen Projekten im Kanton (z.B. Chur-Lenzerheide) beurteilt werden kann. Teilweise wurden auch die Szenarien direkt untereinander verglichen

5.2 Beurteilung Szenarien

5.2.1 Erschliessungsfunktion

Eine der zentralen Stossrichtungen des Projekts ist die überregionale Erschliessung und die Zentrumsanbindung des Kantons Graubünden. Wie weiter oben erläutert, sind dabei die Verbindung zum Flughafen Zürich, die internationalen Verbindungen sowie die Anschlüsse im Knoten Zürich an die anderen Regionen der Schweiz von Bedeutung.

Beim Aufbau der Szenarien wurden zwei mögliche Ausgangslagen beurteilt: Eine Knotenan-kunftszeit in Zürich nahe der Symmetrie (ca. Minute .00) und weit weg von der Symmetrie (ca. Minute .49). Sollte die Ankunftszeit nahe der Symmetrie liegen sind kaum Anschlüsse in andere Richtungen möglich oder nur zu langsameren Angeboten (Bsp. Basel: Abfahrt IC .04 -> zu knappe Umsteigezeit, möglich aber Interregio Abfahrt .06 mit ca. 15 Min. längerer Fahrzeit). Auch der Anschluss Richtung Flughafen kann bei einer Ankunftszeit unmittelbar zur vollen bzw. halben Stunde wohl nur über eine Direktverbindung sichergestellt werden. So ergibt sich tendenziell eine Verschlechterung der Situation gegenüber heute. Alle Varianten, welche eine Ankunftszeit weiter weg von der Symmetrie aufweisen (Variante 2, 3, 5) bieten im Vergleich zu heute keine Verbesserung oder Verschlechterung der Anschluss- und damit Anbindungsqualität. Der Flughafen kann sicher über schlanke Anschlüsse, allenfalls auch über eine Direktverbindung angebunden werden.

Weiter ist die Erreichbarkeit und die Qualität des Angebots zu beurteilen. Hier erreichen alle Varianten gute und im Vergleich zum heutigen Zustand positive Bewertungen. Es werden Fahrzeiteinsparungen zwischen 7 und 22 Minuten erreicht.

Fazit: Erschliessungsfunktion

Die überregionale Erreichbarkeit des Kantons Graubünden wird durch die Reisezeitreduktion bei den verschiedenen Szenarien grundsätzlich leicht bis stark verbessert. Bei den Szenarien mit Ankunftszeiten nahe der vollen bzw. halben Stunde beschränkt sich der Effekt vorwiegend auf die Stadt Zürich, da keine Anschlüsse abgenommen werden können. Gegenüber heute entspricht das bei den betroffenen Szenarien 1 und 4 einer deutlichen Verschlechterung, die die durch die Reisezeit erzielten Gewinne verringert oder ganz zunichte macht.

5.2.2 Volkswirtschaftlicher Nutzen

Für die Beurteilung des volkswirtschaftlichen Nutzens werden die Erfahrungen, welche nach der Eröffnung des Lötschberg-Basistunnels 2007 gemacht wurden, herangezogen. Nach einer Reisezeitverkürzung von Bern – Brig von ca. 15 Min. meldete Wallis-Tourismus von November 2007 bis Oktober 2008 3,7% mehr Übernachtungen. Daher kann ein gewisser positiver Effekt auf den Tourismus erwartet werden. In erster Linie dürfte es sich aber um eine Zunahme im Tagestourismus handeln, da dieser öV-affiner ist als der Wochenferienverkehr. Diese Vermutung wird durch die Tatsache belegt, dass der Kanton Graubünden im oben beschriebenen Zeitraum ein höheres Wachstum bei den Übernachtungen als der Kanton Wallis aufwies.

Die Erreichbarkeit zum Zentrum Zürich wird erhöht: Die Reisezeit zwischen Chur bzw. Landquart und Zürich liegt neu wie angestrebt unter 60 Minuten. Diese Reisezeit ist vergleichbar mit peripheren Zentren im Grossraum Zürich (Aarau, Frauenfeld, Schaffhausen). Für Regionen, welche eine mit der Agglomeration Zürich vergleichbare Reisezeit im Pendlerverkehr aufweisen ist gemäss der Ex-post-Analyse der S-Bahn Zürich eine leichte bis mittlere Bevölkerungszunahme zu erwarten. Dabei ist allerdings das nahezu konstante Unterwegszeitbudget der Bevölkerung zu beachten (Mittlere Unterwegszeit/Tag ca. 88 Min.). Vermutlich wird der Effekt der Zuwanderung von Wegpendlern nach Zürich daher auf Chur und Landquart sowie die umliegenden Gemeinden beschränkt bleiben.

Der volkswirtschaftliche Nutzen ist in dieser Phase schwierig zu beurteilen. Allenfalls höheren Einnahmen durch Bevölkerungswachstum, höheren Einkommen sowie Gästezunahmen im Tourismus stehen Mehrkosten für Erschliessung, Infrastruktur und Bildung entgegen. Zudem dürfte sich das allfällige Einwohnerwachstum auf die Regionen Chur und Landquart konzentrieren. Gerade der Vergleich mit der Eröffnung der S-Bahn Zürich zeigt, dass einige Gemeinden ihre Wachstumspolitik auf Grund hoher Infrastruktur- und Bildungskosten relativiert haben.

Vorteile für die Kunden entstehen durch die Einbindung in das nationale Knotensystem sowie in erster Linie durch die teilweise massiven Verkürzungen der Fahrzeit zwischen Zürich und Chur. Relativiert werden diese nur durch je nach Variante problematische Umsteigebedingungen im Knoten Zürich, welche die Reisezeitgewinne teilweise wieder reduzieren. Noch nicht abschliessend geklärt sind die Möglichkeiten einer Direktverbindung zum Flughafen Zürich. Im Moment wird aber davon ausgegangen, dass sowohl für eine Abfahrtszeit nahe der Symmetrie wie für eine Abfahrtszeit zehn Minuten nach der Symmetriezeit eine Direktverbindung realisiert werden kann, allerdings mit betrieblichen und/oder kundenseitigen Nachteilen (lange Standzeiten).

Für den Betreiber entsteht ein Nutzen durch Kapazitätsgewinne auf heute stark belasteten Relationen zwischen Zürich und Pfäffikon sowie am Walensee. Der Regionalverkehr und Parallelangebote (EC Wien – Buchs – Sargans – Zürich, Glarnersprinter) können ausgebaut werden. Zudem besteht Potential für neue, schnelle Verbindungen in der Agglomeration Zürich durch den Ezzeltunnel, beispielsweise eine Verbindung nach Pfäffikon SZ ohne Halt auf den Zwischenstationen (Fahrzeit ca. 15 Min.).

Das zusätzliche Nachfragepotential auf der Strecke Zürich-Chur (beide Richtungen zusammen) wurde für drei Segmente abgeschätzt:

- *Intermodale Effekte beim Stammverkehr:*
Mittels Pivot-Point-Verfahren wurde geschätzt, wie viel Verkehr durch die Fahrzeiteinsparung zwischen Zürich und Chur bei ansonsten – auch für den MIV - unveränderten Bedingungen von der Strasse auf die Schiene verlagert werden kann. Die zusätzliche Nachfrage beträgt zwischen 760 und rund 2'200 Personenfahrten pro Tag.

- *Induzierter Pendlerverkehr:*
Die Reisezeiten mit der Bahn zwischen Bündner Rheintal und Zürich HB sinken je nach Szenario in den Bereich, in dem heute die Ausserschwyzer Bezirke March und Höfe liegen. Bei den Szenarien mit Halt in Sargans wird auch der Pendlerverkehr zwischen Sarganserland und Zürich weiter zunehmen. In Anlehnung an die heutigen Wegpendlerströme aus diesem Gebiet Richtung Zürich wird das dadurch generierte Potential auf 1'000 bis 3'000 Personenfahrten pro Tag geschätzt.
- *Induzierter Tourismusverkehr:*
Die Verlängerung der S2 nach Unterterzen hat im Skigebiet Flumserberge ein überproportionales Wachstum von Tagesskitouristen mit Snow'n'Rail-Tickets bewirkt. Der Erreichbarkeitsgewinn alleine hat eine Zunahme von rund 4'000 Tagestouristen pro Jahr bewirkt. Umgerechnet auf die Skigebiete im Kanton Graubünden ergeben sich dadurch im Jahresschnitt rund 1'000 bis 1'500 zusätzliche Personenfahrten pro Tag.

Je nach Reisezeitgewinnen und Anschlüssen in Zürich und Sargans ergibt sich dadurch ein zusätzliches Nachfragepotential von 3'000 bis 6'500 Personenfahrten pro Tag auf der Strecke Zürich-Chur, was einem Wachstum von 25 bis 50% gegenüber heute entspricht.

Fazit: Volkswirtschaftlicher Nutzen

Die bessere Erreichbarkeit generiert zusätzlichen Tourismusverkehr, wobei aufgrund der Erfahrungen mit dem Lötschbergbasistunnel in erster Linie der wenig wertschöpfungsintensive Tagestourismus zunehmen dürfte. Durch die Reisezeitverkürzung nimmt andererseits die Attraktivität des Kantons Graubünden (insbesondere des Raums Chur) für Wegpendler in den Grossraum Zürich zu, wobei der volkswirtschaftliche Nutzen auf Basis der bisherigen Arbeiten nicht zu beziffern ist. Aus nationaler Sicht bringen die neuen Infrastrukturen zudem Erreichbarkeitsgewinne und damit volkswirtschaftlichen Nutzen für Regionen entlang der Achse Zürich-Chur.

5.2.3 Belastung Umwelt

Die Belastung der Umwelt ist in erster Linie auf die neu zu erstellenden Strecken zurückzuführen. Sowohl bei der Beeinträchtigung von Landschafts- und Ortsbild wie auch bei Bodenversiegelung und Zerschneidung fallen die Tunnelportale sowie eine Neubaustrecke zur Umfahrung von Ziegelbrücke negativ ins Gewicht. Positiv bewertet wird die mögliche Reduktion der Lärmbelastung durch den Verkehr hauptsächlich in Tunnelstrecken.

Die Klimawirkung der Massnahmen ist schwierig zu beurteilen und würden eine vertiefere Betrachtung bedingen. Zwar ergeben sich durch intermodale Effekte – Umsteiger auf den Zug – gewisse Einsparungen an CO₂-Emissionen. Auf der anderen Seite steigt der Energiebedarf der Züge bei Fahrgeschwindigkeiten um 200 km/h und höher überproportional. Insbesondere Beschleunigungen in Tunnelstrecken, wie sie bei der vorgeschlagenen Streckentypologie unabdingbar sind, wirken sich durch den hohen Luftwiderstand ungünstig aus. Erschwert wird eine Prognose zusätzlich durch die Unklarheit, welche Energiequelle für den zusätzlichen Stromverbrauch verwendet würde.

Fazit: Belastung Umwelt

Beeinträchtigungen des Landschaftsbilds wie auch Zerschneidung der Landschaft fallen bei allen Neubaustrecken an. Insbesondere Tunnelportale und Anschlussstrecken wirken sich negativ aus. Bezüglich CO₂-Emissionen können keine verlässlichen Schlüsse gezogen werden.

5.2.4 Technische Machbarkeit

Bautechnische Schwierigkeiten birgt die Verlängerung des Paralleltunnels Zürich – Thalwil bis Pfäffikon (Ezteltunnel) durch eine ausgedehnte Lockergesteinsschicht. Andere Schwierigkeiten sind die Führung der Umfahrung Ziegelbrücke sowie die Platzverhältnisse beim Westportal des Walenseetunnels im Gebiet Gäsi. In einer ersten groben Schätzung sind aber alle Massnahmen als machbar zu betrachten.

Eine Gefahr durch Verzögerung durch Einsprachen ergibt sich ebenfalls insbesondere an den Tunnelportalen, vor allem in Pfäffikon. Dort befindet sich das Tunnelportal in unmittelbaren Nähe zu hochpreisigen Liegenschaften und durchschneiden ein nicht inventarisiertes Riedgebiet.

Für die Beurteilung der zeitlichen Dimension der Realisierung wurden die bautechnischen Schwierigkeiten, die Gefahr von Verzögerungen durch Bewilligungsverfahren sowie die politische Akzeptanz in den betroffenen Kantonen berücksichtigt. Hier schneidet die Variante 1 am besten ab, weil sie nur den Ezteltunnel benötigt.

Fazit: Machbarkeit

Beim Ezteltunnel ist aufgrund der Geologie mit – bewältigbaren – bautechnischen Schwierigkeiten zu rechnen. Bei Szenarien mit mehreren Neubaustrecken – insbesondere mit Tunnelportalen an exponierten Lagen – ist mit längeren Bewilligungsverfahren und entsprechenden Verzögerungen zu rechnen.

5.2.5 Kosten

Kostentreiber sind die für die Fahrzeitverkürzung nötigen Tunnelbauwerke. Alle Szenarien bedingen eine Ausbau des heutigen Paralleltunnels Zürich - Thalwil bis nach Pfäffikon. Dessen geschätzte Kosten liegen mit gut 5 Milliarden Franken im Bereich dessen, was gesamthaft für das Investitionsprogramm „Zukünftige Entwicklung der Bahninfrastruktur ZEB“ vorgesehen ist.

Mit weiteren rund drei Milliarden Franken muss für den Bau des Walenseetunnels, welcher für die Varianten 2, 3 und 5 zusätzlich nötig ist, gerechnet werden. Diese Varianten schneiden deshalb bezüglich Kosten noch schlechter ab als die Varianten 1 und 3 und sind in der Grössenordnung eines Lötschberg-Basistunnels anzusiedeln. Die Kosten für Betrieb- und Unterhalt verhalten sich proportional zu den Investitionskosten, (jährlich 1% der Investitionskosten).

Die Rentabilität der Massnahmen wurde beurteilt, indem die zusätzlich zu erwartenden Fahrgäste ins Verhältnis zu den Investitionskosten gesetzt wurden. Dabei erweisen sich die Varianten 2 und 3 als vorteilhafteste Lösungen.

Fazit: Kosten

Die Kosten für das günstigste Szenario 1 belaufen sich auf geschätzte 5 Mrd. Fr., was ungefähr der gesamten vorgesehenen Summe für das Infrastrukturprogramm ZEB des Bundes entspricht. Das teuerste Szenario würde Kosten von knapp 9 Mrd. Fr. verursachen. In Bezug zum erreichten Fahrzeitgewinn gesetzt weisen die Szenarien 2 und 3 das beste Rentabilitätsverhältnis auf.

5.2.6 Politische Akzeptanz

Die politische Akzeptanz wurde für die Region, den Kanton, sowie für den Bund beurteilt. Referenzzustand war hierbei nicht die heutige Situation, sondern der Vergleich mit dem ebenfalls diskutierten Projekt Chur-Lenzerheide. Zusätzlich wurde die Akzeptanz der betroffenen Anliegerkantone der Strecke Zürich-Chur beurteilt, welche in diesem Projekt eine besondere Rolle spielen, da alle baulichen Massnahmen ausserhalb von Graubünden realisiert würden.

Sowohl in den Regionen wie auch im Kanton darf von einer grossen Akzeptanz des Projekts ausgegangen werden. Insbesondere die durch die Fahrzeitverkürzung verbesserte Erreichbarkeit von Chur aus dem Grossraum Zürich kann als positiver Treiber angesehen werden. Von diesem Effekt dürften mehr Einwohner und Unternehmen profitieren als beim Vergleichsprojekt. Negative Aspekte könnten die hohen Kosten sein, an welchen sich der Kanton Graubünden voraussichtlich beteiligen müsste.

Beim Bund dürfte die Akzeptanz dieses Projekts neutral oder gar leicht negativ zu beurteilen sein. Den positiven Effekten wie der Einbindung eines Landesteils ins nationale Stundenknotensystem und zusätzlich mögliche Verbesserungen im Regionalverkehr entlang der Strecke stehen die hohen Kosten sowie raumordnungspolitische Bedenken (Zersiedlung) entgegen.

Bei den betroffenen Kantonen wirken die durch die baulichen Massnahmen geschaffene zusätzlichen Kapazitäten für den Regionalverkehr sowie andere Parallelangebote positiv. Dies gilt insbesondere für den Walenseetunnel, wo heute durch die Einspurstrecke Mühlehorn - Tiefenwinkel der Regionalverkehr häufig verspätet verkehrt und nicht sinnvoll verdichtet werden kann. Die Verlängerung des Paralleltunnels Zürich Thalwil kann das dicht besiedelte linke Zürichseeufer vom Bahnlärm teilweise entlasten. Ausgeglichen bzw. gar negativ wird die Akzeptanz der Kantone bei den Varianten 3 und 5 beurteilt. Hier sind Einschränkungen durch den Bau von neuen Bahnstrecken bei Ziegelbrücke und Flums mit ohne positiven Einfluss auf die betroffenen Kantone. Bei beiden Szenarien müsste zudem der Wegfall des heutigen IC-Halts in Sargans in Kauf genommen werden.

Fazit: Politische Akzeptanz

Die politische Akzeptanz im Kanton Graubünden dürfte durch die verbesserte Erreichbarkeit des Grossraums Zürich eher gross sein. Beim Bund ist die Akzeptanz aufgrund raumordnungs- und finanzpolitischer Bedenken fraglich. Die Akzeptanz der betroffenen Anliegerkantone wird durch mögliche Mitnahmeeffekte (Reisezeitgewinne für andere Bahnangebote) positiv beeinflusst, negativ wirken sich vor allem bei den Szenarien 3 und 5 Konflikte durch Neubaustrecken sowie der Wegfall des bestehenden Haltes in Sargans aus.

5.2.7 Synthese

In nachfolgender Tabelle ist die Beurteilung der verschiedenen Indikatoren als Synthese zusammengefasst. Die detaillierte Beurteilung ist aus den folgenden Seiten ersichtlich.

Indikator	Sz 1	Sz 2	Sz 3	Sz 4	Sz 5
Regionale, überregionale Erschliessung / Zentrumsanbindung	Orange	Yellow	Yellow	Orange	Yellow
Verbesserung der Erreichbarkeit und der Angebotsqualität	Light Green	Dark Green	Light Green	Dark Green	Dark Green
regionale Entwicklung / Wirtschaftsraum	Light Green				
Nutzen Mehrverkehr für Region und Kanton	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Kundennutzen	Yellow	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
Betreibernutzen	Light Green	Dark Green	Light Green	Dark Green	Dark Green
Nachfragepotential	Light Green	Dark Green	Light Green	Dark Green	Dark Green
Landschafts- und Ortsbild	Yellow	Red	Orange	Red	Red
Bodenversiegelung, Zerschneidung	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange
Lärmbelastung	Light Green				
Treibhausgasemissionen	Light Green				
Bautechnik	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange
Etappierbarkeit	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green
Umwelt (Bewilligungsverfahren / Einsprachen)	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange
zeitliche Dimension der Realisierung	Light Green	Orange	Light Green	Orange	Red
Investitionskosten	Orange	Red	Orange	Red	Red
Betriebs- und Unterhaltskosten	Orange	Red	Orange	Red	Red
Rentabilität	Light Green	Light Green	Dark Green	Light Green	Light Green
Politische Akzeptanz in der Region	Light Green	Dark Green	Light Green	Dark Green	Dark Green
Politische Akzeptanz im Kanton	Light Green				
Politische Akzeptanz bei betroffenen Kantonen SG, GL, ZH, SZ	Light Green	Light Green	Yellow	Light Green	Yellow
Politische Akzeptanz beim Bund	Light Green				

Legende:

Deutlich besser / deutlich schlechter als Referenzzustand bzw. andere Varianten	Dark Green	Red
Besser / schlechter als Referenzzustand bzw. andere Varianten	Light Green	Orange
Leicht besser / leicht schlechter als Referenzzustand bzw. andere Varianten	Light Green	Yellow
Keine Veränderungen gegenüber Referenzzustand / mittlere Wirkung unter allen Varianten	Light Green	Yellow

Tabelle 5: Übersicht Variantenbeurteilung nach Szenarien

6 Schlussfolgerungen

6.1 Fazit

Aus der Beurteilung der verschiedenen Szenarien lassen sich folgende Schlussfolgerungen für das Projekt an sich ableiten:

- Die Einbettung eines Bündner Bahnknotens in das Stundenknotensystem der SBB ist prinzipiell möglich.
- Durch einen entsprechenden Ausbau kann je nach genauer Ausgestaltung die Erreichbarkeit beträchtlich gesteigert werden, so dass St. Moritz als wichtige touristische Destination in Zukunft per Bahn wieder schneller erreicht werden könnte als Zermatt.
- Einen Quantensprung wie die Eröffnung des Lötschberg-Basistunnels bringt das vorliegende Projekt dennoch nicht, die realisierbaren Zeitgewinne sind deutlich geringer.
- Der volkswirtschaftliche Nutzen des erzielbaren Erreichbarkeitsgewinns kann die durchgeführte Untersuchung nicht beziffern. Chur und Landquart rücken näher an den Grossraum Zürich, die Reisezeiten entsprechen denjenigen heutiger peripherer Nebenzentren. Mit einem Anstieg der Tourismusfrequenzen kann gerechnet werden, allerdings dürfte es sich nach den Erfahrungen im Wallis dabei zu einem beträchtlichen Teil um wenig wertschöpfungsintensive Tagestouristen handeln.
- Für jedes Szenario ist im Minimum die Realisierung eines langen Tunnels entlang des Zürichsees nötig. Dieser bedingt Investitionskosten in der Höhe des gesamten vorgesehenen ZEB-Budgets.
- Angesichts der sehr hohen Investitionskosten zwischen 5,2 und 8,8 Mrd. CHF ist die angestrebte Reisezeitverkürzung wirtschaftlich und politisch wohl nur mit Blick auf die zusätzlich resultierenden Vorteile für die gesamte Ostschweiz (Zeiteinsparungen für Parallelangebote, Lärmschutz Zürichsee) realistisch.

Vergleicht man die einzelnen Szenarien, lassen sich die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

- Das Szenario 1 (Ezteltunnel lang, Kostenschätzung 5,2 Mrd. Fr., Reisezeiteinsparung ca. 7 Minuten) bringt nur geringe Erreichbarkeitsgewinne, die Anschlüsse in Zürich entfallen. Dennoch sind die Kosten nur um rund einen Drittel tiefer als bei den teuren Szenarien.
- Die Szenarien 4 (Ezteltunnel lang, Umfahrung Ziegelbrücke, Walenseetunnel lang und Umfahrung Bad Ragaz, 8,5 Mrd. Fr., ca. 17 Min.) und 5 (Ezteltunnel lang, Umfahrung Ziegelbrücke, Walenseetunnel lang und Ausbau Walenstadt - Maienfeld, 8,8 Mrd. Fr., ca. 12 Min.) bringen mehr Nach- als Vorteile (u.a. sehr hohe Kosten). Die guten verkehrlichen Wirkungen des Szenarios 5 lassen sich durch die hohen Kosten und Risiken kaum aufwiegen. Der Hauptknoten Chur für den Kanton Graubünden ist kaum aufrecht zu erhalten.
- Das Szenario 2 (Ausbauten analog Szenario 4) stellt einen guten Kompromiss dar: Die Anschlüsse in Zürich sind gut, der Halt Sargans bleibt erhalten, dafür wird der zentrale Knoten in Graubünden nach Landquart verschoben. Die Kosten sind allerdings mit 8.5 Mia. CHF hoch, die Risiken und Konflikte beträchtlich.
- Das Szenario 3 (Ezteltunnel lang und Ausbau Walenstadt – Maienfeld, 5,7 Mrd. Fr., ca. 13 Minuten) ringt gegenüber Szenario 2 um 30% geringere Kosten, dafür entfällt der Halt Sargans und die verkehrliche Wirkung ist schlechter.

6.2 Empfehlungen

Für das weitere Vorgehen wird der Regierung des Kantons Graubünden auf der Basis der erarbeiteten Resultate der folgende Aktionsplan vorgeschlagen:

- Der Kanton Graubünden klärt den Bedarf der Kantone entlang der Linie (v.a. St. Gallen, Zürich, Schwyz, Glarus) für eine Beschleunigung der Bahnstrecke Zürich-Chur.
- Parallel dazu prüft die Rhätische Bahn auf vergleichbarer Stufe die Machbarkeit und Kosten der notwendigen Netzanpassungen. So können die Gesamtkosten des Ausbaus inkl. Zubringerstrecken ermittelt werden.
- Zudem wird vorgeschlagen, vertiefende fachliche Arbeiten zur Nachfrageschätzung (z.B. mit dem Verkehrsmodell des Bundes) durchzuführen. So können die betriebs- und volkswirtschaftlichen Nutzen des zusätzlichen Nachfragepotentials verlässlicher abgeschätzt werden. Im Vordergrund stehen dabei die Szenarien 2 und 3.
- Sinnvoll wäre zudem eine vertiefte regionalwirtschaftliche Analyse der möglichen Erreichbarkeitsgewinne durch das neue Angebot als ergänzende Basis für die weitere Beurteilung. Dabei sind insbesondere die realisierbaren volkswirtschaftlichen Gewinne durch die steigenden Tourismusfrequenzen und den Zuzug zusätzlicher Einwohner zu vertiefen.
- Auf Basis aller oben genannten Vertiefungsarbeiten kann anschliessend eine detailliertere Zweckmässigkeitsbeurteilung für den geplanten Ausbau vorgenommen werden, vorzugsweise mit dem standardisierten Beurteilungsinstrument des Bundes für Bahninfrastrukturausbauprojekte (NIBA).

Nach Durchführung dieser Arbeiten kann geklärt werden, ...

- ... ob die Nutzen einer der entwickelten Szenarien die damit verbundenen Kosten unter gesamtwirtschaftlichen Aspekten rechtfertigen.
- ... ob allenfalls eine Realisierung in Etappen angesichts der hohen Investitionen ein robusteres Vorgehen darstellt (z.B. vorgängige Realisierung des Ezzeltunnels zur Umsetzung des Szenarios 1, langfristige Realisierung weiterer Ausbaustrecken zur Überführung in das Szenario 2 oder 3).

Anhang A

Detaillierte Beurteilung Szenarien

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Regionale, überregionale Erschliessung	Wegen Knotenabfahrtszeit in Zürich Anbindung Flughafen nur über Durchbindung möglich, welche nicht mit Sicherheit gewährleistet werden kann.	Alle heutigen Anschlüsse in Zürich möglich.	Alle heutigen Anschlüsse in Zürich möglich.	Wegen Knotenabfahrtszeit in Zürich Anbindung Flughafen nur über Durchbindung möglich, welche nicht mit Sicherheit gewährleistet werden kann.	Alle heutigen Anschlüsse in Zürich möglich.
Zentrumsanbindung					
Verbesserung der Erreichbarkeit und der Angebotsqualität (Reisezeit, Zeitgewinn, Wintersicherheit)	Fahrzeitgewinn Zürich – Chur: 7 Minuten	Fahrzeitgewinn Zürich – Chur: 18 Minuten	Fahrzeitgewinn Zürich – Chur: 12 Minuten	Fahrzeitgewinn Zürich – Chur: 17 Minuten	Fahrzeitgewinn Zürich – Chur: 22 Minuten
Lösung von Verkehrsproblemen (Umfahrung / Ortsentlastungen, Stau, Sicherheit)	Dieses Kriterium wird für den vorliegenden Vergleich nicht beurteilt.				

Tabelle 6: Variantenbeurteilung bezüglich Erschliessungsfunktion

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
regionale Entwicklung / Wirtschaftsraum	Erfahrungen Lötschberg-Basistunnel (Reisezeitverkürzung Bern – Brig: 15 Min.): Nov. 07-Okt.08 3,7% mehr Übernachtungen, was unter dem Wachstum des Kantons Graubünden für denselben Zeitraum liegt. Effekt auf Ferienreisen scheint gering, daher eher Zunahme des öV-affineren Tagestourismus zu erwarten (vgl. Verlängerung S2 nach Unterterzen mit positiven Effekten für Skigebiet Flumserberge). Erreichbarkeit zum Zentrum Zürich wird erhöht: Reisezeit Chur bzw. Landquart – Zürich unter 60 Minuten. Vergleichbar mit Wohnorten in näherer Agglomeration Zürich. Für Regionen, welche eine mit der Agglomeration Zürich vergleichbare Reisezeit im Pendlerverkehr aufweisen ist gemäss der Ex-post-Analyse der S-Bahn Zürich eine leichte bis mittlere Bevölkerungszunahme zu erwarten. Dabei ist allerdings das nahezu konstante Unterwegszeitbudget der Bevölkerung zu beachten (Mittlere Unterwegszeit/Tag ca.88 Min.) Möglicherweise wird dieser Effekt daher auf Chur und Landquart sowie die umliegenden Gemeinden beschränkt bleiben.				
Nutzen Mehrverkehr für Region und Kanton	Volkswirtschaftlicher Nutzen ist in dieser Phase schwierig zu beurteilen. Allenfalls höheren Einnahmen durch Bevölkerungswachstum, eventuell höheren Einkommen sowie Gästezunahme im Tourismus stehen Mehrkosten für Erschliessung, Infrastruktur und Bildung entgegen. Zudem dürfte sich das allfällige Einwohnerwachstum auf die Regionen Chur und Landquart konzentrieren. Gerade der Vergleich mit der Eröffnung der S-Bahn Zürich zeigt, dass einige Gemeinden ihre Wachstumspolitik auf Grund hoher Kosten relativiert haben.				
Kundennutzen	Einsparung Fahrzeit ca. 7 Min. Nur vereinzelte Umsteigebeziehungen in Zürich HB. Durchbindungen nach Basel nicht möglich, nach Schaffhausen und Richtung Flughafen betrieblich schwierig.	Einsparung Fahrzeit ca. 18 Min. Alle Umsteigebeziehungen in Zürich HB möglich. Durchbindung nach Basel oder Schaffhausen möglich, Richtung Flughafen betrieblich schwierig oder aus Kundensicht unattraktiv (lange Standzeiten).	Einsparung Fahrzeit ca. 12 Min. Alle Umsteigebeziehungen in Zürich HB möglich. Durchbindung nach Basel oder Schaffhausen möglich, Richtung Flughafen betrieblich schwierig oder aus Kundensicht unattraktiv (lange Standzeiten). Keine schnelle Verbindung nach München/Österreich möglich wegen Wegfall Halt Sargans.	Einsparung Fahrzeit ca. 17 Min. Nur vereinzelte Umsteigebeziehungen in Zürich HB. Durchbindungen nach Basel nicht möglich, nach Schaffhausen und Richtung Flughafen betrieblich schwierig.	Einsparung Fahrzeit ca. 22 Min. Alle Umsteigebeziehungen in Zürich HB möglich. Durchbindung nach Basel oder Schaffhausen möglich, Richtung Flughafen betrieblich schwierig oder aus Kundensicht unattraktiv (lange Standzeiten). Keine schnelle Verbindung nach München/Österreich möglich wegen Wegfall Halt Sargans.
Betreibernutzen	Durch Ezzeltunnel und Entflechtung zusätzliche Kapazitäten am linken Zürichseeufer für Verdichtung oder Sicherung Betriebsstabilität, Beschleunigung Glarnersprinter möglich	Wie Variante 1, zusätzlich Entflechtung und Ausbau zwischen Ziegelbrücke und Flums. Steigerung Betriebsstabilität Regionalverkehr Walensee – Sargans. Beschleunigung (Buchs-)Sargans-Zürich.	Wie Variante 1.	Wie Variante 2	Wie Variante 2
Nachfragepotential (PF = Personenfahrten pro Tag)	Geschätzte Zunahme pro Tag: Intermodale Effekte: ca. 760 PF Induzierter Pendlerverkehr: ca. 1'500 PF Induzierter Tourismusverkehr: ca. 1'000 PF Total: ca. 3'300 Personenfahrten pro Tag	Geschätzte Zunahme pro Tag: Intermodale Effekte: ca. 1'650 PF Induzierter Pendlerverkehr: ca. 3'000 PF Induzierter Tourismusverkehr: ca. 1'500 PF Total: ca. 6'100 Personenfahrten pro Tag	Geschätzte Zunahme pro Tag: Intermodale Effekte: ca. 1'250 PF Induzierter Pendlerverkehr: ca. 2'000 PF Induzierter Tourismusverkehr: ca. 1'500 PF Total: ca. 4'800 Personenfahrten pro Tag	Geschätzte Zunahme pro Tag: Intermodale Effekte: ca. 1'650 PF Induzierter Pendlerverkehr: ca. 3'000 PF Induzierter Tourismusverkehr: ca. 1'000 PF Total: ca. 5'700 Personenfahrten pro Tag	Geschätzte Zunahme pro Tag: Intermodale Effekte: ca. 2'170 PF Induzierter Pendlerverkehr: ca. 2'500 PF Induzierter Tourismusverkehr: ca. 1'500 PF Total: ca. 6'100 Personenfahrten pro Tag

Tabelle 7: Variantenbeurteilung bezüglich volkswirtschaftlichem Nutzen

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Landschafts- und Ortsbild	Leichte Beeinträchtigung Landschaftsbild durch Portalbereich Pfäffikon SZ	Mittlere Beeinträchtigung Landschaftsbild durch Portalbereiche Pfäffikon SZ und Flums sowie Umfahrungen Ziegelbrücke und Bad Ragaz	Leichte bis mittlere Beeinträchtigung Landschaftsbild durch Portalbereich Pfäffikon SZ sowie Umfahrung Bad Ragaz	Mittlere Beeinträchtigung Landschaftsbild durch Portalbereiche Pfäffikon SZ und Flums sowie Umfahrungen Ziegelbrücke und Bad Ragaz	Mittlere Beeinträchtigung Landschaftsbild durch Portalbereiche Pfäffikon SZ und Flums sowie Umfahrungen Ziegelbrücke und Bad Ragaz
Bodenversiegelung, Zerschneidung	Tunnelportal Pfäffikon SZ: Zerschneidung Gebiet „Ried“	Tunnelportal Pfäffikon SZ: Gebiet „Ried“ Tunnelportal Flums: Gebiete „Oberfeld“ und „Birch“ Umfahrung Ziegelbrücke: Zusätzlicher Landbedarf, aber Führung entlang Autobahn	Tunnelportal Pfäffikon SZ: Zerschneidung Gebiet „Ried“	Tunnelportal Pfäffikon SZ: Gebiet „Ried“ Tunnelportal Flums: Gebiete „Oberfeld“ und „Birch“ Umfahrung Ziegelbrücke: Zusätzlicher Landbedarf, aber Führung entlang Autobahn	Tunnelportal Pfäffikon SZ: Gebiet „Ried“ Tunnelportal Flums: Gebiete „Oberfeld“ und „Birch“ Umfahrung Ziegelbrücke: Zusätzlicher Landbedarf, aber Führung entlang Autobahn
Lärmbelastung	Entlastung für dicht besiedelte Gebiete Zürichsee durch Führung im Tunnel	Entlastung für dicht besiedelte Gebiete Zürichsee durch Führung im Tunnel Eher leichte Zunahme Belastung Niederurnen durch Umfahrung Ziegelbrücke	Entlastung für dicht besiedelte Gebiete Zürichsee durch Führung im Tunnel	Entlastung für dicht besiedelte Gebiete Zürichsee durch Führung im Tunnel Eher leichte Zunahme Belastung Niederurnen durch Umfahrung Ziegelbrücke	Entlastung für dicht besiedelte Gebiete Zürichsee durch Führung im Tunnel Eher leichte Zunahme Belastung Niederurnen durch Umfahrung Ziegelbrücke
Treibhausgasemissionen	Geschätzte Verminderung CO2-Ausstoss 2'700 t/Jahr	Geschätzte Verminderung CO2-Ausstoss 6'000 t/Jahr	Geschätzte Verminderung CO2-Ausstoss 4'500 t/Jahr	Geschätzte Verminderung CO2-Ausstoss 6'000 t/Jahr	Geschätzte Verminderung CO2-Ausstoss 7'900 t/Jahr

Tabelle 8: Variantenbeurteilung bezüglich Belastung Umwelt

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Bahntechnik	Für alle Varianten: Da es sich um ein klassisches Schienensystem handelt, sind bei der Bahntechnik keine die heutigen Möglichkeiten von Schnellfahrstrecken übersteigenden Anforderungen vorgesehen.				
Bautechnik	Aufwändiger Lockergesteinsvortrieb bei Ezteltunnel	Aufwändiger Lockergesteinsvortrieb bei Ezteltunnel Konflikt mit Auffahrt Niederurnen Walenseetunnel: Platzverhältnisse Portal Gäsi, Fortführung aus bestehendem Kerenzerbergtunnel. Umfahrung Bad Ragaz: Absenkung Autobahn notwendig	Aufwändiger Lockergesteinsvortrieb bei Ezteltunnel Umfahrung Bad Ragaz: Absenkung Autobahn notwendig	Aufwändiger Lockergesteinsvortrieb bei Ezteltunnel Konflikt mit Auffahrt Niederurnen Walenseetunnel: Platzverhältnisse Portal Gäsi, Fortführung aus bestehendem Kerenzerbergtunnel. Umfahrung Bad Ragaz: Absenkung Autobahn notwendig	Aufwändiger Lockergesteinsvortrieb bei Ezteltunnel Konflikt mit Auffahrt Niederurnen Walenseetunnel: Platzverhältnisse Portal Gäsi, Fortführung aus bestehendem Kerenzerbergtunnel. Umfahrung Bad Ragaz: Absenkung Autobahn notwendig
Etappierbarkeit	Nicht etappierbar , da nur 1 Element (Ezteltunnel lang). Aufwertbar zu Varianten 2, 3, 4, 5	Umfahrung Ziegelbrücke (-1 Min.): Bei Verzicht auf Halt Sargans Knoten Landquart möglich Umfahrung Ziegelbrücke und Walenseetunnel (-8 Min.): Knoten Landquart mit Halt Sargans möglich	Ausbau Walenstadt-Maienfeld (- ca. 5 Min.): Kein Knoten Chur möglich aber Zürich HB-Landquart<60 Min. Aufwertbar zu Varianten 4 und 5	Umfahrung Ziegelbrücke (-1 Min.): Bei Verzicht auf Halt Sargans Knoten Landquart möglich Umfahrung, Ziegelbrücke und Walenseetunnel (-8 Min.): Knoten Landquart mit Halt Sargans möglich	Umfahrung Ziegelbrücke (-1 Min.): Bei Verzicht auf Halt Sargans Knoten Landquart möglich Umfahrung Ziegelbrücke und Walenseetunnel (-8 Min.): Knoten Landquart mit Halt Sargans möglich Ausbau Walenstadt-Maienfeld (- ca. 5 Min.): Kein Knoten Chur möglich aber Zürich HB-Landquart<60 Min.
Umwelt (Bewilligungsverfahren / Einsprachen)	Tunnelportal Pfäffikon: Grosse Widerstände durch relative Nähe zu hochpreisigen Liegenschaften und Beeinträchtigung Landschaftsbild.	Tunnelportal Pfäffikon: Grosse Widerstände durch relative Nähe zu hochpreisigen Liegenschaften Tunnelportal Flums: Landschaftsschützerische Einsprachen möglich	Tunnelportal Pfäffikon: Grosse Widerstände durch relative Nähe zu hochpreisigen Liegenschaften und Beeinträchtigung Landschaftsbild.	Tunnelportal Pfäffikon: Grosse Widerstände durch relative Nähe zu hochpreisigen Liegenschaften Tunnelportal Flums: Landschaftsschützerische Einsprachen möglich	Tunnelportal Pfäffikon: Grosse Widerstände durch relative Nähe zu hochpreisigen Liegenschaften Tunnelportal Flums: Landschaftsschützerische Einsprachen möglich
zeitliche Dimension der Realisierung	Kosten mittel-hoch, wenige bautechnische Schwierigkeiten, politische Akzeptanz Kantone vorhanden.	Hohe Kosten, einige bautechnische Schwierigkeiten, politische Akzeptanz betroffene Kantone zu erwarten. Etappierbar.	Kosten mittel-hoch, wenige bautechnische Schwierigkeiten. Politische Akzeptanz und Ablehnung betroffene Kantone ausgeglichen. Etappierbar	Hohe Kosten, einige bautechnische Schwierigkeiten, politische Akzeptanz betroffene Kantone zu erwarten. Etappierbar.	Hohe Kosten, einige bautechnische Schwierigkeiten. Politische Ablehnung betroffene Kantone (v.a. St. Gallen) wahrscheinlich. Etappierbar.

Tabelle 9: Variantenbeurteilung bezüglich technischer Machbarkeit

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Investitionskosten	ca. 5.2 Mrd. Fr.	ca. 8.5 Mrd. Fr.	ca. 5.7 Mrd. Fr.	ca. 8.5 Mrd. Fr.	ca. 8.8 Mrd. Fr.
Betriebs- und Unterhaltskosten	ca. 52 Mio. Fr.	ca. 85 Mio. Fr.	ca. 57 Mio. Fr.	ca. 85 Mio. Fr.	ca. 88 Mio. Fr.
Rentabilität	Verhältnis Zunahme Personenfahrten/Jahr zu Investitionskosten: 228 PF/1 Mio. Fr.	Verhältnis Zunahme Personenfahrten/Jahr zu Investitionskosten: 258 PF/1 Mio. Fr.	Verhältnis Zunahme Personenfahrten/Jahr zu Investitionskosten: 303 PF/1 Mio. Fr.	Verhältnis Zunahme Personenfahrten/Jahr zu Investitionskosten: 241 PF/1 Mio. Fr.	Verhältnis Zunahme Personenfahrten/Jahr zu Investitionskosten: 250 PF/1 Mio. Fr.

Tabelle 10: Variantenbeurteilung bezüglich Kosten

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5
Politische Akzeptanz in der Region	Mittlerer, positiver Effekt durch Reisezeitverkürzung für alle Regionen.	Grosser, positiver Effekt durch Reisezeitverkürzung für alle Regionen.	Mittlerer, positiver Effekt durch Reisezeitverkürzung für alle Regionen.	Grosser, positiver Effekt durch Reisezeitverkürzung für alle Regionen.	Grosser, positiver Effekt durch Reisezeitverkürzung für alle Regionen.
Politische Akzeptanz im Kanton	Unabhängig von gewählter Variante grosser Vorteil durch Reisezeiteinsparung nach Zürich				
Politische Akzeptanz bei betroffenen Kantonen St. Gallen, Glarus, Zürich, Schwyz	Kapazitäten werden frei für neue Angebote bzw. Verdichtung bisherige Angebote für die Kantone Zürich, Schwyz und Glarus. Beschleunigung für Glarnersprinter und EC Wien-Zürich (Sargans, Buchs St. Gallen) (-8 Min.), ev. Ausbau möglich. Ev. Lärmred. Zürichseeufer. Negative Auswirkungen Bau Etzeltunnel bei Zwischenangriff im Kt. Zürich sowie langfristig bei Portal Pfäffikon SZ.	Kantone Zürich, Schwyz: Wie Variante 1, zusätzlich: Beschleunigung EC Buchs-Sargans-Zürich (-9 Min). Zusätzliche Kapazitäten für Regionalverkehr am Walensee, Entlastung Einspurstrecke Mühlehorn. Geringe Lärmreduktion durch Umfahrung Bad Ragaz. Negative Auswirkungen auf Landschaft Umfahrung Ziegelbrücke und Tunnelportal Ost.	Kantone Zürich, Glarus, Schwyz: Wie Variante 1. Kant. St. Gallen: Negative Auswirkungen Ausbau Walenstadt-Maienfeld aber kein Halt bzw. Wegfall Halt und Knoten Sargans.	Kantone Zürich, Schwyz: Wie Variante 1, zusätzlich: Beschleunigung EC Buchs-Sargans-Zürich (-9 Min). Zusätzliche Kapazitäten für Regionalverkehr am Walensee, Entlastung Einspurstrecke Mühlehorn. Geringe Lärmreduktion durch Umfahrung Bad Ragaz. Negative Auswirkungen auf Landschaft Umfahrung Ziegelbrücke und Tunnelportal Ost.	Kantone Zürich und Schwyz: Wie Variante 1, Kanton Glarus: Wie Variante 2. Kanton St. Gallen: Wie bei Variante 3, aber zusätzliche Beeinträchtigungen durch Tunnelportal Flums bei Wegfall Halt/Knoten Sargans.
Politische Akzeptanz beim Bund	Akzeptanz grösser als bei Chur-Lenzerheide, da Einbindung eines Landesteilsteils ins nationale Knotensystem und gleichzeitig Verbesserungen für Parallelangebote entlang der Strecke. Problematik: Hohe Kosten (günstigste Variante im Bereich gesamte ZEB-Massnahmen!) sowie raumordnungspolitische Bedenken (Zersiedlung)				

Tabelle 11: Variantenbeurteilung bezüglich politischer Akzeptanz

Anhang B

Geologische Profile Tunnelstrecken



ewp
 Ingenieure | Planer | Geometer
Zu(g)kunft Zürich - Chur
 Variante: Etzeltunnel lang
 Skizze Mögliche Linienführung

Zu(g)kunft Zürich - Chur
 Variante: Etzeltunnel lang
Geologische Verhältnisse - Prognose

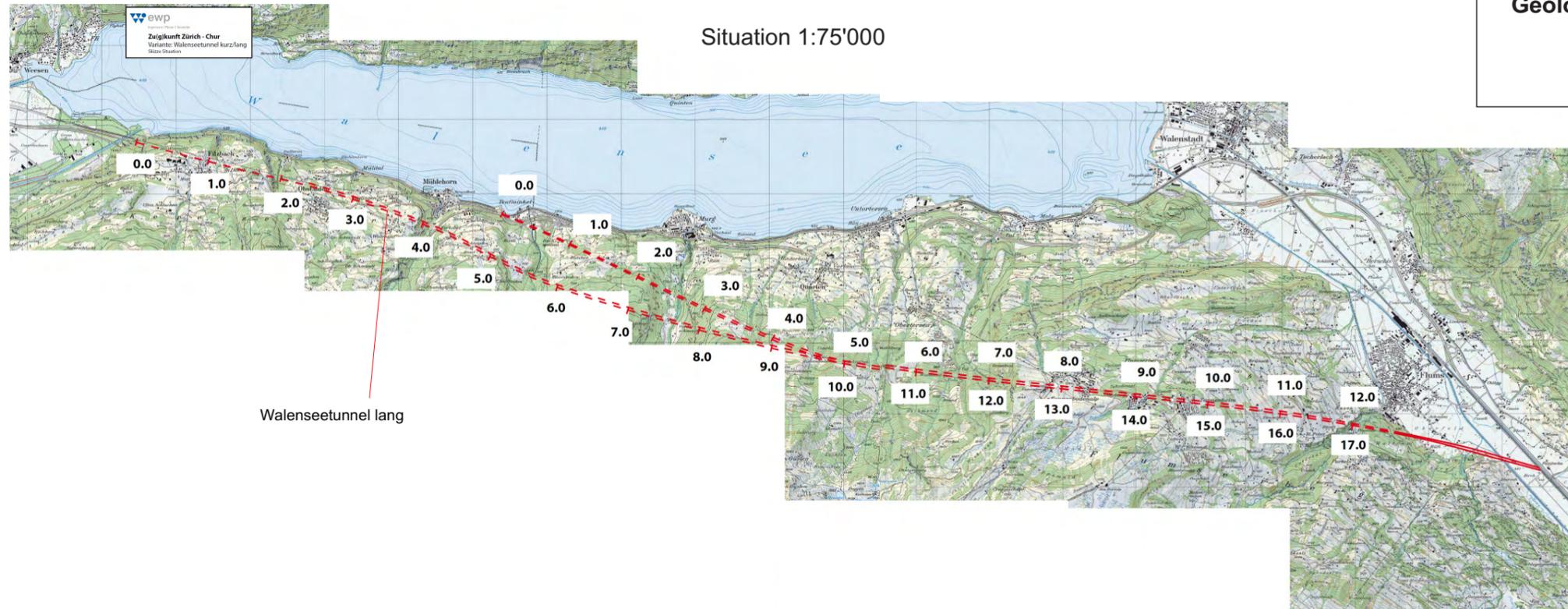
Situation 1:75'000

0.5 km Tunnel im Tagbau:
 Lockergesteine bestehend aus:
 Seetonen, Schwemm- und
 Verlandungssedimenten.
 Grundwasserspiegel nur
 wenig unter OK-Terrain

	Kilometrierung Tunnelstrecke	Km	0.0	14.9	15.6	17.8	19.6	22.5	23.0
	Projekthöhe	m ü.M.	410 - 425		410 - 415	410 - 412	410 - 413	<410	
Geologie	geologische Einheit	-	Obere Süsswassermolasse (OSM)		quartäre Lockergesteine Seetone/ Moräne	Obere Meeres- molasse (OMM)	Untere Süsswassermolasse (USM)		
	Raumlage der Schichten (Fallazimut / Fallwinkel)	° (360)	horizontal geschichtet ganz leicht Richtung Norden abfallend		horizontal geschichtet	340-350/25-35	340-350/45-75		
Gesteins- Beschreibung	Gesteinstyp	-	Mergel, Silt- und Sandstein, sporadisch Nagelfluh (Quarzanteil 20-30%)		toniger Silt und Feinsand / tonig-siltiger Sand und Kies mit Steinen (kompakt gelagert)	siltiger Kies mit Sand und Steinen z.T. verkittet	fein bis mittel- körnige Sandsteine mit massiven Sandsteinbänken	Wechsellagerung von Sandsteinen und Mergeln mit massiven Sandsteinbänken	
	Schichtung / Schieferung	-	0.5		-	30	75	45	
Trennflächen	Klüfte / Störungen	-	generell wenige Störungen und Klüfte		keine relevanten Störungen und Klüfte	aufgebogene Mitteländische Molasse, wenige Störungen und Klüfte			
	Art der Zirkulation	-	längs Klüfte und Schichtfugen		in Linsen	GW-Leiter	längs Klüfte und Schichtfugen		
Bergwasser	Bergwasserspiegel, Höhe ü. Bauwerk	-	Grundwasserspiegel liegt mehrheitlich auf Niveau der Molassenobergenze < 200 m		ca. 40-45 m		ca. 100-150 m		
	Bergwasseranfall im Hohlraum	-	Tropfwasser- bis wenig Fließwasser aus Klüften und Schichtfugen		stark	hohe Durchlässigkeit sehr stark	Tropfwasser- bis wenig Fließwasser aus Klüften und Schichtfugen		
Gefährdung	-	kleinere Niederbrüche entlang von Klüften		Lockergestein, sehr starker Wasseranfall		kleinere Niederbrüche entlang von Klüften			
"Ausbruchs- klasse"	-	95% «günstig - mittel», 5% «ungünstig»		«ungünstig»		90% «günstig - mittel», 10% «ungünstig»			

Zu(g)kunft Zürich - Chur
 Variante: Walenseetunnel lang

Geologische Verhältnisse - Prognose



	Kilometrierung Tunnelstrecke	Km	0.0	3.0	5.0	13.0	17.5
	Projekthöhe	m ü.M.		427 - 436		435 - 455	450 - 457
Geologie	geologische Einheit	–	Mürtschendecke		Glarnerdecke		Mürtschendecke
	Raumlage der Schichten (Fallazimut / Fallwinkel)	° (360)	170-290/10-35	330/20-45	340-50/30-90		340-50/30-90
Gesteins-Beschreibung	Gesteinstyp	–	Kalksteine und Mergel (Jura und Kreide)	Sandstein und Dolomit (Trias)	"Verrucano" (Perm) Vorwiegend Brekzien aus kantigen Quarzitbruchstücken in einer feinen Grundmasse aus Quarz, Feldspat und Karbonat		Verrucano (Perm) Vorwiegend Ton- und Sericitschiefer
	Schichtung / Schieferung	–					
Trennflächen	Klüfte / Störungen	–			generell wenige Störungen und Klüfte		generell wenige Störungen und Klüfte
	Art der Zirkulation	–	längs Klüften, Schichtfugen und Verkarstungen	längs Klüften und Schichtfugen	längs Klüften und Schichtfugen		längs Klüften und Schichtfugen
Bergwasser	Bergwasserspiegel, Höhe über Bauwerk	–	ca. 140-170 m		bis zu ca. 1'000 m		bis zu ca. 1'000 m
	Bergwasseranfall im Hohlraum	–	Tropfwasser- bis viel Fließwasser aus Karstgängen		Tropfwasser- bis wenig Fließwasser aus Klüften und Schichtfugen		Tropfwasser- bis wenig Fließwasser aus Klüften und Schichtfugen
Gefährdung		–	Karstwassereinbrüche, mögliche Beeinflussung von Quellen				
"Ausbruchs-klasse"		–	90% «günstig - mittel», 10% «ungünstig»		95% «günstig - mittel», 5% «ungünstig»		