KANTON GRAUBÜNDEN
RHÄTISCHE BAHN

BAHNVERBINDUNG PRAETTIGAU - UNTERENGADIN
VEREINALINIE

BEHANDLUNG EINIGER KRITISCHER FRAGEN
IN BEZUG AUF DAS PROJEKT 1983

26. September 1984

I N H A L T

	<u>Seite</u>
Einleitung	3
1. BESTIMMUNG DER KAPAZITAET DER "ROLLENDEN STRASSE"	4
2. DAS ANGEBOT FUER DEN TRANSPORT VON LASTWAGEN UND CARS	5
3. BESTIMMUNG DES TUNNELPROFILES	6
4. LAERM- UND ABGASEMISSIONEN BEI DEN VERLADEANLAGEN DER "ROLLENDEN STRASSE"	6
5. PARKIERUNGSMOEGlichkeiten AM BAHNHOF	7
UMSTEIGEANLAGEN BAHN - POSTAUTO	7
6. RISIKEN, DIE WAEHREND DER BAUAUSFUEHRUNG ZU KOSTENSTEIGERUNGEN UND ZU VERZOEGERUNGEN IN DER FERTIGSTELLUNG FUEHREN KOENNEN	8
7. DEPONIE DES AUSBRUCHSMATERIALS	11

EINLEITUNG

In einer kurzen Fassung werden von den Projektverfassern Antworten auf verschiedene, in letzter Zeit aufgeworfene Fragen gegeben.

Zusätzlich werden die Risiken bei der Erstellung des Vereinatunnels angesprochen. Dabei sollen die hauptsächlichsten Risiken besprochen werden und es wird die Methodik erläutert, die für eine Kontrolle der möglichen Auswirkungen der Risiken beim Bauablauf angewendet wurde.

1. BESTIMMUNG DER KAPAZITÄT DER "ROLLENDEN STRASSE"

1.1 DIE VERKEHRSPROGNOSE

Die "Rollende Strasse" ist auf die Spitzenbelastung zu dimensionieren. Für das Jahr 2000 wurde diese wie folgt analysiert:

max. Wintersamstagespitze:

- gemäss heutigem Verkehrsaufkommen	127 PW/h	)	
- Zuwachs infolge Entwicklung bis 2000	31 PW/h	)	158
- Neu infolge Tagesausflugsverkehr	62 PW/h	)	220 PW/h

Die Kapazität wird von zwei verschiedenen Seiten begrenzt. Einerseits sind es die festen Anlagen wie Streckenlänge, Anordnung der Kreuzungsstationen und Tunnelprofil und andererseits sind es das bei der Betriebsöffnung vorhandene Rollmaterial und dessen betrieblicher Einsatz, welche Kapazität und Fahrzeuggrößen bestimmen.

1.2 GRENZEN DER FESTEN ANLAGEN

Sind die Anlagen zu gross dimensioniert?

Die zweigleisigen Autoverladeanlagen sind betrieblich als Minimum erforderlich, um zu vermeiden, dass bei einer kleinen Betriebsstörung die ganze "Rollende Strasse" lahmgelegt wird.

Sind die Anlagen zu klein dimensioniert?

Da feste Anlagen, insbesondere der Tunnel, nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand einer späteren Verkehrsentwicklung angepasst werden können, müssen diese auch grösseren Verkehrsaufkommen, als dies heute absehbar ist, genügen. So sind die teilweise im Tunnel liegenden Autoverladeanlagen zweigleisig gestaltet, damit stündlich 4 Autozüge beladen werden können, was eine Kapazität von etwa 300 Autos pro Stunde und Richtung ergibt.

1.3 GRENZEN DES BETRIEBES DER NEUEN LINIE

Ist die gewählte Kapazität genügend?

Die Verkehrsprognose zeigt auf, dass in wenigen Spitzenstunden eine Kapazität von 200 - 220 Fahrzeugen pro Richtung erforderlich ist. Eine vorsichtige Interpretation der Verkehrsprognose ergab, dass bei Betriebseröffnung eine Kapazität von 180 Fahrzeugen pro Stunde und Richtung genügt, um längere Wartezeiten zu vermeiden. Einer steigenden Nachfrage kann das Angebot durch Beschaffung von zusätzlichem Rollmaterial bis 300 PW/h angepasst werden.

Führt die gewählte Kapazität zu Fahrzeugkolonnen an den Verladebahnhöfen, welche den Talstrassenverkehr behindert?

Die Warteräume zwischen den Anschlüssen an die Kantonsstrasse und den Verloaderampen sind so ausgelegt, dass sich selbst bei kürzeren Betriebsstörungen, welche den Ausfall eines oder zweier Autozüge bewirken, die Kolonnen wartender Fahrzeuge nicht bis auf die Talstrassen ausdehnen.

2. DAS ANGEBOT FUER DEN TRANSPORT VON LASTWAGEN UND CARS

Welche Fahrzeuge können mit den vorgesehenen Zügen transportiert werden?

Lastwagen und Cars mit einer Höhe bis 3.55 m und einem Gewicht bis 12 t können mit allen Autozügen transportiert werden. Für Lastwagen und Cars bis zu 3.55 m Eckhöhe und den gesetzlich zugelassenen Höchstgewichten wird pro Stunde ein Autozug geführt, mit welchem auch PW transportiert werden können.

Damit kann einerseits die auf die Wochenenden ausgerichtete Kapazität für Personenwagentransporte während der Woche besser genutzt werden und andererseits wird auch für den Transport von Lastwagen und Cars ein attraktives Angebot bereitgestellt.

Was passiert mit den Strassenfahrzeugen mit einer Höhe über 3.55 m?

Das gewählte Tunnelprofil gestattet den Transport von 4.00 m hohen und 2.50 m breiten Lastwagen und Cars auf Huckepackwagen wie sie z.B. auf der Gotthardstrecke eingesetzt werden. Im Projekt 1983 wird jedoch aus verkehrspolitischen Gründen auf die Bereitstellung von Huckepackwagen verzichtet.

3. BESTIMMUNG DES TUNNELPROFILES

Zugrundegelegtes Lichtraumprofil:

- grösste Höhe 5.20 m ab Schienenoberkante
- Fahrdrachhöhe 4.70 m ab Schienenoberkante

Genügt das Tunnelprofil den gestellten Anforderungen?

Dieses Profil gestattet den Transport von:

1. LW, Cars bis 3.55 m Eckhöhe auf normalen Wagen von 95 cm Höhe
2. LW, Cars bis 4.00 m Eckhöhe auf Huckepackwagen von 50 cm Höhe
3. Alle offenen und geschlossenen SBB-Normalspurwagen auf Roll-schemeln oder Rollböcken.

Bemerkung:

- Im Rahmen der Detailprojektierung wäre zu überlegen, ob der Transport von LW bis 4.00 m Höhe auf normalen Wagen gegenüber Huckepackwagen von Vorteil ist. Diese Profilerweiterung würde Kosten von ca. 15-20 Mio. Franken verursachen (Projekt 1983).

4. LAERM- UND ABGASEMISSIONEN BEI DEN VERLADEANLAGEN DER "ROLLENDEN STRASSE"

LAERM

Beide Stationen sind genügend von Wohnvierteln entfernt, so dass keine Lärmimmissionen zu befürchten sind.

ABGASE

- Beim Entladevorgang werden keine grösseren Emissionen verursacht als bei der Durchfahrt der gleichen Anzahl Fahrzeuge auf der Strasse (keine Stockungen).

- Beim Beladevorgang werden in 2 Schüben Fahrzeugkolonnen langsam in Bewegung gesetzt, was eine leicht stärkere Abgasemission verursacht als beim normalen Strassenverkehr:
 - bei der Auffahrt der wartenden Wagen auf die Bahn
 - Bei der Durchfahrt der Wagen von der Stauzone durch die Kasse nur in den Spitzenstunden, da sonst die einzelnen Wagen direkt, ohne Halt bis zur Wartespur fahren.

Zu vermerken ist, dass die Rampen beider Bahnhöfe kleine Neigungen aufweisen:

- Klosters: fallend in Richtung Verlad
- Lavin : 0.8 % Steigung (4.7 % auf einer kurzen Strecke unter der RhB durch)
- Die Abgasemission für die Gemeinden und die Umgebung ist demnach in allen Fällen kaum grösser als beim normalen Strassenverkehr.
- Die Gesamtemission an Abgasen für die Fahrt von Klosters bis ins Engadin ist mit der Vereinalinie viel kleiner als bei einer Fahrt über den Flüela-Pass.

5. PARKIERUNGSMOEGlichkeit AM BAHNHOF

UMSTEIGEANLAGEN BAHN - POSTAUTO

- Die Bahnhofanlagen des eigentlichen Bahnbetriebes (Personen- und Güterverkehr) und die Verladeanlagen der "Rollenden Strasse" (Transport von PW, LW, Cars) sind im Projekt 1983 getrennt worden.
- Parkplätze für den Umstieg vom privaten zum öffentlichen Verkehr sind bei den Bahnhofanlagen des eigentlichen Eisenbahnbetriebes vorgesehen. Diese sind so bereitzustellen, dass der Umstieg möglichst früh und entsprechend verteilt geschieht.
 - z.B. in Landquart, Küblis, Klosters und auf allen Stationen der Engadinerlinie.
 - Alle Bahnhöfe besitzen grössere Parkmöglichkeiten, die baulich und organisatorisch zu verbessern sind.
- Der Anschluss der Postautolinie von und nach dem Münstertal wird im Bahnhof Lavin (nicht im Verladebahnhof der "Rollenden Strasse") stattfinden. Ein entsprechender Ausbau von Bahnhofplatz und -Zufahrt ist vorgesehen.

6. RISIKEN, DIE WAEHREND DER BAUAUSFUEHRUNG ZU KOSTENSTEIGERUNGEN UND ZU VERZOEGERUNGEN IN DER FERTIGSTELLUNG FUEHREN KOENNEN

6.1 ARBEITEN AN DEN BAHNHOF- UND AUTOVERLADEANLAGEN

An den Aussenanlagen treten praktisch keine Risiken auf.

6.2 VEREINATUNNEL

Allgemeines

Aufgrund einer geologischen und bautechnischen Beurteilung des zu durchfahrenden Gebirges legte der Projektverfasser folgende Teile des Projektes fest:

- grundsätzlich anzuwendende Baumethoden
- anzuwendende Tunnelprofile mit der benötigten Felssicherung während der Ausbruchphase und der erforderlichen definitiven Verkleidung
- Verteilung der Tunnelprofile über die ganze Tunnellänge.

Bei der Beurteilung des Projektes stellen sich folgende Fragen:

Wurden ausreichende geologische Abklärungen getroffen?

Der Umfang der im Rahmen der Projektierung des Vereina-Tunnels ermöglichten geologischen Untersuchungen übertrifft das übliche Mass bei weitem. Diese aufwendigen Untersuchungen waren bedingt durch das schon früh erkannte geologische Hauptrisiko: Der Verlauf der Silvretta-Ueberschiebung im Bereich des projektierten Tunnels war ohne Sondierbohrungen nicht genügend genau prognostizierbar.

Auf Grund von drei Sondierbohrungen (totale Länge 1'220 m) konnte der Verlauf der Ueberschiebung festgestellt werden. Damit ist die Länge der Zone, in welcher der Tunnel in gutes Gebirge zu liegen kommt relativ genau ermittelt worden: Der gebirgstechisch günstige Abschnitt Lavin bis Silvretta-Ueberschiebung misst ca. 13 km. Die restliche Tunnellänge von ca. 6 km (Abschnitt Klosters-Ueberschiebung) kommt in eine geologisch mittelmässige bis schlechte Zone zu liegen.

Im übrigen kann der generelle Aufbau des Gebirges als bekannt betrachtet werden, wobei "bekannt" bedeutet, dass die vom Geologen angegebene Bandbreite der erwarteten Eigenschaften und Zusammensetzungen der Gebirgsteile (Wahrscheinlichkeit der Prognose) keinen wesentlichen Einfluss auf die Tunnelbaukosten haben wird.

Welche Risiken bestehen trotz der geologischen Vorabklärung?

Als grösstes geologisches Rest-Risiko wird die Prognose der Häufigkeit der erwarteten Mylonit-Zonen und anderer tektonisch sehr stark beanspruchter Zonen - eines schlechten bis sehr schlechten Tunnelgebirges - betrachtet. Ein solches Tunnelgebirge ist nur dann als grosses Risiko zu bezeichnen, wenn es nicht vorausgesehen wird; beim Vereina-Tunnel sind solche Zonen prognostiziert und deren Häufigkeit aufgrund der Oberflächengeologie und bestehender Stollenbauten abgeschätzt worden. Die technischen Mittel zur Ueberwindung solcher Zonen bestehen, und entsprechende bautechnische Massnahmen sind vorgesehen.

Wasseranfall, andere Risiken?

Der zu erwartende Wasseranfall kann nur grob abgeschätzt werden. Aufgrund der Vorabschätzung und aus Erfahrung an vergleichbaren Tunnelbauten ist im Vereinatunnel eine Wasserableitung von 760 l/Sek. vorgesehen. Diese Dimensionierung beinhaltet eine relativ grosse Reserve (Vergleich max. Wasseranfall Furka-Tunnel 450-500 l/Sek.) Im Kostenvoranschlag ist zusätzlich zu den normalen Wasserhaltungskosten ein Betrag von 1 Mio. Franken für aussergewöhnliche Ereignisse eingerechnet.

Verschiedene andere Faktoren sind nur ungenau prognostizierbar, können aber als geringes Risiko betrachtet werden, da dem Kostenvoranschlag eher vorsichtige Werte aus der Bandbreite der geologischen Prognose zugrunde gelegt wurden. Zusätzlich sind zur Abdeckung geologischer Risiken im Kostenvoranschlag rund 15 Mio. Franken eingesetzt. Dieser Betrag ist im Gesamtzuschlag von 21.6 Mio. Franken für "Diverses und Unvorhergesehenes" zu den Ausbruchs-, Felssicherungs- und Ausbauarbeiten enthalten.

Sind zusätzliche geologische Abklärungen erforderlich?

Weitere geologische Untersuchungen im Rahmen des Bauprojektes und während dem Bau werden es erlauben, das aufzufahrende Gebirge noch wesentlich genauer zu prognostizieren und damit dem Ingenieur eine wesentliche Grundlage für einen rationellen Einsatz der technischen Mittel in die Hand zu geben. Diese weiteren Untersuchungen sind vergleichbar mit der Detailprojektierung und der sich während dem Bau ergebenden Projektanpassungen des Ingenieurs. Auch aus diesen Arbeiten resultieren gegenüber dem Vorprojekt keine wesentlichen Kosten-Abweichungen.

Für die Kreditanfrage sind die jetzigen geologischen Unterlagen ausreichend. Zusätzliche Angaben können die Genauigkeit des Kostenvoranschlages nicht wesentlich beeinflussen.

Bestehen im Zusammenhang mit der Geologie grössere Bauprogramm Risiken?

Die geologisch schwierigste Strecke liegt zwischen Klosters und der Silvretta-Überschiebung. Diese Zone ist durch stark wechselhafte, oft schlechte und lokal sehr schlechte Felsverhältnisse gekennzeichnet. Das Vorprojekt sieht deshalb für den Ausbruch dieser Tunnelstrecke die Verwendung einer Tunnelvollschnittmaschine mit Schild und kreisförmig geschlossenen Betontübbingen als Felssicherung und Auskleidung vor. Diese etwas teurere Bauweise führt zu einer erheblichen Verminderung des Bauprogramm- und Kostenrisikos.

Der arbeitstägliche Fortschritt wurde zudem mit 10 m relativ vorsichtig angenommen. Ab Portal Lavin wird der Tunnel auf einer Länge von ca. 6 km konventionell, d.h. als Sprengvortrieb ausgebrochen. Die angenommenen Leistungen betragen 4.2 m bis 6.75 m pro Arbeitstag, sind somit wiederum relativ klein.

Die insgesamt eher tief angesetzten Bauleistungen beinhalten somit bauprogrammliche Reserven für bestehende geologische Risiken.

Sind in tektonisch hoch beanspruchten Zonen, Druckzonen oder in Partien mit instabilem Material und grossem Wasseranfall so grosse Schwierigkeiten zu erwarten, dass die gewählte Ausführungsmethode nicht weiter angewandt werden kann?

Die im Kostenvoranschlag enthaltenen Reserven für das geologische Risiko werden zur Bewältigung derartiger Schwierigkeiten, sollten sie überhaupt auftreten, herangezogen. Grundsätzlich muss das zu erstellende allgemeine Bauprojekt allfällig mögliche Änderungen der Baumethoden und Bauweise beinhalten, d.h. die in einem solchen Fall zur Anwendung gelangenden technischen Massnahmen sind vorzusehen.

7. DEPONIE DES AUSBRUCHSMATERIALS

7.1 KLOSTERS

Materialanfall total (lose)		1'360'000 m ³
Eigenbedarf:		
- Schüttung Bahnhofareal	650'000 m ³	
- Aufbereitung für Bahnunterbau, Strassen- und Betonkies	<u>100'000 m³</u>	
	750'000 m ³	<u>750'000 m³</u>
Ueberschussmaterial		<u>610'000 m³</u>

Das während den ersten 3 Baujahren anfallende Ausbruchsmaterial wird grösstenteils zur Schüttung des Bahnareals und der Zufahrt im Bereich Läusüggen verwendet.

Das nicht für Ausbauzwecke verwendbare Ueberschussmaterial von rund 600'000 m³ besteht überwiegend aus Granitgneis und Amphibolit. Es handelt sich somit um qualitativ gutes Gestein.

Es steht für die Zwecke des Strassenbaus, für die Schüttung von Lawinendämmen oder ähnliche Anwendungen zur Verfügung. Da zum Zeitpunkt des Vorprojektes keine derartigen Projekte konkret vorlagen, haben sich die Projektverfasser nach einer Deponiestelle umgesehen. Eine solche wurde in der Nähe von Landquart gefunden, und die entsprechenden Kosten sind im Voranschlag eingerechnet. Das Material würde im neuen Personenzugtunnel oberhalb Klosters auf die Rhätische Bahn verladen, und nach Untervaz transportiert. Dort könnte es im Areal des Kieswerk Untervaz abgeladen, und zur Auffüllung von alten Gruben deponiert werden.

Für die Deponie des überschüssigen Materials sind im Kostenvoranschlag folgende Beträge eingesetzt:

Bahntransport nach Untervaz	Fr. 7'320'000.--
Transport in die Deponie	<u>Fr. 2'135'000.--</u>
Total	<u>Fr. 9'455'000.--</u>

Entsprechend Fr. 15.50 pro m³

Eine allfällige kommerzielle Verwertung des Materials würde obige Kosten reduzieren.

7.2 LAVIN-SUSCH

Materialanfall total (lose)		610'000 m ³
Eigenbedarf:		
- Schüttung Autoverladeanlage	310'000 m ³	
- Aufbereitung für Bahnunterbau, Strassen- und Betonkies	<u>80'000 m³</u>	
	390'000 m ³	<u>390'000 m³</u>
Ueberschussmaterial		<u>220'000 m³</u>

Das Ueberschussmaterial besteht überwiegend aus Linard-Amphiboliten. Dieses Gestein eignet sich sehr gut für Schüttungen, aber auch zur Aufbereitung als Strassen- und Betonkies. Während der Bauzeit des Vereinatunnels könnte solches Material zu sehr günstigen Bedingungen aufbereitet und abgegeben, oder evtl. deponiert werden. Eine gewisse kommerzielle Nutzung ist grundsätzlich möglich, im Vorprojekt des Vereinatunnels jedoch nicht berücksichtigt.

Als mögliche Deponieplätze für das überschüssige Ausbruchsmaterial von maximal 220'000 m³ wird die unterste am Inn liegende Geländestufe unterhalb des Zeughauses Lavin vorgeschlagen. Eine weitere Deponiemöglichkeit befindet sich im Raum "Craviz Suot" auf Suscher Gemeindegebiet am rechten Innufer. Das Schütten beider Deponien kann ohne Immissionen für die Wohnbevölkerung ausgeführt werden. Der ursprüngliche Nutzungswert des Landes bleibt vollumfänglich erhalten.

Für die Deponie des überschüssigen Ausbruchsmaterials sind im Kostenvoranschlag folgende Beträge eingesetzt:

Verhandlungskosten, Landerwerb und
Inkonvenienzentschädigungen

Fr. 160'000.--

Abhumusierung, Abtrag und Deponie
der Muttererde, Transport und Ein-
bau des Schüttmaterials, Wiederan-
legen Muttererde und Humus,
Begrünung

Fr. 2'600'000.--

Fr. 2'760'000.--

Entsprechend Fr. 12.55 pro m³