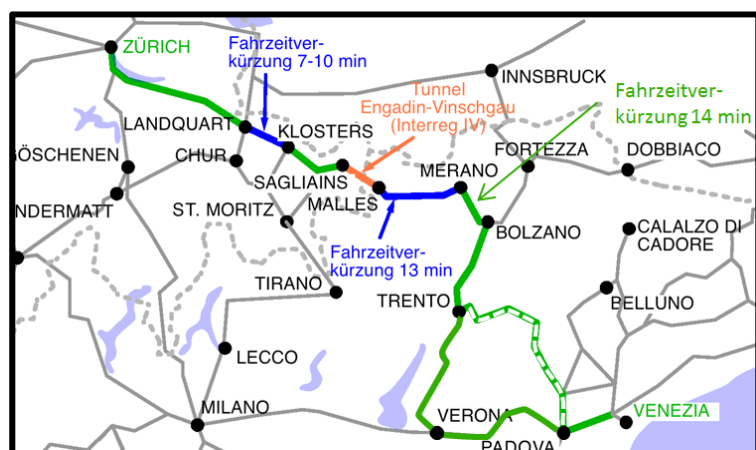


# Engadin – Vinschgau – Bahn (EVB)

Linienführung Sagliains – Mals / Schluderns  
(INTERREG –IV-Projekt)

Pro Engiadina Bassa (PEB)  
Wirtschaftsforum  
Chasa du Parc  
CH – 7550 Scuol  
—  
10. Februar 2012  
SCHLUSSENTWURF



## **IG Sesvenna**

---

### **Datum**

10. Februar 2012

---

### **Bericht-Nr.**

4993.001

---

### **Verfasst von**

E. Grämiger (B&H)

J. Matter (B&H)

J. Meyer (B&H)

S. Turcati (B&H)

D. Wurster (CSD)

L. Fanger (CSD)

H. Schmitt (CSD)

W. Hüsler (IBV)

L. Urbani (IBV)

T. Küng (GC)

N. Huder (GC)

---

### **Titelbild: Grafik zur Engadin Vinschgau Bahn**

Basler & Hofmann AG

Bachweg 1

CH-8133 Esslingen

CSD INGENIEURE AG

Compognastrasse 30

CH-7430 Thusis

Unterakkordantin:

IBV W. Hüsler AG

Olgastrasse 4

8001 Zürich

Externe Beiträge von:

grischconsulta AG

Sägenstrasse 8

CH-7000 Chur

---

### **Verteiler**

---

Pro Engiadina Bassa,

Amt für Energie und Verkehr GR



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Aufgabe und Vorgehen</b>	<b>2</b>
2.1	Auftrag INTERREG IV	2
2.2	Ziele des Richtplans und des Aktionskomitees	2
2.3	Vorgaben Bericht INTERREG-III von 2006	3
2.4	Vorgehen und Methodik INTERREG IV	5
<b>3.</b>	<b>Variantenfächer zur Linienführung</b>	<b>7</b>
3.1	Rahmenbedingungen	7
3.1.1	Perimeter und Anschlusspunkte	7
3.1.2	Trassierungsvorgaben und Lichtraumprofil	7
3.1.3	Geologische Hauptelemente	8
3.1.4	Landschaftliche Hauptelemente	10
3.2	Entwicklung des Variantenfächers der Grobvarianten	12
3.3	Beschrieb der Grobvarianten	15
3.3.1	Vorbemerkung und Übersicht	15
3.3.2	Portal Zernez	17
3.3.3	Portal Punt la Drossa	18
3.3.4	Portal Sagliains	19
3.3.5	Portal Sur En	20
3.3.6	Portal Fontana	21
3.3.7	Portal Scuol West	22
3.3.8	Portal Scuol Ost	23
3.3.9	Portal Scuol Ost 27	24
3.3.10	Portal Tschier / Portal Müstair	25
3.3.11	Portal Mals	27
3.3.12	Höhenverhältnisse der Portale	27
<b>4.</b>	<b>Vorselektion</b>	<b>28</b>
4.1	Beurteilungskriterien und Referenzvariante	28
4.2	Bessere Anbindung, Reisezeitverkürzungen	30
4.3	Optimierung des Mitteleinsatzes	30
4.3.1	Investitionskosten	30
4.3.2	Betriebskosten	31
4.4	Gewährleistung Alpenquerung, Möglichkeit des Autoverlads	32
4.5	Aufwärtskompatibilität mit einer Bahn nach Landeck und Bormio	32
4.6	Bautechnische Realisierbarkeit; Geotechnischer Schwierigkeitsgrad	33
4.7	Verträglichkeit mit der Landschaft	34
4.8	Gesamtbeurteilung und Auswahl der Feinvarianten	36

<b>5.</b>	<b>Die vier Feinvarianten</b>	<b>40</b>
5.1	Übersicht / Zusammenstellung	40
5.1.1	Allgemeine Bemerkungen zur Trasseeführung	40
5.1.2	Allgemeine Bemerkungen zum Rettungskonzept	41
5.1.3	Allgemeine Bemerkungen zur Geologie	42
5.1.4	Allgemeine Bemerkungen zum Betrieb	44
5.2	Variante 8; Sagliains – Müstair – Mals	45
5.2.1	Übersicht	45
5.2.2	Trassenführung / Kunstbauwerke	46
5.2.3	Geologie	48
5.2.4	Landschaft (siehe auch <i>Anhang 12</i> )	48
5.2.5	Betriebskonzept	49
5.3	Variante 14; Sagliains – Mals	50
5.3.1	Übersicht	50
5.3.2	Trassenführung / Kunstbauwerke	51
5.3.3	Geologie	51
5.3.4	Landschaft	52
5.3.5	Betriebskonzept	52
5.4	Variante 12a; Sagliains - Scuol – Müstair – Mals	54
5.4.1	Übersicht	54
5.4.2	Trassenführung / Kunstbauwerke	55
5.4.3	Geologie	57
5.4.4	Landschaft (siehe auch <i>Anhang 12</i> )	58
5.4.5	Betriebskonzept	59
5.5	Variante 18a; Sagliains – Scuol – Mals	61
5.5.1	Übersicht	61
5.5.2	Trassenführung / Kunstbauwerke	62
5.5.3	Geologie	62
5.5.4	Erläuterungen zur Landschaft (siehe auch <i>Anhang 12</i> )	62
5.5.5	Betriebskonzept // IBV	62
<b>6.</b>	<b>Variantenevaluation</b>	<b>64</b>
6.1	Zielkatalog und Gewichtung	64
6.2	Grossräumige Anbindung und Hemmung der Entvölkerung	67
6.3	Stärkung des Transitverkehrs	68
6.4	Inneralpine Vernetzung Engadin – Vinschgau	69
6.4.1	Bevölkerung im direkten Einzugsgebiet	69
6.4.2	Gästepotential im Einzugsgebiet	70
6.5	Regionalwirtschaftliche Impulse	71
6.5.1	Arbeitsplätze im Einzugsgebiet	71
6.5.2	Touristische Attraktivität der Bahnstrecke	71
6.5.3	Komfort An- und Verbindung touristische Attraktionen	71
6.6	Förderung der umweltschonenden Mobilität	72
6.6.1	Reisezeitverhältnis öV/mIV	72
6.6.2	Chancen für den regionalen Güterverkehr	72

6.7	Optimierung des Mitteleinsatzes	73
6.7.1	Baukosten	73
6.7.2	Betriebskosten	75
6.8	Aufwärtskompatibilität mit Bahnideen nach Landeck und Bormio	76
6.8.1	Übersicht	76
6.8.2	Scuol – Landeck	76
6.8.3	Vinschgau - Bormio (-Veltlin)	77
6.9	Bautechnische Realisierbarkeit	79
6.10	Verträglichkeit mit der Landschaft	80
6.11	Minimierung der Auswirkungen auf Siedlungen	82
6.12	Immissionsentlastung der Schutzgebiete	83
<b>7.</b>	<b>Die Bestvariante(n)</b>	<b>84</b>
7.1	Ergebnisse der Nutzwertanalyse (NWA)	84
7.2	Portfolioanalyse	86
7.3	Kosten-Wirksamkeitsanalyse (KWA)	88
<b>8.</b>	<b>Wege zur Konsensvariante</b>	<b>91</b>
8.1	Schlüssel-Erkenntnisse aus den Studien 2006 und 2011	91
8.2	Gemeinsamer Nenner für eine Konsensvariante	92
8.3	Fazit und Empfehlungen	92

**Anhang 1 Richtplan Kanton Graubünden - Themenplan Verkehr**

**Anhang 2 Details zu den Perronlängen**

**Anhang 3 Normalprofile GBT / LBT / Vereina und Lichtraumprofil EBV2**

**Anhang 4 Trassevarianten / Trasseestudien**

**Anhang 5 Grobbeurteilung „Reisezeitverkürzung“**

**Anhang 6 Grobbeurteilung „Investitionskosten“**

**Anhang 7 Grobbeurteilung „Geologie / Bautechnische Realisierbarkeit“**

**Anhang 8 Fotodokumentation Landschaft**

**Anhang 9 Grobbeurteilung „Landschaft“**

**Anhang 10 Ergebnis des Grobvariantenvergleichs**

**Anhang 11 Geologie und Bautechnik Feinvarianten**

**Anhang 12 Übersichten zur Landschaft**

**Anhang 13 Reisezeitverhältnis öV/mIV**

**Anhang 14 Indikatorenblätter**

**Pläne**

4993\_1\_001      Übersichtsplan Feinvarianten

4993\_1\_002 - 4    Längsprofile Feinvarianten

## 1. Zusammenfassung

Ziel der Studie / Auftrag	Im Rahmen des vorliegenden INTERREG-IV-Projektes „Neue Bahnverbindung Engadin – Vinschgau“, wurden die möglichen Trassierungsvarianten der neuen Bahnverbindung vertieft abgeklärt. Ziel der Studie und damit Gegenstand des Auftrages war die <u>Bestimmung der zweckmässigsten Linienführung der Engadin-Vinschgau-Bahn (EVB)</u> .
Perimeter	Der Untersuchungsperimeter wurde durch eine Linie westlich von Zernez – Sta. Maria und durch eine Linie östlich von Scuol – Mals vorgegeben. Der nördliche Endpunkt ist Sagliains (Südportal Vereinatunnel), der südliche liegt im Raum Mals/ Schluderns.
Phase 1 - Vorselektion	In einer ersten Phase wurde ein Fächer aus 27 Grobvarianten erarbeitet, womit ein vollständiges Variantenspektrum vorliegt. Nach dem Studium dieser Grobvarianten wurde – aufgrund qualitativer und quantitativer Kriterien – eine Vorselektion von zu vertiefenden Varianten getroffen.
Angewendete Kriterien	Die angewendeten Kriterien waren: Reisezeitverkürzungen auf den Relationen Mals – Sagliains und Müstair – Sagliains, Investitionskosten, Betriebskosten, Möglichkeit des Autoverlads, Aufwärtskompatibilität mit weiteren Bahnnetzerweiterungen, bautechnische Realisierbarkeit und Verträglichkeit mit der Landschaft. Die Vorselektion lieferte die Begründung dafür, weshalb ein Grossteil der denkbaren Varianten nicht sinnvoll ist und ausgeschieden werden soll.
Phase 2 – Studium der Feinvarianten	Vier Varianten wurden in der Phase 2 vertieft bearbeitet: <ul style="list-style-type: none"><li>- Variante 8) Sagliains – Müstair – Mals,</li><li>- Variante 14) Sagliains – Mals,</li><li>- Variante 12a) Sagliains – Scuol – Müstair – Mals und</li><li>- Variante 18a) Scuol – Mals.</li></ul>
Phase 3 - Auswahl der Bestvariante	In der Phase 3 wurde ein quantitatives Evaluationsverfahren (Kosten-Wirksamkeitsanalyse) mit über 12 gewichteten Zielsetzungen durchgeführt und die Bestvariante ausgewählt.
Ergebnis	Aus der Analyse geht hervor, dass die <u>Variante 18a Scuol – Mals (1.05 Mrd. CHF) die Bestvariante</u> ist. Unter Vernachlässigung der Kosten ist die Variante 12a Scuol – Müstair – Mals (1.50 Mrd. CHF) diejenige mit dem höchsten Nutzen. Es entsteht ein Spannungsfeld in der Diskussion über diese beiden Varianten.
Anschlusses Val Müstair	Die Variante über Müstair bedingt nebst dem Basistunnel auch eine Anschlusslinie von Müstair ins Vinschgau, der für sich alleine ca. 250 Mio. CHF kostet. In der Gesamtbetrachtung können die Mehrkosten der Variante 12a den eher geringen Mehrnutzen gegenüber Variante 18a nicht aufwiegen.
Fazit / Empfehlung	Aus diesem Fazit lassen sich folgende Empfehlungen ableiten: <ul style="list-style-type: none"><li>- Die Variante 18a Scuol– Mals ist vertieft zu prüfen. (z.B. Geologie Scuol / Mals)</li><li>- Mögliche neue Erkenntnisse für eine kostengünstigere Anbindung des Val Müstair sind in die weiteren Überlegungen einzubeziehen. (Bearbeitung durch beauftragtes Büro der Provinz Bozen.)</li></ul>

## 2. Aufgabe und Vorgehen

### 2.1 Auftrag INTERREG IV

#### Ziel

Im Rahmen des vorliegenden INTERREG-IV-Projektes „Neue Bahnverbindung Engadin – Vinschgau“, sollen die möglichen Varianten der neuen Bahnverbindung vertieft abgeklärt werden. Zusätzlich wird gewünscht, dass noch weitere Varianten geprüft werden. Ziel der Studie und damit Gegenstand des Auftrages ist die Bestimmung der zweckmässigsten Linienführung der Engadin-Vinschgau-Bahn (EVB).

Hierfür sind die in der INTERREG-III-Studie identifizierten Varianten innerhalb des Perimeters sowie weitere Varianten zu suchen und so zu vertiefen, bis folgende Fragestellungen zur EVB geklärt sind:

- Bestvariante der Linienführung,
- Betriebskonzept, inkl. Spurweite,
- Frage des Autoverlads,
- ggf. Lage der Autoverladeterminals.

#### Studieninhalt

Zuerst werden die technischen Randbedingungen des Projekts erarbeitet. Angesichts dieser Erkenntnisse sollen dann die o.g. Fragestellungen zur EVB geklärt werden. Schliesslich sind die gefundenen Lösungen zu skizzieren, die Kosten und die Wirtschaftlichkeit derselben zu quantifizieren, das Argumentarium für die politischen Instanzen zu formulieren und den Planungsprozess zu dokumentieren.

#### Wahl der Bestvariante der Linienführung, keine Prüfung der Zweckmässigkeit

Es soll die technische Bestvariante für eine Bahnverbindung Engadin – Vinschgau eruiert werden. In einer parallel laufenden Studie werden die volkswirtschaftlichen Aspekte der EBV untersucht<sup>1</sup>.

### 2.2 Ziele des Richtplans und des Aktionskomitees

Die Zielsetzungen einer Bahnverbindung vom Engadin in den oberen Vinschgau lassen sich anhand diverser Quellen dokumentieren, darunter:

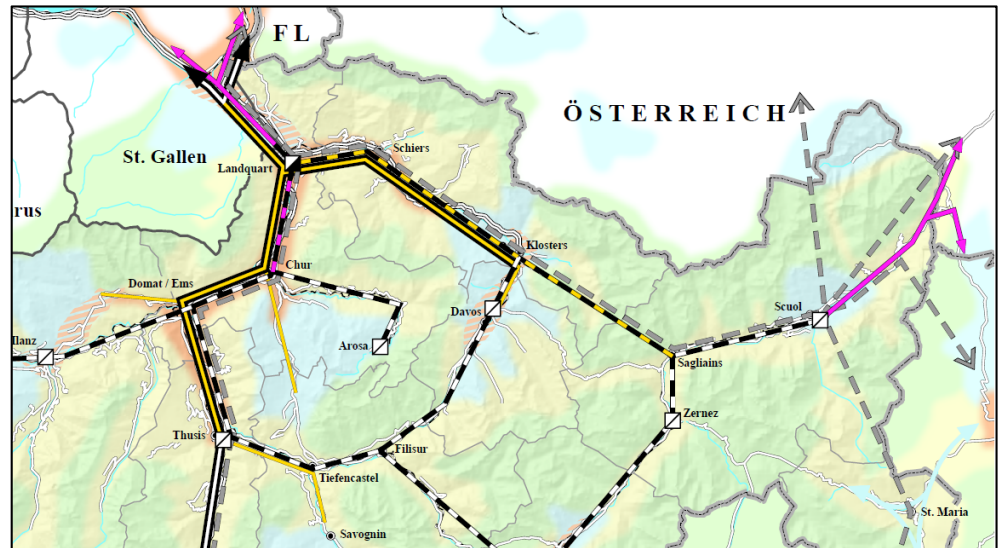
- [1] Bau-, Verkehrs- und Forstwirtschaftsdepartement Graubünden/ Autonome Provinz Bozen/Südtirol: "Bahnverbindung Unterengadin – Obervinschgau", Zürich 2006
- [2] Kanton Graubünden " Der kantonale Richtplan", Chur 2003, RIP 2000
- [3] Internationales Aktionskomitee Engadin-Vinschgau-Bahn: "Projekt-Antrag und Auftragsformulierung", Chur/Prad 2009

#### Richtplan GR

Aus dem Richtplan GR ist zu entnehmen, dass der Kanton Graubünden eine bessere Anbindung mit anderen Kantonen und mit dem nahen Ausland, die inneralpine Vernetzung, sowie die Gewährleistung der Alpenquerung anstrebt [1,3]. Die EVB ist im

<sup>1</sup> Auftrag an Grischconsulta AG, Chur. Einige Erkenntnisse aus jener Studie fliessen in diesen Bericht ein.

„Themenplan Verkehr“ eingetragen und im Anhang dazu als offen zu haltende Option erwähnt [2]. Siehe dazu den Kartenausschnitt in (Quelle: [www.richtplan.gr.ch](http://www.richtplan.gr.ch)) , sowie die Gesamt-übersicht im **Anhang 1**.



**Abbildung 1**  
Themenplan Verkehr, Richtplan Graubünden

Das Internationale Aktionskomitee weist auf die Stellungnahme der Bündner Regierung vom 15.11.2005 zum Sachplan Verkehr des Bundes darauf hin, dass der Bund, *"die Entwicklung des Eisenbahnnetzes im Rhätischen Dreieck mit einer Anbindung des Unterengadins an das Vinschgau (Südtirol) und an die Arlberglinie der ÖBB in Landeck zu unterstützen"* solle [3].

Das Aktionskomitee erwähnt folgende Zielsetzungen des Projektes [3]:

- Förderung der Wirtschaft und des Tourismus im Engadin und im Vinschgau,
- Hemmung der Entvölkerung durch Stärkung des alpinen Wohn- und Arbeitsraumes generell und die bessere Erschliessung der Val Müstair im Speziellen,
- Förderung einer umweltschonenden Mobilität für den Personenverkehr (für die Freizeit und das Pendeln) und den regionalen Güterverkehr,
- Optimierung des Mitteleinsatzes (Minimierung der Bau- und Betriebskosten),
- Aufwärtskompatibilität mit Bahnnetzerweiterungen nach Landeck und nach Bormio.

### 2.3 Vorgaben Bericht INTERREG-III von 2006

Im Dezember 2006 legten der Kanton Graubünden und die Provinz Bozen einen Bericht über die Bahnverbindung Unterengadin – Obervinschgau vor<sup>2</sup>. Gegenstand der Studie war die Suche nach Trassevarianten für eine Bahnverbindung zwischen den

<sup>2</sup> Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement Graubünden / Assessorat für Personal, Tourismus und Mobilität der Autonome Provinz Bozen/Südtirol: Bahnverbindung Unterengadin – Obervinschgau, Hauptbericht INTERREG-III-Studie (unter der Führung von IBV Hüsler AG, Zürich).

Regionen Engadin und Vinschgau innerhalb eines Perimeters, welcher das Engadin, das Vinschgau, das Münstertal und die Valle di Livigno umfasste:

Variantenstudium 2006

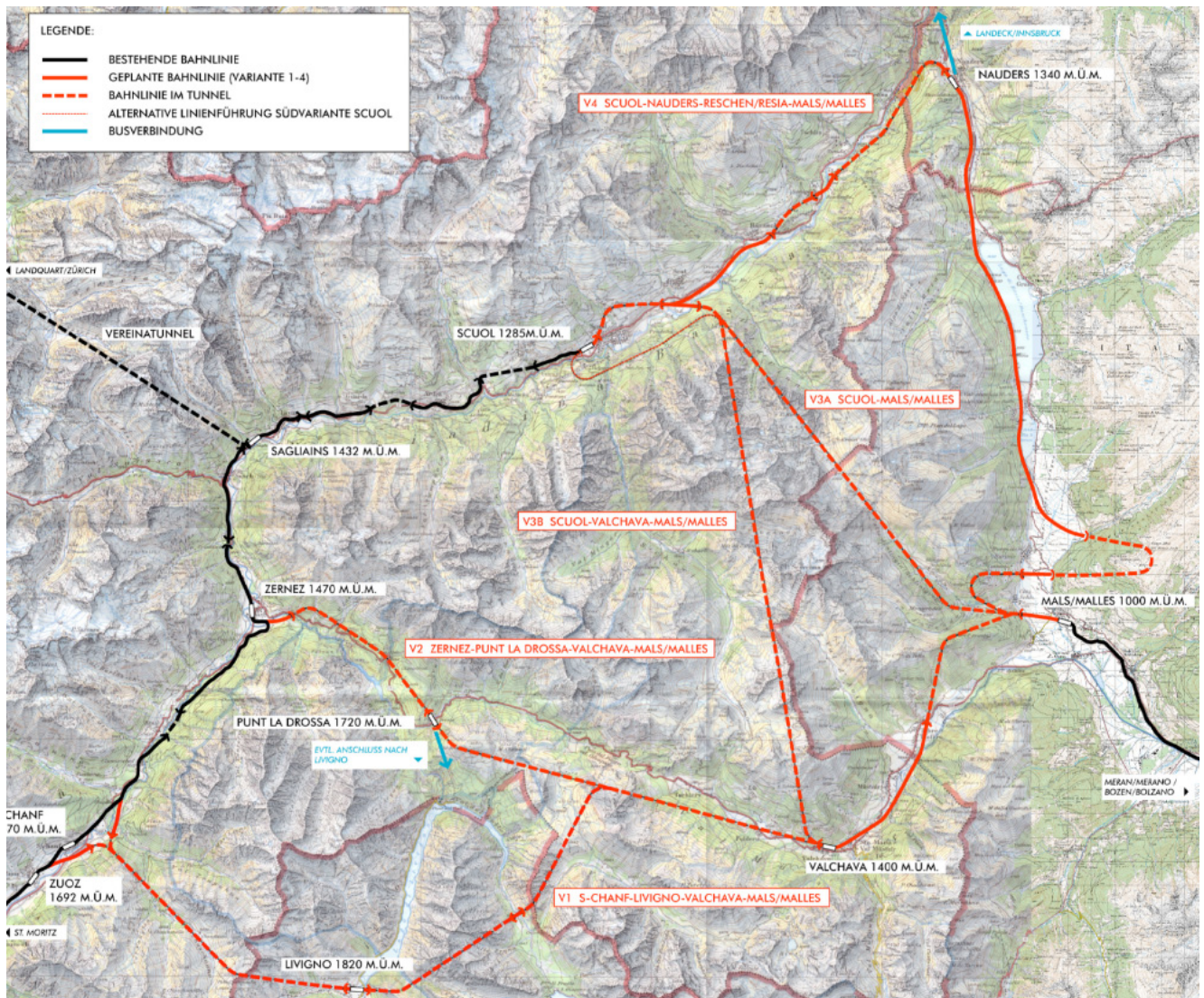
In diesem Gebiet wurden die fünf in Abbildung 2 dargestellten Varianten entwickelt. Die Auswirkungen wurden für ein um das obere Prättigau, Samnaun und das Veltlin erweitertes Gebiet beurteilt. Gegenstand der Untersuchung war die grobe Beurteilung folgender Aspekte:

- generelle Linienführung horizontal und vertikal, Querschnitt
- Geologie auf Basis bekannter Unterlagen (ohne weitere Bohrungen etc.)
- Möglichkeiten des Tunnelvortriebs
- Raumplanerische Aspekte
- Umweltaspekte
- Schätzung der Verkehrsnachfrage
- mögliche Betriebsformen
- Kostenschätzung

Die Schätzung der Verkehrsnachfrage basiert auf einer Verkehrsbefragung der Quell-Ziel-Beziehungen von etwa 1500 Personen, die spezifisch für die INTERREG-Studie am 1.9.2005 auf dem Ofen- und dem Rechenpass durchgeführt wurde.

Keine Auswahl der Bestvariante

Am Schluss der Studie wurde zwar ein Variantenvergleich gemacht, eine Selektion fand aber nicht statt. Die Vor- und Nachteile aller 5 untersuchten Varianten wurden einander gegenüber gestellt. Die Schätzung 2006 des Investitionsbedarfs schwankte zwischen 1.7 Mia. CHF für die Variante S-chanf – Livigno – Müstair – Mals und 0.9 Mia. CHF für die Variante Scuol – Mals, welche die kürzeste Verbindung zwischen den bestehenden Bahnen im Gebiet darstellt.



(Quelle: BVFD GR / IBV Hüsler AG)

**Abbildung 2**

Perimeter und Varianten der Studie INTERREG-III

## 2.4 Vorgehen und Methodik INTERREG IV

Das Vorgehen der vorliegenden Studie richtet sich grundsätzlich nach der Methodik der Zweckmässigkeitsbeurteilung<sup>3</sup> von Strassen, die sich grob in drei Phasen gliedert:

Phase 1: Öffnung des Variantenfächers und Vorselektion von zu vertiefenden Varianten, die zweckmässig erscheinen

Phase 2: Machbarkeit der verbleibenden Varianten

Phase 3: Variantenevaluation und Auswahl der Bestvariante

<sup>3</sup> Bundesamt für Strassen: "Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen", Jenni+Gottardi, 1997

Phase 1  
Grobvariantenstudium und  
Selektion der Feinvarianten

In der ersten Phase werden alle denkbaren Varianten mit den sie jeweils charakterisierenden Bauwerken beschrieben und in der Situation mit Prüfung der Höhenverhältnisse dargestellt. In dieser Phase ist wichtig, den Variantenfächer im Rahmen des vorgegebenen Korridors möglichst breit anzulegen, um sicher zu stellen, dass im Rahmen des Planungsprozesses keine voraussichtlich in Frage kommenden Varianten verloren gehen. Eine Vorausscheidung der Varianten hat dann zum Ziel, die Varianten zu bestimmen, für die es sich lohnt, vertiefte Untersuchungen vorzunehmen. Für jede Variante soll also bestimmt werden, ob sie weiterverfolgt wird oder nicht. Eine eigentliche Rangierung der Varianten untereinander ist vorerst nicht erforderlich. Die Vorselektion basiert auf einem Kriterienkatalog, der die Erfüllung der Zielsetzungen der EVB möglichst objektiv zum Ausdruck bringt.

Phase 2  
Ausarbeiten der Feinvarianten

Die zweite Phase bildet den Kern der vorliegenden Studie. Die Linienführung soll im Vergleich zur Studie 2006 so genau festgelegt werden, dass ihr Verlauf im Gelände und die Bedingungen der Realisierung – soweit aufgrund bestehender Informationen möglich – klar sind. Mit dieser Studie wird für jede vorselektionierte Variante eine sinnvolle Lösung als Nachweis der Machbarkeit vorgeschlagen. Ihr Verlauf und ihre Gestaltung können im Rahmen der folgenden Projektphasen noch Optimierungen und Anpassungen im Detail erfahren.

Diese Phase beinhaltet auch die Überprüfung, ob die technischen und/oder rechtlichen Rahmenbedingungen eingehalten sind oder ob diese die Definition der einzelnen Varianten für den Machbarkeitsnachweis bestimmen. Aus geologischer Sicht wäre hierfür die Erkundung des Gebirges sinnvoll. Eine solche ist aber sehr aufwendig, weshalb sie auf die Projektierungsphase verschoben wird, sobald klar ist, welche Variante man weiterverfolgen möchte.

Phase 3  
Evaluation und Empfehlung

Sofern sie sich als machbar erweisen, werden die vorselektionierten Varianten in der dritten und letzten Phase anhand eines quantitativen Evaluationsverfahrens beurteilt. Das Ziel dieser Evaluation welches gleichzeitig auch das Ziel dieser Studie ist besteht in der Auswahl der Bestvariante. Sie beinhaltet nicht nur eine abstrakte, mathematische Analyse, sondern eine darauf basierende, objektive Argumentation.

Am Schluss der dritten Phase steht fest, welche Variante zur Projektierung und Realisierung aus planerischer Sicht zu empfehlen ist und welche Begründungen zu diesem Entscheid geführt haben.

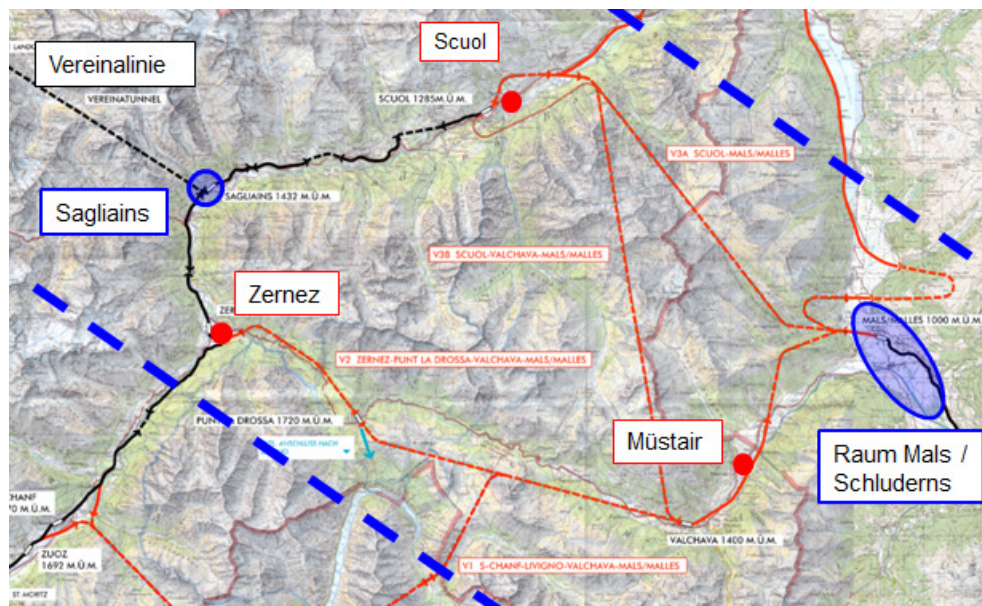
### 3. Variantenfächer zur Linienführung

#### 3.1 Rahmenbedingungen

##### 3.1.1 Perimeter und Anschlusspunkte

Festlegung des Perimeters

Der Untersuchungsperimeter wurde durch eine Linie westlich von Zernez – Sta. Maria und durch eine Linie östlich von Scuol – Mals vorgegeben. Die im Rahmen der INTERREG-III-Studie untersuchten Varianten über Livigno und über Nauders liegen ausserhalb dieses Perimeters und werden nicht weiter berücksichtigt.



**Abbildung 3**

Perimeter Studie 2011; Östliche und westliche Eingrenzung in blau, Varianten der INTERREG-III in rot

Der nördliche Endpunkt der EVB ist Sagliains (Südportal Vereinatunnel), der südliche liegt im Raum Mals/ Schluderns (Endpunkt der Vinschgerbahn). Alle Varianten sind für die Verbindung dieser beiden Punkte zu definieren.

##### 3.1.2 Trassierungsvorgaben und Lichtraumprofil

Für die Trassierung wurden folgende Parameter vorgeschrieben.

Längsneigung

Die maximale Längsneigung soll 25‰ betragen.

Zum Vergleich:

- Vereinatunnel (Meterspur)	15 ‰ (Selfranga – Sagliains)
- Gotthardbahn (Normalspur)	26 ‰
- Albulabahn (Meterspur)	35 ‰
- Zugwaldtunnel (Meterspur)	40 ‰ (Klosters – Selfranga)

Minimaler Kurvenradius

Ausserhalb des Bereiches von Stationen wird ein minimaler Kurvenradius von 350m definiert. Die Haupttunnels sollen mit dem grösstmöglichen Radius trassiert werden.

Länge der Perrons	Die Perronlänge in den Bahnhöfen / Haltestellen soll mindestens 220 m betragen. Diese Länge orientiert sich an der Komposition des Glacier Express, der sich heute maximal aus einer Lok und 11 Reisezugwagen (ca. 216m) zusammensetzt. Die Bahnhöfe / Haltestellen sollen auf 300m verlängert werden können. Zu den Perronlängen siehe auch <b>Anhang 2</b> .
Ausbaugeschwindigkeit	Mit den gewählten Parametern für vertikale und horizontale Linienführung wird eine relativ schnelle Verbindung mit einer Mindestgeschwindigkeit von 100 km/h ermöglicht. Bei der Wahl von entsprechendem Rollmaterial können die Geschwindigkeiten im fast geraden Haupttunnel bis 150 km/h für Normalspur und bis max. 120 km/h für Meterspur erhöht werden.
Lichtraumprofil	Wie bereits in INTERREG-III-Studie festgestellt wurde, wird für den Ausbruch eines einspurigen langen Tunnels aus logistischen Gründen eine zweispurige Stollenbahn Gleisanlage benötigt. Aus diesem Umstand ergibt sich ein Tunneldurchmesser, der ohne weiteres das Lichtraumprofil für Normalspur (EBV 2 <sup>4</sup> für Kombiverkehr, sowie Verkehr mit doppelstöckigen Reisezugwagen) umschliessen kann. Die Höhe des Profils gestattet einen Autotransport (auch mit Lastwagen bis 3.60m Eckhöhe. Zum Vergleich sind <b>Anhang 3</b> die Normalprofile des Vereinatunnels, des Gotthard Basis Tunnels und des Lötschberg Basis Tunnels angefügt.
Normalspur / Meterspur	<p>Die Entscheidung, ob die EVB auf Normal- oder Meterspur betrieben wird, hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Investitionskosten und kann damit offen gelassen werden.</p> <p>Bemerkung: Die Wahl der Spurweiten ist vom Betriebskonzept abhängig und davon, wie sich die Variante ins bestehende Netz einfügt. Schliesst die EVB an ein bestehendes einfaches Gleisende an, z.B. wie in Scuol, dann macht die Weiterführung des bestehenden Systems Sinn. Schliesst die EVB an einen bestehenden (Umsteige-) Knoten an, z.B. wie in Sagliains, kann das Zusammenführen verschiedener Spurweiten sinnvoll sein. Für einen allfälligen Autotransport empfiehlt sich eine Normalspurbetrieb.</p>
Zwischenangriff	<p>Für den Bau von über 30km langen Tunnels ist ein Zwischenangriff in Tunnelmitte aus logistischen und sicherheitstechnischen Gründen empfehlenswert und wurde im Rahmen der Studie geprüft. Siehe dazu die Ausführungen in Kapitel 5.2.1, sowie die Skizzen im <b>Anhang 4</b>.</p> <p>Bemerkung: Wenn die Bauzeit eine untergeordnete Rolle spielt, wie im vorliegenden Fall, ist ein Zwischenangriff nicht zwingend erforderlich.</p>

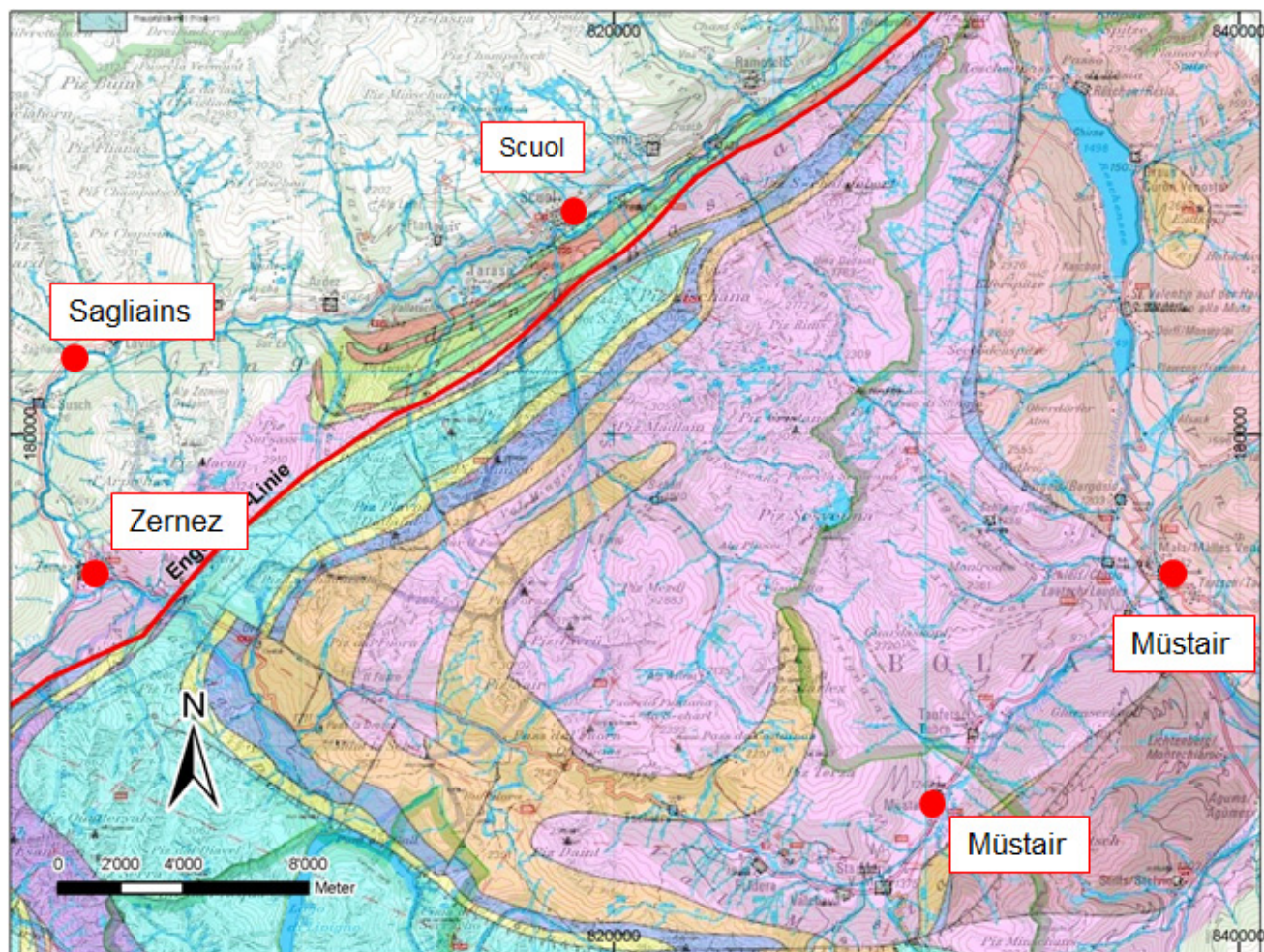
### 3.1.3 Geologische Hauptelemente

Die geologisch geotechnische Beurteilung der vorliegenden Studie stützt sich auf den geologischen Bericht von INTERREG III (2006, Modul D)<sup>5</sup>. Seit 2006 wurden keine weiteren geologischen Untersuchungen durchgeführt.

<sup>4</sup> Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV)

<sup>5</sup> INTERREG-III, Anhang zu Kapitel 3, Geologischer Bericht, Dr. M. Kobel 2006

Für die Tunnel der untersuchten Varianten sind die penninischen und ostalpinen Sediment- und Kristallin-Decken sowie die tektonisch bedeutende Störzone der Engadiner-Linie zu durchdringen.



(Quelle: Geologischer Bericht INTERREG III, 12/2006)

Abbildung 4

Perimeter und Varianten der Studie INTERREG-III

Nachfolgend eine tabellarische Zusammenstellung der geologischen Hauptelemente und deren bautechnischen Herausforderungen.

Tektonische Einheit	Geologische Einheit	Herausforderung
Penninikum: nordpenninisch	Bündnerschiefer: Kalkmergel und Sandkalke	Mineralquellen von Scuol-Tarasp
Penninikum: südpenninisch	Tasna-Decke: Schuppenzone aus unterschiedlichsten Gesteine: Serpentinit, granitisches Kristallin, Flysch, Konglomerate, Kalke und Schiefer	Durch Verschuppung unterschiedlichster Gesteine ist das Gebirge oft stark tektonisch beansprucht und aufgrund der Inhomogenität schwer prognostizierbar

Engadiner-Linie		Gebräches und druckhaftes Gebirgsverhalten
Oberostalpin: Silvretta-Decke	Silvretta-Kristallin: Amphibolithe, Gneise, Glimmerschiefer und Metagranitoide	Spannungsumlagerungen, Bergschlag
<i>Oberostalpin: S-charl-Decke (Kristallin)</i>	<i>Kristallin der S-charl-Decke: Sesvenna-Kristallin: Metagranitoide</i>	Spannungsumlagerungen, Bergschlag
Oberostalpin: S-charl-Decke (Sedimente)	Hauptdolomit: Dolomit (z.T. zuckerkörnig!), Kalke und Plattenkalke	<i>Wasserzutritte, gebräches (ev. schwimmendes) Gebirgsverhalten</i>
	Raibler Formation: Sandstein, Dolomit, Rauhwacke, Gips (Anhydrit?), Schiefer	<i>Evtl. Anhydrit-Quellung, grössere Wasserzutritte, stark gebräches (ev. schwimmendes) Gebirgsverhalten</i>
	Mittlere Trias: Kalke, Dolomit, z.T. Rauhwacken mit Gips (Anhydrit?)	<i>Evtl. Anhydrit-Quellung, grössere Wasserzutritte, stark gebräches (ev. schwimmendes) Gebirgsverhalten</i>
	<i>Chazfora-Formation: Konglomerate, Brekzien, Sand- und Siltsteine</i>	<i>Gebräches Gebirgsverhalten</i>

**Tabelle 1**

Geologischen Hauptelemente und bautechnische Schwierigkeiten

### 3.1.4 Landschaftliche Hauptelemente

Abgrenzung

Landschaftsprägend ist in erster Linie das Gebirgsmassiv des Schweizerischen Nationalparks. Da oberirdisch keine Variante diesen Landschaftsraum berührt, wird hier auf eine weitergehende Beschreibung verzichtet. Im Übrigen wird in Bezug auf die Beschreibung der Landschaften und der raumplanerischen Aspekte auch auf die INTERREG-III-Studie (2006) verwiesen.

Die berührten Landschaften sind durchwegs Talräume, welche durch talparallele Verkehrsträger und noch weitgehend konzentrierte Siedlungsbereiche geprägt sind.

In zahlreichen Inventaren und Schutzgebieten kommt die hohe Bedeutung der Talräume zum Ausdruck. Der Regionalverband bezeichnete in der regionalen Richtplanung die schützenswerten Landschaften als Landschaftsschutzgebiete oder als Kulturlandschaften mit besonderer Bewirtschaftung. Grundlage dafür bildeten das kantonale Natur- und Landschaftsschutzinventar und die Inventare des Bundes.

Landschaftliche  
Verträglichkeitsbeurteilung

Berücksichtigt in Bezug auf die Verträglichkeit mit Natur und Landschaft werden insbesondere herbeigezogen:

- Nationalpark und BLN-Gebiet (Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung) Nr. 1915 (Nationalpark und angrenzende Gebiete): Das BLN-Gebiet ist mehrheitlich als Landschaftsschutzgebiet bezeichnet. Nationalpark und BLN werden durch das Vorhaben nicht berührt (ausser Tunnelbauten)
- Landschaftsschutzgebiete gem. kantonalem und regionalem Richtplan

- Kulturlandschaften (Regionaler Richtplan): weisen die besonders wertvollen Abschnitte der weitgehend erhaltenen Stufenlandschaften (Nutzungsmuster der traditionellen Kulturlandschaftsnutzung) aus
- Auen nat. Bedeutung: einzelne Abschnitte von Inn und Rom (Münstertal) weisen eine besonders hohe Qualität als unberührte Auenbereiche mit hoher Dynamik auf
- Hoch- und Flachmoore: beschränken sich im Perimeter weitgehend auf die hinteren Talräume des Val S-charl und werden durch das Vorhaben nicht berührt
- Amphibienlaichgebiete (Inventar IANB): aktuell keine markanten Beeinträchtigungen zu erwarten / nicht berührt; detaillierte Betrachtung in den folgenden Projektierungsstufen.
- Naturschutzgebiete gem. kantonalem und regionalen Richtplan
- Zahlreiche Hänge sind als sonnenexponierte Flächen im Inventar der Trockenwiesen und – weiden als besonders schützenswert bezeichnet (vgl. TWW-Inventar; infolge der Kleinräumigkeit detailliert erst in weiteren Projektierungsschritten zu berücksichtigen; grossräumige Beeinträchtigungen momentan nicht anzunehmen).

#### Untere Engadin

**Untere Engadin** - Prägend ist das meist tief eingeschnittene Inntal, welches einen naturnahen Flusslauf aufnimmt. Die nördliche Talseite ist anthropogen<sup>6</sup> geprägt, der Nordhang dagegen meist wenig anthropogen verändert (abgesehen von der waldwirtschaftlichen Nutzung) und wenig erschlossen.

Besonders hervorzuheben sind die vielfältigen Strukturen einer noch erkennbaren traditionellen Kulturlandschaftsnutzung mit den Stufenlandschaften. Diese Flächen zeichnen sich aufgrund ihrer landschaftlichen Vielfältigkeit durch einen hohen biologischen Wert aus (Kleinräumigkeit, vielfältige Morphologie, vielfältige Lebensräume). Entsprechend ist ein Grossteil der nördlichen Talseite den Kulturlandschaften mit besonderer Bewirtschaftung zugewiesen (vgl. kantonaler Richtplan, Regionaler Richtplan). Siedlungserweiterungen und Infrastrukturausbauten mit wenig flexiblen Trassierungselementen sind schwierig in die sensible Landschaft einzupassen.

#### Val Müstair

**Val Müstair** - Das Val Müstair ist durch seine abgeschiedene Lage eine anthropogen wenig beeinträchtigte Kulturlandschaft. Die Ausweisung als regionaler Naturpark und Biosphärenreservat unterstützt die Bemühungen zu einer Entwicklung, welche landschaftliche Vielfalt und Unberührtheit als Ausdruck regionaler Identität fördert. Auch diese Landschaft ist im Perimeter der Feinvarianten weitgehend als Kulturlandschaft mit besonderer Bedeutung dargestellt.

#### Oberes Vinschgau

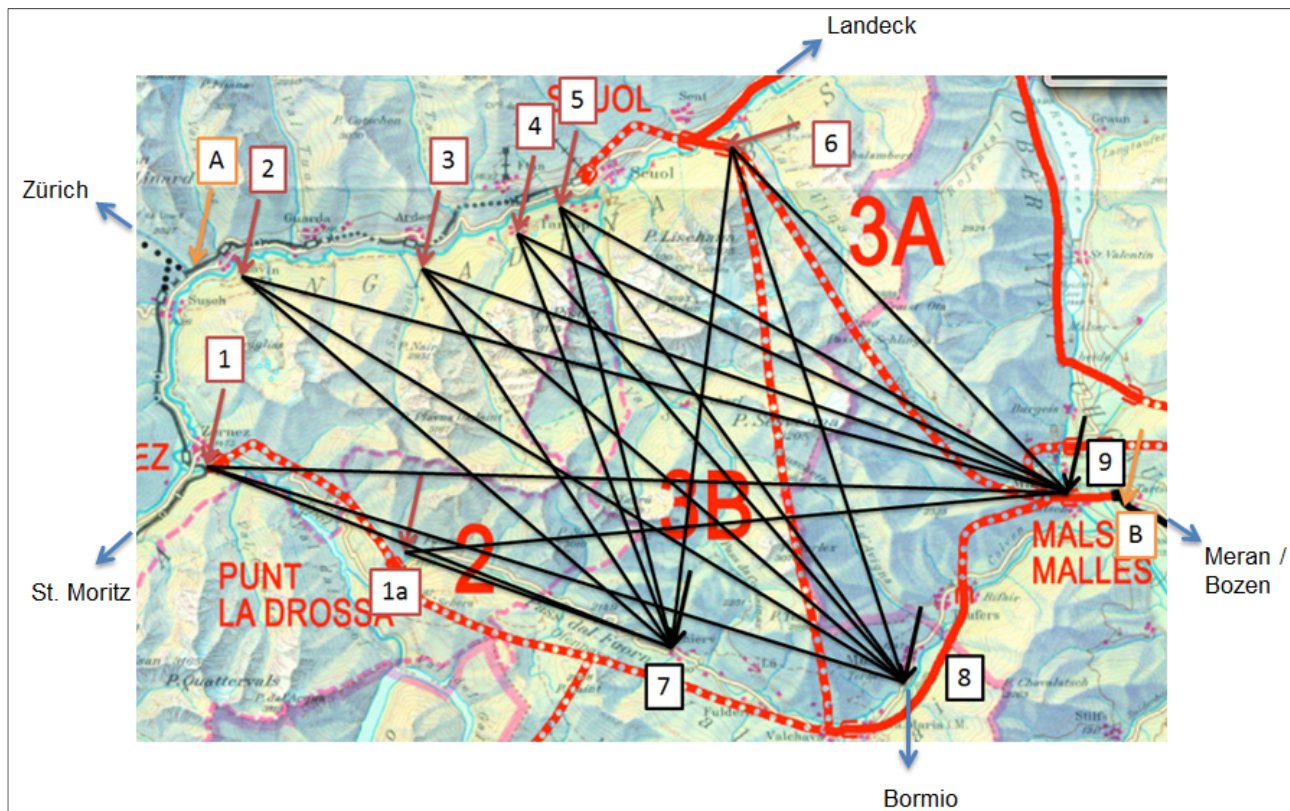
**Oberes Vinschgau** - dieser Landschaftsraum ist durch die steil aufsteigende Westwand gegenüber der offenen und flachen, dazu aber leicht geneigten weiten Ebene zum Reschenpass geprägt.

Bemerkung: Inventare und Schutzgebiets-Festlegungen Süd-Tirol liegen dem Studienverfasser nicht vor.

<sup>6</sup> Anthropogen – durch den Menschen

### 3.2 Entwicklung des Variantenfächers der Grobvarianten

Anlässlich einer Begehung vom 21./22.6.2011 im Unterengadin und im Oberen Vinschgau wurden alle aus topografischer Sicht in Frage kommende Tunnelportale für den Basistunnel der EVB vor Ort begutachtet. Es stellte sich heraus, dass das Nordportal an sieben und das Südportal an drei Orten sinnvoll sein könnte.



(Quelle: BVFD GR / IBV Hüsler AG / IG Sesvenna)

**Abbildung 5**  
Variantenfächer zur BEV

Die Varianten wurden einzeln aufgrund der möglichen Verknüpfungspunkte 1-6 bzw. 7-9 definiert (schwarze Verbindungen).

Nordportal im Raum Unterengadin (m.ü.M)	Südportal im Raum Val Müstair / Vinschgau (m.ü.M)
A – Anschlusspunkt Nord – Sagliains	B – Anschlusspunkt Süd – Raum Mals/Schluderns
1 Zernez (1'471)	7 Tschiers (1'660)
1a Punt la Drossa (1'711)	8 Müstair (1'260)
2 Sagliains (1'432)	9 Mals Station (997)
3 Sur En (1'420)	
4 Fontana (1'403)	
5 Scuol West (Kopfbahnhof) – Tarasp (1'280)	
6 Scuol Ost (Pradella) (1'220)	

Verzicht auf Varianten mit einer grossen Talquerung

Theoretisch wäre eine grosse Talquerung, welche zwischen Sagliains und Scuol von der RhB-Strecke nach Süden abzweigt denkbar. Durch die relative hohe Lage der RhB-Linie gegenüber dem tief eingeschnittenen Inn, wäre eine solche Brücke aber technisch äusserst anspruchsvoll und nicht ohne sehr grosse landschaftliche Einbussen zu realisieren. Wollte man z.B. an einer geeigneten Stelle nach dem Bahnhof Ardez (vor dem Tunnel Craistas) den Inn überqueren, ergäbe sich eine Brücke von ca. 141 m Höhe und 450 m Länge. Zum Vergleich: das Sitterviadukt der SOB, heute die höchste Eisenbahnbrücke der Schweiz, ist nur rund 90 m hoch und 365 m lang. Aus diesem Grund wurde auf Varianten mit einer Talquerung zwischen Lavin und Scuol verzichtet. Alternativ wurde die Möglichkeit des Baus einer Bahnlinie auf der Südseite des Inn untersucht (Portale 3, 4 und 5).

Variantenbildung inkl. Zufahrtsstrecken

Die Kombination zwischen Nord- und Südportallagen ergab in einem ersten Schritt 21 (7x3) denkbare Lagen des Basistunnels. Ein Basistunnel alleine gewährt aber noch keine Verbindung zwischen Sagliains (A) und Mals (B), weshalb erst die Definition der Zufahrtsstrecken ab den Anschlusspunkten A und B zum Basistunnel in Kombination mit dem Tunnel selbst eine "Variante" definieren.

Angriffspunkte Süd	7 - Tschiers	8 - Müstair	9 - Raum Mals / Schluderns	9 - Raum Mals / Schluderns <b>Plus</b>
Angriffspunkte Nord				
1 - Zernez	1	7	13	
1 - Zernez (via Punt la Drossa)	1a	7a	13a	
2 - Lavin	2	8	14	
3 - Sur En	3	9	15	
4 - Fontana	4	10	16	
5 - Scuol West	5	11	17	19
6 - Scuol Ost	6	12	18	20
6 - Scuol Ost 27	6a	12a	18a	21

**Tabelle 2**  
Übersicht über die Grobvarianten

Varianten in Scuol:  
Scuol Ost und Scuol Ost 27

Die Begehung in der Umgebung von Scuol ergab, dass grundsätzlich zwei unterschiedliche Zufahrtsstrecken von Osten zum Bahnhof Scuol – Tarasp (6) denkbar sind, namentlich als Tunnelstrecke um Scuol (Scuol Ost) oder entlang der Kantonsstrasse Nr. 27 (Scuol Ost 27).

Rückwärtige Erschliessung  
Val Müstair

Ferner stellt sich die Frage, ob das Val Müstair durch eine Stichbahn aus dem Raum Mals / Schluderns erschlossen werden soll. Eine solche „rückwärtige Erschliessung des Münstertals“ macht für die Varianten ab Scuol Sinn und deshalb wurde diese Option in den Variantenfächer aufgenommen wurde (Varianten 19 bis 21).

## Variantenfächer

Insgesamt wurden 27 Varianten kombiniert und untersucht:

- 21 verschiedene Lagen des Basistunnels (21 "Basisvarianten"),
- Varianten in Scuol; Scuol Ost und Scuol Ost 27
- Rückwärtig Erschliessung Mals – Val Müstair

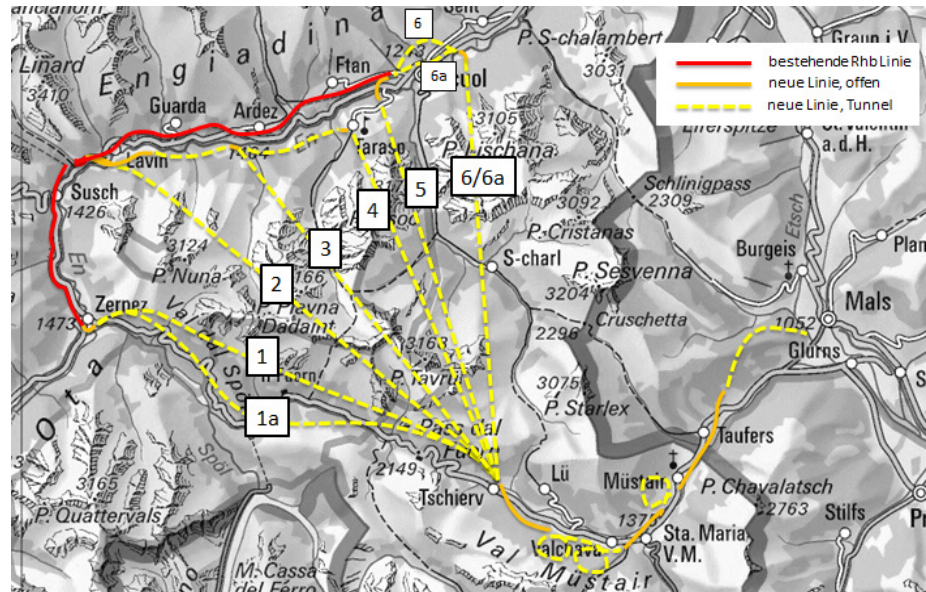
### 3.3 Beschrieb der Grobvarianten

#### 3.3.1 Vorbemerkung und Übersicht

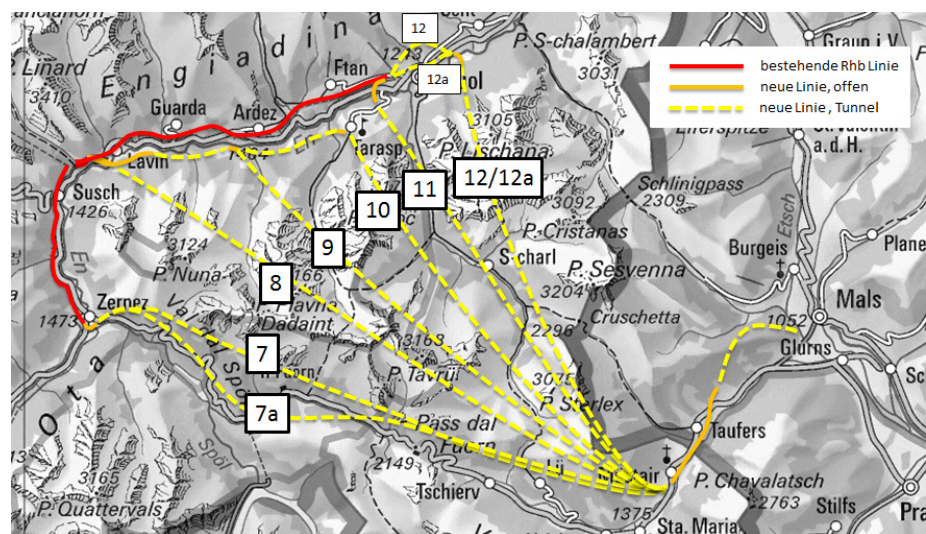
Die Grobvarianten charakterisieren sich hauptsächlich durch

1. die Linienführung der Zufahrtsstrecken zu den Portalen, sowie
2. den sich ergebenden Tunnellänge.

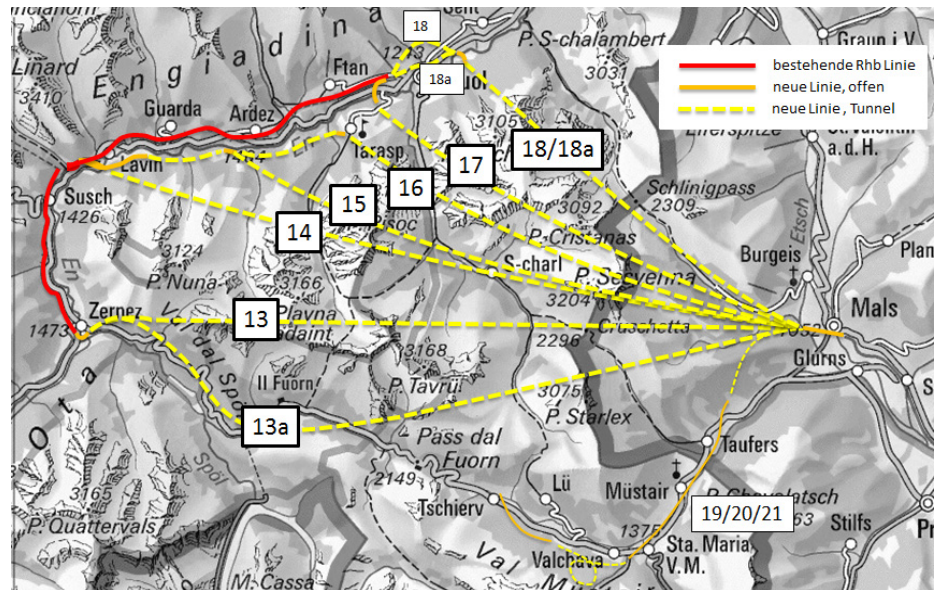
Nachfolgend werden beide Elemente detaillierter erläutert. Die eigentlichen Grobvarianten ergeben sich aus der Kombination der Elemente.



**Abbildung 6**  
Varianten 1 bis 6a nach Tschiers

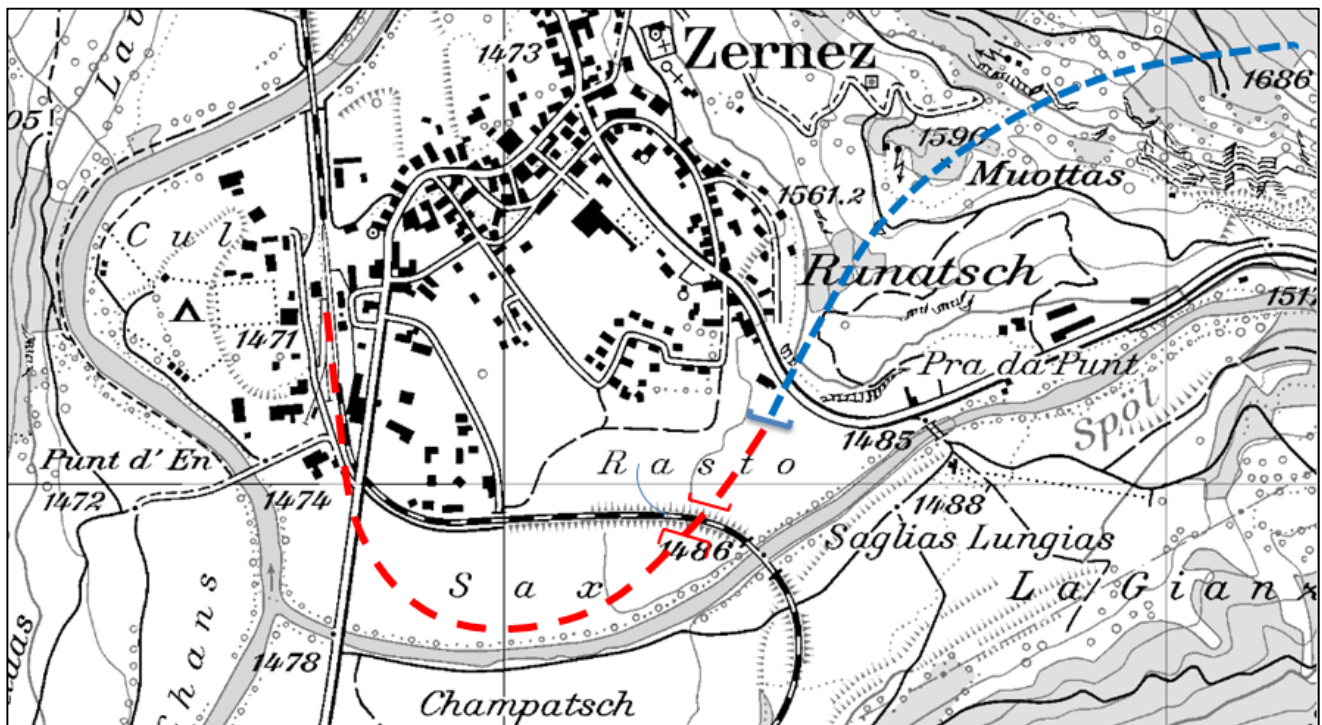


**Abbildung 7**  
Varianten 7 bis 12a nach Münstair



**Abbildung 8** – Varianten 13 bis 18a nach Mals und rückwärtige Erschließung nach Müstair

### 3.3.2 Portal Zernez



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 9**

Linienführung in Zernez

Die Zulaufstrecke zum Portal des Haupttunnels in Zernez verläuft ab Sagliains auf dem bestehenden RhB-Trasse. Ab dem Bahnhof Zernez zweigt die EVB von der bestehenden Strecke ab und unterquert in einem weiten Bogen die RhB-Strecke nach St. Moritz, welche in einer weiten Kehre nach Osten an Höhe gewinnt. Das Portal der EVB könne in die Nähe der Ofenpassstrasse zu liegen.

Streckenbeschleunigung  
Sagliains-Zernez

Um einen effizienten Betrieb der EVB zu gewährleisten, müsste die Strecke zwischen Sagliains und Zernez beschleunigt werden. Insbesondere der enge Radius im 66m langen Praschitsch –Tunnel kurz vor Zernez müsste mit dem Bau eines längeren Tunnels ersetzt werden. Weitere Beschleunigungsmassnahmen auf der bestehenden RhB-Strecke wurden nicht untersucht.

### 3.3.3 Portal Punt la Drossa

Anschluss an den Munt-la-Schera-Tunnel

Punt la Drossa bezeichnet das Nordportal des wechselseitig einspurig befahrbaren Munt-la-Schera-Strassentunnels nach Livigno. Der Tunnel ist 3385m lang und ermöglicht einen Busbetrieb zwischen Zernez und Livigno (1 Umlauf alle zwei Stunden).

Haltestelle Punt la Drossa

Die Idee einer Haltestelle in Punt la Drossa besteht einerseits darin, den Anschluss an diesen Tunnel nach Livigno, bzw. den Busbetrieb zu verkürzen und andererseits, den Nationalpark mit der Bahn direkt zu erschliessen. Die Haltestelle käme inmitten des Nationalparks zu liegen und könnte touristisch genutzt werden. Ein Autoverlad in diesem landschaftlich sensiblen Gebiet wird ausgeschlossen.

Die Haltestelle Punt la Drossa kann man sich als ein Aufschluss eines Tunnels ab Zernez vorstellen. Die Haltestelle käme im Scheitelpunkt des Bahntunnels auf 1720m Höhe zu liegen. Die direkte Verbindung nach Zernez ist zu kurz für eine Rampe mit 25 ‰ und der Tunnel müsste künstlich verlängert werden um die nötige Abwicklung sicherstellen zu können.

Die Möglichkeit einer tiefer liegenden Haltestelle in Kombination mit einer Liftverbindung an die Oberfläche wurde aus Kosten/Nutzenüberlegungen in diesem Auftrag nicht untersucht.

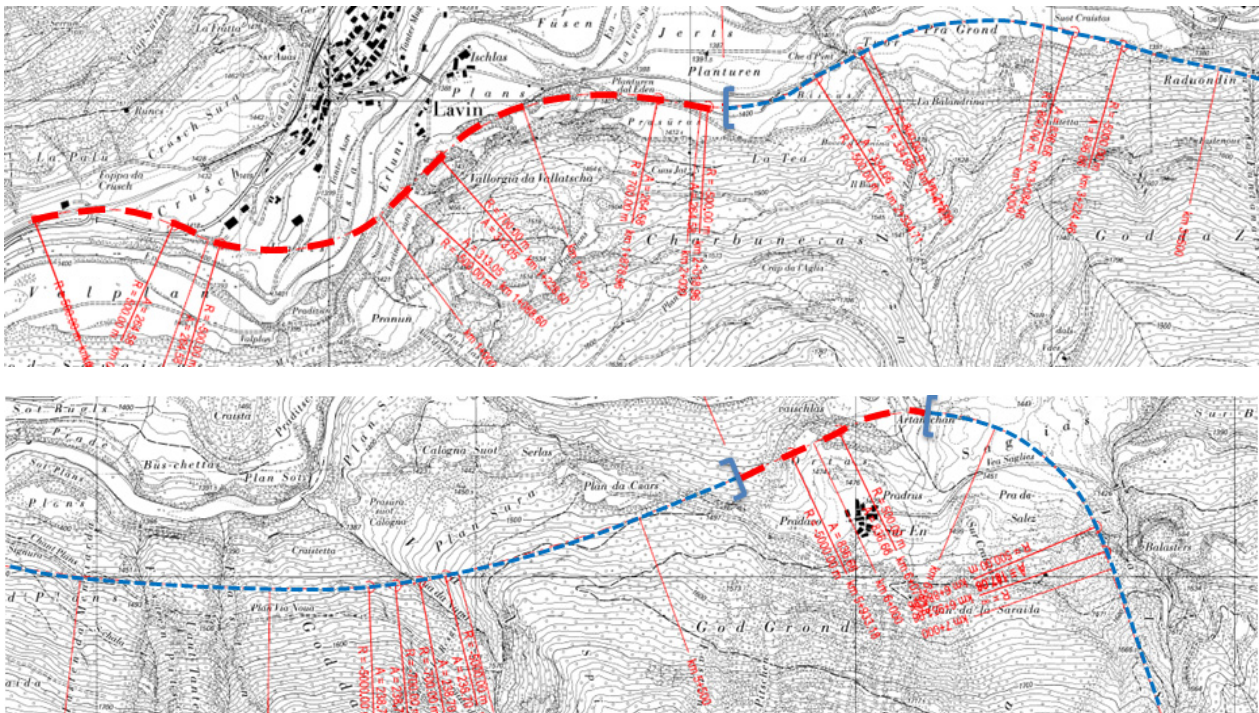


### 3.3.5 Portal Sur En

#### Portal Sur En

Ein mögliches Portal auf der Südseite des Engadins bietet sich in Sur En an. Der kleine Weiler schräg gegenüber von Ardez liegt auf einem moderat abfallenden Plateau, das den logistischen Anforderungen genügen würde.

Die Zufahrtsstrecke zu diesem Portal ist in der Abbildung 11 dargestellt. Zu Beginn verläuft die Linienführung ähnlich wie zum Portal Sagliains, verläuft dann aber am Nordhang bis zum ersten Tunnelportal.



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 11**

Linienführung ab Sagliains zum Portal in Sur En (Tunnelstrecken in blau)

Durch die steile Topographie (50% - 60% Neigung) und die weit in die Bergflanken einschneidenden Seitentäler, lässt sich die Zufahrtsstrecke zum Portal in Sur En wirtschaftlich nur durch einen ca. 3km langen Tunnel realisieren.

### 3.3.6 Portal Fontana

Die Idee dieser Variante besteht darin, Scuol mit einer Busverbindung via Vulpera (Tarasp) an die EVB anzubinden. Dazu würde die oben beschriebene Bahnstrecke nach Sur En nach Fontana (Tarasp) verlängert.

Zufahrtsstrecke ab Sur En

Auch hier lassen die steile Topographie und die weiten Geländeeinschnitte nur die Realisierung von Zufahrtstunnels zu. Ab Sur En wären drei weitere Tunnel mit einer Gesamtlänge von 4650m nötig. Dazu käme ein grosses Brückenbauwerke über das Val Plavna vor Fontana.

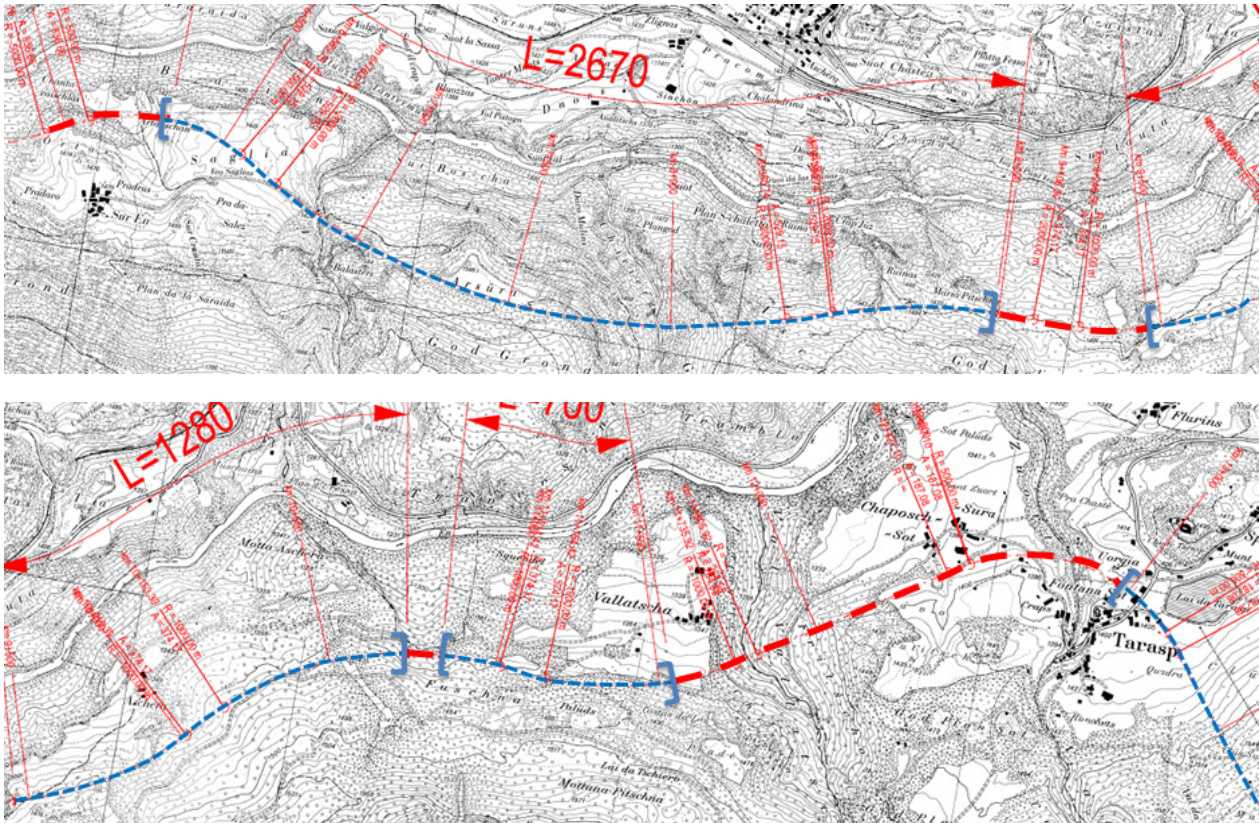


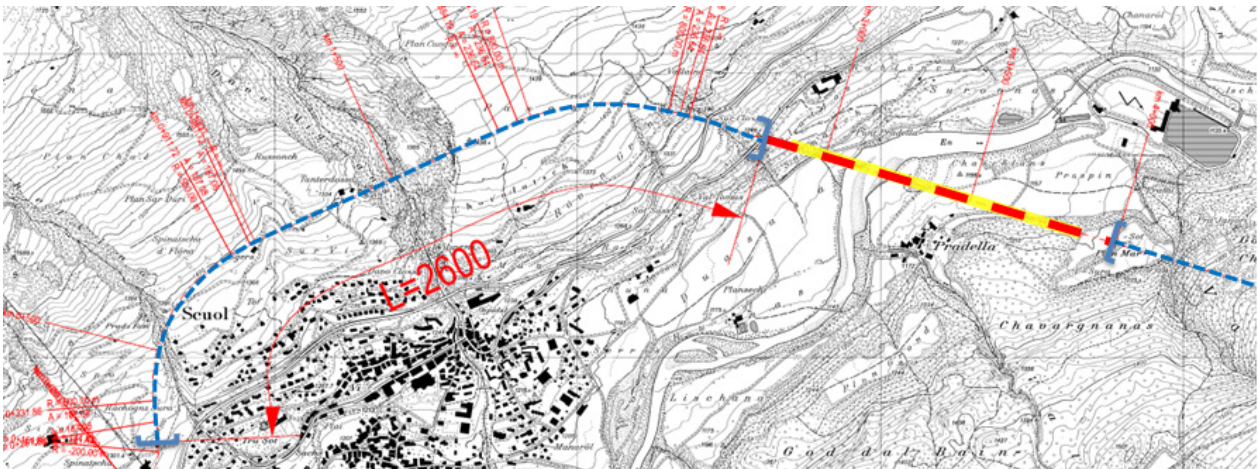
Abbildung 12

Linienführung ab Sur En zum Portal in Fontana (Tunnelstrecken in blau)

(Quelle: B&H / IG Sesvenna)



### 3.3.8 Portal Scuol Ost



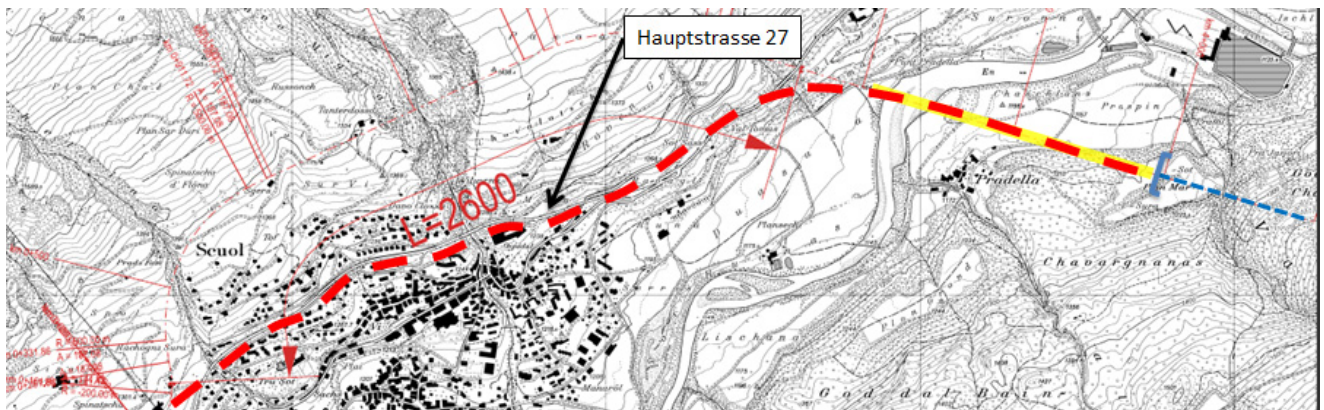
**Abbildung 14** - Linienführung ab Sagliains zum Portal in Sur En  
(Tunnelstrecken in **blau** / Brücke **gelb-rot**)

(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

Die Linienführung zum Portal Scuol Ost verläuft durch einen nördlichen Umfahrungstunnel von Scuol. Das Ostportal dieses Tunnels kommt ca. 1km östlich von Scuol zu liegen und ab dem Ostportal geht das Trasse direkt in eine grosse Talquerung über. Über dem Inn hat dieses Brückenbauwerk eine Höhe von ca. 80m. Mit einer Gesamtlänge von über 1km wird dieses Bauwerk das Landschaftsbild erheblich verändern.

Das Tunnelportal der EVB kommt beim Kraftwerk Pradella zu liegen. Die logistische Anbindung während der Bauzeit ist via dem Weiler Pradella sichergestellt.

### 3.3.9 Portal Scuol Ost 27



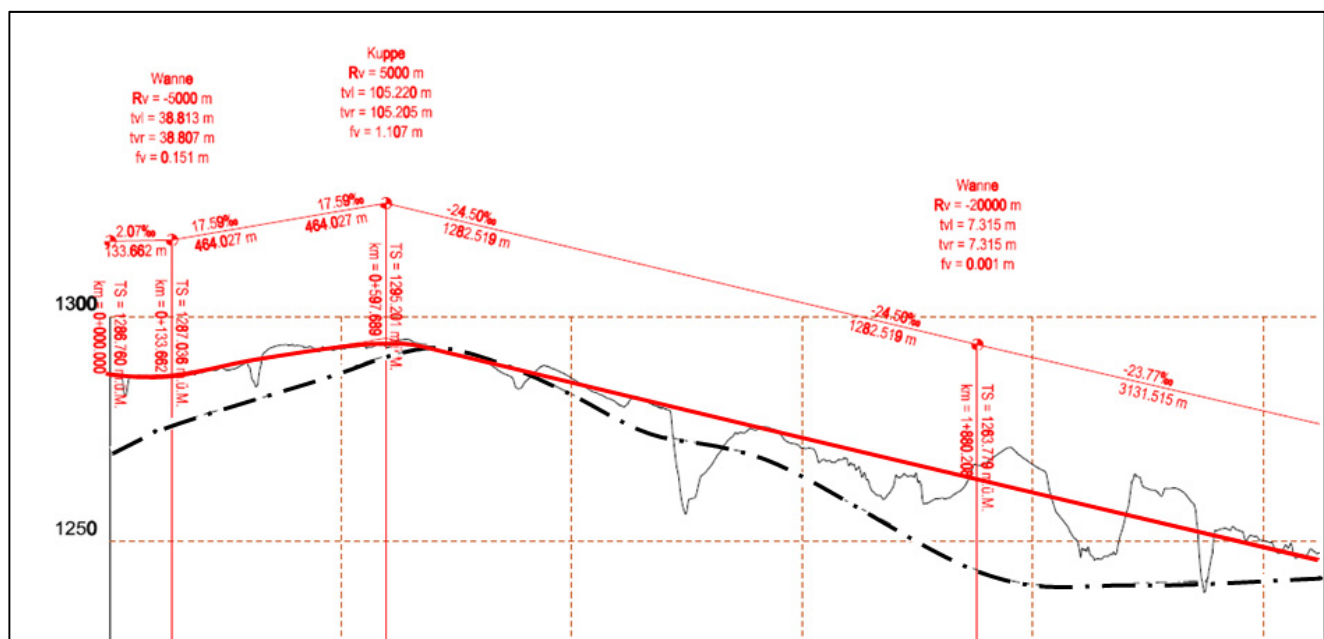
(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 15**

Scuol Ost 27 – Verlauf entlang der Umfahrungsstrasse (Hauptstrasse 27)

Die Idee der Variante Scuol Ost 27 ist, dass das Bahntrasse der Umfahrungsstrasse von Scuol (Hauptstrasse 27) folgt.

Die Analyse des Strassenprofils zeigt, dass die Neigungen der Strasse markant über dem Grenzwert von 25‰ liegen und die Linienführung einige grosse Anpassungen an den bestehenden Stützbauwerken der Strasse verlangt. In Abbildung 16 sind die unterschiedlichen Achsen von Bahn und Strasse dargestellt.



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 16**

Scuol Ost 27 – Höhenverlauf von Bahn und Hauptstrasse  
 (Hauptstrasse 27 strichpunktiert / Bahnachse rot)

Die Erschliessung des  
Münstertals

### 3.3.10 Portal Tschier / Portal Müstair

Die beiden Portale in a) Tschier und b) Müstair ergaben sich aus zwei grundsätzlich verschiedenen Ansätzen für eine Bahnerschliessung ins Münstertal, nämlich:

- a) die Erschliessung der landschaftlichen Schönheit des Münstertals und damit ein möglichst weit ins obere Tal reichende Linienführung,
- b) die reine verkehrstechnische Anbindung des Münstertals, und damit eine möglichst landschaftsschonende Linienführung mit nur einer Station auf Schweizer Seite.

Die Linienführung im Münstertal ist in den Abbildung 17 und Abbildung 18 dargestellt.

Die im Val Müstair charakteristischen Geländestufen können nur durch Kehrtunnels überwunden werden. So sind vom Portal in Tschier (1660m) nach Sta. Maria (1380m) zwei Kehrtunnels notwendig um die nötige Abwicklung von mindestens 11km zu erreichen. Ein weiterer Kehrtunnel ist zwischen Sta. Maria (1380m) und Müstair (1260m) notwendig.

Von Sta. Maria nach Taufers kann das Trasse offen geführt werden. Von Taufers nach Mals wird noch einmal ein rund 8 km langer Tunnel nötig, um die Höhendifferenz mit einem Gefälle von weniger als 25 ‰ zu überwinden.

Weitere Studien für Trassevarianten finden sich im **Anhang 4.2**.

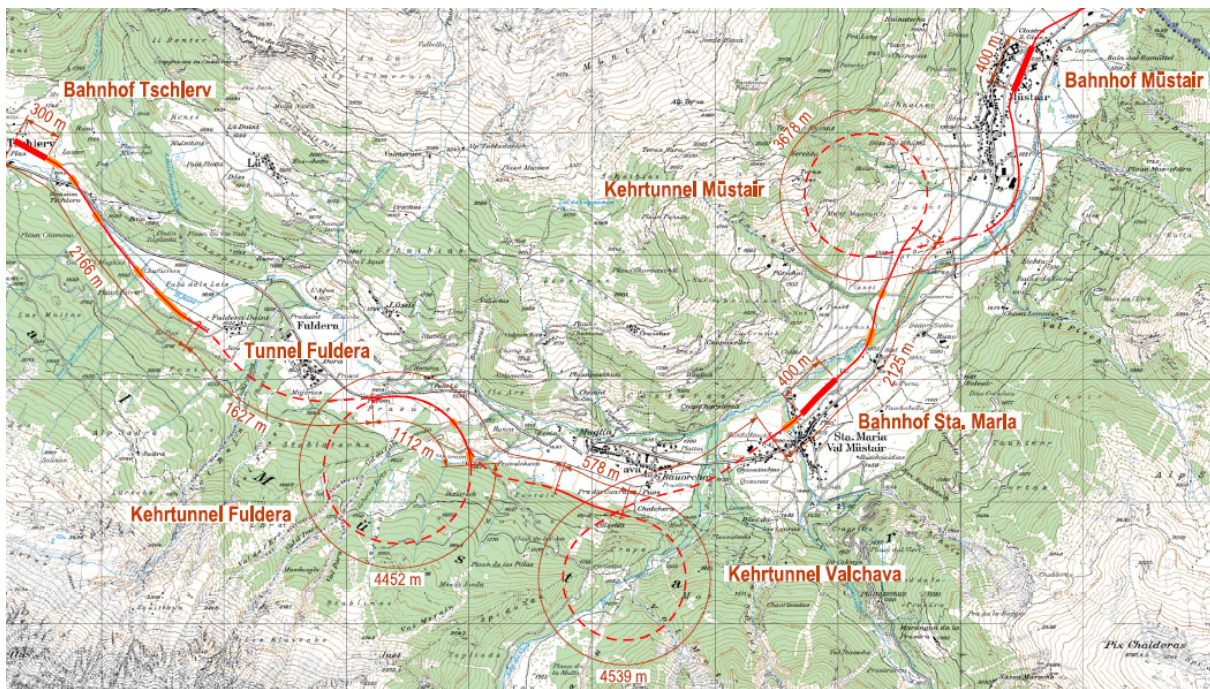


Abbildung 17

Linienführung im Val Müstair (Tschiers – Müstair)

(Quelle: B&amp;H / IG Sesvenna)

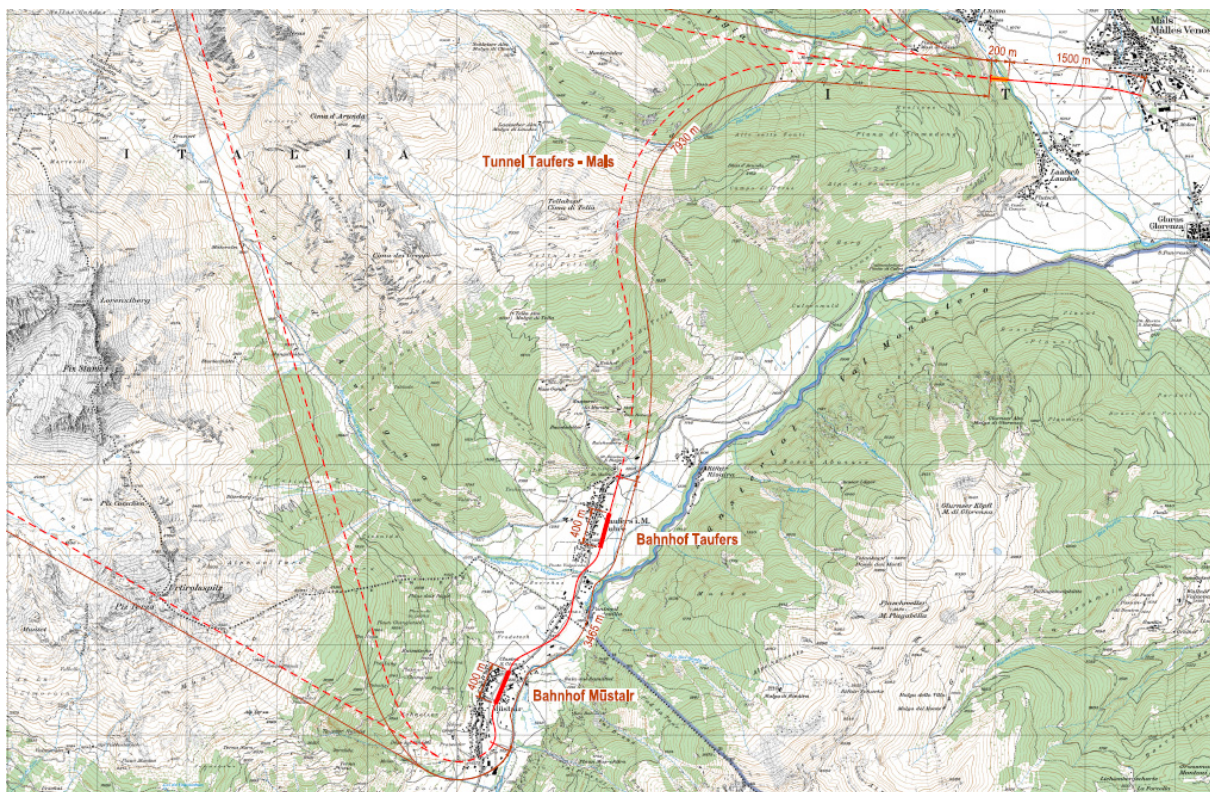


Abbildung 18

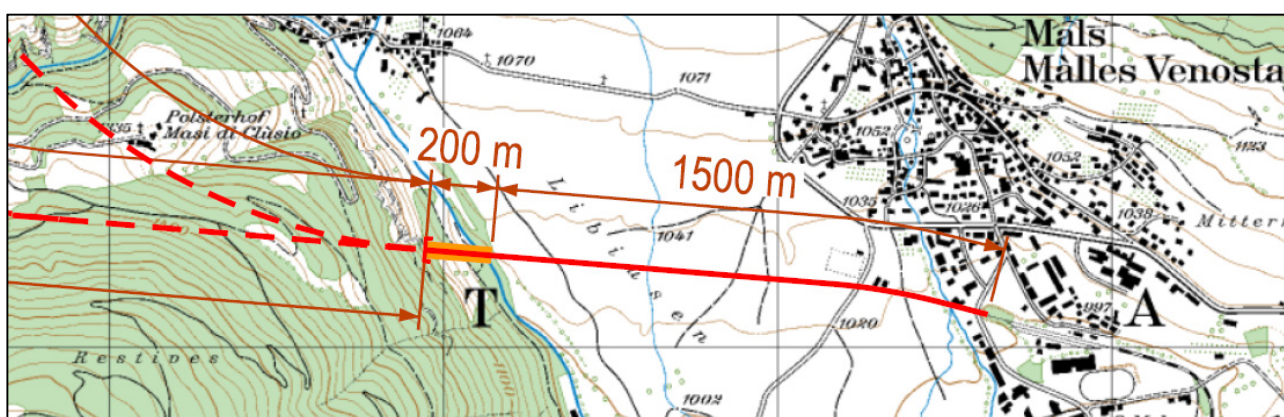
Linienführung im Val Müstair (Müstair – Mals)

(Quelle: B&amp;H / IG Sesvenna)

### 3.3.11 Portal Mals

Die in Abbildung 19 dargestellte Linienführung in Mals entspricht zwar der einfachsten und offensichtlichsten Lösung, die Möglichkeiten für alternative Linienführungen, z.B. in Kombination mit der Anbindungen weiterer Ortschaften ist aber offen.

Die vorliegende Studie war auf das Studium der Linienführungen auf Schweizer Seite konzentriert. Die Linienführung auf Südtiroler Seite wird durch Südtiroler Büro bearbeitet. Es besteht keine Einschränkung durch die Höhenlage des Portals. In der skizzierten Variante liegt das Portal auf rund 1000 m.ü.M.. Auch wenn das Portal weiter südlich geschoben wird, kann das minimale Gefälle in den Tunnels noch eingehalten werden.



**Abbildung 19**  
Linienführung zum Portal in Mals

(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

### 3.3.12 Höhenverhältnisse der Portale

		Tschierv				Müstair				Mals			
		Höhe	Differenz	Länge Tunnel	Neigung	Höhe	Differenz	Länge Tunnel	Neigung	Höhe	Differenz	Länge Tunnel	Neigung
	m.ü.M.	m	m	m	‰	m.ü. M.	m	m	‰	m.ü. M.	m	m	‰
	m.ü.M.												
Zerneß	1'490	1'660	-170	20'500	-0.83%	1'280	210	28'000	0.75%	1'000	490	33'100	1.48%
Sagliains	1'420	1'660	-240	23'800	-1.01%	1'280	140	30'000	0.47%	1'000	420	33'300	1.22%
Sur En	1'400	1'660	-260	20'400	-1.27%	1'280	120	26'300	0.46%	1'000	400	29'700	1.35%
Fontana	1'400	1'660	-260	18'000	-1.44%	1'280	120	22'500	0.53%	1'000	400	24'400	1.64%
Scuol West	1'280	1'660	-380	18'700	-2.03%	1'280	0	22'600	0.00%	1'000	280	23'800	1.18%
Scuol Ost	1'189	1'660	-471	19'800	-2.38%	1'280	-91	22'000	-0.41%	1'000	189	21'600	0.88%

**Tabelle 3**  
Höhenverhältnisse / Neigungen / Längen der Haupttunnels

(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

Die Höhenverhältnisse der Portale, sowie die dazugehörigen Längen der Haupttunnels und deren theoretische Neigung ohne einen Scheitelpunkt in Tunnelmitte sind in Tabelle 3 dargestellt. Die extremsten Werte sind rot markiert.

## 4. Vorselektion

### 4.1 Beurteilungskriterien und Referenzvariante

#### Vorselektion

Wie in Kap. 2.4 erläutert, wurden aus den 27 Varianten diejenigen selektioniert, die "erfolgsversprechender" als die anderen zu sein scheinen. Mit "Erfolg" ist hiermit gemeint, dass eine Variante die Zielsetzungen der EVB erfüllt.

#### Zusammenstellung des Zielkatalogs

Aus Sicht des Richtplans und des Aktionskomitees lassen sich die Zielsetzungen gem. Kap. 2.2 ableiten. Die IG Sesvenna hat zudem vorgeschlagen, den Zielkatalog durch weitere relevante Faktoren zu vervollständigen, womit die Varianten beurteilt und untereinander verglichen werden sollen, namentlich:

- die bautechnische Realisierbarkeit (insb. Geologie und Hydrologie),
- die Verträglichkeit mit der Landschaft und
- die politische Akzeptanz der Varianten.

Der Zielkatalog ist in Tabelle 4 dargestellt.

Auf Wunsch des Auftraggebers wurde in dieser Planungsphase darauf verzichtet, die politische Akzeptanz der Varianten zu eruieren. Dies soll in einer späteren Projektphase erfolgen. Die bautechnischen Risiken und die Verträglichkeit mit der Landschaft hingegen sollen frühzeitig und auch zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der Kostenschätzung, der Bauzeit und nicht zuletzt der Umweltverträglichkeit eruiert werden.

#### Zielerfüllungsgrad

Der Zielerfüllungsgrad jeder Variante wird daran gemessen, wie sie die einzelnen Vergleichskriterien erfüllt. Diese müssen möglichst konkret und quantifizierbar sein, zumindest aber qualitativ so erfassbar, dass anhand einer logischen Argumentation der Effekt einer Variante nachvollziehbar beschrieben werden kann. Um die Erfüllung der Ziele zu messen, wird folgender Katalog angewendet (alle Grössen betreffen nur den öffentlichen Verkehr):

<b>Ziele</b>		<b>zugewiesene Kriterien quantitativ</b>
1	Bessere Anbindung vom Oberen Vinschgau, Münstertal und Unterengadin / inneralpine Vernetzung / Hemmung der Entvölkerung / Förderung der Wirtschaft und des Tourismus im Engadin und im Vinschgau / Förderung einer umweltschonenden Mobilität	Reisezeitverkürzungen auf den Relationen - Mals – Sagliains und - Müstair - Sagliains
2	Optimierung des Mitteleinsatzes	- Investitionskosten * - Betriebskosten  * <i>Zusätzliche Kosten für Sicherheit (z.B. für einen Sicherheitsstollen) werden separat ausgewiesen</i>

	<i>Ziele</i>	<i>zugewiesene Kriterien quantitativ</i>
3	Gewährleistung der Alpenquerung	- Möglichkeit des Autoverlads (qualitativ)
4	Aufwärtskompatibilität mit Bahnnetzerweiterungen nach - Landeck und nach - Bormio	- Kompatibilität mit den beiden Vorhaben (qualitativ)
5	bautechnische Realisierbarkeit (insb. Geologie und Hydrologie)	- bautechnischer Schwierigkeitsgrad
6	Verträglichkeit mit der Landschaft	- Auswirkung auf Natur und Landschaft im Endzustand  - Auswirkung auf Natur und Landschaft im Bauzustand

**Tabelle 4**

Zielkatalog und zugewiesene Kriterien

## Vergleichswertanalyse

Die Vorausscheidung erfolgt anhand einer **Vergleichswertanalyse**, womit für die Kriterien qualitativ bestimmt wird, ob eine Variante deutlich besser (++), leicht besser (+), etwa gleichwertig (=), leicht schlechter (-) oder deutlich schlechter(--) als eine Referenzvariante abschneidet. Diese Bewertung wird in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

## Referenzvariante

Da diese Studie nicht zu bestimmen hat, ob eine Bahnverbindung zwischen Engadin und Vinschgau per se sinnvoll ist, erübrigt sich die Berücksichtigung einer Referenzvariante, die dem Bahnnetz im heutigen Zustand entspricht (Nullvariante). Zudem würde eine so definierte Referenzvariante das Problem mit sich bringen, dass sich alle anderen Varianten von der Referenzvariante so stark unterscheiden würden, dass die Unterschiede unter ihnen im Vergleich sehr klein ausfallen würden. Damit wäre die Bewertung stark erschwert.

Aus diesen Überlegungen wird die Variante, die die kürzeste Verbindung zwischen Sglaia und Mals gewährt, als Referenzvariante bestimmt. Es ist dies die Variante 14 („Direttissima“). Die übrigen Varianten werden daran gemessen, wie stark sie sich von der so definierten Referenzvariante unterscheiden.

**Abbildung 20**

Referenzvariante: Variante 14 „Direttissima“

(Quelle: B&amp;H / IG Sesvenna)

## 4.2 Bessere Anbindung, Reisezeitverkürzungen

Die Verbesserung (bzw. Verschlechterung) der Anbindung wurde auf die Referenzvariante 14 bezogen. Bewertet wurden unabhängig voneinander die Reisezeiten Sagliains – Mals und Sagliains - Müstair.

Sagliains - Mals

Da die Referenzvariante die schnellste Verbindung zwischen Mals und Sagliains ist, ergeben sich im besten Fall vergleichbare Werte (20 bis 30 Min Reisezeit). Reisezeiten bis 50 Min wurden als „schlechter“ und solche über 50 Min als „sehr schlecht“ bewertet.

Sagliains – Müstair

Bezüglich der Verbindung zwischen Müstair und Sagliains weist die Referenzvariante eine mittlere Reisezeit auf, deshalb reicht das Bewertungsspektrum von „sehr schlecht“ bis „sehr gut“. Als „gleichwertig“ wurde eine Reisezeit (mit Bahn und evtl. Bus) von 40 bis 50 Min eingesetzt. 30-40 Min wurden als „besser“ bewertet und unter 30 Min als „sehr gut“. Eine Reisezeit von 50 bis 60 Min. wurde als „schlechter“ und über 60 Min als „sehr schlecht“ bewertet.

Die einzelnen Bewertungen sind im **Anhang 5** - Grobbeurteilungen „Reisezeitverkürzungen“ ersichtlich.

## 4.3 Optimierung des Mitteleinsatzes

### 4.3.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten wurden auf Basis der gelegten Trassierung berechnet. Dazu wurden die Strecken aufgeteilt auf die Elemente:

- Offene Linienführung (12'000 CHF / m')
- Brücken / Viadukt (40'000 CHF / m')
- Tunnel (42'000 CHF / m')

Die eigentliche Kostenschätzung erfolgt erst bei der Beurteilung der Feinvarianten (Kapitel 7.7.1). Die hier angegebenen Elementkosten dienen dazu, eine grobe Grössenordnung der Kosten, bzw. die Vergleichswerte zur Referenzvariante zu erhalten. (Anm.: Die Grössenordnungen stimmen mit den Summen aus der INTERREG-III-Studie überein, bzw. sind leicht unter den Werten von 2006).

Die Investitionskosten wurden wie folgt bewertet:

- deutlich besser (++), < -30%
- leicht besser (+), < - 10%
- etwa gleichwertig (=), > 10% und < -10%
- leicht schlechter (-) > 10%
- oder deutlich schlechter(--) > 30 %

Zusatzkosten Portallage in  
Tschier

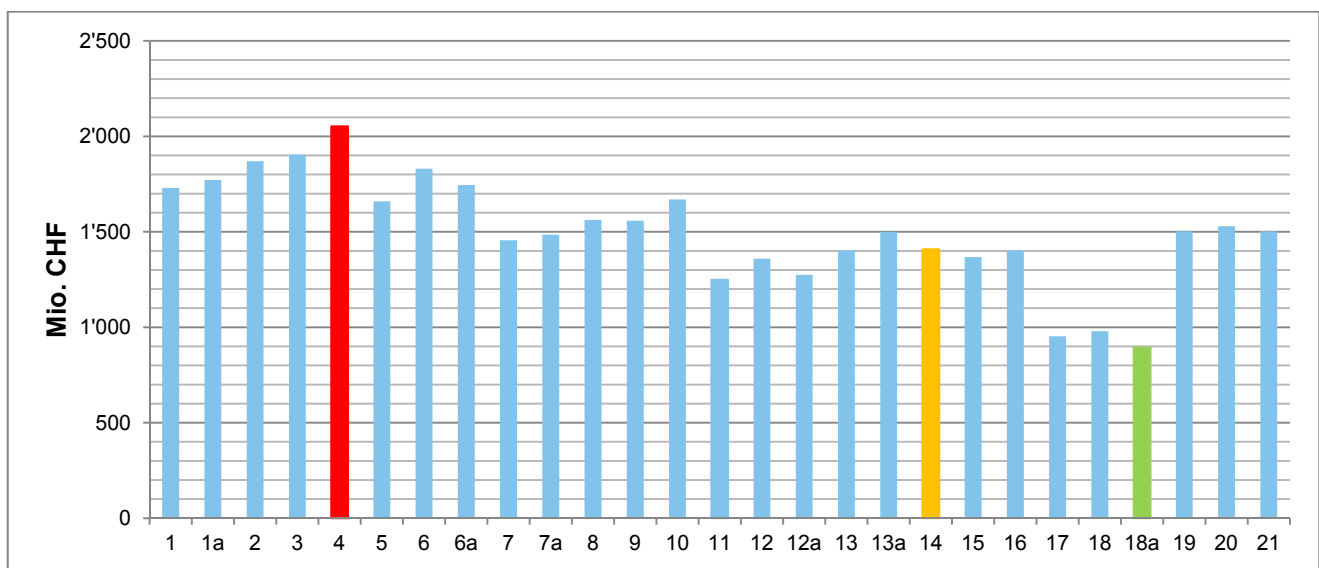
Die grobe Kostenberechnung zeigt, dass für die Varianten mit Portal in Tschier (Varianten 1-6a) mit rund 250-300 Mio. CHF Mehrkosten zu rechnen ist. Soviel würde die „Erschliessung der Schönheit des Val-Müstair“ kosten.

Kosten der rückwärtigen  
Erschliessung des Val Müstair

Die Kosten einer rückwärtigen Erschliessung des Val Müstair (Varianten 19 – 21) liegen bei rund 500-600 Mio. CHF. Diese Kosten beinhalten eine Bahnstrecke von Mals bis Tschiers von rund 25 km Länge, inkl. 8.2 km Tunnelstrecke. Die Linienführung für die rückwärtige Erschliessung konnte – den betrieblichen Anforderungen entsprechend – mit einer max. Steigung von 40‰ berechnet werden.

Eignung der Referenzvariante

Die Kosten der Referenzvariante liegen ca. 100 Mio. CHF unter den Durchschnittskosten. Sie eignet sich damit gut für den relativen Vergleich. Siehe auch die Kostenberechnung im **Anhang 6**.



**Abbildung 21**

Investitionskosten der Grobvarianten (Referenzvarianten orange)

#### 4.3.2 Betriebskosten

Betriebsaufwand der  
Referenzvariante

Der Betriebsaufwand wurde auf die Referenzvariante (14) bezogen. Da diese mit einer zusätzlichen Betriebszeit von 24 Min<sup>7</sup> pro Fahrtrichtung auskommt, kann davon ausgegangen werden, dass die Referenzvariante mit einem Zug im Stundentakt betrieben werden könnte – was von keiner anderen Variante unterboten wird.

Bewertung

Somit wurden alle Varianten mit tieferen „zusätzlichen Betriebszeiten (bis zu 25 Min)“ als „gleichwertig“ eingestuft. Bei einer zusätzlichen Betriebszeit von 25 bis 55 Min wurde in die Kategorie „schlechter“ eingeteilt und mehr als 55 Min in die Kategorie „sehr schlecht“, da in diesem Fall damit zu rechnen ist, dass drei zusätzliche Züge eingesetzt werden müssten.

<sup>7</sup> Auf Grund einer Überschlagsrechnung

#### 4.4 Gewährleistung Alpenquerung, Möglichkeit des Autoverlads

Errichtung einer Verladeanlage	Für jeden der beurteilten Anfangs- und Endpunkte des Haupttunnels sind die Möglichkeiten zur Einrichtung der notwendigen Verladeanlage geprüft worden, d.h. es wurde festgelegt, welcher Bahnhof sich dafür eignet.
Verladeanlagen im Engin	Für das Engadin kommen dafür in Frage: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahnhof Zernez für Portal Zernz (1),</li> <li>- Bahnhof Sagliains für die Portale Sagliains (2), Sur-En (3) und Fontana (4), sowie</li> <li>- Bahnhof Scuol für die Portal Scuol-West (5), Scuol Ost (6) und Scuol Ost 27 (7).</li> </ul>
Verladeanlage im Münstertal und im oberen Vinschgau	Auf der Südseite des Haupttunnels kommen für eine Verladeanlage in Frage: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahnhof Tschierv für das Portal Tschierv (7),</li> <li>- Bahnhof Müstair für das Portal Müstair (8), und der</li> <li>- der Raum westlich von Mals für das Portal Mals (9).</li> </ul>
Autoverlad der Referenzvariante	Die Referenzvariante 14 mit den Verladebahnhofstandorten Sagliains und Mals erlaubt einerseits die Möglichkeit für die regionale Relation Engadin – Vinschgau (-Münstertal) und andererseits eine attraktive durchgehende Verlademöglichkeit für die überregionale Relation Schweiz/Prättigau –Vinschgau.
Varianten mit Portal Tschierv	Verglichen mit diesem Angebot sind die Varianten mit Endpunkt Tschierv sowohl ab Zernez (Varianten 1 und 1a) wie ab Sagliains (Varianten 2 und 3) ungünstiger, und ab Sagliains/Scuol (Varianten 4, 5 bis 7) wesentlich ungünstiger.
Varianten Zernez – Müstair	<p>Die Varianten 7 und 7a Zernez - Müstair werden als sehr günstig beurteilt, weil sie eine optimale regionale Verbindung (Wintersicherheit) innerhalb der Schweiz anbieten und ebenso die durchgehende überregionale Verbindung mit nur unwesentlich längerer Fahrzeit.</p> <p>Die Varianten 9 und 10 werden der Referenzvariante gleichgestellt, während die Varianten 11, 12 und 12a wegen des Umweges über Scuol ungünstiger abschneiden.</p> <p>Die Varianten 13 bis 16 mit den Bahnhöfen Zernez / Sagliains und Mals werden gleich gut wie die Referenzvariante beurteilt. Für die rollende Strasse ist es nicht von ausschlaggebender Bedeutung, ob sich der Verladebahnhof in Müstair oder in Mals befindet.</p> <p>Die Varianten 17 bis 21 schneiden demgegenüber alle wesentlich ungünstiger ab, weil sie deutlich grössere Fahrzeiten zur Folge haben, was den Betrieb verteuert und die Attraktivität reduziert.</p>

#### 4.5 Aufwärtskompatibilität mit einer Bahn nach Landeck und Bormio

Die Bahn-Netzerweiterungen, einerseits von Scuol-Tarasp nach Landeck und andererseits vom Vinschgau nach Bormio, sind aus der Sicht der Referenzvariante 14

(Sagliains – Mals) technisch problemlos kompatibel. Jedes dieser Netzelemente kann unabhängig realisiert werden – auch die Anbindung in Scuol-Tarasp ist nicht negativ präjudiziert. Für die im Vordergrund stehende Anbindung des Münstertales wie des Vinschgaus an das Unterengadin und die Schweiz bieten jedoch diese beiden Netzelemente unterschiedliche betriebliche Vor- und Nachteile sowohl für den Personenverkehr wie auch für einen allfälligen Autoverlad.

Die Referenzvariante<sup>14</sup> ermöglicht zweckmässige Netzverknüpfungen in Sagliains nach Norden und in Mals nach Süden. Das Münstertal ist nicht direkt eingebunden (Fahrzeit Mals – Müstair 10 – 15 Minuten).

- Gleichwertig mit der Referenzvariante sind beurteilt worden: Varianten 2, 3, 9, 14, 15
- Vorteilhafter sind beurteilt worden: Varianten 5, 6 / 6a, 11, 12/12a, 18/18a
- Deutlich vorteilhafter sind beurteilt worden: Varianten 17, 19, 20, 21
- Als weniger vorteilhaft erscheinen: Varianten 4, 10, 13/13a, 16
- Als deutlich weniger vorteilhaft eingestuft sind: Varianten 1/1a, 7/7a,

#### 4.6 Bautechnische Realisierbarkeit; Geotechnischer Schwierigkeitsgrad

Im Rahmen der Vorselektion wurden für die Grobbeurteilung betreffend der bautechnischen Realisierbarkeit und des geotechnischen Schwierigkeitsgrades folgende Kriterien bestimmt und wie folgt bewertet:

- Querung der Engadiner Linie	0.0 / 1.5 Punkte (n / j)
- Querung der Tasna-Decke	0.0 – 2.0 Punkte (streckenabhängig)
- Querung von Muldenstrukturen mit zu erwartendem erhöhtem Bergwasseranfall (Badewanneneffekt)	1.0 – 2.5 Punkte (streckenabhängig)
- Sedimente vs. Kristallin	0.0 – 2.0 Punkte (streckenabhängig)
- Querung Schutzzonen Mineralquellen bei Scuol im Tagbau	0.0 / 1.0 Punkt (n / j)
- Unterquerung Quellgebiete Mineralquellen	0.0 / 4.0 Punkte (n / j)
- Portal in Schutzzone S3 Mineralquelle	0.0 / 2.0 Punkte (n / j)
- Unterquerung Seelein Tarasp	0.0 / 0.5 Punkte (n / j)
- Tunnelportale/Voreinschnitte	0.0 – 2.5 Punkte (pro zusätzlichem Paar 0.5 Punkte)

Eine tabellarische Zusammenstellung der Grobbeurteilung findet man in **Anhang 7** Grobbeurteilung "Bautechnische Realisierbarkeit/Technischer Schwierigkeitsgrad".

Die Punktezahl der Varianten bewegte sich mit oben genannter Bewertung zwischen 2.0 und 11.5 Punkten, wobei die Referenzvariante 6.5 Punkte erhielt. Je weniger Punkte auf eine Variante fielen, desto besser wurde ihre bautechnische Realisierbarkeit und desto tiefer der geotechnische Schwierigkeitsgrad (zusammengefasste Beurteilung beider Grössen) beurteilt.

#### 4.7 Verträglichkeit mit der Landschaft

Im **Anhang 8** ist die Landschaft mit einer Fotodokumentation illustriert.

Zur Abschätzung der Verträglichkeit mit der ‚Landschaft‘ wurden alle Varianten auf Berührungspunkte mit den Gebietsperimetern der folgenden Kategorien überprüft. Dabei war die offene Strecke massgeblich, während beispielsweise eine Untertunnelung des BLN- oder Nationalparkperimeters als ‚nicht beeinträchtigend‘ angenommen wurde.

Grundsätzlich gilt, dass der Eingriff dann am stärksten (d.h. als nicht verträglich) bewertet wird, wenn hohe Eingriffsintensität in einem Raum hoher Landschaftsqualität attestiert werden muss. Dagegen ist eine niedrige Eingriffsintensität bei geringer Landschaftsqualität als relativ am verträglichsten beurteilt (vgl. Abbildung 22).

Landschaftliche Verträglichkeit: Verknüpfung Eingriff versus Landschaftsqualität		Eingriffsintensität		
		stark	mässig	niedrig
Qualität des betroffenen Landschafts-raums	hoch	!!!	!!	✓
	mittel	!!	✓	✓✓
	gering	✓	✓✓	✓✓

Abbildung 22 – Systematik Landschaftsverträglichkeit

#### Schutzgebiete

Folgende Schutzgebiete wurden berücksichtigt:

- Nationalpark (von keiner Variante berührt)
- BLN-Gebiet
- Kulturlandschaftsgebiet gemäss regionalem Richtplan
- Landschaftsschutzgebiet gemäss regionalem Richtplan
- Wildruhezonen gemäss kantonalem Richtplan
- Schutzwald gemäss kantonalem Richtplan
- Naturschutzgebiete (NSG) > 20 ha gemäss regionalem Richtplan
- Naturschutzgebiete (NSG) < 20 ha gemäss regionalem Richtplan

Im **Anhang 9** sind die Varianten mit den Schutzgebietskategorien dargestellt.

#### Inventare

Die weiteren nationalen Inventare (gem. Art. 5/6 NHG sowie 18/23 NHG wie Auen nat. Bedeutung, Amphibienlaichgebiete nat. Bedeutung, Inventar der Trockenwiesen und –weiden nat. Bedeutung) wurden in diesem Durchgang nicht gesondert ausgewiesen, weil sie entweder über die vorstehenden Kategorien abgedeckt wurden (insbesondere

mit den NSG nach regionalem Richtplan) resp. von vorn herein nicht betroffen sind (z.B. Inventar der Hochmoorlandschaften nach Art 23a ff NHG).

Konzept der Punktevergabe	Liegt die neue Anlage (Bahntrasse) innerhalb dieser Perimeter, wurde eine Beeinträchtigung durch Flächenentzug, Zerschneidung oder weitere qualitative Beeinträchtigung angenommen (Verlärmung etc.). Je nach Grösse und Intensität wurden zwischen 1 und 4 Punkte vermerkt (1-wenig kritisch, 2-mässig kritisch, 3-kritisch, 4-sehr kritisch). Mehrere Eingriffe an verschiedenen Stellen in den Perimeter der gleichen Kategorie können zu Additionen führen, wobei nie mehr als 4 Punkte (sehr kritisch) vergeben wurden.
Beeinträchtigung Landschaftsbild	Ergänzend wurden die Auswirkungen auf die weiteren Landschaften ohne besonderen Schutzstatus qualitativ- subjektiv abgeschätzt. Quert beispielsweise eine Variante einen bisher wenig berührten Landschaftsraum mit vielfältiger Struktur und naturnahem, vielfältigem Landschaftsbild, so wird dies als mässig kritisch bei kleinen Beeinträchtigungen oder kritisch bei mehreren oder stärkeren Eingriffen gewertet.
Referenzvariante	Die Ergebnisse inkl. Kurzkomentar sind in im <b>Anhang 10</b> dargestellt. Die Punkte der verschiedenen Kategorien wurden zusammengezählt und ergeben so eine Rangfolge der Varianten (niedrigste Punktzahl = beste Variante). Gemäss methodischer Vorgabe galt Variante 14 (Sagliains – Mals) als Referenzvariante; diese war gleichzeitig ‚zufällig‘ auch die Variante mit der besten Wertung (niedrigste Punktzahl; nur wenig kritische Eingriffe in die Perimeter von Naturschutzgebieten (mögliche Beeinträchtigung durch Benachbarung), mässig kritische allgemeine Beeinträchtigung von bisher wenig veränderten Landschaftsräumen ohne speziellen Schutzstatus, in diesem Falle die Querung des naturnahen Innates unterhalb Sagliains und den Eingriff in die bisher kaum beeinträchtigte nordexponierte Hangflanke).
Bewertung	Weichen Varianten um bis zu 5 Punkten von der Referenzvariante ab, gelten sie aus Sicht des Landschaftsschutzes als leicht schlechter, bis zu 8 Punkten als schlechter, bis 11 Punkten als deutlich schlechter und bei mehr als 12 Punkten als nicht vertretbar). Alle Varianten, bei denen sowohl im nördlichen Innatal als auch im oberen Münstertal (Tschier etc.) Beeinträchtigungen zu erwarten sind, sind somit aus landschaftlicher Sicht nicht zu empfehlen.
Einpassung in die Landschaft	Einhergehend mit dieser Bewertung ist es verständlich, dass Varianten mit längeren offenen Strecken tendenziell beeinträchtigender sind. Die Bewertung geschieht also aus Sicht des Betroffenen (Landschaft) und berücksichtigt potenzielle / zu erwartende Beeinträchtigungen. Eine sehr gute Einpassung, optimale Berücksichtigung der Anliegen des Natur- und Landschaftsschutzes bei der Trassierung und gute Schutz-, Wiederherstellungs- resp. Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen können die Auswirkungen verringern (nicht aber gänzlich ausschliessen). Berücksichtigt bei der Variantenauswahl waren allerdings optimierte Annahmen der Trassierungselemente (wie möglichst kleine mögliche Kurvenradien, um die Einpassung in die reich strukturierte Landschaft zu ermöglichen).

## Touristischer Wert

Der touristisch möglicherweise förderliche Effekt einer gut eingegliederten Bahnanlage zum Beispiel mit vielfältigen Ausblicken kann in diesem Kriterium nicht berücksichtigt werden und muss in andere Bewertungskriterien einfließen.

#### 4.8 Gesamtbeurteilung und Auswahl der Feinvarianten

## Übersicht in Matrixform

Die Beurteilung erfolgt in Form einer Matrix, in der die Varianten die Zeilen und die Kriterien die Spalten bilden. Die Gegenüberstellung der Grobbewertungen der 27 Varianten in dieser Form erleichterte die Diskussion und Auswahl der Feinvarianten im Rahmen eines Workshops.

		1		2		3	5	6	7	8
Ziel		Bessere Anbindung		Optimierung des Mitteleinsatzes		Gewährleistung Alpenquerung	Aufwärtskompatibilität	bautechnische Realisierbarkeit	Verträglichkeit mit der	
Kriterium		Reisezeitverkürzungen (Mals - Sagliains)	Reisezeitverkürzungen (Müstair - Sagliains)	Investitionskosten	Betriebskosten	Möglichkeit des Autoverlads	Kompatibilität mit den beiden Vorhaben [..]	bautechnischer Schwierigkeitsgrad	> Auswirkung im Endzustand > Auswirkung im Bauzustand	
		IBV	IBV	B&H Tunnel	IBV	B&H Verkehr	B&H Verkehr	CSD Geologie	CSD Landschaft	
Angriffspunkte Nord										
1 - Zernez	1	--	=	-	--	-	--	=	---	
1 - Zernez (via Punt la Drossa)	1a	--	-	-	--	-	--	=	---	
2 - Sagliains	2	-	+	-	-	-	=	=		
3 - Sur En	3	-	+	--	-	-	=	-	X	
4 - Fontana	4	--	=	--	-	--	-	--	X	
5 - Scuol West	5	-	-	-	-	-	+	-	-	
6 - Scuol Ost	6	--	-	--	-	--	+	--	-	
6 - Scuol Ost 27	6a	--	-	-	-	--	+	-	-	
8 - Müstair										
1 - Zernez	7	-	+	=	-	+	--	+	-	
1 - Zernez (via Punt la Drossa)	7a	--	=	=	-	+	--	=	-	
2 - Sagliains	8	-	++	-	-	= (+)	=	+	=	
3 - Sur En	9	-	++	-	-	=	=	-	--	
4 - Fontana	10	-	++	-	-	=	-	--	--	
5 - Scuol West	11	--	=	+	-	-	+	-	--	
6 - Scuol Ost	12	--	=	=	-	-	+	--	--	
6 - Scuol Ost 27	12a	--	=	+	-	-	+	=	--	
9 - Mals / Schludern										
1 - Zernez	13	-	-	=	-	=	-	+	-	
1 - Zernez (via Punt la Drossa)	13a	=	--	=	-	=	=	=	--	
2 - Sagliains	14	=	=	=	=	=	=	=	=	
3 - Sur En	15	=	=	=	=	=	=	=	--	
4 - Fontana	16	=	=	=	=	=	-	-	X	
5 - Scuol West	17	-	-	++	=	--	++	-	--	
6 - Scuol Ost	18	-	-	++	=	--	+	=	-	
6 - Scuol Ost 27	18a	-	-	++	=	--	+	++	-	
9 - Mals / Schludern										
5 - Scuol West	19	-	=	=	(-)	--	++	-	X	
6 - Scuol Ost	20	-	=	=	(-)	--	+	=	--	
6 - Scuol Ost 27	21	-	=	=	(-)	--	+	++	--	

Abbildung 23

Ergebnis des Grobvariantenvergleichs (grössere Darstellung im **Anhang 10**)

Ausschluss der Variantengruppe  
„über Tschier“

In einer ersten Runde wurde festgestellt, dass jeder Variante über Tschier (1 bis 6a) eine Variante über Müstair gegenüber stand, welche bei mehreren Kriterien besser abschnitt. Deshalb wurden die Varianten 1 bis 6a ausgeschieden. Die Diskussion konzentrierte sich anschliessend auf die beiden Hauptgruppen „über Müstair“ (7-12a) und „von Mals direkt ins Unterengadin“ (13-18a). Ziel war es, für jede dieser beiden Gruppen die zwei am besten bewerteten Varianten zu finden.

Variantengruppe „über Müstair“	In der Gruppe „über Müstair“ stechen die Varianten 8 (Sagliains), 9 (Sur En) und 10 (Fontana) bezüglich der Reisezeiten positiv hervor. Dabei stellt sich innerhalb dieser Dreiergruppe die Variante 8 (Sagliains) in den Vordergrund, da die beiden anderen beim Kriterium „Verträglichkeit mit der Landschaft“ und „Bautechnischer Schwierigkeitsgrad“ eine klar schlechtere Bewertung aufweisen, ohne über andere wesentliche Vorteile zu verfügen.
Variantengruppe „über Müstair“	Die Varianten der Gruppe „über Müstair“, die über Scuol geführt werden (11, 12 und 12a) haben Vorteile bezüglich der Investitionskosten. Wird besonderes Gewicht auf tiefere Investitionskosten und auf eine günstigere Beurteilung der bautechnischen Schwierigkeiten gelegt, so stellt sich die Variante 12a (Scuol Ost 27) in den Vordergrund.
Variantengruppe „nicht über Müstair“	<p>Die Gruppe „Nicht über Müstair“ lässt sich in drei Untergruppen gliedern:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zernez (13 und 13a)</li> <li>- Sagliains, Sur En und Fontana (14, 15 und 16)</li> <li>- Scuol West, Ost und Ost 27 (17, 18 und 18a)</li> </ul> <p>Bei den Untergruppen Sagliains und Scuol liegen die Bewertungen von wichtigen Kriterien wie Investitionskosten und Reisezeitverkürzungen vollständig konträr. Um in dieser Frage keinen Vorentscheid zu fällen, wurde deshalb beschlossen, von beiden Untergruppen die jeweils am besten bewertete Variante in die weitere Untersuchung aufzunehmen.</p>
Untergruppe Sagliains, Sur En und Fontana	In der Untergruppe Sagliains, Sur En und Fontana geht die Referenzvariante „Sagliains“ (14), als die am besten bewertete hervor. Dabei waren die Kriterien „Verträglichkeit mit der Landschaft“ und „Betriebskosten“ ausschlaggebend.
Untergruppe Scuol West, Ost und Ost 27	Bei der Untergruppe „Scuol“ hat die Variante „Scuol Ost 27“ (18a) die beste Bewertung erhalten. Dabei zeigen sich die Vorteile beim Kriterium „Bautechnischer Schwierigkeitsgrad“ am deutlichsten.
Untergruppe Zernez	Die Untergruppe Zernez hat gegenüber den anderen Untergruppen bei keinem Kriterium eindeutige Vorteile, aber insbesondere bei den Kosten Nachteile. Deshalb wurde diese Untergruppe (Variante 13 und 13a) eliminiert.
Ausschluss der Variantengruppe mit rückwärtiger Erschliessung des Münstertals	Als weitere Untervarianten wurden die Varianten 19, 20 und 21 untersucht. Es handelt sich dabei um die Direktverbindung Mals-Scuol (wie Varianten 17, 18 und 18a) mit einer zusätzlichen Stichverbindung nach Müstair, die zu Reisezeitvorteilen auf der Strecke Müstair-Sagliains führt. Diesem Vorteil stehen Mehrkosten bei Investition und Betrieb gegenüber und die Verträglichkeit mit der Landschaft wurde sehr negativ bewertet. Aus diesen Gründen wurde darauf verzichtet, die Varianten 19, 20 und 21 weiter zu verfolgen.

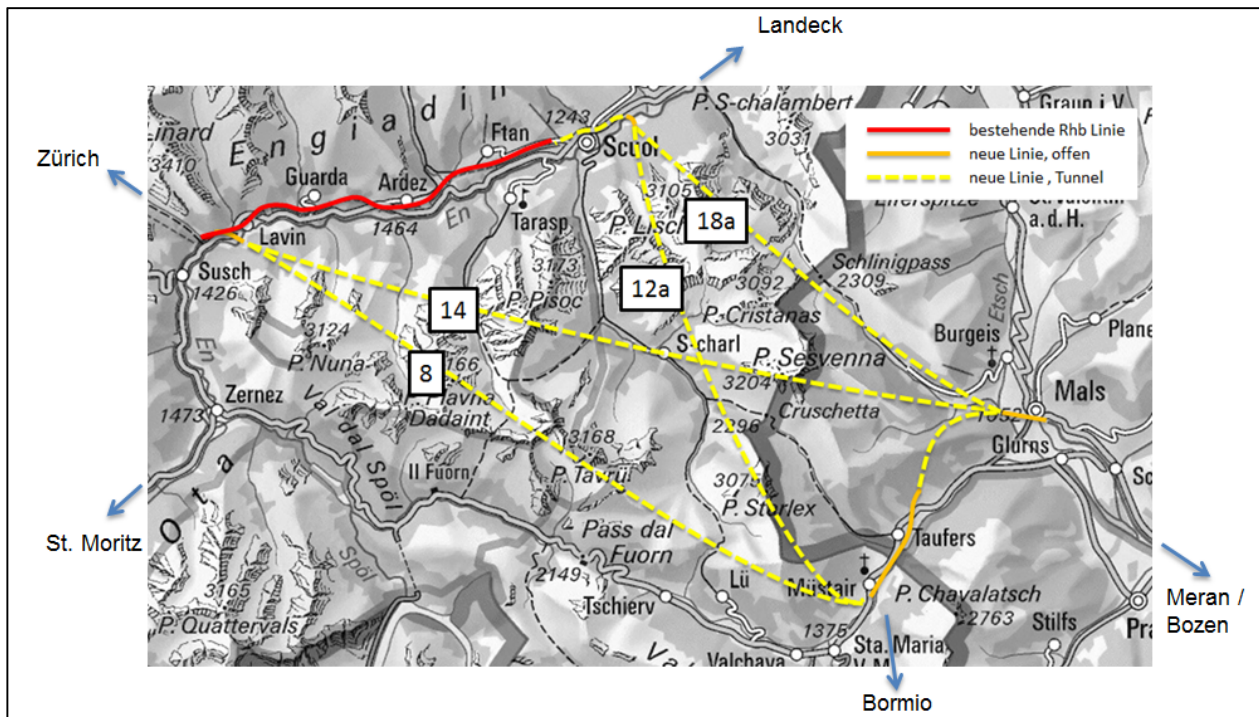


Abbildung 24

Übersicht über die ausgewählten Feinvarianten

(Quelle: B&amp;H / IG Sesvenna)

Schlussfolgerung

Auswahl der Feinvarianten

Die folgenden vier Varianten wurden für die Feinbewertung ausgewählt:

1. **Variante 8** (Sagliains – Müstair – Mals )  
Weil sie von allen Varianten mit grossen Reisezeitvorteilen für Müstair, bezüglich des bautechnischen Schwierigkeitsgrades und der Verträglichkeit mit der Landschaft am besten bewertet wurde.
2. **Variante 12a** (Sagliains – Scuol Ost 27 – Müstair – Mals)  
Gegenüber der Referenzvariante sind die Investitionskosten tiefer und die Reisezeit Müstair – Sagliains ist vergleichbar. Das allerdings auf Kosten einer relativ ungünstigen Reisezeit zwischen Mals und Sagliains. Es wird somit insbesondere die lokale Vernetzung optimiert und weniger die weiträumige.
3. **Variante 14** (Sagliains – Mals)  
Diese Variante wurde in der Bewertung als Referenzvariante herausgezogen. Sie ist die direkteste und demnach schnellste für den weiträumigen Verkehr. Dieser Vorteil geht zum Teil auf Kosten der Erstellungskosten und der lokalen Vernetzung.
4. **Variante 18a** (Sagliains – Scuol Ost 27 – Mals)  
Die grossen Vorteile dieser Variante liegen bei den tiefen Erstellungskosten und relativ günstigen Betriebskosten. Zudem wird der bautechnische Schwierigkeitsgrad günstig bewertet und ebenso die Verträglichkeit mit der

Landschaft. Die Nachteile liegen bei einer ungünstigen Bewertung der Reisezeitverkürzungen gegenüber der Referenzvariante (14).

Die vier ausgewählten Varianten verkörpern sehr unterschiedliche Lösungsansätze und jede stellt die Bestvariante einer Untergruppe mit typischen Eigenschaften dar.

## 5. Die vier Feinvarianten

### 5.1 Übersicht / Zusammenstellung

#### 5.1.1 Allgemeine Bemerkungen zur Trasseeführung

Die Trasseeführungen aller vier Feinvarianten sind im beiliegenden Situationsplan im Massstab 1:50'000 planerisch dargestellt.

In der Situation dargestellt sind:

- Teilabschnitte offene Strecke / Brückenabschnitte / Tunnelstrecken
- Längen der jeweiligen Teilabschnitte
- Lage der Kreuzungsstellen / Multifunktionsstellen
- Lage der Scheitelpunkte
- Lage der Bahnhöfe

Die vertiefte Bearbeitung der Feinvarianten führte auch zu Anpassungen in der Trasseeführung. Insbesondere wurde die Linienführung in Scuol optimiert um die Landschaft zu schonen.

Die Längenprofile im Massstab 1:50'000 / 5'000 liegen dem Bericht bei.

Verkehrsverbindung		Variante 8 Sagliains - Müstair-Mals	Variante 12a Scuol - Müstair - Mals	Variante 14 Sagliains - Mals	Variante 18a Scuol -Mals
Name		"Fuorn"	"S"	"Direttissima"	"Contatto"
		[m]	[m]	[m]	[m]
<b>A Teilabschnitt Nord: Unterengadin</b>					
Offene Strecke		344	3'550	344	3'550
Brücke / Viadukt		628	1'451	628	1'451
Tunnelstrecke	Bündner Schiefer		2'850		2'850
Abschnitt mit Injektionen	Quellen Scuol		400		400
<b>B Teilabschnitt Haupttunnel</b>					
"normaler Geologie"	Kristallin	19'850	21'575	23'415	17'750
"anspruchsvolle Geologie"	Sedimente	10'400	2'075	9'585	1'650
Abschnitt mit Injektionen	Wasserzufluss	800	300	1'000	300
Kreuzungsstelle		2'000	2'000	2'000	2'000
Multifunktionsstelle		1		1	
<b>Tunnellänge Haupttunnel</b>		<b>30'250</b>	<b>23'650</b>	<b>33'000</b>	<b>19'400</b>
<b>D Teilabschnitt Süd:</b>					
<b>Münstertal / Vinschgau</b>					
Offene Strecke		4'965	4'965	1'500	1'500
Brücke / Viadukt		200	200	200	200
Tunnelstrecke	Kristallin	7'930	7'930		
<b>Länge Neubaustrecke</b>		<b>44'316</b>	<b>41'746</b>	<b>35'671</b>	<b>26'101</b>

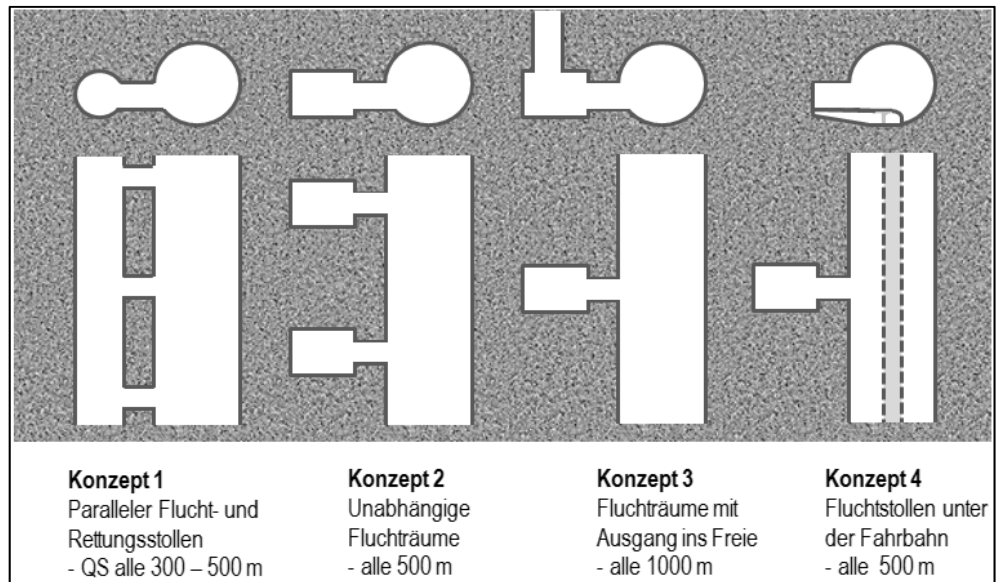
**Tabelle 5**

Übersicht über die 4 Feinvarianten

### 5.1.2 Allgemeine Bemerkungen zum Rettungskonzept

Möglichkeiten Rettungskonzept

Für das Rettungskonzept des Haupttunnels bestehen vier Möglichkeiten. Diese sind in der Abbildung 25 dargestellt und in der nachfolgenden Tabelle 6 erläutert und bewertet.



**Abbildung 25**

Mögliche Konzepte der Selbstrettung

(B&H, IG Sesvenna)

Rettungskonzepte	Sicherheit	Rettung	Machbarkeit	Bauzeit	Kosten
<b>Konzept 1</b> Paralleler Flucht- und Rettungsstollen - Querschnitte alle 300 – 500	Maximale Belüftung von aussen +++	Durch den Rettungsstollen Ø 4 – 5 m +++	Technisch machbar +	Parallel zum Tunnelbau 0	Sehr hoch ---
<b>Konzept 2</b> Autarke Fluchträume - alle 500 m	Sicherheit begrenzt, Gefahr von Panik 0	Durch den Tunnel -	Technisch machbar, unabhängige Luftversorgung +	Parallel zum Tunnelbau 0	Klein +
<b>Konzept 3</b> Fluchträume mit Ausgang ins Freie - alle 1000	Sicherheit genügend Belüftung von aussen +	Durch Fluchtschacht ++	Abhängig von der Überlagerung -	Parallel zum Tunnelbau 0	Hoch Abhängig von der Schachttiefe ---
<b>Konzept 4</b> Fluchtstollen unter der Fahrbahn - alle 500 m ein Abgang	Sicherheit gut Belüftung von aussen (Klaustrophobie) ++	Durch Fluchtgang 0	Ausbruchsprofil muss angepasst werden +	Während Tunnel Rohbau 0	Mittel 0

**Tabelle 6**

Grobbeurteilung Rettungskonzepte

(B&H, IG Sesvenna)

Die Wahl für das einzukalkulierende Rettungskonzept fiel auf Konzept 4.

## Konzeptvergleich

Das Konzept 1 (paralleler Rettungsstollen) erschien auf Grund der sehr hohen Kosten und dem relativ geringen anzunehmenden Verkehrsaufkommen nicht verhältnismässig.

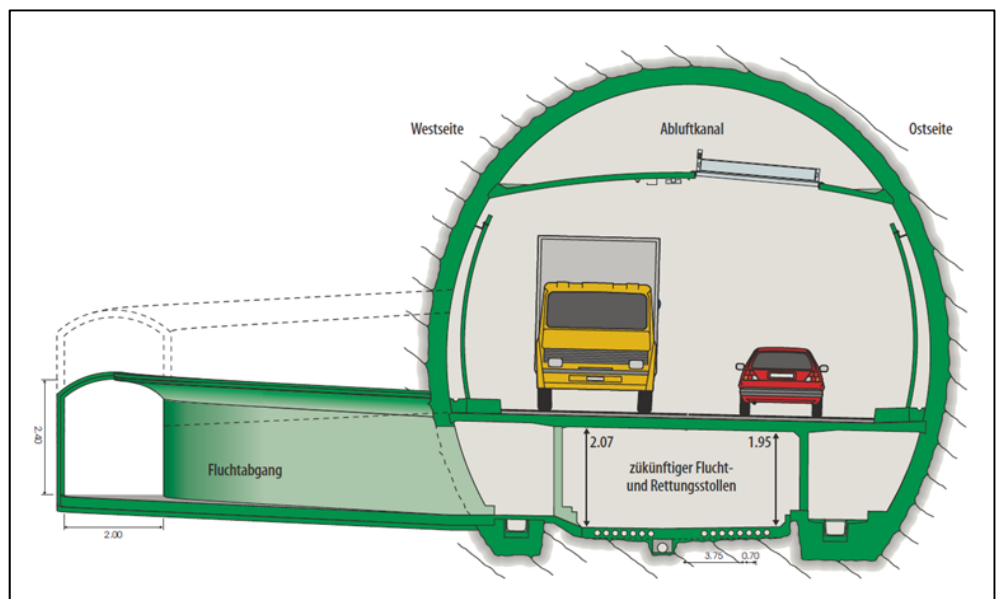
Das Konzept 3 (Fluchträume @ 1000m mit Fluchtschacht) ist auf Grund der sehr hohen Überdeckungen nicht realisierbar. (Bei den Varianten 8, 14 und 12a ist eine Schacht ins Val S-charl möglich und könnte – ähnlich zum Schacht Sedrun am Gotthard – während der Bauzeit auch logistische genutzt werden)

Vergleicht man die verbleibenden Konzepte 2 (autarke Fluchträume) und 4 (Fluchtstollen unter der Fahrbahn), so hebt sich das Konzept 4 ab, da es mehr Sicherheit bietet.

## Fluchtstollen unter der Fahrbahn

Der Fluchtstollen kann durch einen leichten Überdruck rauchfrei gehalten werden und bietet mit einer guten Notbeleuchtung einen sicheren und geräumigen Weg für die Selbstrettung weg von der Gefahrenstelle. Bei guter Geologie, kann der Fluchtstollen auf beim Einsatz einer Tunnelbohrmaschine, nachträglich in konventioneller Weise ausgebrochen werden.

**Beispiel für das Rettungskonzept ist der San Bernardino Tunnel, welcher im Zuge seiner Sanierung ähnlich umgerüstet wurde (siehe Abbildung 26).**



**Abbildung 26**

Fluchtstollen unter der Fahrbahn des San Bernadino Strassentunnels

(Tiefbauamt Graubünden)

### 5.1.3 Allgemeine Bemerkungen zur Geologie

Abbildung 27 gibt einen Überblick über die auf Tunnelniveau zu durchörternden Gesteinseinheiten (siehe auch **Anhang 11** Geologie und Bautechnik Feinvarianten).

## Linienführung der Haupttunnel

Die Linienführung der Haupttunnel sind den geologischen Verhältnissen angepasst. Die Haupttunnel verlaufen nicht als gerade Verbindung zwischen den definierten Portalen, sondern weichen den heute vermuteten geologisch heiklen Zonen aus.

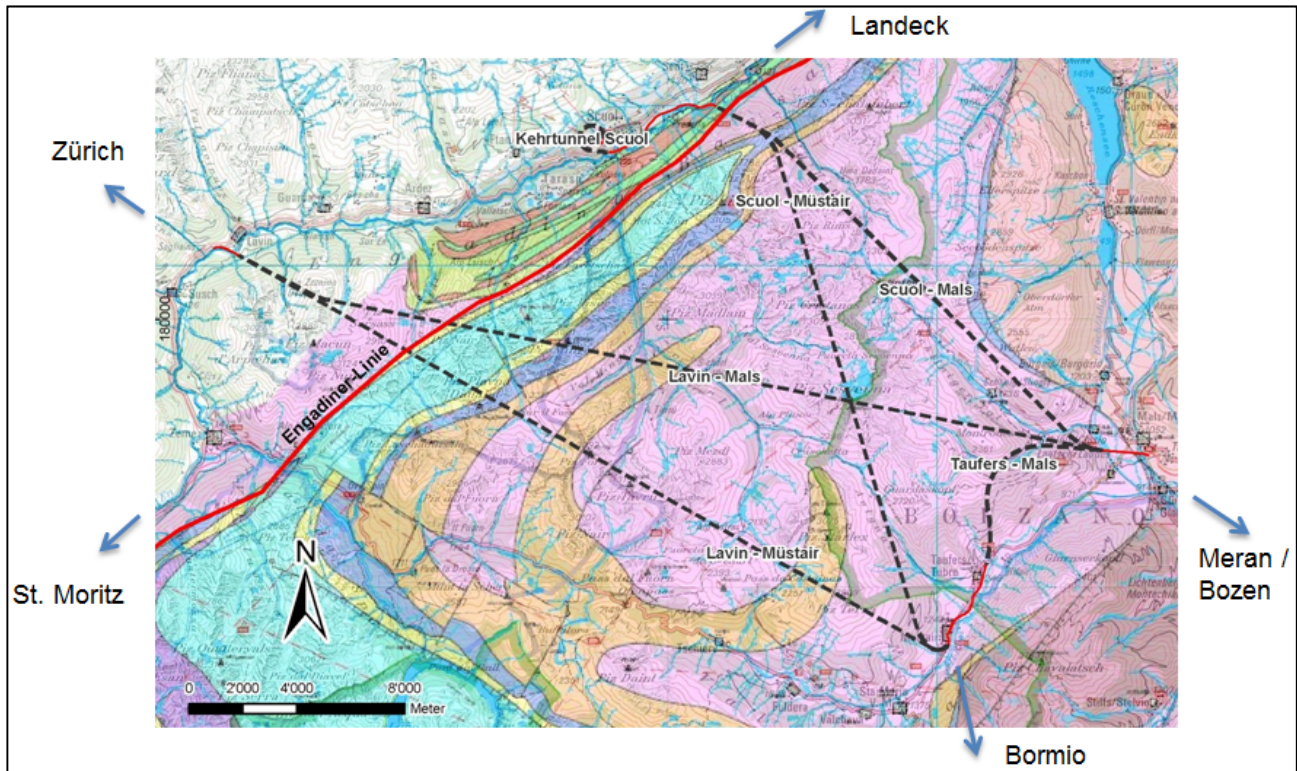


Abbildung 27

Geologischer Horizontalschnitt aus Bericht Dr. Kobel (2006)  
mit den Tunnels der vier Feinvarianten

(Quelle: CSD / IG Sesvenna / Kobel, 2006)

## Vorbeurteilung des AWN GR

Gemäss Aussagen von Regionalforstingenieur Curdin Mengelt des Amts für Wald und Naturgefahren Graubünden (07.12.2011) ist keiner der offenen Streckenabschnitte innerhalb der Schweiz von Naturgefahren (Lawinen, Rutschungen oder Steinschlag) betroffen. Einer allfälligen Gefährdung durch Fließgewässer (Hochwasser, Murgang, Ufererosion) könnte durch bauliche Massnahmen begegnet werden.

#### 5.1.4 Allgemeine Bemerkungen zum Betrieb

Zielsetzungen	<p>Für die Bestimmung der Betriebsvarianten wurden die folgenden Ziele definiert:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Verbindung zwischen Engadin und Vinschgau im Stundentakt</li><li>- Verkürzung der Reisezeiten und der Umsteigevorgänge auf lokalen, regionalen und überregionalen Beziehungen</li><li>- Verbesserung der Einbindung von Münstair im Schweizer ÖV-Netz</li><li>- Minimierung des Mitteleinsatzes und der Betriebskosten</li></ul>
Mantelgeschwindigkeiten	<p>Die Betriebsvarianten wurden mit den folgenden Mantelgeschwindigkeiten entwickelt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Meterspur-Tunnelstrecke 90 km/h</li><li>- Normalspur-Tunnelstrecke 130 bis 150 km/h</li><li>- Meter-/Normalspur auf offener Strecke 100 km/h (R&gt;350 m)</li></ul>
Modellierung	<p>Die Fahrzeiten auf den neuen Strecken wurden mit dem Mikrosimulationsprogramm „Open Track“ mit Berücksichtigung von Steigungen, Kurvenradien und Rollmaterial (Stadler Flirt Elektrotriebwagen) berechnet.</p>
Fahrzeit Sagliains – Scuol	<p>Durch Optimierungen und Reduktion der Anzahl Haltestellen wird eine Reduktion der Reisezeiten von 5 Minuten zwischen Sagliains und Scuol angestrebt. Die Fahrzeit beträgt damit neu 15min.</p>

## 5.2 Variante 8; Sagliains – Müstair – Mals

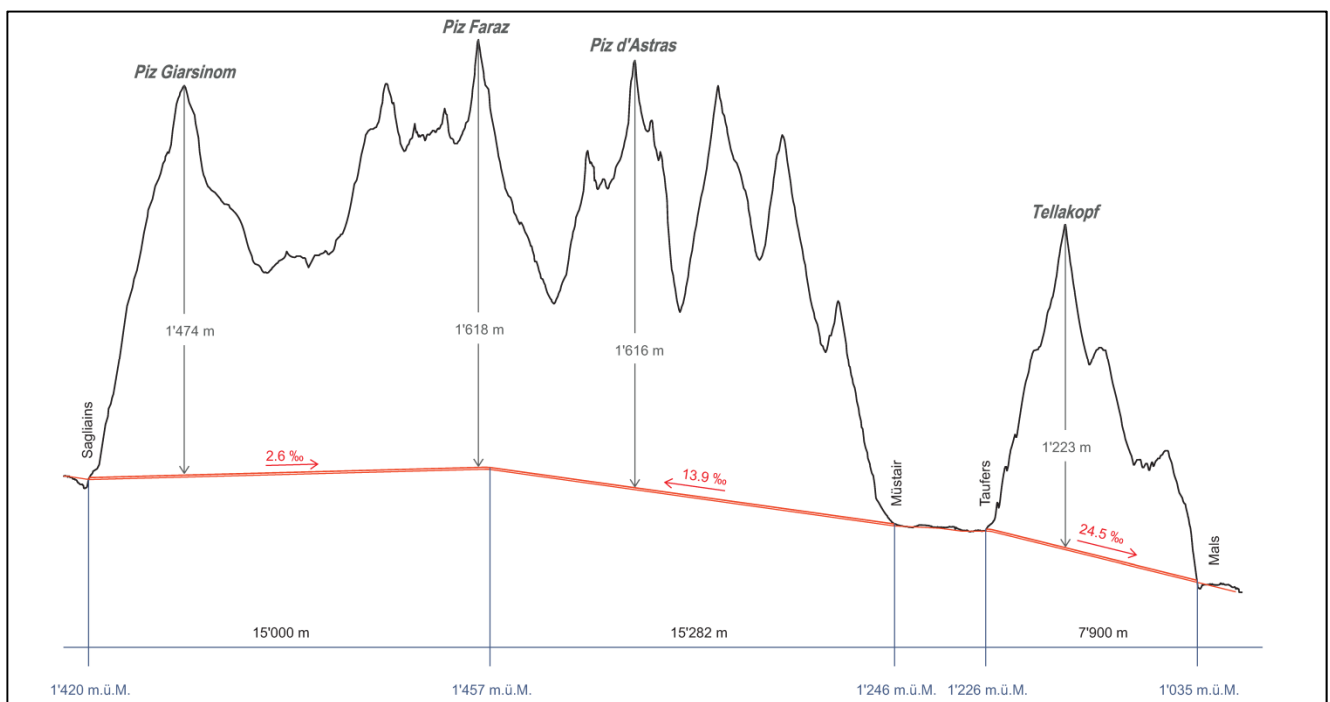
### 5.2.1 Übersicht



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 28**

Linienführung der Variante 8



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 29**

Längsprofil der Variante 8

Für alle Varianten, siehe auch den beiliegenden Übersichtsplan mit den Feinvarianten, sowie die detaillierten Längsprofile.

### 5.2.2 Trassenführung / Kunstbauwerke

#### Station Sagliains

Die heutige Umsteigehaltestelle Sagliains ist als reiner Umsteigebahnhof, ohne Zugang nach/von aussen gestaltet. Sagliains als eigentliche Destination im Fahrplan existiert nicht.

Mit dem Bau der EVB müsste die Station in Sagliains um einen Perron und einen niveaufreien Zugang erweitert werden. Der Platz in Sagliains ist knapp. Ohne grosse Anpassungen der bestehenden Anlage, ist eine Erweiterung am ehesten nach Südosten möglich, siehe Abbildung 30.



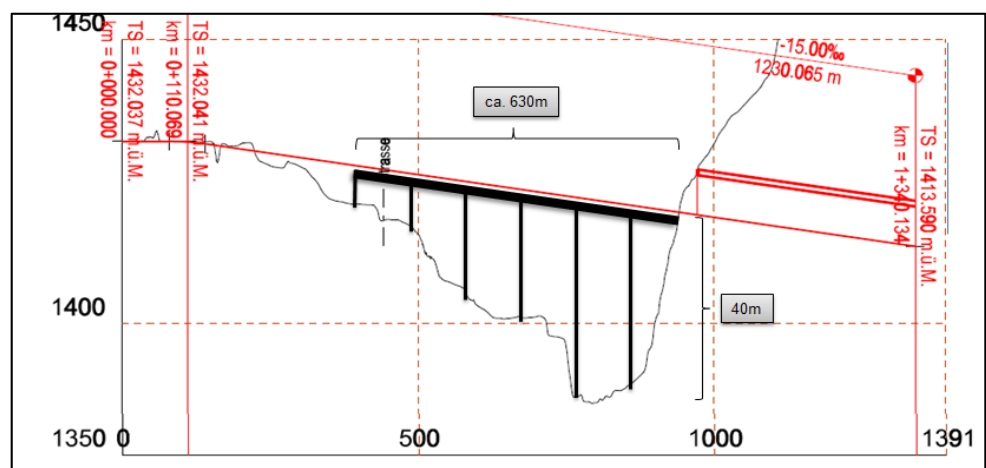
(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 30**

mögliche Erweiterung der Station Sagliains

#### Talquerung Inn

Der Inn wird mit einem ca. 630 m langen Viadukt überquert. Die Höhe der Fahrbahn über den Inn beträgt rund 40 m.



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 31**

Talquerung in Lavin

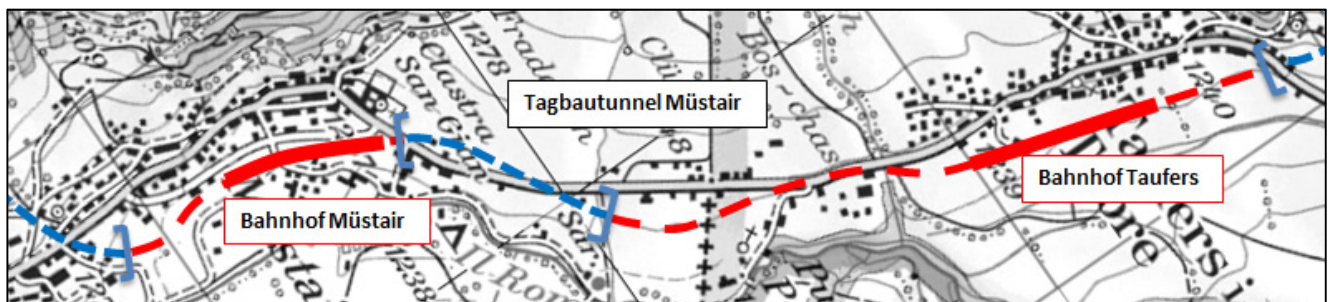
## Zwischenangriff

Für den Bau von über 30 km langen Tunnel ist ein Zwischenangriff in Tunnelmitte aus logistischen und sicherheitstechnischen Gründen sinnvoll. Ein Zwischenangriff ist aber nicht zwingend notwendig, wenn die Bauzeit eine untergeordnete Rolle spielt, wie im vorliegenden Fall.

## Zwischenangriff im Val S-Charl

Im Wissen um die landschaftlich äusserst sensible Lage, wurde für die langen Haupttunnel der Varianten 8 und 14 die Möglichkeit eines Zwischenangriffs im Val S-charl geprüft. Das Tal bietet die einzige sinnvolle Möglichkeit, einen Zwischenangriff zu realisieren. Siehe dazu die Illustrationen im **Anhang 4.3**. Die Untersuchung hat gezeigt, dass ein solcher Zwischenangriff mit einem Vertikalschacht, oder einem Schrägstollen realisierbar wäre, wenn die Linienführung in Lage und Höhe entsprechend angepasst würde. Das würde den Haupttunnel leicht verlängern und hätte nur eine geringe Zunahme der Reisezeit zur Folge.

Da ein Zwischenangriff nicht zwingend notwendig ist, wurde aus Gründen des Landschaftsschutzes darauf verzichtet, den Zwischenangriff ins Projekt aufnehmend.



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 32**

Linienführung im Münstertal

## Linienführung im Münstertal

Das Portal in Münstair kommt innerhalb des Dorfes zu liegen. Die Topographie erlaubt es, dass der Haupttunnel die bestehende Hauptrasse unterqueren kann.

Aus touristischen Gründen wird der Bahnhof in Münstair nahe dem Dorfzentrum und in unmittelbarer Nähe des Klosters Münstair platziert. Die weitere Linienführung Richtung Taufers verläuft entlang der Hauptstrasse, wobei die anspruchsvolle Topographie eine leicht geschlängelte Linienführung verlangt. Der Bahnhof in Taufers liegt abermals nahe dem Dorfzentrum.

Das Portal zum Tunnel Richtung Mals liegt ebenfalls südliche der Hauptstrasse, wodurch die niveaufreie Kreuzung mit der Strasse gewährleistet ist. Die Linienführung in Mals ist im Kapitel 4.3.11 erläutert.

### 5.2.3 Geologie

Aus geologischer Sicht sind zu der Variante 8 (Sagliains – Müstair – Mals) folgende spezifische Punkte zu erwähnen:

- Der Tunnel verläuft ab Sagliains zuerst in Gesteinen des Silvretta-Kristallins. Die Engadiner-Linie wird erst nach ca. 7 km Tunnelvortrieb durchfahren.
- Der Tunnel durchfährt die problematische Sedimentmulde der S-charl-Decke, in der u.a. mit Wassereinbrüchen und Anhydrit-Quellung gerechnet werden muss.
- Da der Horizontalschnitt aus dem Bericht Kobel (2006) die Geologie in diesem Bereich 100 m tiefer als die Tunnelvarianten darstellt und die Grenzen zwischen den Sedimenteinheiten z.T. sehr flach einfallen (vgl. Profil aus Kobel (2006)), kann der Anteil von Sedimenten auf Tunnelniveau mit ca. 10 km massgeblich höher sein, als auf dem Horizontalschnitt abzulesen ist.
- Ein grosser Teil des Haupttunnels und des Tunnels Taufers – Mals verläuft in Gesteinen des Sesvenna-Kristallins, welche voraussichtlich ohne grössere Probleme durchörtert werden können (allerdings fehlen Tunnelbau-Erfahrungswerte für diese Gesteinseinheit).
- Die beiden Portalzonen in Müstair dürften über längere Strecken (bis ca. 500 m) im Lockergestein zu liegen kommen.
- Der längste Tunnel (Sagliains – Müstair) dieser Variante ist mit über 30 km deutlich länger als der Vereina-Tunnel (19 km).

### 5.2.4 Landschaft (siehe auch *Anhang 12*)

Aufgrund der berücksichtigten Optimierungsmassnahmen bei der Trassierung und unter Beachtung weiterer Schutz- und Gestaltungsmassnahmen sind keine markanten Beeinträchtigungen in Schutzgebieten oder von besonders geschützten Biotopen zu erwarten.

Sagliains – Querung des Inn

Auffällig wird bei dieser Variante die Querung des Inntales südlich von Sagliains sein. Die morphologisch reich gegliederte Landschaft kann aufgrund des noch wenig tief eingeschnittenen Inn jedoch relativ terrainnah überquert werden. Im Zusammenhang mit den bereits bestehenden anthropogenen Eingriffen (Hauptstrasse, Bahntrasse, Bahnhof Sagliains, einzelne Siedlungselemente) ist dies bei entsprechenden Massnahmen zur optimalen Eingliederung vertretbar. Der bisher wenig beeinflusste Nordhang hat als Schutzwald und Wildruhezone eine besondere Bedeutung, auf die bei Installationsplätzen und Tunnelportal Rücksicht zu nehmen ist. (vgl. **Anhang 8** - Abb. 2)

Müstair / Taufers

Im Münstertal (Schweiz und Südtirol) sind der vielfältigen Stufenlandschaft zwischen Müstair und Taufers besondere Beachtung zu schenken: geländeangepasste Trassierung, Schonung der Kulturlandschaften (gem. regionalem Richtplan) und der zahlreiche Hecken- und Feuchtbiopte, Beachten des Schutzwaldes im Bereich des Tunnelportals oberhalb Müstair. (**Anhang 8** vgl. Abb. 4)

Mals / Schluderns

Besondere Beachtung bei der weiteren Projektierung im Bereich Mals / Schluderns ist die Querung des Bachtales (Tunnelportal) unterhalb der steilen Felswand

(landschaftlich empfindlicher und vielfältiger Raum) und einer sehr gut geländeangepassten Führung des Trasses in der offenen – leicht geneigten – Tallandschaft zu schenken. (**Anhang 8** vgl. Abb. 7)

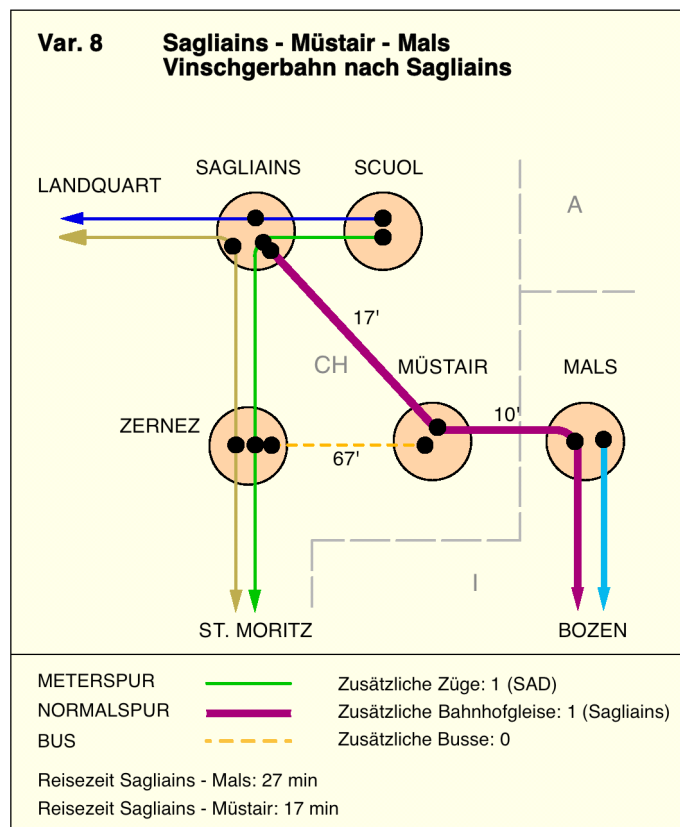
### 5.2.5 Betriebskonzept

Normalspur Mals - Sagliains

Die Variante 8 (Sagliains – Müstair – Mals) wird als Normalspurverlängerung der Vinschgerbahn bis Sagliains betrieben. Die Reisezeit zwischen Sagliains und Mals liegt bei 27 Minuten (83' schneller als heute), die Distanz zwischen Sagliains und Müstair wird in 17 Minuten zurückgelegt (58' schneller als heute).

Betriebsmittel / Infrastruktur

Der Betrieb benötigt eine zusätzliche Komposition (Normalspur). Ebenso ist ein zusätzliches Umsteige-Bahnhofsgleis (Normalspur) in Sagliains zu realisieren. Die Aufhebung der Postautostrecke Mals – Müstair ist möglich.



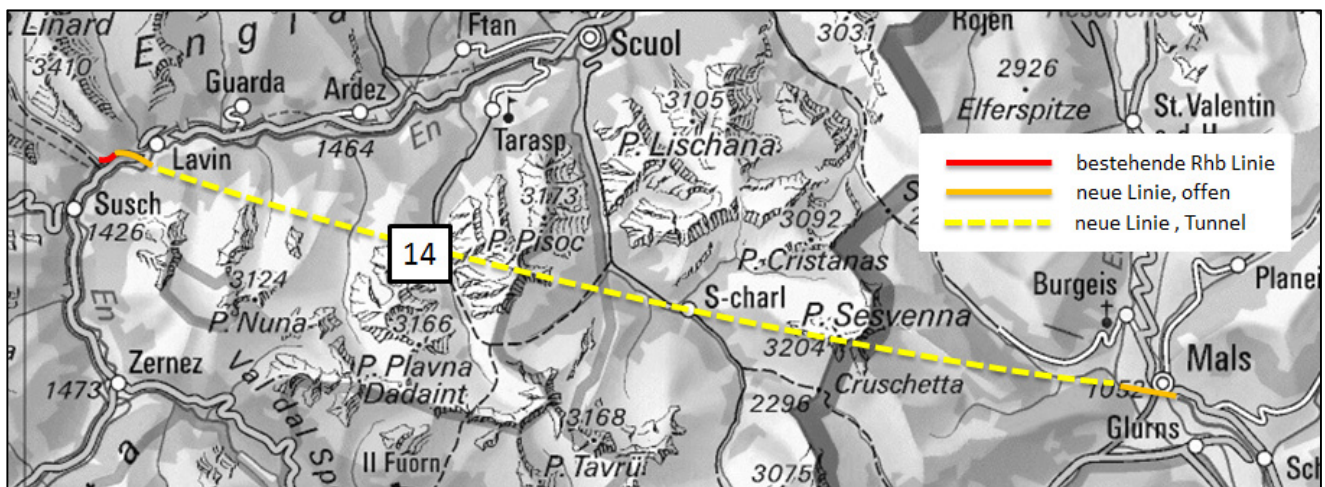
**Abbildung 33**  
Betriebskonzept Variante 8

(Quelle: IBV / IG Sesvenna)

Nebst dem Regionalzug mit Halt an allen Stationen, verkehrt auf der Strecke der Vinschgerbahn bereits heute ein Regionalexpress, welcher nicht alle Stationen bedient. Um das Potential, welches sich mit der EVB neu erschliesst, auszuschöpfen, müsste das System der Eilzüge weiter ausgebaut werden. (z.B. Eilzug Bozen – Sagliains, mit Halt in Meran, Naturn, Schlanders und Mals).

### 5.3 Variante 14; Sagliains – Mals

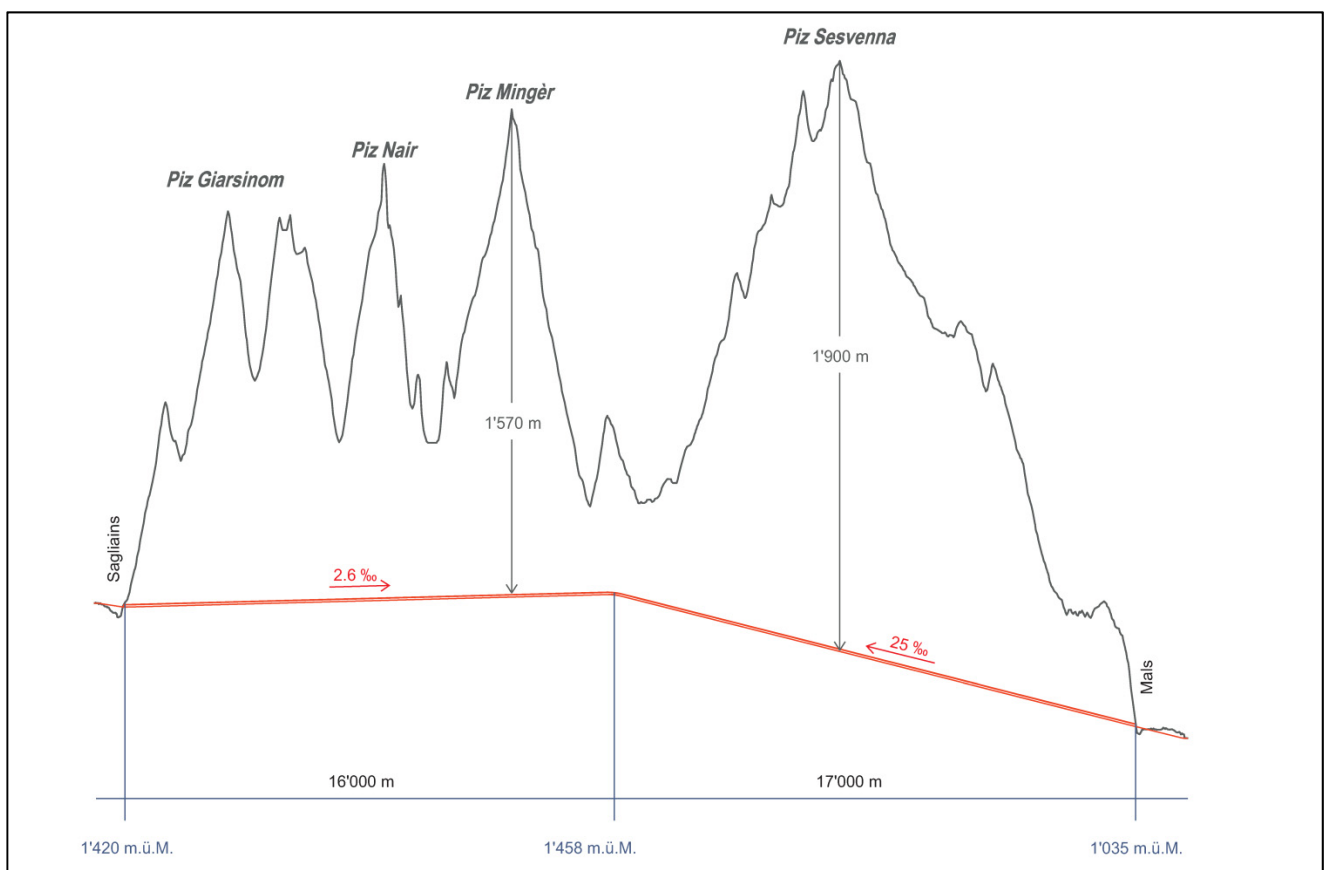
#### 5.3.1 Übersicht



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 34**

Linienführung der Variante 14



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 35**

Längsprofil der Variante 8

### 5.3.2 Trassenführung / Kunstbauwerke

Die offene Linienführung der Variante 14 von Sagliains – Tunnelportal Nord, bzw. vom Tunnelportal Süd bis nach Mals ist identisch mit der Variante 8 (siehe vorheriges Kapitel).

Der längste Tunnel

Von den vier Varianten ist der Haupttunnel der Variante 14 mit über 33 km am längsten. Der Tunnel würde den Verainatunnel, mit 19km der weltweit längste Meterspur-Eisenbahntunnel, bei weitem übertreffen. In der Schweiz würde der Tunnel nach dem Lötschberg Basistunnel (34.6 km) und dem Gotthard zum drittlängsten Tunnel.

Höhendifferenz und Neigung

Eine besondere Herausforderung für den Tunnel ist die Höhendifferenz, die der Tunnel zu überwinden hat. Das Portal in Sagliains liegt auf ca. 1420 m, das Portal in Mals bei ca. 1037 m. Würde der Tunnel ohne Scheitelpunkt realisiert, ergäbe dies eine theoretische Neigung von Nord nach Süd von ca. 11.5 ‰. Damit das Wasser (z.B. eindringendes Bergwasser) abfließen kann, wird aus Sicherheitsgründen im Tunnelbau ein steigender Ausbruch bevorzugt. Da aus zeitlichen und logistischen Gründen der Tunnel von Nord und Süd her ausgebrochen werden wird, resultiert ein Dachgefälle mit einem Scheitelpunkt etwa in der Tunnelmitte.

Wird der Scheitelpunkt ungefähr mittig angeordnet und das Gefälle nach Norden auf ein Minimum reduziert (ca. 2.5 ‰), resultiert nach Süden ein Gefälle von knapp 25 ‰. Dies ist noch innerhalb der Trassierungsvorgaben, energietechnisch ist es jedoch nicht optimal durch den Scheitelpunkt quasi einen „künstlichen“ Hochpunkt einzubauen. Dieser Umstand könnte entschärft werden, wenn das Portal auf Südtiroler Seite weiter nach Norden verlegt würde. Burgeis, auf 1215 m.ü.M., bietet sich als Standort eines möglichen Tunnelportals an. Die nun verbleibende Höhe, müsste mit weiteren Kehrtunnels auf Südtiroler Seiten abgebaut werden.

### 5.3.3 Geologie

Aus geologischer Sicht sind zur Variante 14 (Sagliains – Mals) folgende spezifische Punkte zu erwähnen:

- Der Tunnel verläuft ab Sagliains kommend zuerst in Gesteinen des Silvretta-Kristallins und die Engadiner-Linie wird erst nach ca. 8.5 km Tunnelvortrieb durchfahren.
- Der Tunnel durchfährt die problematische Sedimentmulde der S-charl-Decke, in der unter anderem mit Wassereinbrüchen und Anhydrit-Quellung gerechnet werden muss.
- Da der Horizontalschnitt aus Kobel (2006) die Geologie in diesem Bereich 100 m tiefer als die Tunnelvarianten darstellt und die Grenzen zwischen den Sedimenteinheiten z.T. sehr flach einfallen (vgl. Profil aus Kobel (2006)), kann der Anteil von Sedimenten auf Tunnelniveau mit ca. 10 km massgeblich höher liegen als auf dem Horizontalschnitt abzulesen ist.

- Etwa die Hälfte des Tunnels verläuft in Gesteinen des Sesvenna-Kristallins, welche voraussichtlich ohne grössere Probleme durchörtert werden können (allerdings fehlen Tunnelbau-Erfahrungswerte für diese Gesteinseinheit).
- Die beiden Portalzonen in der Val Müstair dürften über längere Strecken (bis ca. 500 m) im Lockergestein liegen.
- Der längste Tunnel (Sagliains – Müstair) dieser Variante ist mit über 33 km deutlich länger als der Vereina-Tunnel (19 km).

#### **5.3.4 Landschaft**

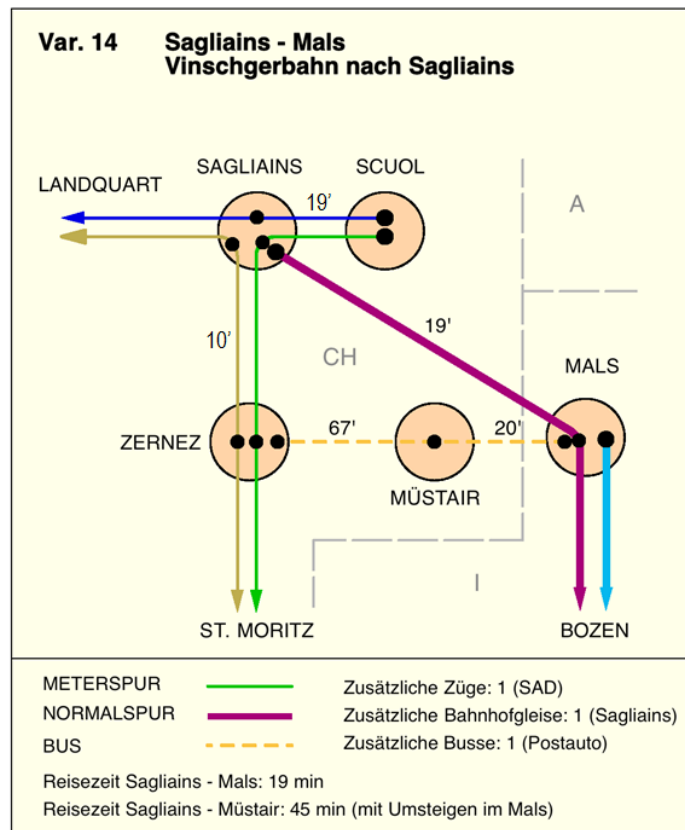
Die offene Linienführung der Variante 14 und damit auch die landschaftliche Beeinträchtigung ist identisch mit der Variante 8 (siehe vorheriges Kapitel).

#### **5.3.5 Betriebskonzept**

Diese Variante erlaubt die schnellsten grossräumigen Verbindungen und ist mit Vorteil als Verlängerung der Vinschgerbahn nach Sagliains zu betreiben.

Die Erschliessung von Müstair wird durch eine koordinierte stündliche Busverbindung ab Mals, via Laatsch realisiert.

Die Reisezeit zwischen Sagliains und Mals beträgt 19' (91 Minuten schneller als heute). Die Reise von Sagliains nach Müstair dauert 45 Minuten (mit Umstieg in Mals) und ist noch halb so lang wie heute.



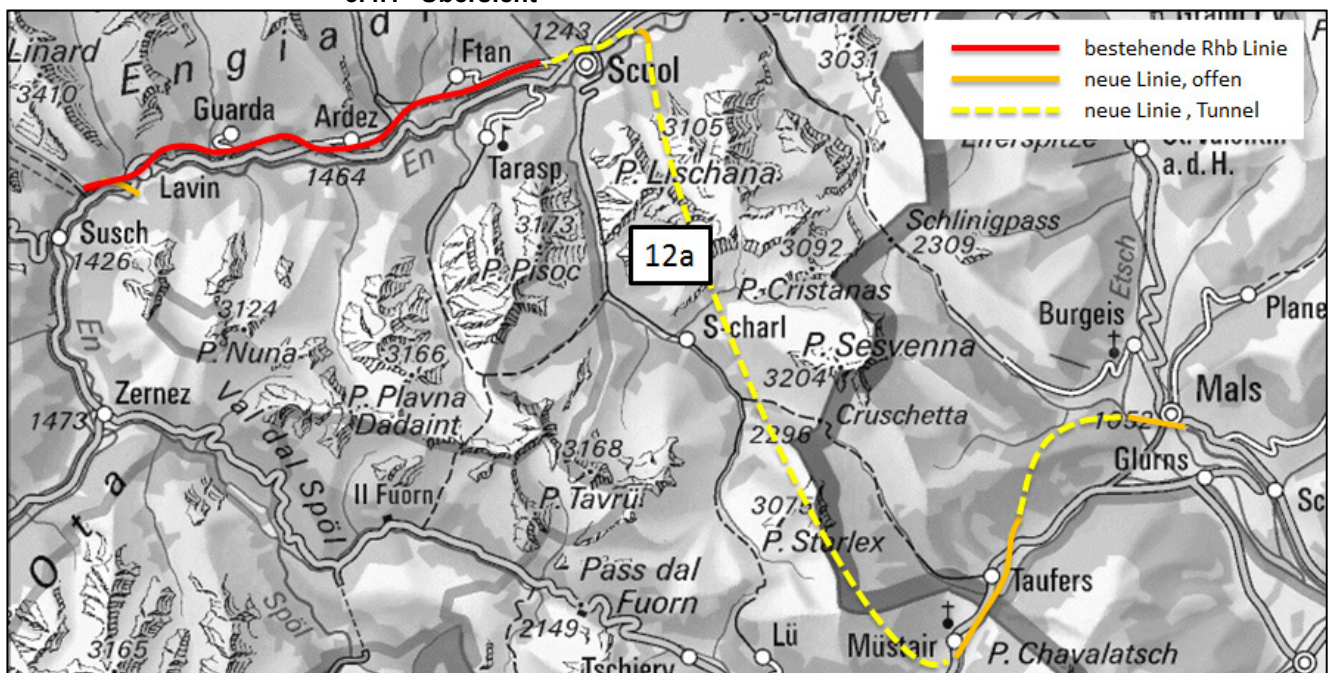
**Abbildung 36**  
Betriebskonzept Variante 14

(Quelle: IBV / IG Sesvenna)

Die Verbindung zwischen Scuol und Müstair würde durch den neuen Tunnel nicht wesentlich verbessert. Die heutige Bahn-Bus Verbindung via Ofenpass dauert gemäss gültigem Fahrplan 1 h 45 min, mit dem neuen Tunnel immerhin noch 1 h 10 min (mit Umsteigezeiten von je 6 min in Sagliains und Mals).

## 5.4 Variante 12a; Sagliains - Scuol – Müstair – Mals

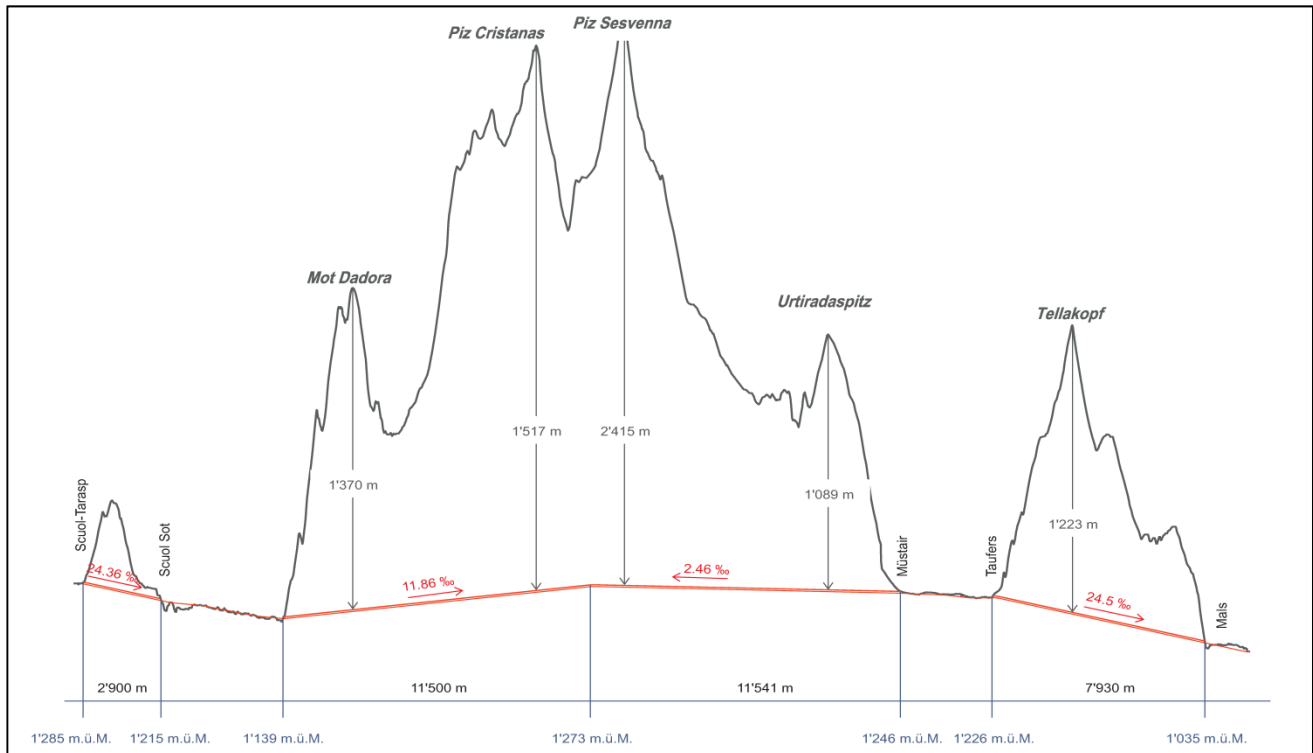
### 5.4.1 Übersicht



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

Abbildung 37

Linienführung der Variante 12a



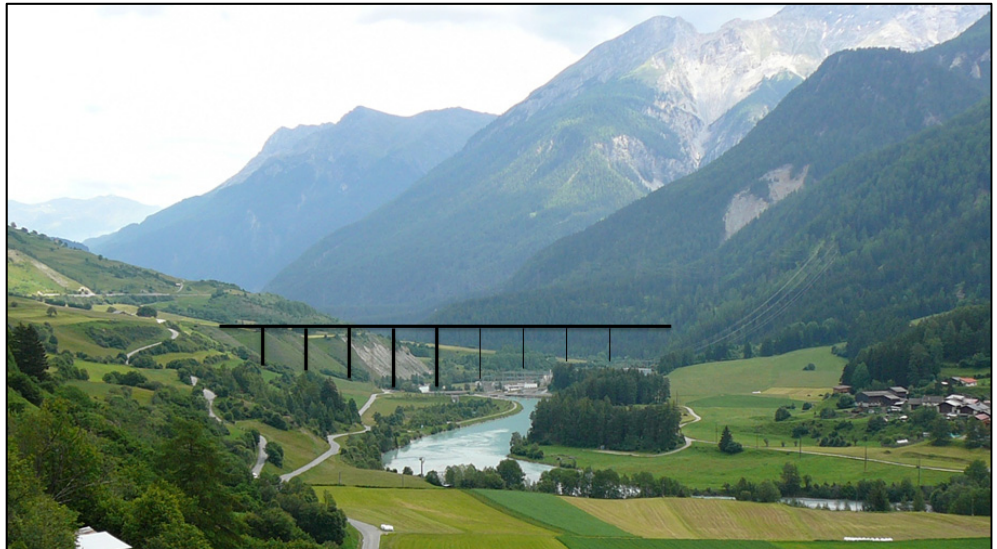
(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

Abbildung 38

Längsprofil der Variante 8

### 5.4.2 Trassenführung / Kunstbauwerke

- Die Variante „Scuol Ost 27“ (Linienführung entlang der Hauptstrasse 27) hat sich in der Vorselektion gegenüber dem Umfahrungstunnel durchgesetzt, da das Risiko, die mineralischen Quellen in Scuol zu stören, oder evtl. sogar zum Versiegen zu bringen, sehr klein ist. Die Linienführung hat aber einen grossen Nachteil: Durch die relative hohe Lage entlang der Strasse, würde auch die Talquerung sehr gross und landschaftlich sehr dominant, siehe
- Abbildung 39.



**Abbildung 39**

Landschaftlich dominierende Talquerung bei Pradella (Scuol Ost 27)

#### Alternative Linienführung

Aus diesem Grund und da die Linienführung wegen der unterschiedlichen Höhenverhältnisse von Strasse und Bahntrasse nicht ohne grössere Anpassungen an den Stützbauwerken realisierbar wäre (siehe Abbildung 16), wurde nach einer neuen Linienführung gesucht und gefunden.

#### Neue Linienführung

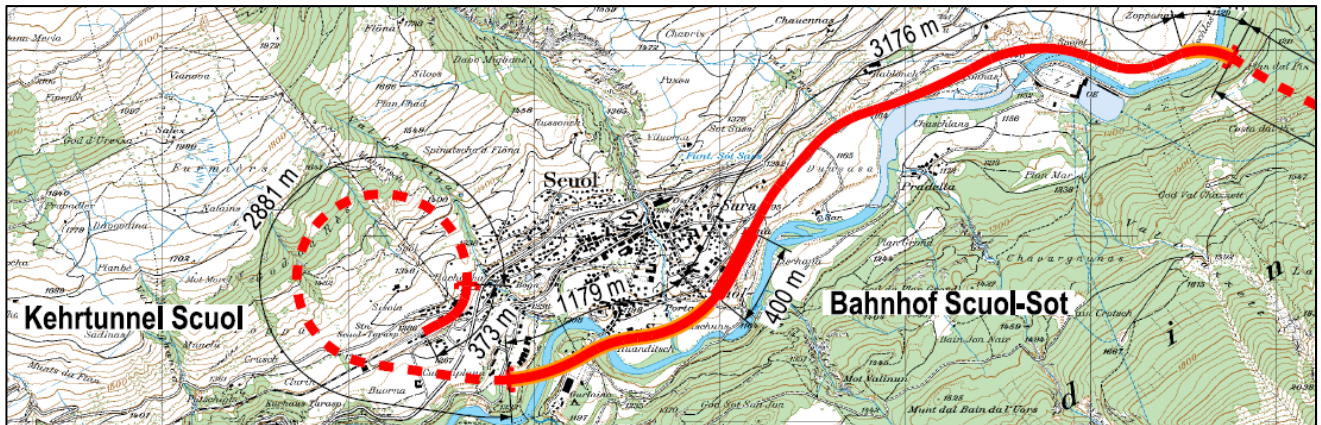
- Mit der in der Abbildung 40 dargestellten Linienführung mit Kehrtunnel werden die Quellen nicht oder nur am Rand tangiert, und die Linienführung ist deshalb aus geologischer Sicht akzeptabel.

Durch die tiefe Lage des Trassees gegenüber dem Inn ergeben sich die beiden Vorteile einer tiefen - landschaftlich unbedenklichen - Querung des Inn, sowie die Möglichkeit ein Bahnhof „Scuol Sot“ zu realisieren. Dieser Bahnhof würde das Dorfzentrum von Scuol sehr gut erschliessen.

#### Ausweichen der Engadiner Linie und oberostalpine Sedimentmulde

Das Problem der Engadiner Linie, wie auch der bautechnisch schwierigen oberostalpinen Sedimentmulde (Standfestigkeit des Gebirges und Wassereinträge), welche auf der Südseite des Inn Tales zu durchdringen ist, kann durch die neue Linienführung nicht gelöst werden. Deshalb muss die Strecke, entgegen der scheinbar offensichtlich sich anbietenden direkten Querung des Inn nach dem Kehrtunnel und Weiterführung in

den Haupttunnel, auf der Nordseite des Inn weiter nach Osten geführt werden. Zum einen kann dadurch die Engadinerlinie gleich Anfangs des Haupttunnels mit geringer Überlagerung durchörtert werden. Zum andern zeigt die geologische Prognose östlich von Scuol, dass die bautechnisch schwierige Sedimentmulde geringmächtiger wird und die besonders als bautechnisch aufwendig zu erwartenden geologischen Einheiten des Hauptdolomits und der Raibler-Formation auskeilen und fehlen.



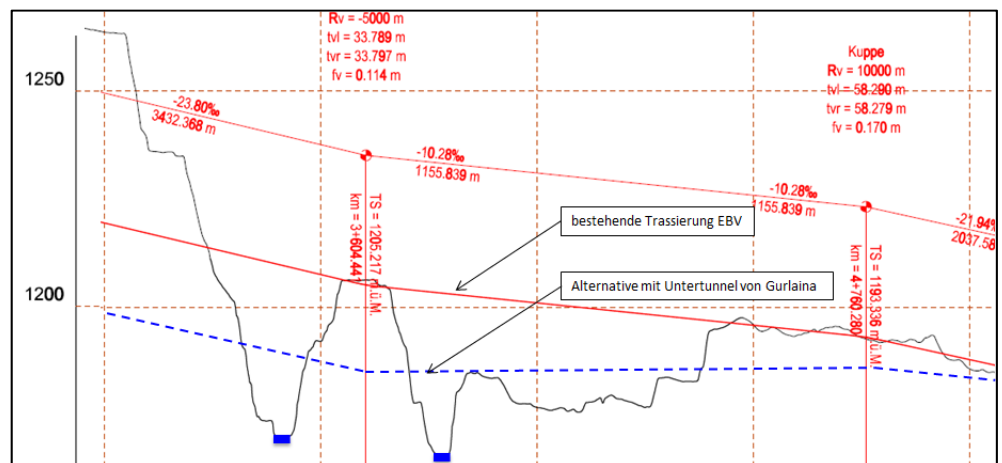
(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 40**

Linienführung „Scul Sot“ in Scuol

Weitere Optimierungen möglich

Auf den Plänen ist eine niveaugleiche Linienführung über Scuol Gurlaina gezeichnet. Diese Linienführung lässt sich leichter realisieren, hat aber den Nachteil, dass die Bahn östlichen von Gurlaina, auf der Ebene südlich von Scuol, relativ hoch auf einem Damm oder einem tiefen Viadukt zu liegen kommt. Die Linienführung kann optimiert werden, wenn die Trassierung über Gurlaina tiefer erfolgt (z.B. durch ein Tagbautunnel). Das Ziel könnte eine niveaugleiche Querung mit der gedeckten Holzbrücke (Punt d'En Scuol-Sot) sein. Sie dazu  
Abbildung 41.



**Abbildung 41**

Längenprofil Scuol Sot (schwarze Linie = bestehendes Terrain)

Bestehende Rhb-Strecke  
Sagliains – Scuol

Mit dem Anschluss der EBV an das Gleisende in Scuol, bietet sich eine Weiterführung des RhB-Schmalspurnetzes nach Süden an. Die bestehende RhB-Strecke zwischen Sagliains und Scuol muss deshalb nicht zwingend ausgebaut werden. Es wurden keine entsprechenden Kosten einkalkuliert. Ein Ausbau der Strecke zu einem späteren Zeitpunkt ist möglich.

Bemerkung: Ein durchgehender Autoverlad von Selfranga nach Mals ist damit in den Varianten 12a und 18a nicht vorgesehen. Dies rechtfertigt sich durch die äusserst geringe Nachfrage, welche sich durch die relative Wintersicherheit von Reschen- und Ofenpass ergibt. Durch die lange Reisezeit von mehr als einer Stunde wäre zudem spezielles Rollmaterial notwendig, welches den Fahrgästen erlauben würde, ihr Fahrzeug zu verlassen.

### 5.4.3 Geologie

Aus geologischer Sicht sind zur Variante 12a (Scuol – Müstair – Mals) folgende spezifische Punkte zu erwähnen:

- Der Kehrtunnel in Scuol verläuft durch penninische Bündnerschiefer und führt in unmittelbarer Nähe von gefassten Mineralquellen vorbei. Injektionen zur Abdichtung dieser ca. 400 m langen Teilstrecken werden dazu vorgesehen.
- Die Tasna-Decke und die Engadiner-Linie werden bei Pradella in Portalnähe durchfahren.
- Die problematische Sedimentmulde der S-charl-Decke beschränkt sich auf ca. 1.5 km. Von den drei Sedimenteinheiten, in welchen Wassereinbrüche und Anhydrit-Quellung ein Gefährdungsbild sind, wird voraussichtlich nur eine (Mittlere Trias) durchfahren.
- Der grösste Abschnitt des Haupttunnels und der Tunnel Taufers – Mals verlaufen in Gesteinen des Sesvenna-Kristallins, welche voraussichtlich ohne grössere Probleme durchörtert werden können (allerdings fehlen Tunnelbau-Erfahrungswerte für diese Gesteinseinheit).
- Die beiden Portalzonen in der Val Müstair dürften über längere Strecken (bis ca. 500 m) im Lockergestein zu liegen kommen.
- Der Haupttunnel (Pradella – Müstair) ist 23.6 km lang und somit längenmässig mit dem Vereina-Tunnel (19 km) vergleichbar.

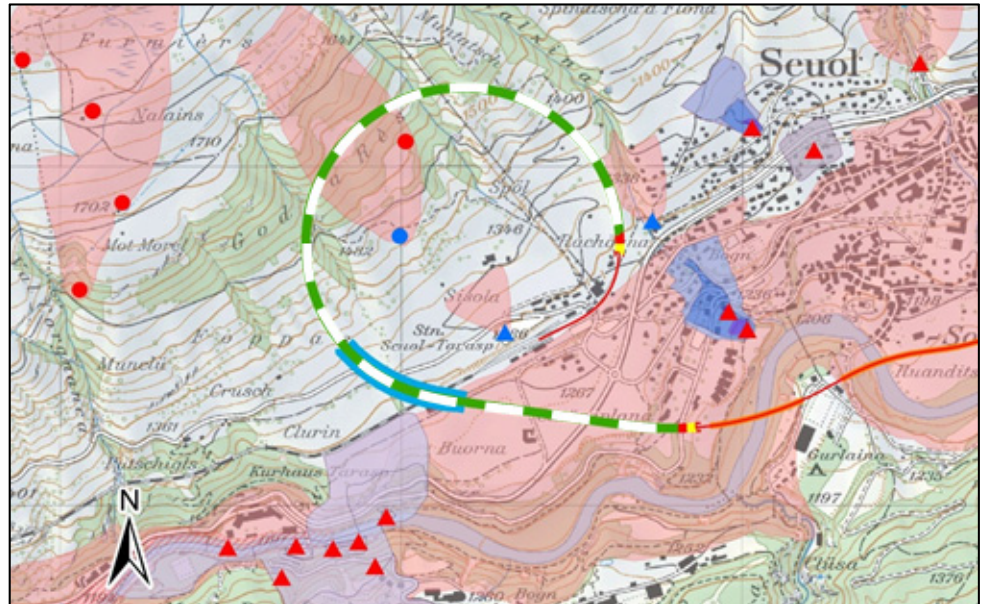
Ausweichen der Engadiner Linie  
und oberostalpine  
Sedimentmulde

Wie im Kapitel 5.4.2 Trassenführung erläutert, wird mit der vorliegenden Linienführung vermieden, die Engadiner Linie unter grösserer Überlagerung und die bautechnisch schwierige und mächtige oberostalpine Sedimentmulde südlich von Scuol (direkt nach dem Kehrtunnel) zu queren. Auf Grund der heute vorliegenden geologischen Kenntnisse erscheint eine solche Lösung nicht wirtschaftlich. d.h. die bautechnischen Risiken, bzw. der Aufwand die geologisch schwierigen Zonen zu durchstossen sind grösser als der Ertrag, welcher sich durch die Verkürzung der Streckenlänge ergeben würde. Auch die erste Studie (siehe Bericht Dr. Kobel, 2006) ist zu einem ähnlich Ergebnis gelangt.

Weitere geologische  
Untersuchungen

Es ist möglich, dass Ergebnisse einer umfangreichen geologischen Untersuchung neue Erkenntnisse zu Gunsten einer verkürzten Linienführung bringen könnten. Die

Aufwandabschätzung einer solchen geologischen Untersuchung (mit tiefen Sondierungen im unwegsamen Gelände) müsste Gegenstand einer separaten Studie sein.



**Abbildung 42**  
Kehrtunnel Scuol (grüne Linie) mit Gewässerschutzkarte

(Quelle: CSD / IG Sesvenna)

#### Legende zur Abbildung 42

- Dreiecke: Mineralquellen
- Kreise: Quellen; rot: gefasst; blau: ungefasst
- rote Flächen: Gewässerschutzbereiche
- blaue Flächen: Grundwasserschutzzonen

Blaue Zone um Tunnel: Abschnitt mit Injektionen (detaillierte Legende für die Bautechnische Klassifikation siehe **Anhang 11**, Übersichtsplan Legende oben rechts).

#### 5.4.4 Landschaft (siehe auch **Anhang 12**)

Aufgrund der Optimierungsmassnahmen bei der Trassierung (Kehrtunnel vor Scuol und tiefe Linienführung via Gurlaina) und unter Beachtung weiterer Schutz- und Gestaltungsmassnahmen sind keine markanten Beeinträchtigungen in Schutzgebieten oder besonders geschützten Biotopen zu erwarten.

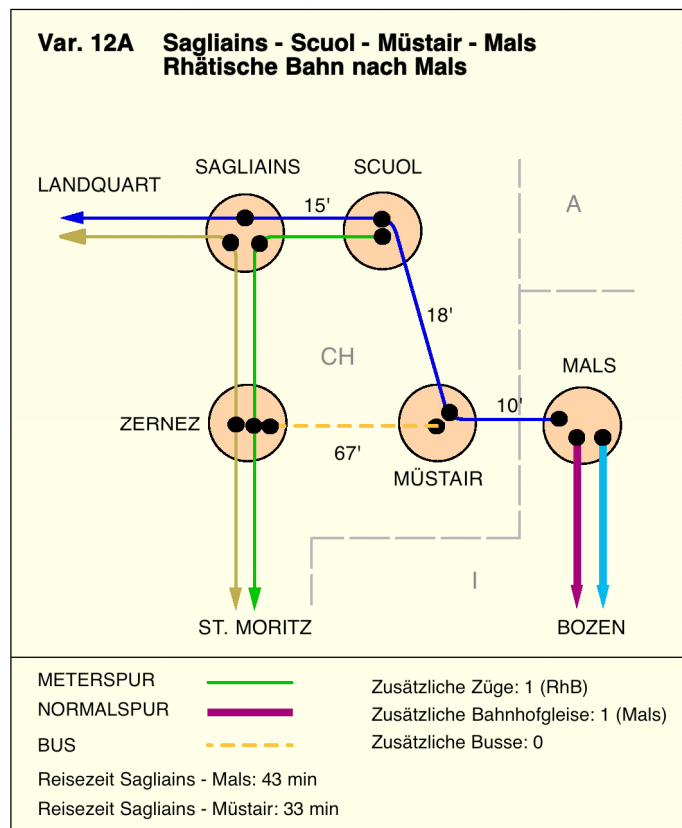
Scuol

In Nachbarschaft von Inn-Auen und im Bereich Suronas / Ischla sind besondere Schutz- und Optimierungsmassnahmen in den allfälligen weiteren Projektierungsstufen sicherzustellen. Dies deshalb, da südlich von Sent, gem. Inventar TWW, ein vielfältiger und morphologisch reich gegliederter empfindlicher Landschaftsraum mit zahlreichen schützenswerten Trockenwiesen besteht.

Querung des Inn	Die Lage des Trassees im Innthal südlich von Scuol (Sot) wird auffällig sein. Im Zusammenhang mit den bereits bestehenden anthropogenen Eingriffen (Siedlungsbereiche, Kiesabbau, Stausee, Kraftwerk) ist dies bei entsprechenden Massnahmen zur optimalen Eingliederung vertretbar.
Portal oberhalb Pradella	Der bisher wenig beeinflusste Nordhang im Bereich des Tunnelportals hat als Schutzwald und Wildruhezone eine besondere Bedeutung, auf die bei Installationsplätzen und beim Tunnelportal Rücksicht zu nehmen ist.
Müstair / Taufers	Im Münstertal (Schweiz und Südtirol) sind der vielfältigen Stufenlandschaft zwischen Müstair und Taufers besondere Beachtung zu schenken: geländeangepasste Trassierung, Schonung der Kulturlandschaften (gem. regionalem Richtplan) und der zahlreiche Hecken- und Feuchtbiotope, Beachten des Schutzwaldes im Bereich des Tunnelportals oberhalb Müstair. ( <b>Anhang 8</b> vgl. Abb. 4).
Mals / Schluderns	Besondere Beachtung bei der weiteren Projektierung ist der Querung des Bachtales (Tunnelportal) unterhalb der steilen Felswand (landschaftlich empfindlicher und vielfältiger Raum) und einer sehr gut geländeangepassten Führung des Trasses in der offenen – leicht geneigten – Tallandschaft zu schenken ( <b>Anhang 8</b> vgl. Abb. 7).

#### 5.4.5 Betriebskonzept

Variante Meterspur Scuol - Mals	Die Variante Scuol – Müstair – Mals kann als Erweiterung des Meterspurnetzes der Rhätischen Bahn in Italien betrieben werden. Die Reisezeit zwischen Sagliains und Mals beträgt 43 Min. (67' schneller als heute), die Strecke zwischen Sagliains und Müstair wird in 33 Min. zurückgelegt (42' schneller als heute).
Variante Normalspur Scuol - Mals	<p>Die Weiterführung der Meterspur nach Italien ist nicht zwingend. Es ist auch möglich eine Normalspurbahn bis nach Scuol zu betreiben. Der Umsteigebahnhof würde eher im bestehenden Bahnhof in Scuol betrieben werden. Damit könnte das Skigebiet von Scuol (Motta Naluns Bahn) direkt mit der Normalspurbahn von Italien her erreicht werden. Um Scuol Sot von Sagliains her zu erreichen, wäre ein Umsteigevorgang in Scuol nötig.</p> <p>Ein Vorteil der Normalspurvariante ist die bessere Verknüpfungsmöglichkeit (Aufwärtskompatibilität) mit einer möglichen zukünftigen Tunnelverbindung vom Münstertal Richtung Bormio (<i>siehe auch Abbildung 51, Seite 76</i>).</p>
Betriebsmittel	Der Betrieb benötigt eine zusätzliche Garnitur (RhB). Ein zusätzliches Bahnhofsgleis (Meterspur) in Mals ist ebenfalls nötig. Die Aufhebung der Postautostrecke Mals – Müstair ist möglich.

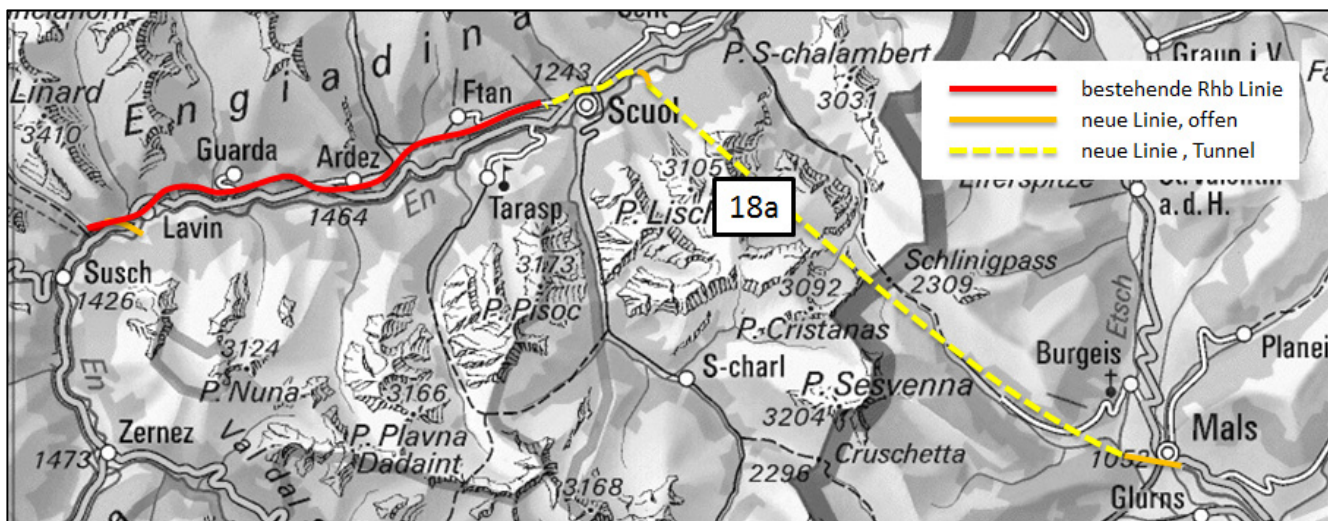


**Abbildung 43**  
Betriebskonzept Variante 12a

(Quelle: IBV / IG Sesvenna)

## 5.5 Variante 18a; Sagliains – Scuol – Mals

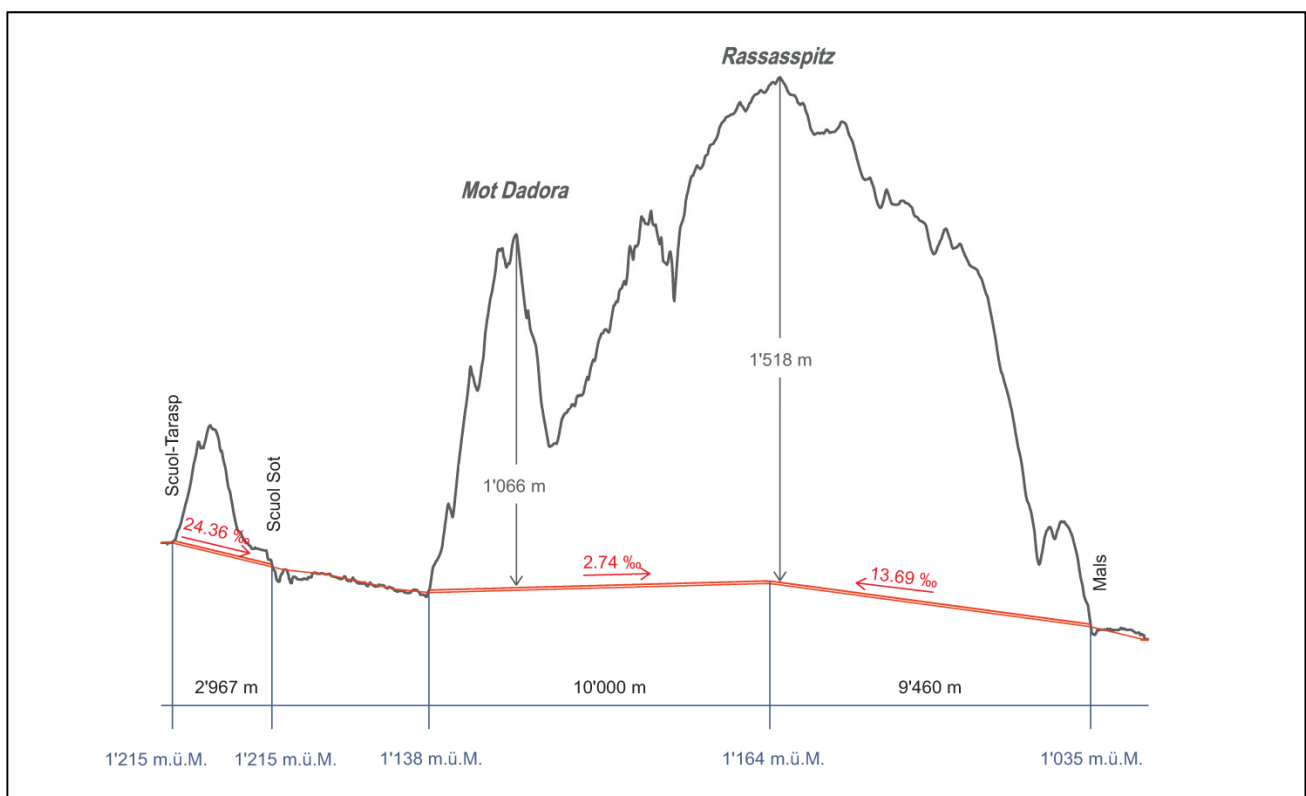
### 5.5.1 Übersicht



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 44**

Linienführung der Variante 18a



(Quelle: B&H / IG Sesvenna)

**Abbildung 45**

Längsprofil der Variante 8

### 5.5.2 Trassenführung / Kunstbauwerke

Für die Linienführungen in Scuol und Mals wird auf die Variante 12a verwiesen, siehe Kap. 5.4).

Mit ca. 19.5 km Länge ist der Tunnel von Scuol nach Mals der kürzeste der vier Feinvarianten und ist direkt mit dem Verainatunnel (19km) vergleichbar.

### 5.5.3 Geologie

Aus geologischer Sicht sind zur Variante 18a (Scuol – Mals) folgende spezifische Punkte zu erwähnen:

- Der Kehrtunnel in Scuol führt in unmittelbarer Nähe von gefassten Mineralquellen vorbei. Injektionen zur Abdichtung dieser ca. 400m langen Teilstrecken werden dazu vorgesehen (vgl. Abbildung 42).
- Die Tasna-Decke und die Engadiner-Linie werden bei Pradella in Portalnähe durchfahren.
- Die problematische Sedimentmulde der S-charl-Decke beschränkt sich auf ca. 1.5 km. Von den drei Sedimenteinheiten, in welchen Wassereinbrüche und Anhydrit-Quellung ein Gefährdungsbild sind, wird voraussichtlich nur eine (Mittlere Trias) durchfahren.
- Der grösste Abschnitt des Haupttunnels verläuft in Gesteinen des Sesvenna-Kristallins, welche voraussichtlich ohne grössere Probleme durchörtert werden können (allerdings fehlen Tunnelbau-Erfahrungswerte für diese Gesteinseinheit).
- Der längste Tunnel (Pradella – Mals) dieser Variante ist ca. 19.4 km lang (vergleichbar mit Vereina)

### 5.5.4 Erläuterungen zur Landschaft (siehe auch *Anhang 12*)

Die offene Linienführung der Variante 18a und damit auch die landschaftliche Beeinträchtigung ist mit der Variante 12a vergleichbar (siehe vorheriges Kapitel).

### 5.5.5 Betriebskonzept // IBV

Normalspurbetrieb

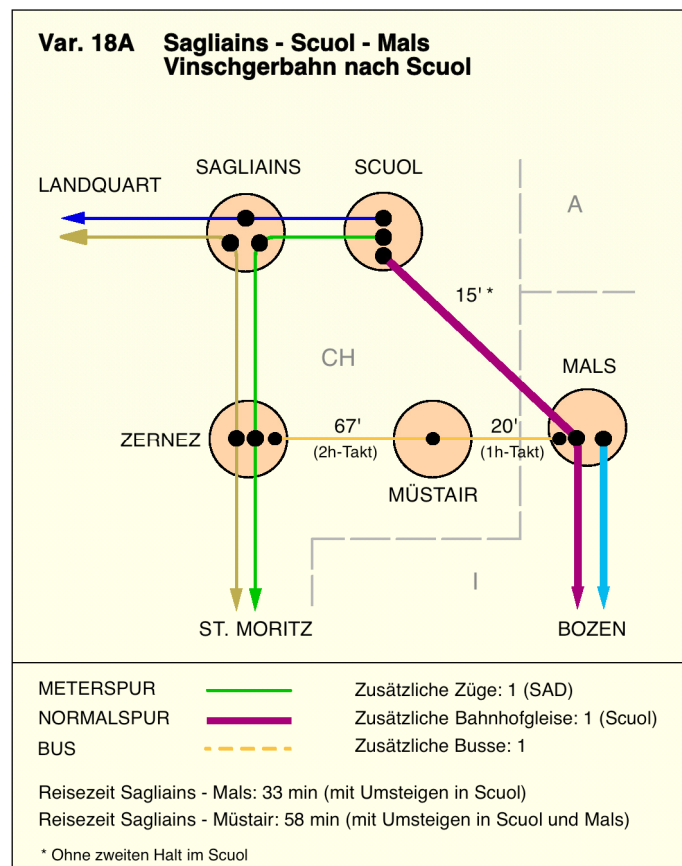
Diese Variante könnte als Verlängerung der Vinschgerbahn nach Scuol oder als Erweiterung des RhB-Netzes betrieben werden. Um eine optimale Rotation des Rollmaterials zu realisieren, ist die Normalspur-Lösung zu bevorzugen.

Reisezeitverkürzung

Die Reisezeit zwischen Sagliains und Mals beträgt 33 Minuten (mit Umsteigen in Scuol 77' schneller als heute). Die Reise von Sagliains nach Müstair dauert 58 Minuten (mit Umstieg in Scuol und Mals) und bleibt 27 Minuten schneller als heute.

Betriebsmittel

Für den Betrieb ist eine zusätzliche Garnitur notwendig sowie eine Erweiterung der Gleis- und Perronanlage in Scuol.



**Abbildung 46**  
 Betriebskonzept Variante 18a

(Quelle: IBV / IG Sesvenna)

## 6. Variantenevaluation

### 6.1 Zielkatalog und Gewichtung

An der Koordinationssitzung vom 15. September 2011 mit der Projektleitung der PEB, dem kant. Amt für Energie und Verkehr (AEV), Grischconsulta AG und IG Sesvenna wurde festgelegt,

- dass die parallel laufende, volkswirtschaftliche Beurteilung der EVB durch Grischconsulta auf die vier durch den Lenkungsausschuss festgelegten Varianten basieren soll
- dass der Zielkatalog der Vorselektion durch einige Zielsetzungen aus der Beurteilung der volkswirtschaftlichen Aspekte zu ergänzen sei, bevor die vier verbleibenden Varianten gegenübergestellt werden und,
- dass IG Sesvenna und Grischconsulta auch die dazugehörigen Beurteilungskriterien für alle Ziele gemeinsam festlegen.

Aus diesem Grund umfasst die finale Variantenevaluation neu 12 Ziele, denen insgesamt 26 Kriterien (Indikatoren) zugeordnet sind:

Nr.	Ziel	Quelle	Nachhaltigkeits-Dimension nach NIBA	Nr.	Indikator
1	Verbesserung der grossräumigen europäischen Anbindung / Hemmung der Entvölkerung im Engadin und im Vinschgau (Verbindungen zwischen Engadin bzw. Vinschgau von/nach aussen)	RiP	Gesellschaft	1.1	Reisezeiten auf Zubringer-Verbindungen Scuol - Bozen, Mals - Zürich, St. Moritz - Bozen, Münstair - Zürich, Mals - Davos
				1.2	Anzahl Umsteigevorgänge auf den Relationen Scuol - Bozen, Mals - Zürich, St. Moritz - Bozen, Münstair - Zürich, Mals - Davos
				1.3	Bedienungshäufigkeit (Takt) auf den Relationen Scuol - Bozen, Mals - Zürich, St. Moritz - Bozen, Münstair - Zürich, Mals - Davos
2	Stärkung des Transitverkehrs mit der Eisenbahn (Verbindung der Wirtschaftszentren)	RiP/GC	Gesellschaft	2.1	Reisezeit auf der Transitverbindung Zürich - Bozen, Davos - Bozen
				2.2	Anzahl Umsteigevorgänge auf der Transitverbindung Zürich - Bozen, Davos - Bozen
3	Inneralpine Vernetzung Engadin - Vinschgau	RiP	Gesellschaft	3.1	Reisezeitverkürzungen zwischen regionalen Wohn- und Wirtschaftsräumen Scuol - Mals, Scuol - Münstair, St. Moritz - Mals, St. Moritz - Münstair
				3.2	Bevölkerung im Einzugsgebiet der Stationen Scuol, Mals, St. Moritz und Münstair
				3.3	Gästebetten im Einzugsgebiet der Stationen Scuol, Mals, St. Moritz und Münstair
4	Auslösung regionalwirtschaftlicher & touristischer Impulse	AK	Wirtschaft	4.1	Anzahl Arbeitsplätze im Einzugsgebiet der Stationen Scuol, Mals, St. Moritz und Münstair
				4.2	Landschaftliche Attraktivität der Bahnstrecke
				4.3	Komfort der Anbindung an touristische Attraktionen (Reisezeit, Fussdistanzen ab Bahnhof, Umsteigevorgänge)

Nr.	Ziel	Quelle	Nachhaltigkeits-Dimension nach NIBA	Nr.	Indikator
5	Förderung einer umweltschonenden Mobilität	AK	Ökologie	5.1	Reisezeitverhältnis öV/mIV auf den Relationen Scuol - Mals, Scuol - Müstair, St. Moritz - Mals, St. Moritz - Müstair, Scuol - Bozen, Mals - Zürich, St. Moritz - Bozen, Müstair - Zürich, Mals - Davos, Zürich - Bozen, Davos - Bozen
				5.2	Anzahl Logiernächte im Einzugsgebiet der Stationen Scuol, Mals, St. Moritz und Müstair
				5.3	Chancen für den regionalen Güterverkehr ohne Transit (qualitative Wirkungsanalyse)
6	Mitteleinsatz-Optimierung durch Baukosten-Minimierung	AK	Wirtschaft	6.0	Investitionskosten (inkl. Sicherheitskosten, separat ausgewiesen)
7	Mitteleinsatz-Optimierung durch Betriebskosten-Minimierung	IGS	Wirtschaft	7.0	Betriebskosten
8	Aufwärtskompatibilität mit Bahnnetzerweiterungen nach Landeck und nach Bormio	AK	Wirtschaft	8.1	Kompatibilität mit Bahnnetzerweiterung nach Landeck (qualitative Wirkungsanalyse)
				8.2	Kompatibilität mit Bahnnetzerweiterung nach Bormio (qualitative Wirkungsanalyse)
9	bautechnische Realisierbarkeit (insb. Geo- und Hydrologie)	IGS	Wirtschaft	9.0	bautechnischer Schwierigkeitsgrad
10	Verträglichkeit mit der Landschaft	IGS / GC	Ökologie	10.1	Auswirkung auf Natur und Landschaft im Endzustand
				10.2	Auswirkung auf Natur und Landschaft im Bauzustand
				10.3	Beeinträchtigung touristische Landschaftspotentiale Nationalpark + UNESCO-Biosphäre Val Müstair durch mIV und öV (qualitative Wirkungsanalyse)
11	Minimierung der Auswirkungen auf Siedlungen	GC	Gesellschaft	11.0	Lärmbeeinträchtigungen der Bevölkerung und Gäste (qualitative Wirkungsanalyse)
12	Immissionsentlastung der Schutzgebiete	GC	Ökologie	12.1	Lärmbeeinträchtigungen von Nationalpark + UNESCO-Biosphäre Val Müstair durch mIV und öV (qualitative Wirkungsanalyse)
				12.2	Luftschadstoffemissionen in Nationalpark + UNESCO-Biosphäre Val Müstair durch mIV und öV (qualitative Wirkungsanalyse)
				12.3	Möglichkeiten der Schliessung des Ofenpasses im Winter / ganzjährig, für alle Fz oder für Schwer- und Motorradverker (qualitative Wirkungsanalyse)

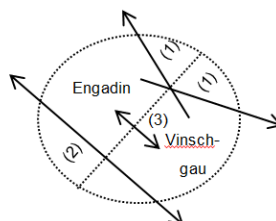
Abkürzungen: RiP: Richtplan; AK: int. Aktionskomitee Engadin-Vinschgau-Bahn; NIBA: Nachhaltigkeitsprüfung von Bahnprojekten;  
IGS: IG Sesvenna; GC: Grischconsult; B&H: Basler & Hofmann

**Tabelle 7 - 1.1 Zielkatalog Kosten-Wirksamkeitsanalyse**

Transitverkehr, inneralpine  
Vernetzung und externe  
Anbindung

Die Unterscheidung zwischen Transitverkehr, inneralpine Vernetzung und externe Anbindung, die für die Ziele 1 bis 3 von Relevanz ist, basiert auf der Annahme, dass das direkt betroffene Gebiet nur das Engadin und das Vinschgau umfasst. Entsprechend sind mit "inneralpin" nur Beziehungen (3) gemeint, die zwischen Engadin und Vinschgau, nicht aber darüber hinaus stattfinden. Die hier interessanten, grossräumigen Anbindungen sind demzufolge die zwischen Engadin und dem Rest des Südtirols bzw. zwischen Vinschgau und Mittelland/ Prättigau (1).

Als Transitverkehr (2) bezeichnet sind demzufolge Beziehungen, die Gebiete nordwestlich des Engadins mit Gebieten südöstlich des Vinschgau verbinden.



## Methode des Feinvergleichs

Im Gegensatz zur Vorselektion, die auf eine qualitative Vergleichswertanalyse (VWA) beruhte, erfolgt der Feinvergleich anhand einer Kostenwirksamkeitsanalyse (KWA). Diese umfasst mehrere Bearbeitungsstufen, die in der Folge beschrieben werden.

## Phase 1 – Gewichtung

Zuerst muss für eine KWA das Zielsystem "gewichtet" werden, d.h. für jedes zu verfolgende Ziel der EVB ist festzulegen, wie wichtig es im Vergleich zu den übrigen Zielen ist. Zielsystem und Gewichtung wurden durch die Projektleitung PEB und AEV an der Sitzung vom 28. Oktober 2011 wie folgt festgelegt:

Nr.	Ziel	Gewichtung	Gewichtung	Abweichung
		PEB [%]	AEV [%]	PEB - AEV [%]
1	Verbesserung der grossräumigen europäischen Anbindung / Hemmung der Entvölkerung im Engadin und im Vinschgau (Verbindungen zwischen Engadin bzw. Vinschgau von/nach aussen)	11%	12%	-1%
2	Stärkung des Transitverkehrs mit der Eisenbahn (Verbindung der Wirtschaftszentren)	0%	1%	-1%
3	inneralpine Vernetzung Engadin - Vinschgau	11%	12%	-1%
4	Auslösung regionalwirtschaftlicher & touristischer Impulse	11%	12%	-1%
5	Förderung einer umweltschonenden Mobilität	8%	8%	-1%
6	Mitteleinsatz-Optimierung durch Baukosten-Minimierung	8%	6%	2%
7	Mitteleinsatz-Optimierung durch Betriebskosten-Minimierung	11%	6%	5%
8	Aufwärtskompatibilität mit Bahnnetzerweiterungen nach Landeck und nach Bormio	10%	11%	-1%
9	bautechnische Realisierbarkeit (insb. Geo- und Hydrologie)	9%	6%	3%
10	Verträglichkeit mit der Landschaft	9%	10%	-1%
11	Minimierung der Auswirkungen auf Siedlungen	5%	6%	-1%
12	Immissionsentlastung der Schutzgebiete	9%	10%	-1%

Tabelle 8

Zielgewichtungen von Kanton (AEV) und Region (BEB)

## Phase 2 – Ermittlung der „Wirksamkeit“

Zweitens müssen pro Indikator die Wirkungen der Varianten in der Einheit ermittelt werden, die zum Indikator "von Natur aus" passt. Die Werte haben je nach Indikator unterschiedliche Einheiten, z.B. werden Kosten in Franken gemessen, Reisezeiten in Minuten usw. Wichtig dabei ist, dass nicht primär die absoluten Werte, sondern vor allem die Verhältnisse unter den Varianten stimmen<sup>8</sup>. Pro Indikator ist die Messung der Wirkung für jede Variante in einem "Indikatorblatt" im **Anhang 14** dargestellt und in den folgenden Unterkapiteln kommentiert.

<sup>8</sup> Beispiel: Streng methodisch gesehen ist es für den Variantenvergleich sekundär, ob die EVB 1 oder 2 Mia. CHF kostet. Hingegen ist sehr wichtig, ob Var. X 10%, 30% oder 50% teurer ist als Var. Y. Man muss also den Zielerfüllungsgrad für alle Varianten „gleich richtig“ oder „gleich falsch“, aber auf keinem Fall „anders“ messen.

### Phase 3 – Umwandlung in Nutzenpunkte

Da man Werte mit unterschiedlicher Ausprägung nicht summieren kann, müssen diese auf einer einheitlichen Skala 0-100 für alle Indikatoren in "Nutzenpunkte" konvertiert werden. Wie diese Konversion zu erfolgen hat, ist wiederum Indikator-abhängig und nach fachlicher Überlegung festzulegen. Wichtig ist auch hier, dass die Unterschiede zwischen den Varianten in der Anzahl Punkte auch ihre tatsächlichen Unterschiede für den betreffenden Indikator widerspiegeln<sup>9</sup>. Die Konversion in Nutzenpunkte sowie ihre fachliche Begründung ist ebenfalls aus den Indikatorenblättern im **Anhang 14** zu entnehmen.

### Phase 4 – Gewichtung und Zusammenfassung

Die Nutzenpunkte der Varianten werden viertens mit dem Gewicht des jeweiligen Ziels multipliziert und anschliessend über alle Indikatoren zusammengezählt. Für Ziele, die durch mehrere Indikatoren gemessen werden, wird ein Teilgewicht pro Indikator festgelegt, sodass diese Indikatoren zusammen in der Summe das Gewicht des Ziels haben. Die Summe der gewichteten Nutzenpunkte pro Variante ergibt die sogenannte "Nutzwertanalyse" (NWA): Sie zeigt, welche Variante den höchsten Nutzen hat, wenn man für die Kosten wie für alle anderen Indikatoren ein Gewicht festlegt.

### Phase 5 – Ermittlung der „Kostenwirksamkeit“

Von den so ermittelten, gewichteten Nutzenpunkten pro Variante werden dann die Punkte aus den Kosten abgezogen. Die verbleibenden Nutzenpunkte werden schliesslich durch die Kosten derselben Variante dividiert, woraus für jede Variante ihren Nutzen pro investierten Franken, also ihre "Kostenwirksamkeit" resultiert.

## 6.2 Grossräumige Anbindung und Hemmung der Entvölkerung

### Verkürzung der Reisezeiten

Die Verkürzung der Reisezeiten zwischen den „peripheren“ Regionen Obervinschgau, Münstertal, Unterengadin und den umliegenden grossen Ballungsräumen können die Gebiete im engen Einzugsgebiet des neuen Tunnels sowohl als Quelle als auch als wirtschaftliche Destination verstärken. Bei einer Verbesserung der Zubringerverbindungen ist deshalb eine Hemmung der Entvölkerung zu erwarten.

Die Zubringerverbindungen sind nach Fahrzeiten, Anzahl Umsteigevorgänge und Bedienungshäufigkeit auf fünf ausgewählten Relationen bewertet worden. Es sind dies:

- Scuol-Bozen
- Mals-Zürich
- St.Moritz – Bozen
- Müstair-Zürich
- Mals-Davos

### Bedienungshäufigkeit

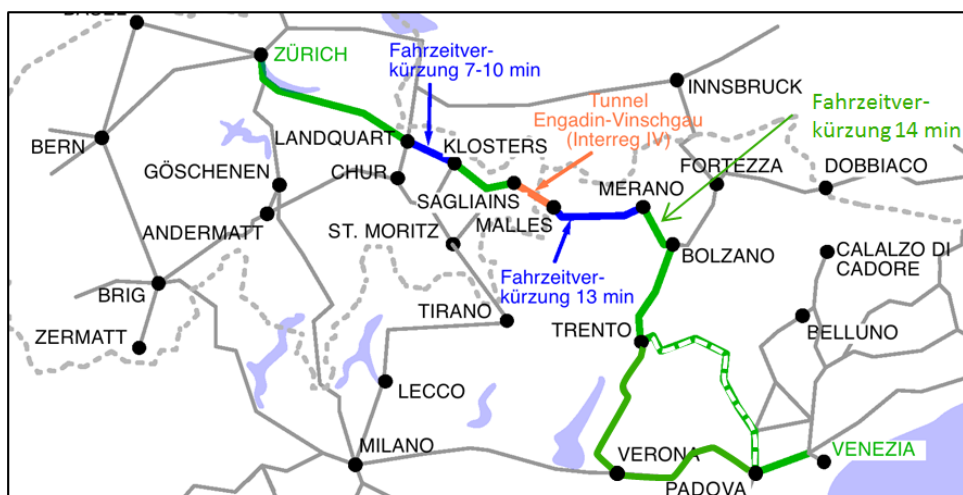
Die Bedienungshäufigkeit ist in allen 4 Varianten gleich und hat keinen Einfluss auf die Bewertung.

<sup>9</sup> Beispiel: Wenn Var. X halb so schön in der Landschaft liegt als Var. Y, dann müsste das Verhältnis ihrer Punktezahlen in etwa auch 1 zu 2 sein. Normalerweise bewahren sich lineare Interpolationen, es gibt aber auch Ausnahmen wie z.B. bei der Messung von Lärm: Das Empfinden des menschlichen Ohrs ist logarithmisch, nicht linear. Im Unterschied zur VWA wird hier die Referenzvariante wie eine andere Variante behandelt, d.h. ihre Punktezahl muss nicht 50 sein.

Ergebnis

Die Reisezeiten und Umsteigevorgänge kompensieren sich zwar teilweise gegenseitig, die direktesten und schnellsten Varianten ohne Scuol (8 und 14a) bieten aber in der Summe die grössten Vorteile.

### 6.3 Stärkung des Transitverkehrs



**Abbildung 47**

BEV – eine neue transalpine Eisenbahnverbindung

Lückenschluss Schweiz - Italien

Die luftlinienmässig ideale Eisenbahnroute Zürich – Venedig, sowie - allgemeiner - die Relationen zwischen dem Schweizer Mittelland, Teilen von Süddeutschland und dem Raum Südtirol, Trentino und Veneto ist derzeit eisenbahnmässig zwischen dem Unterengadin und dem Vinschgau nicht durchgehend.

Die neue Verbindung

Der untersuchte Tunnel eröffnet eine neue transalpine Eisenbahnverbindung und verstärkt diese Relationen. Die diesbezüglichen Unterschiede zwischen den Varianten wurden nach Reisezeiten und Umsteigevorgänge auf zwei ausgewählten Relationen (Zürich-Bozen und Davos-Bozen) vergleichend bewertet.

Zufahrtsstrecke

Unabhängig von der Realisierung der Verbindung Engadin-Vinschgau werden mit Streckenausbauten auf den Zufahrtsstrecken zum untersuchten Alpentunnel Fahrzeitverkürzungen auf den Strecken Landquart-Davos (7-10 Min) und Mals-Meran (13 Min) in Erwägung gezogen. Eine weitere Verkürzung der Fahrzeit von 14 min ist zwischen Meran und Bozen möglich.

Umsteigevorgänge

Die Anzahl Umsteigevorgänge ist bei allen Varianten gleich und hat kein Einfluss auf die Bewertung.

Ergebnis

Bei den Reisezeiten schneidet wie erwartet die „Direttissima“ Variante 14 am besten ab. Die Gewichtung dieser Parameter wurde aber in der KWA Analyse sehr tief eingesetzt. Einen Einfluss auf das Gesamtergebnis ist deshalb kaum zu spüren.

## 6.4 Inneralpine Vernetzung Engadin – Vinschgau

Bei der Wahl eines Verkehrsmittels spielt die Fussdistanz zur nächsten Haltestelle eine erhebliche Rolle. Je nach Variante erhält eine andere Anzahl Verkehrsteilnehmer verbesserten Zugang zur EVB.

Zur Gewährleistung der Erschliessung werden Richtwerte für Einzugsradien der Haltestellen definiert. Hierbei werden keine topographischen Besonderheiten berücksichtigt, die ein schnelles Erreichen der Haltestelle trotz geringem Einzugsradius verhindern (z.B. Steigungen, Hindernisse, Umwege). In einem Radius von 500 m um die Haltestellen befinden sich rund 80% der möglichen ÖV-Benützer. Nur gerade 20% legen grössere Wege zurück (siehe Abbildung 48).

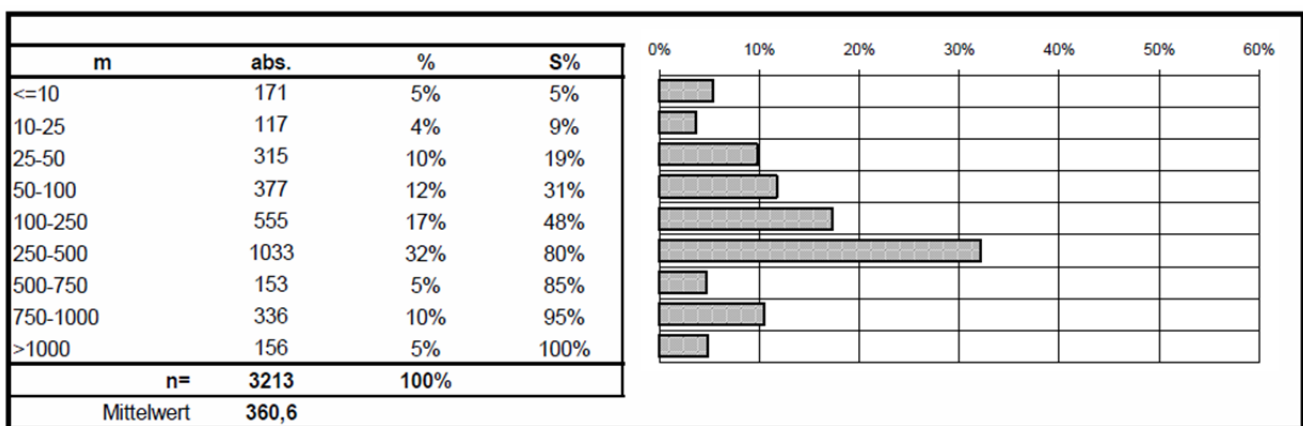


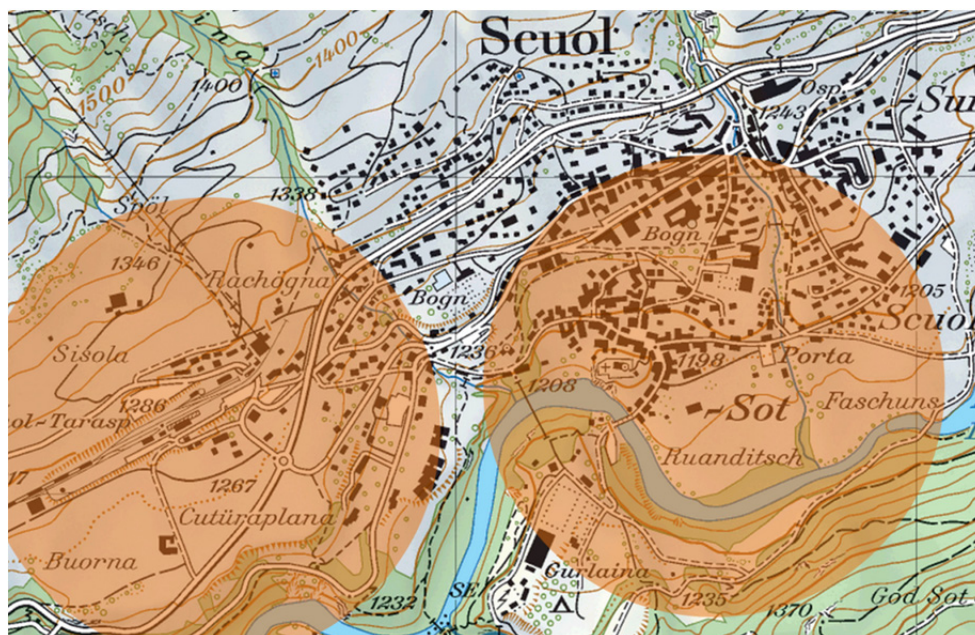
Abbildung 48 ÖPNV-Wege der Entfernung zur Haltestelle

(Quelle Knoflacher (2007): Verkehrskonzept Vinschgau )

### 6.4.1 Bevölkerung im direkten Einzugsgebiet

In Scuol wird das Potential der Einwohner, welche in einem Radius von 500 m vom neuen Bahnhof entfernt wohnhaft sind, als Messgrösse verwendet und dazu 20% addiert. Wegen der zentralen Lage der Haltestellen und der Grösse von Müstair und Taufers wird angenommen, dass alle Einwohner der Gemeinden den verbesserten Zugang nutzen können. Von der Anzahl Einwohner von Sagliains werden 20% eingerechnet, da sich Sagliains ausserhalb eines Radius von 500 m um eine mögliche Haltestelle Sagliains befindet. Die Einwohner von Mals und vom Einzugsgebiet der Station Scuol-Tarasp werden in dieser relativen Betrachtung nicht berücksichtigt, da deren Anbindung bei allen Varianten gleich ist. Die Reisezeit zwischen den Bevölkerungspotentialen wird über andere Kriterien berücksichtigt.

Das Maximum von 100 Punkten wurde für die beste Variante vergeben, die übrigen erhielten relativ dazu entsprechende Anzahl Punkte.



**Abbildung 49**  
Beispiel Scuol mit Einzugsradius von 500 m um die Haltestellen

(Quelle: GC 2011, Karte: Swisstopo 2011)

#### Beispiel Scuol Sot

Im Radius von 500m der neuen Station Scuol-Sot liegen ca. 37% der gesamten Häuser von Scuol. Umgerechnet auf die Gesamtbevölkerung von 2'376 Einwohner von Scuol leben somit rund 870 Einwohner im Einzugsgebiet der neuen Haltestelle. Addiert man noch die 20% hinzu, welche bereit sind, grössere Distanzen zurückzulegen, erhält man 1'062 Einwohner.

Für die Stationen Müstair und Taufers werden sämtliche Einwohner der beiden Gemeinden angerechnet (Müstair: 764, Taufers: 982). Von den 220 Ortsansässigen von Sglaia werden 44 (20%) gezählt. Um auf die Bevölkerung im Einzugsgebiet zu kommen, werden die Einwohner der Stationen der einzelnen Verbindungen addiert. Zum Beispiel Variante 12a: Scuol-Sot 1'062 + Müstair 764 + Taufers 982 = 1'790 Einwohner.

### 6.4.2 Gästepotential im Einzugsgebiet

Neben der Bevölkerung ist die Anzahl Gäste in der Region ein weiterer wichtiger Faktor für potentielle Fahrgäste der neuen EVB.

#### Anzahl Gästebetten in den Regionen

Für die Zuweisung der Punkte werden sowohl die Anzahl Gästebetten als auch die Logiernächte in den Regionen berücksichtigt. Bei der Ermittlung wurde analog zur Ermittlung der Bevölkerungspotentiale die Anzahl Gästebetten im Einzugsradius ermittelt. In Müstair und Taufers werden alle Betten berücksichtigt, in Sglaia 20 Prozent.

#### Parahotellerie und Logiernächte

In Scuol Sot werden die Betten in der Parahotellerie und die Logiernächte nach der Anzahl Häuser zugeordnet. Die Betten in der Hotellerie wurden nach der Lage der

einzelnen Hotels berücksichtigt. Für die Punktevergabe werden die Logiernächte doppelt gewichtet. Die Anzahl Gästebetten und Logiernächte von Mals und vom Einzugsgebiet der Station Scuol-Tarasp werden in dieser relativen Betrachtung nicht berücksichtigt, da deren Anbindung bei allen Varianten gleich ist. Die Reisezeit zwischen den Gästepotentialen wird über andere Kriterien berücksichtigt.

Das Maximum von 100 Punkten wird für die beste Variante vergeben, die übrigen erhalten relativ dazu entsprechende Anzahl Punkte.

## 6.5 Regionalwirtschaftliche Impulse

### 6.5.1 Arbeitsplätze im Einzugsgebiet

Verwendung der  
Vollzeitäquivalente

Die Unterschiede in der Eignung der Varianten für den Pendlerverkehr wird analog zum Bevölkerungspotential ermittelt. Anstelle der Bevölkerung werden die Vollzeit-äquivalente der betroffenen Gemeinden als Grundlage verwendet. Die Anzahl Arbeitsplätze von Mals und vom Einzugsgebiet Scuol-Tarasp werden in dieser relativen Betrachtung nicht berücksichtigt, da deren Anbindung bei allen Varianten gleich ist. Die Reisezeiten zwischen Arbeits- und Wohnort wird über andere Kriterien berücksichtigt.

Das Maximum von 100 Punkten wird für die beste Variante vergeben, die übrigen erhalten relativ dazu entsprechende Anzahl Punkte.

### 6.5.2 Touristische Attraktivität der Bahnstrecke

Anteil offene Strecke

Die touristische Attraktivität der Bahnstrecke beurteilt die Attraktivität der Fahrt als solches, d.h. es wird gemessen, wie gross der Anteil der offenen Strecke an der Gesamtlänge der Verbindung ist. Die Fahrt durch einen Tunnel hat keine touristische Attraktivität. Zusätzliche Punkte werden für die besonders attraktive Abschnitte und Sehenswürdigkeiten entlang der Bahnlinie vergeben, dies sind insbesondere die Landschaft Unterengadin, das Schloss Tarasp und das Kloster Müstair.

### 6.5.3 Komfort An- und Verbindung touristische Attraktionen

Erreichbarkeit von  
Sehenswürdigkeiten

Ähnlich wie beim Einzugsgebiet ist auch die Erreichbarkeit von Sehenswürdigkeiten und Attraktionen wichtig für den Tourismus der Region. Dabei werden die Zeiten vom nächstgelegenen Bahnhof der EVB bis zu den definierten Angeboten ermittelt und Rangpunkte für die Zeiten mit den verschiedenen Varianten vergeben. Diese Rangpunkte werden für die Bewertung dieses Kriteriums doppelt gewichtet.

Verbindung touristischer  
Attraktionen untereinander

Als zweite Bewertungsgrundlage wird die Verbindung touristischer Attraktionen untereinander bewertet. Dafür wird eine touristische Route zwischen St. Moritz und Mals definiert und die Zeiten berechnet, welche für den Besuch sämtlicher Sehenswürdigkeiten und Attraktionen mit den jeweiligen EVB-Varianten benötigt wird.

Integration bekannter  
Fremdenverkehrsorte

Weitere Zusatzpunkte werden für die Integration bekannter Fremdenverkehrsorte resp. touristischer Infrastrukturen und damit für die Übernachtungsmöglichkeit beim Besuch nur einer Teilstrecke vergeben. Ein Unterschied entsteht diesbezüglich bei allen Varianten nur bei Scuol. Mals wird bei allen Varianten gleich integriert.



**Abbildung 50**  
Beispiele touristischer Sehenswürdigkeiten und  
Attraktionen im Gebiet der EBV

(Quelle: GC 2011, Karte:  
Google Teletlas 2011)

Beispiel - Schloss Tarasp

Das Schloss Tarasp ist mit den Varianten 8 und 14 in ca. 43 Minuten erreichbar, mit den Varianten 12a und 18a in ca. 13 Minuten. Beiden schnelleren Varianten erhalten je 4 Rangpunkte, die beiden langsameren je 2 Rangpunkte.

## 6.6 Förderung der umweltschonenden Mobilität

### 6.6.1 Reisezeitverhältnis öV/mIV

Die Reisezeitverhältnisse sind im **Anhang 13** ersichtlich.

### 6.6.2 Chancen für den regionalen Güterverkehr

Verlad von Lastwagen wie im  
Verainatunnel

Ausgehend von der begrenzten Transportmenge von/nach Müstair kann der Verlad von Lastwagen auf die Schiene (Solofahrzeuge mit begrenzter Eckhöhe von max. 3.70m) in Betracht gezogen werden. Die heute im Vereinatunnel verkehrenden Autotransportzüge können auf dem vorderen und hinteren offenen Übergangswagen je zwei Lastwagen (Busse) transportieren. Um den Transport zuverlässig planen zu können ist eine Voranmeldung erwünscht und auch zweckmässig.

Kapazität des Verainatunnels	<p>Die täglich verkehrenden 36 Autozüge können somit max. 72 LKW/Tag befördern. Praktisch, unter Berücksichtigung des Nachtfahrverbotes, ist eine Kapazität von 50 LKW/Tag und Richtung realistisch. Diese Kapazität wird momentan im Vereina nicht ausgeschöpft, sodass eine zusätzliche Nachfrage von/nach Müstair abgedeckt werden kann.</p> <p>Die beiden Varianten 8 und 14 bieten wegen der beiden durchgängig grösseren Tunnelprofile (Vereina und EVB mit Normalspur-Profil EBV 2<sup>10</sup>) die grösseren Chancen als die beiden anderen Varianten, da die Tunnel im Abschnitt Sagliains – Scuol-Tarasp mit Profil Meterspur dazwischen liegen.</p>
Zeitgewinn für Gütertransport	<p>Ähnlich wie beim Personenwagenverkehr erscheint der realisierbare Zeitgewinn von mindestens einer Stunde (bei guter Planung durchaus 1.5 Stunden) geeignet, LKW-Verkehr auf durchgehende Autozüge Selfranga – Müstair/Mals zu verlagern.</p> <p>Die Realisierung von durchgehenden Autozügen Selfranga – Müstair/Mals (Weiterführung des Konzepts Veraina) ist nur mit Meterspur möglich. Aus betrieblichen Gründen steht für die beiden Varianten 8 und 14 jedoch der Betrieb einer Normalspurbahn im Vordergrund (Verlängerung der Vinschgerbahn zum Knoten Sagliains). Durch den Bau einer Meterspurlösung ist mit einem betrieblichen Mehraufwand zu rechnen.</p>
Transport von Wechselbehälter Erstellung von KV-Terminal	<p>Beim Bestehen einer Bahnverbindung zum Münstertal als Alternative zur Strasse kann auch der Transport von Wechselbehältern (WB) an Bedeutung gewinnen, z.B. zwischen den bestehenden Terminals des kombinierten Verkehrs (KV-Terminal) in Landquart / Samedan und einem neuen KV-Terminal im Raum Müstair/Mals.</p>

## 6.7 Optimierung des Mitteleinsatzes

### 6.7.1 Baukosten

Die Baukosten sind in der Tabelle 5 zusammengestellt. Die Elementkosten wurden aus verschiedenen Quellen / Projekten zusammengetragen. Es sind dies:

- SBB Kennzahlen für Kostenschätzungen in Machbarkeitsstudien, 1997
- Kostenschätzung Vorprojekt Albulatunnel, 2010
- Gesamtkosten Verainatunnel, 1999
- Interreg-Studie IV (basierend auf Vereinatunnel / Zugwaldtunnel), 2006
- Erfahrungswerte des Projektverfassers

Die Elementkosten wurden mittels Bahnbau-Teuerungsindex (BTI)<sup>11</sup> des BAV auf das aktuelle Niveau gerechnet.

<sup>10</sup> EBV= Eisenbahnverordnung des Bundes

<sup>11</sup> <http://www.bav.admin.ch/zeb/03784/>

			Variante 8		Variante 12a		Variante 14		Variante 18a	
Verkehrsverbindung			Sagliains - Münstair-Mals		Scuol - Münstair - Mals		Sagliains - Mals		Scuol -Mals	
Name			"Fuorn"		"S"		"Direttissima"		"Contatto"	
	Bem.	Element-kosten								
		CHF / m'	m	Mio. CHF	m	Mio. CHF	m	Mio. CHF	m	Mio. CHF
<b>A Teilabschnitt Nord _ Unterengadin</b>										
Offene Strecke		15'000	344	5	3'550	53	344	5	3'550	53
Brücke / Viadukt		50'000	628	31	1'451	73	628	31	1'451	73
Tunnelstrecke	Bündner S.	32'000			2'850	91			2'850	91
Zuschlag für Injektionen in schw. Geologie	Quellen	12'000			400	5			400	5
<b>B Teilabschnitt Haupttunnel</b>										
Fixkosten pro Angriffsstelle		15'000'000	2	30	2	30	2	30	2	30
Teilabschnitt "einfache Geologie"	Kristallin	32'000	19'850	635	21'575	690	23'415	749	17'750	568
Teilabschnitt "anspruchsvolle Geologie"	Sedimente	42'000	10'400	437	2'075	87	9'585	403	1'650	69
Zuschlag für Injektionen in schw. Geologie	Wasser	12'000	800	10	300	4	1'000	12	300	4
Fluchtstollen unter Tunnelsohle		2'000	30'250	61	23'650	47	33'000	66	19'400	39
Zugangsbauwerk zu Fluchtstollen (a=500m)		1'000	30'250	30	23'650	24	33'000	33	19'400	19
Kreuzungsstelle	Zuschlag	20'000			2'000	40			2'000	40
Multifunktionsstelle mit Rettungsräumen	Zuschlag	40'000	2'000	80			2'000	80		
Tunnellänge			30'250		23'650		33'000		19'400	
<b>D Teilabschnitt Süd _ Münstertal / Vins.</b>										
Offene Strecke		15'000	4'965	74	4'965	74	1'500	22	1'500	22
Brücke / Viadukt		50'000	200	10	200	10	200	10	200	10
Tunnelstrecke	Kristallin	32'000	7'930	254	7'930	254				
<b>E Weitere Investitionen</b>										
Unterwerk Mals		10'000'000	1	10	1	10	1	10	1	10
Investition Rettungsfahrzeuge		12'000'000	1	12	1	12	1	12	1	12
Stationen		1'000'000	2	2	3	3			1	1
<b>Total Kosten</b>										
				<b>1'681</b>		<b>1'507</b>		<b>1'464</b>		<b>1'046</b>
Unvorhergesehenes Tunnelstrecke 8%				106		90		92		58
Kosten inkl. Unvorhergesehenes 8%				1'787		1'597		1'556		1'105

Tabelle 9 – Übersicht über die Baukosten

Kosten der Erschliessung des Münstertals

Der Kostenunterschied der beiden Varianten 12a „Scuol via Müstair“ und Variante 18a „Scuol direkt nach Mals“ von 450 Mio. CHF entspricht den Kosten der Erschliessung des Münstertals, sollte die EVB über Scuol geführt werden. Dieser Betrag erklärt sich aus einem längeren Haupttunnel, da dieser weiter nach Süden geführt werden muss (150 Mio. CHF) und den zusätzlichen Kosten durch das Trassees vom Münstertal nach Mals (300 Mio. CHF).

Der Kostenunterschied bei den beiden Varianten, welche nicht über Scuol geführt werden, beträgt „nur“ rund 220 Mio. CHF. Diese erklärt sich aus der wesentlich verkürzten Länge des Haupttunnels bei der Linienführung via Müstair.

#### **6.7.2 Betriebskosten**

Berechnungsbasis

Die Betriebskosten wurden auf Grund der Fahrzeugkilometer der unterschiedlichen Varianten berechnet.

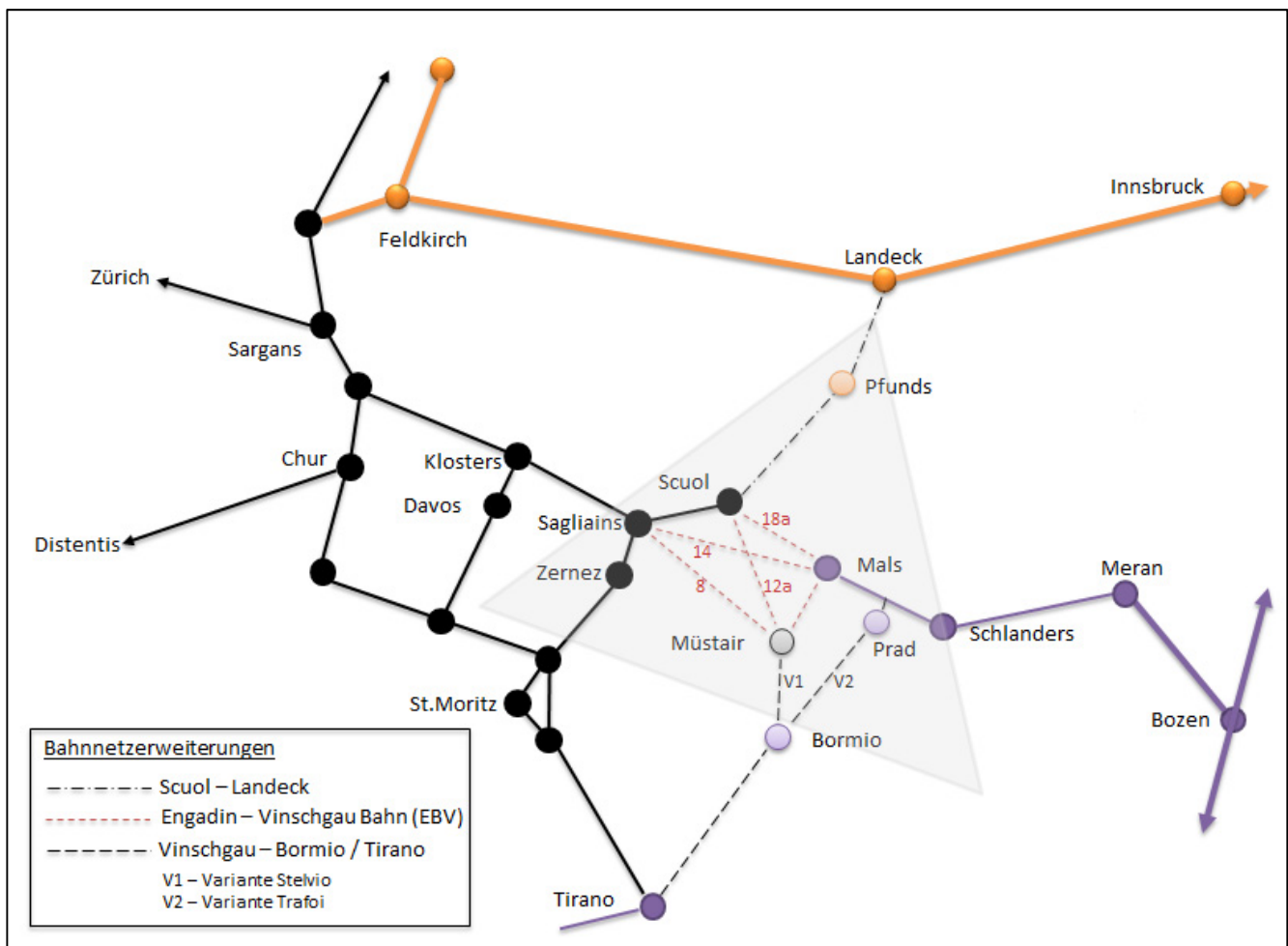
Kostenansätze

Für die Eisenbahn wurde ein Kostenansatz von 23 CHF/km angenommen (inklusive Instandhaltung und Abschreibung der Fahrzeuge). Für den Bus (Ergänzung des Busangebotes bei den Varianten 14 und 18a) wurde von einem Kostenansatz von 5 CHF/km ausgegangen. Für den Stundentakt wurden 34 Fahrten pro Tag (17 Fahrtenpaare) eingesetzt.

Die betrieblich kürzeste Variante (von Scuol direkt nach Mals) schneidet deutlich am besten ab. Die anderen drei Varianten zeigen geringe Unterschiede.

## 6.8 Aufwärtskompatibilität mit Bahnideen nach Landeck und Bormio

### 6.8.1 Übersicht



**Abbildung 51**

EBV und weitere Bahnnetzweiterungen im rhätischen Dreieck

(Quelle / Darstellung – B&H / IG Sesvenna)

### 6.8.2 Scuol – Landeck

Die Netzerweiterung der EVB durch eine Bahnverlängerung Scuol-Tarasp bis Landeck entlang dem Inntal erschliesst zum einen den Tourismus-Schwerpunkt Serfaus-Fis-Ladis von Süden und Norden für die Bahn und zum anderen werden neue Verknüpfungen interessant wie z.B. St. Moritz – Scuol – Serfaus – Innsbruck. Selbstredend stärkt jede Netzergänzung mit Verknüpfungspotenzial die Nachfrage auch auf den schon bestehenden Netz-Abschnitten.

Variante 18a

Die Verknüpfung Variante 18a EVB in Scuol-Tarasp mit der Erweiterung nach Landeck ermöglicht sowohl dem Engadin neue rasche Verbindungen nach Osten und Norden als auch dem Vinschgau eine solche nach Norden, da der Umweg über Scuol im Vergleich zu einer Trasse am Reschen - wenn überhaupt - nur unwesentlich mehr Zeit benötigt.

Varianten 8 und 14	Die Netzerweiterung Scuol – Landeck kann zeitlich und betrieblich völlig unabhängig von den Varianten 8 und 14 weiterverfolgt werden.
Variante 12a	Die Netzerweiterung Landeck kombiniert mit Variante 12a weist auf der Destination Landeck-Südtirol insgesamt die grössten Umwege und damit Fahrzeitverlängerungen auf und bietet somit eine wenig attraktive Verknüpfung.
Bewertung	Die Erweiterung Scuol-Tarasp – Landeck ist technisch problemlos mit jeder der vier EVB-Varianten kombinierbar. Da diese auch bei keiner Kombination hervorstechende Vorteile oder Nachteile erwarten lässt, ergibt dies auf der Skala von 1 bis 3 Punkten eine Bewertung von je 2 Punkten für alle 4 Varianten.
<b>6.8.3 Vinschgau - Bormio (-Veltlin)</b>	
Neue Routen	Die Erweiterung des heutigen Bahnnetzes von RhB und SAD mit einer Netzverknüpfung zwischen dem Vinschgau und dem Veltlin (Puschlav) ermöglicht ganzjährig nutzbare neue Routen, wobei insbesondere die Gewährleistung einer wintersicheren Verbindung von Interesse ist. Die damit denkbare engere Anbindung des Münstertales nicht nur an das Engadin sondern auch an das Veltlin steht aus der Sicht EVB im Vordergrund.
Varianten „Stelvio“ / Variante „Trafoi“	<p>Es stehen grundsätzlich zwei denkbare Trasseeführungen Vinschgau – Veltlin zur Diskussion: die Variante „Stelvio“ mit einem Basistunnel zwischen Münstair und Bormio sowie die Variante „Trafoi“ mit einem Basistunnel zwischen Prad und Bormio.</p> <p>Für das Oberengadin bietet die Berninabahn diese Verknüpfung. Für das Vinschgau ist eine solche rasche gegenseitige Erreichbarkeit zweier touristisch attraktiver Talschaften besonders interessant. Für das Unterengadin hingegen ist eine solche neue Verbindung von geringerem Interesse.</p>
Autoverlad Richtung Veltlin	Die Möglichkeit zum Autoverlad zwischen Vinschgau und Veltlin ist für sich alleine, aber durchaus auch in Kombination mit demjenigen zwischen Prättigau – Engadin – Vinschgau attraktiv. Ob ersteres mit der Variante Stelvio (Münstair – Bormio) oder Trafoi (Prad – Bormio) realisiert wird, ist aus überregionaler Autofahrersicht nicht prioritär. Aus Sicht des Tourismus im Münstertal jedoch ist die Variante Stelvio mit Bahnhof in Münstair eindeutig vorteilhafter.
Bewertung	Bei einer qualitativen Bewertung der Vorteile einer Erweiterung nach Bormio aus der Sicht EVB schneiden die Kombinationen wie folgt ab (Skala 1 bis 3 Punkte):
Variante 8	Variante 8 mit Variante Stelvio kann mit 3 Punkten bewertet werden. Sie ermöglicht die optimale Einbindung des Münstertals in ein erweitertes Alpenbahnnetz, sowohl für den Personenverkehr wie für den Autoverlad insbesondere auch von/nach der Schweiz.
Variante 12A	

Variante 12a mit Variante Stelvio erhält 2 Punkte, weil die Umwegverbindung über Scuol als weniger vorteilhaft für die Relation mit der Schweiz beurteilt wird.

#### Varianten 14 und 18A

Die Varianten 14 und 18a, verknüpft mit Variante Stelvio (Müstair), sind eher unrealistisch wegen der zusätzlichen Tunnelkilometer und der längeren Fahrzeit für die Vinschgauer. Die Varianten 14 und 18a, verknüpft mit der Variante Trafoi, sind für das Münstertal (keine direkte Bahnanbindung) deutlich weniger vorteilhaft, sodass sie mit 1 Punkt bewertet sind.

Die Kombination der Netzerweiterung EVB nach Bormio ergibt folgende Bewertung

- Variante 8 als direkteste Verbindung mit Variante Stelvio 3 Punkte
- Variante 12A mit direkter Anbindung Variante Stelvio 2 Punkte
- Varianten 14 und 18A ohne direkte Anbindung Variante Stelvio 1 Punkt.

## 6.9 Bautechnische Realisierbarkeit

### Schwierigkeitsklassen

Zur Evaluation der Feinvarianten bezüglich der Bautechnischen Realisierbarkeit wurde ein Aufwandfaktor für die Tunnels einer jeder Variante ermittelt. Dazu wurde die Strecke der Tunnels aufgrund der Geologie und der zu erwartenden Erschwernisse in Abschnitte unterteilt und diesen eine von drei Schwierigkeitsklassen zugeteilt.

Klasse	Geologie
Klasse 1	Kristalline (Sesvenna + Silvretta), Bündnerschiefer
Klasse 2	Chazfora Formation, Hauptdolomit, Tagbau
Klasse 3	Raibler-Formation, Mittlere Trias, Engadiner-Linie, Tasna-Decke, Lockergestein, Dolomit mit Wasser

**Tabelle 10 Gebirgsklassen**

### Definition des Aufwandfaktors

Die Gebirgsklassen wurden aufgrund der Ausbruchmethode (Konventioneller Sprengvortrieb, Tunnelbohrmaschine (TBM)) sowie möglicherweise notwendigen Injektionen weiter unterteilt (vgl. **Anhang 11**). Diesen bautechnischen Klassen wurden aus Kobel (2006) Erfahrungswerte aus dem Vereina-tunnel und daraus abgeleiteten Werte für Kosten pro Laufmeter (Kostenbasis 2006) zugewiesen. Aus dem Verhältnis dieser Kosten wurde ein Aufwandfaktor pro Laufmeter Tunnel ermittelt.

Klassen	CHF/m'	Aufwandfaktor
Klasse 1 Konventionell	18'900	1
Klasse 1 TBM	21'100	1.12
Klasse 1 Injektionen	35'000	1.85
Klasse 2 Konventionell	25'600	1.35
Klasse 2 TBM	32'400	1.71
Klasse 3 Konventionell	45'000	2.38
Klasse 3 Injektionen	60'000	3.17

**Tabelle 11 Bautechnische Klassen mit Aufwandfaktor**

### Faktor für die Tunnellänge

Diese Faktoren wurden mit den jeweiligen Abschnittslängen multipliziert und für die Tunnels zu einem Aufwand aufsummiert. Für die Länge des Tunnels wurde dieser Aufwand zusätzlich gemäss Tabelle 12 mit einem Faktor für die Tunnellänge multipliziert. Bezugsrahmen war (wie bei den Kosten) der Vereina-Tunnel mit einer Länge von 19 km.

Tunnellänge	Aufwandfaktor
25-35 km	1.2
15-25 km	1
5-15 km	0.9
0-5 km	0.8

**Tabelle 12**

Klassierung und Faktor der Tunnellänge

Der daraus resultierende Aufwand der einzelnen Tunnels wurden entsprechend der Varianten aufsummiert und mit folgender Formel in Punkte zwischen 0 und 100 umgerechnet:

$$\text{Aufwand günstigste Variante} / \text{Aufwand der zu bepunktenden Variante}) \times 100$$

Variante	Tm Total	Aufwand Tunnels	Punkte*
8: Sagliains - Mals	33'000	53'485	<b>49</b>
14: Sagliains - Müstair - Mals	38'150	58'402	<b>45</b>
18a: Scuol - Mals	22'250	26'404	<b>100</b>
12a: Scuol - Müstair - Mals	34'400	39'848	<b>66</b>

**Tabelle 13**

Bautechnischer Aufwand und Punkte für die vier Feinvarianten

## Resultate

Das Resultat dieses Vergleichs widerspiegelt den Schwierigkeitsgrad resp. den Aufwand, welcher massgeblich von Tunnellängen und zu durchfahrender Geologie abhängt. Bessere Geologie und mehrere kurze Tunnels lassen die Variante 12a trotz grösserer Anzahl Tunnelmeter (34'400 Tm) besser abschneiden als Variante 14 (33'000 Tm).

Die Resultate der Feinbeurteilung sind im Indikatorblatt Bautechnik im **Anhang 14** zusammengefasst. Die aufgeführten Kosten sind ein Hilfsmittel zum relativen Kostenvergleich der vier Feinvarianten aus geologischer Sicht und nicht als effektive Kosten für den Tunnelbau zu betrachten.

### 6.10 Verträglichkeit mit der Landschaft

Zur Beurteilung der Auswirkungen auf die Landschaft (Landschaftsschutz, Schutz der attraktiven und vielfältigen Kultur- und Naturlandschaft, Landschaftsbild und –struktur) wird die Eingriffs- und Zerschneidungsintensität der 4 Feinvarianten abgeschätzt und in Zusammenhang mit der Landschaftsqualität gestellt. Eine Beeinträchtigung wird als umso höher eingeschätzt, je stärker / häufiger der Eingriff ist und je höher die Landschaftsqualität.

Dabei kommen 3 Indikatoren zum Einsatz:

Auswirkungen auf Natur &  
Landschaft im **Endzustand**

Gemessen wird die qualitativ abgeschätzte Eingriffs- und Zerschneidungsintensität im BLN-Perimeter (doppelte Gewichtung), die Kulturlandschaftsgebiete, Landschafts- und Naturschutzgebiete gem. Reg. Richtplan sowie Wildruhezonen und Schutzwald gemäss Kt. Richtplan. Ausserdem wird die Beeinträchtigung nicht geschützter Bereiche mit hoher Eigenart und Vielfalt beurteilt (eigene qualitative Bewertung). Keine Variante beeinträchtigt das BLN-Gebiet. Die Varianten Scuol beeinträchtigen den flussnahen Talboden als neue / zusätzliche Durchschneidung und anthropogene Veränderung des (bereits vorbelasteten) Talbodens. Die Varianten Müstair bewirken ähnliche Veränderungen im vielfältigen Landschaftsraum zwischen Müstair und Mals (bisher weitgehend vielfältige und wenig beeinträchtigte weite Wiesen- und traditionelle Kulturlandschaft). Am schlechtesten schneidet die Variante Sagliains - Müstair ab, weil sie die Flusslandschaft bei Sagliains, den Landschaftsraum Müstair und den bisher wenig beeinträchtigten Hangbereich südlich Sagliains (Nähe Wildruhezone) beeinflusst.

Insgesamt sind die Wirkungen zwar unterschiedlich, die Varianten zeigen aber untereinander nur wenig gravierende Abweichungen in der Gesamtbewertung (alle um 60 Punkte von 100 möglichen Punkten). Im weiteren Verlauf der Projektierung sind besondere Anforderungen an die landschaftliche Einpassung und an die Wiederherstellungs- und Ausgleichs-/Ersatzmassnahmen zu stellen (landschaftspflegerisches Begleitprojekt).

Die Beeinträchtigung im oberen Vinschgau (Mals / Burgeis) kann nur qualitativ abgeschätzt werden, da keine Unterlagen über allfällige Schutzgebiete im Südtirol vorliegen. Besonders schutzwürdig erscheint das untere Münstertal mit seinem vielfältigen Erscheinungsbild und der reich strukturierten und gestuften Kulturlandschaft. Dieser Landschaftsraum wird durch den Tunnel (Varianten Müstair) weitgehend geschont. Um die neue Bahnanlage in die offene und weite, leicht geneigte Landschaft unterhalb des Reschenpasses einzuordnen (Varianten Burgeis) ist eine gute Einpassung und terrainangepasste Linienführung in den weiteren Projektstufen sicherzustellen.

Auswirkungen auf Natur und  
Landschaft im **Bauzustand**

Auswirkungen auf Natur und Landschaft im Bauzustand: Gemessen wird die qualitativ abgeschätzte Eingriffsintensität im BLN-Perimeter, auf Wildruhezonen und Schutzwald gemäss Kt. Richtplan sowie auf den Nationalpark. Alle Varianten weisen eine gute Verträglichkeit auf. Dies gilt auch für die Varianten LavinSagliains, nachdem kein Zwischenangriff bei S-charl mehr geplant ist. Erläge in der Nachbarschaft zu Nationalpark und BLN). Die Installationen auf der Nordseite finden im bislang weitgehend wenig oder kaum beeinträchtigten Gebieten statt; die Tunnelangriffe 'LavinSagliains' in enger Benachbarung zu Wildruhezonen, die Tunnelangriffe Müstair in enger Benachbarung zu Schutzwaldbereichen. Aushubdeponien in Portalnähe dürften so wenig zweckmässig sein und alle Transporte belasten die Perimeter. Am schlechtesten schneidet die Variante LavinSagliains - Müstair ab, weil sie beide genannten Auswirkungen betrifft. Die genannten Auswirkungen können mit entsprechenden Schutzmassnahmen beim Bau reduziert werden.

Insgesamt schneidet die Varianten Scuol - Mals am besten ab.

Auswirkungen auf Nationalpark (NP) und Biosphärenreservat:

Auswirkungen auf Nationalpark (NP) und Biosphärenreservat: Beurteilt wird die qualitativ abgeschätzte Eingriffs- und Zerschneidungsintensität im NP sowie im Perimeter des Regionalen Naturparks. Diese beiden Gebiete bilden zusammen das Unesco-Biosphären reservat. Einflüsse auf das Unesco-Welterbe Kloster Müstair werden nicht angenommen, weil alle Varianten die Schutzansprüche vollumfänglich gewährleisten. Als Wirkungsziele im Regionalen Naturpark / Biosphärenreservat wird der Erhalt anthropogen wenig beeinflusster Räume angenommen (vgl. Ziele des Biosph.reservat in den entsprechenden Gründungsunterlagen, vereinfacht zusammengefasst). Die Varianten direkt nach Mals berühren (im Endzustand) nicht den Perimeter des Nationalparkes und des Biosphärenreservates / Regionalen Naturparks, wodurch sie die bisher wenig anthropogen veränderten Landschaftsräume und -werte vollumfänglich erhält. Alle Varianten schonen vollumfänglich den Nationalpark. Die Eingriffe bei den Varianten Müstair betreffen den Talboden Müstair - Mals mit seinen weitgehend traditionellen Nutzungsmustern. Mit einer schonenden und gestalterisch wie ökologisch guten Einpassung könnte das Bauwerk allerdings als vertretbar angesehen werden.

Fazit Verträglichkeit Landschaft

Fazit Verträglichkeit Landschaft: insgesamt kann nach der erfolgten Optimierung des Variantenfächers allen Feinvarianten eine relativ gute Verträglichkeit in Bezug auf Natur und Landschaft zugesprochen werden. Die Varianten zeigen keine erheblichen Unterschiede untereinander. Generell gilt, dass zur Wahrung der Schutzansprüche und im Sinne einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung in den weiteren Projektierungsschritten besondere Massnahmen zur Eingliederung realisiert werden sollten (landschaftspflegerisches Begleitprojekt).

### 6.11 Minimierung der Auswirkungen auf Siedlungen

Beurteilt wird die qualitativ abgeschätzte Be- resp. Entlastung der Siedlungsbereiche (Wohnzonen) durch Lärmimmissionen aus öV (Bahnanlage) und MiV (Strassenverkehr). Bei der Belastung von Wohnzonen durch die neue Bahnanlage wird zwischen

- 'geringen Zunahmen' (Sagliains / Sagliains - Mals),
- 'deutlicher Zunahme' (Scuol - Mals sowie Sagliains / Sagliains – Müstair - hier sind jeweils die Wohnzonen hangaufwärts von Scuol resp. in Müstair betroffen) sowie
- 'sehr deutlicher Zunahme' (Scuol - Müstair, weil sowohl in Scuol als auch in Müstair) unterschieden.

Nur bei einer Sperrung des Ofenpasses (auch im Sommer, hoher Anteil Freizeitverkehr) und bei Autoverlad dürfte der Verlagerungsanteil von MiV-BenutzerInnen auf den öV relativ zur Verkehrsmenge so markant sein, dass von einer deutlichen Entlastung gesprochen werden kann. Im Pendlerverkehr zwischen Müstair und Mals ist jedoch bei den Varianten Münstertal mit einer Verlagerung auf den öV zu rechnen. Die effektive Belastung von Siedlungsbereichen durch die neue Bahnanlage (Müstair, Scuol) kann mit entsprechenden baulichen Massnahmen im Zuge der weiteren Projektierung eingeschränkt werden.

## 6.12 Immissionsentlastung der Schutzgebiete

In diesem Kriterium werden die Indikatoren ‚Lärmbeeinträchtigung‘ sowie ‚Luftschadstoffimmissionen‘ in Bezug auf den Nationalpark und das Unesco-Biosphärenreservat‘ angeführt, sowie die Möglichkeit zur Schliessung des Ofenpasses.

Im Indikator ‚Lärmbeeinträchtigungen‘ im genannten Perimeter wird die Be- resp. Entlastung bezüglich Lärmimmissionen aus öV (Bahnanlage) und MiV (Strassenverkehr) qualitativ abgeschätzt. Die neuen Verbindungen verbessern das Reisezeitverhältnis zwischen MIV und öV zugunsten des öV deutlich in der Beziehung Mals (Müstair) - Scuol. Die Entlastung betrifft in diesem Falle aber eher die Entlastung des Reschenpasses und hat auf die Schutzgebiete (Perimeter NP / Unesco Biosphäre) voraussichtlich keinen deutlichen Einfluss resp. nur einen geringen Einfluss im Abschnitt Müstair - Mals (unteres Val Müstair als Teil des Unesco Biosphärenreservates).

Ebenso wird angenommen, dass durch die Varianten Mals (Müstair) - Sagliains Sagliains keine deutlichen Be- oder Entlastungen am Ofenpass prognostizierbar sind (Erfahrung Vereinatunnel: ca. 20% Verladeanteil im Sommer bei offenem Flüelapass). Auch hier wird die Lärmbeeinträchtigung in den Schutzgebieten Nationalpark und Biosphärenpark als 'gleichbleibend' angenommen. Eine allfällige Sperrung des Ofenpasses würde die Beeinträchtigungen aber voraussichtlich deutlich verbessern (vgl. Indikator 12.3).

Vergleichbare Aussagen sind entsprechend bezüglich Luftschadstoffimmissionen aus öV (Bahnanlage) und MiV (Strassenverkehr) im Perimeter von NP / Unesco Biosphäre anzunehmen.

Jede der vier Varianten EVB eröffnet neue Möglichkeiten für Sperrungen der Ofenpass-Strasse im Umfeld des Nationalparks. Die Varianten mit direkter Verknüpfung mit dem Vereinatunnel in Sagliains bieten dabei insbesondere auch im Sommer plausible Alternativ-Angebote für die Verlagerung Strasse - Schiene, was selbst eine ganzjährige Sperrung für durchfahrenden Motorfahrzeugverkehr grundsätzlich als machbar erscheinen lässt. Selbstverständlich wären die angemessenen Sperrzeiten und – Regeln mit den effektiven Bedürfnissen des Natur-/Wildschutzes und des Tourismus abzustimmen und für Parkbesucher neue Erschliessungsmodelle zu entwickeln.

Die Variante 12A mit möglichem Autoverlad Scuol-Tarasp – Müstair könnte eine Wintersperre unterstützen. Die Variante 18A bietet im Vergleich mit dem Weg über den Reschenpass die am wenigsten wirksamen Alternativen.

## 7. Die Bestvariante(n)

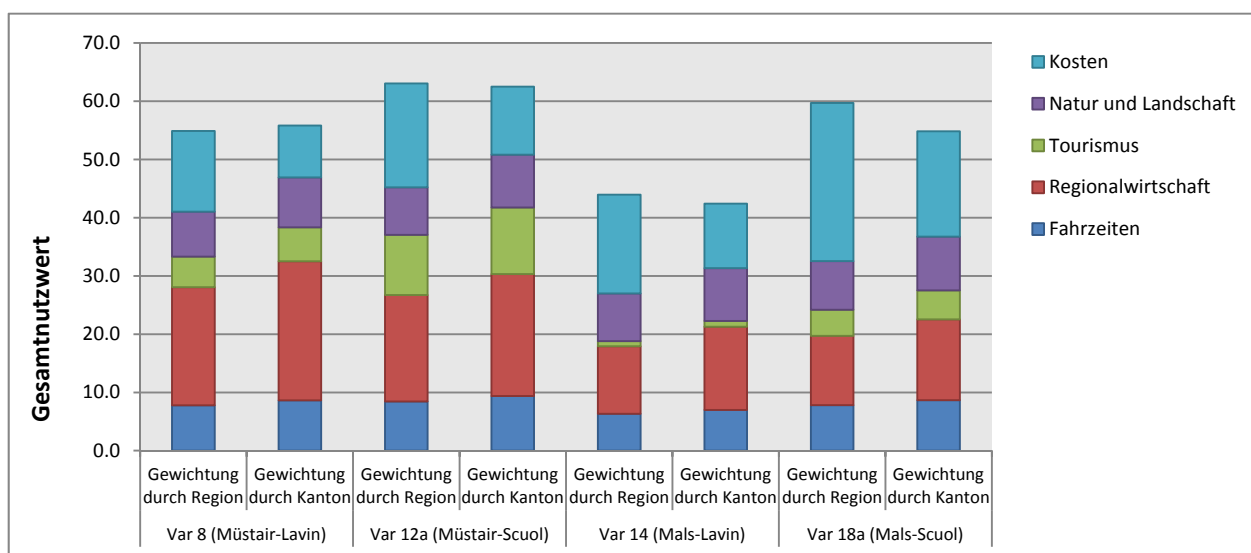
### 7.1 Ergebnisse der Nutzwertanalyse (NWA)

#### Ermittlung des Gesamtnutzwertes

Bei der Nutzwertanalyse wird ein umfassendes System von Indikatoren gebildet und jedem einzelnen Indikator Zielerfüllungsgrade (oder anderswie standardisierte positive Werte) zugeordnet, durch die Entscheidungsträger (oder andere meist politische Instanzen) werden Indikatoren daraufhin Gewichte zugeordnet und diese Zielerfüllungsgrade mit den entsprechenden Gewichten zu sogenannten Nutzwerten multipliziert, die anschliessend zu einem Gesamtnutzwert(pro Variante) addiert werden. Der Gesamtnutzwert der einzelnen Varianten gilt als Vergleichsgrösse.

#### Vergleich der Varianten

Im Vergleich der Varianten schneidet die „Alleskönner“-Variante 12A über Scuol und Müstair am besten ab. Die zwei Varianten 8 und 12A, die Müstair anbinden, ergeben vergleichbare Gesamtnutzwerte. Die Variante 14 „Direttissima“, die weder Scuol noch Müstair berührt, ergibt den tiefsten Gesamtnutzwert.



**Abbildung 52**

Nutzwertanalyse; Gesamtnutzwert der Feinvarianten

#### Gesamtnutzwert und lokale Erschliessungsfähigkeit

Der Gesamtnutzwert der Varianten verhält sich laut dieser Bewertung proportional zur lokalen Erschliessungsfähigkeit der Konzepte. Entscheidend ist diesbezüglich die tiefe Gewichtung der Kostenindikatoren, die im Rahmen dieses Verfahrens von den Vertretern der Region Engiadina Bassa und des Kantons Graubünden eingesetzt worden sind.

Werden im Rahmen von Sensitivitätsüberlegungen die Kosten vollständig weggelassen, so verstärkt sich der Vorteil der Varianten über Müstair. Das ist insbesondere auf die Indikatoren „Wirtschaft“ und „Tourismus“ zurückzuführen, denen eine hohe Bedeutung zugemessen wird.

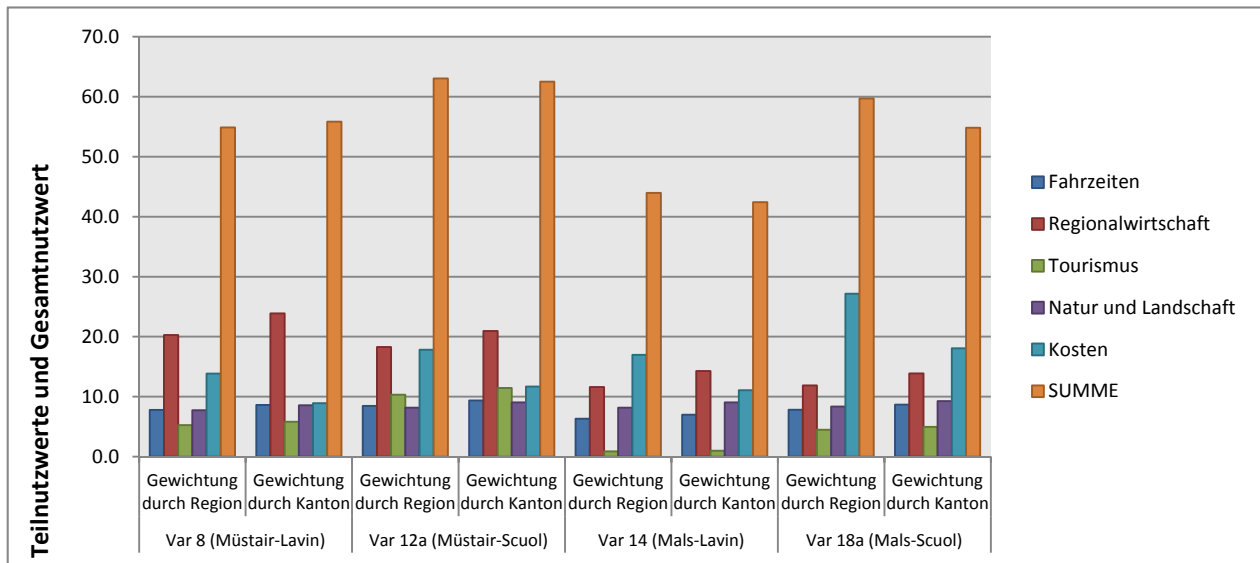


Abbildung 53

Nutzwertanalyse; Gesamtnutzwert der Feinvarianten, Detaillierte Darstellung

Werden die Gewichtungsfaktoren so verändert (wie das bei den Untersuchungen der SBB oft zur Anwendung gelangt), dass die drei Indikatoren, welche die Kosten betreffen, insgesamt 50% ausmachen, so wird die Variante 18a (Mals-Scuol) zur Bestvariante. Das erstaunt nicht, sind doch ihre Baukosten am geringsten. Variante 14 schneidet in dieser Bewertungsversion am schlechtesten ab.

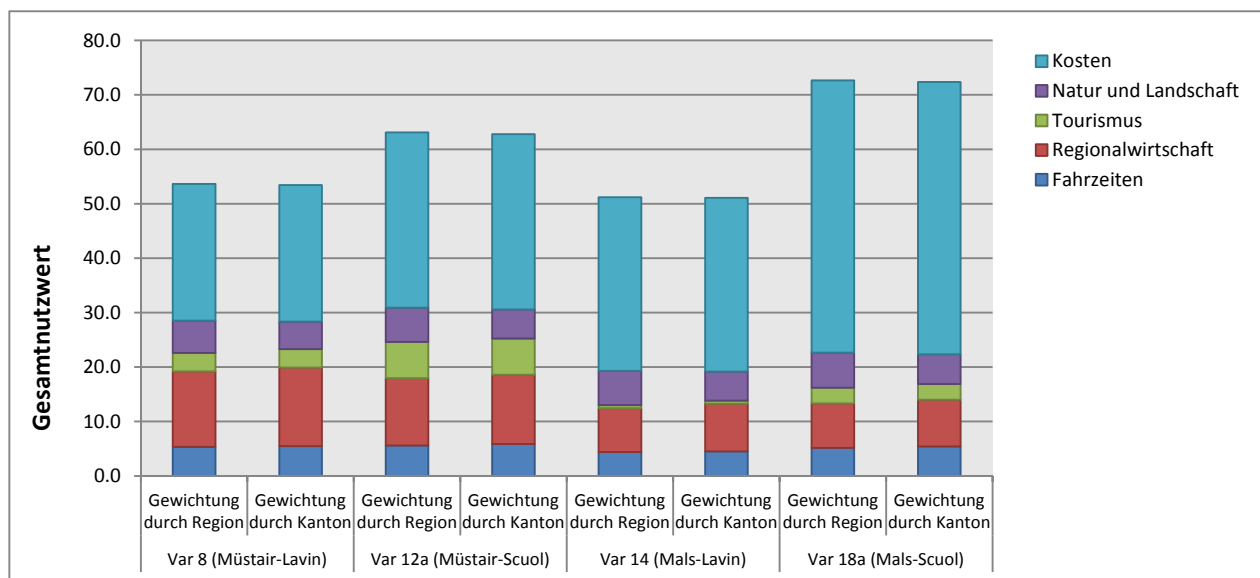


Abbildung 54

Sensitivitätsanalyse (Gewichtung Kosten 50%)

## 7.2 Portfolioanalyse

Darstellung der beiden  
Hauptdimensionen

Bei der Portfolioanalyse werden die beiden wichtigsten Dimensionen (hier die Kosten und Nutzen ohne Kosten), die einen Gegenstand oder ein Projekt beschreiben können, in einem Diagramm dargestellt und auf dem Hintergrund, der von vier Quadranten, die durch den Mittelpunkt aller Werte aufgespannt werden, abgebildet.

Lage im grünen Quadrant

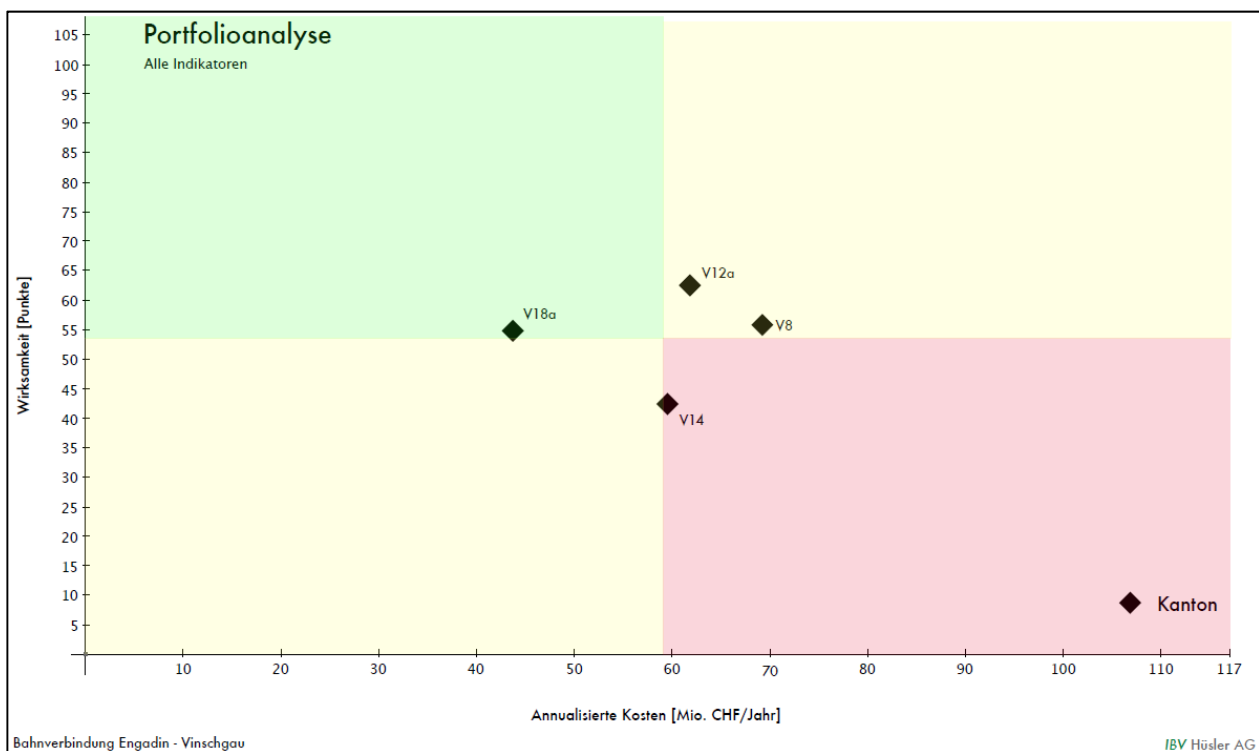
Liegt der Abbildungspunkt einer Variante im Quadranten mit überdurchschnittlichem Nutzen und unterdurchschnittlichen Kosten (in Diagramm grün), so ist das bezüglich beider Bewertungsdimensionen positiv zu werten.

Lage im roten Quadrant

Entsprechend ist eine Lage des Abbildungspunktes mit überdurchschnittlichen Kosten und unterdurchschnittlichem Nutzen (im Diagramm rot) negativ zu werten.

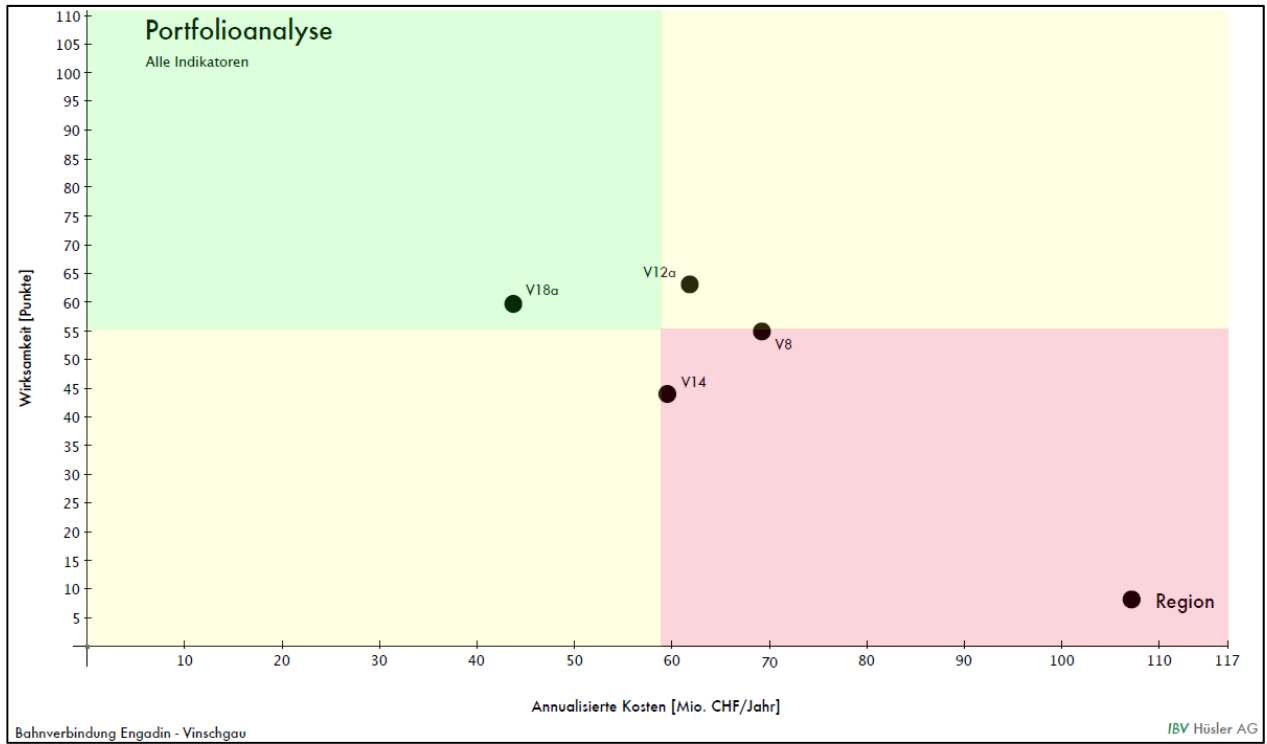
Lage im Mittelfeld

Eine Lage des Abbildungspunktes einer Varianten in einem der beiden anderen Quadranten vereinigt positive und negative Bewertungen auf sich und ist dadurch dem Mittelfeld zwischen eindeutig überdurchschnittlich und eindeutig unterdurchschnittlich zuzuordnen.



**Abbildung 55**

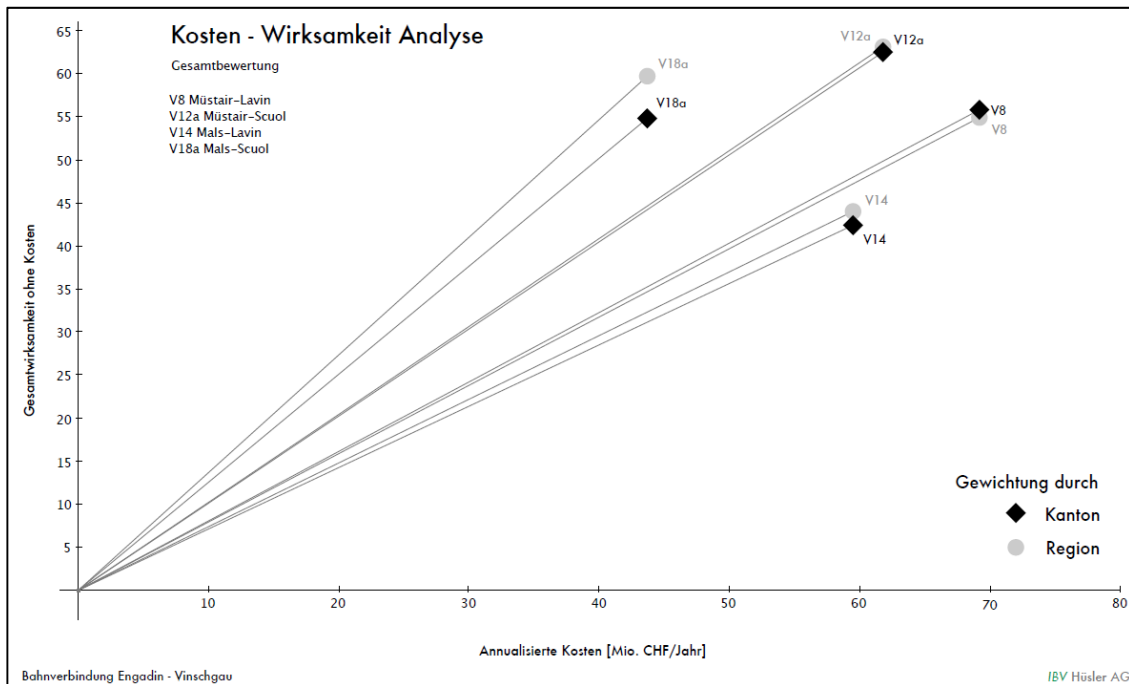
Portfolioanalyse – Gewichtung durch den Kanton (AEV)

**Abbildung 56**

Portfolioanalyse – Gewichtung durch die Region (PEB)

### 7.3 Kosten-Wirksamkeitsanalyse (KWA)

Bei der Kosten-Wirksamkeitsanalyse werden die Kosten als eigenständige Dimension behandelt und der Summe der Teilnutzwerte der übrigen Indikatoren in einem Diagramm gegenübergestellt. Für die Berechnung der Kosten wird die Summe der zusätzlichen annualisierten Erstellungs-, Instandhaltungs- und Betriebskosten verwendet.



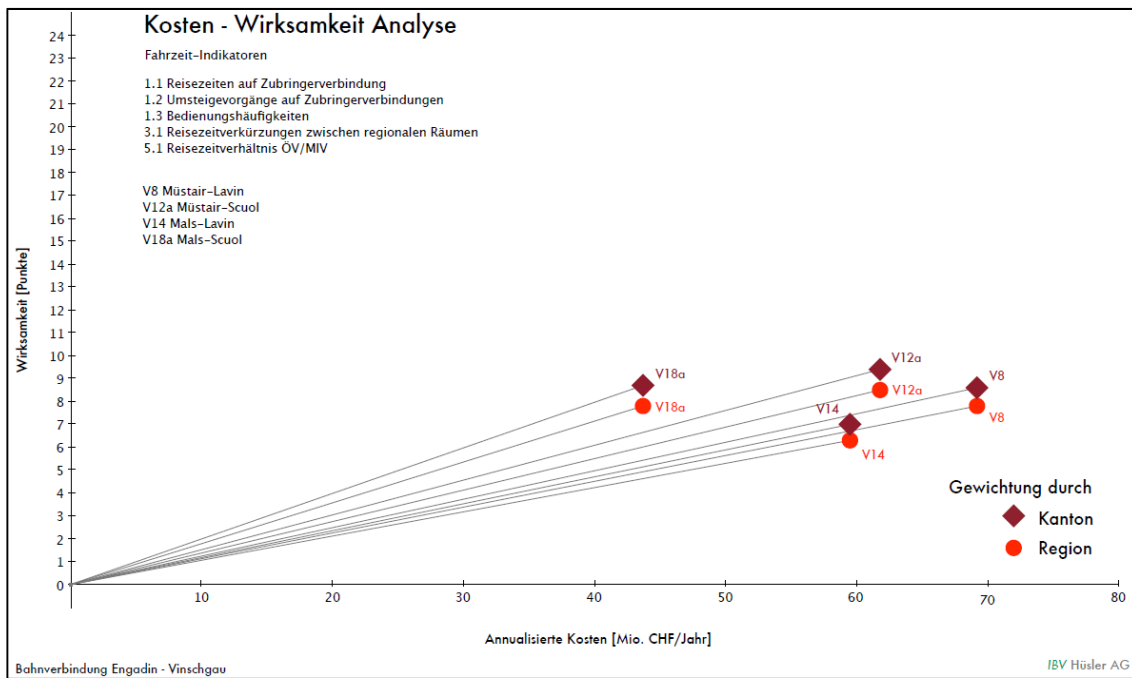
**Abbildung 57**  
Kosten-Wirksamkeitsanalyse

Für ein detaillierteres Verständnis der Resultate werden aus den Indikatoren Gruppen gebildet, um das Ergebnis nachvollziehen zu können. Dabei werden die Indikatorgruppen Fahrzeiten, Auswirkungen auf Natur und Landschaft sowie touristische und regionalwirtschaftliche Indikatoren gebildet. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde bei allen vier Darstellungen dieselbe Skalierung verwendet.

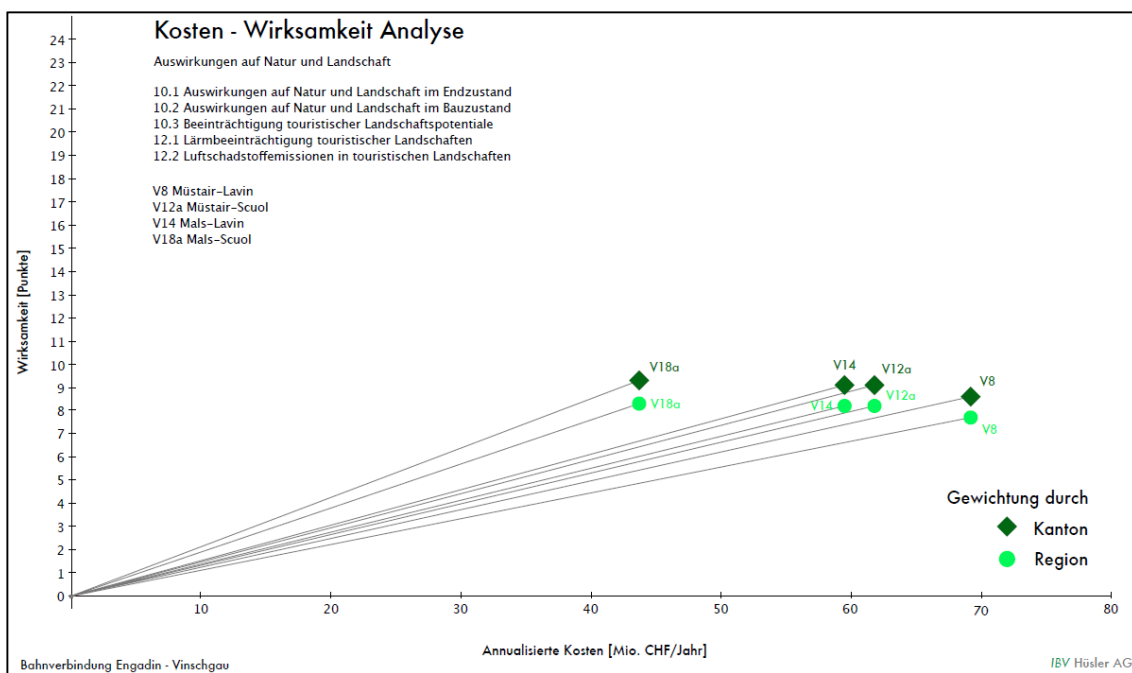
#### Interpretation der Linien

Je steiler die Linie ist, welche die Punkte mit dem Nullpunkt verbindet, desto günstiger wird das Resultat aus volkswirtschaftlicher Sicht beurteilt. Oder mit anderen Worten: Die Steilheit der Verbindungslinie zwischen dem Abbild der Bewertung einer Variante und dem Nullpunkt drückt das Verhältnis Nutzung zu Mitteleinsatz (also die Wirksamkeit des Mitteleinsatzes) aus.

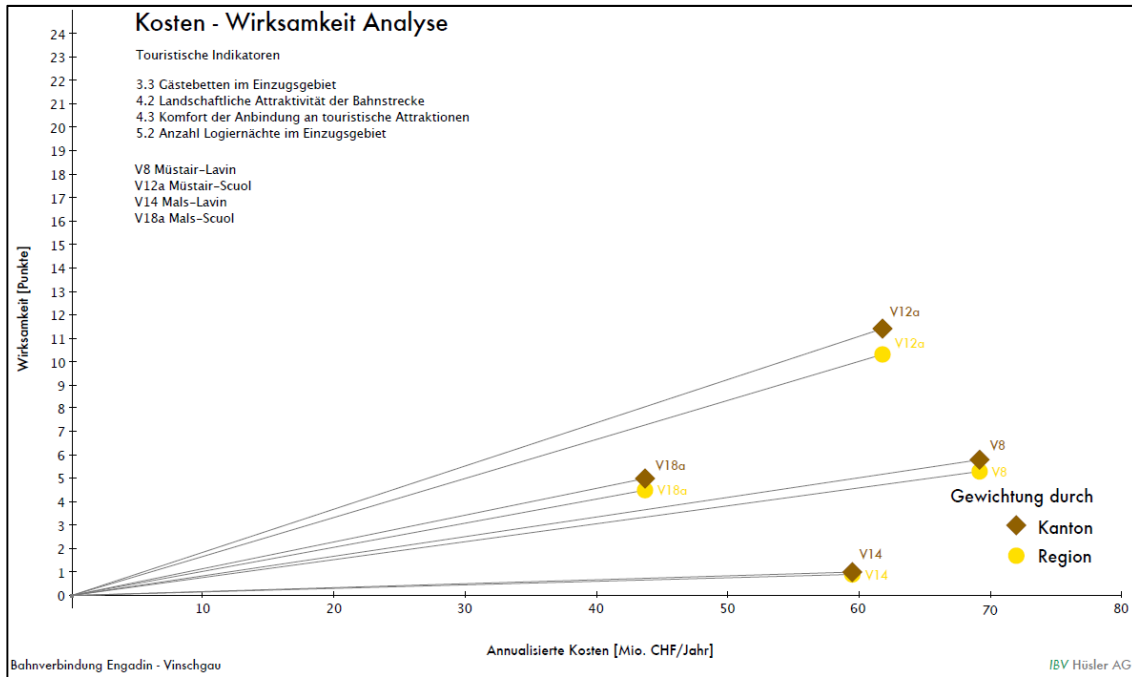
In Bezug auf die Fahrzeiten sowie die „Natur und Landschaft“ schneidet die Variante 18a klar besser ab als die anderen drei Varianten. Bei der Gruppe Tourismus tritt die grösste Streuung auf und die Vorteile der Variante 12a (über Müstair und Scuol) treten klar zu Tage.



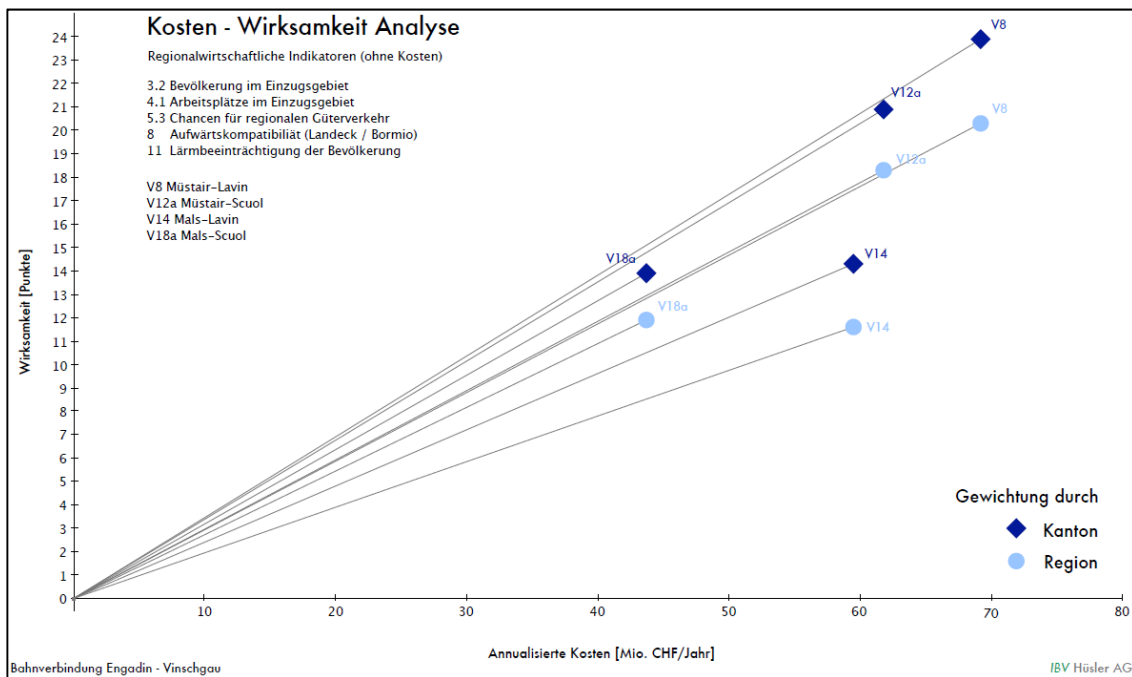
**Abbildung 58**  
Kosten-Wirksamkeitsanalyse – Fahrzeit-Indikatoren



**Abbildung 59**  
Kosten-Wirksamkeitsanalyse – Natur und Landschaft



**Abbildung 60**  
Kosten-Wirksamkeitsanalyse – Tourismus



**Abbildung 61**  
Kosten-Wirksamkeitsanalyse – Regionalwirtschaft

## 8. Wege zur Konsensvariante

### 8.1 Schlüssel-Erkenntnisse aus den Studien 2006 und 2011

#### Resultate der INTERREG-III

Die Studie INTERREG-III von 2006 zeigte, dass sich grundsätzlich für alle 5 damals untersuchten Varianten eine Linienführung finden lässt, die in erster Schätzung machbar erscheint. Die damalige Schätzung des Investitionsbedarfs dafür schwankte zwischen 0.9 und 1.7 Mia. CHF, die Bauzeit zwischen 8 und 14 Jahre. Die Einnahmen wurden zwischen 6 und 8 Mio. CHF pro Jahr geschätzt, was einem Kostendeckungsgrad des Betriebes alleine (ohne Abschreibung der Investitionen) zwischen 28% und 47% entsprechen würde. Um die Systemenden Sagliains und Mals zu verbinden, wären die Varianten 2 Zernez – Valchava – Mals und 3A Scuol – Mals mit 53 bzw. 42 Minuten Fahrzeit die schnellsten, die übrigen 3 Varianten bräuchten dafür über eine Stunde (heute per Bus über den Ofenpass sind es fast 2 Stunden). Allerdings wurde damals keine direkte Variante Sagliains – Mals untersucht. Die Studie INTERREG-III beinhaltet keine Empfehlung dazu, welche Varianten zu vertiefen seien.

#### Inhalt der INTERREG-IV

Für die Studie INTERREG-IV, wozu dieser Bericht dient, wurde der Perimeter durch die Auftraggeberin eingeschränkt auf Linienführungen zwischen den Varianten 2 und 3A. Linienführungen westlich und östlich davon (wie die früheren Varianten 1 und 4) wurden somit ausgeschlossen. Innerhalb dieses engeren Perimeters wurden alle aufgrund einer örtlichen Inspektion denkbaren Varianten eines Nord- und eines Südangriffs erörtert und in den Variantenfelder einbezogen. Damit liegt ein vollständiges Variantenspektrum vor. Die erste Vorselektion liefert zudem die Begründung dafür, weshalb ein Grossteil dieser denkbaren Varianten nicht sinnvoll ist und ausgeschieden werden soll.

Die Investitionsschätzungen wurden aktualisiert. Insgesamt ist festzuhalten, dass der Baukostenindex und verschärfte Sicherheitsvorschriften im Tunnelbau die Varianten generell verteuern. Heute liegt die "Preisspanne" zwischen 0.9 und 2.0 Mia. CHF. Aus Sicht der Geologie – welche die höchsten Realisierungsrisiken mit sich bringt und insbesondere die Finanzierbarkeit betrifft – ist klar eine Variante ab Scuol zu wählen. Unabhängig davon, welche Tunnelvariante weiterverfolgt wird, sind vor oder spätestens während der nächsten Projektierungsphase (Stufe: Vorstudie, Machbarkeitsstudie) erste technische Untersuchungen durchzuführen (Kernbohrungen, hydrogeologische und geophysikalische Untersuchungen).

## 8.2 Gemeinsamer Nenner für eine Konsensvariante

Spannungsfeld der Betrachtung mit/ohne Kosten

In der Gesamtbetrachtung über alle 12 Zielsetzungen der EVB schneidet die Variante 18a Scuol – Mals klar am besten ab. Unter Vernachlässigung der Kosten ist jedoch die Variante 12a Scuol – Müstair – Mals diejenige mit dem höchsten Nutzen. Somit entsteht ein Spannungsfeld in der Diskussion über diese beiden Varianten.

Kosten des Anschlusses Val Müstair

Aufgrund der Topographie bedingt die Variante über Müstair nebst dem Basistunnel nach Scuol auch einen Zufahrtstunnel nach Mals oder zu einen anderen Anknüpfungspunkt im Vinschgau, der für sich alleine schon ca. 250 Mio. CHF kostet. Es ist daher verständlich, dass in einer Gesamtbetrachtung diese massiven Mehrkosten der Variante 12A den eher geringen Mehrnutzen gegenüber Variante 18a nicht aufwiegen können.

Verbesserung im Val Müstair auch mit der Variante Scuol – Mals möglich

Das Spannungsfeld lässt sich also nicht aus der Welt schaffen. Es lässt sich jedoch mildern, wenn das Val Müstair zumindest indirekt durch die EVB profitieren könnte, indem die Anbindung an die neue Bahn attraktiv gestaltet wird. Hierfür ist ein Busangebotskonzept empfehlenswert, welches das Val Müstair gegenüber heute besser stellt und die Anbindung sowohl ans obere Vinschgau als auch – via Scuol – zum Engadin verbessert.

Alternative Netzverknüpfung Müstair – Vinschgau prüfen

Offen bleiben musste im Rahmen dieser Studie eine vertiefte geologische Abklärung auf italienischem Staatsgebiet im Gebirge westlich von Mals, primär wegen des Fehlens leicht greifbarer Informationen. Es ist nicht von vorneherein auszuschliessen, dass sich für die geradlinig-direkte Linienführung Scuol – Mals bei genauerer Prüfung der Geologie noch Änderungen ergeben können. Ebenso ist denkbar, dass aus Sicht des Vinschgau die Netzverknüpfung nicht zwingend in Mals zu geschehen hat. Somit sind grundsätzlich auch Trassierungen zwischen Müstair/Taufers und dem Vinschgau entlang den Talflanken mit kürzeren Tunnelstrecken als Optionen möglich. Damit könnte sich die Kostendifferenz zwischen den Varianten 12A und 18A verkleinern.

## 8.3 Fazit und Empfehlungen

Im Kern beinhaltet der Auftrag an die IG Sesvenna die Frage, welche Variante für eine Bahnverbindung Engadin-Vinschgau am besten sei. Diese kann nun so beantwortet werden:

**Aus der Kosten-Wirksamkeitsanalyse geht klar hervor, dass die Variante 18a Scuol – Mals die Bestvariante ist.**

Zwar ist ihr Nutzen leicht geringer als derjenige der Variante 12a Scuol – Müstair – Mals, weil das Val Müstair keine direkte Bahnverbindung erhält. Da aber die Kosten für eine Verbindung Scuol – Mals nur 2/3 derjenigen für die Verbindung Scuol – Müstair – Mals betragen, hat die Variante 18a mit Abstand den besten Nutzen pro investierten Franken.

## Empfehlungen

Aus diesem Fazit lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- Die Variante 18a Scuol– Mals ist vertieft zu prüfen. Namentlich sollen Kenntnisse über Geologie und Hydrologie entlang der geplanten Tunnelstrecken der Variante 18a und südlich des Inns vis-à-vis des Dorfkerns (insbesondere im und um den vermuteten Bereich der Engadiner-Linie, bzw. der oberost-alpinen Sedimentmulde) durch eine Untersuchungskampagne untermauert werden.
- Das Angebots- und Betriebskonzept soll für Bahn und Bus – unter und über den Ofenpass und nach Livigno – auf Grundlage der Variante 18a verfeinert werden.
- Dabei soll die Anbindung des Val Müstair und insbesondere des UNESCO-Weltkulturerbes Kloster Müstair in Hinblick auf eine Verbesserung – sprich Verdichtung des Angebotes – untersucht werden, um die sich aus der Variante 18a ergebenden Synergien für das Val Müstair zu nutzen.
- In Koordination mit den laufenden separaten Studien zur Netzverknüpfung im Vinschgau durch die Beauftragten der Provinz Bozen sind allfällige neue Erkenntnisse für eine kostengünstigere Anbindung von Müstair/Taufers in die weiteren Überlegungen einzubeziehen.
- Sollte sich tatsächlich eine deutlich kostengünstigere Gleisanbindung im Sinne der Variante 12 A ergeben, wären betriebliche Einschränkungen am Ofenpass (Schutz des Nationalparkgebietes) eher kompatibel.
- Alle übrigen in diesem Bericht untersuchten Linienführungsvarianten können fallengelassen werden.

## **Anhang 1**

### **Richtplan Kanton Graubünden - Themenplan Verkehr**

---

## **Anhang 2**

### **Details zu den Perronlängen**

## **Anhang 3**

### **Normalprofile GBT / LBT / Vereina und Lichtraumprofil EBV2**

---

## **Anhang 4**

### **Trassevarianten / Trasseestudien**

---

## **Anhang 5**

### **Grobbeurteilung „Reisezeitverkürzung“**

---

## **Anhang 6**

### **Grobbeurteilung „Investitionskosten“**

## **Anhang 7**

### **Grobbeurteilung „Geologie / Bautechnische Realisierbarkeit“**

---

## **Anhang 8**

### **Fotodokumentation Landschaft**

---

## **Anhang 9**

### **Grobbeurteilung „Landschaft“**

---

## **Anhang 10**

### **Ergebnis des Grobvariantenvergleichs**

---

## **Anhang 11**

### **Geologie und Bautechnik Feinvarianten**

---

## **Anhang 12**

### **Übersichten zur Landschaft**

---

## **Anhang 13**

### **Reisezeitverhältnis öV/mIV**

---

## **Anhang 14**

### **Indikatorenblätter**



