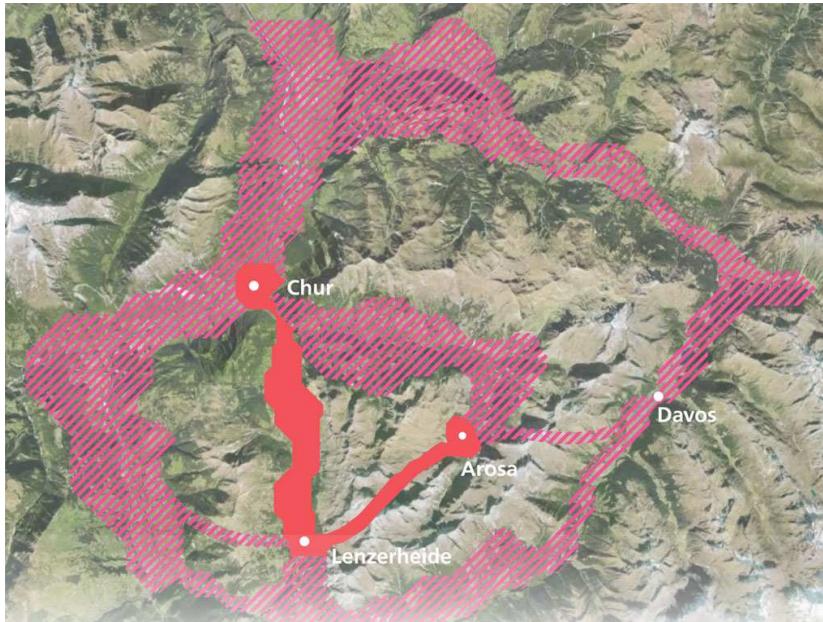


Erschliessung Chur – Lenzerheide – Arosa

Technischer Schlussbericht



Ernst **Basler + Partner** AG

Zürich, den 30. Oktober 2009

Impressum

Auftraggeber: Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement Graubünden

Projektleiter Auftraggeber: Heinz Dudli (Edy Toscano AG)

Projektbearbeitung: Frank Bruns

Salem Blum

Michael Kapp

mit Unterstützung der Fanzun AG (Kapitel 3, 5, 6; Anhang A1)

Urs Simeon

Rolf Traxler

Verwendung von Karten für Abbildungen: Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer: DW091325

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Aufgabenstellung.....	1
1.2	Übersicht zum Vorgehen und zum Berichtsaufbau	2
2	Systemabgrenzung	5
2.1	Räumliche Systemabgrenzung	5
2.1.1	Betrachtungsraum für Erschliessungsvarianten	5
2.1.2	Untersuchungsgebiet für technisch-infrastrukturelle Lösungen.....	6
2.1.3	Raum für die Auswirkungsermittlung	6
2.2	Zeitliche und sachliche Systemabgrenzung.....	6
3	Analyse und generelle Entwicklungen.....	7
3.1	Tourismus.....	7
3.2	Pendler Chur	9
3.3	Vision und Verkehrserschliessung	9
3.4	Schätzung des Entwicklungspotentials.....	10
3.5	Gesellschaftliche Trends und Rahmenbedingungen.....	11
3.6	Fazit: Langfristige Erschliessungsvisionen.....	13
4	Verkehrsanalyse und Verkehrsprognose zur Ableitung eines Betriebskonzeptes.....	15
4.1	Verkehrsangebot Infrastruktur Strasse und öffentlicher Verkehr.....	15
4.2	Verkehrsnachfrage: Analyse und Prognose.....	17
5	Entwicklung und Vorselektion von Systemvarianten	21
5.1	Strassenunabhängige System- und Linienführungsvarianten	21
5.1.1	Technische Systeme.....	21
5.1.2	Räumliche Grundlagen zur Variantenerarbeitung.....	24
5.1.3	Variantenentwicklung	27
5.2	Zum Vergleich: ÖV-Strasse	29
5.3	Variantenausscheidung mittels Knock-Out Kriterien	29
6	Ausarbeitung der Linienführungsvarianten.....	33
6.1	Grundlagen	33
6.2	Darstellung der Varianten.....	37
6.2.1	Eisenbahn: Normal- oder Schmalspurbahn	37
6.2.2	Zahnrad- und Adhäsionsbahn	43
6.2.3	Metro sur Pneu	45
6.2.4	Monorail	46
6.2.5	Zum Vergleich: ÖV-Strasse.....	50
6.3	Ermittlung der Investitionsausgaben je Variante	51
7	Bewertung der Linienführungsvarianten	54
7.1	Referenzfall	54

7.2	Systemabgrenzung	55
7.3	Ziel- und Indikatorensystem.....	57
7.4	Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen.....	59
7.5	Bewertung der Auswirkungen.....	64
7.5.1	Übersicht	64
7.5.2	Ergebnisse je Variante	65
7.5.3	Vergleich der monetären Kosten und Nutzen der Varianten.....	86
7.5.4	Deskriptive Indikatoren	89
7.6	Fazit der Bewertung	92
8	Schussfolgerung und Empfehlung	97

Anhänge

- A1 Entwicklungspotenzial der Logiernächte in der Hotellerie und Parahotellerie
- A2 Grundlagen zu den technischen Systemen
- A3 Entwickelte Systemvarianten
- A4 Einheitskostensätze zur Ermittlung der Investitionsausgaben
- A5 Berechnungsfaktoren und Wertgerüste für die monetären Indikatoren

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

(1) Die Region Lenzerheide verfügt mit einer guten touristischen Infrastruktur über ein hohes Potenzial für Sommer- und Wintertourismus. Die Region ist allerdings einzig über die Kantonsstrasse Chur – Lenzerheide – Tiefencastel erschlossen. Vor allem der Teilabschnitt Chur – Lenzerheide ist an den Wochenenden im Winter hoch ausgelastet. Eine attraktive Alternative fehlt:

- Mit dem Auto über Tiefencastel erhöht sich die Anreisezeit stark, bzw. die Touristen würden bei einer solchen Route eher andere Destinationen wählen.
- Der öffentliche Verkehr (ÖV) ist auf der Strasse und steht mit den Personenwagen ebenfalls im Stau.

Diese Erschliessung der Lenzerheide kann bereits heute als ein limitierender Faktor für den Tourismus angesehen werden. Neben der Bedeutung der touristischen Erschliessung sind die Fahrten der Einwohner und Angestellten durch die heute bestehende Verkehrserschliessung beeinflusst. Um die Region in ihrer Entwicklung zu unterstützen, prüft der Kanton Graubünden Verbesserungen für die Erschliessung mit dem öffentlichen Verkehr (ÖV). Das Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement Graubünden beauftragte die Ernst Basler + Partner AG deshalb damit, alternative und strassenunabhängige Lösungen zur verbesserten Erschliessung der Lenzerheide zu suchen. Die Aufgabe beinhaltete

- die Generierung von Varianten (Verkehrsmittel, Linienführung),
- die Prüfung der Machbarkeit der Varianten und
- die Bewertung der machbaren Varianten.

(2) Ziel der Bewertung ist eine Priorisierung machbarer Varianten. Die bestplatzierten Varianten sollen in einer hier nicht beauftragten Phase 2 vertieft ausgearbeitet werden. Die Phase 2 ist nicht Gegenstand dieses Berichts. Als Vergleich zu den strassenunabhängigen Lösungen war auch eine ÖV-Bevorzugung auf der Strasse – ohne Verbesserungen für den motorisierten Individualverkehr – zu untersuchen.

(3) Eine mögliche gemeinsame Tourismusregion Lenzerheide – Arosa – Davos war in der Untersuchung als Rahmenbedingung zu berücksichtigen: Varianten sollen eine entsprechende Verbindung der Zentren ermöglichen.

(4) Dieser technische Bericht dokumentiert neben Vorgehen und Resultate die Grundlagen mit Zwischenergebnissen, Plänen und Methodenerläuterungen. Eine separate Kurzfassung mit Management Summary beschreibt allein das Vorgehen und die Resultate der Untersuchung.

1.2 Übersicht zum Vorgehen und zum Berichtsaufbau

Zur Lösung der Aufgabenstellung wird wie folgt vorgegangen:

- Zunächst werden in Kapitel 2 wesentliche Abgrenzungen für die Untersuchung erläutert.
- Ein neues öffentliches Verkehrsmittel muss vor dem Hintergrund seines Potentials für die Region insgesamt diskutiert werden. Neben der problemgetriebenen Diskussion um die Erschliessung der Lenzerheide ist deshalb auch die visionsgetriebene Sichtweise der Chancen der Region zu berücksichtigen. In Kapitel 3 werden hier entsprechende Ausführungen gemacht und Erschliessungsvisionen für die Gesamtregion dargestellt.
- Kapitel 4 analysiert Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage und fasst die massnahmenunabhängigen Prognosen als weitere Grundlage für die nachfolgenden Schritte zusammen.
- In einem weiteren Schritt werden 14 strassenunabhängige Systemvarianten und - zum Vergleich die Variante ÖV-Strasse - erarbeitet. Mittels Knock-Out-Kriterien werden nicht geeignete Systemvarianten ausgeschlossen (vgl. Kapitel 5).
- Die geeigneten Systemvarianten und die Variante ÖV-Strasse werden im Kapitel 6 auf ihre Machbarkeit geprüft. Aus der Ausarbeitung ergeben sich zehn Linienführungsvarianten. Für diese Linienführungsvarianten werden die Investitionen ermittelt.
- Zur abschliessenden Bewertung der zehn Linienführungsvarianten (vgl. Kapitel 7) wird ein Referenzfall festgelegt. Der Referenzfall beschreibt die Situation ohne die zu bewertenden Varianten. Die Varianten werden hinsichtlich eines mit dem Auftraggeber abgestimmten Zielsystems bewertet. Für die Bewertung sind die Auswirkungen der Varianten zu ermitteln. Dies sind vor allem auch die verkehrlichen Auswirkungen.

Ergebnis der Bewertung ist eine Priorisierung der Varianten.

Abschliessend wird ein Fazit gezogen und es werden Empfehlungen gegeben.

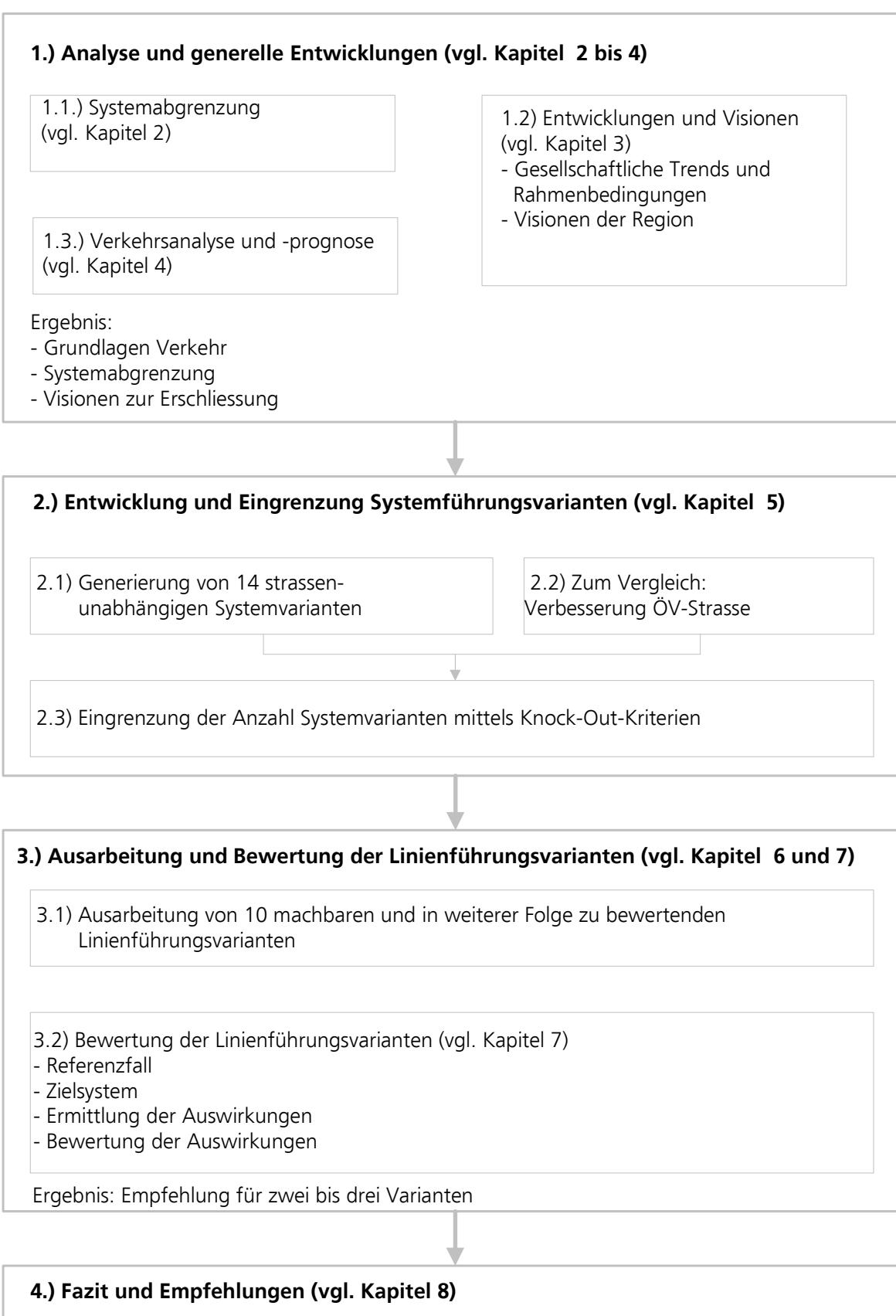


Abbildung 1.2-1: Übersicht zum Vorgehen

2 Systemabgrenzung

2.1 Räumliche Systemabgrenzung

2.1.1 Betrachtungsraum für Erschliessungsvarianten

Entsprechend der Ausgangslage steht die Verbindung Chur – Lenzerheide im Vordergrund. Mit dem Konzept einer Tourismusregion Lenzerheide – Arosa – Davos wird der Untersuchungsperimeter aber aufgeweitet. Zur Generierung innovativer Erschliessungskonzepte und Überlegungen ist deshalb die Untersuchung in einen grösseren räumlichen Zusammenhang zu stellen. Ausgangspunkt der Lösungssuche ist deshalb der Betrachtungsraum Chur – Thusis – Tiefencastel – Davos (Klosters) – Landquart – Chur (vgl. Abbildung 2.1.1-1). In Kapitel 3 wird auf Basis der Visionen für die Lenzerheide und Arosa ein entsprechendes langfristiges Konzept dargestellt. Damit sind auch Überlegungen zu Ringbahnsystemen evtl. unter Einbezug der heutigen bestehenden Bahnstrecken möglich.

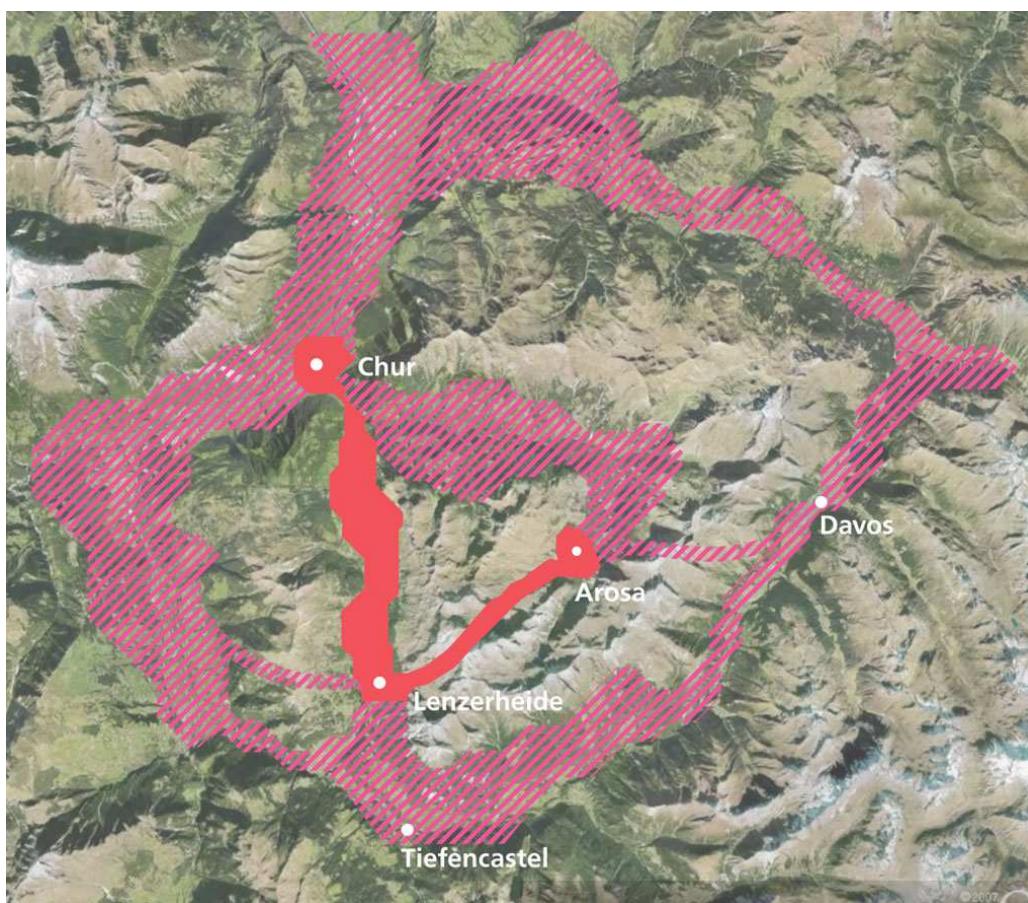


Abbildung 2.1.1-1: Betrachtungsraum für Erschliessungsvarianten

2.1.2 Untersuchungsgebiet für technisch-infrastrukturelle Lösungen

Für die konkrete Ausarbeitung von Angebotsvarianten mit technisch-infrastrukturellen Massnahmen werden Varianten zwischen Chur – Lenzerheide (auch via Domleschg) – Arosa erstellt. Die weitergehenden Verbindungen nach Tiefencastel und Davos werden im Rahmen der Machbarkeitsprüfung mitbetrachtet, aber im Rahmen der Bewertung werden für diese sehr langfristigen Optionen weder Kosten noch Nutzen ermittelt.

2.1.3 Raum für die Auswirkungsermittlung

Für die Bewertung der Massnahmen ist der gesamte Raum zu betrachten, in dem sich die Massnahme auswirkt. Die Angebotsverbesserung im öffentlichen Verkehr zwischen Chur – Lenzerheide – Arosa wird sich in Veränderungen der Anzahl Fahrten und des gewählten Verkehrsmittels bis hin zu dem Beginn der Fahrt (z.B. Nordschweiz, Deutschland) auswirken. Entsprechende Veränderungen werden bei der Ermittlung der verkehrlichen Wirkungen ermittelt und in der Bewertung berücksichtigt.

2.2 Zeitliche und sachliche Systemabgrenzung

(1) Für die Analyse stehen Angaben aus unterschiedlichen Jahren zur Verfügung. Für die Verkehrs nachfrage mit dem Personenwagen ist dies das Jahr 2006, im öffentlichen Verkehr lagen Angaben für die Jahre 2000 und 2008 vor. Das Angebot im öffentlichen Verkehr wird entsprechend dem aktuellen Fahrplan 2008/2009 berücksichtigt.

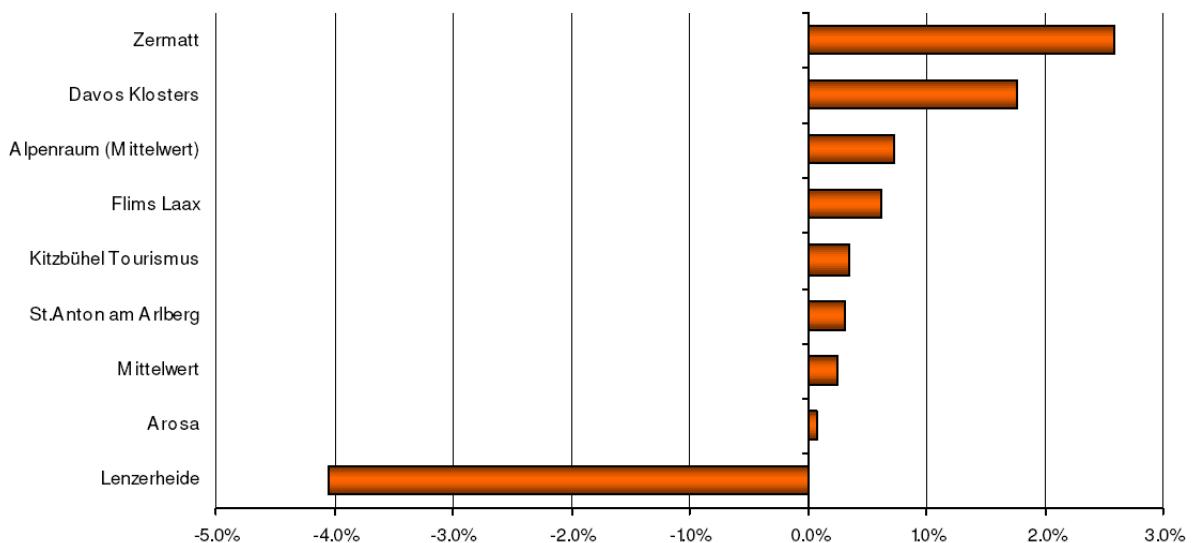
Für die Prognose lagen Angaben für das Jahr 2020 entsprechend dem Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) zur Skigebietsverbindung Arosa – Lenzerheide vor.

(2) Die Betrachtungen beziehen sich vor allem auf den Personenverkehr. Der Güterverkehr (Lieferungen an die Gemeinden) hat nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung.

3 Analyse und generelle Entwicklungen

3.1 Tourismus

- (1) Die Diskussion um eine verbesserte Erschliessung der Lenzerheide begründet sich vor allem mit dem touristischen Potenzial der Region und dessen Limitierung durch die verkehrliche Erschliessung. Insbesondere an den Wochenenden im Winter ist die Strasse im Abschnitt Chur – Lenzerheide hoch ausgelastet. Die Diskussion um ein neues Verkehrsmittel ist also einzubinden in die Diskussion über die touristische Entwicklung für die Region und eine entsprechende Vision.
- (2) Die Entwicklung der Hotelübernachtungen in den Jahren 2002 bis 2007 ist für die Lenzerheide abnehmend und für Arosa stagnierend (vgl. Abbildung 3.1-1). Beide Regionen entwickeln sich hier schlechter als der Mittelwert im Alpenraum. Diese Entwicklung zeigt sich auch, wenn neben der Hotellerie die Parahotellerie mit berücksichtigt wird (vgl. Anhang A1).



Quelle: Kanton Graubünden, Amt für Wirtschaft und Tourismus: Destinationen Lenzerheide / Arosa / Davos-Klosters im Vergleich zu Zermatt, St. Anton am Arlberg, Kitzbühl und Flims – Laax, Chur, 2. April 2009, S. 11.

Abbildung 3.1-1: Veränderung der Anzahl Hotelübernachtungen im Tourismusjahr 2002 bis 2007 in Prozent.

- (3) Die Bürgergemeinde Vaz / Obervaz, die politische Gemeinde Vaz / Obervaz, die Lenzerheide Bergbahnen AG und Lenzerheide Tourismus haben einen Business Plan mit einem 7-Punkte-Programm erstellt. Mit Bezug zur hier durchzuführenden Untersuchung werden in diesem Plan

die folgenden Erfolgsfaktoren der Lenzerheide aufgeführt (Kursiv = Wörtliches Zitat, Fett = eigene Hervorhebungen):¹⁾

*„Marktorientiertes Attraktivitäts-/Preisverhältnis: „Attraktivität“ bedeutet mehr als einzelne gute Produkte. Die gesamte Erlebniskette muss überzeugend sein. Einzelne Investitionen in Produktverbesserungen verpuffen, wenn nicht die Destination insgesamt ein „UPGRADE“ erfährt. **Das schönste Angebot bringt nichts, wenn gleichzeitig alle Strassen verstopft sind** etc.*

*Economies of Scale – Grössenersparnisse: Wenn Fixkosten für Vermarktung, Service Public, Produktmanagement etc. auf ein höheres Leistungsvolumen verteilt werden können, steigen die Möglichkeiten für direkt-produktive Investitionen bzw. für attraktives Pricing. **Das Angebot und seine Vermarktung können in einer höheren Liga spielen. Das grösste und nahe-liegende Potenzial diesbezüglich liegt in einer engen Zusammenarbeit mit Arosa.***

*Konsequente und langfristige Differenzierungsstrategien: Die Gefahr, als „Me-Too“-Destination im allgemeinen Wettbewerb der Destinationen unterzugehen, ist gross. **Einzigartigkeit** kann die Lenzerheide erlangen, wenn sie ein überragendes Sportangebot mit **hoher allgemeiner Erlebnisqualität kombiniert** und dies in der Vermarktung konsequent (auch über die Zeit!) auf den Punkt bringt.*

*Adäquate Vielfalts- und Spezialisierungsstrategie: Die Lenzerheide sollte aufgrund ihrer breiten räumlichen / infrastrukturellen Voraussetzungen keine Spezialisierungs-Strategie (Nische) fahren, sondern dem **Trend des „multi-optionalen Nachfrageverhaltens“ entsprechen** können. **Um in DIESER Liga mitspielen zu können, muss das ganze Potenzial (Schnee, Infrastruktur etc.) erschlossen werden.***

Vorteilhafte regionale und nationale Rahmenbedingungen: Während wir nationale Rahmenbedingungen kaum beeinflussen können, ist die Aufnahme der Lenzerheide in die DMO-Strategie des Kantons Graubünden eine gute Chance, unserer Vermarktung zusätzlichen Schub zu verleihen.“

(4) Diese Überlegungen mündeten in der Vision:²⁾

„Die Lenzerheide, exzellent gelegene Ganzjahres-Erlebnisarena der Alpen

... baut in den nächsten 10 Jahren mit einem umfassenden „Upgrade“ des gesamten Angebotes

1) Vgl. Bürgergemeinde Vaz / Obervaz, die politische Gemeinde Vaz / Obervaz, die Lenzerheide Bergbahnen AG und Lenzerheide Tourismus: Lenzerheide: Echt besser werden! Business Plan. 7-Punkte-Programm, 1. Fassung vom 16. Oktober 2007, S. 17.

2) Vgl. Bürgergemeinde Vaz / Obervaz, die politische Gemeinde Vaz / Obervaz, die Lenzerheide Bergbahnen AG und Lenzerheide Tourismus: Lenzerheide: Echt besser werden! Business Plan. 7-Punkte-Programm, 1. Fassung vom 16. Oktober 2007, S. 20.

... ihre Position innerhalb der Besten der europäischen Tourismus-Destinationen entscheidend aus

... und realisiert damit ein überdurchschnittliches, breit abgestütztes wirtschaftliches Wachstum.“

Für die Realisierung der Vision sind unterschiedliche Massnahmen vorgesehen, die neben einem Verkehrskonzept/Besucherlogistik auch die DMO-Bildung mit Chur / Arosa vorsehen. Eine strassenunabhängige Erschliessung der Lenzerheide ist aber darin nicht enthalten.

3.2 Pendler Chur

Neben dem Tourismus hat eine verbesserte Erschliessung der Lenzerheide auch das Potential, dass die Lenzerheide auch für Pendler von / nach Chur attraktiver wird.

3.3 Vision und Verkehrserschliessung

(1) Eine gute verkehrliche Erschliessung kann die Realisierung der Vision der Lenzerheide unterstützen. Einerseits stellt sie eine Voraussetzung für das Wachstum dar. Andererseits wird eine verkehrliche Erschliessung mit der Verbindung Chur – Lenzerheide – Arosa wesentlich dazu beitragen können, dass eine Position der Einzigartigkeit entstehen kann und Grössenvorteile nicht nur im Bereich der Vermarktung erzielt werden können:

- Eine solche Verbindung kann eine gemeinsame Identität mit sich bringen.
- Infrastrukturen, Anlagen und Immobilien lassen sich gemeinsam nutzen und die Auslastung verbessern. Beispiele dafür sind:
 - Verbesserte Möglichkeiten für Kongresse und Tagungen aufgrund gemeinsamer Raumkapazitäten
 - Freizeit- und Wellnessanlagen (Freibäder, Casino in Arosa, Sportveranstaltungen wie Tennis- oder Golfturniere)
 - Event-Tourismus
 - Soziale Infrastrukturen für die Gemeindebewohner (Kinderbetreuung, Ärzte etc.)
- Durch eine verbesserte Erschliessung nach Chur erhöht die Lenzerheide zudem ihre Attraktivität für Pendler nach Chur.

Eine verbesserte Erschliessung würde somit Einheimischen und Gästen nützen, wie dies in der folgenden Vision zum Ausdruck kommt:³⁾

„Stellen Sie sich vor: herrliches Wetter, ein unwiderstehlich schöner Blick auf die frisch verschneiten Berge. Sie sind in der Lenzerheide. Am frühen Abend melden sich Freunde, die in Arosa sind und laden Sie zum Essen ein. In einer halben Stunde ist das Essen bereit. Und Freunde aus Chur werden auch dazu kommen. Dank des neuen Verkehrsmittels treffen sich alle ohne Stress in Arosa. Während der Fahrt kann man entspannen, die wunderbare, frisch verschneite Berglandschaft geniessen, die Lichtshow im Tunnel bewundern und sich über die aktuellen Angebote in der Region informieren. Zur Zeit läuft eine interessante Ausstellung in Chur, und das neue Geschäft in der Altstadt lohnt allein einen kurzen Abstecher. Morgens Wellness in Lenzerheide, Abends Feuerwerk über dem Arosersee und wer mag Nachtskifahren an wechselnden Orten. „Wenn wir schon alle in der Region sind, könnten wir diese Highlights auch gemeinsam besuchen. Schliesslich wohnen wir nicht mehr weit auseinander, und die Bahn ist jeden Tag während 18 Stunden verfügbar...““.

3.4 Schätzung des Entwicklungspotentials

(1) Um dieses langfristige Entwicklungspotential in die Bearbeitung einfließen zu lassen, ermittelte die Fanzun AG die Anzahl möglicher Logiernächte (LN) unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren (vgl. Tabelle 3.4-1):

- LN Durchschnitt heute: Effektive heutige Anzahl Logiernächte
- LN Potenzial Neue Ressorts: Ausnutzung eingeplanter Flächen für neue Ressorts
- LN Zweitwohnungen: vermehrte Nutzung/Vermietung von Zweitwohnungen
- LN Potenzial Sommer: verbesserte Angebote während des Sommers
- LN Potenzial Gesamtdestination: Attraktivität als Gesamtdestination

Die entsprechenden Grundlagen und Berechnungen sind im Anhang A1 dokumentiert. Die folgende Tabelle 3.4-1 zeigt, dass die Anzahl Logiernächte um bis zu ca. 45% steigen kann.

3) Vgl. Fanzun AG: Erschliessung Chur – Lenzerheide – Arosa: Entwicklungspotenzial der Logiernächte in der Hotellerie und Parahotellerie, Chur, 5. Mai 2009 (vgl. Anhang A1).

Destination	LN Durchschnitt heute	LN Potenzial Neue Resorts	LN Zweitwohnungen	LN Potenzial Sommer	LN Potenzial Gesamtdestination	LN Total
Chur	152'000	0	0	6'000	15'200	170'000
Lenzerheide	1'047'000	251'000	202'000	61'000	104'700	1'670'000
Arosa	906'000	158'000	45'500	45'000	90'600	1'250'000
Total	2'105'000	409'000	247'500	112'000	210'500	3'080'000
Anteil zu LN Durchschnitt heute	100%	+19%	+12%	+5%	+10%	+46% (Differenz)

Quelle: Auswertung Fanzun AG (vgl. Anhang A1)

Tabelle 3.4-1: Touristisches Entwicklungspotenzial (LN = Anzahl jährlicher Logiernächtigungen)

3.5 Gesellschaftliche Trends und Rahmenbedingungen

(1) Neben den Visionen und Entwicklungspotenzialen der Region sind auch die allgemeinen gesellschaftlichen Trends und Rahmenbedingungen mit in die Überlegungen einzubinden. EBP entwickelte in einem interdisziplinären Prozess eine "Zukunftslandkarte". Sie umfasst 55 Zukunftstrends in den Bereichen "Gesellschaft und Individuum", "Umwelt, Natur und Raum", "Wirtschaft und Unternehmen", "Politik und Recht" sowie "Technologie und Innovation". Durch diese Trends erhalten wir zu ausgesuchten Fragestellungen ein vertieftes Bild möglicher "Zukünfte".

(2) Die folgende Tabelle zeigt hier relevante Trends und ihre Bedeutung für die Erschliessung Chur – Lenzerheide – Arosa.

Trend	Thesen zur Bedeutung für die Erschliessung Chur – Lenzerheide - Arosa
Klimaerwärmung führt zu weniger schneereichen Wintern	<ul style="list-style-type: none"> → Destinationen streben nach höher gelegenen Pisten → Erhöhte Chancen für die gemeinsame Tourismusregion aufgrund relativer Schneesicherheit von Arosa
Mobilität: Die Mobilitätsbedürfnisse dehnen sich in allen Alters- und Gesellschaftsgruppen ungebrochen aus.	<ul style="list-style-type: none"> → Trend zu Mehrverkehr sowohl im ÖV als auch im MIV → Erhöhte Tourismusnachfrage
Lebensstile/Wertewandel: Individualisierung als bedeutender Prozess	<ul style="list-style-type: none"> → Trend zu MIV mit abnehmenden Besetzungsgraden → Entschärfung der Wochenendverkehrsproblematik, da individuellere Anreisetage
Globaler Wettbewerb findet auch unter den Tourismusregionen statt	<ul style="list-style-type: none"> → Nur einige wenige grosse und bekannte Namen können international bestehen → Vision konsequent umsetzen
Freizeit/Tourismus: Steigende Mobilität und zunehmender Wohlstand führen zur ausgedehnterem Freizeitverhalten	<ul style="list-style-type: none"> → Steigende Tourismuszahlen
Zeit: Die Zeitstrukturen werden flexibler	<ul style="list-style-type: none"> → Vermehrter Trend zu Tages- und Kurzaufenthalts-tourismus
Haushalte, Wohnen: Ein städtischer Kontext wird zunehmend zum bevorzugten Wohnumfeld	<ul style="list-style-type: none"> → Agglomerationsdruck von Chur in Richtung Lenzerheide (Pendler)
Energie: Steigende Kosten für alle Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> → Bevorzugung energieeffizienter Systeme

Tabelle 3.5-1: Gesellschaftliche Trends und ihre Bedeutung für die Erschliessung Chur – Lenzerheide – Arosa

3.6 Fazit: Langfristige Erschliessungsvisionen

(1) Aus der Vision Lenzerheide, dem langfristigen Entwicklungspotenzial und den gesellschaftlichen Trends werden Erschliessungsvisionen erstellt, die einen Beitrag zur Attraktivierung der gesamten Region hinsichtlich des formulierten Wachstumsziels leisten. Damit sollen vor allem die folgenden Punkte im Sinne eines Gesamtkonzeptes abgebildet werden:

- Die „Identität und Einzigartigkeit der Region bei hoher allgemeiner Erlebnisqualität“ wird sichtbar und lebbar.
- Die Lenzerheide entspricht dem Trend des „multi-optionalen Nachfrageverhaltens“: Um möglichst viele Optionen anzubieten, bietet sich die Erschliessung des gesamten Potentials der Region durch geeignete Netzstrukturen an. Aus diesem Grund werden auch Anbindungen nach Tiefencastel und nach Davos als langfristige Perspektive in Abbildung 3.6-1 einbezogen.
- Die aufgezeigte Netzstruktur ermöglicht die Realisierung von „Synergie- und Kostendegressionsvorteilen“ durch die gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen: zum Beispiel für Kongresse und Tagungen, aber auch für die Einwohner durch die gemeinsame Nutzung sozialer Einrichtungen, von Anlagen (z.B. Freizeit- oder Wellnessbäder) oder Einrichtungen (z.B. Casino).

(2) Die in Abbildung 3.6-1 dargestellte langfristige Erschliessungsvision zeigt somit mögliche Verbindungen auf. Mit welchem Verkehrsmittel diese realisiert werden könnten, wird in weiterer Folge untersucht. Neben dem Raum Chur – Lenzerheide – Arosa werden dabei auch die Verbindungen nach Tiefencastel und nach Davos mit aufgenommen. Aus verkehrsplanerischer Sicht hat ein solches System den Vorteil, dass die Bahn-Strecke Davos – Filisur und die heutige Strecke Chur – Arosa aufgehoben werden könnten. Falls eine Schmalspurbahn die Best-Lösung darstellen sollte, könnte der durchgehenden Glacier- und Bernina-Express mit Flügelzügen ab Davos nach Zermatt bzw. Tirano via Lenzerheide geführt werden. Für die Bedienung der Orte entlang der möglichen aufzuhebenden Strecken kann ein Busservice eingerichtet werden.

(3) Eine verbesserte Erschliessung der Lenzerheide wird im Folgenden zunächst vor dem Hintergrund der heutigen Verkehrsproblematik diskutiert werden: Ausgehend von Systemabgrenzung und der prognostizierten Nachfrage werden technische Varianten zur Lösung dargestellt.

(4) Mit der Vision der Lenzerheide und dem Ziel, eine europäische Top-Tourismusdestination zu werden, sowie den Möglichkeiten für ein verstärktes Zusammenwachsen mit Chur werden aber weitere **regionalwirtschaftliche Dimensionen** eines solches Projektes aufgezeigt, die in weiterer Folge mit in die Bewertung einfließen müssen.

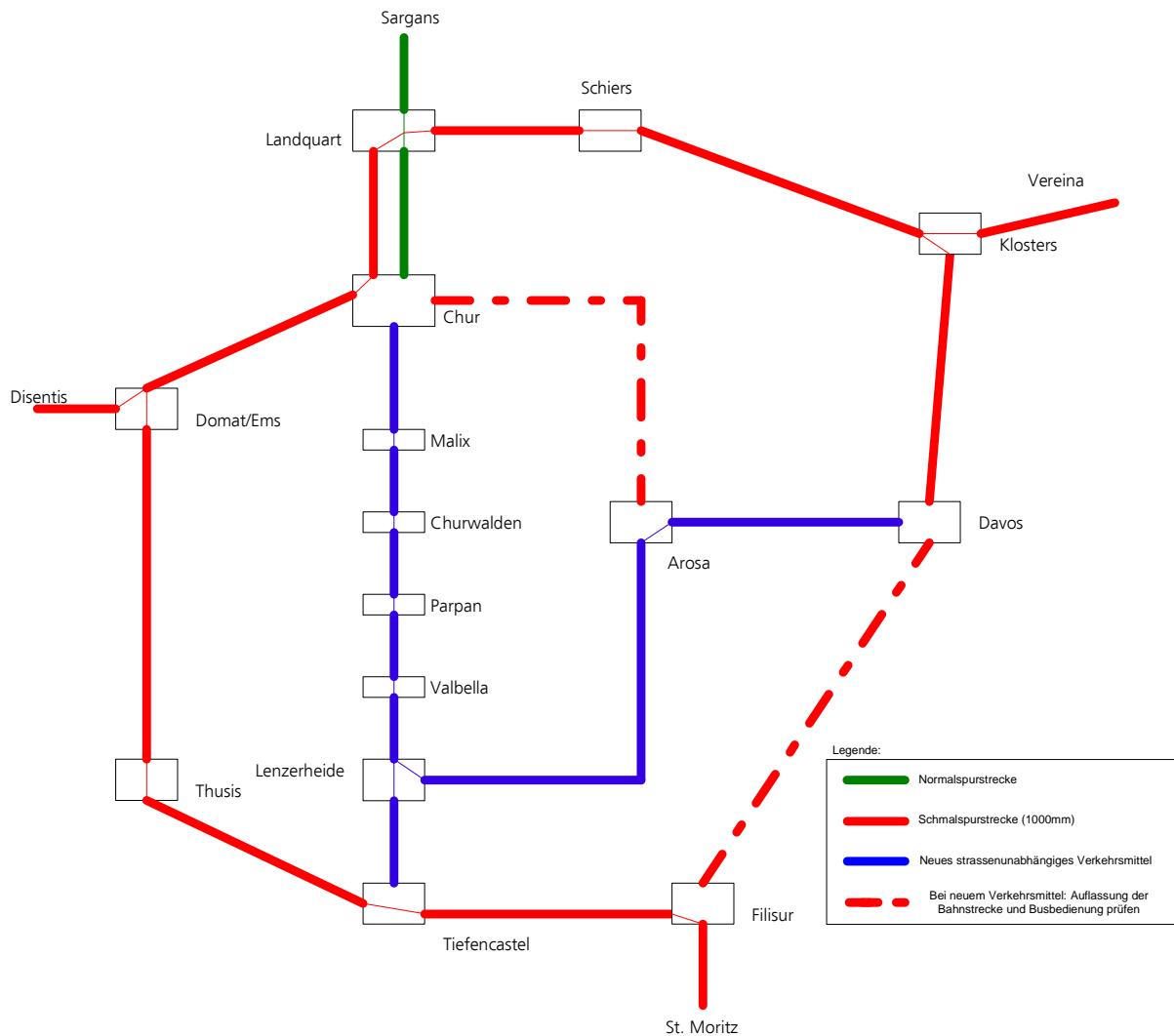


Abbildung 3.6-1: Langfristige Erschliessungsvision für ein strassenunabhängiges Streckenkonzept

4 Verkehrsanalyse und Verkehrsprognose zur Ableitung eines Betriebskonzeptes

4.1 Verkehrsangebot Infrastruktur Strasse und öffentlicher Verkehr

(1) Die Lenzerheide ist heute ausschliesslich mit einer Strasse erschlossen. Die Verbindung Chur – Lenzerheide ist Teil des Ergänzungsnetzes und fällt somit in die Zuständigkeit des Kantons. Mittel zum Ausbau dieser Verbindung sind im Sachplan Verkehr keine vorgesehen. Entsprechend den Festlegungen im Sachplan Verkehr des Bundes ist die Erschliessung dieser Region auf der Strassenseite sicherzustellen. Eine schienenseitige Erschliessung hingegen ist dort nicht vorgesehen. In der Beurteilung möglicher Massnahmen zur Verbesserung der regionalen Erschliessung wird der Region Lenzerheide/Mittelbünden zusammen mit Interlaken und St. Moritz die Priorität 2 eingeräumt, da die heutige Reisezeit mit dem ÖV mindestens 1.2-fach so lang ist wie mit dem MIV und weil ein grosser Problemdruck infolge hoher Übernachtungszahlen in der Region bestehe.

(2) Für den Betrachtungsraum ist das Angebot im öffentlichen Verkehr in der Abbildung 4.1-1 dargestellt.

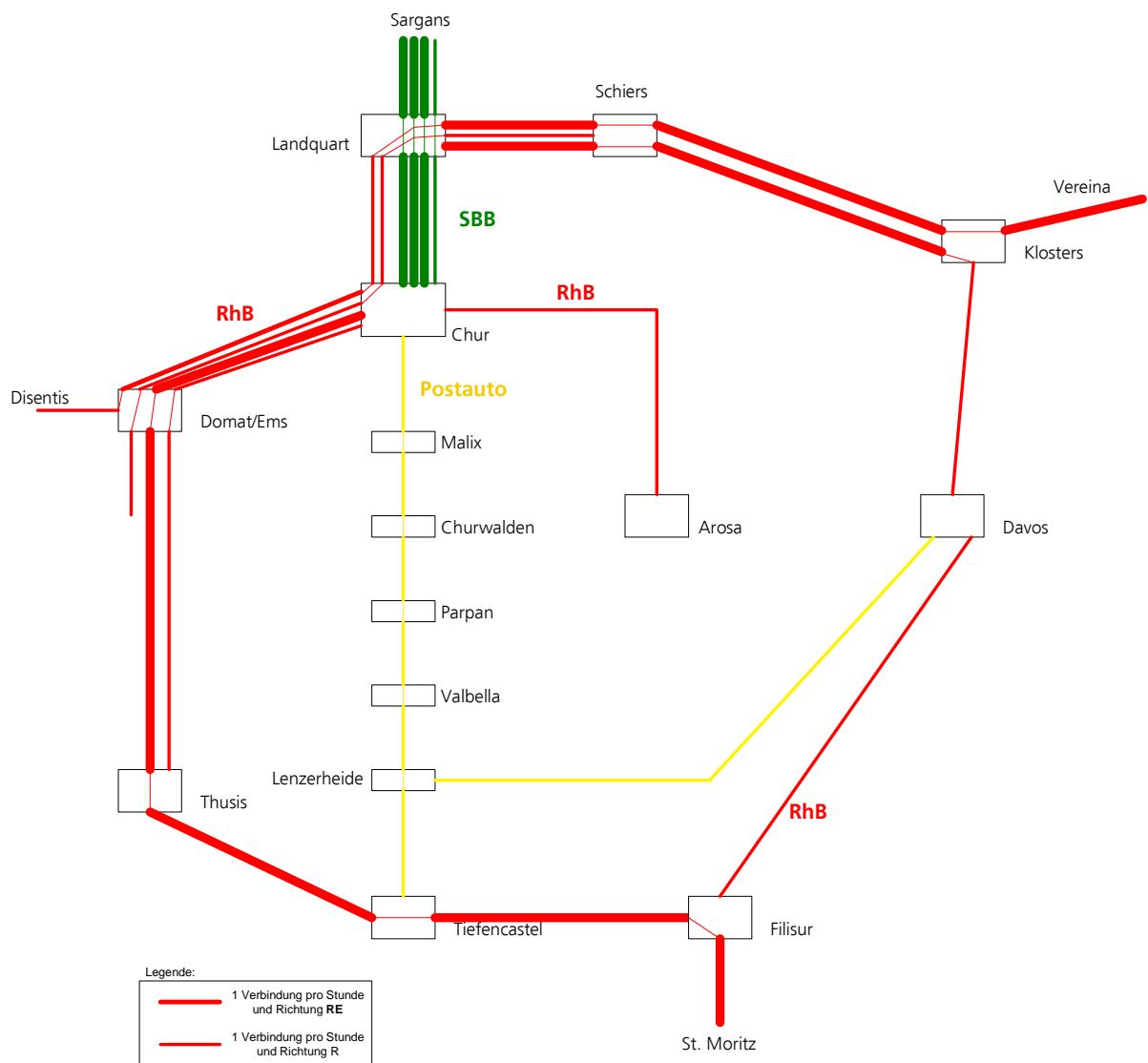


Abbildung 4.1-1: Heutiges Linienschema des ÖV-Angebots im Untersuchungsraum, Stand Jahresfahrplan 2009

4.2 Verkehrsnachfrage: Analyse und Prognose

(1) Die folgende Tabelle 4.2-1 zeigt die Nachfrage im Personenverkehr zwischen Chur und Lenzerheide. Vor dem Hintergrund der in weiterer Folge zu betrachtenden gemeinsamen Tourismusregion Arosa – Lenzerheide wird auch die Verkehrsnachfrage zwischen Chur und Arosa dargestellt. Die Daten sind einerseits für das Analysejahr 2006 und andererseits für das Prognosejahr 2020 dargestellt. Für die Prognose wurden die folgenden Annahmen zugrunde gelegt:

- Verkehrsinfrastruktur entsprechend dem Jahr 2008
- ÖV-Angebot entsprechend Jahresfahrplan 2009
- Skigebiet Arosa – Lenzerheide wird als realisiert unterstellt. Die Nachfragezahlen auf der Strasse sind dem Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) zum Skigebiet entnommen.
- Die Verkehrsentwicklung entspricht derjenigen des Agglomerationsprogramms.

(2) Die Tabelle 4.2-1 zeigt die ermittelte Nachfrage mit den zugrunde gelegten Quellen. Die Summe der Anzahl Fahrten je Tag Chur – Lenzerheide wie auch Chur – Arosa stimmen für den Jahresdurchschnittstag und für den Spitzentag sehr gut mit den Grundlagen gemäss Agglomerationsprogramm überein. Lediglich bei Chur – Arosa wird für das Jahr 2020 im Agglomerationsprogramm eine höhere Nachfrage von 7'000 Personenfahrten im Jahresdurchschnitt ausgewiesen, als sie hier ermittelt wurde. Im Weiteren wurden hier die in Tabelle 4.2-1 angegebenen Werte verwendet.

(3) Aus den Zahlen ist folgendes ersichtlich:

- Die Nachfrage nach Lenzerheide ist um den Faktor zwei bis drei grösser als nach Arosa.
- Allerdings verfügt Arosa über eine Bahnverbindung. Der Modal-Split-Anteil des öffentlichen Verkehrs liegt bei dieser Verbindung im Jahresdurchschnitt bei ca. 27% bis 30% (je nach unterstelltem Besetzungsgrad der Fahrzeuge in Tabelle 4.2-1). Bei Chur – Lenzerheide beträgt er nur 15%.
- Zwischen Chur und Lenzerheide fuhren im Jahr 2006 in der Spitzentunde im Winter 1'100 Fahrzeuge in Hauptrichtung. Dies sind ca. alle 3.3 Sekunden ein Fahrzeug. Mit der Verkehrs zunahme im Jahr 2020 sinkt dieser Wert auf 2.6 Sekunden ab. Die Situation auf der Strasse in der Spitzentunde wird sich somit weiter verschlechtern.

[Personen/Tag] bzw. [Personen/Stunde]		Chur – Lenzerheide (Querschnitt Zählstelle Malix)					Chur – Arosa (MIV: Querschnitt Calfreisen; ÖV: Eingang Arosa)				
		MIV		ÖV		Summe	MIV		ÖV		Summe
Jahresdurchschnitt je Tag	2006	11'000	1), 2)	2'000	3)	13'000	3'600	4), 2)	1'590	5)	5'190
	2020	12'800	6), 2)	2'500	7)	15'300	3'900	6), 2)	1'824	8)	5'724
Spitzentag Winter	2006	21'000	1), 2)	3'200	9)	24'200	7'300	4), 2)	6'151	10)	13'451
	2020	27'200	6), 2)	4'700	11)	31'900	8'200	6), 2)	7'150	12)	15'350
Spitzenstunde Winter Hauptrichtung	2006	2'200	1), 2)	320	13)	2'520	950	4), 2)	800	14)	1'750
	2020	2'720	13)	470	13)	3'190	1'100	14)	930	14)	2'030

1) Fahrzeuge je Tag entsprechend Verkehrsdaten permanenter Zählstellen im Kanton Graubünden, Zählstelle A 003 (Malix)
 2) Annahme EBP zum Besetzungsgrad der Fahrzeuge Chur – Lenzerheide: 2.0 Personen je Fahrzeug. (Besetzungsgrad Skitouristen Chur – Lenzerheide: 2.7 gemäß 6), Anhang 2; Besetzungsgrad Pendler: 1 gemäß SN 641822a). Für Chur – Arosa Besetzungsgrad 1.67 Personen je Fahrzeug entsprechend Bundesamt für Raumentwicklung / seco, Amt für Raumentwicklung GR, Amt für Raumentwicklung SG et al.: MACU – Modellvorhaben Agglomeration Chur und Umgebung – Verkehrskonzept, August 2006, Anhänge.
 3) Postauto, E-Mail vom 25.04.09. Wert für das Jahr 2008.
 4) Fahrzeuge je Tag entsprechend Verkehrsdaten permanenter Zählstellen im Kanton Graubünden, Zählstelle A 740 (Calfreisen)
 5) Rhätische Bahn, E-Mail vom 7. Mai 2009. Wert für das Jahr 2008.
 6) Kanton Graubünden, Lenzerheide Bergbahnen AG, Region Nordbünden et al.: Skigebietsverbindung Arosa und Lenzerheide, Umweltverträglichkeitsbericht / Voruntersuchung, Dezember 2007.
 7) Eigene Berechnung: Nachfrage 2006 * Zunahme entsprechend Strasse 2006->2020 + 200 induzierte Fahrten je Tag gem. 6) durch Skigebietsverbindung (hier für ganzes Jahr angerechnet).
 8) Eigene Berechnung: Nachfrage 2006 * Zunahme entsprechend Strasse 2006->2020 + 112 induzierte Fahrten je Tag gem. 6) durch Skigebietsverbindung (hier für ganzes Jahr angerechnet).
 9) Postauto: Angaben für den 30.12.2008.
 10) Rhätische Bahn, E-Mail vom 7. Mai 2009. Wert für das Jahr 2008.
 11) Eigene Berechnung: Nachfrage 2006 * Zunahme entsprechend Strasse 2006->2020 + 600 induzierte Fahrten je Tag gem. 6) durch Skigebietsverbindung.
 12) Eigene Berechnung: Nachfrage 2006 * Zunahme entsprechend Strasse 2006->2020 + 300 induzierte Fahrten je Tag gem. 6) durch Skigebietsverbindung.
 13) Anteil Nachfrage Spitzentag Winter Hauptrichtung an Spitzentag Winter gem. 1) beträgt ca. 10%.
 14) Anteil Nachfrage Spitzentunde Winter Hauptrichtung an Spitzentag Winter gem. 1) beträgt ca. 13%.

Tabelle 4.2-1: Analyse und Prognose der Verkehrs nachfrage im Referenzfall

(4) Zur Dimensionierung der Infrastruktur und des Rollmaterials sind Annahmen zum Betriebskonzept notwendig. Das Angebot wird auf Basis der Nachfrage je Tag im Jahresdurchschnitt festgelegt. Diese setzt sich für ein System Chur – Lenzerheide – Arosa bei Aufhebung der bestehenden Strecke Chur – Arosa wie folgt zusammen:

• ÖV-Nachfrage Chur - Lenzerheide:	2'527 Pers/Tag
• ÖV von/nach Arosa:	1'824 Pers/Tag
• Schätzung Mehrverkehr durch verbessertes Angebot:	1'500 Pers/Tag
<i>Summe</i>	<i>5'851 Pers/Tag</i>

Der Mehrverkehr im öffentlichen Verkehr ist abhängig von der Ausgestaltung der Varianten und wird je Variante in Kapitel 7 ermittelt. Hier wird als Grundlage für die Planungen eine erste Schätzung vorgenommen.

(5) Der klassische Mehrverkehr berücksichtigt keine siedlungsstrukturellen Effekte. Die Realisierung eines gemeinsamen Tourismusgebiets Lenzerheide – Arosa kann aber weitere Nachfrage durch Ausnutzung des Entwicklungspotentials erzeugen. Auf Basis der zusätzlichen Anzahl Logiernächte (LN) wird hier die ÖV-Nachfrage entsprechend Tabelle 4.2-2 abgeschätzt.

Potenzial aus Logiernächtigungen entsprechend Kapitel 2	Potenzial Logiernächte [Nächte/a] [I]	Aufenthaltsdauer ¹⁾ [Nächte/Gast] bzw. [Tage/Gast] [II]	Anzahl Gäste [Gäste/a] [III]=[I]/[II]	Anzahl Fahrten je Gast ²⁾ [Fahrten/Gast] [IV]	Anteil ÖV ³⁾ [%] [V]	Anzahl Fahrten ÖV [Fahrten/a] bzw. [Fahrten/Tag] VI=[III]*[IV]*[V]/100
LN Potenzial Neue Resorts	409'000	3.3	125'000	2	30	75'000 (200)
LN Zweitwohnungen und LN Sommer	359'000	3.3	110'000	2	30	66'000 (180)
LN Potenzial Gesamtdestination (hier Annahme Tagestouristen)	210'500	1.0	210'500	2	30	126'000 (350)
Summe	978'500		445'000			267'000 (700)

1) Vgl. Kanton Graubünden, Amt für Wirtschaft und Tourismus: Destinationen Lenzerheide/Arosa/Davos-Klosters im Vergleich zu Zermatt, St. Anton am Arlberg, Kitzbühl und Flims-Laax, Chur, 2. April 2009, S. 31.

2) Annahme EBP: An- und Abreise; Keine Zusatzfahrten innerhalb der Region berücksichtigt.

3) Annahme EBP entsprechend Modal Split Arosa.

Tabelle 4.2-2: Abschätzung Zusatznachfrage ÖV aufgrund Ausnutzung des Potenzials

Dieses Potential von zusätzlich 700 Fahrten je Tag wird im Folgenden für Sensitivitätsüberlegungen verwendet.

(6) Die folgende Tabelle zeigt Planungsvorgaben des Bundesamtes für Verkehr, bei welcher Nachfrage welches Betriebsprogramm zu prüfen ist.

	1-h-Takt 18 Kurspaare	1/2-h-Takt 36 Kurspaare	1/4-h-Takt 72 Kurspaare
Personen je Tag im Jahresdurchschnitt	500	4'000	8'000
Quellen: Verordnung über Abgeltungen, Darlehen und Finanzhilfen nach Eisenbahngesetz 742.101.1 Bundesamt für Verkehr: Vorgaben des Bundes zur Erstellung von Angebotskonzepten, Bern, 22. Mai 2001.			

Tabelle 4.2-3: Planungsvorgaben des Bundesamtes für Verkehr

Für ein neues Verkehrsmittel Chur – Lenzerheide – Arosa wird für das Jahr 2020 eine durchschnittliche tägliche Nachfrage von ca. 5'800 Personen prognostiziert. Damit ergibt sich ein zu prüfendes Betriebskonzept mit 1/2-h-Takt bei 18 Betriebsstunden über das ganze Jahr hindurch. Ein solches Betriebskonzept dient somit sowohl der Nutzung durch Einheimische wie auch durch die Gäste beziehungsweise Touristen.

(7) Aufgrund des hohen Anteils Freizeitverkehr entstehen Spitzen an den Wochenenden. Zur Bewältigung der Spitzen werden die Anzahl der notwendigen Plätze bzw. Fahrzeuge und die Dimensionierung der Infrastruktur auf die Spitzenstunde ausgelegt. Da das Verhältnis von Spitzenstundennachfrage im Winter in Hauptlastrichtung zu Jahresdurchschnittsnachfrage je Tag bei ca. 25% liegt (vgl. Tabelle 4.2-1), wird die Nachfrage in der Spitzenstunde ca. bei 1'450 Personen liegen. Zur Gewährleistung der betrieblichen Flexibilität wird für die weiteren Überlegungen eine Nachfrage von 2'000 Personen in der Spitzenstunde in Hauptlastrichtung zugrunde gelegt.

5 Entwicklung und Vorselektion von Systemvarianten

5.1 Straßenunabhängige System- und Linienführungsvarianten

5.1.1 Technische Systeme

(1) Für die Erarbeitung von strassenunabhängigen Transportformen sind bei Ausschluss des Wasser- und Luftverkehrs spurgeführte Systeme zu untersuchen. Die Abbildung 5.1.1-1 zeigt eine Gliederung entsprechender Systeme.

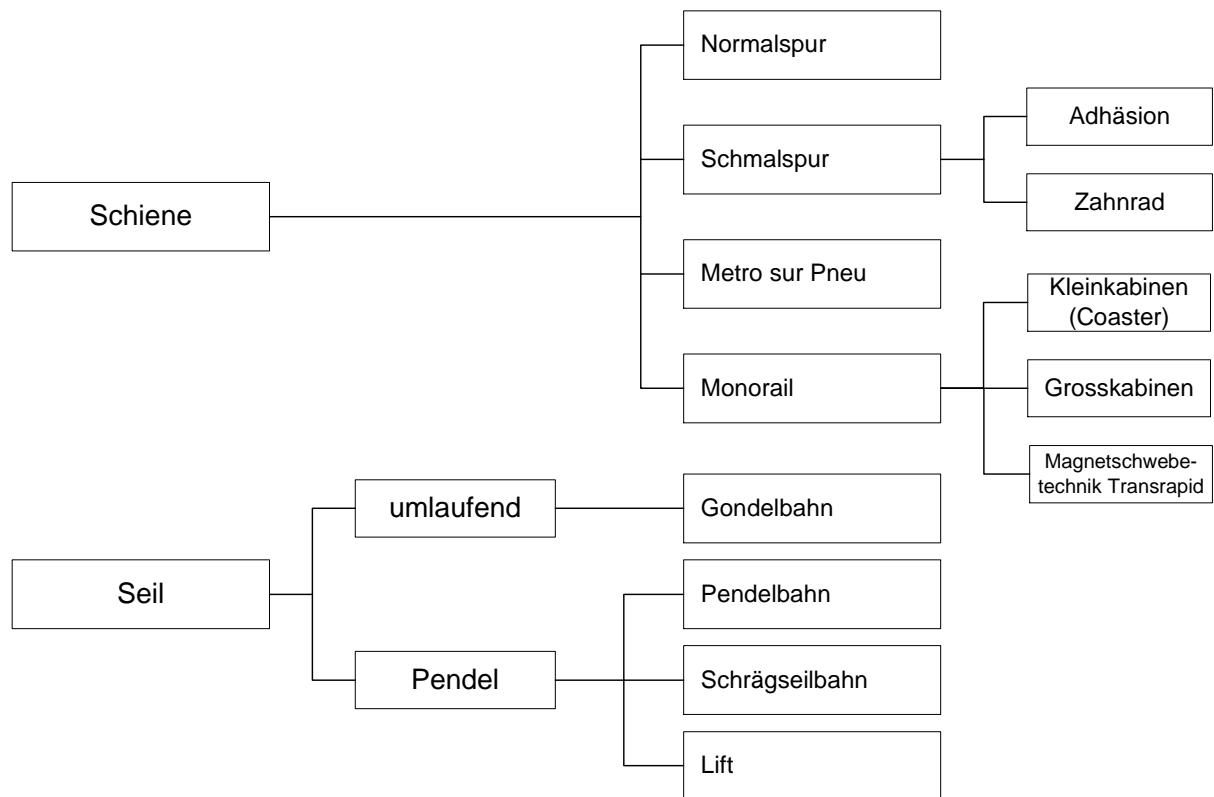


Abbildung 5.1.1-1: Gliederung spurgeführter Systeme

(2) Die Tabelle 5.1.1-1 zeigt die technischen Daten der betrachteten Systeme, wie sie hier für den Systemvergleich berücksichtigt werden. Ausführungen zu den betrachteten Systemen und Quellenangaben zu den technischen Daten sind dem Anhang A2 zu entnehmen. Gegebenenfalls kann ein System auch eine höhere Leistungsfähigkeit aufweisen, die aber für die hier betrachtete Strecke nicht sinnvoll ist: So kann beispielsweise die Magnetschwebebahn Transrapid

eine bedeutend höhere maximale Geschwindigkeit erzielen, die auf der kurzen Strecke von Chur nach Lenzerheide mit Zwischenhalten aber nicht erreicht werden kann.

System		Steigungsfähigkeit [%]	Minimale Kurvenradien [m]	Maximale Geschwindigkeit ¹ [km/h]
Schiene / Eisenbahn	Normalspur (1435 mm)	40	350	80-100
	Schmalspur / Meterspur Stammnetz	45	100	55-100
	Schmalspur / Meterspur Arosabahn	60	100	35-60
	Zahnrad-/Adhäsionsbahn	120	100	40-100
Metro sur Pneu (System Lausanne)		120	80	40-60
Monorail	Kleinkabinenbahn (Coaster)	500	20	40-80
	Grosskabinen	150	100	43
	Magnetschwebebahn/Transrapid	100	1500	200
Seil	Gondelbahn (Luftseilbahn, Umlaufbetrieb)	1000	0	29
	Pendelbahn (Luftseilbahn, Pendelbetrieb)	1000	0	43
	Schrägseilbahn (Standseilbahn)	480	500	36
	Lift	1000	-	32

1 Für die hier untersuchte Strecke

Quellen vergleiche Anhang A2

Tabelle 5.1.1-1: *Technische Daten zu den betrachteten Systemen*

Im Rahmen der Erarbeitung unterschiedlicher Varianten für die Linienführung wurde unterschieden in systemreine Varianten, Varianten mit Systemkombinationen und Sonderlösungen.

Systemreine Varianten

Bei systemreinen Varianten muss der Fahrgast maximal einmal vom gewählten Anreisemittel (Personenwagen, Zug) auf das vorgeschlagene System umsteigen. Die Umsteigezeit kann somit gering gehalten werden. Beim Einsatz von quasi-stetigen Fördersystemen tendiert die Umsteigezeit für die erstankommenden Gäste gegen Null. Bei Überschreiten der Kapazitätsgrenze der Systeme steigt sie dann aber für die in der Schlange wartenden Passagiere stark an.

Varianten mit Systemkombinationen

(1) Die Kombination unterschiedlicher Systeme bedingt in der Regel Umsteigevorgänge, die auch bei optimaler Abstimmung unter den einzelnen Systemen mit Zeitverlusten für das Ein- und Aussteigen verbunden sind. Außerdem steigt durch die Umsteigevorgänge der Aufwand und Umtrieb für die Reisenden.

(2) Durch die Ausnutzung der jeweiligen Systemvorteile (Steigungsfähigkeit, max. Streckengeschwindigkeit, ...) kann der Zeitverlust nicht nur egalisiert werden, durch sinnvolle Kombinationen kann sogar ein erheblicher Zeitvorteil gegenüber systemreinen Varianten erzielt werden. Dabei bestimmt allerdings das schwächste Glied in der Kette die Kapazität!

Sonderlösungen

(1) Überlegungen zu technischen Systemen, die die Vorteile unterschiedlicher Systeme vereinen, befinden sich noch in einem frühen Stadium. Denkbar wäre eine Beförderung in containerähnlichen Behältern, bei der die Reisenden am Startpunkt zu- und erst wieder am Zielpunkt aussteigen und dazwischen auf unterschiedlichen Systemen transportiert werden. So könnten die Vorteile der einzelnen Systeme ohne die Zeitverluste durch Umsteigevorgänge genutzt werden.

(2) Die Ansätze sind noch mit vielen offenen Fragen verbunden (z.B. Sicherheitsaspekte, technische Machbarkeit). Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie wurden deshalb derartige Ansätze nicht in die Überlegungen einbezogen.

5.1.2 Räumliche Grundlagen zur Variantenerarbeitung

Topologie, Höhenlage und Distanzen

(1) Die Abbildung 5.1.2-1 zeigt für den Untersuchungsraum die Höhenlage der einzelnen Ortschaften sowie die Distanzen und Steigungsverhältnisse auf einer gedanklich gezogenen direkten Verbindungsstrecke. Diese Berechnungen dienen als Grundlage für die weiteren Überlegungen hinsichtlich der Trassenlage des neuen Verkehrssystems.

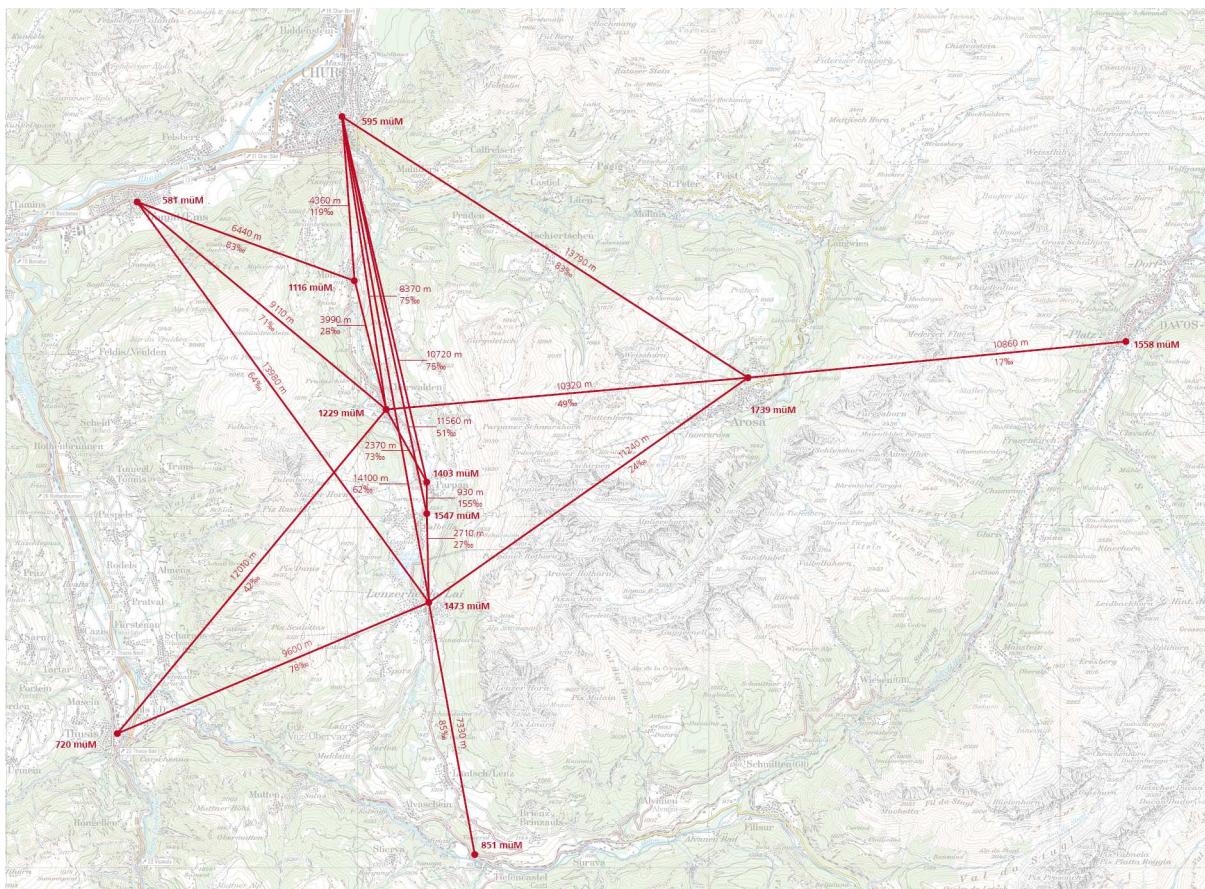


Abbildung 5.1.2-1: Höhenlagen und Distanzen innerhalb des Untersuchungsgebietes

(2) In der Abbildung 5.1.2-2 ist das Höhenprofil auf der Kantonsstrasse von Chur Bahnhof bis Lenzerheide abgetragen, da sich entsprechend der Aufgabenstellung hier die Suche für die technisch-infrastrukturelle Lösung konzentrieren wird. Es sind zwei Stufen der Höhenbewältigung auszumachen:

- Anstieg Chur (ab km 1) bis rund 1 km vor Malix
 - Anstieg von Churwalden nach Parpan

Diese zwei Höhenanstiege bedürfen bei allen Lösungen mit einem strassenunabhängigem System einer schwerpunktmaßigen Betrachtung.

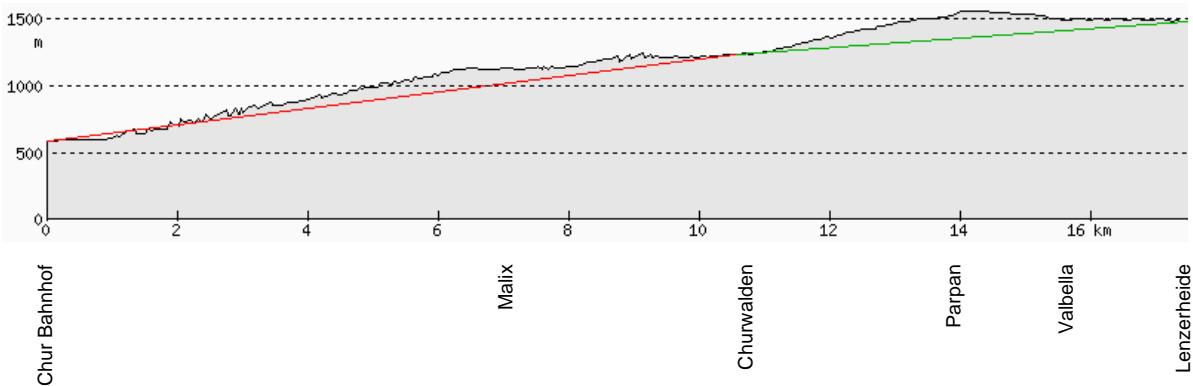


Abbildung 5.1.2-2: Höhenprofil für den Abschnitt Chur Bhf. – Churwalden – Lenzerheide entlang der Kantonsstrasse

Von Lenzerheide bis Lantsch/Lenz verläuft die Strasse entsprechend der Abbildung 5.1.2-3 relativ flach, um dann jedoch von Lantsch/Lenz bis Tiefencastel auf 2500 m Luftlinie 440 Höhenmeter in zwei Schleifen abzubauen. Die Streckenlänge auf der Strasse beträgt entsprechend ca. 5.5 km. Auch in diesem Abschnitt muss für ein strassenunabhängiges System eine besondere Lösung gefunden werden.

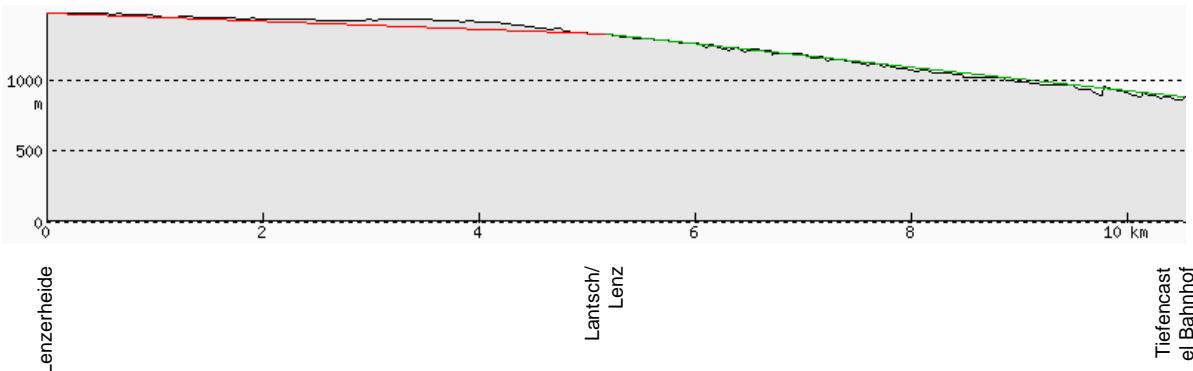
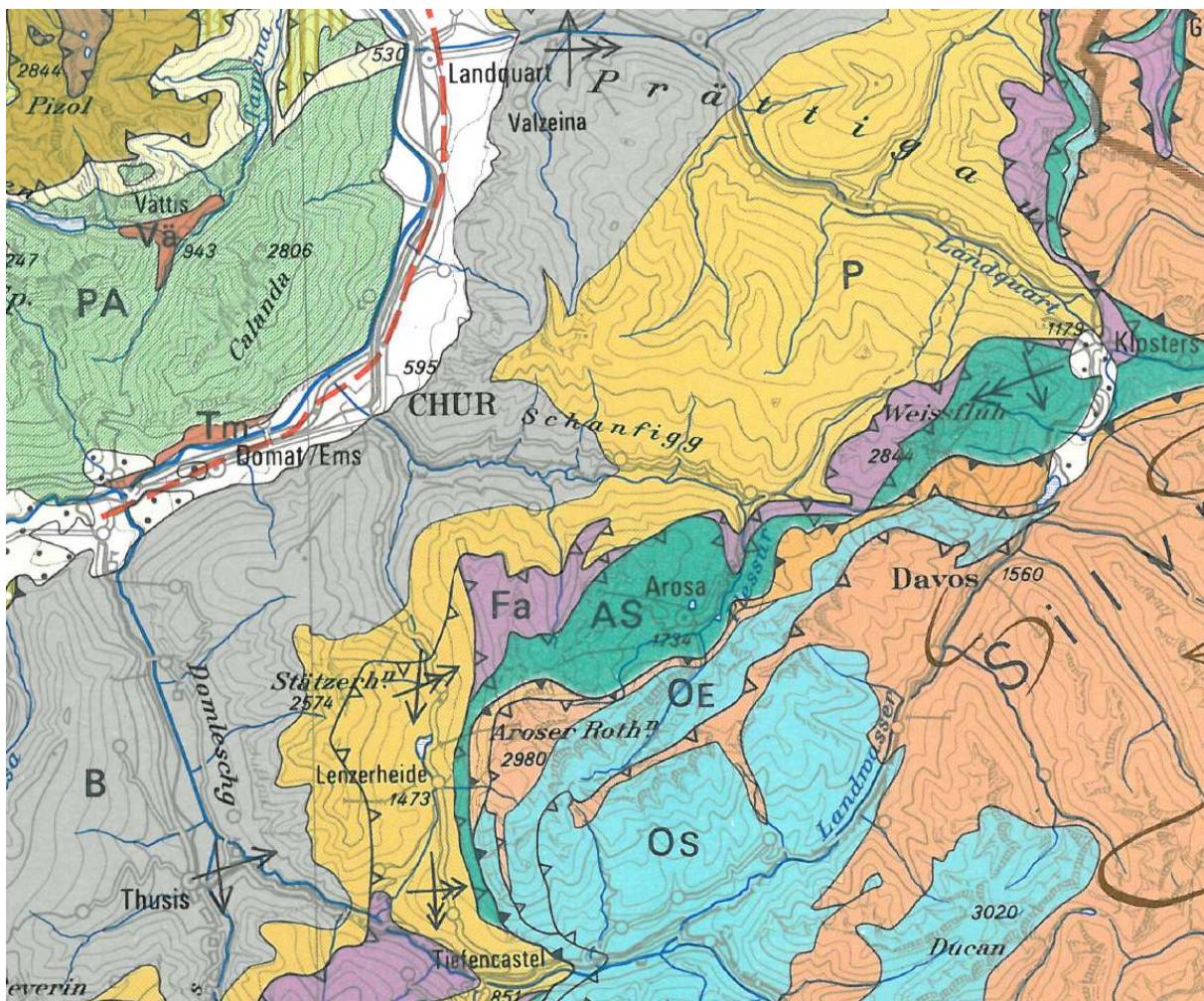


Abbildung 5.1.2-3 : Höhenprofil für den Abschnitt Lenzerheide – Lantsch – Tiefencastel Bhf. entlang der Kantonsstrasse

Tektonik und Geologie

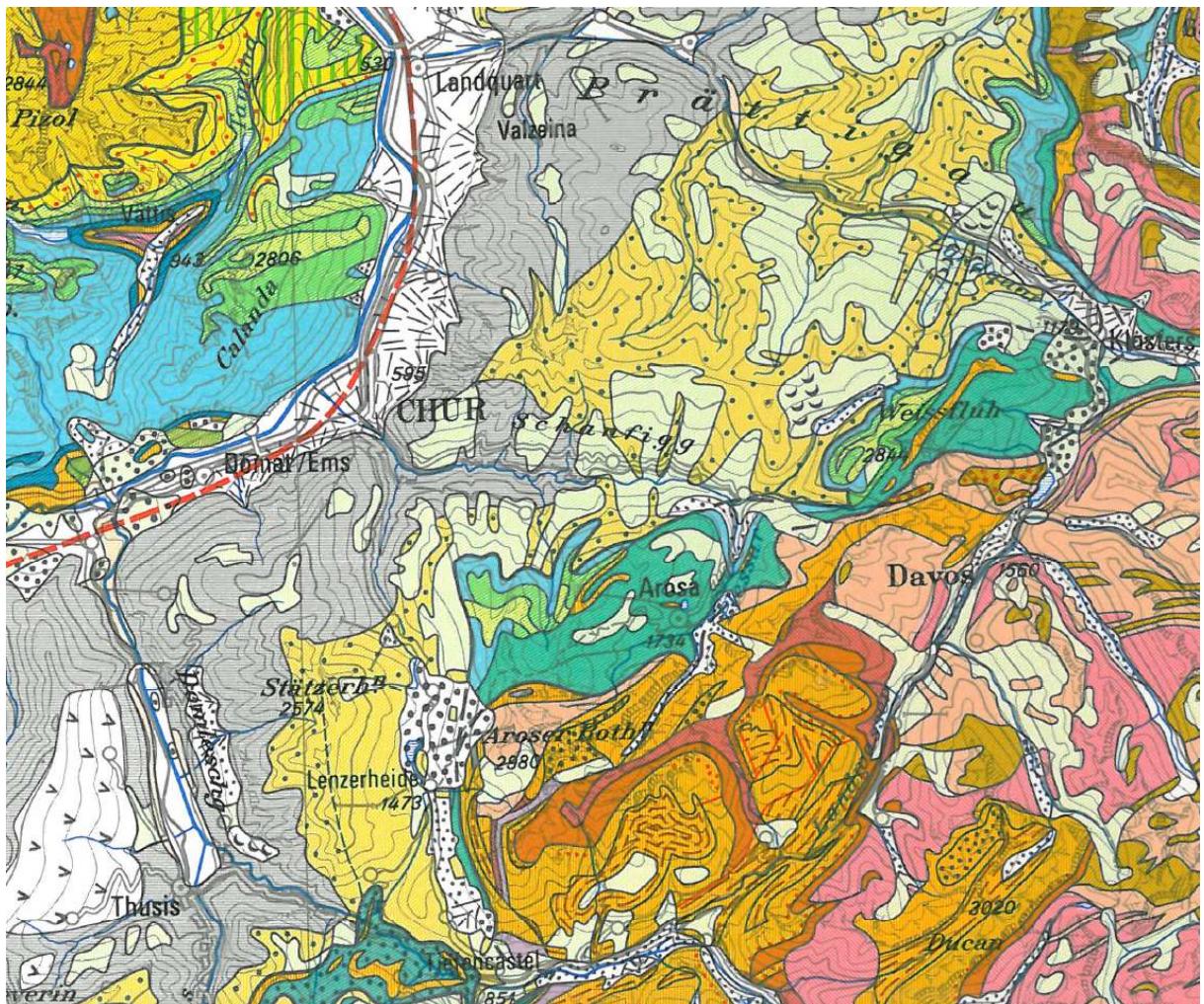
(1) Die tektonische Karte für die Region (siehe Abbildung 5.1.2-4) zeigt, dass im Untersuchungsgebiet zwischen Chur, Tiefencastel und Arosa mehrheitlich Sedimentgestein aus dem Penninikum anzutreffen ist. Von Chur bis Churwalden erstreckt sich Bündner Schiefer (grau), anschließend folgt eine stark gefaltete Flyschformation (gelb). Richtung Arosa erstreckt sich die Aroser Schuppenzone (dunkelgrün) begleitet von einer Falknis-Decke, wobei rund um das Aroser Rothorn die westlichsten Überreste der kristallinen Silvretta Decke (rosa) anzutreffen sind. Die hellblauen Gebiete bestehen wiederum aus Sedimenten (OS) und Dolomit (OE).



Tektonische Karte der Schweiz, Schweizerische Geologische Kommission, 1980

Abbildung 5.1.2-4: Tektonische Karte Untersuchungsraum

(2) Die geologische Karte (siehe Abbildung 5.1.2-5) zeigt oberflächennah ein System aus Bündner Schiefer (grau) und Rutschgebieten (gepunktet auf gelb oder weissem Grund).



Geologische Karte der Schweiz, Schweizerische Geologische Kommission, 1980

Abbildung 5.1.2-5: Geologische Karte Untersuchungsraum

5.1.3 Variantenentwicklung

(1) In einem ersten Schritt werden für die technischen Systeme unter Berücksichtigung der räumlichen Gegebenheiten Grob-Varianten grob aufskizziert. Entsprechend dem Höhenprofil der Talschaft Lenzerheide sind grosse Höhenunterschiede zwischen Chur und Malix, an der Geländeschwelle nach Churwalden und beim Übergang zwischen Parpan und Valbella zu überwinden. In Richtung Tiefencastel weist das Gelände im Höhenprofil zwischen der Talsohle der Albula und den an den Talflanken gelegenen Dörfern (Lain und Lantsch/Lenz) einen sehr grossen Geländesprung auf. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht zu den entwickelten Varianten. Im

Anhang A3 sind die Linienführungsvarianten mit etwaigen Untervarianten dargestellt. Diejenigen Varianten, die auf Machbarkeit geprüft werden, werden in Kapitel 6 detailliert erläutert.

System	Variante	Linienführung	Möglichkeit zum Halt mit neuem Verkehrsmittel zwischen den Ortschaften Chur – Lenzheide
Eisenbahn (Normal- oder Schmalspur)	Variante A	Kehrtunnel nach Malix, Linke Talseite	Alle Ortschaften
	Variante B	Via Domleschg mit Tunnel nach Churwalden oder Lenzheide	Ohne Malix (Anbindung Bus)
	Variante C	Rechte Talseite	Ohne Malix (Anbindung Bus)
	Variante D	Tunnel Chur – Tiefencastel mit unterirdischen Halten und 300 bis 400 m hohen Liften	Alle Ortschaften
	Zahnrad- und Adhäsionsbahn	Tunnel Chur – Pradaschier, linke Talseite	Ohne Malix (Anbindung Bus)
Metro sur Pneu		Tunnel Chur – Pradaschier, linke Talseite	Ohne Malix (Anbindung Bus)
Monorail	Kleinkabinen	Ohne Tunnel nach Malix, linke Talseite	Alle Ortschaften
	Grosskabinen	Tunnel Chur – Pradaschier, linke Talseite	Alle Ortschaften
	Magnetschwebebahn	Tunnel Chur – Churwalden, linke Talseite	Ohne Malix, Parpan, Lantsch/Lenz
Gondel oder Pendelbahn	I	Chur – Malix, ab Malix auf linke Bergflanke	Ohne Parpan, Lantsch/Lenz
	II	Chur – Malix, ab Malix weiter im Tal	Alle
	III	Chur – Malix, ab Malix auf rechter Bergflanke	Ohne Parpan, Lantsch/Lenz
Kombinationen	Schrägseilbahn und Eisenbahn	Schrägseilbahn bis Malix, ab Malix Eisenbahn	Alle
	Luftseilbahn + Monorail	Seilbahn bis Malix, ab Malix Monorail	Alle

Tabelle 5.1.3-1: Übersicht zu Linienführung der entwickelten strassenunabhängigen Grobvarianten

5.2 Zum Vergleich: ÖV-Strasse

(1) Als Vergleich zu den im vorhergehenden Kapitel skizzierten strassenunabhängigen Varianten wird eine zusätzliche Variante mit der Verbesserung des Öffentlichen Verkehrs auf der Strasse erarbeitet. Ausgehend von der geforderten Mindestkapazität von 2'000 Personen in der Spitzentunde müssen bei einer Kapazität von 60 bis 80 Personen je Bus ca. 25 bis 30 Busse in der Spitzentunde bereitgestellt werden. Daraus folgt in Spitzentunden theoretisch eine Busfolge von 2- bis 2.5-Minuten. Diese Busse verkehren auf einer ohnehin schon stark befahrenen Strasse.

(2) Bei der geringen Taktfolgezeit scheiden Pförtneranlagen als Lösung aus, da der MIV vor der Pförtneranlage ansonsten vollends zum Erliegen kommen würde. Separate Busspuren sind notwendig. Analog zum System in Zug wird eine separate Busspur zwischen den beiden Fahrspuren vorgeschlagen, die je nach Tageszeit und Verkehrsaufkommen im Richtungswechselbetrieb genutzt werden kann (morgens in Fahrtrichtung Lenzerheide, abends in Fahrtrichtung Chur). Die Spurausbauten werden vor allem auf den Steigungsstrecken Chur – Malix und Parpan – Valbella benötigt.

(3) Neben der Frage der Streckenausbauten ist die Einbindung von Chur und den Ortschaften eine grosse Herausforderung. Im Sinne der Vergleichbarkeit mit den übrigen Varianten wird für die Einbindung in Chur ein eigener Tunnel bis zum Bahnhof unterstellt. Für die Ortschaften entlang der Strecke Chur – Lenzerheide werden Umfahrungsstrassen einzuplanen sein, die aber entsprechend der Auftragsvorgabe allein durch Expressbusse genutzt werden dürfen. Eine Verbesserung für den motorisierten Individualverkehr ist damit nicht vorgesehen.

(4) Der innovative Charakter einer solchen Lösung kann in Form geeigneter Antriebstechnologien wie zum Beispiel Elektro- oder Wasserstoffantrieb liegen. Für die weiteren Betrachtungen werden hier aber Dieselbusse unterstellt.

5.3 Variantenausscheidung mittels Knock-Out Kriterien

(1) Um den Variantenfächern für die weitere Bearbeitung einzuschränken, werden Mindestanforderungen an die Varianten definiert. Werden diese Mindestanforderungen nicht erfüllt, werden die Varianten nicht weiter betrachtet. EBP erarbeitete einen Vorschlag für entsprechende Knock-Out-Kriterien und stimmte diese mit dem Auftraggeber ab. Die folgende Tabelle 5.3-1 zeigt die Knock-Out-Kriterien, wie sie von EBP vorgeschlagen und mit dem Auftraggeber abgestimmt wurden.

Kriterium	Begründung für die Wahl des Knock-Out Kriteriums	Knock-Out Wert
Reisezeit	Um eine hohe Nachfrage für das neue System sicherstellen zu können, darf die Fahrzeit Chur – Lenzerheide nicht grösser als die Fahrzeit des Postautos bzw. der Bahn im unbelasteten Netz sein. Zum Vergleich der Varianten untereinander werden die non-stop-Reisezeiten verwendet.	> 39 Minuten für die Strecke Chur – Lenzerheide (non-stop) > 56 Minuten für die Strecke Chur – Lenzerheide – Arosa (non-stop)
Umsteigen	Zur Wahrung der Attraktivität des neuen Systems ist die Anzahl Umsteigevorgänge klein zu halten.	>= 2 Umsteigevorgänge (inkl. Umsteigen am Bahnhof Chur, falls erforderlich) auf der Verbindung Chur – Lenzerheide
Arosa	Im Hinblick auf die langfristige Entwicklung einer gemeinsamen Tourismusregion Chur – Lenzerheide – Arosa muss das neue System zwingend die Möglichkeit zur Erweiterung in Richtung Arosa besitzen.	Verbindung nach Arosa mit dem neuen System nicht machbar .
Kapazität	Minimal erforderliche Spitzensundenkapazität entsprechend Prognose der Verkehrsnachfrage	Kapazität < 2'000 Pers./h

Tabelle 5.3-1: Knock-Out-Kriterien

(2) Die in Kapitel 5.1 und 5.2 beschriebenen Varianten werden hinsichtlich der Knock-Out-Kriterien untersucht. Dazu werden insbesondere die Reisezeiten für die Strecke Chur – Lenzerheide und Chur – Arosa benötigt. In diesem Arbeitsschritt wird die technische Fahrzeit aufgrund der Streckenlänge mit streckenabschnittsweisen Höchstgeschwindigkeiten ermittelt.

(3) Die folgende Tabelle 5.3-2 zeigt die Beurteilung der Varianten hinsichtlich der festgelegten Knock-Out-Kriterien. Dabei sind diejenigen Felder Rot hinterlegt, bei denen das Knock-Out-Kriterium nicht erreicht wird. Bezüglich der Reisezeiten wird gelb hinterlegt, wenn eine Variante zwar die Reisezeit gegenüber dem heutigen ÖV-System senkt, aber die Reisezeit noch länger als diejenige mit dem Personenwagen ist.

System	Variante	Untervariante entsprechend Anhang A3	Reisezeit Chur – Lenzerheide (Non-Stop) [Min]	Reisezeit Chur – Arosa (Non-Stop) [Min]	Umsteigen	Anbindung Arosa [Anzahl] [Ja/Nein]	Kapazität > 2000 Personen/h [Ja/Nein]	Ergänzende Information: Anzahl Halte zwischen Chur und Lenzerheide
Eisenbahn (Normal- oder Schmal-spur)	Linke Talseite	IB, IIA	24	34	1	Ja	Ja	5
	Domleschg	IIA, IC, IA	33	48	1	Ja	Ja	1
	Rechte Talseite	IA	27	37	1	Ja	Ja	4
	Tunnel Chur - Tiefencastel und Lifte	-	19	29	2	Ja	Nein	5
	Zahnrad- und Adhäsionsbahn	IA	20	30	1	Ja	Ja	4
Metro sur Pneu		IA	16	28	1	Ja	Ja	4
Monorail	Kleinkabinen	-	23	40	1	Ja	Ja	5
	Grosskabinen	IA	21	38	1	Ja	Ja	5
	Magnetschwebebahn	-	7	14	1	Ja	Ja	3
Gondel oder Pendelbahn	I		42	64	1	Nein	Ja	4
	II		36	61	1	Nein	Ja	4
	III		39	64	1	Nein	Ja	4
Pendelbahn	III		43	65	4	Nein	Ja	4
Kombinationen	Schrägseilbahn und Eisenbahn	-	33	49	2	Ja	Nein	5
	Luftseilbahn + Monorail	-	38	54	2	Ja	Ja	5
Zum Vergleich: ÖV-Strasse		-	25	<56	1	Ja	Ja	>5
 Knock-Out-Kriterium nicht erfüllt.  Reisezeit schneller als heute, aber noch langsamer als Reisezeit mit dem Personenwagen.								

Tabelle 5.3-2: Beurteilung der Varianten mittels Knock-Out-Kriterien

(4) Ausgeschieden sind folgende Systemvarianten:

- Gondel- und Pendelbahnen: Dies insbesondere aufgrund ihrer Gesamtreisezeit nach Lenzerheide und der Schwierigkeiten mit der hochalpinen Verbindung nach Arosa.
- Kombinationen von verschiedenen Systemen aufgrund der geforderten Minimierung der Anzahl Umsteigevorgänge oder aufgrund von Kapazitätsrestriktionen.

(5) Für die verbliebenen Systeme wurden Linienführungsvarianten ausgearbeitet und bewertet.

6 Ausarbeitung der Linienführungsvarianten

6.1 Grundlagen

Aspekte der Machbarkeitsprüfung

(1) Für die weiterzuverfolgenden Varianten werden im Folgenden auf der Grundlage von vertieften Untersuchungen der Geologie, der Landschaftsgestaltung und der bautechnischen Machbarkeit weitere Festlegungen zur Linienführung getroffen. Dabei werden vor allem die folgenden Punkte berücksichtigt:

- Rutschhänge
- Gesteinsformationen
- Mineralquellen

Grundlage dazu bildet eine Einschätzung der geologischen Machbarkeit der Varianten.⁴⁾

(2) Auf Basis der in Anhang A3 dargestellten Linienführungsvarianten werden in Folge die Festlegungen begründet und die ausgearbeiteten Varianten dargestellt. Die Betrachtung beschränkt sich auf die Strecke Chur – Lenzerheide – Arosa, da für diese Strecke auch die Kosten und Nutzen ermittelt werden. Die Verlängerung nach Tiefencastel wurde geologisch geprüft, wird aber nicht weiter dargestellt und auch in den Kosten- und Nutzenbetrachtungen nicht berücksichtigt.

Systemunabhängige Festlegungen

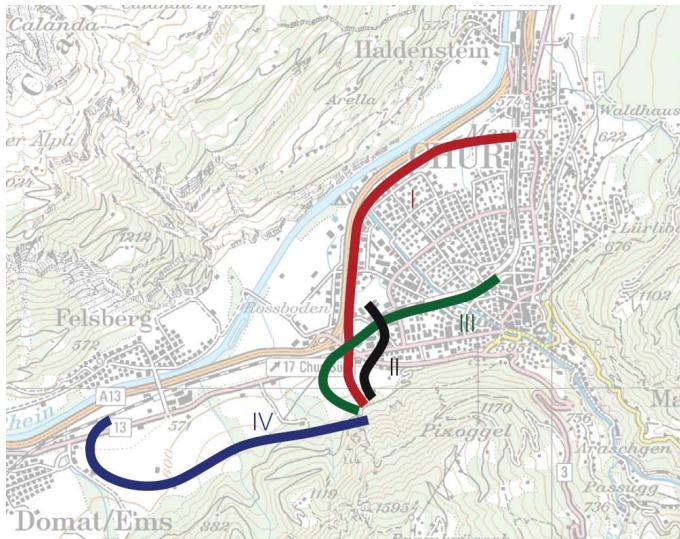
(1) Zur Erschliessung von Chur, von Lenzerheide-Valbella und zur Linienführung nach Arosa sind Festlegungen zu treffen. Die nachfolgend aufskizzierten Module zeigen unabhängig vom gewählten System unterschiedlich mögliche Linienführungen für bestimmte Teilbereiche innerhalb des Projektperimeters auf. Die gezeigten Linienführungen gelten für alle Varianten.

(2) Varianten zur Erschliessung von Chur sind in Abbildung 6.1-1 dargestellt. Haltestellen sind beim Bahnhof und bei der P+R-Anlage an der Autobahnausfahrt Chur West vorgesehen. Aufgrund der innerstädtischen Bebauung ist eine Erschliessung nur über eine Ebene möglich, die bislang noch nicht durch die bestehende Infrastruktur blockiert ist:

- „Hohe Lösung“ (aufgeständert als Hochbahn) oder
- „Tiefe Lösung“ (Tunnel)

4) Rüegg Ingenieurgeologie / Hydrogeologie: Erschliessung Chur – Lenzerheide – Erste geologische Beurteilung der generellen Linienführung, Chur, 19. März 2009.

Varianten mit konventionellem Schienensystem können von einem unterirdischen Bahnhof in die bestehenden Gleisfelder geführt werden. Für die übrigen Varianten wird städtebaulich nur die Tunnellösung als realistisch eingestuft. Diese Einschätzung wurde auch vom Auftraggeber und auf einer Informationssitzung mit den Amtsleitern des Kantons Graubünden von diesen geteilt.



Beschreibung der Varianten:

Variante I (rot): Erschliessung Umsteigestation Chur Nord

Variante II (schwarz): Erschliessung Umsteigestation Chur West

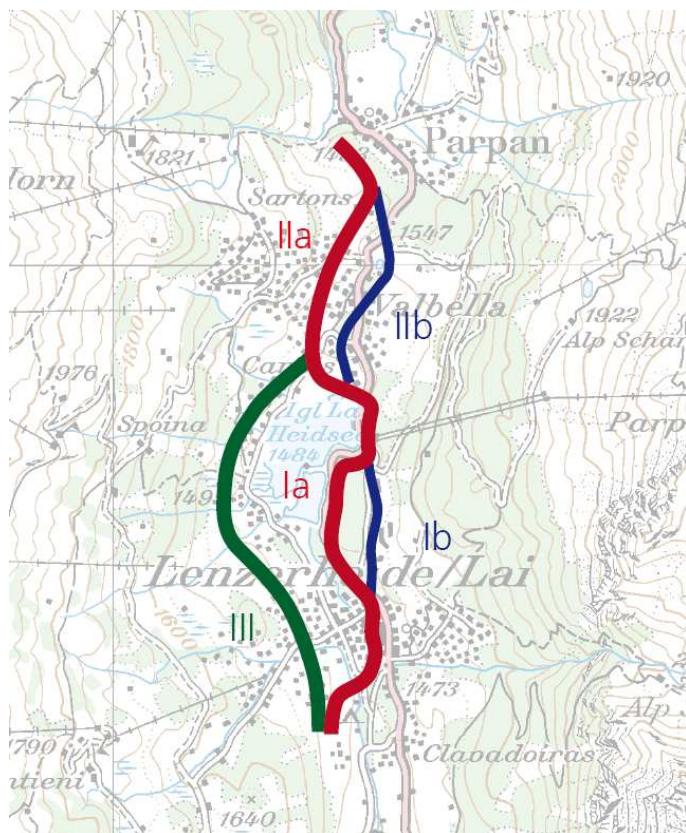
Variante III (grün): Einführung nach Chur Bahnhof unter, auf oder über dem bestehenden RhB-Trassee

Variante IV (blau): Linienführung mit Überwindung einer grösseren Höhendifferenz mittels einer Schleife bis Domat/Ems

Variante V (nicht dargestellt): Für Variante „Rechte Talseite“ wird eine östliche Einbindung aufgezeigt.

Abbildung 6.1-1: Erschliessungsvarianten Chur

(3) Die Erschliessung Lenzerheide-Valbella ist in Abbildung 6.1-2 in Varianten dargestellt. Eine Festlegung des genauen Haltepunktes auf der Lenzerheide ist zum momentanen Planungsstand nicht notwendig. Alle Varianten dürften hier in etwa kostengleich sein. Bei weiteren Planungsstufen sind die genaue Linienführung und die Lage der Halte festzulegen. Für die weiteren Arbeiten wurde hier die Variante Ib und Ila unterstellt.



Beschreibung der Varianten:

Variante Ia: Lenzerheide Zeltplatz – Dorfzentrum entlang der Uferstrasse am östlichen Seeufer

Variante Ib: Lenzerheide Zentrum via Dieschen Seura und Dieschen Sot nach Valbella Gondelbahnstation Alp Scharmoin

Variante IIa: Vabella West bis Parpan

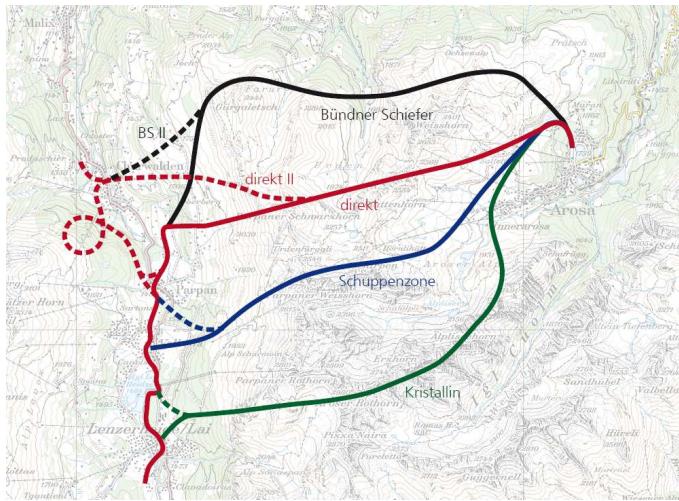
Variante IIb: Valbella Zentrum bis Parpan

Variante III: Lenzerheide Zeltplatz – Tourismuszentrum Fadail-Valbella West, keine Erschliessung von Lenzerheide Dorfzentrum

Abbildung 6.1-2: Erschliessungsvarianten Lenzerheide – Valbella

(4) Für die Erschliessung von Arosa ist eine Tunnellösung erforderlich. Entsprechende Varianten sind in Abbildung 6.1-3 dargestellt. Hier stellt sich die Frage, in welcher Gesteinsformation der Tunnel am kostengünstigsten bzw. auf möglichst kurzem Weg aufgefahren werden kann. Entsprechend ergeben sich auch unterschiedliche Möglichkeiten zur direkten Erschliessung der Ortschaften Valbella, Parpan und Churwalden. Aufgrund der geringsten Risiken in der Bauausführung wird die Untervariante „Kristallin“ als am vorteilhaftesten beurteilt.

(5) In Arosa kann das Tunnelportal wegen der instabilen Hanglage nicht beim heutigen Bahnhof Arosa realisiert werden. Der Portalbereich und die neue Station Arosa werden an Stelle dessen in Innerarosa vorgesehen. Die Anbindung weiterer Ortsteile erfolgt – wie auch heute schon – durch einen Lokalbus. Dadurch verkürzt sich einerseits die Tunnellänge der Verbindung von Lenzerheide nach Arosa, und andererseits kann von diesem Standort aus direkt die Verlängerung in Richtung Davos ohne aufwändige Kunstbauten im Bereich der Dorfquerung Arosa vorgesehen werden. Die Ausgestaltung des Moduls zur Einbindung in Arosa ist in der Abbildung 6.1-4 dargestellt.



(ohne Anpassung der Einbindung via Innerarosa entsprechend Abbildung 6.1-4; Erläuterung siehe Textziffer (5)

Beschreibung der Varianten:

Variante Bündner Schiefer (schwarz): Damit der Tunnel vollständig im Bündner Schiefer zu liegen kommt, ergibt sich eine weit nördlich gelegenen Linienführung. Bündner Schiefer neigt zu starken Deformationen und erfordert daher einen massiven Ausbau der Tunnelröhre.

Variante Schuppenzone (blau): Die Aroser Schuppenzone wurde in ihrer Entstehungsgeschichte tektonisch sehr stark verfaltet. Entsprechend dürften im Bauablauf stark wechselnde Bedingungen angetroffen werden. Ein massiver Ausbau der Tunnelröhre ist ebenfalls erforderlich.

Variante Kristallin (grün): Bautechnisch ist eine Linienführung im Kristallin eindeutig zu bevorzugen, wenngleich die Tunnellänge im Vergleich zum direktesten Durchstich in etwa 50% grösser ist. Auf einen massiven Ausbau der Tunnelröhre kann unter Umständen verzichtet werden.

Variante direkt (rot): Hier ist eindeutig die kürzeste Tunnellänge möglich, dazu müssen allerdings verschiedene Gesteinsformationen durchfahren werden. Dies erfordert ein zeitaufwändiges und teures Umrüsten des Vortriebs während des Bauablaufs.

Abbildung 6.1-3: Erschliessungsvarianten Arosa

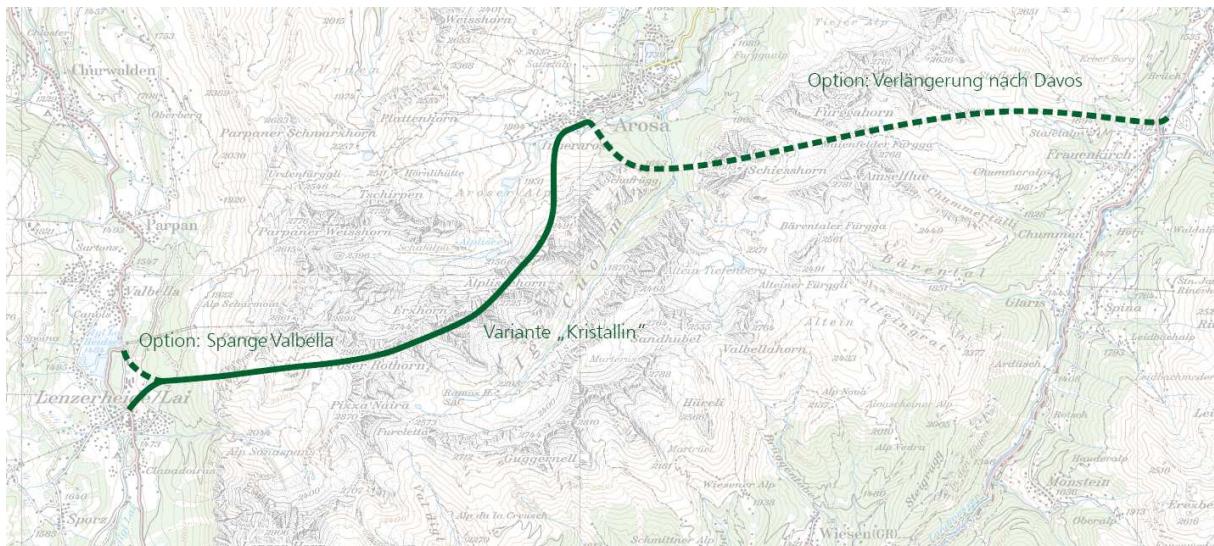


Abbildung 6.1-4: Ausgestaltung des Moduls Einbindung Arosa

6.2 Darstellung der Varianten

6.2.1 Eisenbahn: Normal- oder Schmalspurbahn

- (1) Für die Ausarbeitung der Varianten werden die Trassierungsparameter einer Eisenbahn mit Maximalneigungen von 40 ‰ bis 60 ‰ zugrunde gelegt. Die Erschliessung der Lenzerheide mit einer konventionellen Eisenbahn ist grundsätzlich machbar.
- (2) Die Eisenbahn als Adhäsionsbahn kann entweder als Normalspurbahn entsprechend den Normalien der SBB oder als Schmalspurbahn entsprechend den Normalien der RhB ausgeführt werden (Parameter für die Trassierung siehe Kapitel 5). Soll die Verbindung als Normalspurbahn mit Maximalsteigungen von 40 ‰ ausgeführt werden, so müssen die Kurvenradien und gegebenenfalls die Anzahl Kehrtunnel entsprechend grösser gewählt werden. An der grundsätzlichen Machbarkeit ändert sich jedoch nichts.
- (3) Beim Bau einer Normalspurverbindung kann auf den Umsteigevorgang in Chur je nach betrieblicher Durchbindung der Züge oder von einzelnen Wagengruppen vollständig verzichtet werden.

A: Normal-/Schmalspurbahn: Linke Talseite

(1) Aufgrund der Machbarkeitsprüfung und der hier erfolgten Festlegungen ergibt sich die in Abbildung 6.2-1 dargestellte einspurige Variante mit Ausweichstellen.

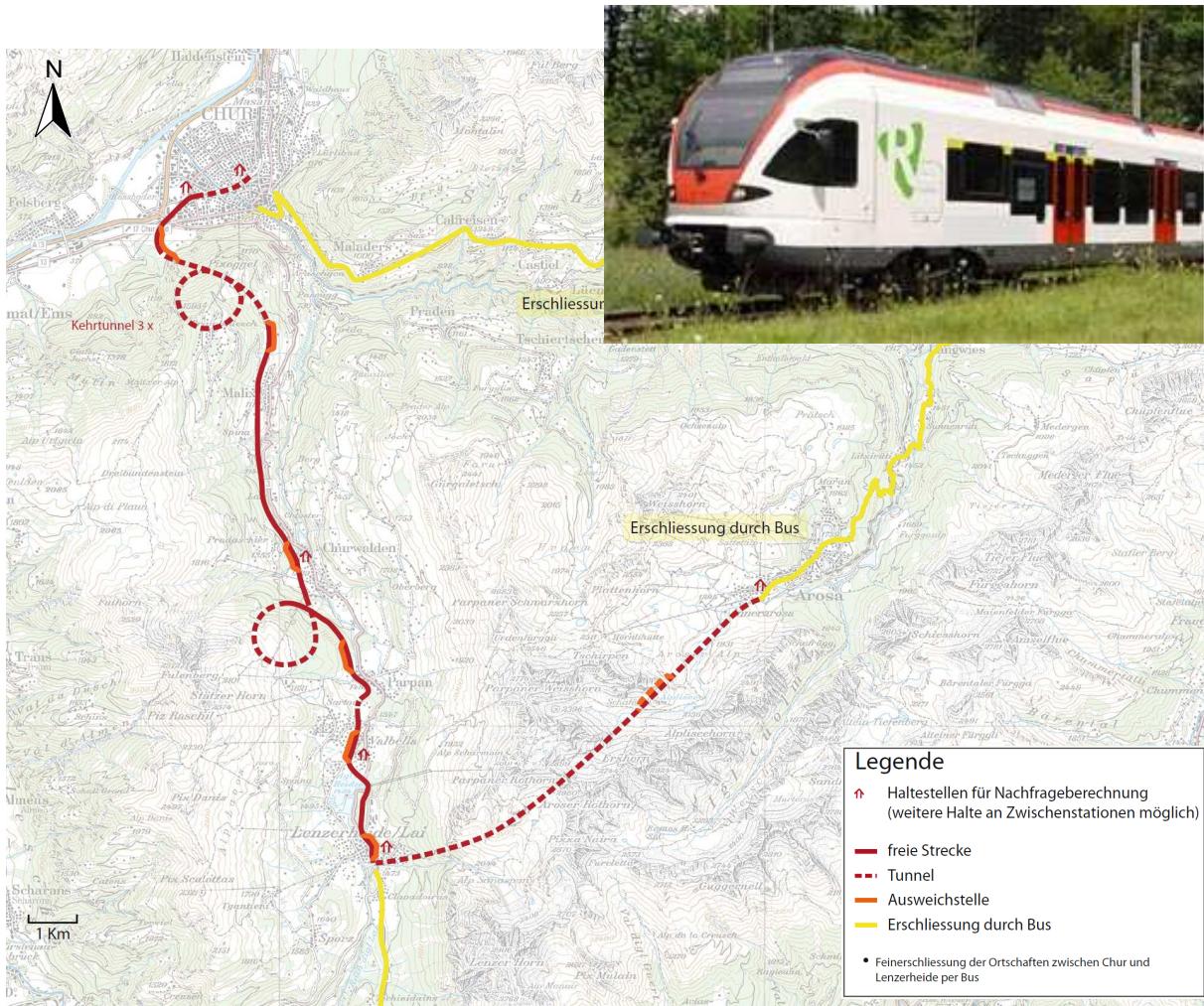


Abbildung 6.2-1: Ausgestaltung der Variante A: Normal-/Schmalspurbahn: Linke Talseite

(2) Ausgehend von einem unterirdischen Bahnhof Chur führt die Trasse zum P+R-Platz Chur West. Zur Überwindung des Geländesprungs zwischen Chur und Malix bestehen verschiedene Varianten für die Linienführungsvariante (vgl. Anhang A3). Aufgrund der landschaftsgestalterischen Bedenken der Stadt Chur werden für die Bewältigung der ersten Höhenschwelle Kehrtunnel im Pizokel vorgesehen. Die geologische Beurteilung für einen solchen Kehrtunnel attestiert hier ein weitgehend problemloses Gestein. Aufgrund der zu überwindenden Höhendifferenz und der begrenzten Steigfähigkeit einer Adhäsionsbahn muss die Strecke künstlich verlängert werden. Zu diesem Zweck sind drei Kehrtunnel vorgesehen.

- (3) Die Linie verläuft danach oberhalb des Dorfes Malix auf ca. 1200 müM bis nach Churwalden.
- (4) Bei Churwalden ist zur Überwindung des dortigen Geländesprungs ebenfalls ein Kehrtunnel vorgesehen. Dieser liegt im Bündnerschiefer (Flysch). Werden die Portale ausserhalb des Lockergesteins der Parpaner Bergsturzmasse platziert, so ist der Tunnel ohne spezielle Risiken machbar.
- (5) Im Anschluss ist die Strecke bis Lenzerheide als offene Linienführung mit einem kurzen Scheiteltunnel zwischen Parpan und Valbella geplant.
- (6) Der vorgesehene kurze Scheiteltunnel zwischen Parpan und Valbella liegt grösstenteils im Lockergestein des Bergsturzmaterials. Entsprechend aufwändig ist die Auffahrung dieses Tunnels (gemäss geologischem Bericht unproblematisch). Einschlägige Erfahrungen in der Region bestehen bereits aus der Erstellung der Umfahrung Flims.
- (7) Für die Verbindung Lenzerheide – Tiefencastel (in Abbildung 6.2-1 nicht dargestellt) wird aufgrund der geologischen Beurteilung die Durchfahrung der Brienzer Rutschmasse vermieden, da hier mit fortdauernden Deformationen des Trasses zu rechnen wäre. Dies ergibt die Wahl einer Linienführung entlang der linken Flanke bis Lain mit anschliessendem Kehrtunnel.

B1: Normal-/Schmalspurbahn Domleschg - Lenzerheide

- (1) Die Variante via Domleschg (vgl. Abbildung 6.2-2) bewältigt den Höhenunterschied zwischen Chur und Lenzerheide mittels einer grossräumigen Umfahrung. Vom unterirdischen Bahnhof Chur und der P+R-Haltestelle in Chur West nutzt diese Variante zunächst die bestehende RhB-Strecke. Unter Nutzung des im kantonalen Richtplan enthaltenen Eisenbahntunnels zwischen Domat/Ems und Rothenbrunnen steigt die Linie an der Flanke des Domleschg entlang langsam als einspurige Strecke mit Ausweichstellen an.
- (2) Zur Vermeidung der Beeinträchtigung der Mineralquelle Rothenbrunnen wird eine offene Linienführung im Bereich Domat/Ems gewählt. Die bautechnischen Risiken sind aufgrund des Baus des Isla-Bella-Autotunnels weitestgehend bekannt und kalkulierbar. Zur Schonung des Ortes Domat/Ems soll die Gemeinde umfahren werden. Um die Höhendifferenz nach Lenzerheide unter der Vorgabe der maximalen Steigung überwinden zu können, ist eine künstliche Verlängerung des Tunnels Scharans – Lenzerheide erforderlich. Dieser Tunnel liegt im Bündnerschiefer und die Geologie ist aufgrund der Kraftwerksbauten bereits bekannt. Im Bereich des Canova-sees ist eine Untertunnelung zur Wahrung des Naturschutzgebiets möglich, hier aber nicht vorgesehen.

- (3) Die Verbindung von Lenzerheide nach Churwalden erfolgt wie bei Variante A.
- (4) Die Verbindung nach Arosa erfolgt in diesem Fall ab Churwalden.

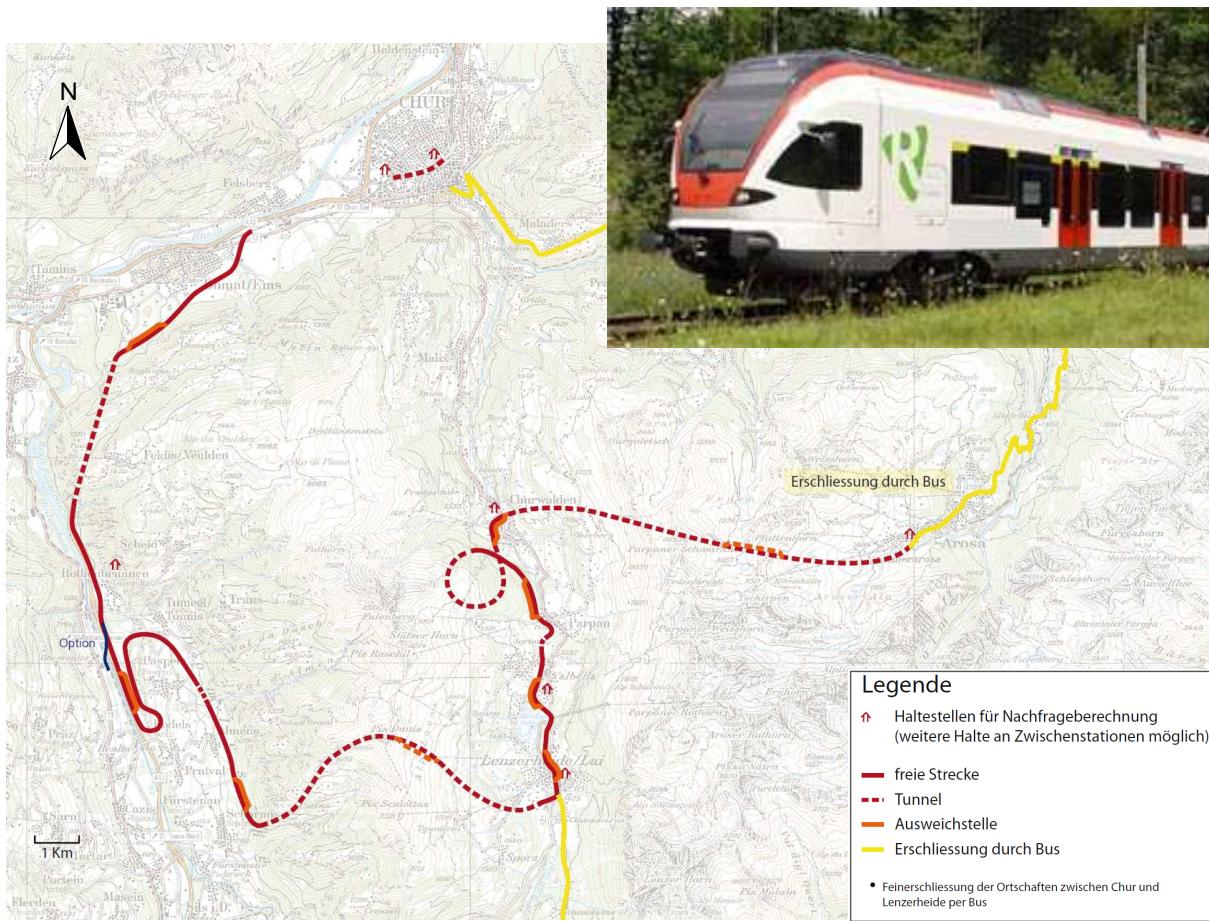


Abbildung 6.2-2: Ausgestaltung der Variante B1: Normal-/Schmalspurbahn Domleschg – Lenzerheide

B2: Normal-/Schmalspurbahn Domleschg - Churwalden

Um die Reisezeit von Chur nach Churwalden nicht zu verlängern, wurde eine zweite Variante (vgl. Abbildung 6.2-3) über das Domleschg entwickelt, bei der der Tunnel anstelle zur Lenzerheide nach Churwalden führt. Ab Churwalden entspricht diese Variante der Variante A. Die Anbindung nach Arosa erfolgt in diesem Fall über die Lenzerheide.

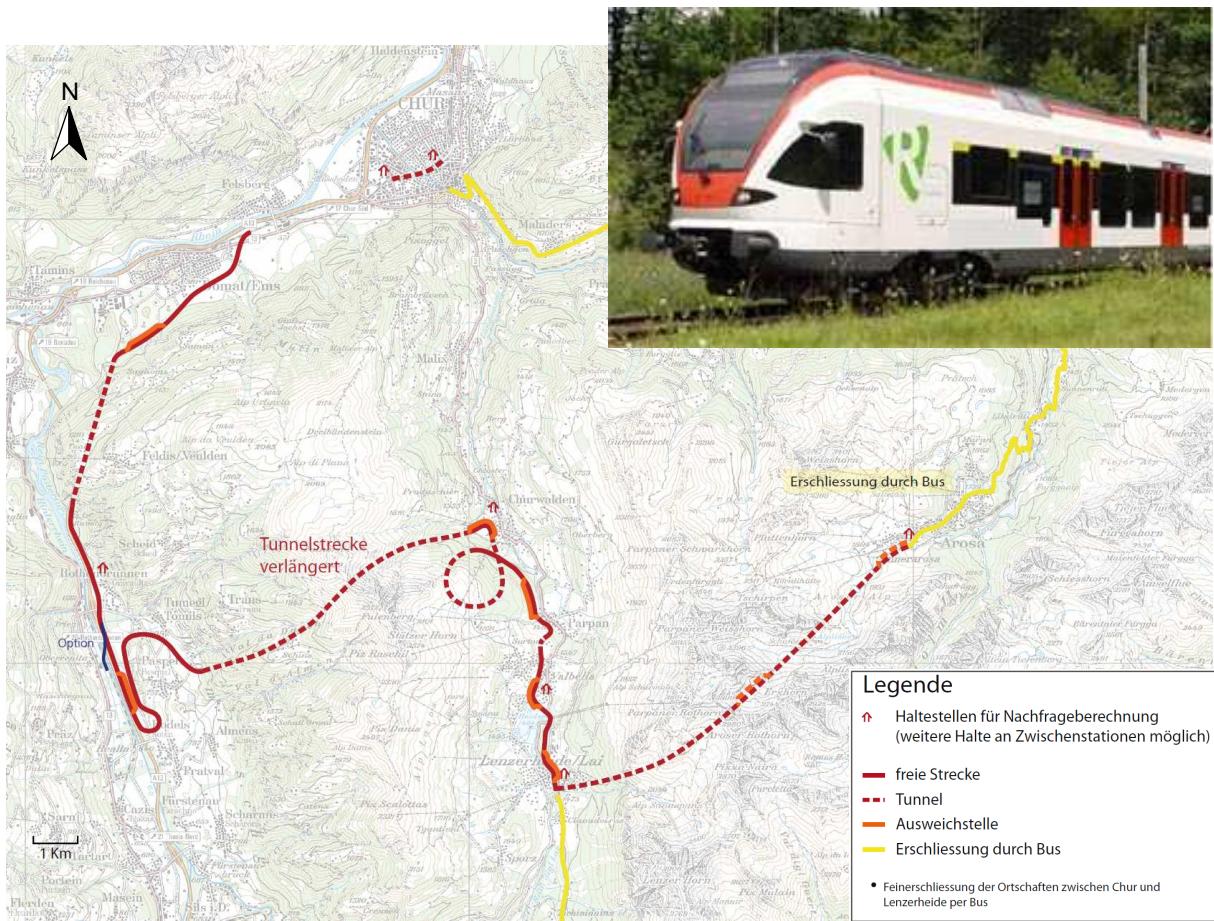


Abbildung 6.2-3: Ausgestaltung der Variante B2: Schmalspurbahn Domleschg – Churwalden

C: Normal-/Schmalspurbahn rechte Talseite

(1) Ausgehend von der P+R-Haltestelle Chur West geht die Linienführung zum unterirdischen Bahnhof Chur. Von dort folgt die Linienführung in Richtung Lenzerheide unterirdisch. Aufgrund der möglichen Beeinträchtigung der Passugg Mineralquelle wird der Kehrtunnel, welcher ursprünglich bei Passugg vorgesehen war, Richtung Süden auf die Höhe von Malix verschoben. Anschliessend erfolgt die Linienführung oberirdisch auf der rechten Talseite bis Churwalden. Um die Zerschneidung der Landschaft durch den neuen Verkehrsträger möglichst zu minimieren, wird für die Bewältigung des Anstiegs zwischen Churwalden und Parpan ein Kehrtunnel eingeplant. Die Linienführung bis Arosa entspricht derjenigen der Variante A.

(2) Mit diesen Festlegungen ergibt sich für die Variante C die Ausgestaltung entsprechend der nachfolgenden Abbildung 6.2-4.

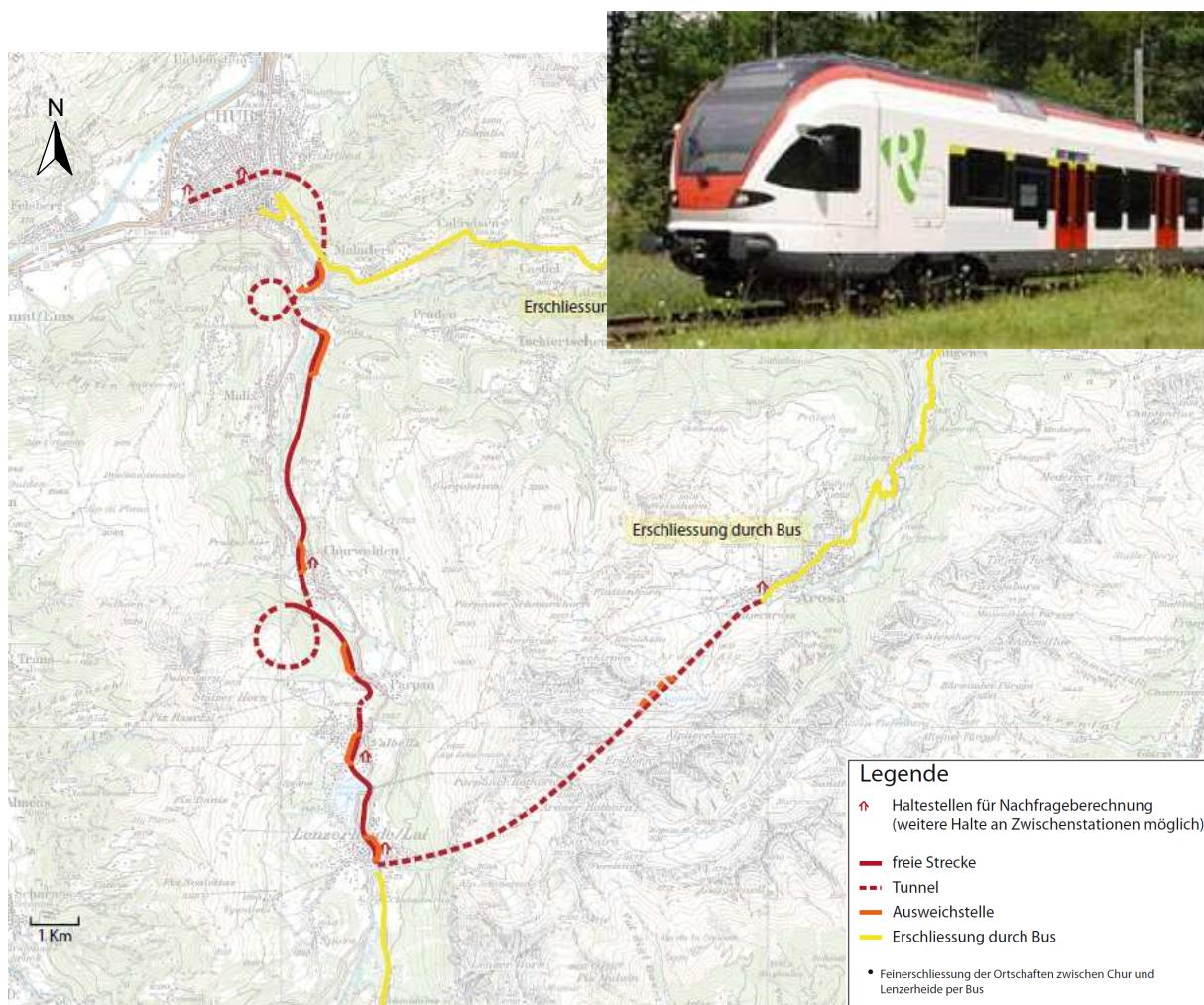


Abbildung 6.2-4: Ausgestaltung der Variante C: Normal-/Schmalspurbahn rechte Talseite

6.2.2 Zahnrad- und Adhäsionsbahn

(1) Die Variante beginnt wie die vorherigen Varianten im unterirdischen Bahnhof Chur und führt zunächst unterirdisch bis in den Bereich des Güterbahnhofs. Dort taucht das Trassee auf und wird oberirdisch – mit teilweiser Nutzung des bestehenden Trassees – bis zur P+R Haltestelle Chur-West geführt. Dank Zahnradeinsatz und der damit verbundenen Steigfähigkeit von 120 % kann die Höhendifferenz – anstatt wie bei der Variante A mit Kehrtunnels und entsprechenden Zeitverlusten – auf gerader Strecke bewältigt werden. Die Tunnelstrecke liegt in kalkigen Bündnerschiefern, der Tunnelbau ist gemäss der ersten geologischen Beurteilung als unproblematisch einzustufen. Zwischen Malix und Churwalden taucht das Trassee wieder auf und wird ab dort oberirdisch geführt. Die Erschliessung von Malix kann mit diesem System mittels Bussen gewährleistet werden.

(2) Eine direkte Linienführung des Tunnels Chur Süd – Malix Süd wird aufgrund der Mineralquelle Allegra als heikel beurteilt. Aus diesem Grund wird der Tunnel leicht bogenförmig angeordnet. Dadurch verlängert sich die Tunnelstrecke auf der einen Seite, auf der anderen Seite verringert sich jedoch das Längsgefälle und es kann mit höheren Geschwindigkeiten gefahren werden.

(3) Zur Anbindung der Ortschaft Parpan an das neue Verkehrssystem ist eine offene Linienführung Churwalden – Parpan – Valbella einer Tunnellösung vorzuziehen. Wie in der Variante A ist zur Begrenzung der Längsneigung ein kurzer Scheiteltunnel zwischen Parpan und Valbella in der Lockergesteinsstrecke vorgesehen. Bei der Erstellung der offenen Linienführung ist mit keinen bautechnischen Problemen zu rechnen.

(4) Die Ausgestaltung der Variante Zahnrad- und Adhäsionsbahn als Einspurstrecke mit Ausweichstrecken ist in der folgenden Abbildung 6.3-1 dargestellt.

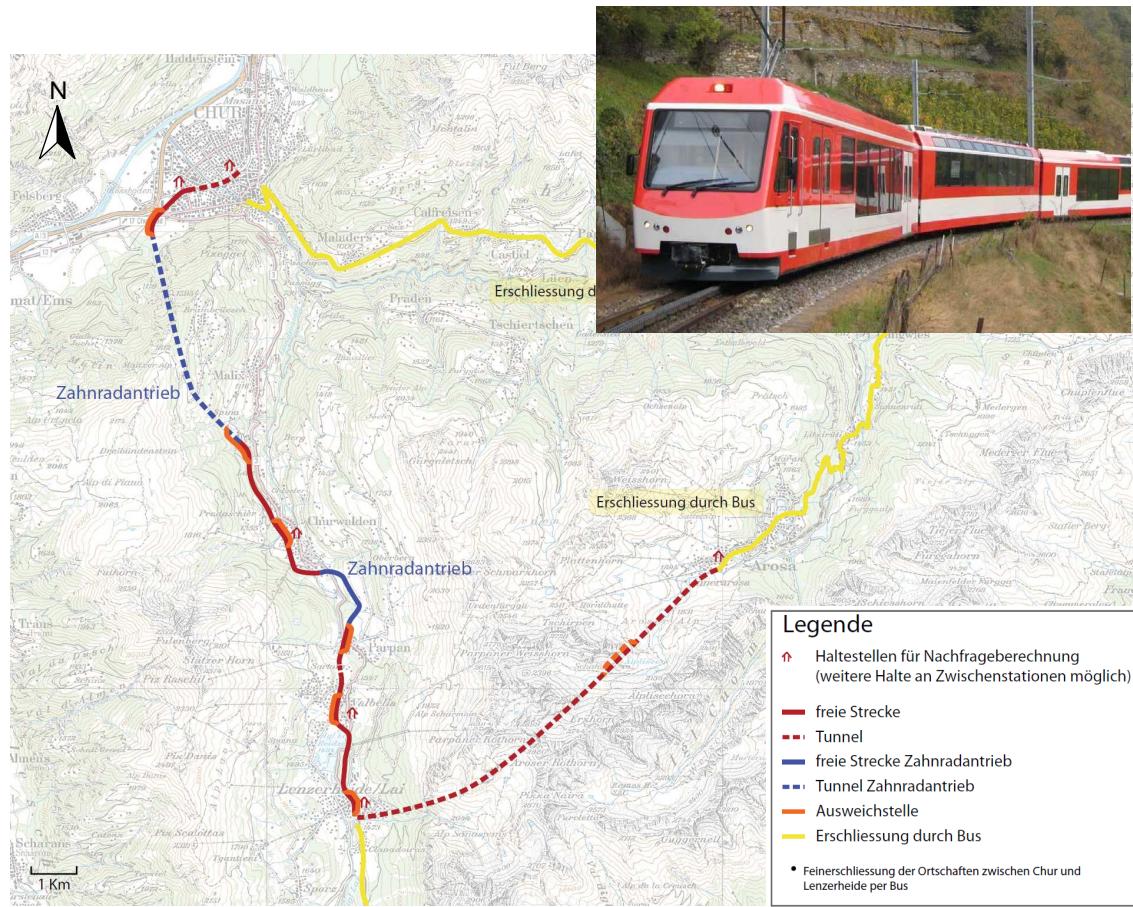


Abbildung 6.3-1: Ausgestaltung der Variante D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn

6.2.3 Metro sur Pneu

(1) Die Variante E: Metro sur Pneu unterliegt in etwa den gleichen Trassierungsparametern wie eine gemischte Zahnrad-/Adhäsionsbahn (vgl. Abbildung 6.4-1). Der Vorteil bei der Metro sur Pneu ist jedoch die höhere zulässige Geschwindigkeit bei gleicher Steigungsfähigkeit. Entsprechend müssten die Kurvenradien für eine Geschwindigkeit von 60 km/h (Radius 245 m bei 112 mm Überhöhung (SBB R 220.46)) ausgelegt werden. Für die Metro sur Pneu wird aufgrund der ähnlichen technischen Charakteristik eine ähnliche Linienführung verwendet wie bei der Zahnrad- und Adhäsionsbahn (siehe Kapitel 6.3). Ausnahme ist die durchgehende Tunnellösung beim Eingang Chur.

(2) In Gegensatz zur Variante D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn sind aufgrund des Oberbaus bei der Variante Metro sur Pneu Kreuzungen mit dem MIV zwingend niveaufrei (als Unter- oder Überführung) auszuführen.

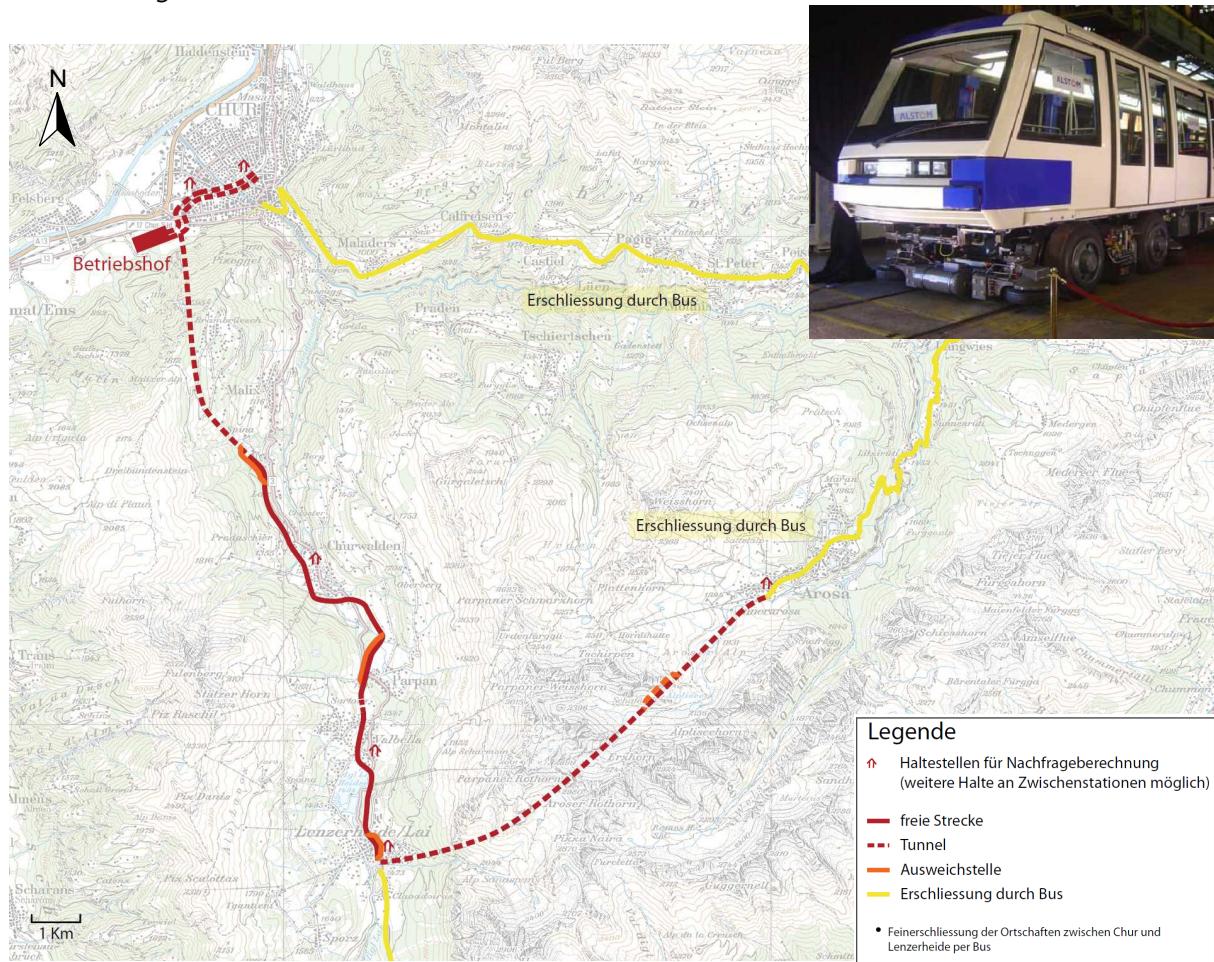


Abbildung 6.4-1: Ausgestaltung der Variante E: Metro sur Pneu

6.2.4 Monorail

F: Monorail Kleinkabinen (Coaster)

(1) Mit dem Kleinkabinensystem "Coaster" kann bei einer angegebenen Steigungsfähigkeit von bis zu 500 % die Strecke mehr oder weniger auf direktem Weg zurückgelegt werden. Dadurch können alle gewünschten Ortschaften erschlossen werden, wobei der Ausgestaltung der Haltestelle besondere Beachtung geschenkt werden muss. Die Kleinkabinen müssen zudem mit Neigevorrichtungen für den Innenraum ausgestaltet sein, um die Fahrgäste bei grossen Steigungen im Sitzplatz zu halten. Aufgrund der geringen Kapazität der einzelnen Kabinen wird eine hohe Anzahl Kabinen in den Spitzentunden benötigt. Dadurch wird ein zweispuriges System notwendig.

(2) Um dem "Quasi-Stetigförderer"-Charakter des Kleinkabinensystems Rechnung zu tragen und Eigenbehinderungen der einzelnen Kabinen möglichst zu vermeiden, muss die Haltestellenanordnung in den Zwischenstationen nach dem Prinzip „Offline-Haltestelle“ erfolgen (siehe nachstehende Abbildung 6.5-1).

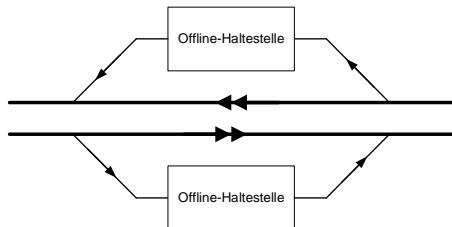


Abbildung 6.5-1: Haltestellensystem Kleinkabinen

(3) Da das System automatisch geführt wird, wird aus Sicherheitsgründen von einer aufgeständerten Lösung ausgegangen.

(4) Die Variante wird mit kalkulierbaren Baugrundrisiken als machbar eingestuft. Die folgende Abbildung 6.5-2 zeigt die Variante Monorail (Kleinkabine).

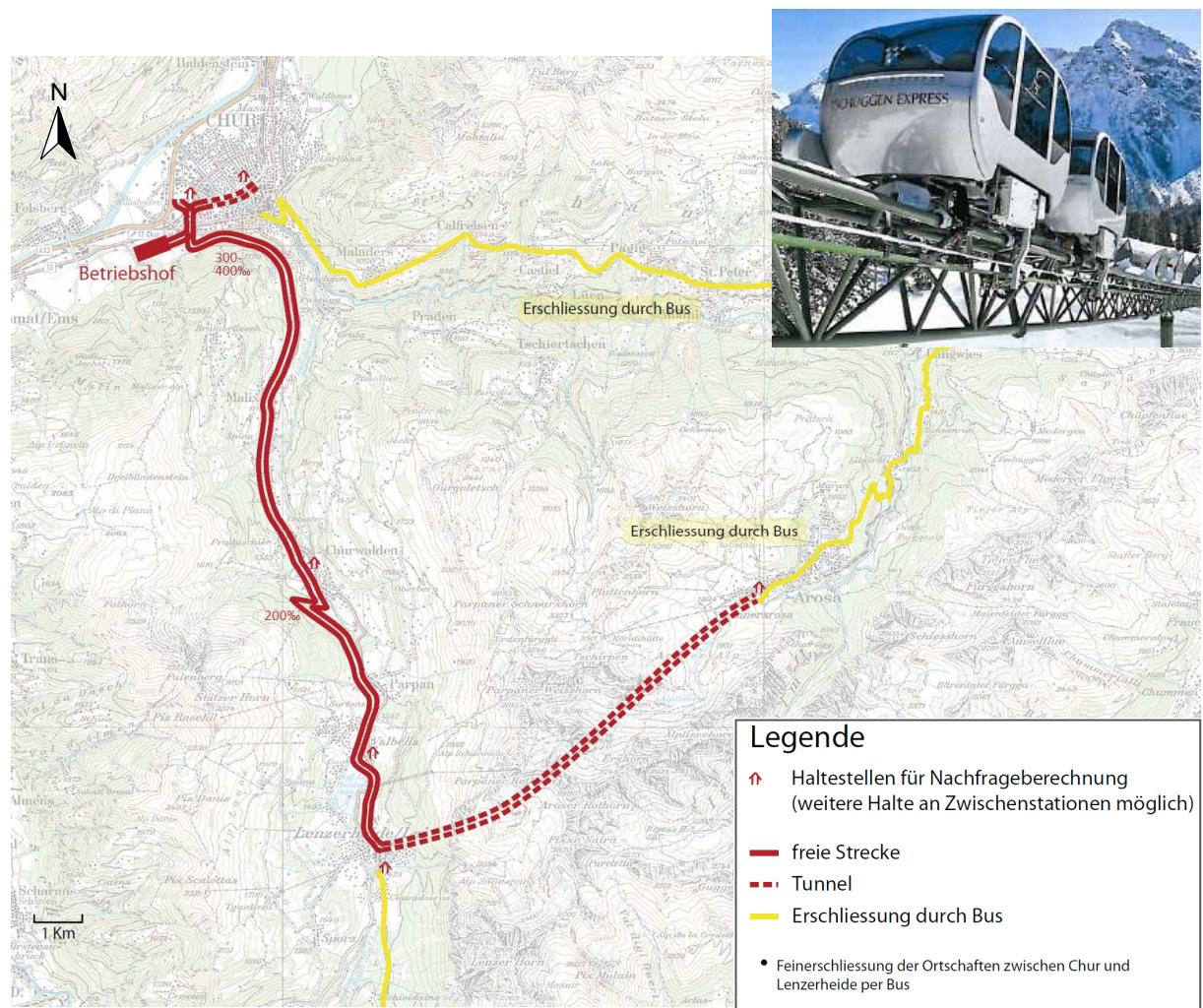


Abbildung 6.5-2: Variante F: Monorail Kleinkabinen (Coaster)

Variante G: Monorail Grosskabinen

(1) Die maximale Steigungsfähigkeit der Grosskabinen liegt bei 150 %. Auch ohne diese maximale Fähigkeit auszunutzen, ist es möglich, den Höhenunterschied zwischen Chur und Malix in einem direkten Tunnel zu überwinden. Damit ist auch eine Haltestelle in Malix möglich.

(2) Die weitere Linienführung bis Lenzerheide und nach Arosa entspricht weitestgehend der Variante Zahnrad- und Adhäsionsbahn bzw. Metro sur Pneu. Auf den kurzen Tunnel zwischen Parpan und Valbella kann bei diesem System zugunsten einer offenen Linienführung verzichtet werden.

(3) Das System kann prinzipiell als einspurige Strecke mit Ausweichstellen sowie als durchgehend zweispurige Strecke betrieben werden. Ein Kostenvergleich hat gezeigt, dass trotz der teuren Weichen eine Lösung mit Einspurstrecke und Ausweichstellen günstiger als eine durchgehend zweispurige Strecke ist

(4) Aus Sicherheitsgründen und wegen der zur regelnden Querungen sind die offenen Streckenteile aufgeständert. Die Ausgestaltung ist in der folgenden Abbildung 6.5-3 wiedergegeben.

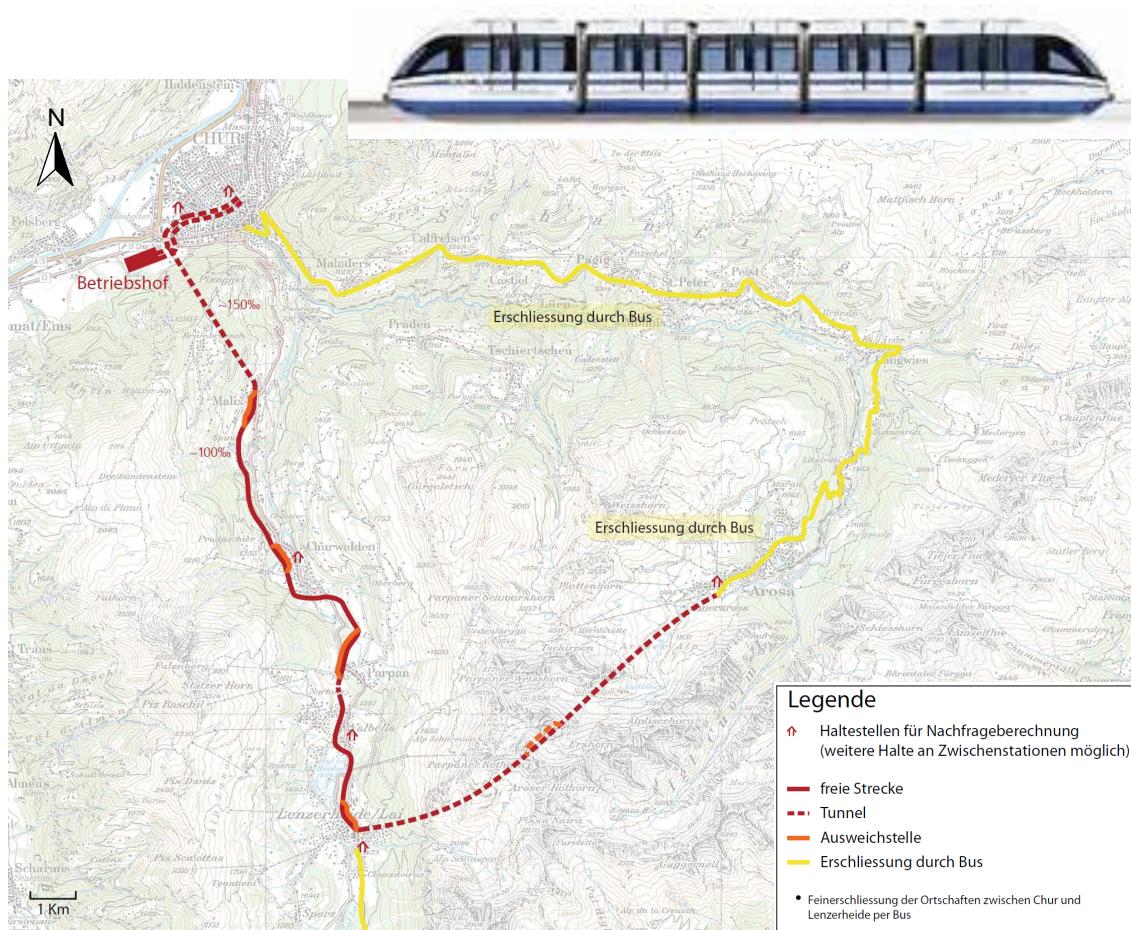


Abbildung 6.5-3: Ausgestaltung der Variante G: Monorail Grosskabine

H: Monorail Magnetschwebebahn

(1) Mit der berührungsfreien Magnetschwebebetechnik besteht die Möglichkeit, bei entsprechend grosszügiger Ausgestaltung der Kurvenradien die Geschwindigkeit zu erhöhen. Andererseits geht an den Stationen mehr Zeit für das Andocken (Aufsetzen des Fahrzeugs auf dem Fahrweg und Erdung) verloren. Bedingt durch die höhere Geschwindigkeit wird eine möglichst gradlinige Trassierung angestrebt.

(2) Bei der Ausgestaltung der Variante Monorail Magnetschwebebahn wird der Tunnel Churwalden – Valbella in einem grösseren Bogen angelegt, um die Durchfahrt von Lockergesteinsstrecken möglichst zu minimieren.

(3) Da bei diesem System der Antrieb in der Schiene integriert ist, sind Weichen sehr aufwendig. Es hat sich gezeigt, dass für dieses System eine zweispurige Strecke mit geringeren Investitionen verbunden ist als eine einspurige Strecke mit Ausweichstellen.

(4) Aus Sicherheitsgründen und wegen der zu regelnden Querungen sind die offenen Streckenteile aufgeständert. Die Ausgestaltung ist in der folgenden Abbildung 6.5-4 wiedergegeben.

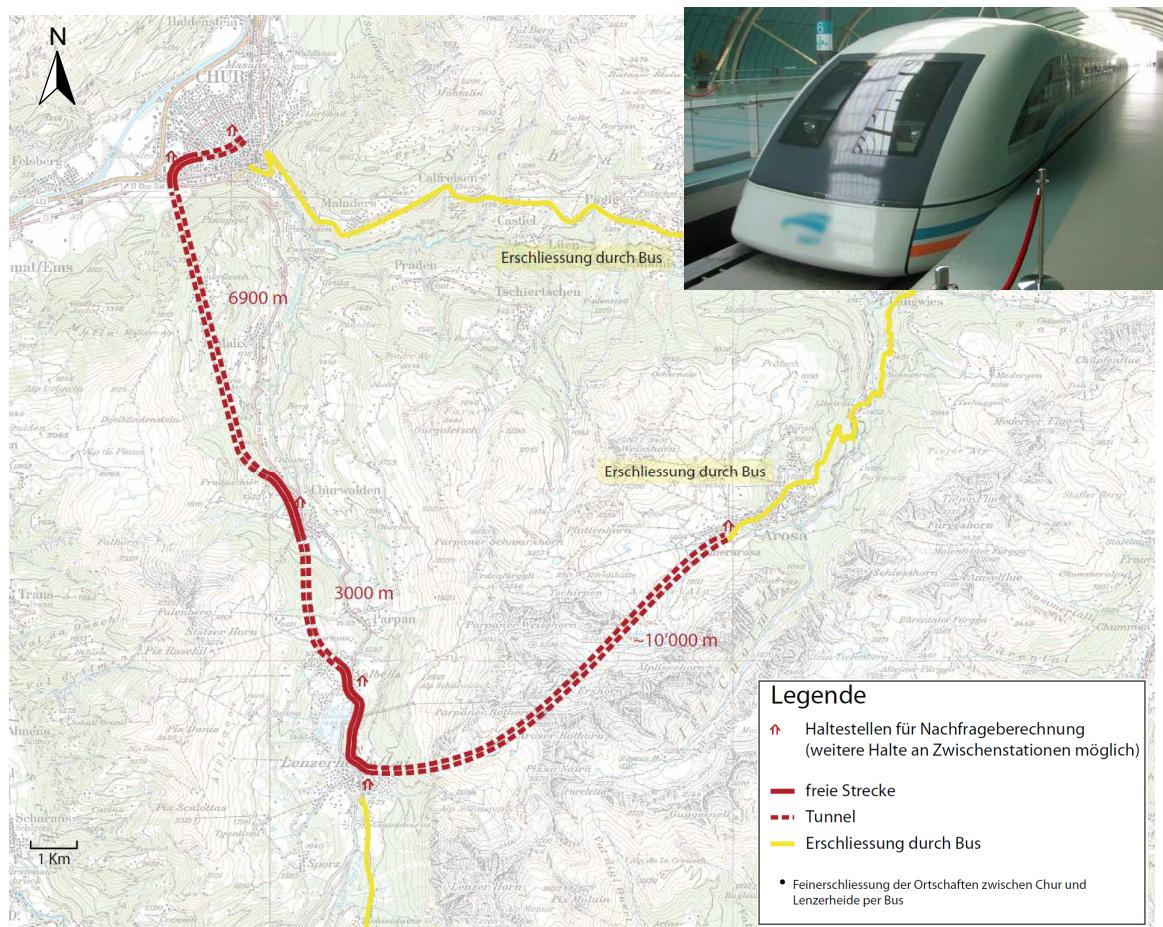


Abbildung 6.5-4: Ausgestaltung der Variante Monorail Magnetschwebebahn

6.2.5 Zum Vergleich: ÖV-Strasse

Nachfolgend ist in Abbildung 6.6-1 die Variante ÖV-Strasse entsprechend den Erläuterungen in Kapitel 5.3 dargestellt.

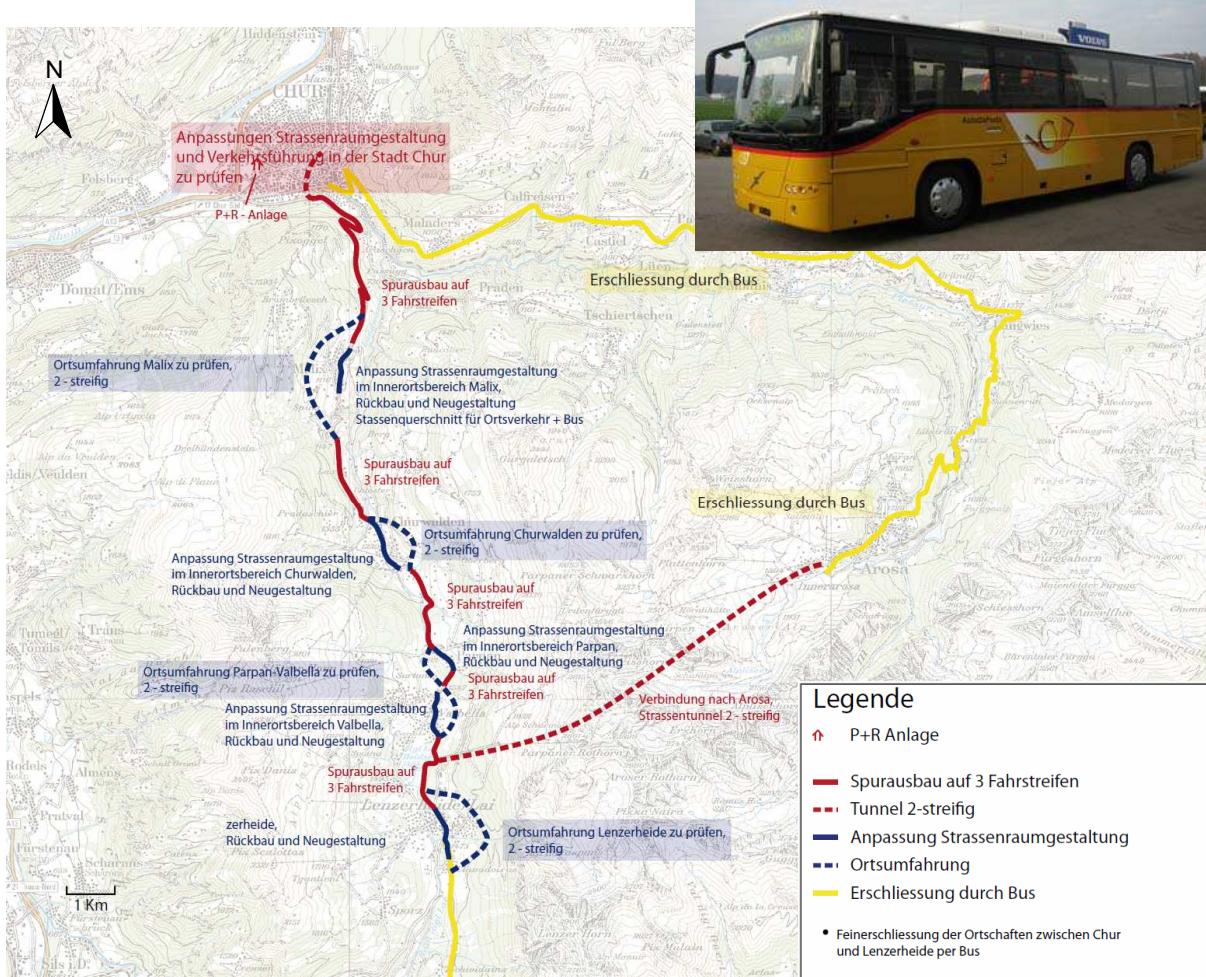


Abbildung 6.6-1: Ausgestaltung der strassengebundenen ÖV-Lösung

6.3 Ermittlung der Investitionsausgaben je Variante

(1) Für jede Variante werden die Investitionsausgaben ermittelt. Dabei werden die folgenden Baubestandteile betrachtet:

- Planung & Bauleitung
- Rückbauten von Gebäuden
- Hangsicherung mit Stützmauern (Differenzierung nach unterschiedlichen Höhenklassen)
- Kunstbauten (Differenzierung nach Art des Kunstbauwerks und Einspur bzw. Doppelspur)
- Unterbau (bis und mit Planum) (Differenzierung nach Streckenart und Schwierigkeit)
- Oberbau (Differenzierung nach Systemen)
- Streckenausrüstung (Differenzierung nach Systemen)
- Einzelbauwerke
 - Parkhaus Chur West für P+R Haltestelle
 - Haltestellen, Ausweichstellen
- Lärmschutz
- Grundstücke

(2) Für die einzelnen Untergruppen der Baubestandteile wurden Einheitskostensätze ermittelt. Diese beruhen auf den folgenden Quellen:

- IVT, ETH Zürich, Vorlesungsunterlagen Vorlesung Eisenbahntechnik, Zürich.
- WIT-Verlag, Bahnwesen – Planung, Bau und Betrieb von Eisenbahnen, S-, U-, Stadt- und Strassenbahnen, Düsseldorf, 2005.
- SBB, Kennzahlen für Kostenschätzungen, Bern, 2005.
- Transrapid und Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitsbahnen: ein gesamtheitlicher Systemvergleich, Berlin / Heidelberg, 2006.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrs fachleute VSS, SN 642 826: Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Zürich, 2008.
- Eurailpress, Entwerfen von Bahnanlagen, Hamburg, 2005.
- Vorstudie "Strecken- und Netzergänzungen RhB", Chur und Zürich, 2004.
- Diplomarbeit U. Simeon, Erschliessungskonzept Region Lenzerheide / Valbella, Chur, 1998.
- Investitionskostenschätzung ZEB (Zukünftige Entwicklung der Eisenbahninfrastruktur), Zürich, 2007.
- Investitionskostenschätzung WEN (Weiterentwicklung Nationalstrassennetz), Zürich, 2008.
- Intamin: Monorail System Chur Hauptbahnhof – Lenzerheide, Schaan, 27.09.01.
- Grundstückskosten gem. Angaben Fanzun AG (2009)

Die ermittelten Einheitskostensätze wurden durch Quervergleiche der Quellen untereinander, durch Erfahrungen bei ausgeführten Projekten sowie durch Gespräche mit entsprechenden Experten bestätigt. Die Einheitskostensätze sind im Anhang A4 abgedruckt.

(3) Für die Kalkulation wurde jede Variante in Abschnitte unterteilt und die Ausmasse je Baubestandteilsposition ermittelt. Durch Multiplikation der Ausmasse mit den Einheitskostensätzen und durch Addition über alle Abschnitte und Baubestandteilpositionen ergeben sich die Investitionsausgaben je Variante.

(4) Die folgende Abbildung 6.7-1 zeigt die Investitionsausgaben der Varianten im Vergleich:

- Die Varianten mit Normal-/Schmalspurbahnlösung ohne Zahnrad weisen Investitionsausgaben zwischen 1.9 und 2.6 Mrd. CHF auf. Diese Varianten haben aufgrund der begrenzten Steigungsmöglichkeiten vergleichsweise lange Linienführungen mit hohen und kostenintensiven Tunnelanteilen. Dies ist insbesondere bei den Varianten durch das Domleschg (B1 und B2) bemerkbar.
- Die Varianten Zahnrad- und Adhäsionsbahn, Metro sur Pneu und Monorail Grosskabinen weisen entsprechend der ähnlichen Linienführung auch ähnliche Investitionsausgaben auf. Sie liegen bei ca. 1.3 bis 1.5 Mrd. CHF.
- Die Variante Monorail Kleinkabinen kommt aufgrund der hohen Steigfähigkeit zwar ohne Tunnel aus, ist aber aufgrund der geringen Anzahl Plätze je Kabine durchgängig doppelspurig auszulegen. Dadurch ist diese Variante auch teurer als die Monorailvariante mit Grosskabinen.
- Mit den höchsten Investitionsausgaben verbunden ist die Monorail Magnetschwebebahn/Transrapid. Dieses System ist ebenfalls doppelspurig vorgesehen, da eine eingleisige Strecke mit Ausweichstellen aufgrund der hohen Weichenkosten nicht günstiger wäre. Als Hauptgrund für die hohen Kosten sind die langen Tunnelstrecken mit entsprechend grossen Querschnitten zu erwähnen. Ausserdem handelt es sich um eine relativ kurze Strecke, so dass die Fixkosten (bspw. Betriebsleittechnik) überproportional ins Gewicht fallen.
- Die Variante ÖV-Strasse weist aufgrund der grossen Anzahl Umfahrungstunnel ebenfalls Investitionsausgaben in Höhe von ca. 1.8 Mrd. CHF auf.

Inwieweit die Unterschiede in den Investitionsausgaben mit unterschiedlichen Nutzen verbunden sind, wird im Rahmen der Bewertung untersucht.

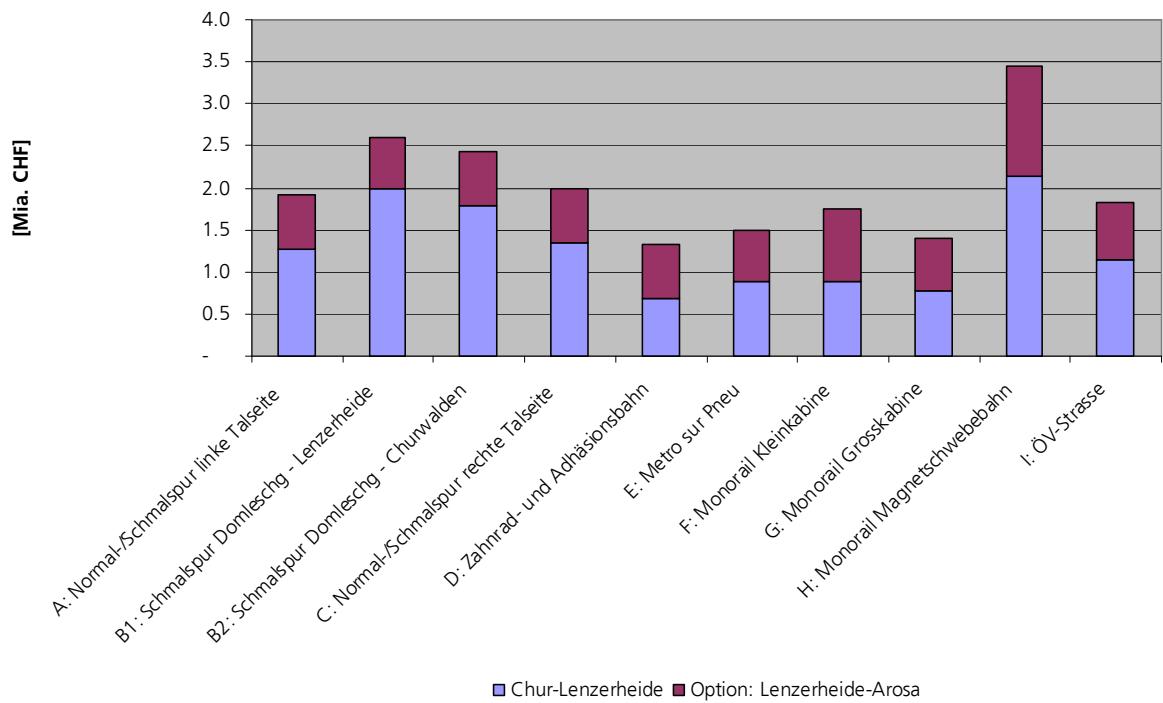


Abbildung 6.7-1: Investitionsausgaben Infrastruktur je Variante (Preisstand 2008)

7 Bewertung der Linienführungsvarianten

7.1 Referenzfall

(1) Für eine Bewertung ist zunächst festzulegen, was bewertet werden soll (Planfall). Dies sind hier die zehn Varianten (A bis I) aus Kapitel 6. Die Varianten sind mit einem Referenzfall zu vergleichen. Dieser beschreibt das Netz (Infrastruktur und Angebot) und die Verkehrsnachfrage ohne die in der Variante zu bewertende Massnahme.

(2) Bewertungen können durchgeführt werden, um unterschiedliche Fragestellungen zu beantworten. Dies sind beispielsweise:

- Ist die Realisierung eines Projektes vorteilhafter als seine Nicht-Realisierung?
- Welche Variante eines Projektes ist vorteilhafter?
- Bei mehreren voneinander unabhängigen Projekten: Welche Projekte sind dringlicher (Dringlichkeitsreihung)?

Entsprechend der Aufgabenstellung sind hier bis zu mehrere Varianten auszusuchen, welche in einer weiteren Phase vertieft untersucht werden sollen. Dies hat den Vorteil, dass nicht alle Veränderungen gegenüber dem Referenzfall ermittelt werden müssen, wenn diese für alle Varianten identisch sind. So sind beispielsweise die Einsparungen von Ersatzinvestitionen, Betriebs- und Unterhaltskosten bei einer Aufhebung der Strecke Chur – Arosa in allen Varianten gleich hoch. Sie werden deshalb nicht quantifiziert.

(3) Bewertungen ergeben Aussagen zu Veränderungen eines Zustandes mit einer Massnahme (Varianten) gegenüber dem Zustand ohne Massnahme (Referenzfall): Die zusätzlichen Kosten und Nutzen der Varianten sind den Kosten und Nutzen des Referenzfalls gegenüberzustellen. Die Abbildung 7.1-1 zeigt dieses Bewertungsprinzip („With–without–Principle“). Massnahmen-unabhängige Unterschiede zwischen einem heutigen und einem zukünftigen Zustand – wie bspw. die allgemeine Verkehrsentwicklung oder bereits beschlossene Infrastrukturausbauten und Angebotsverbesserungen – sind dabei in beiden Fällen identisch zu berücksichtigen. Ferner sind alle Kosten allen Nutzen gegenüberzustellen. Eine Bewertung aus Sicht der Volkswirtschaft bzw. der Nachhaltigkeit erfolgt unabhängig von den Finanzierungsquellen.

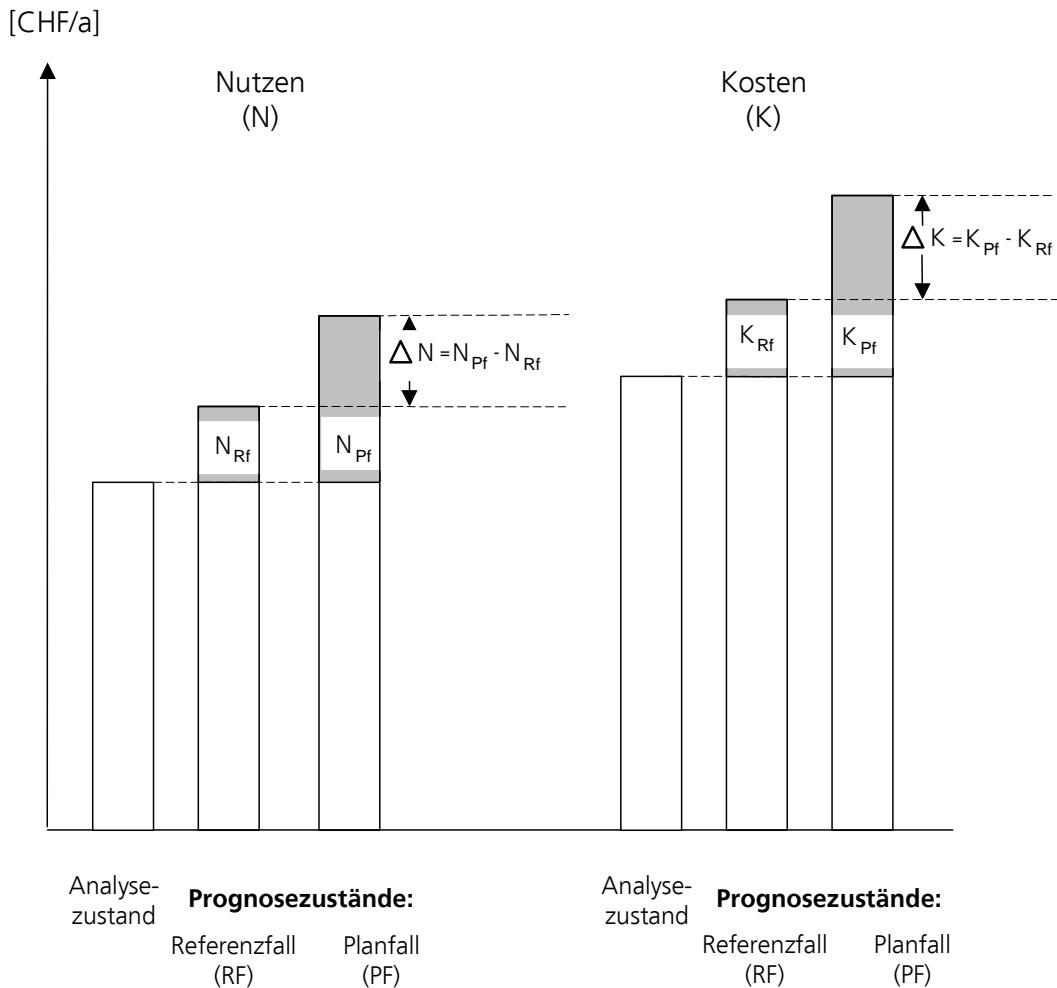


Abbildung 7.1-1: Darstellung des Bewertungsprinzips „Mit-Ohne-Massnahme“

(4) Der Referenzfall ist hier wie folgt festgelegt:

- Verkehrsinfrastruktur Schiene und Strasse entsprechen dem Jahr 2008.
- Das ÖV-Angebot entspricht demjenigen des Jahresfahrplans 2009.
- Die Verkehrs nachfrage wird für das Jahr 2020 mit einem als realisiert unterstellten Skigebiet Arosa – Lenzerheide übernommen (vgl. Kapitel 4)

7.2 Systemabgrenzung

- (1) Um die Bewertung durchzuführen, ist das „System“, in welchem die Wirkungen ermittelt werden, eindeutig festzulegen und zu dokumentieren. Zur Systemabgrenzung gehören zeitliche, räumliche und sachliche Aspekte.

(2) Zeitliche Systemabgrenzung:

- Festlegung des Analysejahrs und des Prognosejahrs (bzw. der Prognosejahre): Die Analyse wurde für das Jahr 2006 durchgeführt. Für die Prognose stehen Angaben für das Jahr 2020 zur Verfügung (vgl. Kapitel 4). Darüber hinaus wird ein weitergehendes Entwicklungspotenzial im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse betrachtet (vgl. Kapitel 2).
- Die Verkehrsnachfrageprognosen werden für einen Zeitpunkt durchgeführt, nämlich für das Jahr 2020. Für die folgenden Jahre wird unterstellt, dass die Differenz der Varianten gegenüber dem Referenzfall gleich bleibt.
- Der Betrachtungszeitraum wird in Abhängigkeit der mittleren Nutzungsdauer des Projektes festgelegt. Bei einem Projekt, das hauptsächlich aus langlebigen Bauteilen besteht (z.B. Tunnelbauten) ist die mittlere Nutzungsdauer dabei grösser als bei einem Projekt, das hauptsächlich auf Bauteilen mit kurzen bis mittleren Nutzungsdauern (z.B. Oberbau) besteht.
- Rechentechnisch wird unterstellt, das das Projekt am 1.1.2020 in Betrieb genommen. Die Bewertung erfolgt zu realen Preisen für das Jahr 2008.
- Um die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Kosten und Nutzen miteinander vergleichbar zu machen, wird ein realer Zinssatz von 2%/a verwendet.⁵⁾

(3) Räumliche Systemabgrenzung: Die Varianten werden im folgenden Perimeter erarbeitet:

- Chur – Lenzerheide – Arosa: Die Verbindung nach Arosa ist aufgrund der Ausführungen in Kapitel 3 integraler Bestandteil der Varianten. Die Investitionsausgaben für die Infrastruktur sind dabei separat ausgewiesen worden (vgl. Kapitel 6). Weitere Kosten und die Nutzen werden für die gesamte Verbindung ermittelt.
- Die Streckenabschnitte „Lenzerheide – Tiefencastel“ und „Arosa – Davos“ sind weitere Etappen zur Realisierung der Erschliessungsvision. Für diese Verbindungen wurden keine Kosten und Nutzen ermittelt.
- In allen Varianten ist eine Aufhebung der heutigen Strecke Chur – Arosa und eine Umstellung auf Erschliessung per Bus möglich. Bezuglich der Verkehrsnachfrage wird dies unterstellt. In der Bewertung werden aber Einsparungen von Ersatzinvestitionen, Betriebs- und Unterhaltskosten sowie die Kosten für die Buserschliessung des Schanfig nicht quantifiziert, da diese in allen Varianten gleich sind. Die Bewertung ergibt somit Aussagen zur Priorisierung der Varianten, aber nicht zu deren absoluten Zweckmässigkeit.

Die anfallenden Kosten und Nutzen sind für denjenigen Raum zu ermitteln, in dem massnahmenbedingte Veränderungen auftreten. Bei der Ermittlung der Auswirkungen auf den Verkehr wird berücksichtigt, dass die Angebotsverbesserungen durch die Varianten Verkehrsaufkommen und Modal-Split bereits ab dem Wohnort der Gäste beeinflussen.

(4) Sachliche Systemabgrenzung: Die Bewertung berücksichtigt die

- Verkehrsträger Schiene und Strasse und den
- Personenverkehr.

5) Vgl. SN 641 821 Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Diskontsatz, Gültig seit 1. August 2006.

Der Güterverkehr wurde nicht berücksichtigt, da er weder für den Problemdruck verantwortlich ist (Staus am Wochenende aufgrund Freizeitverkehr) noch für die Erschliessungsvision eine prioritäre Rolle spielt.

7.3 Ziel- und Indikatorensystem

(1) Das Ziel- und Indikatorensystem legt fest, aus welcher Sichtweise eine Bewertung erfolgt:

- Bewertungen können aus der Teilsicht der Verkehrsnachfrager, der Transportunternehmen, der Infrastrukturbereitsteller und -betreiber, des Staates und der Allgemeinheit vorgenommen werden.
- Darüber hinaus gibt es gesamthafte Sichtweisen („Volkswirtschaftliche Bewertung“, „Nachhaltigkeit“).

(2) Mittels der Bewertung soll der Beitrag der Varianten zu einer nachhaltigen Entwicklung ermittelt werden. Es handelt sich somit um eine gesamthafte Sichtweise. In der folgenden Tabelle 7.3-1 werden die Ziele und Indikatoren für die Bereiche Ökologie, Wirtschaft (Verkehrsangebot), Wirtschaft (Verkehrsnachfrage) und Gesellschaft dargestellt. Auf den beiden rechten Spalten wird unterschieden, welche Indikatoren monetär bewertet werden und welche qualitativ erfasst werden. Diese Indikatoren werden im Folgenden „weitere deskriptive Indikatoren“ genannt.

(3) Eine Sonderposition nimmt das Ziel „Steigerung des Tourismusumsatzes in der Region“ ein. Für dieses Ziel können die Auswirkungen monetarisiert werden: Die massnahmenbedingte Mehrnachfrage und/oder die Ermöglichung des zusätzlichen Entwicklungspotenzials führt zu mehr Gästen auf der Lenzerheide und in Arosa mit den entsprechenden Umsätzen. Allerdings geht ein Teil dieser zusätzlichen Nachfrage an anderer Stelle verloren, da einige Gäste ohne Massnahme in andere schweizerische Destinationen gereist wären: Bezuglich der Tourismusumsätze ergibt sich für diese Personen aus Sicht der Schweiz ein Nullsummenspiel. Andererseits ist es volkswirtschaftlich positiv, wenn Nachfrage aus dem Ausland vermehrt in die Schweiz gezogen wird. Solche Unterscheidungen sind hier nicht möglich. Deshalb werden die Ergebnisse wie folgt ausgewiesen:

- Nutzen-Kosten-Differenz (inkl. Umwelt und Verkehrssicherheit, aber ohne Tourismusumsatz in der Region durch Neuverkehr)
- Nutzen-Kosten-Differenz mit Tourismusumsatz in der Region durch Neuverkehr

Nachhaltigkeitsbereich/Ziel	Indikator	
	Monetäre Bewertung	Deskriptive Bewertung
Umwelt		
1. Senkung der Beeinträchtigungen in der Raumentwicklung durch Verkehrsinfrastruktur	1.1 Bodenversiegelung	1.2 Orts- und Landschaftsbild 1.3 Gewässer- und Quellschutz
2. Reduktion der Umweltbelastungen durch den Betrieb (u.B. Verlagerungen vom PW auf den ÖV)	2.1 Schadstoffemissionen 2.2 CO ₂ -Emissionen	2.3 Lärm am Wohnort und in Schutz- und Erholungsgebieten: • Strasse • Schiene
Wirtschaft – Verkehrsangebot		
3. (Senkung der) Kosten der Verkehrsinfrastruktur	3.1 Investitionskosten Infrastruktur	3.3 Flexibilität
	3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten Infrastruktur (inkl. Wintersicherheit)	3.4 Etappierbarkeit
4. Verbesserung des Ergebnisses der Betreiber	4.1 Markterlöse	4.3 Flexibilität Betrieb
	4.2 Betriebskosten	4.4 Netzbildungsfähigkeit
Wirtschaft – Verkehrsnachfrage und Tourismus		
5. Erhöhung Attraktivität für den Fahrgast	5.1 Verbesserung der Erreichbarkeit: Reisezeit, Häufigkeit, Umsteigezeiten, Transportausgaben (Stamm- und Mehrverkehr)	5.2 Erschließung heutiger Ortschaften mit neuem System
		5.3 Reiseerlebnis
		5.4 Komfort Fahrzeuge (Sitzplatz, Behaglichkeit, Gehmöglichkeit)
		5.5 Fahreigenschaften
		-
6. Erhöhung des Einkommens in der Region	6.1 Tourismusumsatz in der Region	-
Gesellschaft		
7. Erhöhung der Verkehrssicherheit	7.1 Unfallgeschehen/Sicherheit	-
8. Verbesserung der Raumentwicklung	-	8.1 Arbeitsplatzentwicklung
9. Hohe Realisierungschancen und Akzeptanz	-	9.1 Verfahrensrechtliche Realisierungschancen: Technisches System
		9.2 Verfahrensrechtliche Realisierungschancen: Genehmigungen
		9.3 Akzeptanz in der Bevölkerung

Tabelle 7.3-1: Ziel- und Indikatorensystem

7.4 Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen

(1) Die Varianten beinhalten eine Verbesserung des Angebotes im öffentlichen Verkehr und bewirken damit einen Nutzen für die Nachfrager. Dabei können die profitierenden Nachfrager in drei Gruppen unterschieden werden:

- Stammverkehr: Dies sind diejenigen Personen, die im Referenzfall und in den Varianten den öffentlichen Verkehr nutzen. Sie profitieren vor allem von Reisezeiteinsparungen.
- Mehrverkehr im öffentlichen Verkehr: Dies sind Personen, die im Referenzfall nicht den öffentlichen Verkehr nutzen, aufgrund der Angebotsverbesserungen nun aber neu die Fahrten unternehmen. Dabei sind wiederum zwei Gruppen zu unterscheiden:
 - Verkehrsträgerverlagerung: Personen, die im Referenzfall den Personenwagen nutzen und in den Varianten mit dem öffentlichen Verkehr reisen.
 - Induzierter Verkehr: Personen, die im Referenzfall keine Fahrt unternommen haben. Aufgrund der Angebotsverbesserungen führen diese nun Fahrten zur Lenzerheide bzw. nach Arosa durch.

(2) Die folgende Abbildung 7.4-1 zeigt das Vorgehen zur Ermittlung der Veränderung der Verkehrsnachfrage. Anschliessend werden die einzelnen Schritte erläutert.

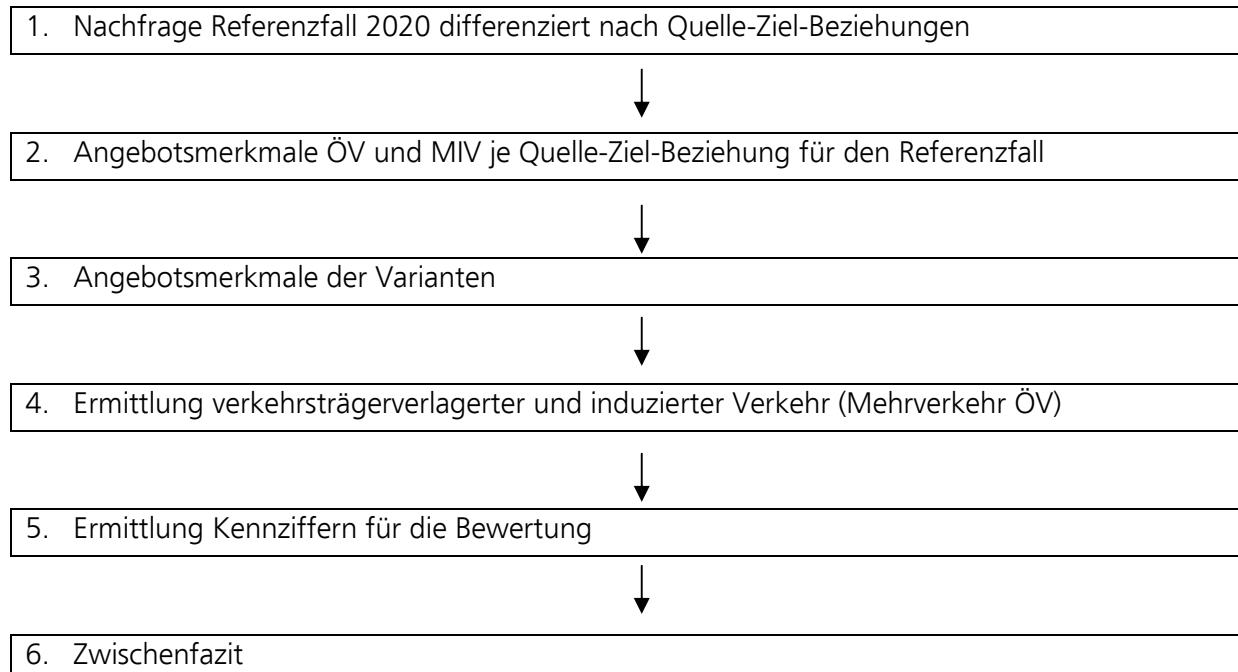


Abbildung 7.4-1: Vorgehen zur Ermittlung der Veränderung der Verkehrsnachfrage

Zu 1. Nachfrage Referenzfall 2020 differenziert nach Quelle-Ziel-Beziehungen

(1) Die Ermittlung der Nachfrage im Referenzfall 2020 wurde in Kapitel 4 erläutert. Für die Ermittlung der Wirkungen werden hier die folgenden Quelle-Ziel-Beziehungen unterschieden:

- Chur – Lenzerheide
- Chur – Tiefencastel via Lenzerheide
- CH-Rest – Lenzerheide

- CH-Rest – Tiefencastel via Lenzerheide
- Chur – Arosa
- CH-Rest – Arosa

Die Fahrten nach Tiefencastel via Lenzerheide profitieren nicht von den Varianten, weshalb dort keine massnahmenbedingten Veränderungen ermittelt werden.

(2) Die folgende Tabelle 7.1-1 zeigt die angenommene Aufteilung der Nachfrage im Referenzfall.

Quelle-Ziel-Beziehungen	MIV	ÖV	Summe
Chur – Lenzerheide	4'800	950	5'750
Chur – Tiefencastel via Lenzerheide	1'600	300	1'900
CH-Rest – Lenzerheide	4'800	950	5'750
CH-Rest – Tiefencastel via Tiefencastel	1'600	300	1'900
Chur – Arosa	1'950	912	2'862
CH-Rest – Arosa	1'950	912	2'862
Summe	16'700	4'324	21'024

Tabelle 7.4-1: Jahresdurchschnittlich tägliche Nachfrage im Referenzfall 2020 differenziert nach Quelle-Ziel-Beziehungen [Personen je Tag]

Zu 2. Angebotsmerkmale ÖV und MIV je Quelle-Ziel-Beziehung für den Referenzfall

Je Quelle-Ziel-Beziehung wird das Angebot auf der Schiene bzw. im Öffentlichen Verkehr benötigt. Die Tabelle 7.4-2 zeigt die Angebotsmerkmale für die berücksichtigten Quelle-Ziel-Beziehungen. Ferner werden die Kostensätze ausgewiesen, die zur Berechnung der generalisierten Kosten für eine Fahrt verwendet werden. Auf der Strasse werden die Fahrzeiten entsprechend Routenplanern zugrunde gelegt.

Quelle-/Ziel-Beziehung	Beförde- rungszeit [min]	Inter- vall [h]	Anzahl Um- steigevor- gänge [1]	ÖV Zu- gangszeit [min]	Fahrt- länge [km]	Billet- tepreis [CHF]
Chur – Lenzerheide	32	1	0	10	16	4.50
CH-Rest – Lenzerheide	112	1	1	10	132	23.00
Chur – Arosa	62	1	0	10	26	6.90
CH-Rest – Arosa	142	1	1	10	142	25.40
Zeitkostensatz: 17.65 [CHF/Persh] (gem. SN 641 822) ⁶⁾						

Tabelle 7.4-2: Angebotsparameter öffentlicher Verkehr Referenzfall 2020

6) Vgl. SN 641 822 Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr – Zeitkosten im Personenverkehr, gültig ab: 1. August 2007.

Zu 3. Angebotsmerkmale der Varianten

Die Varianten führen zu einer Verbesserung der Angebote im öffentlichen Verkehr. Dies betrifft einerseits die Häufigkeit der angebotenen Verbindungen und zum anderen die Reisezeit. Entsprechend Kapitel 4 wird für alle Varianten ein 1/2-h-Takt bei achtzehn Betriebsstunden zugrunde gelegt. Die Intervallzeit sinkt also auf 0.5 [h]. Die folgende Tabelle 7.4-3 zeigt die Fahrzeiten Chur – Lenzerheide und Chur – Arosa für die Varianten entsprechend Kapitel 6.

Variante		Chur – Lenzerheide	Chur – Arosa
Normal-/Schmal-spurbahn	A: linke Talseite	27	41
	B1: Domleschg – Lenzerheide	37	55
	B2: Domleschg – Churwalden	37	50
	C: rechte Talseite	30	44
D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn		24	37
E: Metro sur Pneu		19	34
Monorail	F: Kleinkabine	27	47
	G: Grosskabine	25	45
	H: Magnetschwebebahn	14	28
ÖV-Strasse ¹⁾		28	44
1) Aus Gründen der Vergleichbarkeit berücksichtigt die ausgewiesene Reisezeit einen 10%-Malus. Damit wird berücksichtigt, dass Schienensysteme eine höhere Kundenakzeptanz aufweisen.			

Tabelle 7.4-3: Fahrzeiten je Variante [min]

Zu 4. Ermittlung verkehrsträgerverlagerter und induzierter Verkehr

(1) Mittels dieser Angaben wird nun der Mehrverkehr im öffentlichen Verkehr berechnet:

- Verkehrsträgerverlagerung: Dieser Effekt wird entsprechend den Berechnungsverfahren des Verkehrsmodells des Bundes (VM UVEK) berechnet.⁷⁾
- Induzierter Verkehr: Der induzierte Verkehr wird im VM UVEK nicht abgebildet. Dieser wird hier entsprechend dem „Gesetz“ des konstanten Mobilitätsbudgets ermittelt. Dieses Gesetz besagt, dass Personen Einsparungen im Mobilitätsbudget zum Beispiel aufgrund von Reisezeitverkürzungen wieder in gleicher Höhe in neue oder weitere Fahrten reinvestieren. Die Personen haben dadurch einen Nutzen in Form von besserer Auswahl, schöneren Wohnorten, besseren Arbeitsplätzen etc, weshalb sie die Reinvestition vornehmen.

(2) Die folgende Abbildung 7.4-2 zeigt den Mehrverkehr im öffentlichen Verkehr je Variante gegenüber dem Referenzfall. Wie erwartet steigt die Nachfrage in allen Varianten, wobei diese Steigerungen der Nachfrage proportional zur Reisezeitreduktion erfolgen. Die Systeme mit den grössten Reisezeitgewinnen erzielen hier eindeutige Vorteile gegenüber den vergleichsweise langsameren Systemen. Der Anteil des induzierten Verkehr am Mehrverkehr beträgt je nach Variante 35% (Variante B1: Domleschg) bis 45% (Monorail: Magnetschwebebahn).

7) Vgl. Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2006): Erstellung des nationalen Personenverkehrsmodells für den öffentlichen und privaten Verkehr – Modellbeschreibung, Bern, März 2006.

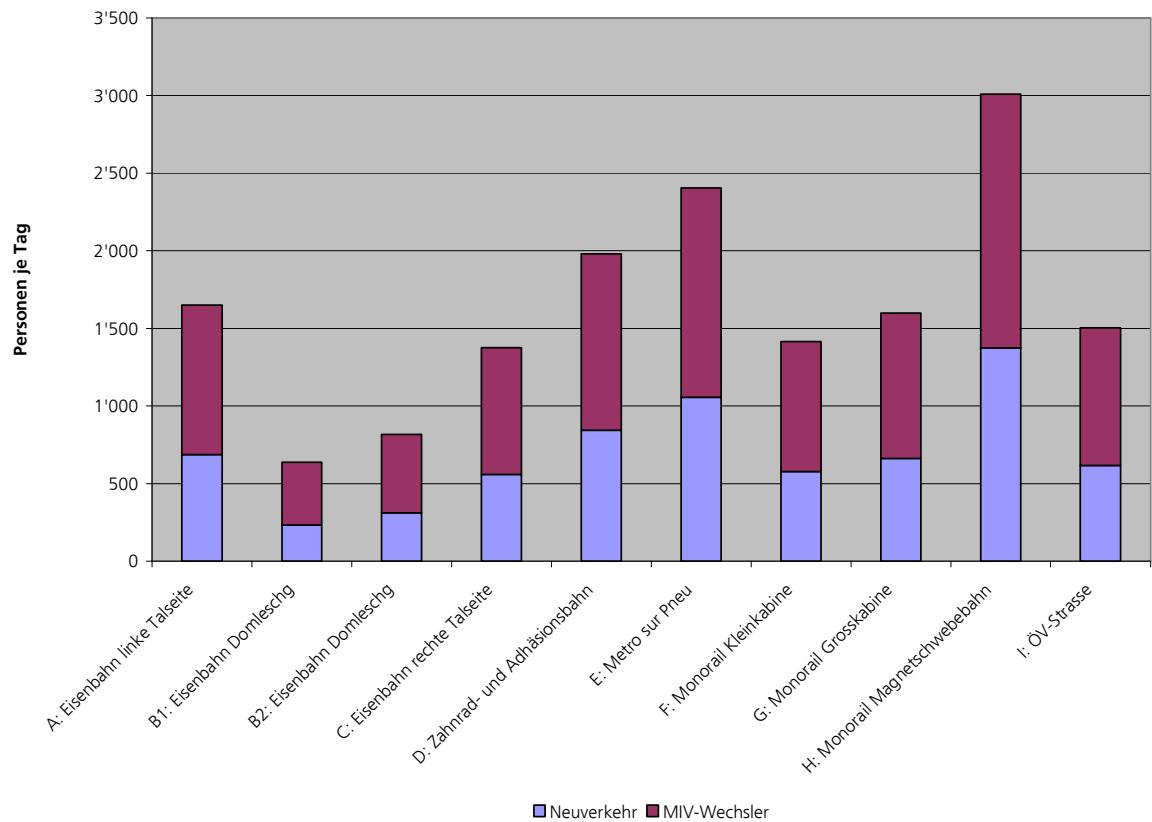


Abbildung 7.4-2: Mehrnachfrage im öffentlichen Verkehr je Variante gegenüber dem Referenzfall (Jahresdurchschnitt)

(3) Die absolute Gesamtnachfrage für den Referenzfall und je Variante ist in der folgenden Abbildung 7.4-3 dargestellt. Dabei werden ÖV und MIV unterschieden. Ausgehend von einem ÖV-Anteil im Referenzfall für die betrachteten Verkehre von 20% steigt dieser von 3 Prozentpunkten in der Variante B1: Eisenbahn Domleschg bis 12 Prozentpunkte in der Variante H: Monorail Magnetschweebahn. Allein mit einer Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs wird sich somit letztlich das Problem auf der Strasse nicht lösen lassen. Hierzu bräuchte es weitere Instrumente und flankierende Massnahmen, die die Strasse entlasten und die Nachfrage auf den öffentlichen Verkehr lenken.

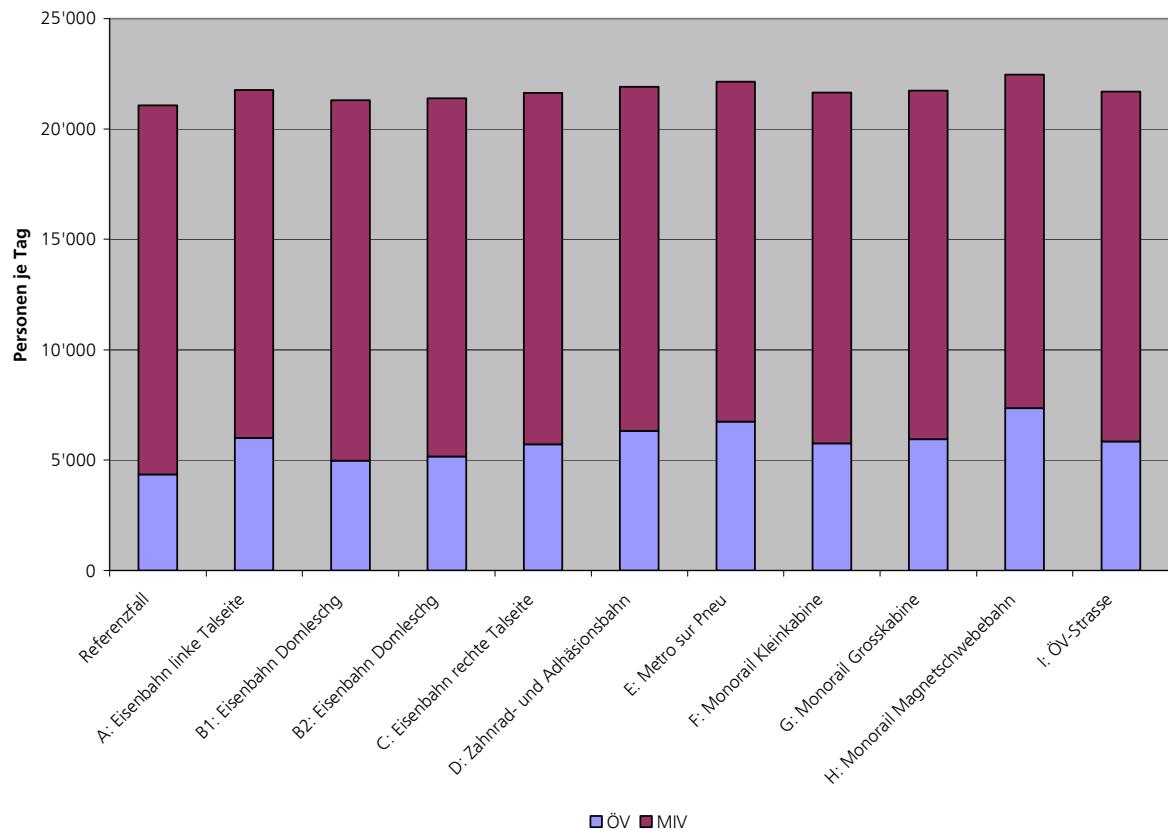


Abbildung 7.4-3: Nachfrage im Referenzfall und in den Varianten (Jahresdurchschnitt)

Exkurs: Die Variante „Monorail Kleinkabine“ bietet auch die Gelegenheit, mit sehr kurzen Intervallzeiten quasi als „Stetigförderer“ zu arbeiten. Berechnet man die Nachfrageänderung für diese Variante mit einem 1-Minuten-Takt, erzielt diese Variante die gleiche Zusatznachfrage wie die Variante Zahnrad- und Adhäsionsbahn. Da diese Variante aber immer noch längere Reisezeiten aufweist, hat auch der Stammverkehr kaum einen zusätzlichen Nutzen. Die Frage der Stetigförderung ist deshalb nicht entscheidungsrelevant.

Zu 5. Ermittlung Kennziffern für die Bewertung

Diese Auswirkungen auf die Verkehrsnachfrage müssen für die Bewertung in unterschiedlicher Weise ermittelt und aufbereitet werden. Die folgende Tabelle 7.4-4 zeigt die benötigten Mengengerüste der Verkehrsnachfrage und bei welchen Zielen bzw. Indikatoren diese berücksichtigt werden. Für nicht dargestellte Indikatoren sind keine Angaben zur Veränderung der Verkehrsnachfrage notwendig.

Indikator	Verkehrliches Mengengerüst			
	Δ Personenstunden je Jahr Stammverkehr	Δ Personenwagenkilometer je Jahr	Δ Personenkilometer im ÖV je Jahr	Nutzen Mehrverkehr [Persh/a], [Pkm/a], [CHF/a]
Umwelt				
2.1 Schadstoffemissionen	-	X	-	-
2.2 CO ₂ -Emissionen	-	X	-	-
2.3 Lärm am Wohnort und in Schutz- und Erholungsgebieten: Strasse	-	X	-	-
Wirtschaft – Verkehrsangebot				
4.1 Markterlöse	-	-	X	-
Wirtschaft – Verkehrsnachfrage und Tourismus				
5.1 Verbesserung der Erreichbarkeit: Reisezeit, Häufigkeit, Umsteigezeiten, Transportausgaben (Stamm- und Mehrverkehr)	X	-	X	X
6.1 Tourismusumsatz in der Region	-	-	-	X
Gesellschaft				
7.1 Unfallgeschehen/Sicherheit	-	X	-	-

Mehrverkehr = Verkehrsträgerverlagerter Verkehr und Neuverkehr

Tabelle 7.4-4: Benötigte Mengengerüste zur Verkehrsnachfrage je Indikator

7.5 Bewertung der Auswirkungen

7.5.1 Übersicht

(1) Mit den Beschreibungen der Varianten (Vgl. Kapitel 6), dem Zielsystem (vgl. Kapitel 7.3) und den verkehrlichen Auswirkungen (vgl. Kapitel 7.4) liegen die Grundlagen vor, um die Bewertungen je Indikator durchzuführen.

(2) Die Bewertung der Varianten hinsichtlich der einzelnen Indikatoren erfolgt in Anlehnung an die standardisierten Bewertungsverfahren auf Bundesebene (NIBA⁸⁾):

- Für die monetarisierbaren Indikatoren werden die aktuellen Bewertungsverfahren des Bundes angewendet. Die Wertgerüste sind im Anhang A5 dokumentiert. Sie wurden entweder

⁸⁾ Vgl.: Bundesamt für Verkehr: NIBA – Nachhaltigkeitsindikatoren für Verkehrsinfrastrukturprojekte, Leitfaden zur Bewertung von Projekten im Schienenverkehr, Zürich/Bern, den 1. Februar 2006 und Bundesamt für Verkehr: eNIBA: Elektronisches Rechentool für NIBA Benutzerhinweise zur Anwendung, Version 2009.1, Bern/Zürich, den 29. Juni 2009.

aus den aktuellen Anwendungen von NIBA im Rahmen laufender Arbeiten oder aus aktuellen Normen (SN 641 820 bis SN 641 828) entnommen. Kosten des Rollmaterials wurden teils selber erhoben und abgeschätzt.⁹⁾ Als Ergebniskennziffer wird die Nutzen-Kosten-Differenz ausgewiesen (inkl. Umwelt und Verkehrssicherheit, aber ohne Tourismusumsatz in der Region). Ist die Nutzen-Kosten-Differenz grösser als Null, ist eine Variante gesamtwirtschaftlich bzw. verkehrswirtschaftlich zweckmässig. Der zusätzliche Tourismusumsatz in Lenzerheide und Arosa wird dabei nicht berücksichtigt, da dieser Umsatz gegebenenfalls in anderen schweizerischen Regionen entfallen kann. Es handelt es sich hierbei somit vor allem um eine regionale Nutzenkomponente.

Zum Einbezug der regionalwirtschaftlichen Bedeutung werden zusätzlich „regionalwirtschaftliche Nutzen-Kosten-Differenzen“ ausgewiesen. Dabei wird wie folgt unterschieden:

- Nutzen-Kosten Differenzen mit Tourismusumsatz aufgrund massnahmenbedingten Neuverkehr: Zur gesamtwirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Differenz wird der Umsatz von Touristen gezählt, die aufgrund der verbesserten Verkehrserschliessung neu in die Region kommen.
- Nutzen-Kosten Differenzen mit Tourismusumsatz aufgrund massnahmenbedingten Neuverkehr und Potential Logiernächte: Für die Lenzerheide und Arosa wird im technischen Bericht ein langfristiges Entwicklungspotential von gut einer Million zusätzlichen Logiernächte aufgezeigt (+45% gegenüber heute). Die Realisierung des Potentials führt zu ca. 700 ÖV-Personenfahrten je Tag über die zugrunde gelegte Prognose hinaus. Der daraus resultierende Tourismusumsatz wird hier ebenfalls berücksichtigt.
- Die deskriptiven Indikatoren werden wie folgt berücksichtigt: Je Indikator werden die Auswirkungen der Varianten auf einer einheitlichen Notenskala von -3 (Schlechtestwert) bis +3 (Bestwert) bepunktet. Die Regeln zur Benotung sind mit dem Auftraggeber abgestimmt worden. Sie sind im Kapitel 7.5.4 dargestellt. Je Bereich werden die Indikatoren gleichgewichtet aggregiert. Die Regeln zur Benotung sind mit dem Auftraggeber abgestimmt und die Gewichtung vorgegeben worden.

7.5.2 Ergebnisse je Variante

Auf den folgenden Seiten wird jede Variante übersichtlich beschrieben und mit den Bewertungsergebnissen dargestellt. Hinsichtlich der deskriptiven Indikatoren werden zunächst nur die Punkte je Indikator ausgewiesen (ohne Aggregation je Bereich). Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse vergleichend gegenübergestellt.

9) Vgl. Bundesamt für Strassen: NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekten, www.admin.bav.ch und die aktuellen Normen zu Kosten-Nutzen-Analysen des VSS (SN 641 800 bis SN 641 828).

A: Normal-/ Schmalspurbahn linke Talseite

Technisches System Infrastruktur

- Schmal- oder Normalspurbahn
- Einspur mit Kreuzungsstellen
- Mittlere Geschwindigkeit aufgrund von Kurvenradien: 60-80 km/h
- Steigungen: 40%
- Investitionsausgaben: **1.9 Mrd. CHF**
(Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spaltenstunden)
- Anzahl Züge: 4 (7 Spaltenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **27 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **41 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

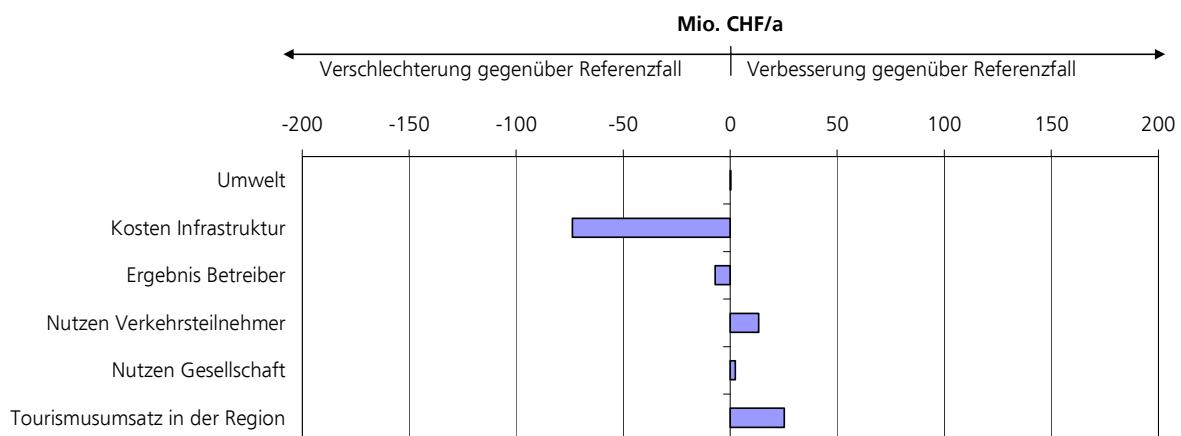
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	6000
Motorisierter Individualverkehr:	15'800
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 1650
Motorisierter Individualverkehr:	- 960

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



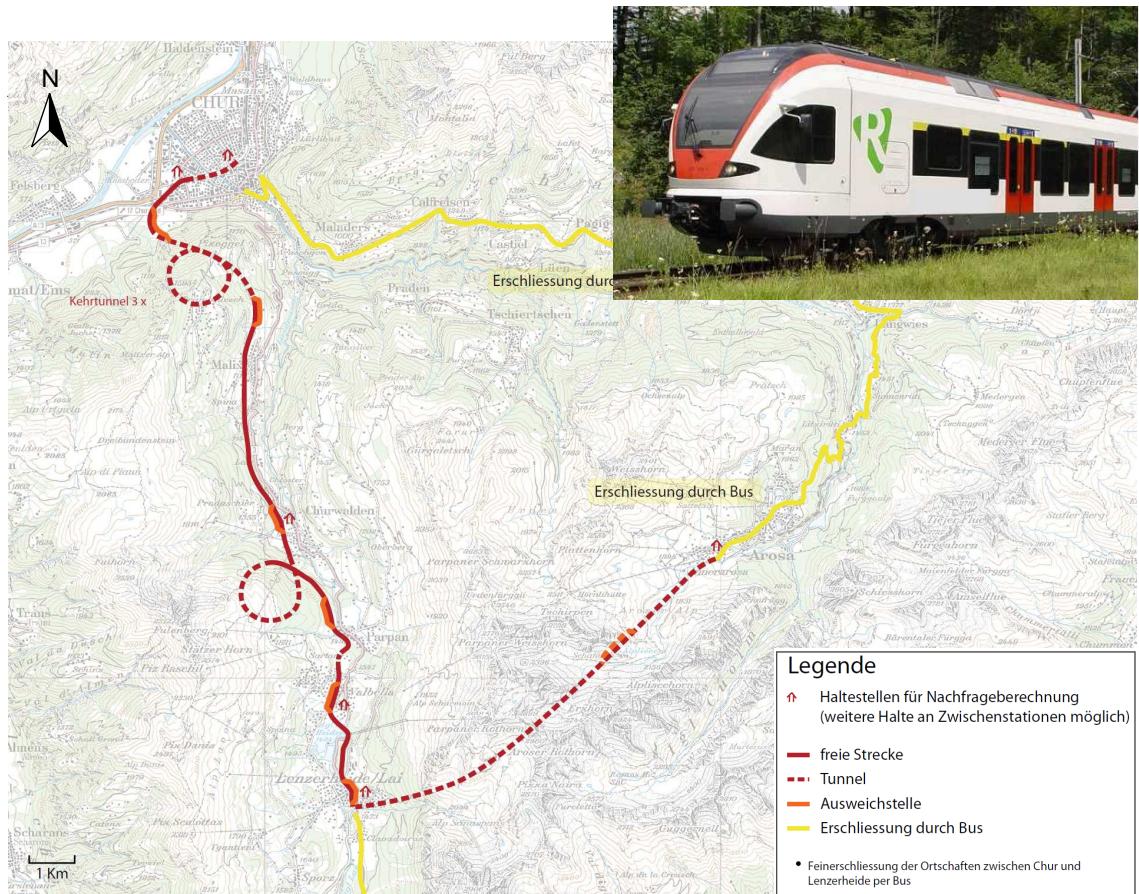
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 68**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 43**

Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

A: Normal-/ Schmalspurbahn linke Talseite

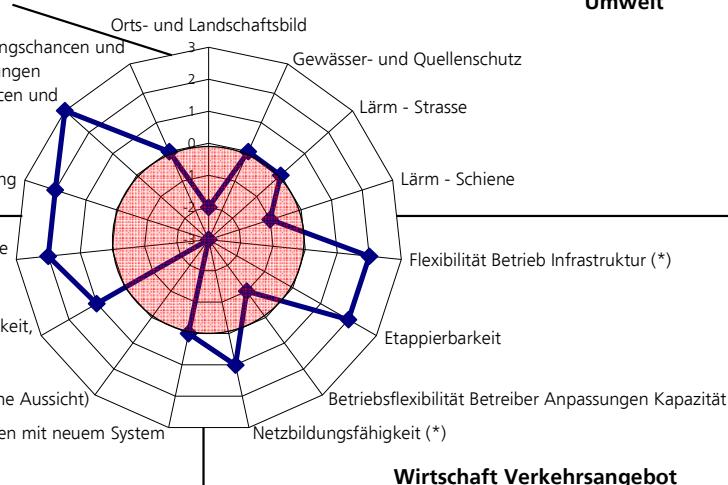


Ergebnisse deskriptive Indikatoren

Gesellschaft

- Verfahrensrechtliche Realisierungschancen und Risiken: Genehmigungen
- Verfahrensrechtliche Realisierungschancen und Risiken: Technisches System (*)
- Auswirkungen auf Raumentwicklung
- Angenehme Fahreigenschaften (geringe Seitenbesch., ruhige Fahrweise)
- Komfort Fahrzeuge (Sitzplatz, Behaglichkeit, Durchgehmöglichkeit)
- Reiseerlebnis (Schöne Aussicht)
- Erschliessung heutiger Ortschaften mit neuem System

Umwelt



Wirtschaft Verkehrsverfrage

Wirtschaft Verkehrsangebot

(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

B1: Normal-/ Schmalspurbahn Domleschg - Lenzerheide

Technisches System Infrastruktur

- Normal-/Schmalspurbahn
- Einspur mit Kreuzungsstellen
- Mittlere Geschwindigkeit aufgrund von Kurvenradien: 60-80 km/h
- Steigungen: 40%
- Investitionsausgaben: **2.6 Mrd. CHF**
(Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spitzenstunden)
- Anzahl Züge: 4 (7 Spitzenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **37 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **55 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

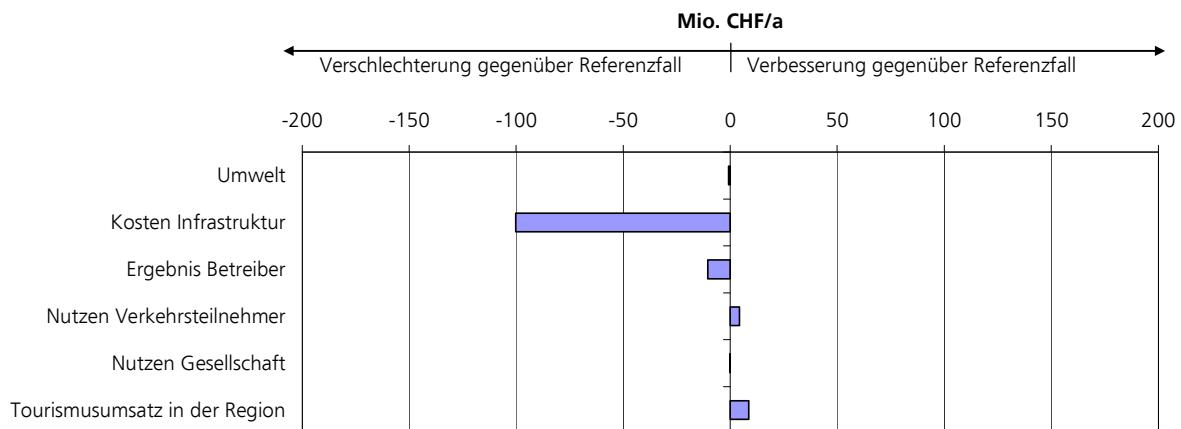
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	5000
Motorisierter Individualverkehr:	16'300
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 640
Motorisierter Individualverkehr:	- 400

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



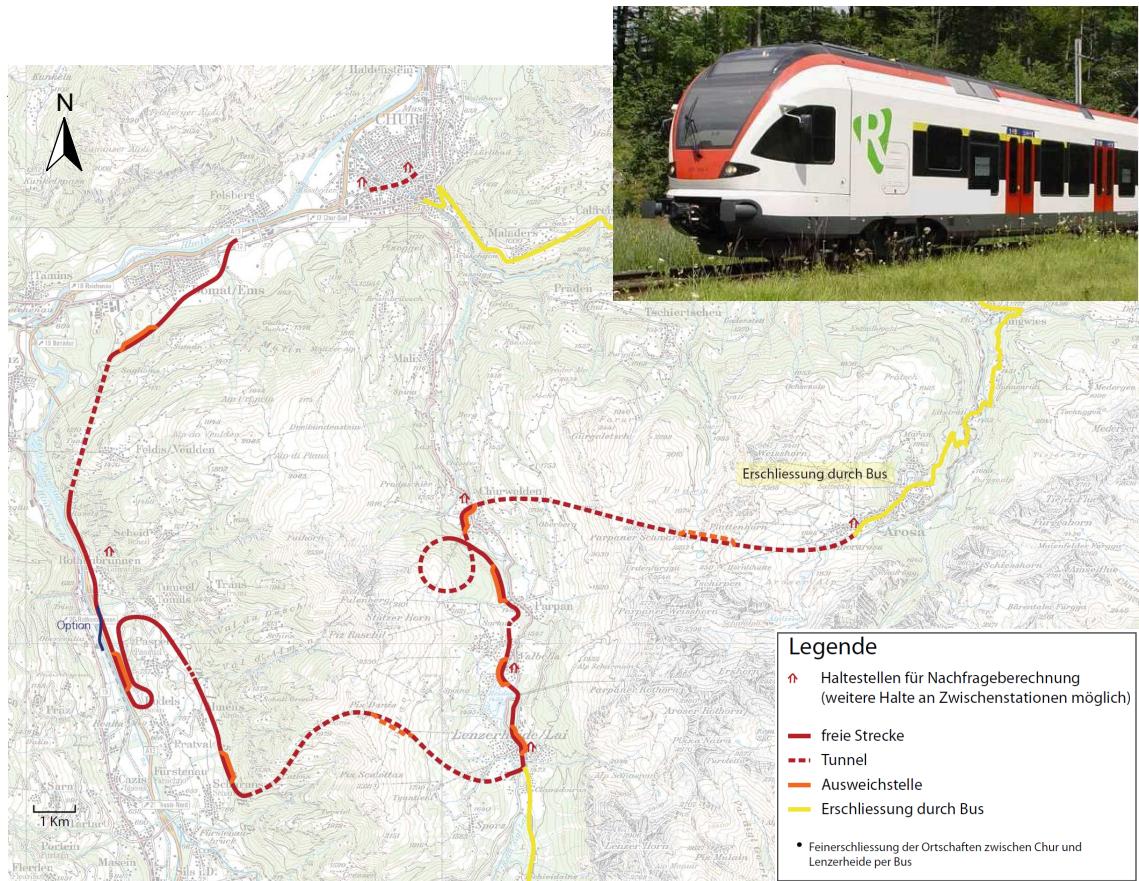
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 109**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 100**

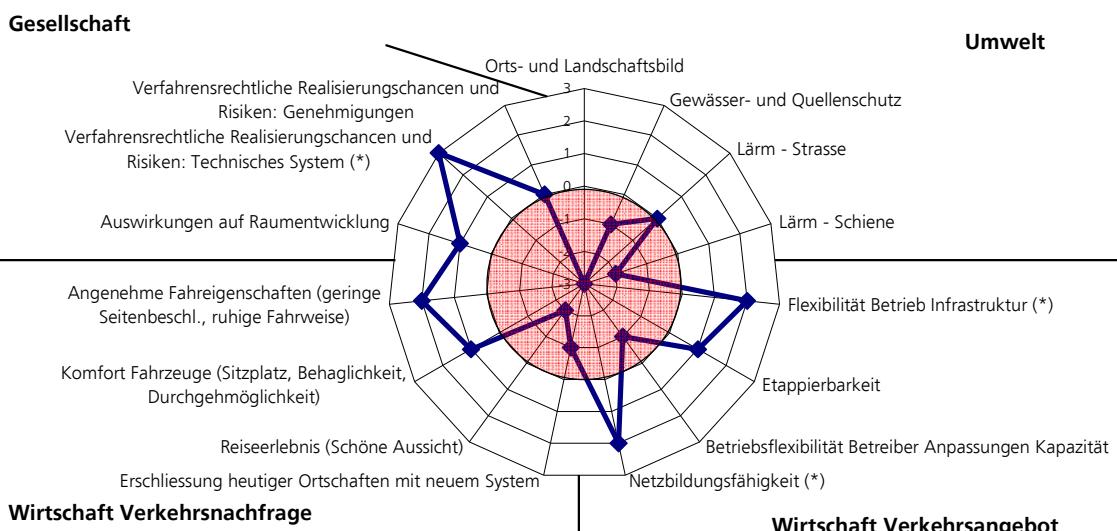
Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

B1: Normal-/ Schmalspurbahn Domleschg - Lenzerheide



Ergebnisse deskriptive Indikatoren



(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

B2: Normal-/Schmalspurbahn Domleschg - Churwalden

Technisches System Infrastruktur

- Schmalspurbahn
- Einspur mit Kreuzungsstellen
- Mittlere Geschwindigkeit aufgrund von Kurvenradien: 60-80 km/h
- Steigungen: 40%
- Investitionsausgaben: **2.4 Mrd. CHF**
(Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spaltenstunden)
- Anzahl Züge: 4 (7 Spaltenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **37 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **50 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

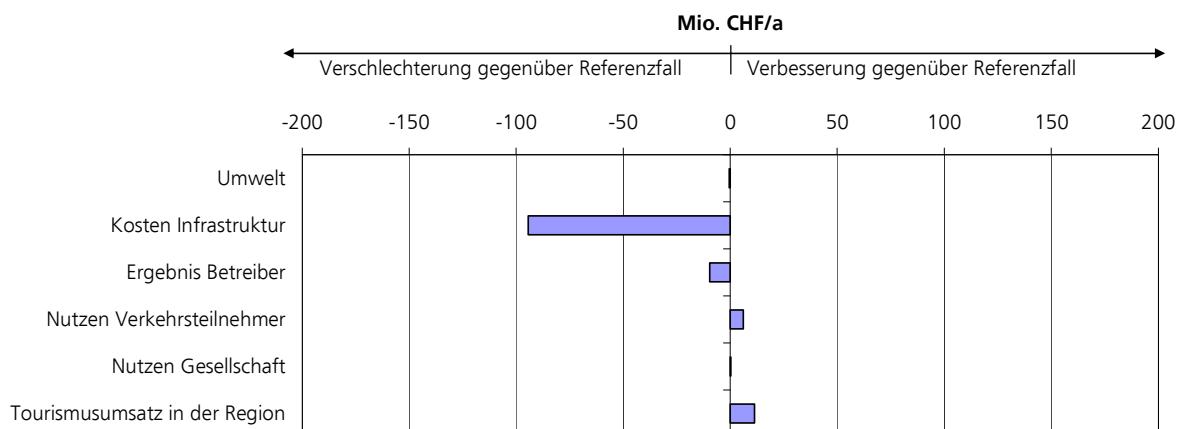
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	5200
Motorisierter Individualverkehr:	16200
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 820
Motorisierter Individualverkehr:	- 510

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



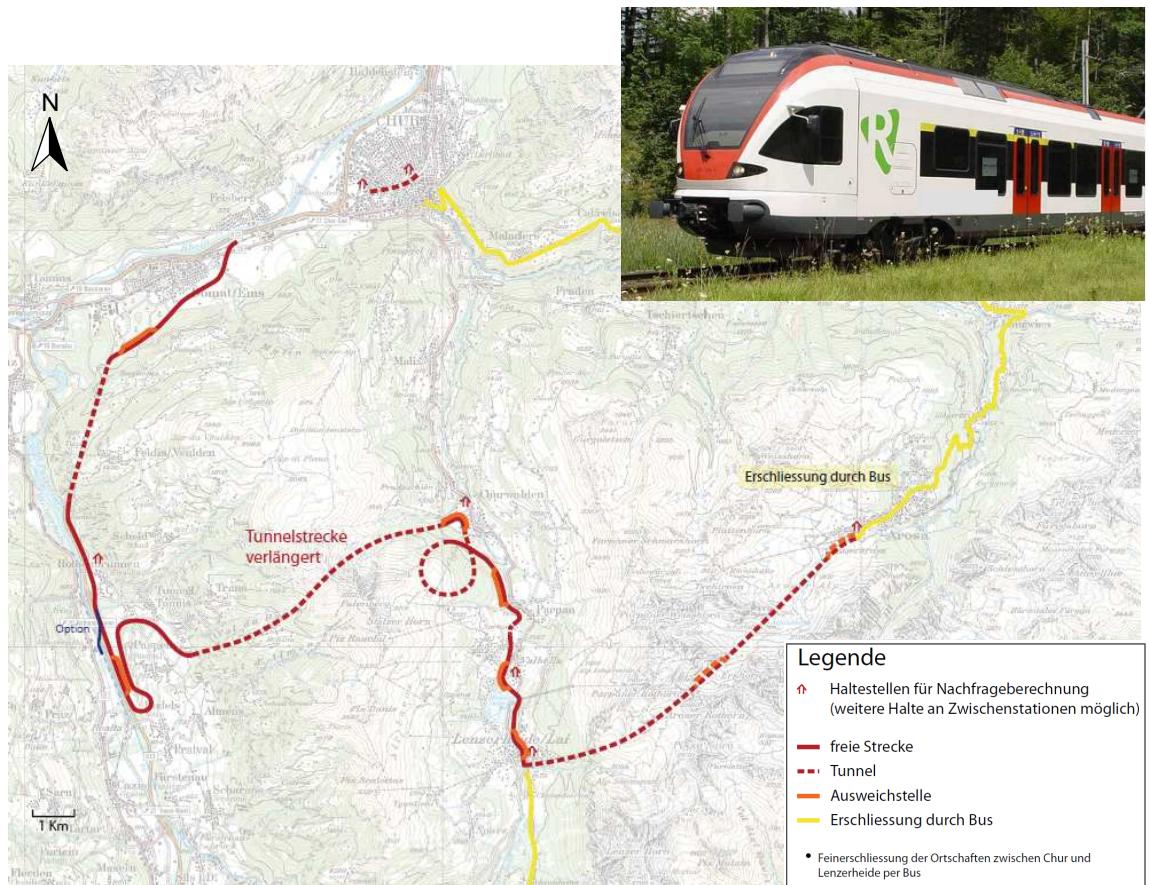
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 99**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 88**

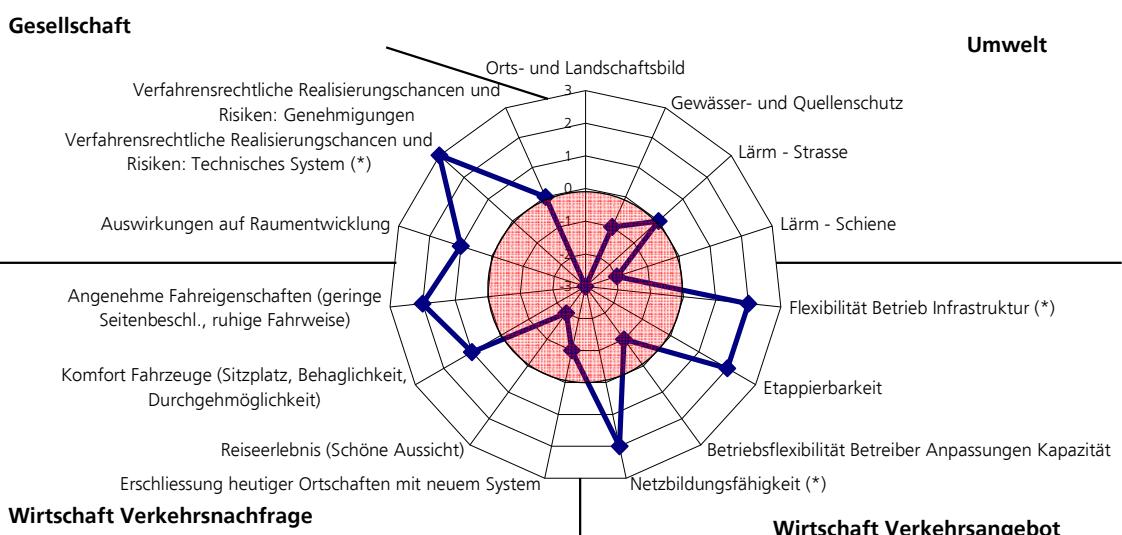
Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

B2: Normal-/ Schmalspurbahn Domleschg - Churwalden



Ergebnisse deskriptive Indikatoren



(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

C: Normal-/ Schmalspurbahn rechte Talseite

Technisches System Infrastruktur

- Schmal- oder Normalspurbahn
- Einspur mit Kreuzungsstellen
- Mittlere Geschwindigkeit aufgrund von Kurvenradien: 60-80 km/h
- Steigungen: 40%
- Investitionsausgaben: **2.0 Mrd. CHF**
(Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spitzenstunden)
- Anzahl Züge: 4 (7 Spitzenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **30 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **44 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

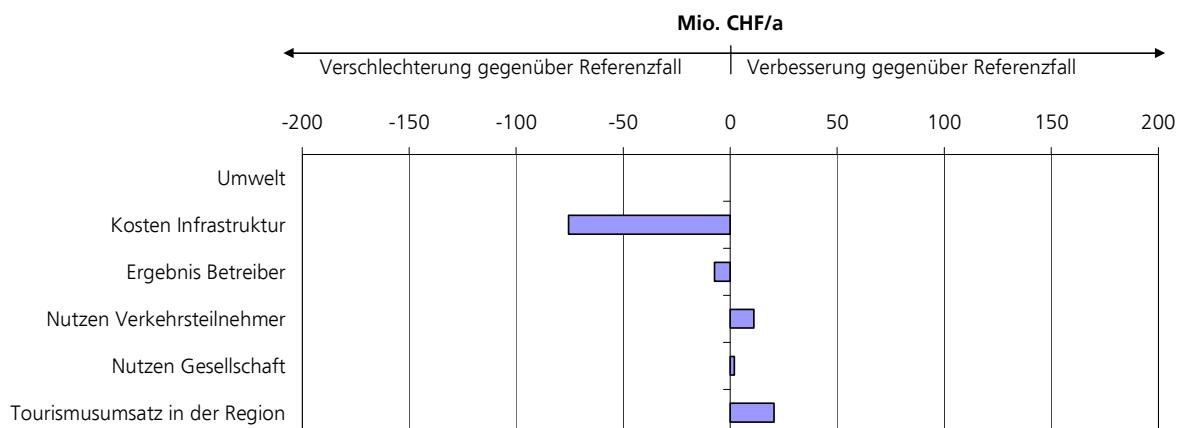
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	5700
Motorisierter Individualverkehr:	15'900
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 1380
Motorisierter Individualverkehr:	- 820

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



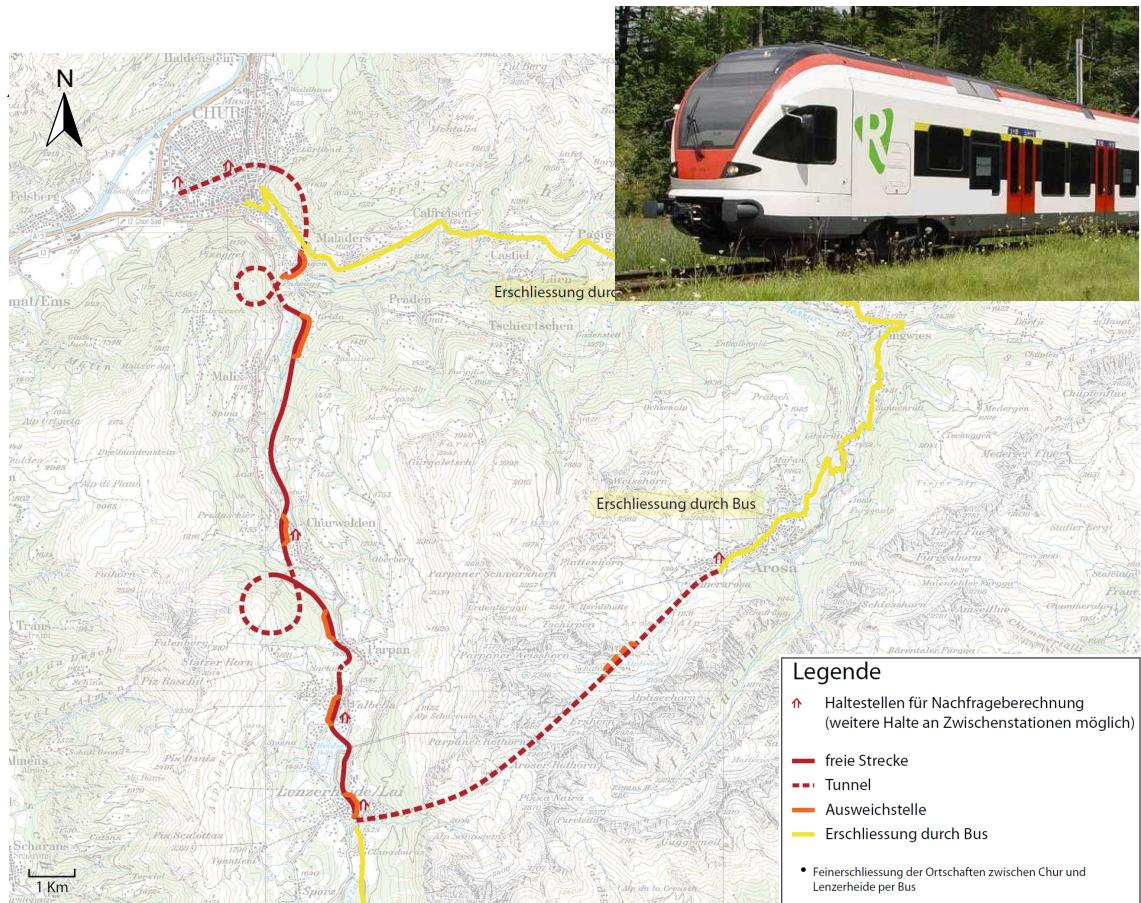
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 73**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 52**

Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

C: Normal-/ Schmalspurbahn rechte Talseite



Ergebnisse deskriptive Indikatoren

Gesellschaft

Verfahrensrechtliche Realisierungschancen und Risiken: Genehmigungen
Verfahrensrechtliche Realisierungschancen und Risiken: Technisches System (*)

Auswirkungen auf Raumentwicklung

Angenehme Fahreigenschaften (geringe Seitenbesch., ruhige Fahrweise)

Komfort Fahrzeuge (Sitzplatz, Behaglichkeit, Durchgehmöglichkeit)

Reiseerlebnis (Schöne Aussicht)

Erschliessung heutiger Ortschaften mit neuem System

Umwelt

Orts- und Landschaftsbild
Gewässer- und Quellschutz

Lärm - Strasse

Lärm - Schiene

Flexibilität Betrieb Infrastruktur (*)

Etappierbarkeit

Betriebsflexibilität Betreiber Anpassungen Kapazität

Netzbildungsfähigkeit (*)

Wirtschaft Verkehrsverfrage

Wirtschaft Verkehrsangebot

(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn

Technisches System Infrastruktur

- Schmalspurbahn (1000mm)
- Einspur mit Kreuzungsstellen
- Mittlere Geschwindigkeit aufgrund von Kurvenradien: 45-80 km/h
- Steigungen: 40-110%
- Investitionsausgaben: **1.3 Mrd. CHF**
(Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spaltenstunden)
- Anzahl Züge: 4 (7 Spaltenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **24 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **37 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

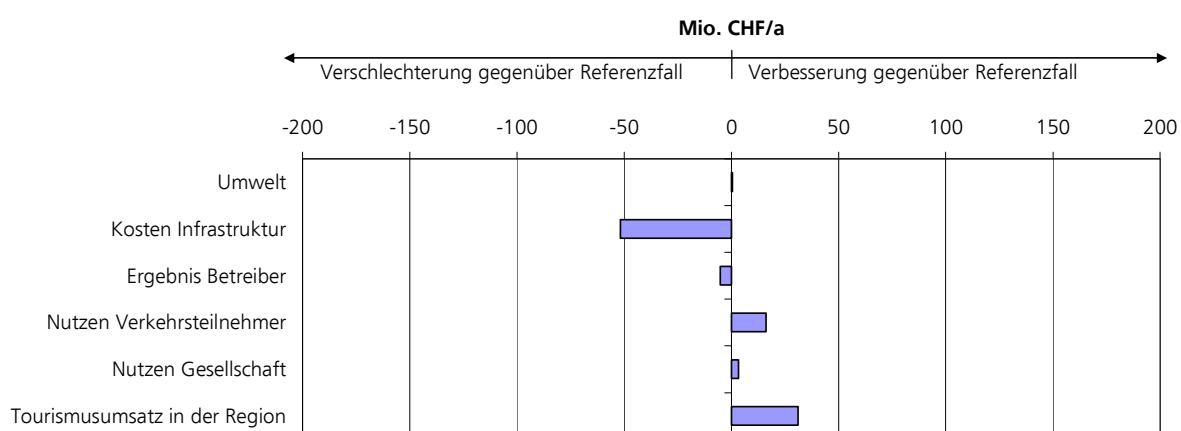
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	6'300
Motorisierter Individualverkehr:	15'600
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 1'980
Motorisierter Individualverkehr:	- 1'140

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



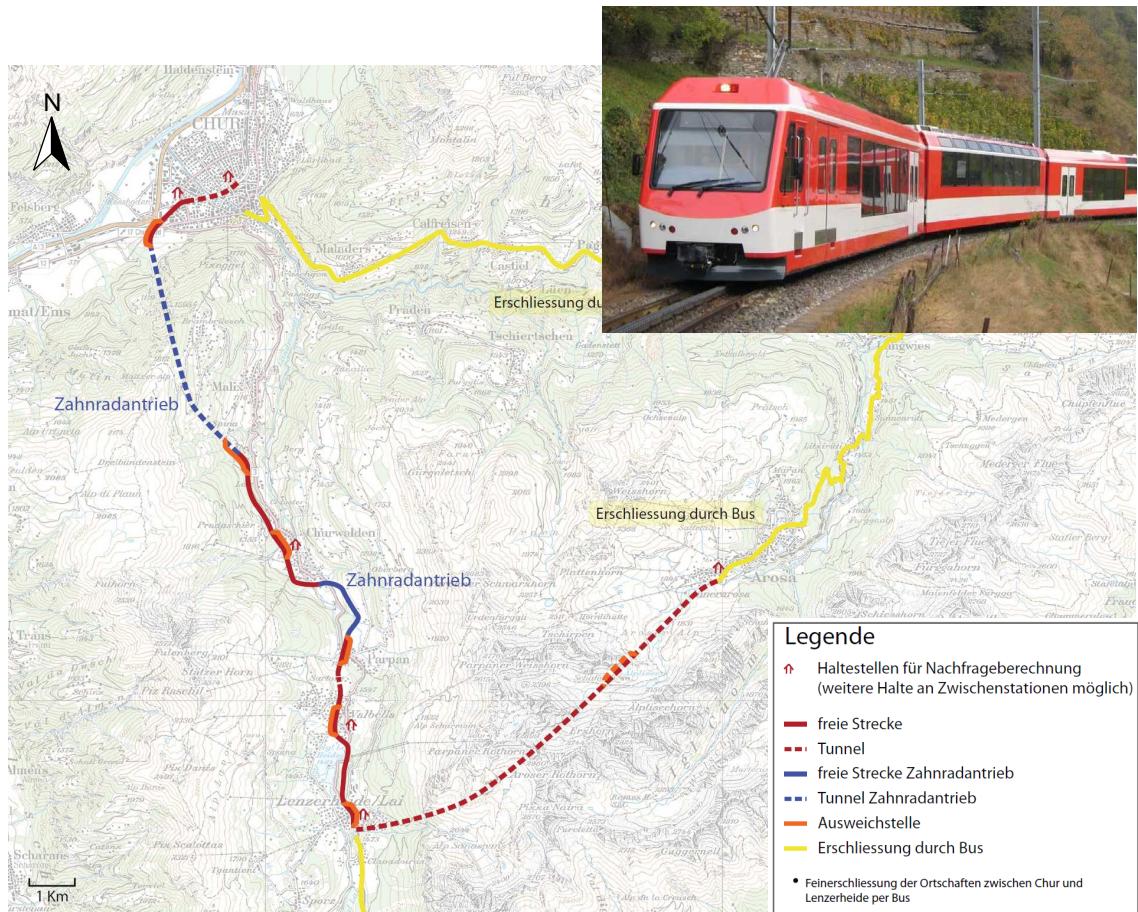
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 41**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 10**

Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

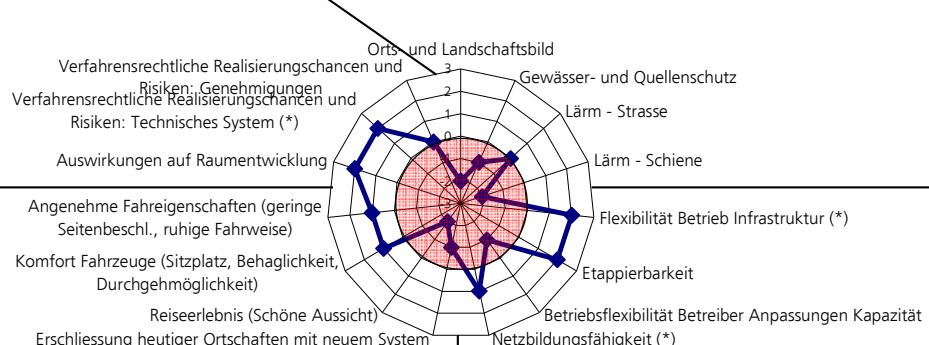
- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn



Ergebnisse deskriptive Indikatoren

Gesellschaft



Wirtschaft Verkehrsangebot

Zahnrad- und Adhäsionsbahn

(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

E: Metro sur Pneu

Technisches System Infrastruktur

- Metro sur Pneu
- Einspur mit Kreuzungsstellen
- Mittlere Geschwindigkeit: 60 km/h
- Steigungen: 40-110%
- Investitionsausgaben: **1.5 Mrd. CHF**
(Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spaltenstunden)
- Anzahl Züge: 4 (7 Spaltenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **19 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **34 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

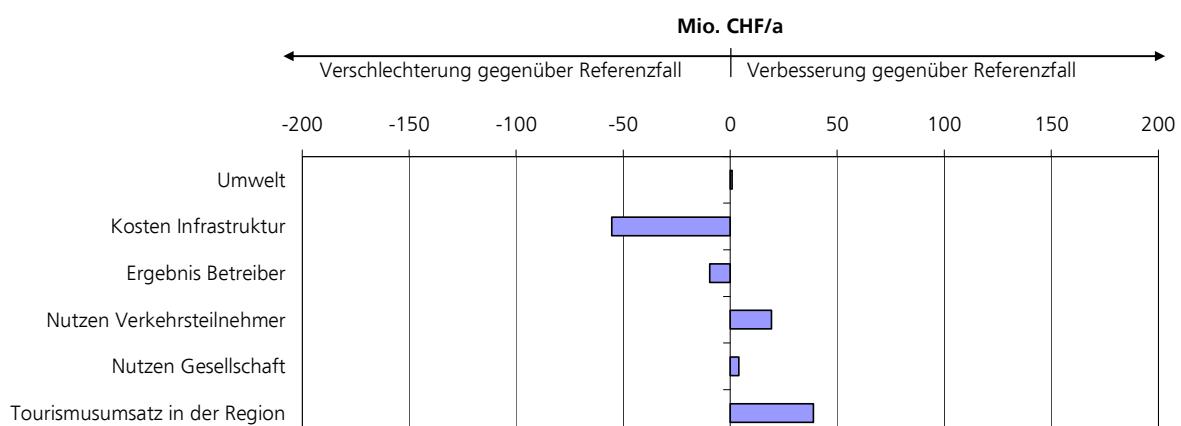
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	6'800
Motorisierter Individualverkehr:	15'400
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 2'400
Motorisierter Individualverkehr:	- 1'350

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



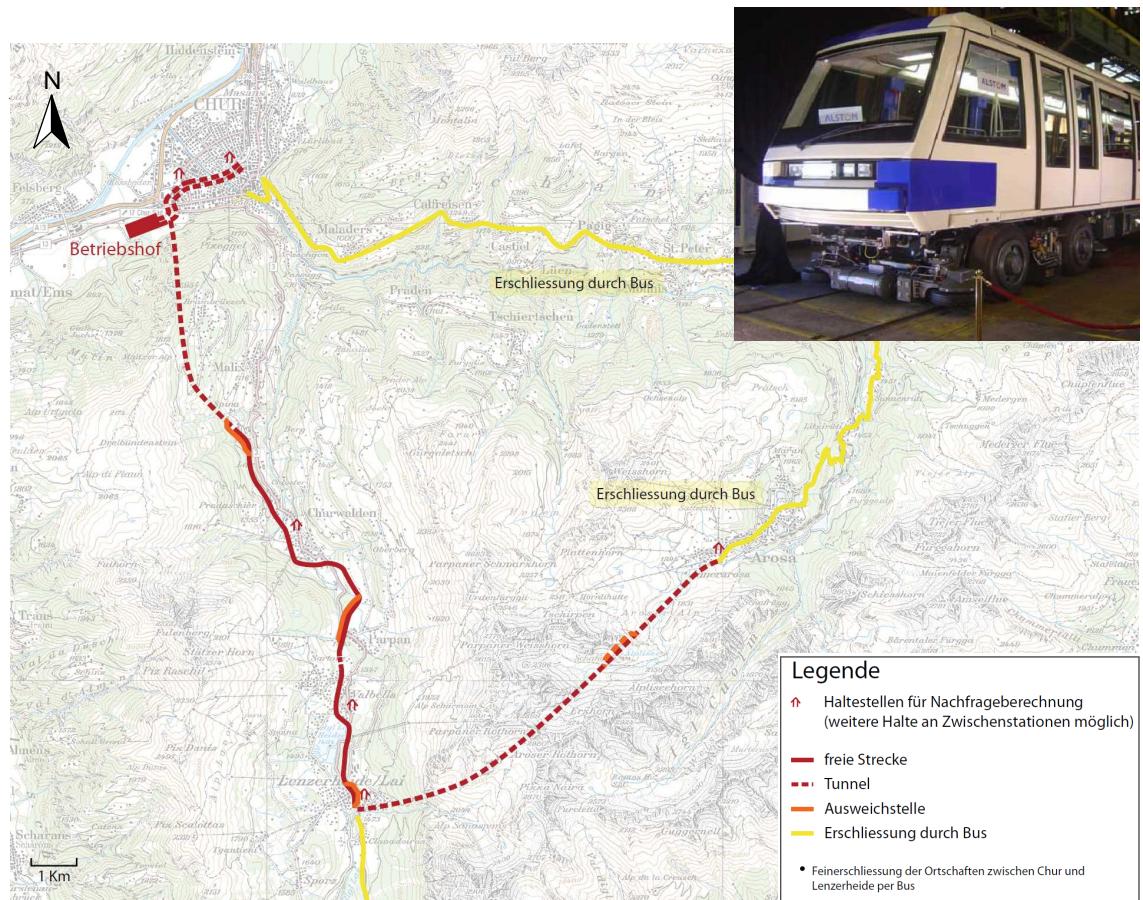
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 46**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 7**

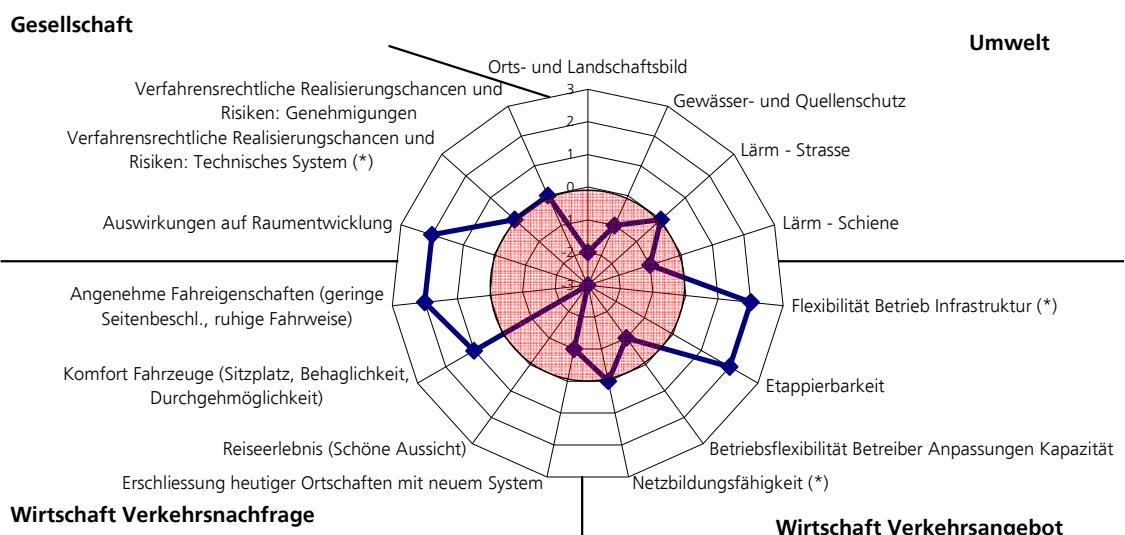
Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

E: Metro sur Pneu



Ergebnisse deskriptive Indikatoren



(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

F: Monorail Kleinkabine

Technisches System Infrastruktur

- Monorail
- Aufgeständert, Tunnel ebenerdig, Doppelspur
- Mittlere Geschwindigkeit 43 km/h
- Steigungen: 40-400%
- Investitionsausgaben: **1.7 Mrd. CHF**
(Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- $\frac{1}{2}$ - h – Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spaltenstunden)
- Anzahl Kabinen: 47 (375 Spaltenstd.)
- automatisiert
- Fahrzeit Chur-Lenzerheide (Zentrum): **27 min.**
- Fahrzeit Chur-Arosa: **47 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

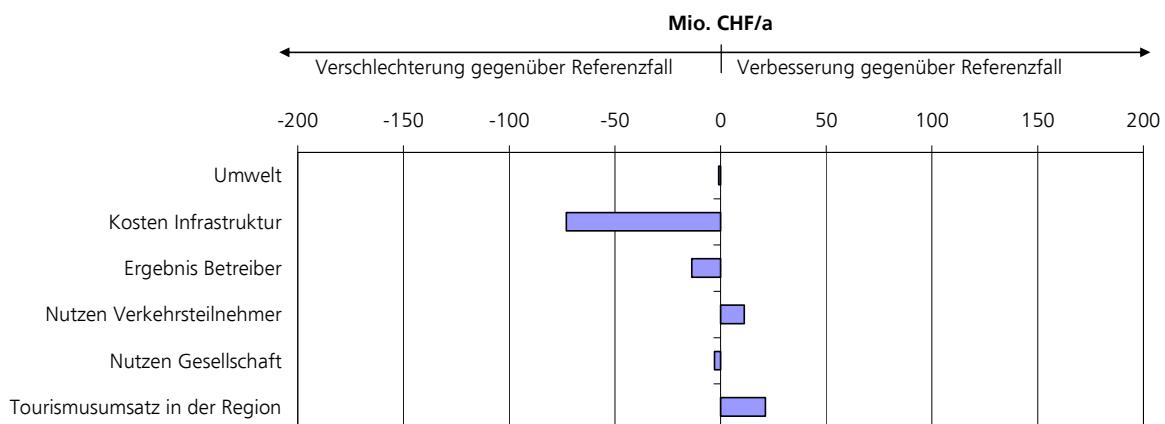
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	5'800
Motorisierter Individualverkehr:	15'900
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 1'410
Motorisierter Individualverkehr:	- 840

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



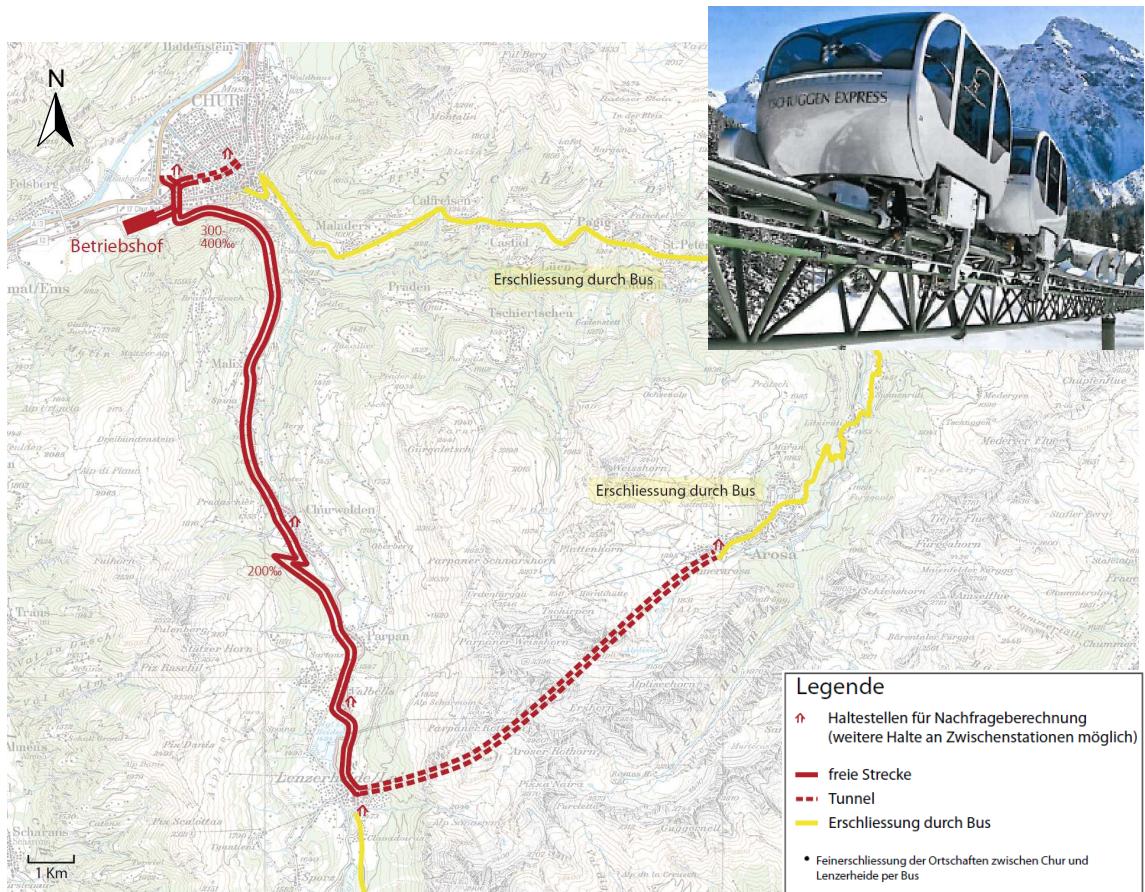
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 82**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 61**

Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

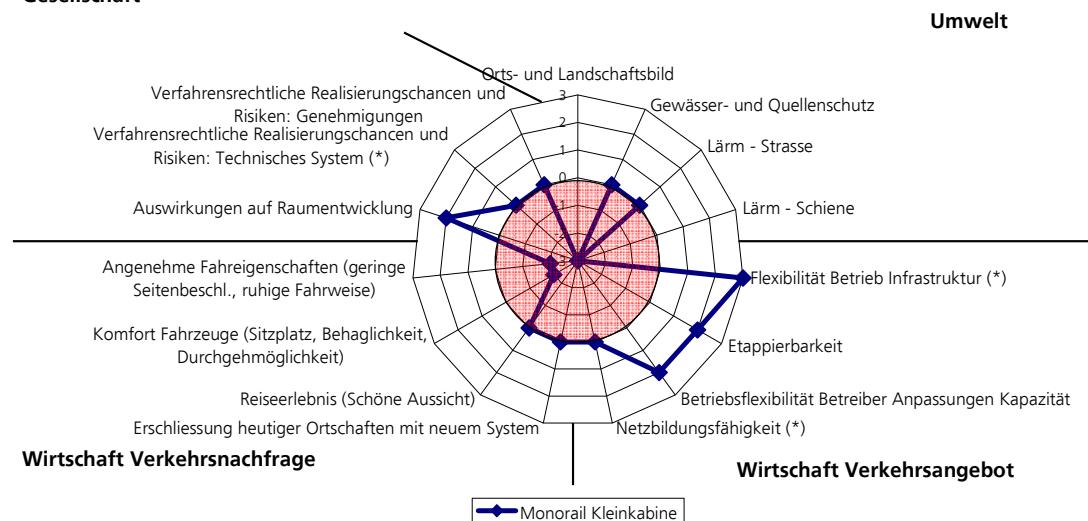
- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

F: Monorail Kleinkabine



Ergebnisse deskriptive Indikatoren

Gesellschaft



(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

G: Monorail Grosskabine

Technisches System Infrastruktur

- Monorail
- Aufgeständert, Tunnel ebenerdig, Doppelspur
- Maximale Geschwindigkeit: 43 km/h (hier als mittlere Geschwindigkeit angesetzt)
- Steigungen: 40-150%
- Investitionsausgaben: **1.4 Mrd. Fr.** (Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spaltenstunden)
- Anzahl Züge: 4 (22 Spaltenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **25 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **45 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

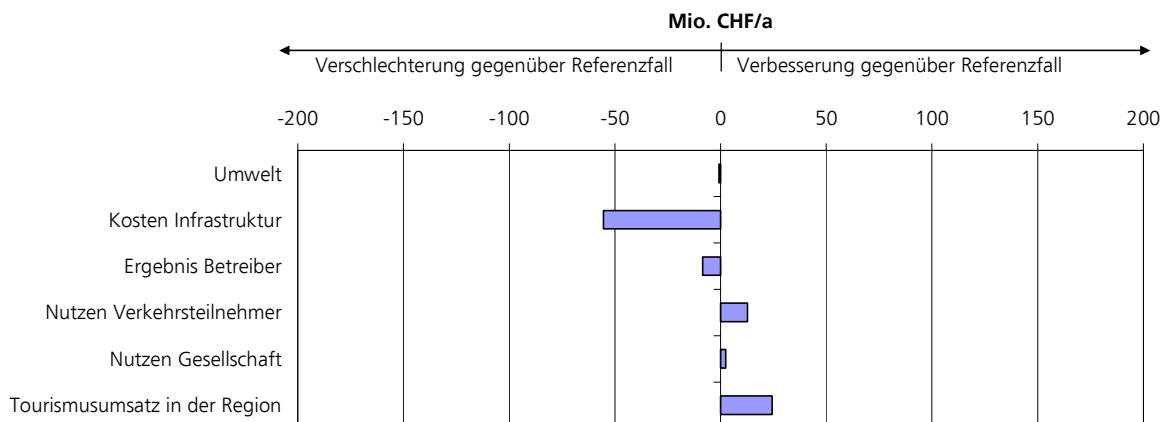
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	5'900
Motorisierter Individualverkehr:	15'800
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 1'600
Motorisierter Individualverkehr:	- 940

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



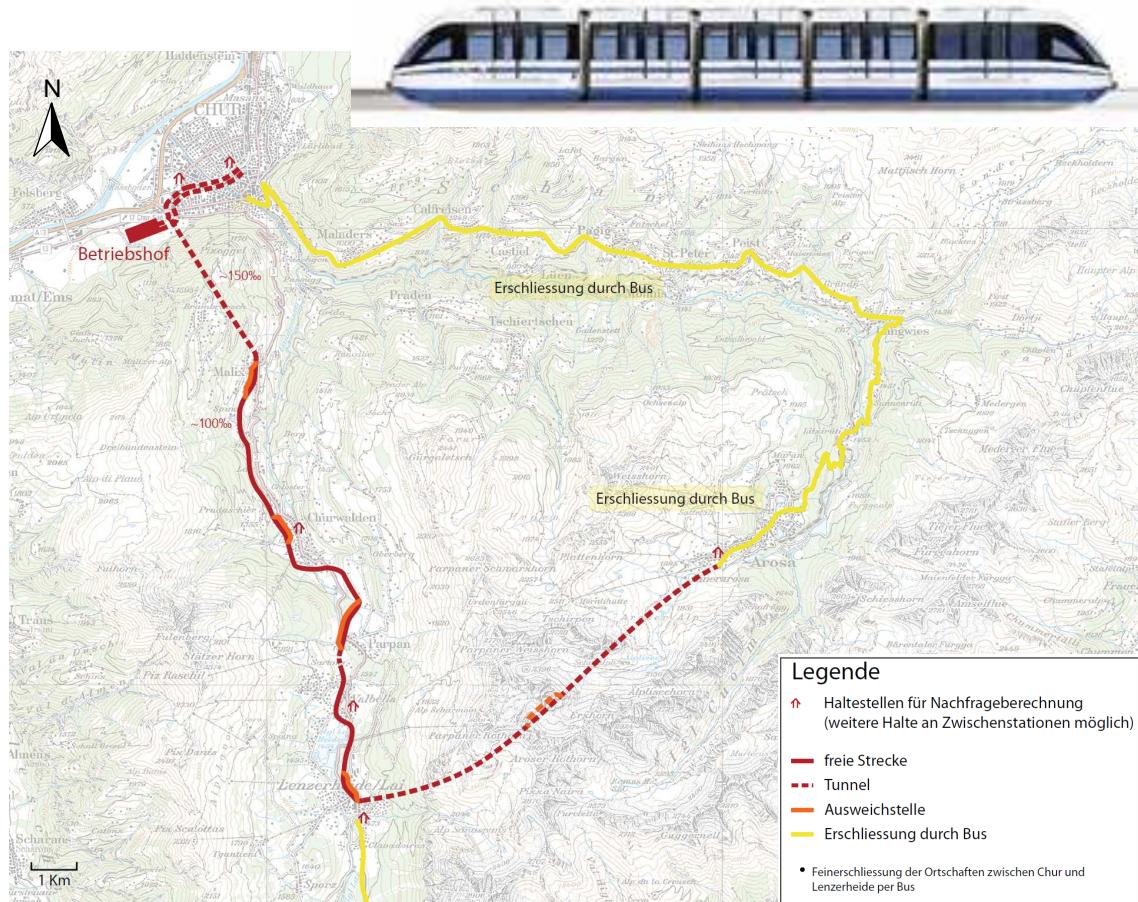
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 53**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 29**

Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

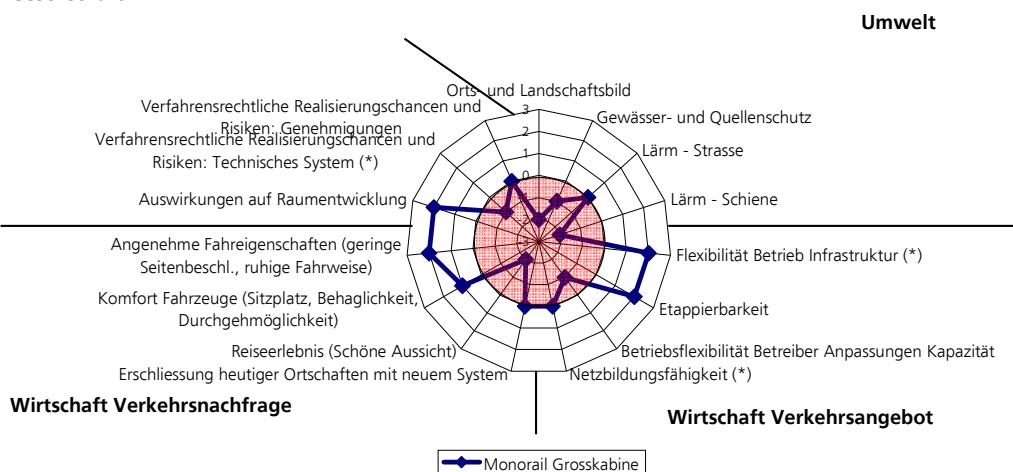
- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

G: Monorail Grosskabine



Ergebnisse deskriptive Indikatoren

Gesellschaft



(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

H: Monorail Magnetschwebebahn

Technisches System Infrastruktur

- Magnetschwebebahn
- Aufgeständert, Tunnel ebenerdig, Doppelspur
- Mittlere Geschwindigkeit: 60-120 km/h
- Steigungen: 80-100%
- Investitionsausgaben: **3.5 Mrd. CHF** (Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spitzenstunden)
- Anzahl Züge: 2 (6 Spitzenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **14 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **28 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

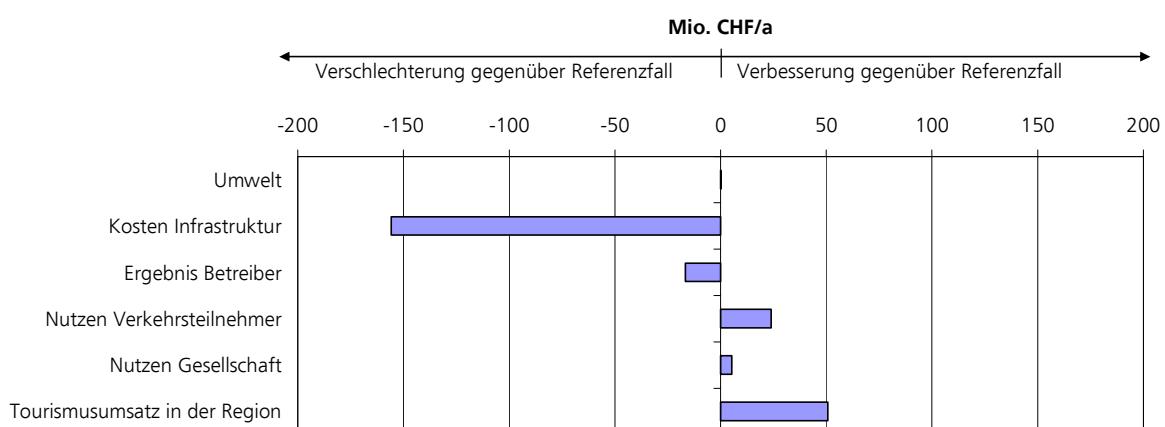
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	7'400
Motorisierter Individualverkehr:	15'100
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 3010
Motorisierter Individualverkehr:	- 1'630

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



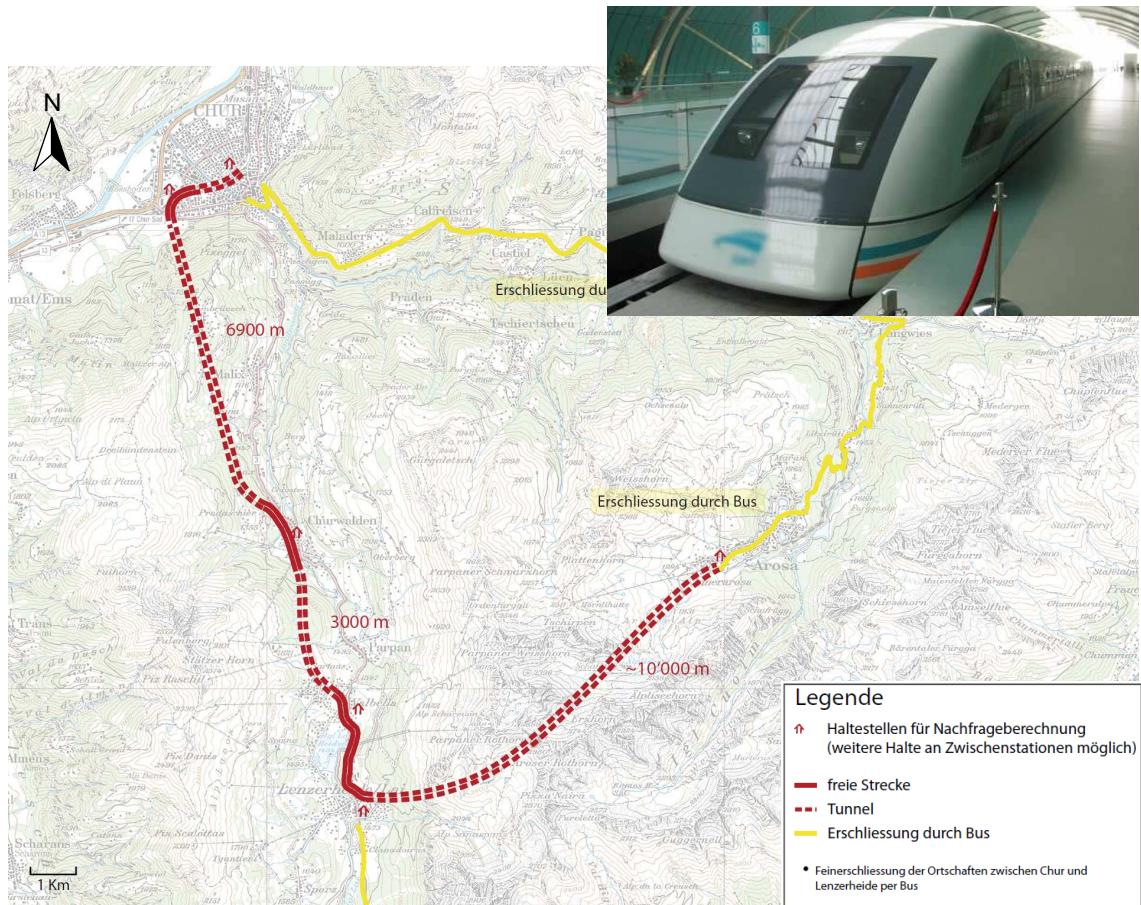
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 150**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 99**

Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

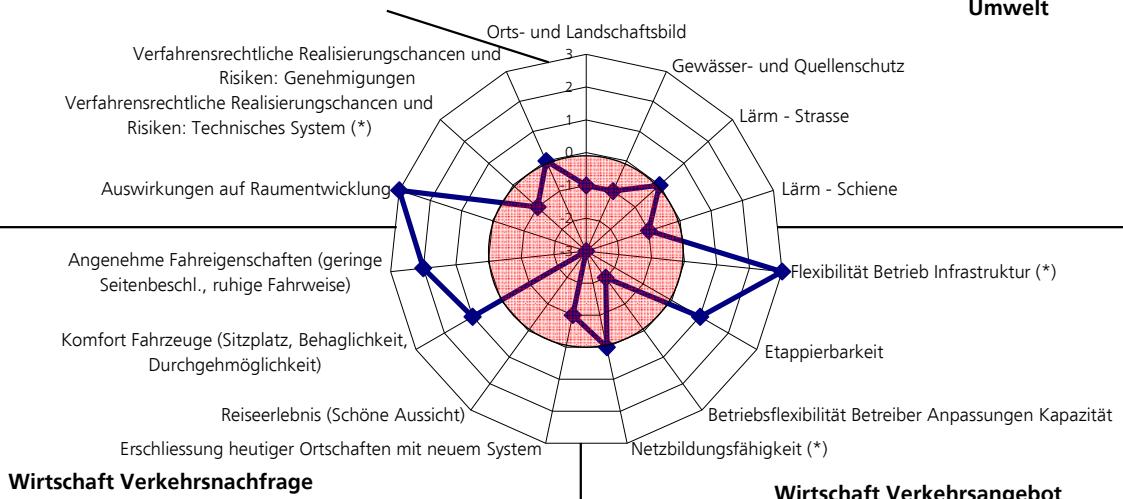
- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

H: Monorail Magnetschweebahn



Ergebnisse deskriptive Indikatoren

Gesellschaft



(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

I: ÖV – Strasse

Technisches System Infrastruktur

- Bus
- Chur: Tunnel
- Ortumfahrungen nur für Busse (Tunnel)
- Partieller Spurausbau auf 3 Fahrstreifen
- Anpassung der Strassenraumgestaltung im Innerortsbereich
- Investitionsausgaben: **1.8 Mrd. CHF** (Preisstand 2008)

Angebot/ Betrieb:

- ½-h-Takt Chur – Lenzerheide – Arosa (Verdichtung in Spaltenstunden)
- Anzahl Fahrzeuge: 8 (30 Spaltenstd.)
- nicht automatisiert
- Fahrzeit Chur – Lenzerheide (Zentrum): **25 min.**
- Fahrzeit Chur – Arosa: **40 min.**

Verkehrsnachfrage [Anzahl Personenfahrten pro Tag]¹

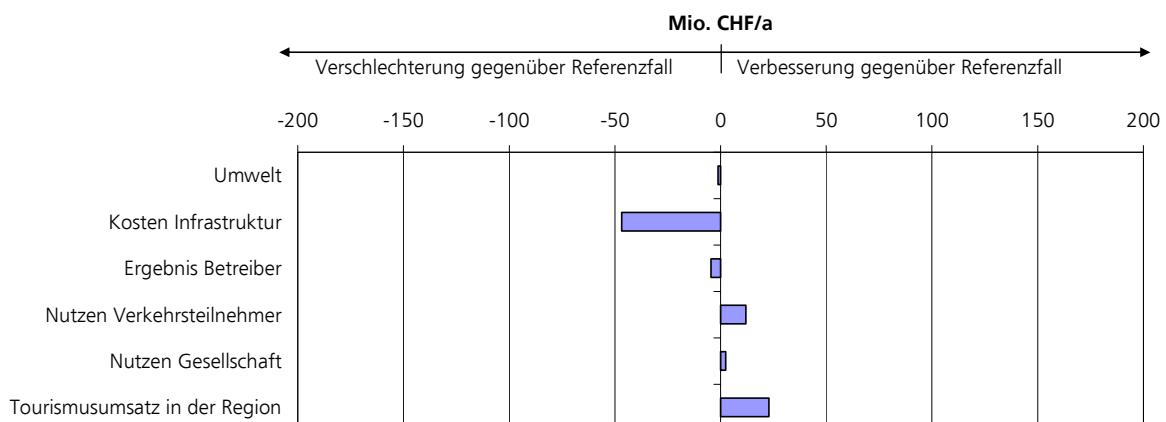
- Planfall:

Öffentlicher Verkehr:	5'900
Motorisierter Individualverkehr:	15'800
- Veränderung der Nachfrage im Planfall gegenüber Referenzfall:

Öffentlicher Verkehr:	+ 1'500
Motorisierter Individualverkehr:	- 890

¹ Jahresschnitt, alle Verkehre vom Norden her nach Lenzerheide und Arosa

Ergebnisse monetäre Bewertung



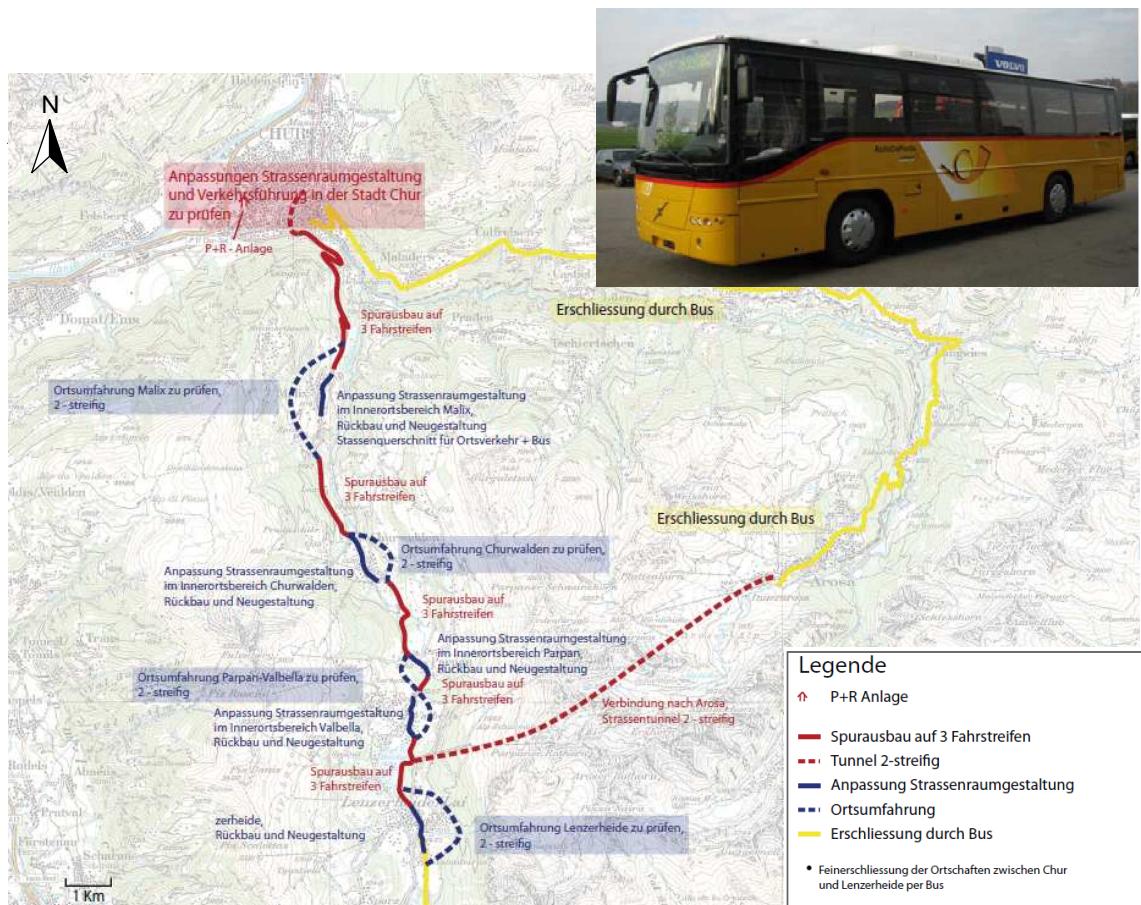
Nutzen-Kosten-Differenz [Mio. CHF/Jahr]: **- 41**

Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region [Mio. CHF/Jahr]: **- 19**

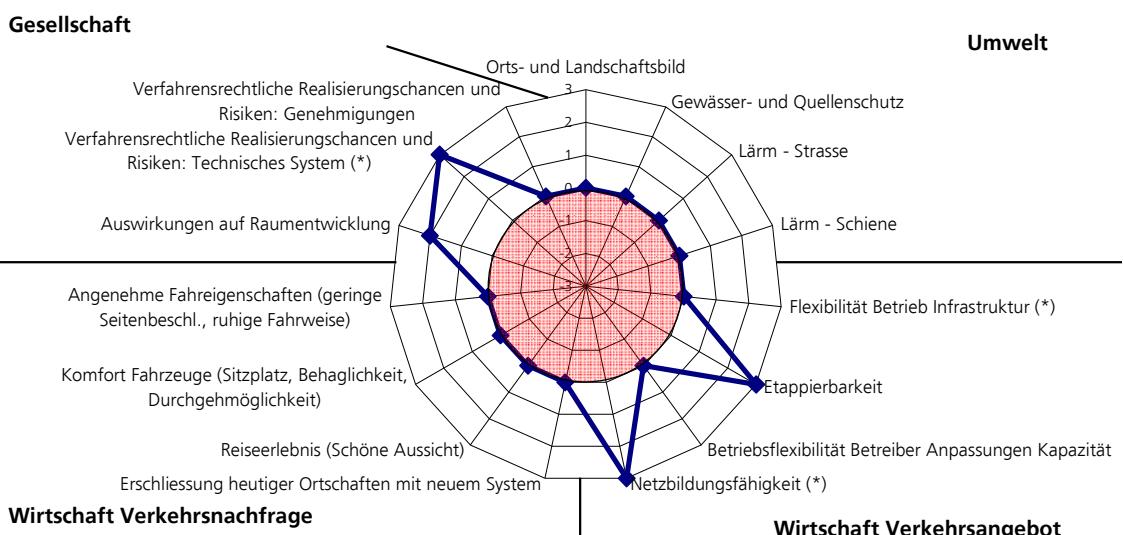
Einschränkung zur Aussagekraft der absoluten Bewertungsergebnisse:

- Ohne Verbesserungen gegenüber dem Referenzfall, die für alle Varianten identisch sind (z.B. Aufhebung heutige Bahnstrecke Chur – Arosa)
- Hoher Ansatz für Unterhaltskosten Schienensysteme

I: ÖV – Strasse



Ergebnisse deskriptive Indikatoren



(*) Vergleich zwischen Varianten

+1 bis +3 = Verbesserung gegenüber Referenzfall

0 = Referenzfall

-1 bis -3 = Verschlechterung gegenüber Referenzfall

7.5.3 Vergleich der monetären Kosten und Nutzen der Varianten

Hauptergebnisse

(1) Die folgende Abbildung 7.5.3-1 zeigt die Ergebnisse in Übersicht.

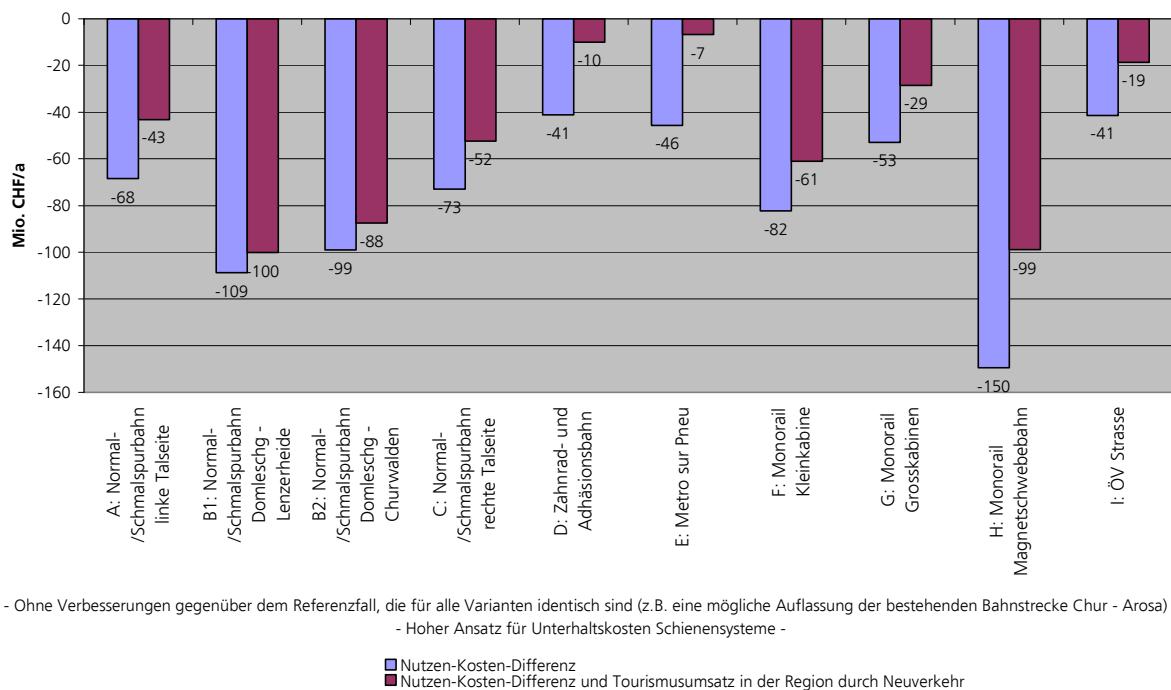


Abbildung 7.5.3-1: Monetär bewertete Kosten und Nutzen je Variante (Preisstand 2008)

(2) Bezuglich der monetären Bewertungsergebnisse werden die folgenden Ergebnisse erzielt:

- Bei allen Varianten übersteigen die verkehrswirtschaftlichen Kosten die Nutzen. Sie wären also rein verkehrswirtschaftlich nicht zweckmäßig.
- Die absoluten Ergebnisse sind jedoch aufgrund der folgenden Punkte zu relativieren:
 - Die vorliegende Nachfrageprognose berücksichtigt nur eine kurze Zeitspanne bis 2020.
 - Variantenunabhängige Nutzen, wie beispielsweise Kosteneinsparungen bei Aufhebung der Strecke Chur – Arosa, werden hier nicht berücksichtigt. Da diese für alle Varianten gleich sind, werden diese auch nicht für eine Priorisierung der Varianten entsprechend Aufgabenstellung benötigt. Ihre Berücksichtigung würde aber die absoluten Resultate verbessern.
 - Das Verfahren zur Berechnung der zusätzlichen Unterhaltskosten der Infrastruktur je Variante ermöglicht einen Vergleich der Varianten. Die dabei ermittelten Kosten stellen aber vermutlich eine Obergrenze dar. Legt man andere – zwischen den Varianten aber nicht vergleichbare – Unterhaltskostensätze zugrunde, so liegen die Unterhaltskosten der Normal-/Schmalspurbahn Varianten ca. um den Faktor 7 niedriger. Dies entspricht je nach Variante einem Ergebnisbeitrag von rund 10 bis 25 Mio. CHF je Jahr.

(3) Die besten Nutzen-Kosten-Differenzen erzielen die folgenden vier Varianten:

Aufgrund guter Steigungsfähigkeit und der damit möglichen direkten Linienführung fallen für diese Varianten geringere Kosten an als in anderen Varianten. Zudem werden bei den Varianten „Zahnrad- und Adhäsionsbahn“ und „Metro sur Pneu“ attraktive Fahrzeiten erzielt.

(3) Der Vergleich der Nutzen-Kosten-Differenzen in Abbildung 7.5.3-1 ermöglicht eine Priorisierung der Varianten:

- Das beste Resultat erzielen die folgenden vier Varianten (Nutzen-Kosten-Differenz besser als -55 Mio. Franken je Jahr):
 - Zahnrad- und Adhäsionsbahn (Investitionsausgaben 1.3 Mrd. CHF),
 - ÖV-Strasse (Investitionsausgaben 1.8 Mrd. CHF),
 - Metro sur Pneu (Investitionsausgaben 1.5 Mrd. CHF) und
 - mit etwas Abstand Monorail Grosskabinen (Investitionsausgaben 1.4 Mrd. CHF).

Aufgrund guter Steigungsfähigkeit und der damit möglichen direkten Linienführungen fallen die Kosten geringer aus als bei anderen Varianten. Zudem werden bei den Varianten „D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn“ und „E: Metro sur Pneu“ attraktive Fahrzeiten und damit hohe Nutzen realisiert.

- Die Variante „ÖV-Strasse“ führt in den Spitzentunden aufgrund der beschränkten Beförderungskapazitäten zu sehr kurzen Busfolzezeiten. Für Wechsler vom Personenwagen auf den öffentlichen Verkehr ist sie auch weniger attraktiv als schienengebundene Varianten, da sie einen geringen Komfort bezüglich Einstiegs- und Sitzgelegenheiten aufweist. Eine hohe Attraktivität ist aber notwendig, falls neben der Verbesserung des öffentlichen Verkehrs auch verkehrslenkende Massnahmen auf der Strasse ergriffen werden sollten. Eine Verbesserung des öffentlichen Verkehrs auf der Strasse stellt somit allenfalls eine Zwischenlösung dar, die nicht die hier ermittelten Investitionen benötigen sollte. Aus diesem Grund wird diese Variante nicht weiter empfohlen.

Alle übrigen Varianten benötigen vergleichsweise höhere Investitionen, ohne das diesen ein vergleichsweise grosser Zusatznutzen gegenübersteht.

(4) Die folgende Tabelle 7.5.3-1 zeigt Ergebnisse je Indikator und je Variante:

- Die monetär bewertbaren Auswirkungen auf die Umwelt (Schadstoff- und CO₂-Emissionen) sind marginal und nicht ergebnisrelevant.
- Die Kosten der Infrastruktur (Investition und Unterhalt) weisen den grössten negativen Ergebnisbeitrag auf.
- Ebenfalls negative Ergebnisse erzielt der Betreiber des Angebots. Für die drei prioritären Varianten entsteht ein jährlicher Abgeltungsbedarf für den Fahrbetrieb von ca. 5 bis 10 Mio. CHF. Der Kostendeckungsgrad des Betriebs aus den Markterlösen liegt bei 30 bis 45%.
- Nutzen entstehen vor allem aufgrund des attraktiven Angebots für die Verkehrsteilnehmer und in geringem Masse durch Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Nachhaltigkeitsbereich	Ziel/Indikator	Teilbereich	A: Normal-/Schmalspurbahn linke Talseite	B1: Normal-/Schmalspurbahn Domleschg - Lenzerheide	B2: Normal-/Schmalspurbahn Domleschg - Churwalden	C: Normal-/Schmalspurbahn rechte Talseite	D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn	E: Metro sur Pneu	F: Monorail Kleinkabine	G: Monorail Grosskabinen	H: Monorail Magnetschwebebahn	I: ÖV Strasse
Umwelt	1.1 Bodenversiegelung	Schiene (eingleisig, mehrgleisig), Strasse	-0.6	-0.9	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-1.6	-1.5	-1.4	0.0
	2.1 Schadstoffemissionen und 2.2 CO ₂ -Emissionen	- Schiene (Infrastruktur- und Fahrzeugbetrieb) - Strasse (Reduktion PW-km; Erhöhung Buskm)	0.0 0.8	0.0 0.2	0.0 0.3	0.0 0.7	0.0 1.0	0.0 1.3	0.0 0.7	0.0 0.8	0.0 1.6	0.0 -1.2
	Summe Umwelt		0.2	-0.7	-0.5	0.1	0.6	0.8	-0.9	-0.7	0.2	-1.2
Wirtschaft	3. (Senkung der) Kosten der Verkehrsinfrastruktur (ohne Trassenentgelt)	3.1 Investitionskosten Infrastruktur 3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten (inkl. Wintersicherheit)	-53.8 -20.0	-73.0 -27.2	-68.3 -25.2	-55.0 -20.5	-37.8 -13.8	-39.3 -16.1	-52.0 -21.0	-39.6 -15.8	-112.6 -43.2	-45.0 -1.8
	Summe Kosten Infrastruktur		-73.8	-100.2	-93.5	-75.5	-51.7	-55.3	-73.0	-55.4	-155.8	-46.8
	4. Verbesserung des Ergebnisses der Betreiber (ohne Trassenentgelt)	4.1 Markterlöse 4.2 Betriebskosten - Investitionskosten Rollmaterial - zeitabhängige Kosten (Personal) - distanzabhängige Kosten (Energie, Unterhalt Rollmaterial)	3.6 -3.5 -4.4 -2.7	1.4 -3.5 -4.4 -4.0	1.9 -3.5 -4.4 -3.6	3.0 -3.5 -4.4 -2.5	4.2 -2.8 -4.4 -2.2	5.1 -7.8 -4.4 -4.6	3.0 -9.5 -2.6 -4.6	3.3 -5.5 -4.4 -1.9	6.3 -18.1 -2.6 -2.3	3.2 -2.9 -3.0 -1.9
	Summe Ergebnis Betreiber		-7.0	-10.5	-9.6	-7.4	-5.2	-9.6	-13.7	-8.6	-16.7	-4.6
Wirtschaft	5.1 Verbesserung der Erreichbarkeit	- Nutzen Stammverkehr - Nutzen Mehrverkehr ÖV	7.3 6.0	2.5 1.8	3.5 2.6	6.1 4.9	8.7 7.4	10.3 9.0	6.1 4.9	6.9 5.7	12.5 11.4	6.6 5.4
	Summe Nutzen Verkehrsteilnehmer		13.3	4.3	6.1	11.0	16.1	19.3	11.1	12.6	23.9	12.0
	6. Erhöhung des Einkommens in der Region	6.1 Tourismusumsatz in der Region	25.3	8.6	11.5	20.6	31.1	38.9	21.3	24.4	50.6	22.8
	Summe Tourismusumsatz in der Region		25.3	8.6	11.5	20.6	31.1	38.9	21.3	24.4	50.6	22.8
Gesellschaft	7.1 Unfallgeschehen/Sicherheit	- Schiene - Strasse	-0.6 3.0	-1.0 0.8	-0.9 1.2	-0.6 2.5	-0.4 3.7	-0.4 4.6	-5.4 2.5	-0.4 2.9	-0.4 5.7	0.0 2.3
	Summe Nutzen Gesellschaft		2.4	-0.2	0.4	1.9	3.3	4.1	-2.9	2.4	5.3	2.3
	Ergebniskennziffern											
	- Nutzen-Kosten-Differenz (1.1+2.1+2.2+3+4.2+5.1+7.1 entsprechend NIBA und SN 641 820)		-68	-109	-99	-73	-41	-46	-82	-53	-150	-41
	- Nutzen-Kosten-Differenz und Tourismusumsatz in der Region durch Neuverkehr (1.1+2.1+2.2+3+4.2+5.1+6+7.1)		-43	-100	-88	-52	-10	-7	-61	-29	-99	-19

Tabelle 7.5.3-1: Ergebnisse der monetären Kosten und Nutzen je Indikator [Mio. CHF/a]

Sensitivität

Für die Lenzerheide und Arosa wird ein langfristiges Entwicklungspotential von gut einer Million zusätzlichen Logiernächte aufgezeigt (+45% gegenüber heute, vgl. Kapitel 3). Um dieses Potential zu realisieren, ist eine attraktive Verkehrserschliessung notwendig. Die Realisierung des Potentials führt zu gut ca. 700 ÖV-Personenfahrten je Tag über die zugrunde gelegte Prognose hinaus. Wird der daraus resultierende Tourismusumsatz bei der Ermittlung der gesamtwirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Differenz berücksichtigt, erzielen die drei prioritären Varianten sowie die Variante „A: Normal-/Schmalspurbahn linke Talseite“ positive Beträge. Dies dokumentiert die regionalwirtschaftlich hohe Bedeutung einer verbesserten ÖV-Erschliessung.

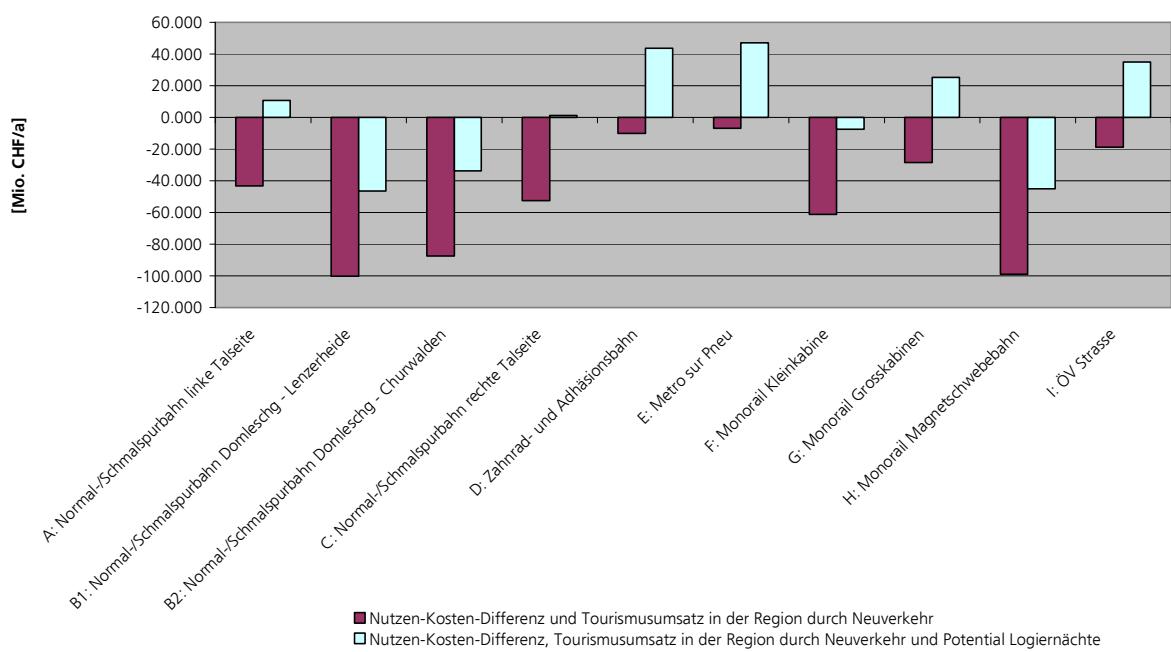
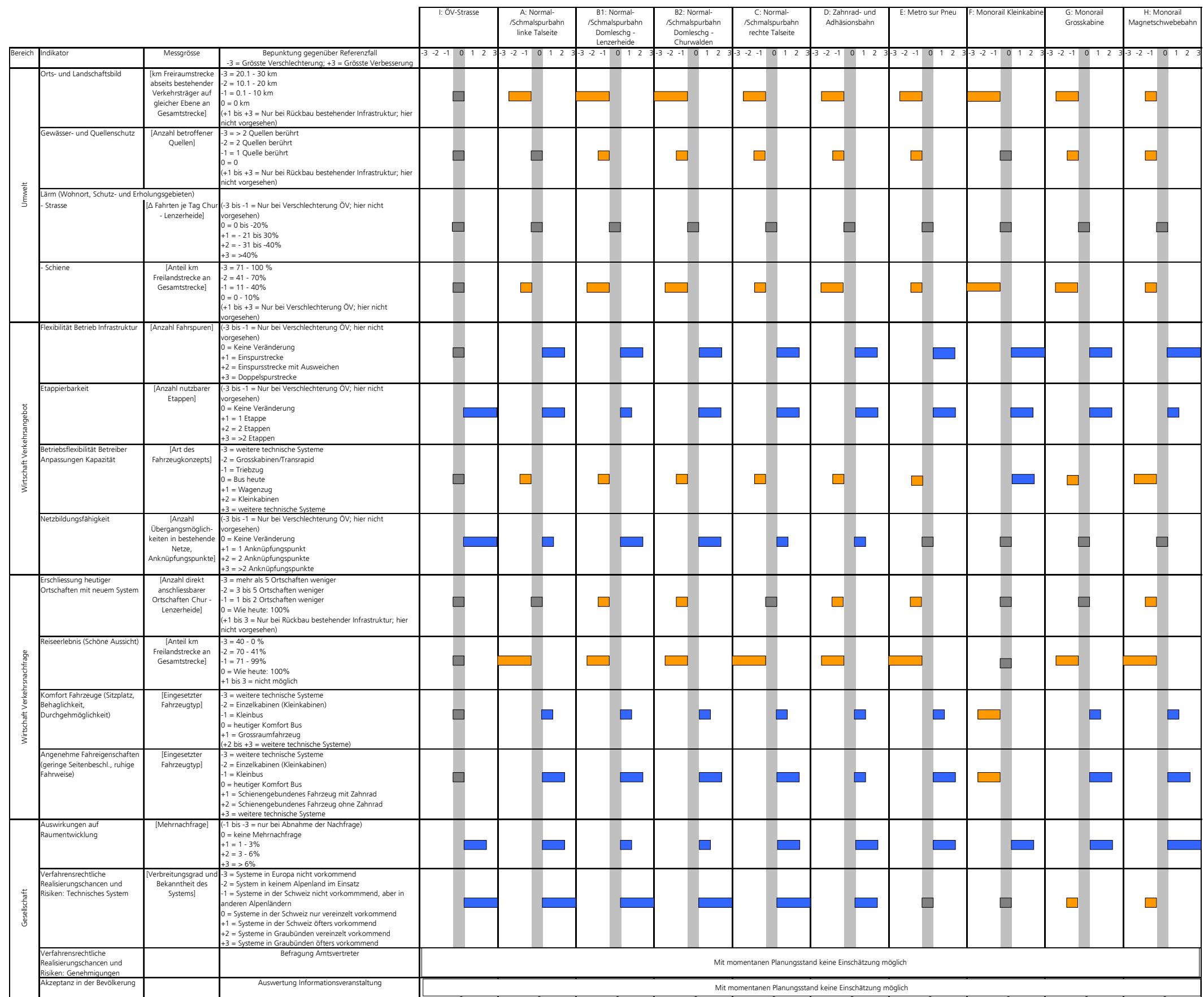


Abbildung 7.5.3-3: Sensitivitätsbetrachtung zu den Ergebnisse der monetären Kosten und Nutzen je Indikator

7.5.4 Deskriptive Indikatoren

(1) Die Tabelle 7.5.4-1 auf der folgenden Seite zeigt die Beurteilung der Varianten je Indikator in der vergleichenden Übersicht. Für jeden Indikator sind die Regeln zur Punktevergabe dargestellt.



Verbesserung gegenüber Referenzfall

Verschlechterung gegenüber Referenzfall

Abbildung 7.5.4-1: Ergebnisse der deskriptiven Indikatoren je Variante

(2) Folgendes Fazit wird aus dieser Übersicht gezogen:

- Bei den meisten Indikatoren wirken alle Varianten in die gleiche Richtung (oder sind allenfalls neutral). Lediglich die Variante „F: Monorail Kleinkabine“ weicht bei einzelnen Indikatoren von den übrigen Varianten hinsichtlich der Wirkungsrichtung ab. Einerseits weist diese Variante eine hohe Betriebsflexibilität auf, da die Anzahl eingesetzter Kabinen sehr schnell auf die effektive Nachfrage ausgerichtet werden kann. Andererseits sind Komfort und Fahreigenschaften als vergleichsweise schlechter als bei den übrigen Varianten einzustufen.
- Bei den folgenden Indikatoren weisen die Varianten vor allem Unterschiede zueinander auf:
 - Netzbildungsfähigkeit: Eine Einbindung in bestehende Verkehrsnetze ermöglicht Synergien hinsichtlich des eingesetzten Rollmaterials und die Möglichkeit zur Bildung attraktiver Fahrpläne z.B. mit Durchbindungsmöglichkeiten. Hier haben die Varianten mit Normal-/Schmalspur bzw. die Zahnrad- und Adhäsionsbahn Vorteile gegenüber den übrigen strassenunabhängigen Varianten.
 - Erschliessung heutiger Ortschaften mit dem neuen System: Aufgrund der Steigungsverhältnisse können nicht in allen Varianten alle Ortschaften mit dem neuen System erschlossen werden. Die Feinerschliessung ist per Bus vorgesehen. Von den drei prioritären Varianten hat hier die Variante G: Monorail Grosskabine den Vorteil, auch Malix direkt erschliessen zu können.
 - Verfahrensrechtliche Realisierungschancen: Bereits bestehende technische Systeme haben hier Vorteile gegenüber neuen Systemen, da jene nach geltenden Regeln und Anwendungen geplant, realisiert und genehmigt werden können. Die Risiken sind somit bei den klassischen Bahnsystemen geringer als bei den innovativen Konzepten.
- Bei den übrigen Indikatoren bestehen allenfalls graduelle Unterschiede. Es lässt sich daraus aber kein prinzipieller Einwand für oder gegen eine Variante ableiten.

(3) Die Untersuchung der deskriptiven Indikatoren bestätigt die Auswahl der prioritären Varianten aufgrund der monetären Betrachtung. Es ergeben sich aber zusätzliche Argumente. Abbildung 7.5.4-2 zeigt die Ergebnisse für die drei prioritären Varianten im Vergleich zueinander:

- Im Bereich Umwelt besteht einzig ein geringer Unterschied beim Indikator „Lärm Schiene“. Die Metro sur Pneu hat die längste Tunnelstrecke und ist hier deshalb besser eingestuft als die beiden übrigen Varianten.
- Im Bereich Wirtschaft – Verkehrsangebot unterscheiden sich die Varianten hinsichtlich der Netzbildungsfähigkeit: Hier weist einzig die Variante Zahnrad- und Adhäsionsbahn Möglichkeiten zur Einbindung in bestehende Bahnnetze auf.
- Im Bereich Wirtschaft – Verkehrsnachfrage ergeben sich folgende Unterschiede:
 - Mit der Variante Monorail Grosskabine kann aufgrund des grösseren Steigungsvermögens dieses Systems auch Malix direkt mit dem System erschlossen werden.
 - Die Variante Metro sur Pneu hat aufgrund der etwas grösseren Tunnelanteile das geringere Reiseerlebnis.
 - Die Variante Zahnrad- und Adhäsionsbahn hat aufgrund des vertikalen Zahnradeingriffs insbesondere im Bereich des Übergangs zwischen Adhäsion und Zahnradantrieb etwas unangenehmere Fahreigenschaften als die beiden anderen Varianten.

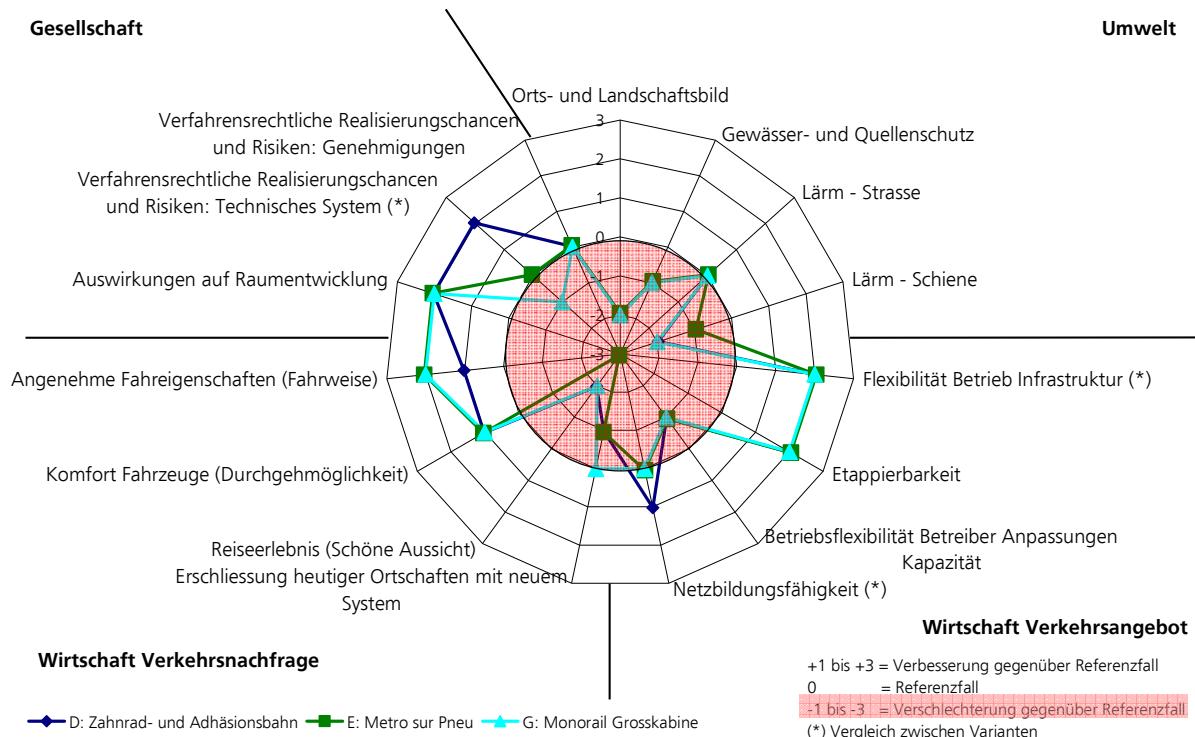


Abbildung 7.5.4-2: Ergebnisse der deskriptiven Indikatoren für die drei prioritären Varianten

Ferner ergeben sich Unterschiede bei den Realisierungschancen im Rahmen der Genehmigungsverfahren: Für die Errichtung einer Zahnrad- und Adhäsionsbahn bestehen gültige Normen und Vorschriften, weshalb auf allen Planungs- und Genehmigungsstufen bereits ausreichend Grundlagen und Erkenntnisse vorliegen. Bei der Variante Metro bestehen zumindest mit der Metro Lausanne schweizerische Erfahrungen, wenn auch als innerstädtische Metro. Für die Variante Monorail Grosskabinen liegen keine schweizerischen Erfahrungen vor.

7.6 Fazit der Bewertung

(1) Die Tabelle 7.6-1 zeigt zusammenfassend je untersuchter Linienführungsvariante

- Angaben zum Projekt,
- die monetären Bewertungsergebnisse und
- die Ergebnisse der deskriptiven Bewertung.

		Konventionelle Normal- oder Schmalspur					E: Metro sur Pneu	Monorail			I: ÖV Strasse	
		A: linke Talseite	B1: Domleschg - Lenzerheide	B2: Domleschg - Churwalden	C: Rechte Talseite	D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn		F: Kleinkabinen	G: Grosskabinen	H: Magnetschwebebahn		
Projektangaben	Linienführung der Neubaustrecke Chur - Lenzerheide - Arosa	Von Chur mit dreifachem Kehrtunnel nach Malix, Weitergehende Linienführung auf der linken Talseite, Tunnel Churwalden - Arosa	Via Domleschg mit Tunnel nach Lenzerheide, Lenzerheide - Churwalden, Tunnel Churwalden - Arosa	Via Domleschg mit Tunnel nach Churwalden; Churwalden - Lenzerheide, Tunnel Lenzerheide - Arosa	Von Chur Richtung Osten, Mittenbergtunnel, Kehrtunnel unterhalb Malis, weiterer Verlauf entlang der rechten Talseite, Tunnel Lenzerheide - Arosa	Tunnel Chur - Pradaschier, linke Talseite, Tunnel Lenzerheide - Arosa	Tunnel Chur - Pradaschier, linke Talseite, Tunnel Lenzerheide - Arosa	Ohne Tunnel nach Malix, linke Talseite, Tunnel Lenzerheide - Arosa	Tunnel Chur - Malix, linke Talseite, Tunnel Lenzerheide - Arosa	Tunnel Chur - Churwalden, linke Talseite, Tunnel Lenzerheide - Arosa	Separate Busspuren an Steigungsstrecken, Umfahrungsstrassen und Tunnel nach Arosa für alleinige Nutzung durch Expressbusse, Tunnel Lenzerheide - Arosa	
	Streckenlänge Neubau	[km]	40	57	53	36	28	27	27	28	27	34
	Investitionsausgaben Infrastruktur	[Mia. CHF]	1.9	2.6	2.4	2	1.3	1.5	1.7	1.4	3.5	1.8
Monetäre Bewertungsergebnisse	Teilbilanzen	Umwelt	[Mio. CHF/a]	0	-1	0	0	1	1	-1	0	-1
		Kosten der Verkehrsinfrastruktur	[Mio. CHF/a]	-74	-100	-93	-76	-52	-55	-73	-55	-47
Monetäre Bewertungsergebnisse	Ergebnis-Kennziffern	Ergebnis Betreiber (Markterlöse und Betriebskosten)	[Mio. CHF/a]	-7	-11	-10	-7	-5	-10	-14	-9	-17
		Erhöhung Attraktivität für den Fahrgäst	[Mio. CHF/a]	13	4	6	11	16	19	11	13	24
Monetäre Bewertungsergebnisse	Ergebnis-Kennziffern	Erhöhung des Einkommens in der Region (Tourismusumsatz durch Neuverkehr)	[Mio. CHF/a]	25	9	11	21	31	39	21	24	51
		Verkehrssicherheit	[Mio. CHF/a]	2	0	0	2	3	4	-3	2	5
Monetäre Bewertungsergebnisse	Ergebnis-Kennziffern	Nutzen-Kosten-Differenz¹⁾	[Mio. CHF/a]	-68	-109	-99	-73	-41	-46	-82	-53	-150
		Regionale Nutzen-Kosten-Differenz mit Tourismusumsatz	[Mio. CHF/a]	-43	-100	-88	-52	-10	-7	-61	-29	-99
Monetäre Bewertungsergebnisse	Ergebnis-Kennziffern	- aufgrund massnahmenbedingten Neuverkehr ²⁾	[Mio. CHF/a]	11	-46	-34	1	44	47	-7	25	-45
		- aufgrund Neuverkehr und Potential Logiernächte ³⁾	[Mio. CHF/a]									
Deskriptive Bewertung		Umwelt	[Punkte]	-3	-2	-1	0	1	2	3		
		Wirtschaft - Erstellung Verkehrsangebot	[Punkte]									
Deskriptive Bewertung		Wirtschaft - Verkehrsnachfrage	[Punkte]									
		Gesellschaft	[Punkte]									
<p>Legende monetäre Bewertungsergebnisse:</p> <p>- = Verschlechterung gegenüber dem Referenzfall</p> <p>+ = Verbesserung gegenüber dem Referenzfall</p> <p>= Nutzen-Kosten-Differenz > 0</p> <p>= 0 > Nutzen-Kosten-Differenz > -60 Mio. CHF/a</p> <p>= -60 Mio. CHF/a > Nutzen-Kosten-Differenz > -100 Mio. CHF/a</p> <p>= -100 Mio. CHF/a > Nutzen-Kosten-Differenz</p>												
<p>1) Summe Teilbilanz Umwelt, Kosten Infrastruktur, Ergebnis Betreiber (ohne Markterlöse), Nutzen Verkehrsteilnehmer, Nutzen Gesellschaft</p> <p>2) Summe Teilbilanz Umwelt, Kosten Infrastruktur, Ergebnis Betreiber (ohne Markterlöse), Nutzen Verkehrsteilnehmer, Tourismusumsatz in der Region aufgrund Neuverkehr, Nutzen Gesellschaft</p> <p>3) Wie 2) unter Berücksichtigung einer Ausschöpfung des weiteren (baulichen) Entwicklungspotentials von Lenzerheide und Arosa.</p>												
<p>Legende Punkte deskriptive Bewertung:</p> <p>= Verbesserung gegenüber dem Referenzfall</p> <p>= Keine Veränderung gegenüber dem Referenzfall</p> <p>= Verschlechterung gegenüber dem Referenzfall</p>												

Tabelle 4.4-1: Bewertungsergebnisse je Linienführungsvariante (Preisstand 2008)

Seite aus redaktionellen Gründen leer.

(2) Die monetären Ergebnisse sind in Kapitel 7.5.3-1 erläutert.

(3) Hinsichtlich der deskriptiven Indikatoren kann nach gleichgewichteter Aggregation der Indikatoren je Nachhaltigkeitsbereich folgendes Fazit gezogen werden:

- Umwelt
 - Alle Varianten erzielen negative oder allenfalls neutrale Resultate. Dies liegt vor allem an der Länge der Freiraumstrecke. Hierdurch entstehen Eingriffe in das Orts- und Landschaftsbild. Ferner entsteht eine neue Linien-Lärmquelle bei strassenungebundenen Lösungen. Andererseits sind die Verlagerungen vom motorisierten Individualverkehr nicht so gross, dass eine wahrnehmbare Reduktion der Lärmbelastung auf der Strasse auftritt.
 - Bezuglich der drei prioritären Varianten aus der monetären Bewertung ergeben sich geringe Unterschiede beim Indikator „Lärm Schiene“: Die Metro sur Pneu hat die längste Tunnelstrecke und ist bei diesem Indikator besser eingestuft als die beiden anderen Varianten.
- Wirtschaft – Erstellung Verkehrsangebot
 - Alle Varianten erzielen positive Beiträge.
 - Bezuglich der drei prioritären Varianten aufgrund der monetären Bewertung ergeben sich Unterschiede bei der Netzbildungsfähigkeit: Eine Einbindung in bestehende Verkehrsnetze ermöglicht Synergien hinsichtlich des eingesetzten Rollmaterials und die Möglichkeit zur Bildung attraktiver Fahrpläne z.B. mit Durchbindungsmöglichkeiten. Hier hat die Variante Zahnrad- und Adhäsionsbahn Vorteile gegenüber den beiden anderen Varianten.
- Wirtschaft – Verkehrsnachfrage
 - Die überwiegend neutrale Bewertung der Varianten ergibt sich aus dem Saldo positiver und negativer Wirkungen:
 - Erschliessung heutiger Ortschaften mit dem neuen System: Aufgrund der Steigungsverhältnisse können nicht in allen Varianten alle Ortschaften mit dem neuen System erschlossen werden. Die Feinerschliessung ist per Bus vorgesehen.
 - Das Reiseerlebnis (schöne Aussicht) wird in Abhängigkeit von der Tunnellänge gegenüber dem Referenzfall verschlechtert.
 - Der Komfort der Fahrzeuge und die Fahreigenschaften schienengebundener Systeme ist mit Ausnahme der Kleinkabinen grösser als im Referenzfall und als in der Variante „ÖV-Strasse“.
 - Bezuglich der drei prioritären Varianten ergeben sich folgende Unterschiede bei den einzelnen Indikatoren:
 - Die Variante „G: Monorail Grosskabine“ hat den Vorteil, auch Malix direkt mit dem neuen System erschliessen zu können. In den beiden anderen Varianten erfolgt die Erschliessung von Malix per Bus.
 - Die Variante „E: Metro sur Pneu“ hat aufgrund der etwas grösseren Tunnelanteile das geringere Reiseerlebnis.
 - Die Variante „D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn“ hat aufgrund des vertikalen Zahnradeingriffs insbesondere im Bereich des Übergangs zwischen Adhäsion und Zahnradantrieb etwas unangenehmere Fahreigenschaften als die beiden anderen Varianten.

- Gesellschaft:
 - Die Auswirkungen auf die Raumentwicklung werden hier aufgrund der erwarteten Mehrnachfrage abgeschätzt. Verfahrensrechtliche Realisierungschancen: Bereits bestehende technische Systeme haben hier Vorteile gegenüber neuen Systemen, da diese nach geltenden Regeln und Anwendungen geplant, realisiert und genehmigt werden können. Die Risiken sind somit bei den klassischen Bahnsystemen geringer als bei den innovativen Konzepten.
 - Von den drei prioritären Varianten hat hier die Variante „G: Monorail Grosskabine“ den Nachteil, bisher keine praktische Anwendung in der Schweiz zu haben. Bei der Variante „E: Metro sur Pneu“ bestehen zumindest mit der Metro Lausanne schweizerische Erfahrungen, wenn auch als innerstädtische Metro. Für die Errichtung einer „D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn“ bestehen gültige Normen und Vorschriften.

(4) Die Untersuchung der deskriptiven Indikatoren bestätigt somit die Auswahl der prioritären Varianten aufgrund der monetären Betrachtung.

(5) Bezuglich der geforderten innovativen Lösung kann festgehalten werden, dass zwei innovative Technologien prioritär sind. Die Zahnrad-/Adhäsionsbahn bezieht ihren innovativen Charakter nicht durch die Technologie, sondern aus den Erschliessungsvisionen (Direktverbindungen aus Zürich, Netz mit Tiefencastel und Davos), die vor allem mit dieser Variante realisierbar sind. Innovativ kann hier zudem das Rollmaterial sein.

(6) Die Variante „ÖV-Strasse“ führt in den Spitzentunden aufgrund der beschränkten Beförderungskapazitäten zu sehr kurzen Busfolgezeiten. Für Wechsler vom Personenwagen auf den öffentlichen Verkehr ist sie auch weniger attraktiv als schienengebundene Varianten, da sie einen geringen Komfort bezüglich Einstiegs- und Sitzgelegenheiten aufweist. Eine hohe Attraktivität ist aber notwendig, falls neben der Verbesserung des öffentlichen Verkehrs auch verkehrslenkende Massnahmen auf der Strasse ergriffen werden sollten. Eine Verbesserung des öffentlichen Verkehrs auf der Strasse stellt somit allenfalls eine Zwischenlösung dar, die nicht die hier ermittelten Investitionen benötigen sollte. Aus diesem Grund wird diese Variante nicht weiter empfohlen.

8 Schussfolgerung und Empfehlung

(1) Wir empfehlen, in der Phase 2 die folgenden drei strassenunabhängigen Varianten zu vertiefen:

- Zahnrad-/Adhäsionsbahn
- Metro sur Pneu
- Monorail Grosskabine

(2) Entsprechend der Ausschreibung wird in einer Phase 2 zu entscheiden sein, welche der drei Varianten weiterverfolgt wird. Zur Vorbereitung einer solchen Entscheidung sehen wir den folgenden Untersuchungsbedarf in der Phase 2:

- Technische Aspekte der Varianten:
 - Vertiefte Klärung der Nutzen einer Durchbindung der Variante A: Eisenbahn linke Seite bei Normalspurlösung
 - Klärung der Lage der Haltstellen und der Anbindungen an die Bergbahnen vor allem auf der Lenzerheide
 - Detaillierung der Kostenschätzungen, inklusive vertiefter Abklärungen zur Wintersicherheit
 - Optimierung der Varianten: Weniger Tunnel dafür etwas längere Fahrzeit?
 - Untersuchung Etappierung „Chur – Lenzerheide“ und „Chur – Arosa“ hinsichtlich Kosten und Nutzen
- Vorbereitung Systementscheid „Klassische oder innovative Techniken“: Aufzeigen des Vermarktungspotentials der drei Systeme. Die Zahnrad-/Adhäsionsbahn bezieht ihren innovativen Charakter nicht durch die Technologie, sondern aus der Erschliessungsvision (Direktverbindungen aus Zürich oder Netz mit Tiefencastel und Davos), die vor allem mit dieser Variante realisierbar ist. Weiteres Potential für Innovationen ist bei der Wahl des eingesetzten Rollmaterials vorhanden.
- Untersuchung zur absoluten Zweckmässigkeit der Varianten durch Einbezug derjenigen Aspekte, die für alle Varianten gegenüber der Referenz identisch sind.

(3) Aus rein verkehrswirtschaftlicher Perspektive dürfte eine strassenunabhängige Erschliessung Chur – Lenzerheide – Arosa aufgrund der hohen Investitions- und Unterhaltskosten der Infrastruktur kaum zweckmässig sein dürfte, was allerdings noch im Detail zu untersuchen wäre. Eine strassenunabhängige Erschliessung Chur – Lenzerheide – Arosa ist vor allem aus regionalwirtschaftlichen Überlegungen von Interesse: Eine gemeinsame Tourismusregion Lenzerheide und Arosa sowie die Attraktivität der Lenzerheide als Wohnstandort für die Agglomeration Chur wird auch durch ein identitätsstiftendes Verkehrsmittel gefördert. Dadurch können die Synergien einer gemeinsamen Tourismus- und Wohnregion realisiert werden. Hierzu ist aber eine gemeinsame Regionsstrategie für Arosa, Lenzerheide und Chur notwendig.

A1 Entwicklungspotenzial der Logiernächte in der Hotellerie und Parahotellerie

Alpendestination mit trendsetzender strassenunabhängiger Verbindung

Stellen Sie sich vor: herrliches Wetter, ein unwiderstehlich schöner Blick auf die frisch verschneiten Berge. Sie sind in der Lenzerheide im Urlaub. Am frühen Abend melden sich Freunde, die ebenfalls in Lenzerheide sind und laden Sie zum Essen ein. „..... in einer halben Stunde ist das Essen bereit. Achja, und Freunde aus Chur werden auch mit von der Runde sein, und die sind ebenfalls schnell da.“

Am Abend wird bei gutem Essen und einem feinen Glas Wein über die neue Erschliessung mit der Bahn berichtet. Wie man damit schnell und bequem unterwegs ist, ohne einen Gedanken über den Verlauf des Abends, das Wetter oder mögliche Verkehrsbehinderungen verlieren zu müssen. Vielmehr kann man sich bereits während der Fahrt entspannen, die wunderbare, frisch verschneite Berglandschaft geniessen, die neue Lichtshow im Tunnel bewundern und sich über die aktuellen Angebote in der Region informieren: Zur Zeit läuft eine interessante Kunstausstellung in Chur, und der neue Shop in der Altstadt ist ein Geheimtipp. Morgen Wellness in Lenzerheide, am Donnerstag Feuerwerk auf dem Arosersee und nächsten Freitag Nachtskifahren in der Lenzerheide. „Wenn wir schon alle in der Region sind, könnten wir diese Highlights gemeinsam besuchen. Schliesslich wohnen wir nicht mehr weit auseinander, und die Bahn ist jeden Tag während 18 Stunden verfügbar.“

Alles Utopie oder Zukunft?

Ausgangslage

Mit einer neuen strassenunabhängigen Erschliessung der Gemeinden Chur, Lenzerheide und Arosa würden neue Kapazitäten zur einfachen Beförderung von Personen und Gütern geschaffen werden. Eine solche Kapazitätserweiterung bedeutet auch ein grosses Potenzial für die einzelnen Tourismusorte. Dieses Potenzial kann ausgeschöpft werden, wenn für die gesamte Region Lenzerheide und Arosa die Anzahl der Logiernächte während der Sommer- und der Wintersaison im Bereich Hotellerie und der Parahotellerie durch eine Angebotserweiterung sowie gezielte Marketingmassnahmen gesteigert werden kann.

Ein Szenario für eine nachhaltige Steigerung der Anzahl der Logiernächte ist die Ausweitung des Angebotes warmer Betten. An gut erschlossenen und für den Tourismus attraktiven Lagen sollen für die Hotellerie und die Parahotellerie neue warme Betten geschaffen werden.

Die vorgeschlagenen Standorte sind als Anregung zu interpretieren und wurden aufgrund Ihrer unbebauten Freiflächen und der Zonenzugehörigkeit gewählt. Abklärungen mit Bauämtern,

Eigentümern etc. haben keine stattgefunden. Somit sind die Standortvorschläge als Anstoss zu verstehen, um aufzuzeigen, wie in der Kombination mit einem attraktiven Erschliessungskonzept und mit gezielten Angebotsanpassungen für die Winter- und die Sommersaison eine nachhaltige Steigerung der Anzahl der Logiernächte in der Hotellerie und in der Parahotellerie erreicht werden könnte.

Entwicklung der Anzahl der Logiernächte

Folgend werden für die Destinationen Chur, Lenzerheide und Arosa die Entwicklungen der Anzahl der Logiernächte (LN) über die Jahre 2003 - 2007 der Destinationen aufgezeigt. Die Daten wurden den jeweiligen Tourismusreports entnommen, welcher von Graubünden Ferien, dem Hotelierverein Graubünden und den Bergbahnen Graubünden monatlich herausgegeben wird. Weitere Angaben wurden dem Schlussbericht „*Strukturanalyse Arosa – Lenzerheide – Chur, grischacaconsulta, 30. November 2007*“ entnommen.

Chur

Logisart	Entwicklung Anzahl Logiernächte (LN)					
	2003	2004	2005	2006	2007	Durchschnitt
Hotel	160'533	137'885	147'121	156'088	160'039	152'333
Entwicklung	100.0%	85.9%	91.6%	97.2%	99.7%	94.9%

Quelle: Tourismusreport Graubünden

Die Stadt Chur verfügt über keine Parahotellerie. Das Angebot beschränkt sich ausschliesslich auf Hotelbetten. In Chur werden rund 903 Hotelbetten angeboten. Davon sind 7% oder 60 der 903 Hotelbetten 4-Sterne Hotels und 53% oder 480 der 903 Hotelbetten im 3-Sterne Hotel Bereich. Rund 40% der Logiernächte werden im Winter erreicht.

Lenzerheide

Logisart	Anteil (Mit- telwert)	Entwicklung Anzahl Logiernächte (LN)						Durch- schnitt
		2003	2004	2005	2006	2007		
Hotel	21%	232'778	213'550	215'708	215'390	219'924	219'470	
Fewo vermietet	20%	221'893	223'692	208'617	192'659	191'312	207'635	
Gruppenunterkünfte	10%	93'193	97'702	97'713	111'718	107'597	101'585	
Fewo nicht vermietet	47%	463'373	575'814	500'194	480'296	430'196	489'975	
Camping	2%	20'060	19'089	19'836	27'118	19'805	21'182	
Club Med	1%	38'146	0	0	0	0	7'629	
Total	100.0 %	1'069'443	1'129'847	1'042'068	1'027'181	968'834	1'047'475	
Entwicklung		100.0%	105.6%	97.4%	96.0%	90.6%	97.9%	

Quelle: Lenzerheide Tourismus, 2009

Die Hotellerie belegt in Lenzerheide mit durchschnittlich 219'470 LN einen Anteil von rund 21%. Die Lenzerheide verfügt im Bereich 4-Stern Superior 2 Hotels, im 4-Sterne Bereich 4 Hotel, im 3-Sterne Bereich 10 Hotels und im 2-Sterne Bereich 1 Hotel. Mit den 14 nicht klassifizierbaren Hotel gibt es zur Zeit insgesamt 31 Hotels mit total 1'415 Hotelbetten. Weiter sind Campingplätze, Bed & Breakfast sowie „Schlafen im Stroh“ im Angebot. Die Anzahl der Ferienwohnungen liegt bei ca. 3'500 Einheiten. Im Bereich der Hotellerie liegt die Auslastung der Hotelbetten nach Saison und Kategorien wie folgt:

Kategorie	Kapazität in Betten	Auslastung Winter	Auslastung Sommer	Auslastung Jahr
4-Stern plus/4-Stern	643	59.3%	50.2%	55.0%
3-Stern	384	52.7%	36.2%	44.4%
Bis 2-Stern	388	41.7%	13.6%	27.5%
Total	1'415	52.7%	39.1%	46.0%

Quelle: Basisdokument, Lenzerheide Tourismus, 2009

Arosa

Logisart	%	Entwicklung Anzahl Logiernächte (LN)						Durchschnitt
		2003	2004	2005	2006	2007		
Hotel	53.0%	489'462	470'915	469'942	481'990	490'258		480'513
Parahotelle- rie	47.0%	420'863	451'925	426'097	410'974	419'967		425'965
Total	100.0%	910'325	922'840	896'039	892'964	910'225		906'479
Entwicklung		100.0%	101.4%	98.4%	98.1%	100.0%		99.6%

Quelle: Arosa Ferien, Tourismusreport Graubünden

Im Bereich der Hotellerie sind in Arosa 43% oder 1'617 der insgesamt 3'700 Hotelbetten den 4- und 5-Sterne Hotels zuzuordnen. Im Bereich der 3-Sterne Hotels sind 846 Betten oder 21% der insgesamt 3'700 Hotelbetten zuzuordnen. In der Parahotellerie sind knapp 3'500 Betten vermietet und 5'600 sind als „kalte“ Betten erfasst. 76% der gesamten Logiernächte werden im Winter generiert. Im Bereich der Hotellerie liegt die Auslastung der Hotelbetten nach Saison und Kategorien wie folgt (Sommer und Winter (2007/08))

Logisart	Sommer		Winter		Total	
	Logiernächte	Anteil %	Logiernächte	Anteil %	Logiernächte	Anteil %
Hotel	140'000	28 %	350'000	72%	490'000	100%
Parahotellerie	80'000	19%	340'000	81%	420'000	100%
Total	220'000	24%	690'000	76%	910'000	100%

Quelle: Arosa Tourismus, Jahresbericht 2007/2008

Bettenzahlen Lenzerheide und Arosa

Bettenart	Lenzerheide		Arosa		Total	
Hotelbetten	1'415	8.8%	2'777	44.8%	4'192	18.9%
Betten Parahotellerie	5'300	33.1%	317	5.1%	5'617	25.3%
Betten in Zweitwohnungen	9'300	58.1%	3'100	50.1%	11'400	55.8%
Total Betten	16'015	100.0%	6'194	100.0%	22'209	100.0%

Quelle: Lenzerheide Tourismus, Arosa all-inclusive.ch

Standortvorschläge neuer Projekte für die Hotellerie und Parahotellerie

Folgend werden für die Destinationen Lenzerheide und Arosa mehrere Standorte für die Entwicklung neuer Tourismusprojekte aufgezeigt. Die Standortvorschläge wurden hinsichtlich finanzieller und baurechtlicher Realisierbarkeit keinerlei Abklärungen mit Eigentümern oder weiteren Instanzen unterzogen. Vielmehr sollen mit den folgenden Szenarien Größenordnungen aufgezeigt werden, wie eine Steigerung der Anzahl der Logiernächte auf die gesamte Region nachhaltig erreicht werden könnte.

Die folgend gewählten Standorte sollten gut erreichbar sein, und die touristischen Angebote wie Sport, Einkauf und Erholung in unmittelbarer Umgebung liegen. Ein weiterer Aspekt für die Auswahl der einzelnen Grundstücke ist auch die Zonenzugehörigkeit. Die einzelnen Grundstücke sollten entweder bereits eingezont sein oder hinsichtlich Umzonung als nicht unrealistisch eingestuft werden.

Für die approximative Abschätzung neuer Logiernächte wurden als Berechnungsgrundlage folgende Annahmen getroffen.

Dauer der Sommersaison 1. Dezember bis 31. März (120 Tage)

Dauer der Wintersaison 1. Juni bis 30. September (121 Tage)

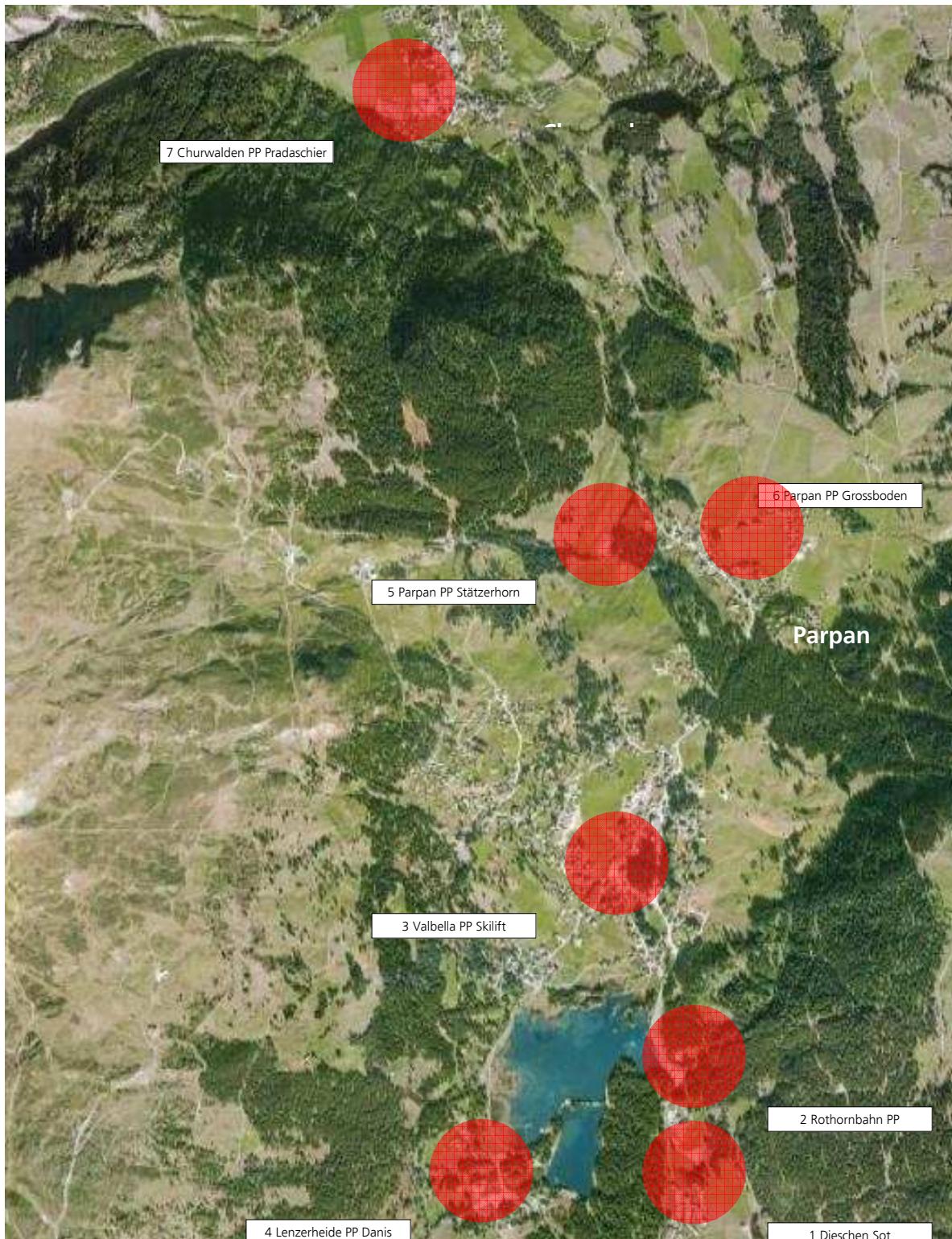
Total Logiernächte (Öffnungstage) 241 Tage

Auslastung Winter 50%, Sommer 40%

Anzahl Betten pro 1'000 m² Grund- ca. 25 Betten
stücksfläche

Berechnung Netto-Betteneauslastung (Logiernächte)*100/(Öffnungstage)*(verfügbare Betten)

Lenzerheide



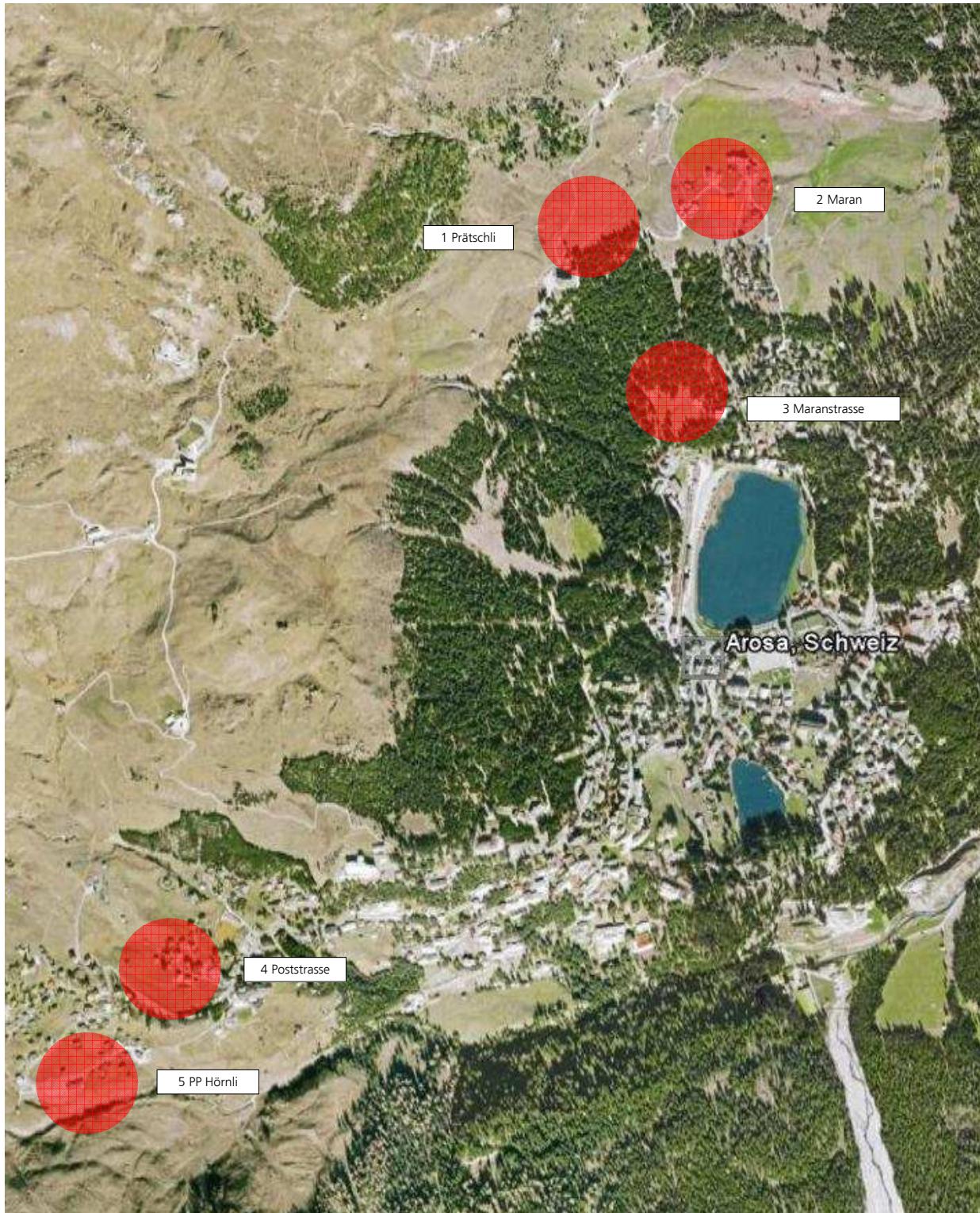
Übersicht Gebiet Lenzerheide – Valbella – Parpan - Churwalden

Entwicklungspotenzial der Logiernächte in der Hotellerie und der Parahotellerie in Lenzerheide.

Grundstück/Lage	Grundstück m2	Anzahl Betten	Anzahl Logiernächte
1 Dieschen Sot	15'800	400	43'000
2 Rothornbahn PP	6'500	160	17'000
3 Valbella PP Skilift	16'000	400	43'000
4 Lenzerheide PP Danis	22'000	550	60'000
5 Parpan PP Stätzerhorn	14'500	360	39'000
6 Parpan PP Grossboden	10'000	250	27'000
7 Churwalden PP Pradaschier	8'000	200	22'000
Total	92'800	2'320	251'000

Überschlagsmässige Grobabschätzung der Bettenzahl und Anzahl der Logiernächte LN aufgrund vorgeschlagener Bebauungsszenarien von Baulandreserven zu Hotellerie und Parahotellerie

Arosa



Übersicht Gebiet Arosa

Entwicklungspotenzial der Logiernächte in der Hotellerie und der Parahotellerie im Gebiet Arosa

Grundstück/Lage	Grundstück m2	Anzahl Betten	Anzahl Logiernächte
1 Prätschli	15'000	380	41'000
2 Maran	15000	380	41000
3 Maranstrasse	10'000	250	27'000
4 Poststrasse	8000	200	22000
5 PP Hörnli	10'000	250	27'000
Total	58'000	1'460	158'000

Überschlagsmässige Grobabschätzung der Bettenzahl und Anzahl der Logiernächte LN aufgrund vorgeschlagener Bebauungsszenarien von Baulandreserven zu Hotellerie und Parahotellerie

Gesamtbetrachtung

Potenzial Bettenzahl

Destination	Bettenzahl			
	aktuell	Potenzial	Total	Entwicklung %
Lenzerheide	16'015	2'320	18'335	14%
Arosa	5'194	1'460	6'654	28%
Total	21'209	3'780	24'989	18%

Berechnungsgrundlage: Lenzerheide Tourismus, Arosa Ferien, Berechnungen Entwicklungspotenzial

Potenzial Anzahl Logiernächte

Destination	LN Durchschnitt heute	LN Potenzial Neue Resorts	LN Zweitwohnungen	LN Potenzial Sommer	LN Potenzial Gesamtdestination	LN Total
Chur	152'000	0	0	6'000	15'200	170'000
Lenzerheide	1'047'000	251'000	202'000	61'000	104'700	1'670'000
Arosa	906'000	158'000	45'500	45'000	90'600	1'250'000
Total	2'105'000	409'000	247'500	112'000	210'500	3'080'000

Anteil zu LN Durchschnitt heute 100% +19% +12% +5% +10% +46% (Differenz)

Erläuterungen:

LN = Anzahl der jährlichen Logiernächte. Effektive Logiernächte aus der Hotellerie und der Parahotellerie (Berechnung erfolgt aus der Anzahl Betten mal Anzahl Belegungstage Sommer- und Wintersaison mal Auslastung Sommer- und Wintersaison)

LN Durchschnitt heute: Summe der effektiven Logiernächte aus der Hotellerie und Parahotellerie erhoben durch Tourismus Report Graubünden, Lenzerheide Tourismus, Arosa Ferien

Quellen: Tourismusreport Graubünden, Lenzerheide Tourismus, Arosa Ferien

LN Potenzial Neue Resorts: Überschlagsmässige Grobabschätzung der Anzahl der Logiernächte gem. Entwicklungspotenzial der Logiernächte in der Hotellerie und der Parahotellerie in den Gebiet Lenzerheide – Valbella – Parpan – Churwalden und Arosa durch den Ausbau neuer möglicher Standorte

LN Zweitwohnungen: Potenzial der Logiernächte bei bestehenden Zweitwohnungen um 20% auf den gesamten Bestand. Basis zur Berechnung Zweitwohnung sind: Bettenzahl Lenzerheide: 9'300, Bettenzahl Arosa: 2'100

(Quellen: Lenzerheide Tourismus, Arosa all-inclusive.ch)

Berechnung: (Bettenzahl)*(Öffnungstage)*(Auslastung 45%)*(Potenzial 20%)

LN Potenzial Sommer: Steigerung der Anzahl der Logiernächte um +10% durch Angebotserweiterungen während der Sommersaison, berechnet auf dem Mittelwert (41%) der Anteile LN Sommersaison der Destinationen Chur, Lenzerheide und Arosa für die Summe der Werte LN Durchschnitt heute, LN Potenzial Neue Resorts, LN Zweitwohnungen

LN Potenzial Gesamtdestinationen: Potenzial von 10% durch die Attraktivitätssteigerung als Gesamtdestination zur Steigerung der Anzahl der Logiernächte. Basis LN Durchschnitt heute.

LN Total: Gesamttotal der Logiernächte aufgrund der ermittelten Logiernächte der einzelnen Szenarien

Fazit

Für eine nachhaltige Weiterentwicklung der Feriendestinationen Lenzerheide und Arosa müssen die Möglichkeiten zu Steigerung der Logiernächte im Bereich der Hotellerie und der Parahotellerie voll ausgeschöpft werden.

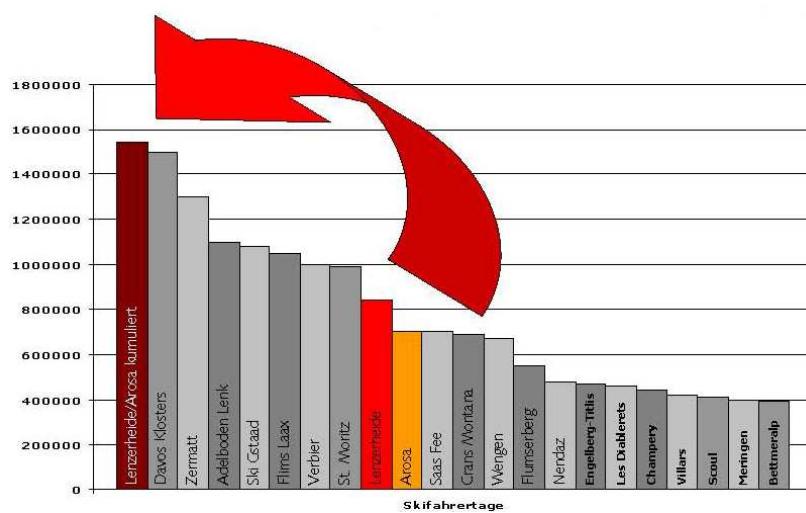
Dem Beispiel voran geht das vorliegende Projekt „Dieschen-Sot“ zwischen dem Dorfzentrum Lenzerheide und der Talstation der Rothornbahn sowie das Resort-Projekt Prätschli in Arosa. Hier erstreckt sich ein für verschiedene touristische Nutzungen prädestinierter Perimeter (Aussicht, Hanglage mit Abendsonne, ÖV-Erschliessung, Pisten- und Bahnnähe. Das Konzept sieht vor, dass 70% der Bruttogeschossfläche auf Hotels (4-Sterne bzw. Jugendhotel) und 30% der Bruttogeschossfläche auf Wohnungen verteilt werden. Hierbei sollen rund 600 – 700 neue warme Betten geschaffen werden. In Arosa soll mit dem geplanten Resort eine Anlage mit Spa-Bereich, Wellnesszentrum und Restaurants und rund 400 Betten geschaffen werden.

Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Projekt zur Erschliessung von Chur – Lenzerheide und Arosa werden mögliche Wege des Entwicklungspotenzials zur Steigerung der Anzahl der Logiernächte in der Hotellerie und der Parahotellerie aufgezeigt werden. Mit den vorgeschlagenen Standorten wird veranschaulicht, dass durch die Auswahl geeigneter Standorte in Lenzerheide und Arosa insgesamt durch neue Projekte rund 3'800 neue warme Betten geschaffen werden könnten. Dies würde gegenüber der aktuellen Zahl von rund 21'200 Betten einer Steigerung von 18% entsprechen.

Eine Steigerung der Anzahl der Logiernächte von rund 45 -50% beider Destinationen Lenzerheide und Arosa auf rund 3 Mio. Logiernächte durch einen Ausbau der vorgeschlagenen Standorte für warme Betten in den Bereichen Hotellerie und Parahotellerie können nur dann als realistisch eingestuft werden, wenn mehrere Faktoren bei der Entwicklung der neuen Region Chur – Lenzerheide – Arosa miteinbezogen werden, wie bspw. eine optimalere Nutzung der Zweitwohnungen oder eine Angebotserweiterung im Sommer.

Die Gemeinden Churwalden und Parpan wiesen im Jahr 2000 im Bereich der Hotellerie rund 34'000 Logiernächte aus. Mit 1'370 Betten im Bereich der Parahotellerie konnten somit insgesamt, dh. in der Hotellerie und in der Parahotellerie, rund 84'000 Logiernächte erzielt werden. Somit könnten schätzungsweise weitere 100'000 Logiernächte zu den geschätzten 3 Mio. Logiernächten durch die Erweiterung der Hotellerie und der Parahotellerie dazugerechnet werden. Dadurch käme die Region Lenzerheide – Arosa mit den Logiernächten in den Bereich des Berner

Oberlandes mit rund 3.2 Mio. jährlichen Logiernächten. Zermatt weist im Vergleich rund 1.8 Mio. jährlichen Logiernächte auf, Davos und St. Moritz liegen zwischen 800'000 und 950'000 jährlichen Logiernächten. Zudem könnten die beiden Skiregionen Lenzerheide und Arosa durch einen Zusammenschluss als neu geschaffenes Skigebiet aufgrund der Anzahl Skifahrtage auf die Top Position geführt werden, wie das eine Grafik aus dem Businessplan und 7-Punkte-Programm von Lenzerheide Tourismus aufzeigt.

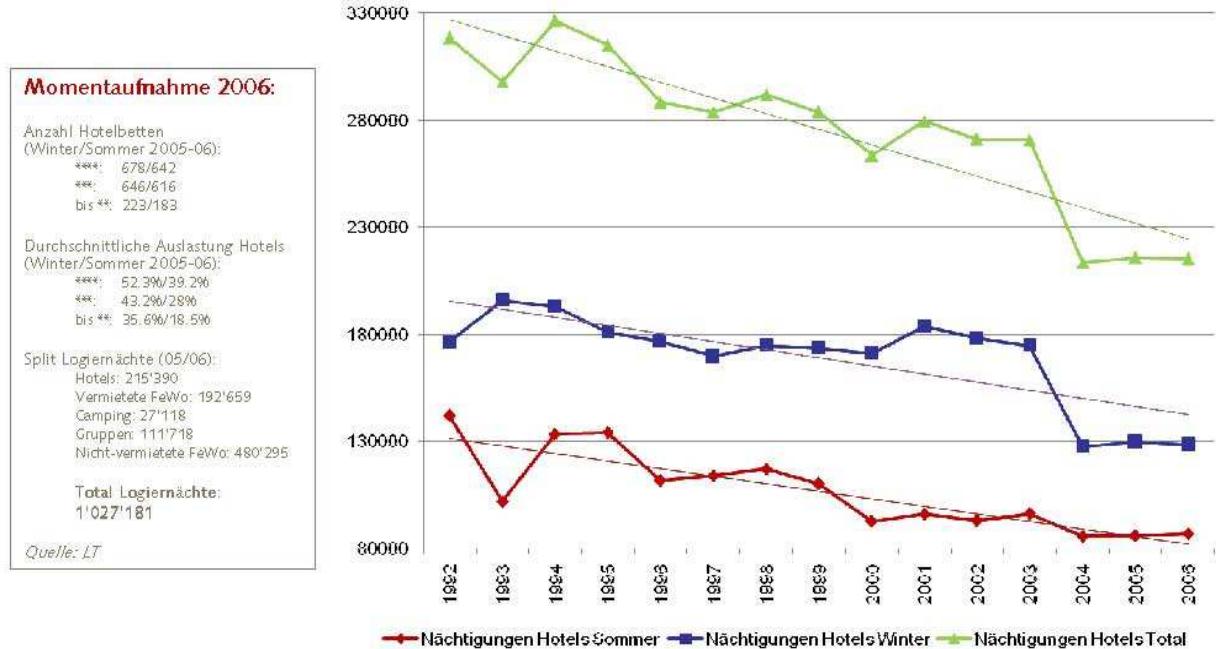


Quelle: Businessplan und 7-Punkte-Programm, Lenzerheide Tourismus, 2007

Anhang: Erhebungen Logiernächte Lenzerheide und Arosa

Entwicklung Logiernächte Lenzerheide 1991 - 2008

Geschäftsjahr	Hotel	%*	Fewo vermiertet	%*	Gruppenunterkünfte	%*	Fewo nicht vermiertet	%*	Camping	%*	Club Méd	%*	Total	%*
1991/92	237'913		376'010		96'932		399'409		21'722		80'596		1'212'582	
1992/93	243'852	2.5	397'685	5.8	97'841	0.9	412'259	3.2	19'384	-10.8	54'093	-32.9	1'225'114	1.0
1993/94	256'001	5.0	324'978	-18.3	103'221	5.5	403'227	-2.2	21'181	9.3	70'507	30.3	1'179'115	-3.8
1994/95	243'211	-5.0	294'404	-9.4	110'057	6.6	404'135	0.2	21'131	-0.2	71'913	2.0	1'144'851	-2.9
1995/96	218'175	-10.3	281'739	-4.3	107'590	-2.2	410'100	1.5	19'615	-7.2	70'243	-2.3	1'107'462	-3.3
1996/97	216'976	-0.5	257'129	-8.7	97'926	-9.0	400'300	-2.4	18'402	-6.2	66'610	-5.2	1'057'343	-4.5
1997/98	222'657	2.6	278'616	8.4	91'404	-6.7	413'100	3.2	19'709	7.1	69'344	4.1	1'094'830	3.5
1998/99	224'897	1.0	257'358	-7.6	91'735	0.4	433'036	4.8	19'398	-1.6	59'001	-14.9	1'085'425	-0.9
1999/00	226'388	0.7	234'710	-8.8	91'453	-0.3	451'733	4.3	18'301	-5.7	37'376	-36.7	1'059'961	-2.3
2000/01	233'109	3.0	230'856	-1.6	95'524	4.5	451'363	-0.1	19'381	5.9	46'992	24.7	1'076'825	1.6
2001/02	221'048	-5.2	214'478	-7.1	99'808	4.5	454'786	0.8	18'400	-5.1	50'033	7.4	1'058'553	-1.7
2002/03	232'778	5.3	221'893	3.5	93'193	-6.6	463'373	1.9	20'060	9.0	38'146	-23.8	1'069'443	1.0
2003/04	213'550	-8.3	223'692	0.8	97'702	4.8	575'814	24.3	19'089	-4.8	-	-	1'129'847	5.6
2004/05	215'708	1.0	208'617	-6.7	97'713	0.0	500'194	-13.1	19'836	3.9	-	-	1'042'068	-7.8
2005/06	215'390	-0.1	192'659	-7.6	111'718	14.3	480'296	-4.0	27'118	36.7	-	-	1'027'181	-1.4
2006/07	219'924	2.1	191'312	-0.7	107'597	-3.7	430'196	-10.4	19'805	-27.0	-	-	968'834	-5.7
2007/08	229'995	4.6	197'724	3.4	111'057	3.2	450'584	4.7	21'381	8.0	-	-	1'010'741	4.3

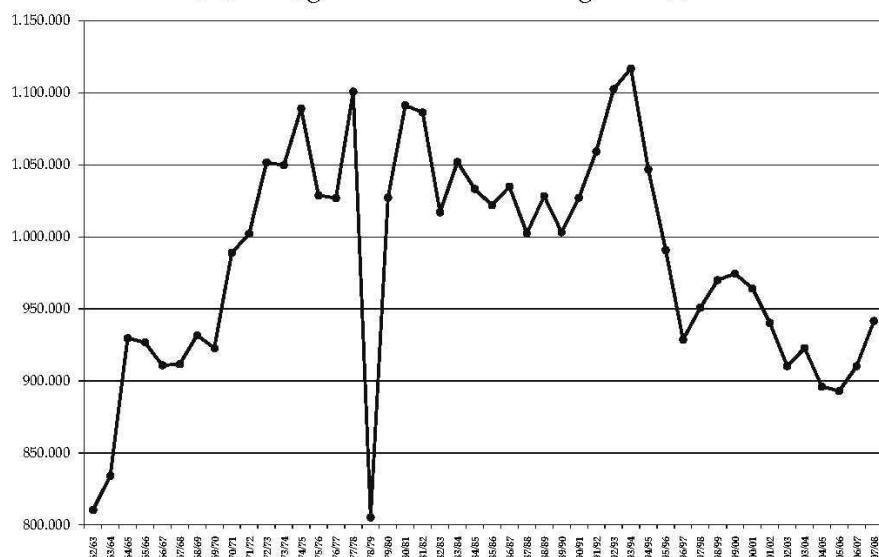


Quelle: Basisdokument Lenzerheide 2009

Entwicklung Logiernächte Arosa 1992 - 2008

Geschäftsjahr	Hotel & Pensionen	%	Privatwohnungen	%	Sanatorien	%	Gruppenunterk.	%	Jugendherberge	%	Camping	%	Total	%
1962/63	477.974		210.032		79.016		43.420						810.442	
1963/64	489.433	2,4	224.456	6,9	77.597	-1,8	42.671	-1,7					834.157	2,9
1964/65	540.552	10,4	268.105	19,4	71.774	-7,5	49.209	15,3					929.640	11,4
1965/66	522.062	-3,4	284.836	6,2	72.767	1,4	47.116	-4,3					926.781	-0,3
1966/67	507.974	-2,7	284.183	-0,2	66.916	-8,0	51.766	9,9					910.839	-1,7
1967/68	509.093	0,2	291.565	2,6	63.191	-5,6	47.819	-7,6					911.668	0,1
1968/69	529.579	4,0	290.031	-0,5	66.915	5,9	45.182	-5,5					931.707	2,2
1969/70	518.924	-2,0	287.639	-0,8	69.356	3,6	46.833	3,7					922.752	-1,0
1970/71	575.756	11,0	309.222	7,5	66.382	-4,3	37.683	-19,5					989.043	7,2
1971/72	619.571	7,6	298.810	-3,4	62.335	-6,1	21.421	-43,2					1.002.137	1,3
1972/73	674.352	8,8	290.284	-2,9	66.035	5,9	20.927	-2,3	*ab 1998/99				1.051.598	4,9
1973/74	643.711	-4,5	321.981	10,9	64.153	-2,9	19.980	-4,5	Sanatorien und				1.049.825	-0,2
1974/75	709.964	10,3	300.786	-6,6	60.087	-6,3	18.225	-8,8	Jugendherberge				1.089.062	3,7
1975/76	655.212	-7,7	302.395	0,5	56.271	-6,4	14.990	-17,8	zusammen				1.028.868	-5,5
1976/77	676.907	3,3	288.443	-4,6	61.615	9,5			bis 1975/76				1.026.965	-0,2
1977/78	742.297	9,7	312.442	8,3	46.112	-25,2			Kinderheime				1.100.851	7,2
1978/79	514.837	-30,6	268.880	-13,9	21.573	-53,2			**ab 2002/03				805.290	-26,8
1979/80	631.838	22,7	367.035	36,5	28.444	31,8			nur noch				1.027.317	27,6
1980/81	709.134	12,2	352.478	-4,0	29.692	4,4			Jugendherberge				1.091.304	6,2
1981/82	686.689	-3,2	351.124	-0,4	28.580	-3,7							1.086.344	-0,5
1982/83	613.278	-10,7	356.670	1,6	27.320	-4,4							1.017.100	-6,4
1983/84	617.891	0,8	388.102	8,8	25.991	-4,9							1.052.070	3,4
1984/85	613.230	-0,8	376.442	-3,0	24.741	-4,8							1.033.243	-1,8
1985/86	594.307	-3,1	384.268	2,1	25.369	2,5							1.022.044	-1,1
1986/87	596.972	0,4	393.459	2,4	25.575	0,8							1.034.968	1,3
1987/88	559.185	-6,3	398.745	1,3	24.595	-3,8							1.002.534	-3,1
1988/89	565.260	1,1	415.616	4,2	26.076	6,0							1.028.366	2,6
1989/90	540.626	-4,4	416.671	0,3	26.589	2,0							1.003.233	-2,4
1990/91	553.112	2,3	424.783	1,9	27.527	3,5							1.027.087	2,4
1991/92	566.790	2,5	441.306	3,9	27.792	1,0							1.059.313	3,1
1992/93	594.713	4,9	456.966	3,5	25.862	-6,9							1.102.686	4,1
1993/94	610.747	2,7	454.705	-0,5	26.144	1,1							1.116.978	1,3
1994/95	556.111	-8,9	439.225	-3,4	25.906	-0,9							1.046.749	-6,3
1995/96	510.551	-8,2	431.117	-1,8	23.433	-9,5			ab 1998/99				990.771	-5,3
1996/97	484.830	-5,0	410.098	-4,9	8.948	-61,8							928.655	-6,3
1997/98	504.151	4,0	412.289	0,5	9.596	7,2			Gruppen- unterkünfte				950.950	2,4
1998/99	515.482	2,2	405.894	-1,6	*		16.618		18.267	-1,0	6.647	5,0	970.022	2,0
1999/00	526.828	2,2	401.029	-1,2	*		17.572	5,7	18.267	1,0	6.777	2,0	974.475	0,5
2000/01	517.484	-1,8	398.386	-0,7	*		19.923	13,4	18.450	-4,7	6.392	5,8	964.082	-1,1
2001/02	502.675	-2,8	387.892	-3,4	*		22.276	11,8	19.366	5,1	6.443	0,8	940.287	-2,4
2002/03	476.708	-5,2	390.689	0,1	*		21.190	-4,9	22.331	5,4	6.412	-0,5	910.325	-3,2
2003/04	482.677	1,3	394.827	1,1	*		22.331	5,4	**15'328	0,0	7.677	19,7	922.840	1,4
2004/05	467.032	-3,2	384.073	-2,7	*		25.095	12,4	**13'227	-13,7	6.612	-13,9	896.039	-2,9
2005/06	469.032	0,4	381.660	-0,7	*		35.254	40,5	keine Jugend- herberge mehr		7.028	6,3	892.964	-0,3
2006/07	481.225	2,6	388.590	1,8	*		33.008	-6,4			7.402	5,3	910.225	1,9
2007/08	504.732	4,9	396.643	2,1	*		32.837	-0,5			7.379	-0,3	941.591	3,5

Gesamtlogiernächteentwicklung in Arosa



A2 Grundlagen zu den technischen Systemen

Quellen

Die Grundlagen zu den technischen Systemen beruhen auf folgenden Quellen:

- IVT, ETH Zürich, Vorlesungsunterlagen Vorlesung Eisenbahntechnik, Zürich.
- Bahnwesen – Planung, Bau und Betrieb von Eisenbahnen, S-, U-, Stadt- und Strassenbahnen, Düsseldorf, 2005.
- Transrapid und Rad-Schiene-Hochgeschwindigkeitsbahnen: ein gesamtheitlicher Systemvergleich, Berlin / Heidelberg, 2006.
- Eurailpress, Entwerfen von Bahnanlagen, Hamburg, 2005.
- Vorstudie "Strecken- und Netzergänzungen RhB", Chur und Zürich, 2004.
- Intamin: Technische Daten für Intamin Monorail P24/75 Mountain, Schaan, 27.09.01.

Die Angaben wurden durch Quervergleiche sowie in Gesprächen verifiziert. Teilweise – wie auch schon in Kapitel 5 beschrieben – wurden die Eigenschaften an die besonderen Randbedingungen des Projekts angepasst und entsprechend deshalb nicht den technisch maximal möglichen Werten (Beispiel Maximalgeschwindigkeit Magnetschwebebahn).

Eisenbahn Normalspur (1435 mm)

Randbedingungen:

- Steigungen entsprechend AB-EBV $\leq 40\%$ (kein Steilrampenbetrieb)
- Geschwindigkeit in der Maximalsteigung $v_{max} = 80 \text{ km/h}$, minimaler Radius 350 m

Die folgende Tabelle zeigt die zulässigen Geschwindigkeiten in der Neigung für den Rangier- und Streckenbetrieb in Abhängigkeit vom Bremsverhältnis der eingesetzten Zugkompositionen.

V Km/h	Massgebende Streckenneigung [%]																	
	0-5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
10	9	9	10	12	13	15	17	19	21	22	24	26	28	30	36	42	48	55
25	16	17	19	21	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	47	54	62	70
30	19	20	22	24	26	28	29	31	33	35	37	40	42	45	52	59	67	75
35	22	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	45	47	50	57	64	72	80
40	25	26	28	30	32	34	36	38	41	43	46	50	52	55	62	69	77	85
50	31	32	34	36	39	42	44	47	50	53	56	59	62	65	72	79	87	95
60	40	41	43	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	82	89	97	105
75	55	56	58	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	97	104	112	120
80	60	61	63	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	102	109	117	125
100	80	81	83	85	88	91	94	97	100	103	106	109	112	115	122	129	135	135
125	105	106	108	110	113	116	119	122	125	128	131	134	135	135	135	135	135	135
140	120	121	123	125	128	131	134	135	135	135	135	135	135	135	135			
150	130	131	133	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135				
160	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135								
	Bremsverhältnis [%]																	

Tabelle A2-1: Auszug aus den Betriebsvorschriften der SBB (P 20000817, Bremstabelle 90) für die zulässigen Geschwindigkeiten in der Streckenneigung in Abhängigkeit vom Bremsverhältnis [%] der eingesetzten Zugkompositionen

Demnach sind bei einem Bremsverhältnis von 135% bis zu einer Steigung von 50‰ Geschwindigkeiten bis 125 km/h zulässig. Um jedoch den zukünftigen Fahrzeugeinsatz nicht allzu stark einzuschränken, werden die Trassierungsparameter auf 40‰ bei 100 km/h festgesetzt. Entsprechend ergibt sich ein Minimalradius von 435 Metern.

Bemerkungen:

- Verwendung von Fahrzeugen "ab der Stange", keine Spezialkonstruktionen bei Antrieb und Bremsausrüstung erforderlich.
- Durchbindung von Zugläufen aus bzw. ins SBB-Netz möglich (z.B. Verlängerung der Regionalzüge aus Ziegelbrücke/Sargans)

Eisenbahn Meterspur

Adhäsions-Meterspur (1000 mm) Stammnetz

Randbedingungen:

- Steigung $\leq 45\%$ (entsprechend der Maximalsteigung auf der Strecke Landquart-Davos (Stammnetz))
- Geschwindigkeit in der Maximalsteigung $v_{max} = 55$ km/h, minimaler Radius 100 m

- Anhängelast auf 500 t begrenzt

Bemerkungen:

- Verwendung aller Stammnetz-Fahrzeuge der RhB ohne Einschränkungen, keine Spezialanfertigungen.
- Durchbindung von Zugläufen aus bzw. ins RhB-Netz möglich (z.B. Verlängerung der Schnellzüge von Scuol-Klosters)

Adhäsions-Meterspur (1000 mm) Arosalinie

Randbedingungen:

- Steigung $\leq 60\%$ (entsprechend der Maximalsteigung auf der Strecke Chur-Arosa)
- Geschwindigkeit in der Maximalsteigung $v_{max} = 35$ km/h, minimaler Radius 100 m
- Anhängelast auf 220 t begrenzt

Bemerkungen:

- Weitgehende Verwendung der Stammnetz-Fahrzeuge der RhB mit geringfügigen Modifikationen in der Bremsausrüstung möglich, keine Spezialanfertigungen.

Metro sur Pneu (System Lausanne)

Randbedingungen:

- Steigung bis zu 120 %
- $v_{max} = 60$ km/h
- Kapazität maximal 6'600 Personen pro Stunde

Bemerkungen:

- Adhäsion über Kontakt Gummi – Beton, für die Allwettertauglichkeit müssen die Beläge beheizt werden!

Einschienenbahn / Monorail

Kleinkabinenbahn Coaster mit 8 Plätzen pro Kabine

Randbedingungen:

- Steigung $\leq 500\%$

- $v_{max} = 40 \text{ km/h}$ (80 km/h gemäss Herstellerangaben¹⁰⁾)
- Kapazität ca. 3000 Pers./h

Bemerkungen:

- Kapazitätssteigerungen mittels "off-line Stationen" und relativer Abstandshaltung möglich

Grosskabinenbahn

Randbedingungen (gem. Technischem Bericht Intamin Transportation):

- Steigung $\leq 150 \text{ \%}$
- $v_{max} = 12 \text{ m/s} \approx 43 \text{ km/h}$
- Kapazität bis zu 3'500 Personen pro Stunde

Magnetschwebebahn Transrapid

Randbedingungen:

- Steigung $\leq 100 \text{ \%}$
- v_{max} bis 500 km/h (Herstellerangaben¹¹⁾)
- Zugabstand 5 Minuten

Gondelbahn (Luftseilbahn, Umlaufbetrieb)

Randbedingungen:

- Steigung bis zu 1'000 \%
- $v_{max} = 28.8 \text{ km/h}$
- begrenzte Länge, bei grossen Streckenlängen Kombination einzelner Sektionen erforderlich

Bemerkungen:

- quasi stetige Personenbeförderung (Gondeln sind kuppelbar ausgebildet und werden in den Stationen vom schnell laufenden Transportseil angekuppelt)
- weitgehend unabhängig von der Topographie

10) Brusa energy: <http://www.brusa.biz/news> Stand 27. Januar 2009

11) Transrapid: <http://www.transrapid.de/> Stand 30. Januar 2009

Pendelbahn (Luftseilbahn, Pendelbetrieb)

Randbedingungen:

- Steigung bis zu 1'000 %
- $v_{max} = 43.2 \text{ km/h}$

Bemerkungen:

- weitgehend unabhängig von der Topographie

Schrägseilbahn (Standseilbahn)

Randbedingungen:

- Steigung zwischen 330 - 480 %
- $v_{max} = 36 \text{ km/h}$

Bemerkungen:

- aufgrund der geringen Geschwindigkeit nur interessant zur Überwindung von Höhenunterschieden

Lift

Nur für Vertikaltransport geeignet, deshalb auch nur in Kombinationen mit anderen Systemen denkbar.

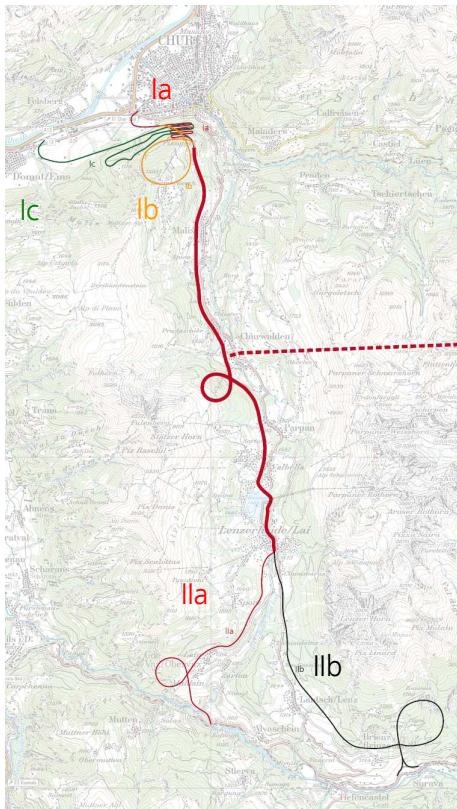
A3 Entwickelte Systemvarianten

Übersicht

Eisenbahn	A3 - 2 bis A3 - 5
Zahnrad- und Abhäsionsbahn	A3 - 6
Metro sur Pneu	A3 - 7
Monorail	A3 - 8 bis A3 - 10
Gondelbahn	A3 - 11
Pendelbahn	A3 - 12
Schrägseilbahn	A3 - 13
Kombination: Eisenbahn + Schrägseilbahn + Monorail	A3 - 14
Kombination: Luftseilbahn + Monorail	A3 - 15

Anmerkung: Die hier dokumentierten Varianten stellen einen zwischenzeitlichen Arbeitsstand für die Festlegung der vertieft zu untersuchenden Varianten (vgl. Kapitel 6 ff.) dar. Änderungen und Anpassungen zur Entwicklung der Linienführungsvarianten sind hier nicht dokumentiert.

Eisenbahn - Variante A: Linke Talseite



Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene
Haltestellen

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	✓	
Vaz/Obervaz	Ø	Ø
Sonstiges Regional- zentrum	Ø	Ø
Anzahl Haltestellen	7	0

Beschreibung der Linienführung:

Die gewählte Linienführung in der Variante A verläuft im Anstieg ab Chur grundsätzlich auf der linken Talseite. Zur Überwindung des Geländesprungs zwischen Chur und Malix werden drei Untervarianten vorgeschlagen:

- Serpentine, wobei eine Richtung im Tunnel geführt wird (vgl. mittlere Ebene Biaschina)
- Kehrtunnel mit unterschiedlichem Drehwinkel und Durchmesser je nach gewähltem System
- Verlängerte Schleife mit Serpentine, analog a)

Die Linie verläuft danach oberhalb des Dorfes Malix auf ca. 1200 müM bis nach Churwalden.

Bei Churwalden ist zur Überwindung des dortigen Geländesprungs ebenfalls ein Kehrtunnel vorgesehen. Im Anschluss ist die Strecke bis Lenzerheide als offene Linienführung mit einem kurzen Scheiteltunnel zwischen Parpan und Valbella geplant.

Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

Für den Abstieg von Lenzerheide nach Tiefencastel sind ebenfalls zwei Linienführungsvarianten denkbar:

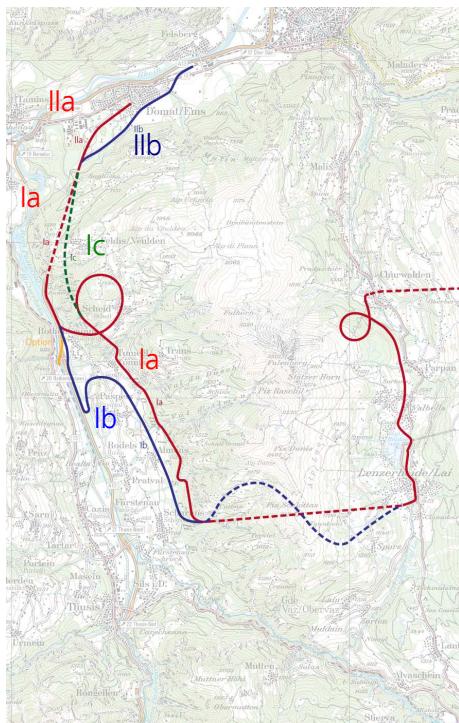
- Entlang der linken Flanke bis Lain, anschliessend Kehrtunnel
- Verbleib auf der rechten Seite mit kontinuierlichem Gefälle entlang der Bergflanke. Hier besteht die Möglichkeit zur Anlage des Kehrtunnels zwischen Brienz und Alvaneu.

Weitere Ideen zum Ausfahren des Albulatals wurden aufgrund der erforderlichen Längenentwicklung und der topografischen Gegebenheiten nicht weiterverfolgt.

Geologische Probleme der gewählten Linienführung:

Streckenabschnitt IIb: Starker Rutschhang im Bereich von Brienz, entsprechend aufwändig müsste die Trasseherstellung und -sicherung erfolgen.

Eisenbahn - Variante B: Domleschg



Beschreibung der Linienführung:

Die Variante B verfolgt den Ansatz, mittels einer grossräumigen Umfahrung den Höhenunterschied zwischen Chur und Lenzerheide zu bewältigen. In allen Untervarianten ist vorgesehen, unter Nutzung des im kantonalen Richtplan enthaltenen Eisenbahntunnels zwischen Domat/Ems und Rothenbrunnen die Linie an der Flanke des Domleschg entlang langsam ansteigen zu lassen.

- Untervariante Ia belässt den Tunnel Domat-Rothenbrunnen auf der Höhe des Rheintalbodens und gewinnt danach die Höhe zur Überwindung des Geländesprungs bei Rothenbrunnen in einem Kehrtunnel.
- Untervariante Ib gewinnt Höhe in einer langgezogenen Schleife im Domleschg. Um den Höhenunterschied bis Lenzerheide bewältigen zu können, muss der Tunnel Scharans-Lenzerheide künstlich verlängert werden.
- Untervariante Ic verteilt den Höhenanstieg ab dem Tunnelportal bei Domat/Ems auf die gesamte Länge bis Scharans. Hier ist jedoch der Anschluss aus dem Tunnel Domat-Rothenbrunnen nach Thusis (Option) nicht möglich.

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

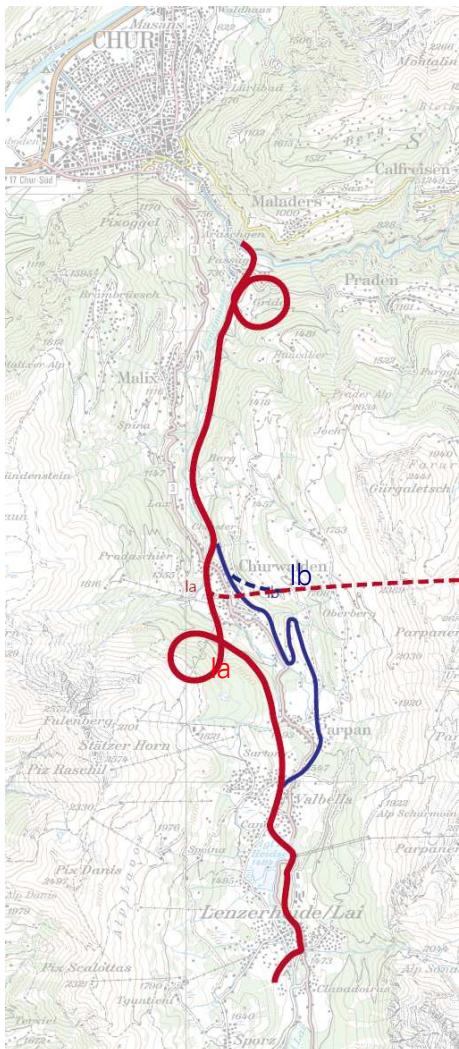
Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	∅	∅
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	∅	∅
Vaz/Obervaz	∅	∅
Sonstiges	✓	
Regional- zentrum		
Anzahl Haltestellen	6	0

Die Untervarianten Ia und IIb zeigen Möglichkeiten zur Durchquerung bzw. Umfahrung des Golfplatzes Domat/Ems auf. Auf das Höhenprofil der gesamten Linienführung haben diese Untervarianten keinen Einfluss.

Die Trassierung zwischen Lenzerheide und Churwalden für die weitere Erschliessung der Talschaft bzw. von Arosa erfolgt gleich wie in der Variante A bzw. im Modul „Erschliessung Arosa“.

Eisenbahn - Variante C: Rechte Talseite



Beschreibung der Linienführung:

In der Variante C bleibt die Linienführung bis zum Dorfeingang Churwalden auf der rechten Talseite. Zur Bewältigung der ersten Geländeschwelle wird ein Kehrtunnel im Bereich von Praden errichtet. Eine Haltestelle zur Erschliessung der Gemeinde Malix kann nicht errichtet werden.

Variante Ia: Linienführung analog Variante A

Variante Ib: Linienführung auf der rechten Talseite zwischen Churwalden und Parpan. Der Höhenanstieg wird oberhalb von Churwalden in offener Linienführung bewältigt.

In Valbella kommen die beiden Untervarianten wieder zusammen.

Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

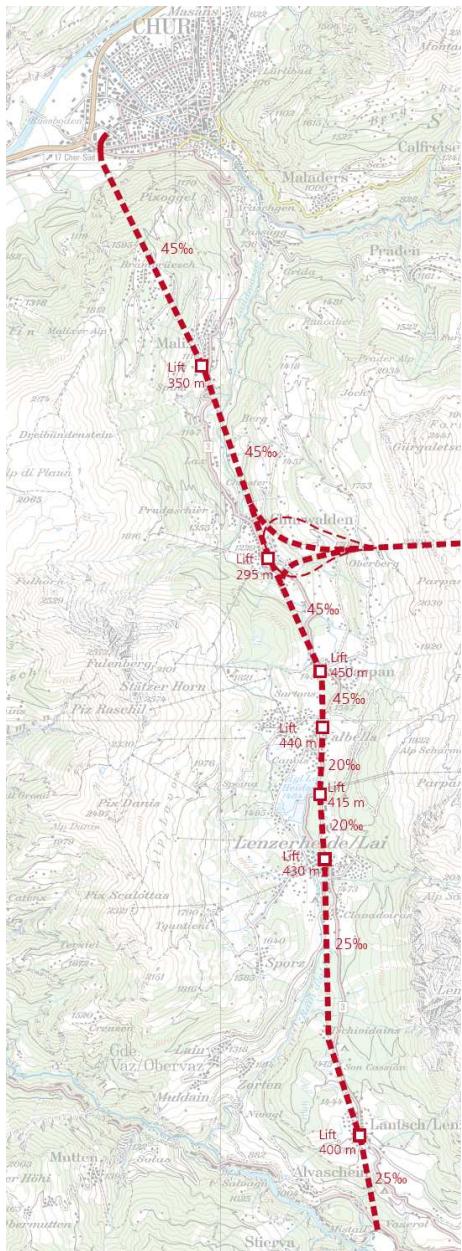
Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	∅	∅
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	∅	✓
Vaz/Obervaz	∅	∅
Sonstiges Regionalzentrum	∅	∅
Anzahl Haltestellen	5	1

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Eisenbahn - Variante D: Tunnellösung

Beschreibung der Linienführung:



Durchgehender Tunnel mit zentral gelegenen Stationen, welche ab der Oberfläche mit Liften erreichbar sind, in Malix, Churwalden, Parpan, Valbella, Gondelbahn, Lenzerheide und Lantsch/Lenz.

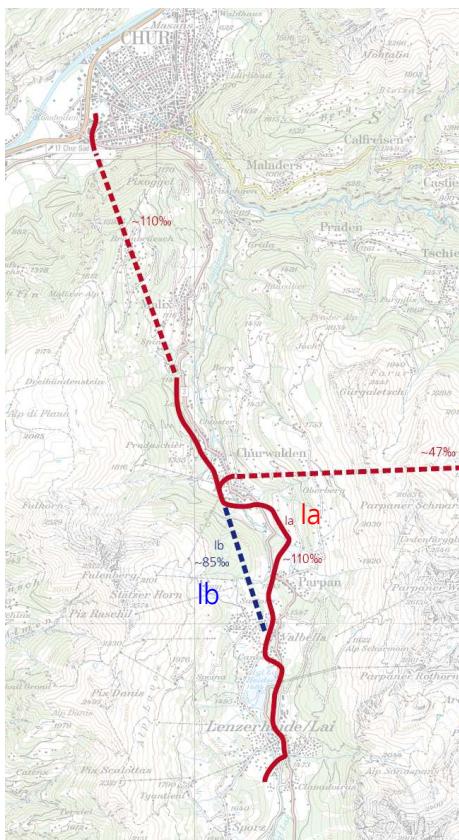
Die Höhe der Liftschächte variiert zwischen 200 und 400 Metern. In Arosa ist die Station in der gleichen Art ebenfalls mit Liftanschluss vorzusehen.

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	✓	
Vaz/Obervaz	Ø	Ø
Sonstiges	Ø	Ø
Regionalzentrum		
Anzahl Haltestellen	7	0

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Zahnrad- und Adhäsionsbahn



Beschreibung der Linienführung:

Mit einer gemischten Zahnrad- und Adhäsionsbahn sind Neigungen bis 110‰ bewältigbar. Der Tunnel führt von Chur aus bei Ausnutzung der maximalen Steigungsfähigkeit mit einer direkten Linienführung in einen Raum zwischen den Gemeinden Malix und Churwalden.

Die Erschliessung von Malix kann mit diesem System nicht gewährleistet werden.

Die Erschliessung von Arosa erfolgt wie in den vorangestellten Varianten A und B auf der direkten Verbindung ab Churwalden. Die mittlere Steigung beträgt rund 47‰. Weitere Varianten im Modul „Erschliessung Arosa“.

Für den zweiten Geländesprung bei Churwalden sind zwei Varianten denkbar:

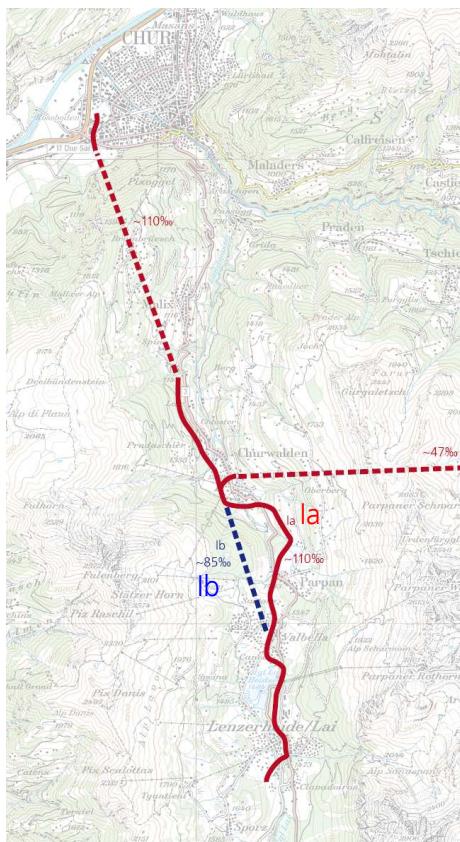
- la: Überwindung des Höhenunterschieds unter Ausnutzung des Geländes auf beiden Talflanken mit der maximalen Neigung von 110‰ als offene Linienführung.
- lb: Direkter Tunnel Churwalden-Valbella unter Umfahrung von Parpan mit einer mittleren Steigung von rund 85‰.

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	∅	∅
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	∅	✓
Vaz/Obervaz	∅	∅
Sonstiges Regional- zentrum	∅	∅
Anzahl Haltestellen	5	1

Metro sur Pneu



Beschreibung der Linienführung:

Die Metro sur Pneu unterliegt in etwa den gleichen Trassierungsparametern wie eine gemischte Zahnrad-/Adhäsionsbahn. Der Vorteil bei der Metro sur Pneu ist jedoch die höhere zulässige Geschwindigkeit bei gleicher Steigungsfähigkeit. Entsprechend müssten die Kurvenradien für eine Geschwindigkeit von 60 km/h (Radius 245 m bei 112mm Überhöhung (SBB R 220.46)) ausgelegt werden.

Der Tunnel führt von Chur aus bei Ausnutzung der maximalen Steigungsfähigkeit mit einer direkten Linienführung in einen Raum zwischen den Gemeinden Malix und Churwalden.

Die Erschliessung von Malix kann mit diesem System nicht gewährleistet werden.

Für den zweiten Geländesprung bei Churwalden sind zwei Varianten denkbar:

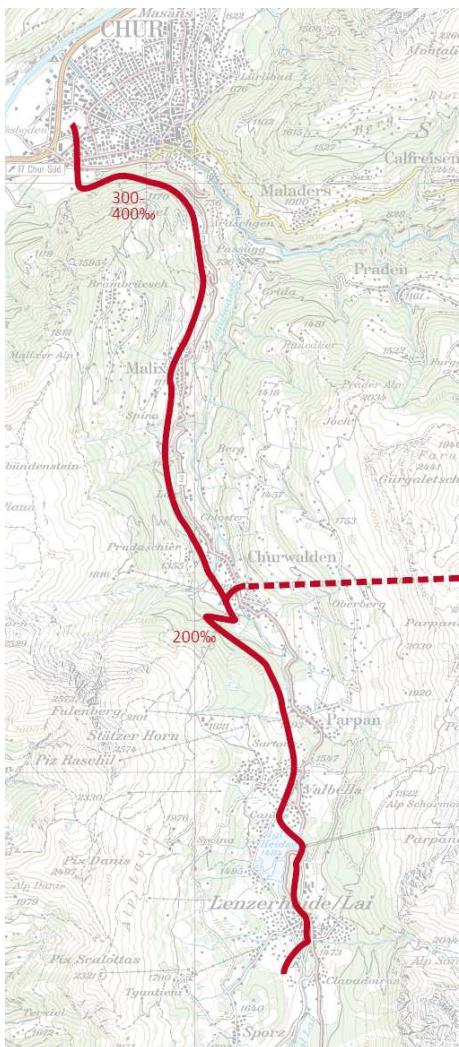
- Ia: Überwindung des Höhenunterschieds unter Ausnutzung des Geländes auf beiden Talfanken mit der maximalen Neigung von 110 % als offene Linienführung.
- Ib: Direkter Tunnel Churwalden-Valbella unter Umfahrung von Parpan mit einer mittleren Steigung von rund 85%.

Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	Ø	Ø
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	Ø	✓
Vaz/Obervaz	Ø	Ø
Sonstiges Regional- zentrum	Ø	Ø
Anzahl Haltestellen	5	1

Monorail - Kleinkabinen (Coaster)

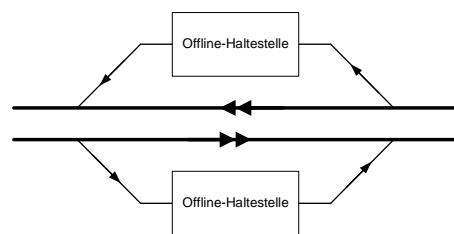


Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Beschreibung der Linienführung:

Mit dem Kleinkabinensystem "Coaster" kann bei einer angegebenen Steigungsfähigkeit von 300 bis 400 % die Strecke mehr oder weniger auf direktem Weg zurückgelegt werden. Dadurch können alle gewünschten Ortschaften erschlossen werden, wobei der Ausgestaltung der Haltestelle besondere Beachtung geschenkt werden muss.

Um den "Quasi-Stetigförderer"-Charakter des Kleinkabinensystems Rechnung zu tragen und Eigenbehinderungen der einzelnen Kabinen möglichst zu vermeiden, muss die Haltestellenanordnung in den Zwischenstationen nach dem Prinzip „Offline-Haltestelle“ erfolgen (siehe nachstehende Grafik).

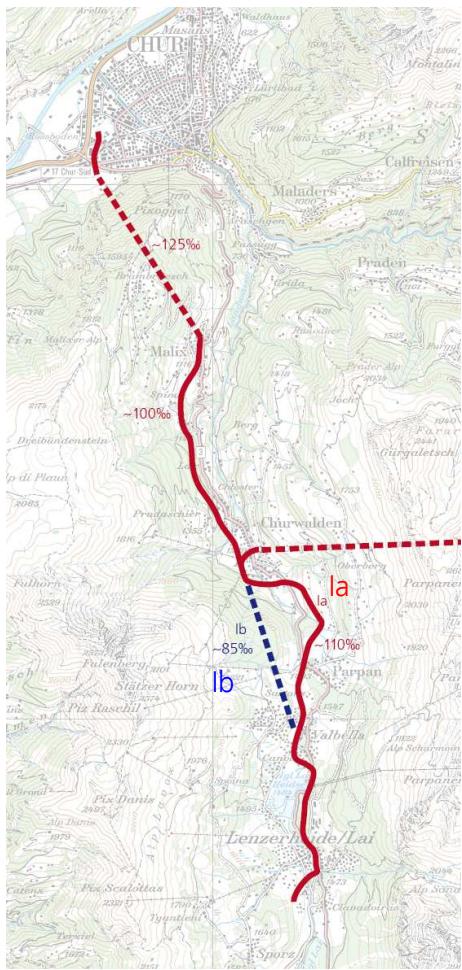


Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	Ø	✓
Vaz/Obervaz	Ø	Ø
Sonstiges Regional- zentrum	Ø	Ø
Anzahl Haltestellen	6	1

Monorail - Grosskabinen



Beschreibung der Linienführung:

Der Höhenunterschied zwischen Chur und Malix kann in einem direkten Tunnel überwunden werden, ohne die maximale Steigungsfähigkeit von 150 % auszunutzen. Die restliche Linienführung bis Lenzerheide orientiert sich weitgehend an der Variante für Metro sur Pneu.

Dadurch ist es möglich, mit einer Monorail-Grosskabinenbahn alle Ortschaften in der Talschaft direkt zu bedienen.

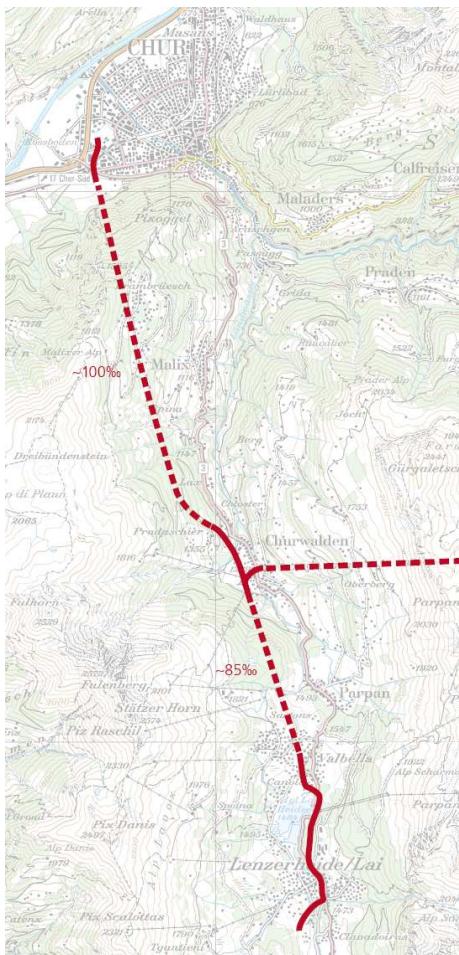
Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	Ø	✓
Vaz/Obervaz	Ø	Ø
Sonstiges Regionalzentrum	Ø	Ø
Anzahl Haltestellen	6	1

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Monorail - Magnetschweebahn/Transrapid



Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Beschreibung der Linienführung:

Mit der berührungsfreien Magnetschwebetechnik besteht die Möglichkeit, bei entsprechend grosszügiger Ausgestaltung der Kurvenradien die Geschwindigkeit zu erhöhen. Andererseits geht an den Stationen mehr Zeit für das Andocken (Aufsetzen des Fahrzeugs auf dem Fahrweg und Erdung) verloren.

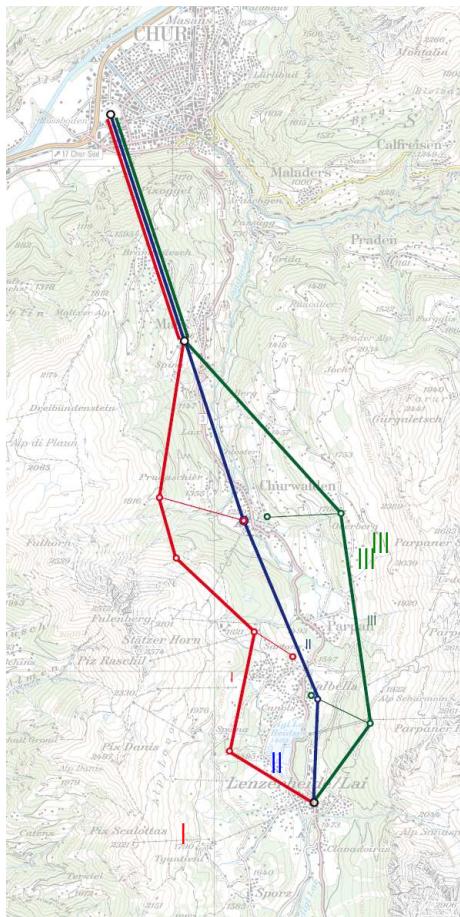
Bedingt durch die höhere Geschwindigkeit wird eine möglichst gradlinige Trassierung angestrebt.

Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	Ø	Ø
Churwalden	✓	
Parpan	Ø	Ø
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	Ø	✓
Vaz/Obervaz	Ø	Ø
Sonstiges Regionalzentrum	Ø	Ø
Anzahl Haltestellen	4	1

Gondelbahn (systemrein)



Beschreibung der Linienführung:

Mit einem Seilbahnsystem mit lösbaren Kabinen (Gondeln), welche mehrere Sektionen durchlaufen, kann in der Linienführung relativ flexibel auf die Anforderungen des Geländes reagiert werden. Für ein System mit einer 3S-Bahn wurden drei Varianten erarbeitet:

Variante I: Die Linienführung verläuft an der linken Talflanke entlang mit den Sektionen Chur West-Malix, Malix-Pradaschier, Pradaschier-Stätz, Stätz-Valbella hoch, Valbella hoch-Spoina, Spoina-Lenzerheide. Da bei neuen Linienführungen das Überfahren von Häusern bzw. bebauten Flächen wenn möglich zu vermeiden ist, wird die Strecke relativ weit oben geführt. Dadurch können die Skigebiete jeweils direkt erschlossen werden, während für die Erschliessung von Churwalden und Valbella jeweils kurze Stichstrecken (teilweise auf heute bereits bestehenden Seilbahntrassen) erforderlich sind. Falls die Systeme der Hauptverbindung und der Stichstrecken technisch kompatibel sind, ist ein durchgehender Betrieb mit Zielwahl ab Chur denkbar.

Variante II: Die Variante II versucht auf einer geradlinigen Verbindung mit den Sektionen Chur West-Malix, Malix-Churwalden, Churwalden-Valbella und Valbella-Lenzerheide die Orte möglichst am Talboden zu verbinden. Dabei lässt es sich wahrscheinlich nicht vermeiden, dass einzelne Häuser überfahren werden bzw. dass diese Häuser abgerissen werden müssten. Im Gegenzug erschliesst diese Variante die Orte Malix, Churwalden und Valbella direkt und ohne Stichstrecken.

Variante III: Die Variante III verfolgt die gleiche Grundidee wie die Variante I, nur wird die Linienführung an der linken Talflanke mit den Sektionen Chur West-Malix, Malix-Oberberg, Oberberg-Alp Scharmoin, Alp Scharmoin-Lenzerheide realisiert. Wie in Variante I erschliessen einzelne Stichstrecken Churwalden und Valbella.

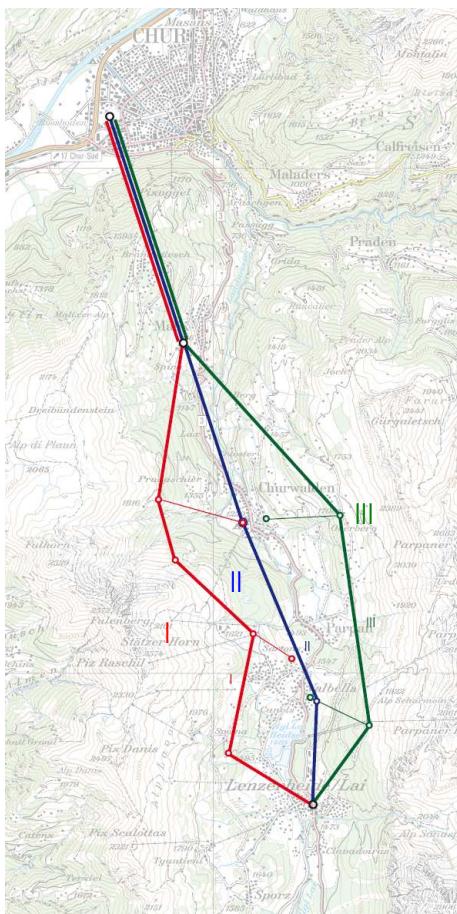
Die Erschliessung von Arosa mit einer derartigen Seilbahnlösung ist aufgrund der zu überwindenden Hochgebirgsbedingungen nicht möglich.

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen für die Varianten II und III:

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	∅	∅
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	∅	∅
Vaz/Obervaz	∅	∅
Sonstiges Regional- zentrum	∅	∅
Anzahl Haltestellen	5	0

Pendelbahn (systemrein)



Beschreibung der Linienführung:

Technisch sind die im Abschnitt Gondelbahn gezeigten Varianten auch als 1- oder 2-Kabinen-Pendelbahnen mit einzelnen Sektionen realisierbar. Aufgrund der zahlreichen Umsteigevorgänge und den damit verbundenen Zeit- und Komforteinbussen für die Passagiere, ist eine solche Ausgestaltung jedoch nicht zu empfehlen.

Variante I: Die Linienführung verläuft an der linken Talflanke entlang mit den Sektionen Chur West-Malix, Malix-Pradaschier, Pradaschier-Stätz, Stätz-Valbella hoch, Valbella hoch-Spoina, Spoina-Lenzerheide. Da bei neuen Linienführungen das Überfahren von Häusern bzw. bebauten Flächen wenn möglich zu vermeiden ist, wird die Strecke relativ weit oben geführt. Dadurch können die Skigebiete jeweils direkt erschlossen werden, während für die Erschliessung von Churwalden und Valbella jeweils kurze Stichstrecken (teilweise auf heute bereits bestehenden Seilbahntrassen) erforderlich sind.

Variante II: Die Variante II versucht auf einer geradlinigen Verbindung mit den Sektionen Chur West-Malix, Malix-Churwalden, Churwalden-Valbella und Valbella-Lenzerheide die Orte möglichst am Talboden zu verbinden. Dabei lässt es sich wahrscheinlich nicht vermeiden, dass einzelne Häuser überfahren werden bzw. dass diese Häuser abgerissen werden müssten. Im Gegenzug erschliesst diese Variante die Orte Malix, Churwalden und Valbella direkt und ohne Stichstrecken.

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen für die Varianten II und III:

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	✗	✗
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	✗	✗
Vaz/Obervaz	✗	✗
Sonstiges Regional- zentrum	✗	✗
Anzahl Haltestellen	5	0

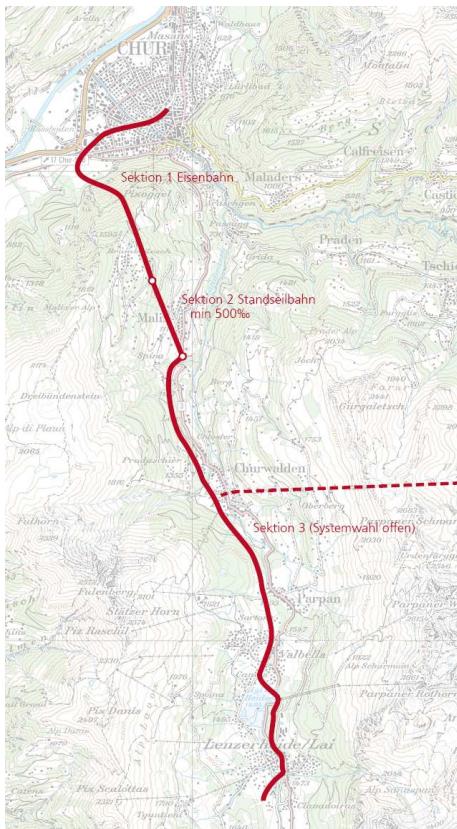
Variante III: Die Variante III verfolgt die gleiche Grundidee wie die Variante I, nur wird die Linienführung an der linken Talflanke mit den Sektionen Chur West-Malix, Malix-Oberberg, Oberberg-Alp Scharmoin, Alp Scharmoin-Lenzerheide realisiert.

Die Erschliessung von Arosa mit einer derartigen Seilbahnlösung ist aufgrund der baulichen und betrieblichen Schwierigkeiten im Hochgebirge nicht möglich.

Schrägseilbahn (systemrein)

Eine Lösung mit Schrägseilbahnen (Standseilbahn) ist zwar technisch machbar, jedoch aufgrund der durchgehend unterirdischen Trassierung und den langen Fahrzeiten für die Passagiere wenig attraktiv. Zwischen den Haltepunkten Malix, Churwalden, Valbella und Lenzerheide wären aufgrund der Energieeffizienz einzelne Sektionen anzulegen. In diesem Fall ist es jedoch sinnvoller, für die flacheren Streckenstücke ein anderes strassenunabhängiges Personentransportsystem zu wählen.

Kombination: Eisenbahn + Schrägliftbahn + Monorail



Beschreibung der Linienführung:

Sektion 1: Eisenbahn, als Verlängerung der Normalspur

Unterirdische Umsteigestation zwischen den Sektionen 1 und 2

Sektion 2: Schrägliftbahn (Standseilbahn) zur Überwindung der Höhendifferenz

Oberirdische Umsteigestation zwischen den Sektionen 2 und 3. Diese dient gleichzeitig der Erschliessung der Gemeinde Malix.

Sektion 3: Systemwahl offen, möglich sind alle oben genannten Systeme mit den jeweils vorgestellten Linienführungen. Sinnvoll erscheint die Wahl eines Systems mit hoher Transportgeschwindigkeit wie eine Adhäsionsbahn (Stahl-Stahl oder Stahl-Gummi), da durch die Umsteigevorgänge an den beiden Sektionstrennstellen bereits relativ viel Zeit verloren geht.

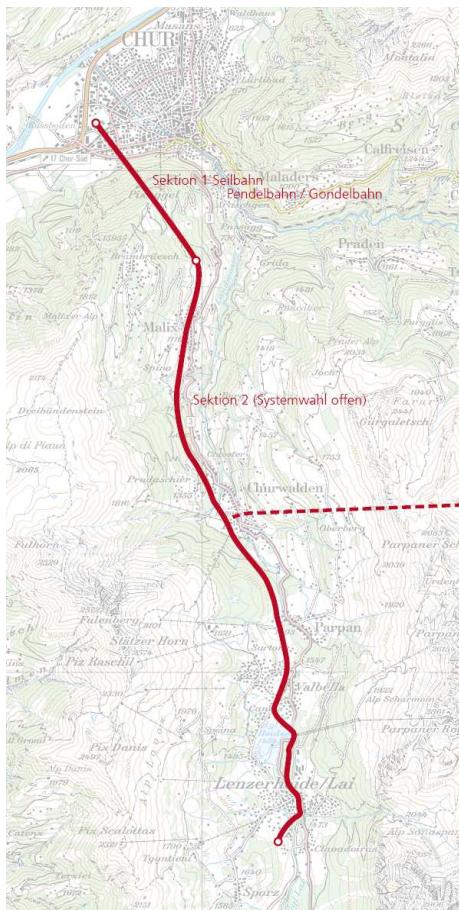
Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	Ø	✓
Vaz/Obervaz	Ø	Ø
Sonstiges Regionalzentrum	Ø	Ø
Anzahl Haltestellen	6	1

Kombination: Luftseilbahn + Monorail



Wiedergabe PK100 aufgrund Vertragsnummer:
DW091325

Beschreibung der Linienführung:

Sektion 1: Luftseilbahn als Gondel- oder Pendelbahn zur Überwindung der Höhendifferenz.

Oberirdische Umsteigestation zwischen den Sektionen 1 und 2

Sektion 2: Systemwahl offen, möglich sind alle oben genannten Systeme mit den jeweils vorgestellten Linienführungen. Sinnvoll erscheint die Wahl eines Systems mit hoher Transportgeschwindigkeit wie eine Adhäsionsbahn (Stahl-Stahl oder Stahl-Gummi), da durch die Umsteigevorgänge an der Sektionstrennstelle bereits relativ viel Zeit verloren geht.

Der Anschluss nach Arosa ist hier stellvertretend in Churwalden vorgesehen. Weitere Lösungsansätze zur Querverbindung nach Arosa, welche mit der vorliegenden Variante kombiniert werden können, sind dem Modul „Erschliessung Arosa“ zu entnehmen.

Erschlossene Gemeinden und vorgesehene Haltestellen:

Gemeinde/ Ortsteil	Haltestelle vorgesehen	Erschliessung möglich, jedoch keine Haltestelle vorgesehen
Malix	✓	
Churwalden	✓	
Parpan	✓	
Valbella	✓	
Gondelbahn	✓	
Lenzerheide	✓	
Lantsch/Lenz	✗	✓
Vaz/Obervaz	✗	✗
Sonstiges	✗	✗
Regional- zentrum		
Anzahl Haltestellen	6	1

A4 Einheitskostensätze zur Ermittlung der Investitionsausgaben

Folgende Kostensätze wurden mit den projektspezifischen Randbedingungen definiert und liegen den Investitionsausgaben zugrunde:

- **Planung und Projektierung:**
20% der Baukosten (exkl. Landerwerb)
- **Abbrüche:**
in erster Näherung pauschal je Gebäude 60'000 CHF, bei jedem Gebäude hinterfragt und gegebenenfalls angepasst
- **Hangsicherungen:**
zwischen 2'100 CHF/lfm (einfach Verhältnisse, kleine Höhendifferenzen) und 17'000 CHF/lfm (sehr hohe Stützmauern inkl. prov. Sicherungsmassnahmen für die Erstellung)
- **Kunstbauten – Brücken:**
30'000 CHF/lfm (Einspur) / 50'000 CHF/lfm (Doppelspur)
- **Kunstbauten – Tagbautunnel:**
30'000 CHF/lfm (Einspur) / 50'000 CHF/lfm (Doppelspur)
- **Kunstbauten – Tunnel (bergmännisch):**
42'000 CHF/lfm – 70'000 CHF/lfm (Einspur)
60'000 CHF/lfm – 100'000 CHF/lfm (Doppelspur)
- **Unterbau:**
1'300 CHF/lfm (leicht, Einspur) – 7'200 CHF/lfm (schwer, Doppelspur)
- **Oberbau:**
1'800 CHF/lfm (Adhäsionsbahn) / 2'400 CHF/lfm (Zahnradbahn) / 1'500 CHF/lfm (Strasse) / 2'500 CHF/lfm (Metro sur Pneu) / 3'000 CHF/lfm (Monorail-Schiene) / 12'000 CHF/lfm (Magnetschwebebahn)
- **Streckenausrüstung:**
5'000 CHF/lfm (Adhäsions- und Zahnradbahn) / 300 CHF/lfm (Strasse) / 2'000 CHF/lfm (Metro sur Pneu und Monorail) / 36'000 CHF/lfm (Magnetschwebebahn)
- **Einzelbauwerke:**
1.7 Mio CHF (Haltestelle Bahn und Metro sur Pneu) / 2 Mio CHF (Kreuzungsstelle Bahn)
1.5 Mio CHF (Haltestelle Monorail)
- **Grundstücke:**
500 CHF je m²

A5 Berechnungsfaktoren und Wertgerüste für die monetären Indikatoren

1.1 Bodenversiegelung

Die folgende Tabelle zeigt die zugrunde gelegten Wertgerüste und die Quelle.

Verkehrsträger	Differenzierung	Wertansatz	Dimension	Quelle
Schiene	Eingleisig	12'800	[CHF/(km*a)]	1)
	Zweigleisig	53'500	[CHF/(km*a)]	1)
Strasse	-	0.31	[CHF/(m ² *a)]	2)

1) Bundesamt für Verkehr: eNIBA: Elektronisches Rechentool für NIBA Benutzerhinweise zur Anwendung, Version 2009.1, Bern/Zürich, den 29. Juni 2009, Anhang A3.
 2) Vgl. SN 641 828: Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr – Externe Kosten, Version 7 nach Vernehmlassung, 29.12.2008.

2.1 Schadstoffemissionen und 2.2 CO₂-Emissionen

Berechnungsfaktor	Einheit	Quelle	CO ₂	NO _x	PM ₁₀	Zink
Emissionsfaktoren Schiene	[g/Brtkm]		Aufgrund 100% Wasserkraft in Graubünden keine Emissionen berechnet.			
Emissionsfaktoren Bus	[g/Fzkm]	1), 2)	1146	3.95	0.45	0.0135
Emissionsfaktoren PW	[g/Fzkm]	1), 2)	153	0.17	0.049	0.0014
Wertansatz	[CHF/t-Schadstoff]	2	99.14	271'328	21'915	959'041

1) Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: Luftschadstoffemissionen des Strassenverkehrs 1980 – 2030, Schriftenreihe Umwelt Nr. 355, Bern 2004..
 2) Vgl. SN 641 828: Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr – Externe Kosten, Version 7 nach Vernehmlassung, 29.12.2008.

3.1 Investitionskosten Infrastruktur

Berechnung der durchschnittlichen jährlichen Kosten aus den Investitionsausgaben der Varianten mittels der folgenden Nutzungsdauern und der sich daraus ergebenden Annuitätenfaktoren.

	Nutzungsdauer in Jahren	Annuitätenfaktor bei 2%/a
Hangsicherung, Brücken, Tagbautunnel	75	0.026
Tunnel bergmännisch, Unterbau	100	0.023
Oberbau Adhäsion	20	0.061
Oberbau Zahnrad	10	0.111
Oberbau Strassenbau (Deckschicht/Tragschicht)	25	0.051
Oberbau Monorail Magnetschwebebahn	40	0.037
Oberbau Monorail Kleinkabine, Grosskabine	20	0.061
Streckenausrüstung	25	0.051
Einzelbauwerke	80	0.025
Planung und Projektierung, Rückbauten	80	0.025

3.2 Betriebs- und Unterhaltskosten Infrastruktur inkl. Wintersicherheit

A) Unterhaltskosten für neue Anlagenteile

Strassenunabhängige Varianten: Unterhaltskostenfaktoren in Abhängigkeit von den Investitionsausgaben

	Unterhaltskostenfaktor [1/a]
Hangsicherung, Brücken, Tagbautunnel	0.011
Tunnel bergmännisch, Unterbau	0.011
Oberbau Adhäsion	0.029
Oberbau Zahnrad	0.043
Oberbau Monorail Magnetschwebebahn	0.023
Oberbau Monorail Kleinkabine, Grosskabine	0.036
Streckenausrüstung	0.035
Einzelbauwerke	0.011
Bahntrasse	0.005

Variante I: ÖV-Strasse: Unterhaltskostenfaktor von 0.053 Mio. CHF/(km*a) gemäss SN 641 826.

B) Kosten für Wintersicherheit (Schneeräumung)

Für alle Varianten (ausser E: Metro sur Pneu) wird für offene Strecken ein Kostensatz von **13'000 CHF je Streckenkilometer und Jahr** zugrundegelegt (Quelle: Rhätische Bahn: Vorstudie „Strecken- und Netzergänzungen RhB“, Zürich, 25. Mai 2004).

Variante **Metro sur Pneu**: Schätzung von **1.2 Mio. CHF je Jahr** (Annahmen: Heizung 80 Tage je Jahr; Energiebedarf: 300 W/m; offene Strecke 10 km, Heizdauer 24 h/Tag; Energiepreis: 10 Rp./kWh, Quelle:

http://www.ibchur.ch/ww/de/pub/meta/preise_und_agb/preise_elektrizit_t_ab_1_9_200.cfm

4.1 Markterlöse Betreiber

Zugrundegelegte Fahrpreise (Fahrt zweite Klasse mit Halbtax):

- Chur – Valbella: 4.5 CHF/Fahrt
- Chur – Arosa: 6.9 CHF/Fahrt

Die Markterlöse werden nun für die Strecke Chur – Lenzerheide – Arosa berücksichtigt (ohne Mehrfahrten bis Chur, da in diesem Raum auch keine Zusatzkosten durch die Zusatznachfrage berücksichtigt werden).

4.2 Betriebskosten Betreiber

Die Betriebskosten setzen sich zusammen aus den Anschaffungskosten für die Züge/Fahrzeuge, den Einsatzzeiten (Personal), dem Unterhalt der Züge/Fahrzeuge und dem Energiebedarf

Die systembedingt unterschiedlichen Anschaffungs- und Unterhaltskosten sind in der folgenden Tabelle ausgewiesen.

System	Variante	Anschaffungspreis Züge/Fahrzeuge [Mio. CHF./Einheit]	Unterhaltskostensatz [CHF/Zugkm] bzw. [CHF/Buskm]
Konventionelle Normal- oder Schmalspur	A: linke Talseite	10.0	2.0
	B1: Domleschg - Lenzerheide	10.0	2.0
	B2: Domleschg - Churwalden	10.0	2.0
	C: Rechte Talseite	10.0	2.0
	D: Zahnrad- und Adhäsionsbahn	8.0	2.5
E: Metro sur Pneu		14.0	3.0
Monorail	F: Kleinkabinen	0.5	0.5
	G: Grosskabinen	5.0	2.5
	H: Magnetschwebebahn	60.0	2.0
I: ÖV-Strasse		0.4	1.17 (inkl. Energie)

Die Zeitkostensätze für das Personal betragen 140 CHF/h bei den strassenunabhängigen Varianten und 58 CHF/h bei der Variante I: ÖV-Strasse.

Der Energiekostensatz beträgt 0.0043 CHF/Bruttotonnenkilometer.

5.1 Verbesserung der Erreichbarkeiten

Entsprechend NIBA werden die Nutzen des Stamm- und des Mehrverkehrs berechnet. Dabei werden die folgenden Wertgerüste angewendet:

Zugrundegelegte Fahrpreise (Fahrt zweite Klasse mit Halbtax):

- Chur – Valbella: 4.5 CHF/Fahrt
- Chur – Arosa: 6.9 CHF/Fahrt
- CH Rest – Chur: 18.5 CHF/Fahrt

Zeitkostensatz gemäss (SN 641 822a)

- Aufgrund von Beschleunigung: 17.65 CHF je Personenstunde
- Aufgrund von Häufigkeitsveränderungen: 6.44 CHF je Personenstunde

6.1 Tourismusumsatz in der Region

Die Berechnung des zusätzlichen Tourismusumsatzes in der Region erfolgt auf Basis der induzierten Fahrten. Die Anzahl Gäste wird unter folgenden Annahmen ermittelt:

- Anteil Touristen/Gäste an den Fahrten: 50%
- Anzahl Fahrten je Gast: 2.

Die Gäste haben durchschnittlich einen **Tourismusumsatz von 400 CHF je Gast zur Folge**.

Darin ist eine durchschnittliche Aufenthaltsdauer von 3.3 Tagen je Gast in Hotellerie und Parahotellerie unterstellt. Ferner ist ein Mix von Hotellerie/Parahotellerie/Tagesgast von 40/40/20 angenommen. Die Ausgaben je Hotellerie-, Parahotellerie- und Tagesgast und der regionale Umsatzmultiplikator von 1.37 sind der folgenden Untersuchung entnommen: Institut für Öffentliche Dienstleistungen und Tourismus der Universität St. Gallen: Untersuchung der regionalwirtschaftlichen und touristischen Effekte der geplanten Skigebietsverbindung Arosa-Lenzerheide-Tschiertchen, St. Gallen, April 2000.

7.1 Unfälle

Die Veränderung der Anzahl Unfälle wird mit den folgenden Unfallkostenraten berücksichtigt:

- Strassenunabhängige Fahrleistungen: 0.605 [CHF/Zugkm] (Quelle: eNIBA)
- Strassenfahrleistungen (Bus- und Pwkm): 0.2308 [CHF/Fzkm] (Quelle SN 641 824)