

INTERNE STUDIE

VEREINATUNNEL

August 1975

MOTOR COLUMBUS
INGENIEURUNTERNEHMUNG AG
CH-5401 BADEN

INTERNE STUDIE

VEREINATUNNEL

August 1975

MOTOR COLUMBUS
INGENIEURUNTERNEHMUNG AG
CH-5401 BADEN

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
1.1 Aufgabe	1
1.2 Arbeitsmethode und Abgrenzung	1
2. SITUATIONSANALYSE	2
2.1 Sozioökonomische Ausgangslage	2
2.1.1 Die Region Engiadina Bassa	2
2.1.2 Die Region Prättigau - Davos	4
2.1.3 Uebrige Gebiete	5
2.1.4 Die Rhätische Bahn	6
2.1.5 Kanton und Bund	7
2.2 Heutiges Verkehrssystem	7
2.2.1 Uebergeordnetes Verkehrsnetz, individueller Verkehr	7
2.2.2 Verkehrsbelastung des individuellen Verkehrs	8
2.2.3 Uebergeordnetes Verkehrsnetz öffentlicher Verkehr	8
3. ZIELSETZUNGEN	10
3.1 Engiadina Bassa	10
3.2 Prättigau - Davos	10
3.3 Uebrige Gebiete	10
3.4 Rhätische Bahn	11
3.5 Kanton und Bund	11
3.6 Volkswirtschaftliches Nutzenziel	11
4. VERKEHRSKONZEPTE	12
4.1 Der Vereina-Bahntunnel	12
4.2 Der Flüela-Strassentunnel	12
4.3 Gegenüberstellung	13
5. UMLEGUNGEN UND PROGNOSEN	15
5.1 Logiernächte und Verkehrsaufkommen	15
5.2 Prognose individueller Verkehr	16
5.3 Prognose öffentlicher Verkehr	18
6. KOSTEN-NUTZEN-VERGLEICH	20
6.1 Kostenübersicht Vereinatunnel	21
6.2 Kostenübersicht Flüelastrassentunnel	22
6.3 Erträge des Vereinabahntunnels	24
6.4 Erträge des Flüelastrassentunnels	25
6.5 Zusammenfassung	25

	Seite
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN	27
8. WEITERES VORGEHEN	28

ANHANG:

Mitarbeiter der Studie

Technische Probleme beim Vereina-Tunnelbau

Beilagenverzeichnis

Beilagen

1. EINLEITUNG

1.1 AUFGABE

Im Mai 1975 ist die Rhätische Bahn mit der Projektstudie über einen Eisenbahntunnel als wintersichere Verbindung zwischen dem Prättigau und dem Unterengadin in die Öffentlichkeit getreten. Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG hat dies zum Anlass genommen, mit ihren Verkehrsspezialisten, Ingenieuren und Oekonomen, diese Studie aufgrund von Erfahrungen an ähnlichen Projekten zu überprüfen. (Neben der bau- und verkehrstechnischen Beurteilung sollte ein Hauptakzent der Untersuchung auf dem Kosten-Nutzen-Vergleich mit der alternativen Investitionsmöglichkeit "Flüela-Strassentunnel" liegen.)

Die vorliegende Arbeit erfolgte auf eigene Initiative und ohne Veranlassung von dritter Seite.

1.2 ARBEITSMETHODE UND ABGRENZUNG

Der vorliegende Bericht stützt sich im wesentlichen auf Informationen der erwähnten Projektstudie Vereintunnel der Rhätischen Bahn. Verschiedene Gründe erlaubten **keine vertiefteren Feldabklärungen**, unter anderem auch zeitliche Ueberlegungen. Die Untersuchung versucht deshalb nur die ungefähren Grössenordnungen abzuschätzen, denn die vorhandenen Daten hätten keine vertieftere Abklärung beispielsweise der technischen Probleme beim Tunnel oder der betriebswirtschaftlichen Rentabilität erlaubt.

Gegenstand der Untersuchung ist die Verkehrsverbindung zwischen dem Prättigau und Davos einerseits und der Region Engiadina Bassa (Unterengadin, Samnaun, Münster-Tal) andererseits, wobei zusätzlich noch die Interessen der Gebiete Zürich-Livigno-Bormio, des Kantons und des Bundes einbezogen wurden.

Was ist die "Region Zürich-Veltlin"?

2. SITUATIONSANALYSE

Das Grundproblem der heutigen Verkehrserschliessung der Region Unterengadin liegt in der schlechten Erreichbarkeit vom Unterland her, insbesondere von Chur und den wirtschaftlichen Bezugspunkten der übrigen Schweiz. Aber auch die angrenzenden Regionen Prättigau, Livigno und erholungssuchende Touristen aus Richtung Zürich-Ostschweiz stellen Erwartungen an eine bessere Verkehrsverbindung ins Unterengadin, wie die folgenden Ueberlegungen zeigen.

2.1 SOZIOÖKONOMISCHE AUSGANGSLAGE

2.1.1 Die Region Engiadina Bassa

hat sich als Regionalplanungsverband mit den Kreisen Obtasna, ~~Remes~~^{Remos}, Untertasna und Val Müstair konstituiert. Die Branchenstruktur der Region hat folgendes Bild: 1)

	<u>Unterengadin</u>	<u>Val Müstair</u>
- <u>Primärer Sektor:</u> (Landwirtschaft, Forstwirtschaft)	24 %	36 %
- <u>Sekundärer Sektor:</u> (Industrie, Gewerbe, Versorgung)	35 %	28 %
- <u>Tertiärer Sektor:</u> (Handel, Dienstleistungen)	41 %	37 %

Die Aufstellung über die relativen Anteile der Sektoren an der gesamten regionalen Wirtschaftstätigkeit zeigt ein Schwergewicht im Handel- und Dienstleistungssektor, hauptsächlich bedingt durch die Arbeitsmöglichkeiten im Fremdenverkehr. Die verbesserte Erschliessung nützt deshalb vor allem dem Fremdenverkehr in der ganzen Region, insbesondere wenn eine Erweiterung der bestehenden Unterkunftsmöglichkeiten und Dienstleistungen vorgesehen ist.

1) Eidg. Volkszählung 1970, Statistische Quellenwerke der Schweiz, Heft 476 Band 2, Bern 1972: Berufstätige nach Wohngemeinden und Wirtschaftssektoren.

Zurzeit bestehen folgende - allerdings noch mit vielen Vorbehalten versehene - provisorische Projektionen für Bevölkerung und touristische Infrastruktur:

a) Schätzung Motor-Columbus 1)

	<u>1970</u>	<u>1985</u>	<u>(2000)</u>
1. Einheimische Bevölkerung	8 085	8 600	(9 100)
2. Touristische Bevölkerung (Logiernächte)	915 000	1430 000	(2025 000)
Zunahmefaktor		1,6	2,2

MC ING rechnet mit einer maximalen jährlichen Zuwachsrate von 3 % für die Periode 1972 bis 2000.

b) Schätzung ~~Prof. Kaspar~~ *Marin Acola*

	<u>1974</u>	<u>1994</u>	
		<u>minimal</u>	<u>maximal</u>
1. Hotelbetten	3 800	4 700	5 200
2. Parahotellerie	6 700	9 000	10 000
Zunahmefaktor		1,3	1,5

davon grösster Teil der Zunahme in Samnau

Herr Kaspar rechnet mit einer allgemein vorsichtigeren jährlichen Wachstumsrate, nämlich von minimal 1 % bis maximal 1,7 % für die Hotelbetten und minimal 1,5 % und maximal 2 % jährlich für die Parahotellerie. Nach Auffassung des Gutachters hat das Unterengadin vor allem Entwicklungschancen in der Parahotellerie (Ferienchalets, Massenlager, Hütten etc.).

Im sekundären Sektor sind in der Region nach übereinstimmenden Aussagen der Planer keine zusätzlichen Wachstumsimpulse zu erwarten. Man rechnet mit der bisherigen Entwicklung, welche durch die Knappheit an Arbeitskräften und mangelnde Standortattraktivität der Dörfer mit Ausnahme von Zernez gekennzeichnet ist.

1) Spitalkonzeption des Kantons Graubünden, Teil 2 Grundlagen. Entwurf November 1974, Planungsgemeinschaft MC ING - Hospitalplan.

In der Land- und Forstwirtschaft sind auf der einen Seite akzentuierte Abwanderungstrends in andere Wirtschaftssektoren zu beobachten. Immerhin darf man auf ein Ueberleben der Betriebe durch weitere Rationalisierung und Produktivitätssteigerung hoffen. Auch die Zunahme der nebenberuflichen Landwirtschaft, welche seit einigen Jahren im Gang ist, vermag der Verdünnung in diesem Sektor etwas entgegensteuern. Für die touristische Entwicklung der Engiadina Bassa wird zweifellos die bessere Erreichbarkeit vom Unterland das wichtigste Ziel bei der Bewertung der Tunnelverbindungen darstellen. Landwirtschaft und Gewerbe profitieren von den geringeren Transportkosten. Dies gilt allerdings in recht beschränktem Umfange, wie die Untersuchung von Motor-Columbus bezüglich der Panixerstrasse ^{2m} 1) gezeigt hat. In Frage kommen am ehesten Viehtransporte, Holztransporte, Baumaterialien, Molkereiprodukte und Heizöle. Nicht zu vernachlässigen sind ferner die Einkommenseffekte, welche der Region durch den Bau und Betrieb eines Tunnels zugute kommen. Endlich ist noch an den für die Unterengadiner psychologisch günstigen Effekt zu denken, welcher die Oeffnung des Tales nach Norden bringt. *Dieser Effekt besteht heute immerhin von Ende Mai bis Dezember (Flüela). Nach Norden (Landeck) ist das Tal seit eh und je ganzjährig geöffnet.*

2.1.2 Die Region Prättigau - Davos

ist in die Bezirke Ober- und Unterlandquart aufgeteilt und weist folgende Bevölkerungszahlen und Sektoralstruktur auf:

	<u>Oberlandquart</u>	<u>Unterlandquart</u>
Bevölkerung 1970 2)	18 655	18 553
Primärer Sektor	14 %	18 %
Sekundärer Sektor	30 %	42 %
Tertiärer Sektor	56 %	40 %

1) MC ING, Faktibilitätsstudie Panixerstrasse, Baden 1974, Seiten 6 ff.

2) Volkszählung 1970, op. cit.

Der Bezirk Oberlandquart mit Klosters und Davos weist ein eindeutiges Schwergewicht an Arbeitsplätzen im Fremdenverkehr auf, während im Bezirk Unterlandquart mit Schiers und Landquart der industriell-gewerbliche Sektor knapp dominiert. Die Tunnelverbindung ins Engadin kann nun zugunsten beider Regionen wirken, indem sowohl Touristen aus dem Engadin Ausflüge nach Davos und Klosters unternehmen, als auch Ausflüge vom Prättigau ins Engadin (besonders im Sommer* für Besucher des Nationalparks) in Frage kommen. Der Tunnel wertet damit auch die touristische Attraktivität des Prättigaus auf, indem es sein Ausflugsgebiet und Einzugsgebiet erweitert.

Der industriell-gewerbliche Sektor im Prättigau dürfte dank der besseren Erreichbarkeit vom erweiterten Betätigungsfeld Nutzen ziehen, sei es als Lieferant von Bedarfsgütern oder Handwerks- und Dienstleistungen verschiedenster Art.

Der zusätzliche Verkehr auf der Prättigauerstrasse dürfte allerdings aus Gründen des Umweltschutzes grössere Investitionen nach sich ziehen. Wir können uns vorstellen, dass dem Projekt einer rollenden Strasse durch den Vereinatunnel, aber auch dem Flüelatunnel Opposition von Seiten der Prättigauer aus Gründen der starken Verkehrsbelastung erwächst.

2.1.3 Uebrige Gebiete

Das zollfreie Gebiet von Livigno, welches zur Sommerzeit eine starke Anziehungskraft für Schweizer Tagesausflügler ausübt, kommt durch den Vereinatunnel in die Erreichbarkeit von Wochenendausflügen aus dem Unterland (1 3/4 Stunden ab Landquart). Da das Tal gute Wintersportmöglichkeiten offeriert und der Zugang über La Drossa - Punt dal Gall im Winter meistens offen ist, dürften die Livignaschi am Vereinatunnel interessiert sein.

Bormio hat im Winter einzig die problematische Berninastrasse für die direkte Verbindung nach dem Norden. Der Vereinatunnel verkürzt die Reise über den Foscagnopass und Livigno nach Landquart um gute 20 Minuten gegenüber dem Umweg über den Bernina- und Julierpass. Zudem verfügt Bormio mit dem italienischen Nationalpark über ein attraktives Erholungsgebiet. Analoge Ueberlegungen können für das Südtirol (Bozen - Meran) angestellt werden. **NEIN!!!**

* Verbindung im Davos via Flüela kürzer als via Verena

Die Bevölkerung aus dem Raume Zürich-Ostschweiz erreicht Schuls durch den Vereinatunnel ab Landquart mehr als eine halbe Stunde schneller als über die bisherige Winterverbindung über den Julierpass. Die Nachfrage nach Wintersportmöglichkeiten dürfte sich für das Unterengadin vor allem auf den Familientourismus und Kuraufenthalte konzentrieren, da ein Angebot für höchste Ansprüche in Davos, Klosters und Oberengadin in unmittelbarer Nähe vorliegt. Der bisherigen privaten Verkehrsentwicklung aus dem Raume Zürich-Ostschweiz liegt ein Sozialverhalten zugrunde, welches durch Wochenendflucht aus den Agglomerationen, Erduldung grosser Verkehrsschwierigkeiten (Walensee) und hohe Mobilität (mehr als eine Stunde Anfahrtszeit) gekennzeichnet ist. Durch Arbeitszeitreduktionen und Einkommensverbesserungen wird dieses Verhalten zusätzlich verstärkt. Wir können deshalb davon ausgehen, dass dieser Bevölkerungsteil an einer guten Verbindung interessiert ist und sie rege benützen wird. Allerdings werden die in der Projektstudie Vereinatunnel erwähnten gebühren von Fr. 41.-- und mehr für die einfache Beförderung eines Personenwagens kaum realistisch sein und die Automobilisten entweder von der Tunnelbenützung weitgehend abhalten oder sie zum Umsteigen auf die Bahn bewegen. Da aber das Unterengadin eine Chance für die Entwicklung von Parahotellerie und Familientourismus bietet - die erfahrungsgemäss stark autogebunden sind - sollte eine übermässig hohe Gebühr vermieden werden.

2.1.4 Die Rhätische Bahn

verfolgt mit dem Vereinaprojekt vermutlich in erster Linie Ertragsmotive und ist deshalb am Vereinatunnel interessiert, weil sie

- a) eine attraktivere und damit rentablere Bedienung des Unterengadins erreicht
- b) eine sicherere Transportversorgung des Engadins auch bei schwierigsten Schneesverhältnissen anbieten kann
- c) der zunehmenden Konkurrenz der Strasse begegnet.

Das Hauptproblem der Wirtschaftlichkeit des Vereinatunnels besteht in der genügenden Besucherfrequenz, der Tarifffrage und dem Ertragsausfall, der durch die Verkürzung der Reisstrecke mittels der neuen Relation entsteht.

2.1.5 Kanton und Bund

Das Interesse des Kantons für eine wintersichere Verbindung ins Unterengadin dürfte im Zuge der Förderung abgelegener Regionen und Berggebiete sowie der besseren Integration der Bevölkerung zum übrigen Kantonsteil hoch zu veranschlagen sein.

Dasselbe Motiv wird aus staatspolitischen Ueberlegungen auch beim Bund massgebend sein. Aus einer sinnvollen Aufgabenteilung zwischen Strassen und Schiene und aus Gründen des heutigen Investitionsungleichgewichts zugunsten des Strassenverkehrs lässt sich eine prioritäre Behandlung des Bahntunnels sehr wohl ableiten.

Die militärischen Gremien werden zweifellos die bessere Erreichbarkeit des Engadins durch einen Tunnel begrüßen, obwohl das Südportal relativ nahe an der Landesgrenze gelegen ist und die Bahn mitten in die Sperre von Lavin hineinführt.

2.2 HEUTIGES VERKEHRSSYSTEM

2.2.1 Uebergeordnetes Verkehrsnetz, individueller Verkehr

Das übergeordnete Verkehrsnetz des Individualverkehrs ist in der Beilage 1 dargestellt. Hauptzubringer für das Engadin sind aus dem Norden die Nationalstrasse N 3 und N 13. Im Sommer wickelt sich dieser Verkehr ohne grössere Schwierigkeiten über die Pässe Julier, Albula und Flüela ab, wogegen im Winter die Offenhaltung des Julierpasses und insbesondere des Flüelapasses Probleme aufwirft.

In Richtung Osten und Süden ist das Unterengadin ganzjährig über das Inntal sowie über Reschenpass und Ofenpass erreichbar.

Für den Durchgangsverkehr fallen im Raume Unterengadin die Strecken München-Innsbruck-St. Moritz und ~~Landquart-Davos-Flüela-Zernez-Münstertal-Bozen~~ ins Gewicht.

Sargans - Landeck - Resia - Meran - Bozen
Sargans - Landeck - Innsbruck - Bozen

2.2.2 Verkehrsbelastungen des individuellen Verkehrs

Die Verkehrsbelastungen wurden aus den ganzjährigen Zählungen des Amtes für Strassen- und Flussbau ermittelt und beziehen sich auf die Zählstellen Maienfeld, Julier und S-chanf (siehe Beilage 2).

Während an der Zählstelle Maienfeld N 13 eine stetige Zunahme zu verzeichnen war, kann am Julier und in S-chanf eine Stagnation beziehungsweise eine leichte Abnahme des Individualverkehrs festgestellt werden.

Die in der Beilage 3 dargestellten Verkehrsbelastungen der Jahre 1965, 1970 und 1975 beruhen auf den 5-jährigen schweizerischen Strassenverkehrszählungen. Die ausserhalb der Hochsaison erfolgenden Zählungen, welche den Charakter von Jahresmittelwerten haben, bestätigen das Resultat der ASF-Zählungen. Bei den Zählstellen Davos, Champfèr, S-chanf, Zernez, Lavin, Sent, Ofenpass ist heute gegenüber 1970 eine Stagnation bzw. leichte Abnahme feststellbar.

Zusätzlich zu diesen Erhebungen wurden die Zählungen des Bezirkstiefbauamtes Scuol der Jahre 1971 - 1974 am Flüelapass und an der Engadinerstrasse bei Scuol herangezogen, welche diese Tendenz ebenfalls bestätigen (Beilagen 4 und 5).

2.2.3 Uebergeordnetes Verkehrsnetz öffentlicher Verkehr

Das Unterengadin wird mit der Rhätischen Bahn ganzjährig über die Albulastrecke und das Oberengadin erschlossen. In der Beilage 6 sind die Linien des öffentlichen Verkehrs, der RhB und PTT aufgeführt. Die Automobilpost besorgt den Reiseverkehr ins Unterengadin von Davos über den Flüelapass sowie mit der Linie St. Moritz-Inntal-Landeck. Nach Ermittlungen der Rhätischen Bahn beträgt der Verkehr mit dem Unterengadin im Winterhalbjahr schätzungsweise 25 000 Bahnreisende und im Sommerhalbjahr 60 000 Bahnreisende, zusammen also jährlich etwa 85 000 Reisende. Die gesamte Zahl der Ankünfte für das Jahr 1974 betrug nach unseren Berechnungen für Hotellerie und Parahotellerie ungefähr 190 000 ¹⁾. Zusammen mit den

1) Gemäss Fremdenverkehrsstatistik ergeben sich für 1974 860 000 Logiernächte (Anteil Parahotellerie im Winter 56 %, im Sommer 55 %), die durchschnittliche Aufenthaltsdauer betrug 4,4 Tage (Beilage 12).

X etwa 30 Kurse pro Jahr !!!

Abreisen ergibt dies 390 000 Bewegungen in die Region und aus der Region. Der Anteil des Bahnverkehrs an der Gesamtheit aller touristischen Bewegungen mit Logieraufenthalt in der Region würde somit gut 21 % betragen. Berücksichtigt man die Tatsache, dass nicht alle 85 000 Bahnfahrten mit Logieraufenthalten in der Region in Beziehung gesetzt werden dürfen (Tagesausflüge, Einheimischenfahrten), reduziert sich der Anteil der Bahn auf vermutlich weniger als 20 %.

Der Anteil des Bahnverkehrs am Gesamtverkehr des Unterengadins mit den benachbarten Regionen dürfte um etwa 10 - 13 % liegen.¹⁾ Würde man noch den Binnenverkehr des Unterengadins hinzurechnen, so dürfte sich der Bahnanteil noch weiter verringern.

1) Jahresverkehr über den Flüela 1974: ca. 500 000 PW
(Beilage 4)

3. ZIELSETZUNGEN

Aufgrund der Ueberlegungen im Kapitel Situationsanalyse lassen sich die folgenden Zielschwerpunkte - nach Interessengruppen geordnet - postulieren.

3.1 ENGIADINA BASSA (Unterengadin, Münstertal, Samnaun)

- A Tourismusförderung in Region durch Verbesserung der Erreichbarkeiten der Sport- und Erholungsgebiete.
- B Verbesserung der Standortattraktivität von Landwirtschaftsbetrieben und Gewerbe sowie Förderung der psychologischen Situation der Bewohner.
- C Verbesserte Wirtschaftlichkeit durch (billigere) und raschere Transportverbindungen nach dem Unterland.
- D Höhere Beschäftigung durch lokale Vergebung von Bauaufträgen. *NUR WAHREND BAUZEIT*

3.2 PRAETTIGAU - DAVOS

- A Verbesserung der Standortattraktivität
 - 1. zugunsten des Fremdenverkehrs dank erweitertem Einzugs- und Ausflugsgebiet *NUR IM WINTER*
 - 2. zugunsten des sekundären und tertiären Sektors dank zusätzlichem Betätigungsfeld *WAS? WIE? WO? WANN?*
- B Vermeidung von Umweltschäden.

3.3 UEBRIGE GEBIETE

- A Tourismusförderung durch verbesserte Erreichbarkeit (Livigno, Bormio, ~~Tirol etc.~~).
- B Verbesserte Wochenenderholungschancen für die Region Zürich-Ostschweiz dank rascherer Erreichbarkeit und neuer Erschliessung.

CELA NE TIENT PAS DEBOUT !

3.4 RHAETISCHE BAHN

- A Wirtschaftlichkeit des Bahnbetriebs
- B Gesicherte Transportversorgung des Engadins
- C Wettbewerbsvorteile gegenüber dem Strassenverkehr

3.5 KANTON UND BUND

- A Regionale Wirtschaftsförderung: Unterstützung von peripheren Regionen (Kanton und Bund)
- B Staatspolitisches Förderungsziel: Ausgleich zwischen Berg- und Talgebieten (Bund)
- C Verkehrspolitische Motive: Förderung des öffentlichen Verkehrs (Bund und Kanton)
- D Verteidigungseffizienz (Bund)

3.6 VOLKSWIRTSCHAFTLICHES NUTZENZIEL

Von den beiden alternativen Verkehrslösungen Vereina-Bahntunnel und Flüela-Strassentunnel ist derjenigen Investition der Vorzug zu geben, welche unter minimalen Kosten den grössten Zielerfüllungsgrad aufweist. ✓

4. VERKEHRSKONZEPTE

Als alternative Konzepte für die verbesserte externe Verkehrserschliessung stehen im Rahmen dieser Studie die Vereina-Bahntunnelverbindung und die Flüela-Basistunnelstrecke zur Diskussion. Um eine Beurteilung der beiden Projektideen zu ermöglichen, werden im folgenden die beiden Konzepte auf einen vergleichbaren Stand gebracht.

4.1 DER VEREINA-BAHNTUNNEL

Der Konzeption eines Bahntunnels zwischen Koster und Lavin liegt die Projektstudie der Rhätischen Bahn vom 30. April 1975 zugrunde. Empfohlen wird die Variante mit einer Gesamtlänge von 20,78 km, einer Länge von 19,99 km zwischen den beiden Hauptportalen und einer Kulminationshöhe von 1 440 m. Verladerampen in Klosters und Lavin sowie ein genügendes Lichtraumprofil des Tunnels gewährleisten den Einsatz der Strecke als rollende Strasse. Die eingleisige Strecke wird in drei Abschnitte mit zwei automatischen Kreuzungsstationen unterteilt und ermöglicht das gleichzeitige Einfahren von beiden Seiten. In einer Stunde können pro Richtung maximal 170 Autos befördert werden oder drei Autozüge à 55 Personenwagen pro Stunde und Richtung.

4.2 DER FLUELA-STRASSENTUNNEL

Vom Kantonalen Tiefbauamt wurden für den wintersicheren Ausbau der Flüelastrasse vier verschiedene Varianten geprüft:

1. Die Sanierung der Passstrasse mit Galerien (2 389 m Scheitelhöhe)
2. Ein Scheiteltunnel, ungefähr 1,7 km lang (ca. 2 200 m Scheitelhöhe)
3. Ein mittlerer Basistunnel, ungefähr 6,5 km lang von Wegerhaus (2 050 m) bis Pt 1 950, inklusive ausgebaute Zufahrtsrampen und Galerien (ca. 2 050 m Scheitelhöhe)
4. Ein langer Basistunnel, ungefähr 9 km lang von Tschuggen (1 900 m) bis Schant Plan (1 800 m) (ca. 1 900 m Scheitelhöhe).

Als wintersichere Passstrasse stehen die beiden Basis-tunnel-Varianten im Vordergrund, während die beiden ersten Varianten aus Gründen der grossen Scheitelhöhe und damit der stärkeren Witterungsabhängigkeit wenig empfehlenswerte Alternativen darstellen.

Mit einer maximalen Belastungsannahme von 1 600 Personewageneinheiten pro Stunde weist ein Strassentunnel durch den Flüela eine fast 10-fach grössere Kapazität als ein Bahntunnel auf. 1) Allerdings ist kaum zu erwarten, dass solche Stundenwerte auf einer Gebirgsverkehrsstrecke von der Bedeutung des Flüelaübergangs je erreicht werden. Zudem erlaubt der allfällige Einsatz von doppelstöckigen Autotransportwagen beim Bahntunnel eine zusätzliche Leistungssteigerung.

Die durchwegs höheren Scheitelpunkte (610 m und 460 m) der Strassentunnelvarianten wirken sich dagegen etwas nachteiliger für den Automobilisten aus, der höhere Fahrkosten und geringere Witterungssicherheit in Kauf nehmen muss.

4.3 GEGENUEBERSTELLUNG

		<u>Vereinabahn</u>	<u>Flüelastrassen-tunnel</u>
a) Fahrzeit	Klosters-Scuol	50 Min.	55 Min.
	Klosters-Zernez	36 Min.	31 Min.
b) Distanzen	Klosters-Scuol	36 km	52 km
	Klosters-Zernez	31 km	37 km
c) PW-Betriebskosten	Klosters-Scuol	1.85 + Gebühr	6.74
	Klosters-Zernez	1.05 + Gebühr	5.48

Vergleicht man die Fahrzeiten zwischen Klosters und Scuol/Zernez der beiden Alternativen, so stellt man kaum nennenswerte Unterschiede fest. Distanzmässig ist einzig die Verbindung Klosters-Scuol über den Vereintunnel vorteilhafter.

1) vorausgesetzt, dass auch die Anschlusswerke zum Strassentunnel auf den gleichen Ausbaustand wie der Tunnel gebracht werden.

Auch bei den reinen Betriebskosten (ohne Abschreibungen) erwächst dem Autofahrer kein finanzieller Vorteil bei der Benützung des Bahntunnels, weil er ja Gebühren in der Höhe von mindestens 25 - 35 Franken entrichten muss. Als grosser Nutzen für den Autobenützer erweist sich die Tatsache, dass er bei der rollenden Strasse geringeren Unfallgefahren ausgesetzt ist und sich erst noch während 20 Minuten ausruhen kann. Im Sommer allerdings dürfte die touristische Bedeutung einer Passüberfahrt für die Wahl der Flüelastrecke massgebend sein.

Betrachtet man die beiden Konzepte Vereina- und Flüelatunnel im übergeordneten Verkehrsnetz des individuellen Verkehrs (Beilagen 7, 8 und 9), so kommt man zu gleichlautenden Schlussfolgerungen wie beim oberwähnten Vergleich auf kurze Distanzen: die beiden Konzepte sind für den Autofahrer gleichwertig, wahrscheinlich zieht er einen Flüelatunnel vor - trotz grösserem Witterungs- und Unfallrisiko - weil er nicht an einen Fahrplan gebunden ist und vorläufig keine Gebühren zu entrichten hat. Wie die Uebersichtsgraphik der Beilage 9 zeigt, bedeuten beide Konzepte gegenüber den heutigen Verhältnissen eine ganz erhebliche Verbesserung was Erreichbarkeit, Kosten und Distanz anbetrifft.

Anders sieht es beim übergeordneten öffentlichen Verkehrsnetz aus, wo die Vorteile der Vereinaverbindung gegenüber der Strassentunnelkonzeption klar überwiegen. Für den Bahn- und Automobilpostreisenden ist der Vereinatunnel am günstigsten, sowohl was Fahrzeit und Fahrpreis betrifft (Beilage 11). Die Rundstrecke Chur-Klosters-Lavin-Bever-Thusis-Chur offeriert zudem neue Ausflugsmöglichkeiten für den Bahntouristen. Ein Flüelastrassentunnel dagegen würde die Bahnlinie Zernez-Scuol bis zur Bedeutungslosigkeit herabwerten.

Noch bedeutungslos als sie heute schon ist, kann sie ohnehin kaum mehr werden.

5. UMLEGUNGEN UND PROGNOSEN

Um eine gesicherte Prognose über das zu erwartende Verkehrsaufkommen des Vereinatunnels zu erstellen, müsste eine ausgedehnte Verkehrserhebung mit Befragung durchgeführt werden. Unsere Prognose beruht auf den in Abschnitt 2.2 Heutiges Verkehrssystem erwähnten Querschnittszählungen (s. Beilagen 2 - 5). Naturgemäß können Querschnittszählungen keine Auskunft über die Ziel-, Quell- und Durchgangsverkehrsanteile am gesamten Aufkommen angeben. Wir mussten uns deshalb mit Hilfskonstruktionen anhand der Touristenfrequenzen (Logiernächte) sowie Analogieschlüssen zu Verhältnissen in ähnlichen Regionen begnügen. Das Resultat der Rechnung weicht von der Prognose der Projektstudie RhB ab.

5.1 LOGIERNAECHTE UND VERKEHRSAUFKOMMEN

Der den Logiernächten in der Region Engiadina Bassa anrechenbare Verkehr für 1974 kann wie folgt ermittelt werden (Basisdaten aus der Beilage 12):

Logiernächte Hotellerie und Parahotellerie	860 000	
Anteil Sommertourismus	592 200	(70 %)
Anteil Wintertourismus	267 800	(30 %)

Ankünfte bei einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 4,4 Tagen:

Total Region (860 000 : 4,4)	=	195 000
Total Ankünfte und Abreisen (195 000 x 2)	=	390 000
./. Anteil RhB, PTT 20 %	=	78 000
./. Anteil Reisen aus Richtung Oesterreich, Italien, Oberengadin 5 % 1)		<u>20 000</u>
Total individueller Verkehr mit Logierungen aus Richtung Nord		292 000

1) Deutsche und Italiener, welche hier hauptsächlich in Frage kommen (Einreise über Martina, Müstair, Castasegna usw.). Von den Reisenden über Julierpass wird angenommen, dass sich eine wesentliche Umlagerung auf den Flüelapass ergibt.

Von den 292 000 jährlichen Ankünften und Abreisen aus Richtung Norden beträgt der Anteil Winterverkehr (gemäss dem Anteil Wintertourismus am Jahrestourismus) 30 %, was 88 000 Personenbewegungen ergibt. Bei einer durchschnittlichen Personenwagenbesetzung von 2 Personen ergibt dies 44 000 Fahrzeuge (88 000 : 2).

Im Jahre 1974 betrug die Winterfrequenz des Flüelapasses 125 000 (Mittelwerte November - April 1974, Beilage 4). Der Anteil des durch Logierungen verursachten Verkehrs aus dem Norden gemessen an der Winterfrequenz des Flüelapasses beträgt somit etwa 35 % (44 000 : 125 000).

Wie verteilen sich nun die restlichen Anteile? Da uns keine Befragungsergebnisse bekannt sind, müssen wir uns mit Rückschlüssen behelfen. Die Fahrten der Einheimischen sind, verglichen mit der Region Surselva 1), mit etwa 20 % zu veranschlagen, dies ergibt 25 000 Fahrzeuge. Schliesslich bleibt ein Rest von 45 %, den wir dem Durchgangsverkehr und den Tagesaufenthaltern zuordnen. Zusammengefasst ergeben sich folgende Resultate:

Total Verkehr aus Richtung Nord 1974 (100 %)	125'000
davon - Logiertourismus	35 % = 44 000
- Einheimische	20 % = 25 000
- Uebrige (Transit, Tagesaufenthalter)	45 % = 56 000

Diese Daten dienen uns zur Prognose des individuellen Verkehrs.

5.2 PROGNOSE INDIVIDUELLER VERKEHR

Aufgrund der Zunahmen der touristischen Infrastruktur, welche für die Region Engiadina Bassa geplant, erhofft oder erwünscht sind, (s. Seite 3) der Zunahme der einheimischen Bevölkerung und der grösseren Attraktivität der Verbindung für die übrigen Benützer kann folgende Prognose des Individualverkehrs getroffen werden (sämtliche Annahmen 1974 bleiben gleich, gerechnet wird nur der Winterverkehr):

1) Faustwert, in Analogie zur Region Surselva (s. Verkehrserschliessung Surselva Motor-Columbus, 1973 S. 31).

a) Maximalannahme "Verdoppelung des Tourismus" bis 2000

- Logiertourismus (+ 100 %)	88 000 PW
- Einheimische, bei Bevölkerungswachstum von 12 %	28 000 PW
- Uebriger Verkehr (+ 50 %)	<u>84 000 PW</u>
Potentieller Verkehr	200 000 PW *****

Verkehrszunahme gegenüber heute 60 %.

b) Maximalannahme "Verdoppelung des Tourismus" bis 2000, jedoch Verkehrsteilung zugunsten Bahn verändert.

Wir nehmen an, dass durch die attraktive Bahnverbindung anstatt 20 % nun 30 % des gesamten Logiertourismus die Vereinabahn benützen und nur noch 70 % mit dem Auto fahren.

- Logiertourismus (+ 100 %)	76 000
- Einheimische (+ 12 %)	28 000
- Uebriger Verkehr (+ 50 %)	<u>84 000</u>
	188 000 *****

Verkehrszunahme gegenüber heute 50 %.

c) Minimalannahme "50 % Zunahme des Tourismus" bis 2000, Verkehrsteilung Bahn- Privatverkehr 20 : 80. 30 % Zunahme des übrigen Verkehrs.

- Logiertourismus (+ 50 %)	66 000
- Einheimische (+ 12 %)	28 000
- Uebriger Verkehr (+ 30 %)	<u>73 000</u>
	167 000 *****

Verkehrszunahme gegenüber heute 33 %.

Weil die zur Zeit vorhandenen Unterlagen, insbesondere das erst in Bearbeitung liegende Grobkonzept zur Entwicklung der Engiadina Bassa und die amorphen Verkehrszahlen keine präzisen Prognosen ermöglichen, können solche Rechnungen fortgesetzt und verfeinert werden, ohne dass damit

die Eintreffwahrscheinlichkeit wesentlich verbessert wird. Immerhin scheinen uns Prognoseannahmen im Bereiche von 150 000 bis 200 000 Personenwagen jährlicher Winterverkehr der Region Engiadina Bassa mit dem Norden durchaus realistisch.

Dies entspricht einer Zunahme des heutigen Winterverkehrs von 33 - 60 % bis zum Jahre 2000. Vergleicht man diese Werte mit den Perspektiven des Strassenverkehrs, welche gemäss ORL-Angaben auf 122 % Zunahme für das Jahr 2000 geschätzt werden, so kann man kaum von übertriebenen Prognosewerten sprechen.¹⁾

5.3 PROGNOSE ÖFFENTLICHER VERKEHR

Bei einem Verhältnis öffentlicher Verkehr - Privatverkehr von 20 : 80 ergeben sich für die Prognose folgende Basisannahmen:

Anteil Rhätische Bahn an den 390 000 jährlichen Ankünften und Abreisen in der Region in Zusammenhang mit Logierungen maximal 20 % (aufgerundeter Wert), das ergibt 78 000. Der gesamte Verkehr mit dem Unterengadin betrug 1974 85 000 Ankünfte und Abreisen. Somit bleiben 7 000 Bewegungen für den Einheimischenverkehr, Militär und Übrige. Dieser Anteil ist möglicherweise etwas zu niedrig und sollte anlässlich einer Reisezweckuntersuchung überprüft werden.

a) Maximalannahme "Verdoppelung des Tourismus" bis 2000.

- Logiertourismus (+ 100 %)	=	156 000 Personen
- Übriger Verkehr (+ 50 %)	=	<u>10 000 Personen</u>
Total		166 000 Personen =====

Verkehrszunahme gegenüber heute 95 %.

b) Maximalannahme "Verdoppelung des Tourismus" bis 2000.

Verkehrsanteil der Bahn 30 %

- Logiertourismus (+ 100 % v. 117 000)	=	234 000 Personen
- Übriger Verkehr (+ 50 % v. 10 000)	=	<u>15 000 Personen</u>
Total		249 000 Personen =====

Verkehrszunahme gegenüber heute 193 %.

1) Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETH Zürich, Vademecum 1975/76 S. 29

c) Minimalannahme "50 % Zunahme des Tourismus" bis 2000.

Verkehrsteilung Bahn - Privatverkehr 20 : 80

30 % Zunahme des übrigen Verkehrs

- Logiertourismus (+ 50 %)	=	117 000 Personen
- übriger Verkehr (+ 30 %)	=	<u>9 000 Personen</u>
Total		126 000 Personen
		=====

Verkehrszunahme gegenüber heute 48 %.

Die Prognosen des öffentlichen Verkehrs (RhB ohne PTT) bewegen sich zwischen 249 000 und 126 000 Personen jährlich. Die weite Bandbreite zwischen Maximal- und Minimalannahme ist auf die Unsicherheit bezüglich der Anteile der verschiedenen Bahnbenützer am gesamten Bahnverkehr zurückzuführen. Diese sollte genauer untersucht werden: welche Anteile Logiertourismus, Einheimischenverkehr, Militärtransporte und übriger Verkehr bestehen? Die Prognose könnte entsprechend verfeinert werden.

Der Güterverkehr wurde mangels Informationen nicht geschätzt. Spektakuläre Zunahmen sind hier nicht zu erwarten, denn wie in Abschnitt 2.1.1 dargelegt wird, hat die Region Engiadina Bassa im primären und sekundären Wirtschaftssektor keine bedeutenden Wachstumsimpulse zu erwarten.

6. KOSTEN-NUTZEN-VERGLEICH

Voraussetzung für den Kosten-Nutzen-Vergleich der alternativen Verkehrskonzepte Vereina- und Flüelatunnel ist die Existenz zweier vergleichbarer Projektstudien. Diese Voraussetzung ist nicht restlos erfüllt: während beim Flüelatunnel nur grobe Schätzwerte vorliegen, sind bei der Vereinastudie vertieftere Informationen erhältlich. Trotzdem haben wir durch Anwendung einheitlicher Bewertungsgrundsätze bei den Bauzinsen und Abschreibungen versucht, Investitionskosten- und Betriebskostenvergleiche zu ermöglichen.

Massstab für die Bewertung der Alternativen sind die in Abschnitt 3 aufgeführten Zielsetzungen. Danach lassen sich folgende Kriteriengruppen ableiten:

- Betriebswirtschaftliche Kriterien
- Volkswirtschaftliche Kriterien (Betriebs-, Zeit-, Unfallkosten, regionale Entwicklungseffekte)
- Intangible oder monetär nicht darstellbare Kriterien (Umwelteinflüsse, Landschaftsschutz etc.)

Der vorliegende Kosten-Nutzen-Vergleich befasst sich aus Zeitgründen nur mit den betriebswirtschaftlichen Kriterien und handelt die volkswirtschaftlichen und intangiblen Kriterien in summarischer Form ab.

6.1 KOSTENUEBERSICHT VEREINABAHNTUNNEL

Preisbasis 1975 (in Mio Franken)

Investitionskosten 1)

Landbeschaffung	1,3		
Tunnels	141,7		
Übrige Bahnanlagen	38,3		
Unvorhergesehenes, Projektierungskosten	23,8		
Rollmaterial	<u>11,6</u>		
	216,7		
Bauzinsen 2)	<u>55,0</u>		
Total	271,7		272,0 =====

Betriebskosten jährlich 1) 2,869 = 2,9

Kapitalkosten 3)

Tunnel	4,4		
Übrige Bahnanlagen	4,147		
Rollmaterial	<u>0,843</u>		
Total Kapitalkosten	9,390	=	<u>9,4</u>
Total Jahreskosten		12,3	12,3 =====

1) Gemäss Projektstudie RhB. Vgl. dazu Anhang "Probleme beim Vereina-Tunnelbau"

2) 6 % auf den Investitionen ohne Rollmaterial während der Hälfte der Gesamtbauzeit von 9 Jahren:
 $0,5 \times 9 \times 0,06 \times 205,1 = 55,37$
=====

3) Kapitalkosten zu 6 % nach Annuitätenmethode berechnet.
Tunnel, Abschreibungsdauer 50 Jahre, 50 % der Investitionskosten als Restwert eingesetzt =
 $141,7 \times 0,5 \times 0,06344 = 4,4$
===

Übrige Bahnanlagen, Abschreibungsdauer 40 Jahre =
 $62,1 \times 0,06646 = 4,147$
=====

Rollmaterial, Abschreibungsdauer 30 Jahre =
 $11,6 \times 0,07265 = 0,843$
=====

6.2 KOSTENUEBERSICHT FLÜELASTRASSENTUNNEL
Preisbasis 1975 (in Mio Franken)

Investitionskosten ¹⁾ längerer Tunnel

Tunnel	333,0	
Bauzinsen ²⁾	<u>70,0</u>	
Total	403,0	403,0 =====

Betriebskosten jährlich

Tunnel (9 km x 260'000)	2,3	
Offenhaltung übrige Flüelastrasse (10 km x 30 000)	<u>0,3</u>	
	2,6	

Kapitalkosten ³⁾

Tunnel	<u>10,5</u>	
Total Jahreskosten	13,1	13,1 =====

-
- 1) Es stehen folgende Projekte zur Diskussion (Bauzeit 7 Jahre):
a) längerer Tunnel mit Fr. 333 Mio Investitionskosten
b) mittlerer Tunnel mit Fr. 302 Mio Investitionskosten
- 2) Gemäss Formel Seite 21 : $0,5 \times 7 \times 0,06 \times 333 = 70,0$
=====
- 3) Gemäss Formel Seite 21 : $0,5 \times 333 \times 0,06344 = 10,5$
=====

Investitionskosten mittlerer Tunnel

Tunnel	302,0	
Bauzinsen	<u>63,0</u>	
	365,0	365,0
		=====

Betriebskosten jährlich

Tunnel (6,5 x 260'000)	1,7	
Offenhaltung übrige Flüelastrasse (17 km x 30 000)	<u>0,5</u>	
	2,2	

Kapitalkosten

Tunnel	<u>9,5</u>	
Total Jahreskosten	11,7	11,7
		====

Zu den Kapitalkosten der beiden Flüelastrastentunnels wäre noch der Anteil Abschreibungen für die Flüelastrasse bei Winterbenützung und zusätzlicher Abnützung durch höhere Frequenzen im Sommerverkehr hinzuzurechnen. Dazu müssten jedoch Informationen über den heutigen Zustand, Abschreibungsgrad und Ausbaupläne der Strasse vorliegen. Die Jahreskosten, welche wir hier angegeben haben, geben deshalb noch nicht die vollen Jahreskosten an.

6.3 ERTRÄGE DES VEREINABAHNTUNNELS

Aufgrund unserer Prognose können die Erträge beim Vereinatunnel wie folgt veranschlagt werden:

in Mio Franken zu Preisen 1975

Prognose (siehe Kap. 5.2)	a	b	c
Gebühr Fr. 25.-	5,0	4,7	4,2
Autoverlad Gebühr Fr. 30.-	6,0	5,6	5,0
Gebühr Fr. 35.-	7,0	6,6	5,8
Passagierverkehr 1)	1,8	2,7	1,4
Güterverkehr 2)	-	-	-
Total bei Gebühr Fr. 25.-	6,8	7,4	5,6
Gebühr Fr. 30.-	7,8	8,3	6,4
Gebühr Fr. 35.-	8,8	9,3	7,2

Die zu erwartenden Erträge liegen, der Güterverkehr nicht eingerechnet, zwischen 5,6 und 8,8 Millionen Franken jährlich, je nach Prognoseannahme. Der Nutzwellenverlauf bringt bei jährlichen Betriebskosten von 12,3 Millionen Defizite zwischen 3,5 und 6,7 Millionen Franken (Beilage 13). Diese, durch den Güterverkehr kaum wesentlich zu verbessernde Ertragssituation, dürfte allerdings durch den hohen volkswirtschaftlichen Nutzen des Projektes einigermaßen ausgeglichen werden. Eine endgültige Aussage über die Ertragssituation des Projektes lässt ohnehin erst die Finanzanalyse zu, verbunden mit weiteren technischen und ökonomischen Studien wie Sondierbohrungen, Verkehrsbefragungen, genauere Kostenschätzungen, Risikoanalyse und einer sozialen Kosten-Nutzen-Analyse. ???

222

1) Die Annahmen der Projektstudie RhB auf S. 43 wurden hier übernommen, d. h. der Berechnung liegt eine durchschnittliche Reiselänge Landquart-Unterengadin von 70 km zugrunde und als Durchschnittsertragssatz gilt Fr. 0,158 pro Personenkilometer.

2) Zahlen nicht geschätzt.

6.4 ERTRÄGE DES FLÜELASTRASSENTUNNELS

Gemäss der heute geltenden Gesetzespraxis können in der Schweiz keine Strassengebühren erhoben werden. Als Ertragsgrössen müssen deshalb die eingesparten Zeit-, Fahrzeugbetriebs- und Unfallkosten herangezogen werden, welche durch die verbesserte Zufahrt entstehen.

Auf der Ebene des Bundes können zusätzlich noch die Benzinzolleinnahmen als Erträge in Betracht gezogen werden (im Gegensatz zum Bahnverlad, wo keine Benzinzolleinnahmen entstehen). Die Gesamtheit dieser Erträge sind in der provisorischen Kosten-Ertrags-Bilanz (Beilage 14) dargestellt. Die Nutzensumme beim Flüelatunnel erreicht allerdings diejenige des Vereinatunnels bei weitem nicht, so dass mit Sicherheit grössere Defizite beim Strassentunnel zu erwarten sind.

Vom Standpunkt des Kantons, der Region oder des Autobesetzters aus gesehen kann die Bilanz wieder anders aussehen. In einer vertiefteren Studie müssten die Vor- und Nachteile der beiden Projekte für die einzelnen Zielgruppen näher untersucht werden.

6.5 ZUSAMMENFASSUNG

Die betriebswirtschaftliche Untersuchung mittels Richtgrössen und Erfahrungszahlen sowie eine provisorische volkswirtschaftliche Kosten-Ertrags-Bilanz ergeben für beide Projekte **Defizite**. Beim **Vereinatunnel** beträgt das Defizit bei Vollkostenrechnung ungefähr 4,3 bis **8,4 Mio Franken** und beim **Flüela-Strassentunnel** zwischen **12,4 und 14,0 Mio Franken**, je nach Ausführungsart.

Interessant ist der Vergleich zwischen Kilometerkosten des Bahntunnels und des Strassentunnels. Die Investitionskosten pro Bahntunnelkilometer belaufen sich auf rund 13,6 Mio Franken, wogegen ein Kilometer Strassentunnel 56,0 Mio Franken beim mittleren und 45,0 Mio Franken beim längeren Tunnel kosten. Ähnliche Unterschiede bestehen bei den Jahreskosten, ein Kilometer Bahntunnel beläuft sich auf 0,6 Mio Franken jährlich, wogegen ein Kilometer Strassentunnel zwischen 1,5 bis 1,8 Mio Franken kostet.

Die **Traktionsenergie** für den Betrieb des Bahntunnels beläuft sich beim **RhB-Vorschlag** auf rund **2 Mio kWh**, der Aufwand für Beleuchtung, **Belüftung und Heizung des Strassentunnels** sowie Energieaufwand der Personenwagen dagegen mit schätzungsweise **4,5 bis 6,1 Mio kWh** auf das Doppelte bis Dreifache.

Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet sind beide Investitionen für die betroffenen Regionen in hohem Masse wünschenswert, wenn auch festgestellt werden muss, dass Defizite nicht auszuschliessen sind. Solange beim Flüelatunnel keine Gebühren erhoben werden, dürften die jährlichen Betriebskosten für den Tunnelbetrieb der öffentlichen Hand bedeutend höhere Belastungen als der Vereinatunnel aufbürden.

Beim Vereinatunnel könnte die Uebernahme der Abschreibungen für die Tunnels in der Höhe von 4,4 Mio Franken durch die öffentliche Hand das Projekt bei Prognoseabnahme a) und b) in die Gewinnzone bringen (vgl. Nutzwahnenverlauf Beilage 13). *WELCH EIN KAUDERWELSCH !!!!*

2 Der Strassentunnel gefährdet zudem die heutige Bahnverbindung ins Unterengadin, welche durch die Konkurrenz der Strasse in die wirtschaftliche Bedeutungslosigkeit herabgestossen würde. *??*

Der Vereinatunnel andererseits kann einen guten Teil seiner Betriebskosten durch Einnahmen aus Autoverladegebühren decken. Zentral ist hier allerdings die Frage der Gebührenbemessung. Unsere Annahmen zwischen Fr. 25.-- und Fr. 35.-- sind weniger aus dem Vergleich mit anderen Alpenbahntunnels begründet als vielmehr aus der spezifischen Situation eines regionalen Bahntunnels. Obwohl die Nachfrageelastizität nicht weiter untersucht wurde, vermuten wir, dass höhere Gebühren als Fr. 35.-- vom Automobilisten nicht mehr geschluckt werden. Der Umweg über die bis im Prognosejahr 2000 realisierte Nationalstrasse N 13 nach Thusis, Schynstrasse - Julierpass dürfte dem Bahnverlad durch den Vereinatunnel vorgezogen werden. *Die Kosten für eine Fahrt Landquart - Scuol über den Julier mit dem Auto betragen Fr. 18.10 gegenüber Fr. 45.30 bei Benützung des Vereinatunnels, wenn eine Verladegebühr von Fr. 40.-- angenommen wird (Beilage 9). Als Transitstrasse hat die Vereinaverbindung zur Zeit untergeordnete Bedeutung. Abzuklären wäre die Frage, ob die Linie als Holzexportweg aus Mittelbünden Richtung Italien Bedeutung erlangen wird.*

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das Projekt Vereinabahntunnel wurde einer technischen und wirtschaftlichen Prüfung unterworfen. Vom technischen Standpunkt aus betrachtet, ist der in der RhB-Studie enthaltene Projektvorschlag unter Berücksichtigung einiger im Anhang erwähnten Verbesserungsvorschlägen sehr gut zu verwirklichen. Als Tunnelvortriebsverfahren kommen sowohl Spreng- wie vollmechanisierter Bohrvortrieb in Frage, möglicherweise eine Kombination von beiden. Unter optimistischen Verhältnissen kann mit einer Gesamtbauzeit von 9 Jahren gerechnet werden, im Falle eines Zwischenangriffs mit 7 Jahren. Weitere geologische Abklärungen könnten ein genaueres Bild über die zu erwartenden Baukosten vermitteln.

Die Kostenschätzungen der RhB-Projektstudie sind realistisch; der Vergleich mit dem Flüelatrassentunnel ergibt 272 Mio Franken beim Vereinatunnel gegenüber 403 Mio bzw. 365 Mio Franken, Bauzinsen miteingerechnet. Ein Zwischenangriff beim Vereinatunnel würde die reinen Investitionskosten um 25 Mio Franken erhöhen. In den jährlichen Betriebs- und Kapitalkosten liegen beide Varianten ungefähr auf gleicher Höhe, nämlich 12,3 Mio Franken beim Vereinatunnel und 11,7 bzw. 13,1 Mio bei den Flüelatunneluntervarianten. Der überwiegende Anteil der jährlich anfallenden Kosten besteht aus Kapitalkosten.

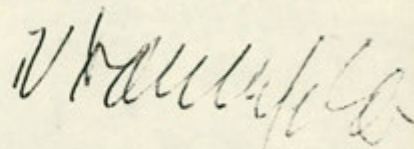
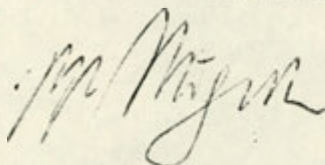
Die Frage eines kostendeckenden Betriebs stellt sich nur beim Vereinatunnel, weil für Autostrassen und -tunnels in der Schweiz zurzeit keine Gebühren erhoben werden können. Beim Vereinatunnel ergibt sich unter Annahme eines vollkostendeckenden Betriebs ein Defizit zwischen 4,3 und 8,4 Millionen Franken bei einer Frequenz im Autoverlad von jährlich 150'000 - 200'000 Autos und Gebühren zwischen 25 - 35 Franken. Die Defizite bei den Flüelatunnelvarianten betragen jährlich zwischen 12,4 bis 14,0 Mio Franken. Der Energieverzehr bei der Strassenverkehrsalternative beträgt rund das Doppelte bis Dreifache der Eisenbahnverkehrsalternative (je nach Länge des Strassentunnels).

Die volkswirtschaftliche Bedeutung beider Tunnelverbindungen sollte einen nichtkostendeckenden Betrieb rechtfertigen. Wenn vom Prinzip der Defizitminimierung ausgegangen wird, empfiehlt sich die Bahntunnelvariante, welche maximal nur halb so grosse Last bedeutet wie der Strassentunnel.

8. WEITERES VORGEHEN

1. Die Projektvorschläge Vereinatunnel und Flüelastrassentunnel sind vertiefter zu untersuchen, insbesondere sind die geotechnischen Verhältnisse und die daraus ableitbaren Bauverfahren, verbunden mit einer ganzen Reihe weiterer Probleme wie Geothermik, Aerodynamik, Energieversorgung etc., besser abzuklären.
2. Die Verkehrsprognosen sind anhand von Verkehrsbefragungen am Flüelapass und in der Region Engiadina Bassa zu verfeinern und mit den Zielvorstellungen der Regionalplanungsgruppen in Einklang zu bringen.
3. Die genauere Abklärung der Baukosten und die Frage der Wirtschaftlichkeit sind für die Lebensfähigkeit beider Projekte von erstrangiger Bedeutung. Wir empfehlen die Durchführung einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse, um auch die volkswirtschaftliche Bedeutung der Verkehrsverbindungen abzuklären.

MOTOR - COLUMBUS
Ingenieurunternehmung AG



Baden, 24. September 1975
O-Bridel

A N H A N G

Mitarbeiter dieser Studie waren:

- Beat Bridel (Projektleitung, Oekonomie)
- Roland Mögerle (Verkehrsingenieurwesen)
- René Gürtner (Verkehrsingenieurwesen)
- Martin Gysel (Bauingenieurwesen)

TECHNISCHE PROBLEME
BEIM VEREINA-TUNNELBAU

TUNNELBAUTECHNISCHE BEURTEILUNG DES VEREINATUNNELS,
PROJEKTSTUDIE 1975 DER RHAETISCHEN BAHN.

1. EINLEITUNG

Die nachstehenden Ausführungen befassen sich mit der tunnelbautechnischen Begutachtung des Vereinatunnels. Dabei wird auf die in der Projektstudie 1975 der Rhätischen Bahn getroffenen Annahmen und Dispositionen eingegangen. Neben der Ueberprüfung von Baukosten und Bauzeit werden auch wichtige tunnelbautechnische Fragen des Vereinatunnels behandelt, und es werden Vorschläge für das weitere technische Vorgehen gemacht.

Es versteht sich von selbst, dass der vorliegenden Begutachtung durch den gegenwärtigen Stand der Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse des Vereinatunnels gewisse Grenzen gesetzt sind. Deshalb dürfen insbesondere die angegebenen Bauzeiten und Baukosten nur als Richtwerte betrachtet werden.

2. LINIENFUEHRUNG DES VEREINATUNNELS

2.1 SITUATION

Die vorgeschlagene geradlinige Verbindung der gewählten Tunnelportale Klosters und Lavin ergibt den kürzestmöglichen Tunnel. Es gibt momentan keine technischen oder geologischen Gründe, um von dieser Ideallinie abzuweichen. Durch Querverschiebungen des Tunneltrassees nach Westen oder Osten mittels Einschalten von Kurvenelementen gelingt es nicht, wesentlich bessere geologische Verhältnisse zu erhalten.

Nach unserem Wissen wäre man bei allen Varianten ebenfalls genötigt, die tunnelbautechnisch schwierige Aroser Schuppenzone sowie die Basalzone zu durchfahren. Ueber 16 km des 19,99 km langen Tunnels liegen in Amphiboliten, Gneisen und Graniten der Silvrettadecke. Generell liegen hier für den Tunnelbau günstige Verhältnisse vor, und es gibt keine Anhaltspunkte dafür, dass Verschiebungen des Trassees geologische Vorteile bringen würden.

Wie in der Projektstudie der RhB sehr richtig bemerkt wird, kann die Zähigkeit der Amphibolitgesteine der Silvrettadecke hohe Anforderungen an den Tunnelvortrieb stellen. Dies muss bei der Bestimmung von Vortriebsleistungen und -kosten gebührend beachtet werden.

2.2 LAENGENPROFIL

Das Nordportal liegt mit 1209 m ü.M. 222 m niedriger als das Südportal mit 1431 m ü.M. Für die Belange des Bahnbetriebes der RhB wäre es sicherlich gegeben, die beiden Portale durch eine gleichmässige Steigung von ca. 11 o/oo von Norden nach Süden zu verbinden. Mit Rücksicht auf den Tunnelvortrieb, der von Norden und von Süden her erfolgen soll, ist man jedoch genötigt, ein dachförmiges Längensprofil zu wählen. Um den Kulminationspunkt möglichst tief halten zu können, hat die RhB im Südast eine Steigung von 1 o/oo angenommen. Mit der Annahme des Kulminationspunktes bei Projektkilometer 11.78 ab Klosters ergibt dies im Nordast ein Gefälle von 21 o/oo.

Für die Wasserableitung im Bauzustand ist ein Gefälle von 1 o/oo zu gering. Es wird vorgeschlagen, minimal 3 o/oo anzunehmen. Damit würde der Kulminationspunkt ca. 800 m nach Süden wandern und ca. 17 m höher liegen. Diese bescheidene Höherlegung wäre unseres Erachtens gerechtfertigt, da dadurch für den Baubetrieb doch wesentlich bessere Verhältnisse geschaffen würden.

3. TUNNEL-NORMALPROFIL

In der Beilage A1 sind Lösungen für die Gestaltung des Tunnelquerschnittes sowohl für den Fall eines gesprengten Tunnelvortriebes wie auch für einen Vortrieb mit einer Tunnel-Vortriebsmaschine dargestellt.

3.1 TYP 1: OVALES PROFIL (Ausbruch gesprengt)

Dem für Autotransporte ausgelegten Lichtraumprofil wird ein hufeisenförmiges Tunnelprofil umschrieben. Falls das Profil im Vollausbuch (Typ 1) ausgebrochen wird, beträgt die Ausbruchfläche ca. 42 m². Bei Teilausbuch (Typ 1a) mit vorauseilendem Kalottenvortrieb und nachfolgendem Strossenabbau vergrössert sich der Ausbruchquerschnitt infolge der vorzusehenden Kämpferbalken für die Tunnelkalotte auf ca. 43 m².

Will man dem gegebenen hohen und schmalen Lichtraumprofil ein Tunnelprofil mit minimaler Fläche umschreiben, so ist man versucht, ebenfalls eine sehr hohe und schmale Hufeisenform zu konstruieren.

Aus felsmechanischen Ueberlegungen muss jedoch eine kräftige Wölbung der Ulmen gefordert werden.

Das Längenprofil zeigt, dass beim Vereinatunnel mit teilweise sehr hohen Gebirgsüberlagerungen gerechnet werden muss (max. ca. 1400 m). Der Felsmantel um den Tunnelhohlraum und die Tunnelverkleidung werden daher beträchtliche Spannungen aufzunehmen haben. Bei Ueberlagerungshöhen von der angegebenen Grössenordnung ist der primäre Gebirgsspannungszustand oft näherungsweise hydrostatisch, bzw. kann der Seitendruck ohne weiteres die gleiche Grössenordnung wie der Vertikaldruck aufweisen. Deshalb ist eine allzu gerade Ulmenausbildung jedenfalls zu vermeiden.

Gegenüber dem RhB-Profil muss mit einem Mehrausbuchquerschnitt von ca. 7 m² gerechnet werden. Die dadurch verursachten Mehrkosten werden durch geringere Felssicherungen und eine dünnere Tunnelverkleidung kompensiert. Ganz abgesehen davon ist die vorgeschlagene Wölbung des Profils unumgänglich, wenn grosse Schwierigkeiten durch unnötig verursachte Auswirkungen von Bergdruck etc. vermieden werden sollen.

Die Felssicherungsmaßnahmen werden je nach Gebirgsverhältnissen aus Felsankern, Spritzbeton und Stahleinbau bestehen. Felsanker und Spritzbeton dienen nicht nur zur Konsolidierung des Fels-Tragringes, sondern sie verhindern auch das Auftreten von Bergschlag-Phänomenen, die bei den hohen Ueberlagerungen und den elastischen Eigenschaften der Gesteine der Silvrettadecke zu befürchten sind.

Auf schlechten Strecken (Aroser Schuppenzone) muss das gezeichnete Profil eventuell durch ein Sohlengewölbe ergänzt werden.

Das Tunnelprofil wird ergänzt durch eine elastische Flächendichtung im Kalottenbereich, eine Betonauskleidung von ca. 30 cm Stärke, einen unterhaltsarmen schotterlosen Oberbau (z.B. System Bözbergtunnel der SBB), Kabelkanal und Tunnelentwässerung.

3.2 TYP 2: KREISPROFIL (Ausbruch gebohrt)

Aus der Umschreibung des gegebenen Lichtraumprofils ergibt sich mit einer Bautoleranz von 10 cm, einer Gesamtverkleidungsstärke von 40 cm und einem schotterlosen Oberbau mit darunterliegender Tunnelentwässerung ¹⁾ ein Ausbruchdurchmesser von 8.20 m, was einem Ausbruchquerschnitt von 52.8 m² entspricht.

Die Auswahl der in der Beilage nicht näher dargestellten Felssicherungsmaßnahmen hängt neben den geologischen Verhältnissen auch sehr stark von der Konstruktion der zum Einsatz gelangenden Vortriebsmaschine ab. Dies ist in nachstehender Tabelle illustriert.

1) Anordnung von Kontrollöffnungen zwischen den Schwellenblöcken.

Möglichkeiten für den Ausbau des Tunnels
bei mechanischem Vortrieb mit Vollschnitt-Maschinen

Ausbautyp	vorläufig	endgültig	Umfang	Einbringen		
				hinter dem Bohrkopf	nach dem Verspann-System	nach der Bohrmaschine
Felsanker	X		Scheitel	0	0	0
Drahtnetze	X		Scheitel	0	0	0
Blechringe	X		Scheitel	0	0	0
Spritzbeton	X		Scheitel	?	0	0
Spritzbeton		X	ganzes Profil	-	?	0
Stahlringe $a > b$	X		ganzes Profil	0	0	0
Stahlringe $a < b$	X		ganzes Profil	-	0	0
Tübbinge	X		ganzes Profil	-	0	_____
Tübbinge		X	ganzes Profil	-	0	_____
Ortbeton		X	ganzes Profil	-	-	0

0 möglich ? eventuell - nicht möglich

Das statisch sehr günstige Kreisprofil des mechanischen Vortriebs mit Vollschnitt-Maschine hat zur Folge, dass zwischen dem Ortbeton-Innenring ¹⁾ und dem Lichtraumprofil relativ grosse ungenützte Querschnittsflächen entstehen. Diese Situation kann zum Anlass genommen werden, um eventuell an die Ausführung einer kontinuierlichen Personen-Schutznische vom Typ des Heitersbergtunnels der SBB zu denken. Die speziellen Proportionen des einspurigen hohen Lichtraumprofils bringen es allerdings mit sich, dass der Laufsteg der Schutznische auf einem seitlichen

1) auf guten Strecken kann auf einen geschlossenen Ring verzichtet werden.

Podest angeordnet werden müsste. Für Material und Geräte wären zusätzliche gewöhnliche Nischen vorzusehen.

Wenn darauf geachtet wird, dass die Sohlenhöhe der Tunnelentwässerung beim gesprengten und gebohrten Profil dieselbe Höhendifferenz zu OK Geleise aufweist, kann beispielsweise das Los Süd maschinell aufgefahren werden, wogegen im Los Nord gesprengt wird, da die Aroscher Schuppen- sowie die Basalzzone unter Umständen für Vollschnittmaschinen ungeeignet sind.

4. BAUPROGRAMM (Beilage A2)

Mittels Auswertung der erreichten Vortriebsleistungen bei diversen ausgeführten Tunnelbauten mit Spreng- und Bohrvortrieb wurden für die verschiedenen Abschnitte des Vereinatunnels je eine optimistische und eine pessimistische mittlere Vortriebsleistung abgeschätzt. Sehr wichtig für das Erreichen grosser Vortriebsleistungen ist im Falle des Vereinatunnels die Abförderung des Ausbruchmaterials, da die Tunnelabschnitte sehr lang sind. Glücklicherweise ist die Sohle des Normalprofiles so breit, dass eine doppelspurige Gleisförderung in Frage kommt, womit die Förderkapazität sichergestellt ist.

Eine weitere Annahme betrifft die Dauer der Vorarbeiten. Mit 1 Jahr sind sie auf der Nordseite (Zugwaldtunnel) sehr kurz angesetzt, bzw. muss der Vortrieb des Vereinatunnels vor Fertigstellung des Zugwaldtunnels einsetzen. Für die Fertigstellungsarbeiten am Vereinatunnel selbst wurden 2 Jahre angenommen, was als untere Grenze zu betrachten ist.

Es wurden 2 Fälle untersucht:

4.1 LOESUNG OHNE ZWISCHENANGRIFF

In diesem Fall erfolgt die Inbetriebnahme des Vereinatunnels

- frühestens 9 Jahre nach Baubeginn
- spätestens 12 Jahre nach Baubeginn.

Es ist zu bemerken, dass unsere optimistischste Annahme mit der Schätzung der RhB-Studie übereinstimmt. Unsere Zahlenangaben beziehen sich auf die Gesamtbauzeit inkl. Vorarbeiten.

4.2 LOESUNG MIT ZWISCHENANGRIFF

Anordnung eines 550 m hohen Vertikalschachtes "Hafenbrugg".

Für diesen Fall mussten zusätzlich Schachtvortriebsleistungen, reduzierte Tunnelvortriebsleistungen auf Zwischenangriffsstrecken und auf fallenden Vortriebsstrecken abgeschätzt werden.

Die Inbetriebnahme des Vereinatunnels erfolgt bei Zwischenangriff

- frühestens 7 Jahre nach Baubeginn
- spätestens 9 1/2 Jahre nach Baubeginn.

Die Bauzeitverkürzung um 2 bis 2 1/2 Jahre muss allerdings mit erhöhten Baukosten erkaufte werden. Diese betragen schätzungsweise 25 Mio Fr. Dem stehen weniger lang laufende Bauzinsen und frühere Inbetriebnahme (Tarifeinkünfte) gegenüber.

5. BAUKOSTEN

Eine Ueberprüfung der Tunnel-Baukosten hat ergeben, dass die Baukostenschätzung der RhB-Studie realistisch ist. Diese Schätzung kann ohne weitere geologische Abklärungen nicht wesentlich verbessert werden.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Der in der RhB-Studie enthaltene Projektvorschlag kann technisch sehr gut verwirklicht werden. Dabei sind noch einige Anpassungen am Längenprofil und vor allem am Tunnelnormalprofil zu empfehlen.
2. Für den Tunnelvortrieb können sowohl Spreng- wie auch vollmechanisierter Bohrvortrieb in Betracht gezogen werden. Bezüglich Bohrvortrieb bleibt abzuklären, ob in der Aroser Schuppenzone und in der Basalzone genügende Standfestigkeiten vorhanden sind.
3. Mit unseren optimistischsten Annahmen kommen wir ebenfalls auf die in der RhB-Studie prognostizierte Gesamtbauzeit von 9 Jahren.
4. Um diese Gesamtbauzeit auch bei heute nicht bekannten Schwierigkeiten einhalten oder sogar unterbieten zu können, empfiehlt sich ein Zwischenangriff über einen Vertikalschacht. In diesem Fall beträgt die Bauzeit min. 7 Jahre. Aus dem Zwischenangriff erwachsen Mehrkosten von ca. 25 Mio Fr.
5. Die Baukostenschätzung der RhB-Studie für die Tunnelbauarbeiten ist realistisch.

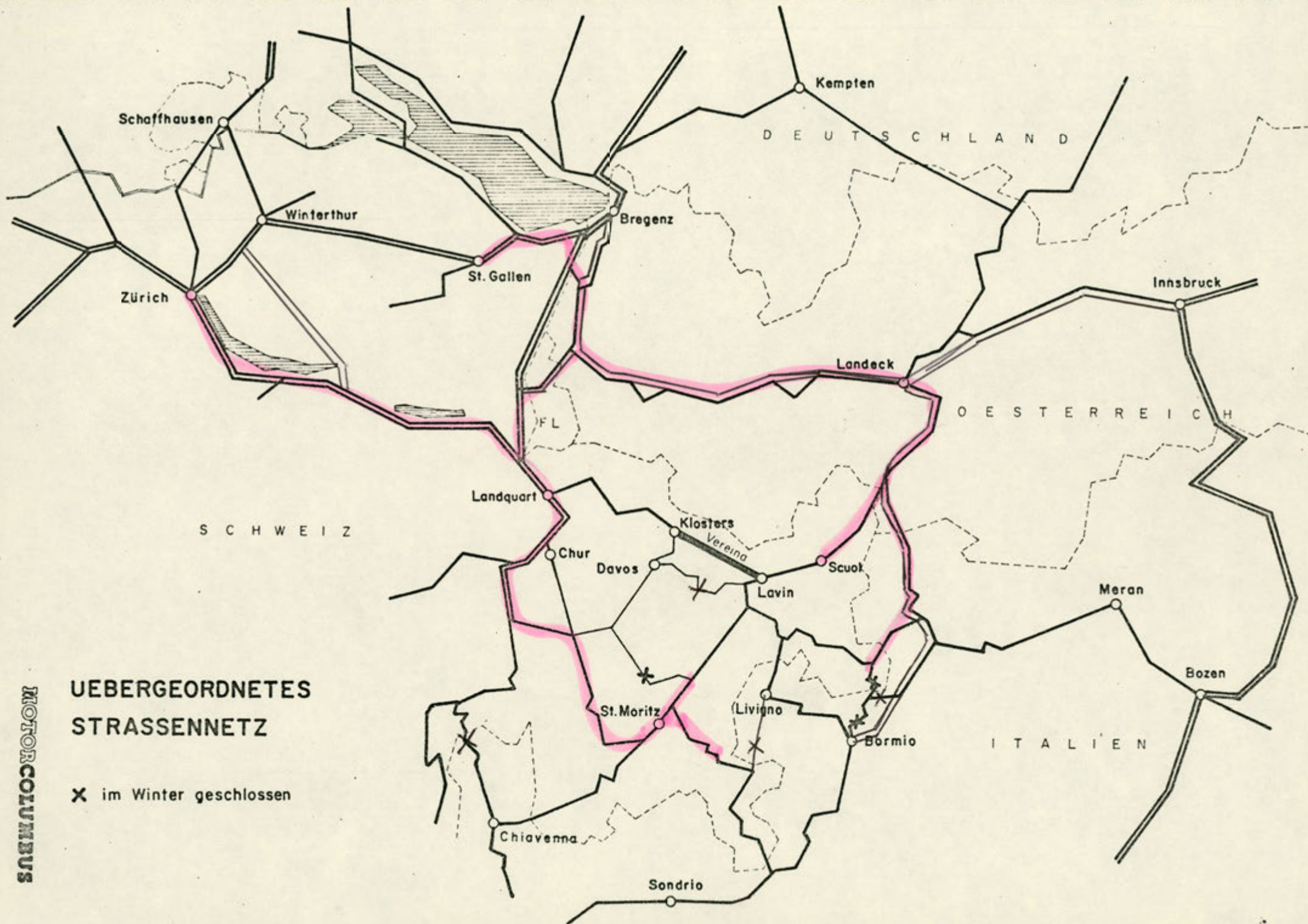
6. Für die weitere Projektierung des Vereinatunnels wird ein ausgedehntes geologisches Sondierprogramm empfohlen.

Baden, 16. September 1975

V - Gysel/wa

VERZEICHNIS DER BEILAGEN

- 1 Uebergeordnetes Strassennetz
- 2 Automatische, ganzjährige Zählungen
- 3 5-jährige, mehrtägige Zählungen
- 4 Verkehrsdichte Flüelapass
- 5 Verkehrsdichte Engadinerstrasse
- 6 Uebergeordnetes Verkehrsnetz (öffentlicher Verkehr)
- 7 Uebersichtskarte PW: Fahrzeiten, Geschwindigkeit, Distanzen
- 8 Uebersichtskarte LW: Fahrzeiten, Geschwindigkeit, Distanzen
- 9 Uebersichtsgrafik PW, Distanzen, Fahrzeiten, Kosten Landquart - Scuol
- 10 Betriebskostenzusammenstellung ab Landquart PW, LW
- 11 Uebersicht Fahrzeiten, Fahrkosten öffentlicher Verkehr
- 12 Løgiernächtestatistik 1974 Engiadina-Bassa
- 13 Nutzswellengrafik Vereinatunnel
- 14 Provisorische Kosten-Ertrags-Bilanz
- A1 Tunnelquerschnitte
- A2 Längenprofil und Bauprogramm



MOTORCOLUMBUS

UEBERGEORDNETES STRASSENNETZ

X im Winter geschlossen

Automatische, ganzjährige Zählungen

durchschnittlicher Tagesverkehr

	Monatsmittel												Jahresmittel	Trend 74 - 75
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Maienfeld 1970													10'141	
1971													12'465	
1972	11'277	13'757	13'912	12'417	12'399	12'863	18'361	19'013	14'510	13'334	8'569	10'979	13'449	
1973	10'712	11'972	13'721	14'221	11'470	14'084	18'881	18'647	15'500	13'707	1'100	9'892	13'509	+ Winter
1974	11'410	13'567	14'804	15'911	12'500	13'850	19'382	18'438	15'500	13'300	10'000	12'224	14'241	o Sommer
1975	13'090	16'216	15'894	12'025	14'155									+ gesamt
Julier 1970													1'692	
1971													1'911	
1972	1'306	1'866	2'675	1'987	1'567	1'871	3'222	3'343	2'306	1'879	1'186	1'384	2'046	
1973	1'478	1'792	2'152	1'988	1'394	1'858	2'928	3'158	2'335	1'653	1'144	1'319	1'933	+ Winter
1974	1'458	2'030	2'500	1'800	1'933	2'254	3'000	3'200	2'200	1'539	1'198	1'650	2'064	o Sommer
1975	-	-	-	-	-									o gesamt
S-chanf 1970													1'684	
1971													1'941	
1972	1'196	1'460	2'190	1'818	1'740	2'304	3'949	4'151	2'930	2'175	1'048	1'259	2'185	Winter 1 - 3 -
1973	1'220	1'567	2'040	1'808	1'597	2'381	3'669	3'907	2'837	1'947	1'038	873	2'074	Winter 12 +
1974	964	1'301	1'535	1'730	1'425	2'135	3'531	3'959	2'949	1'604	1'053	1'106	1'941	Sommer o
1975	999	-	1'942	1'382	1'630									gesamt o

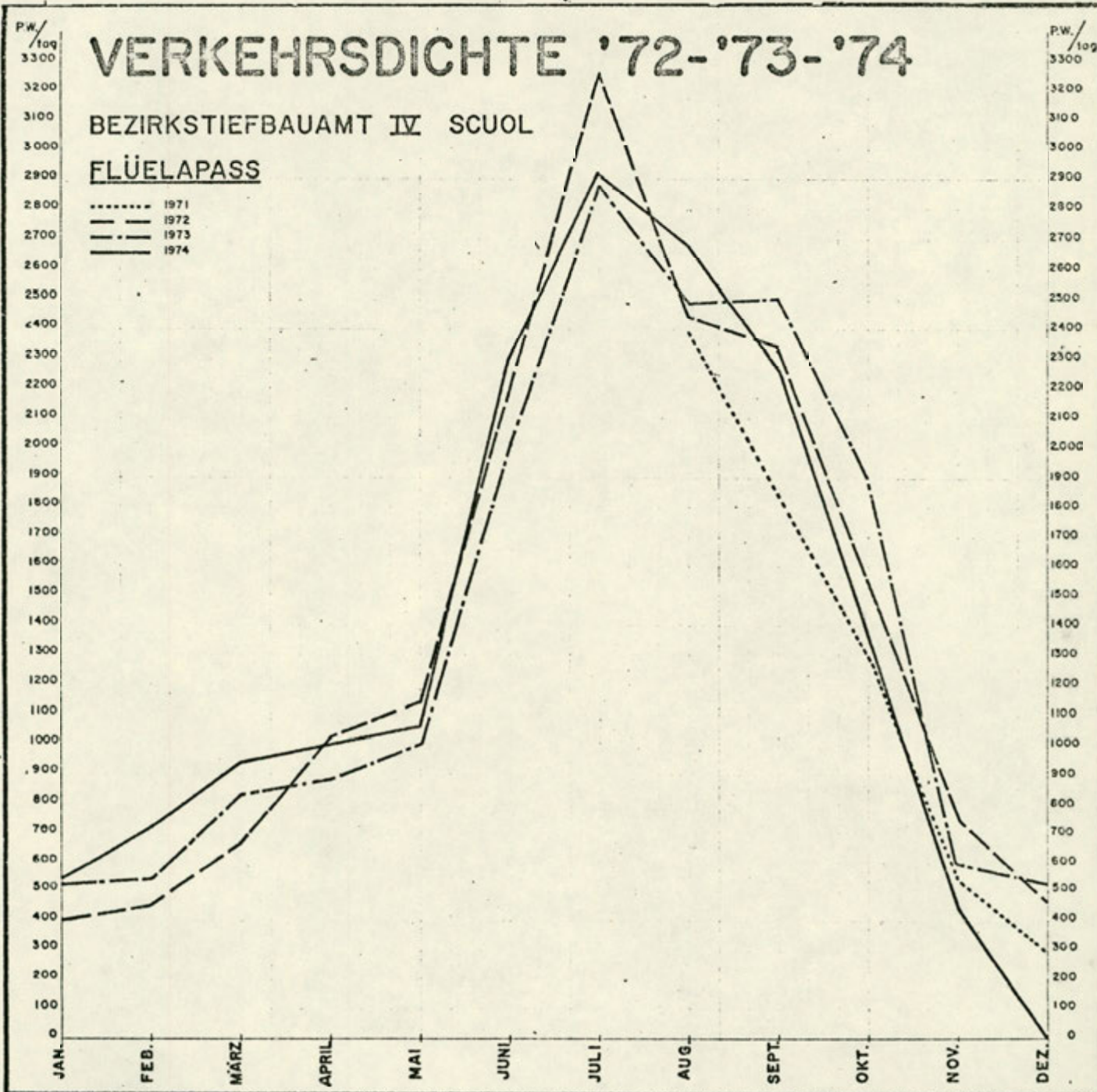
Quelle: ASF-Zählungen

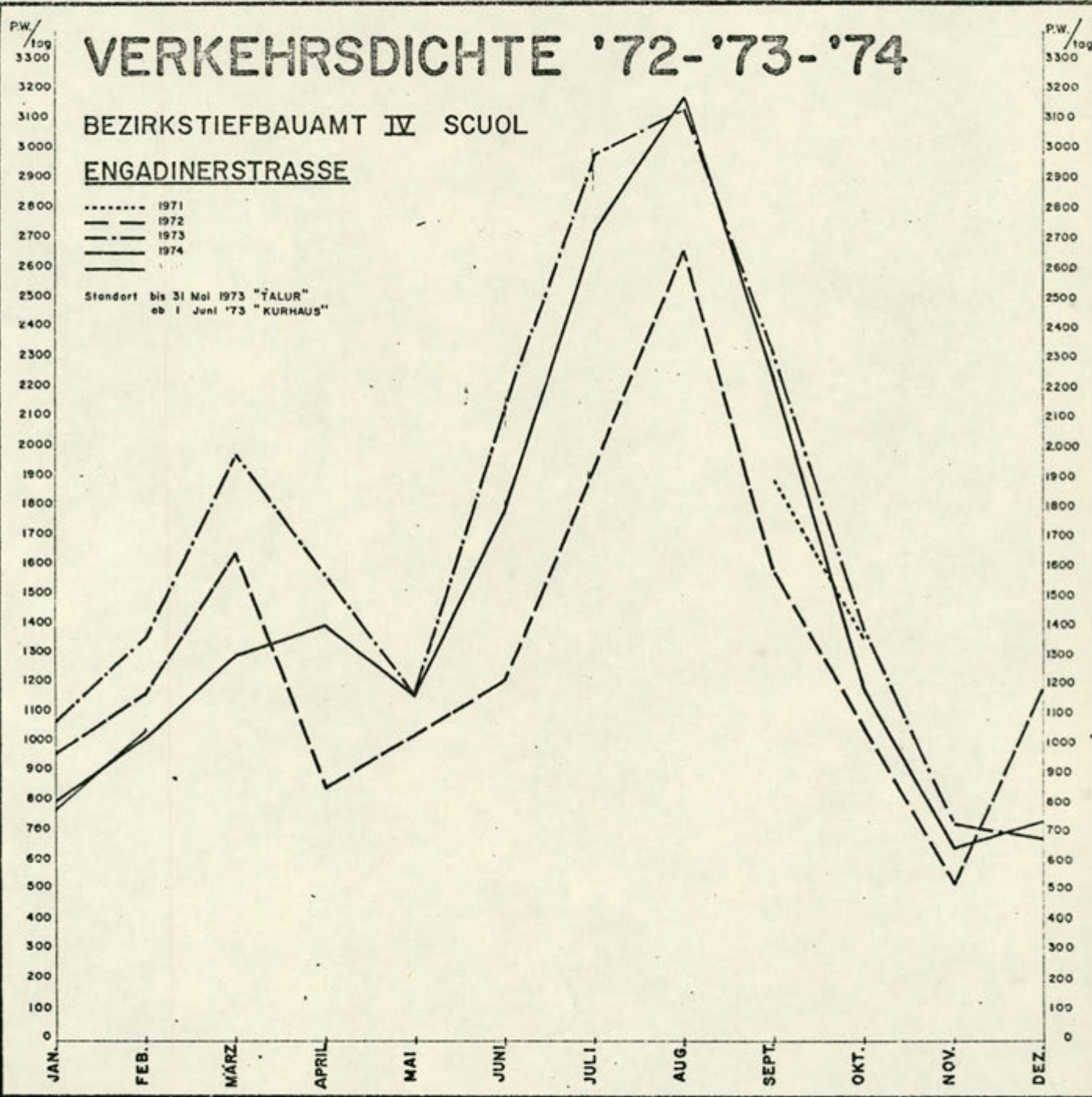
5jährige, mehrtägige Zählungen

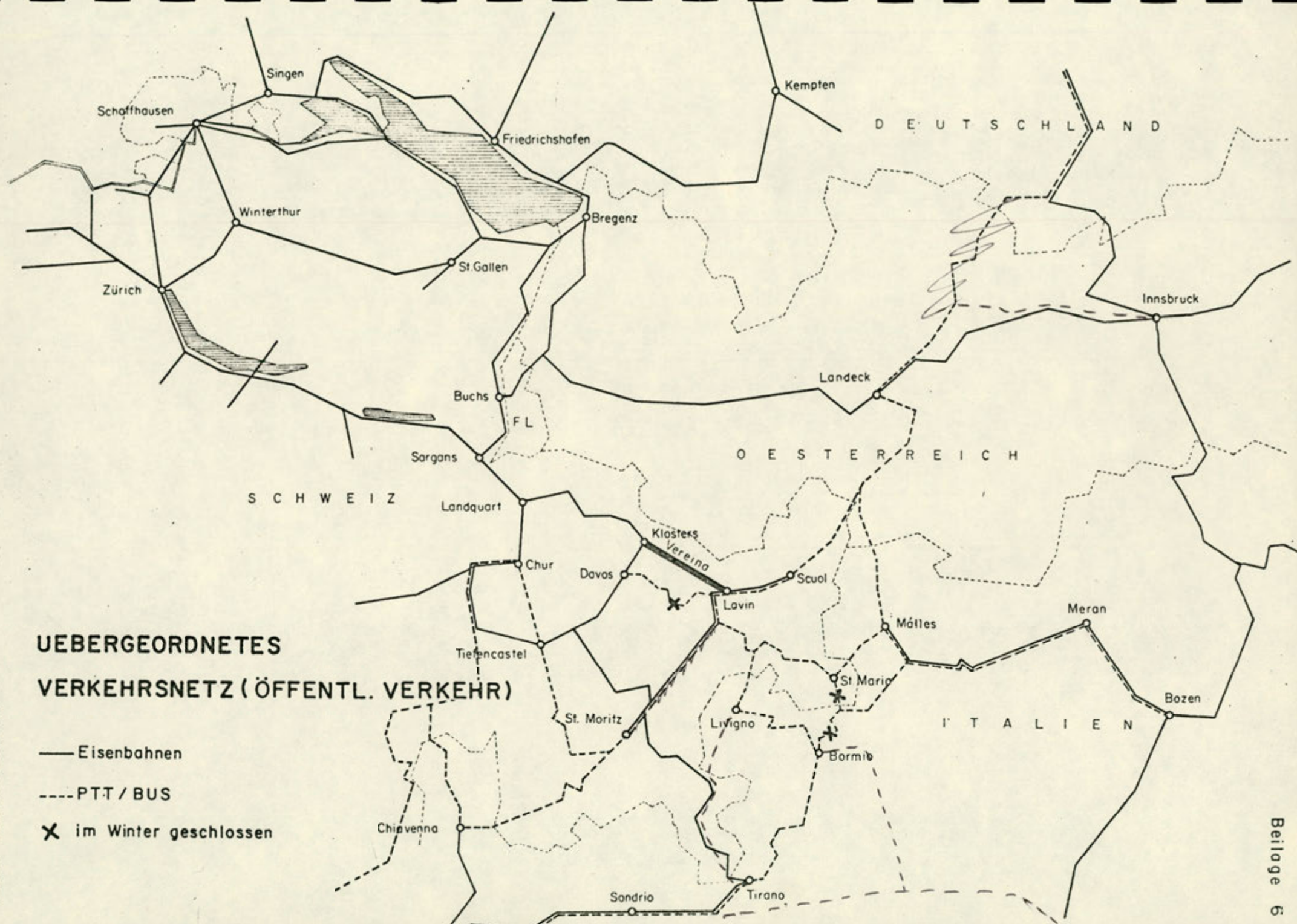
Durchschnittlicher Tagesverkehr

	Tagesverkehr 1965	Tagesverkehr 1970	(4. August 1970)	4. Juni 1975	Trend 70 - 75
- Landquart	2'099	3'744	(5'565)	4'009	+
- Davos - N Wolfgang	1'638	2'963	(5'629)	2'551	o
- Flüela-Hospiz	-	-	(2'713)	696	
- Julier	1'404	1'409	(3'013)	1974: 2'064	+
- Champfèr - S	3'002	3'892	(9'194)	3'257	-
- S-chanf	1'619	1'613	(4'110)	1'415	o
- Zernez - N	1'246	1'605	(4'310)	1'255	-
- Lavin	955	1'233	(3'093)	998	-
- Sent	847	1'156	(2'782)	1'018	o
- Ofenpass	467	536	(2'029)	455	-
- Bernina-Hospiz	-	503	(1'744)	512	o

Bemerkung: 1 Wochentag im Juni entspricht ca. 1 jährlichen Durchschnittstag (Tagesverkehr)







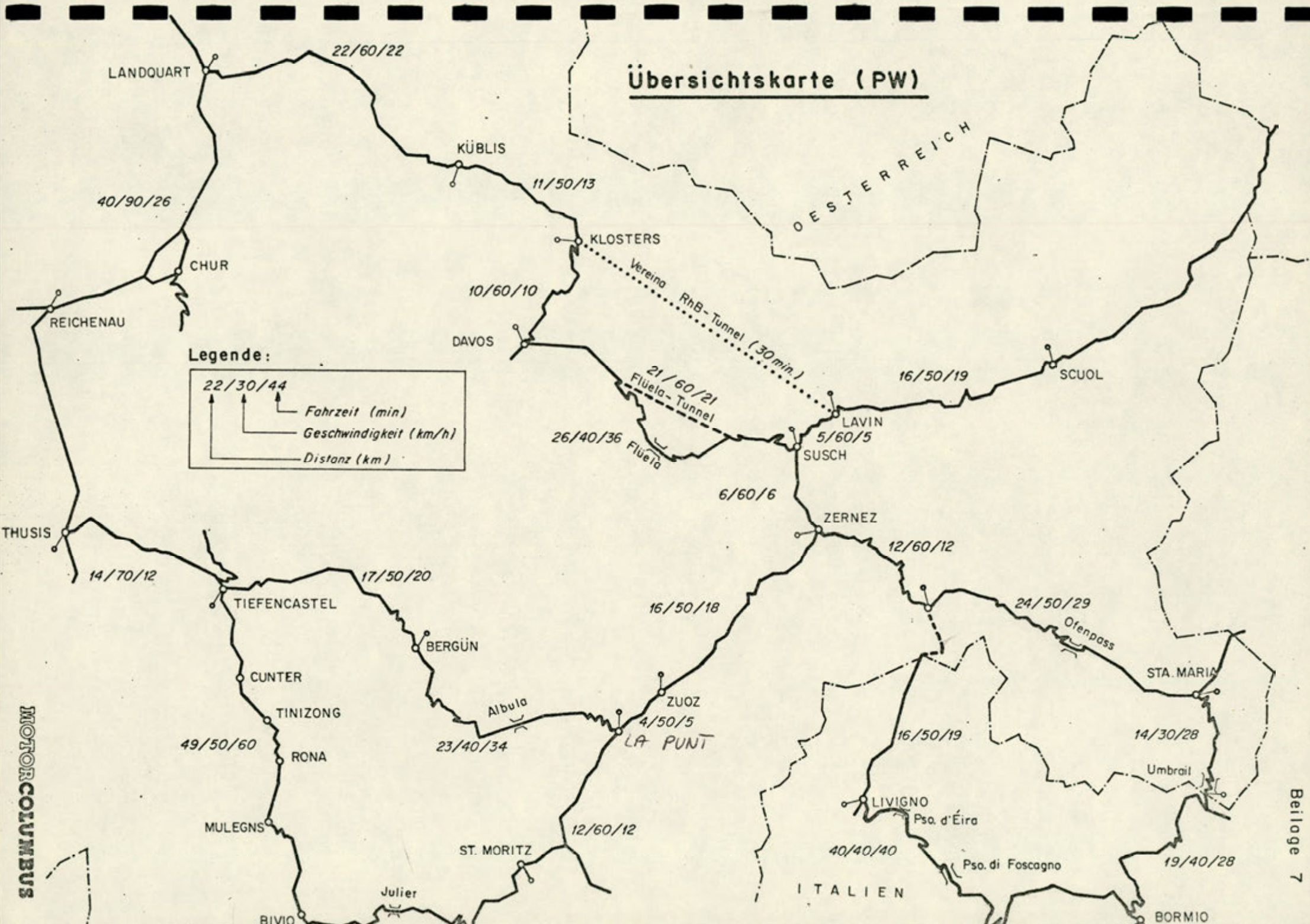
**UEBERGEORDNETES
VERKEHRSNETZ (ÖFFENTL. VERKEHR)**

- Eisenbahnen
- - - PTT / BUS
- X im Winter geschlossen

MOTORCOLUMBUS

Beilage 6

Übersichtskarte (PW)



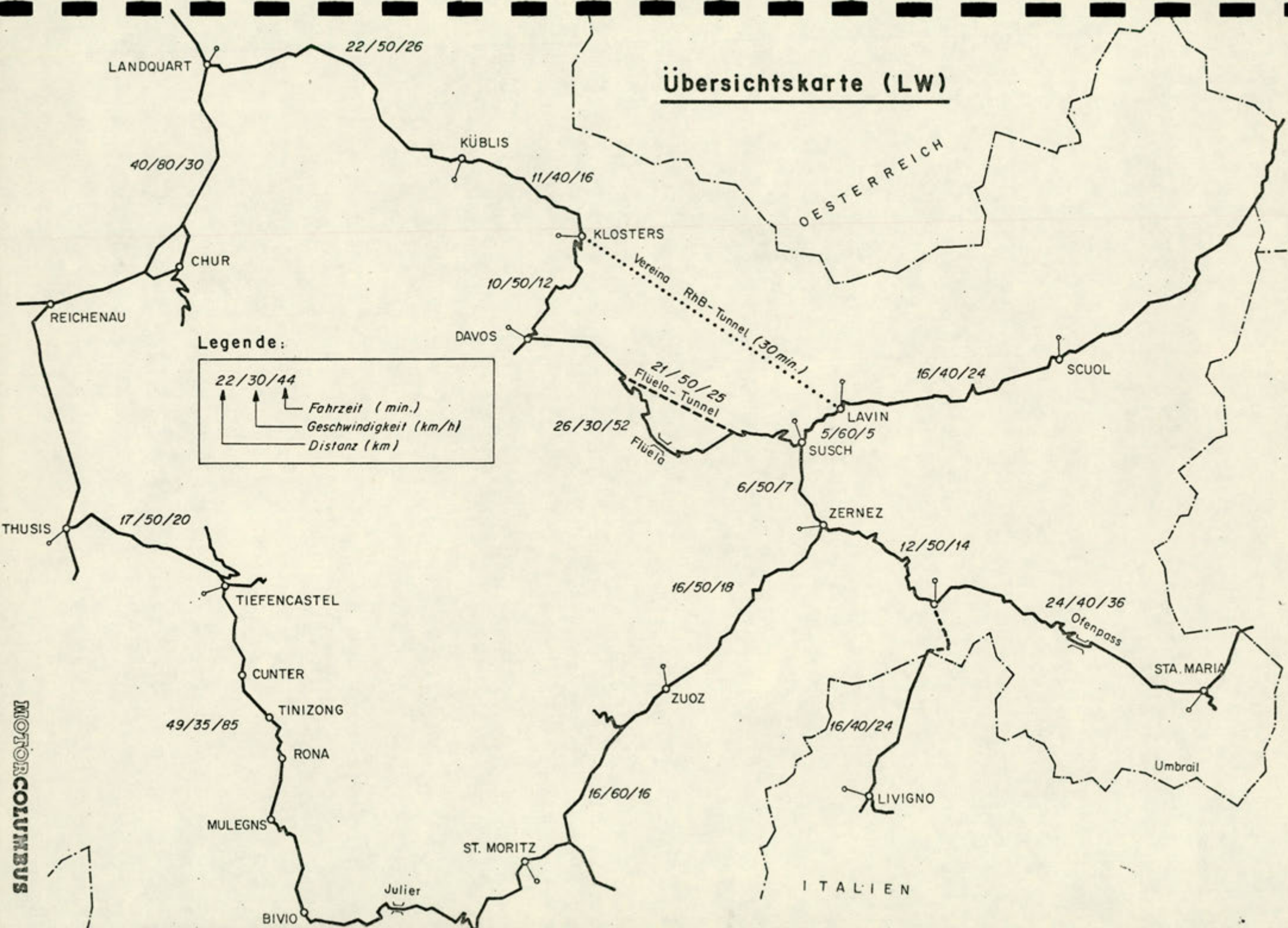
Legende:

22/30/44	Fahrzeit (min)
40/90/26	Geschwindigkeit (km/h)
40/90/26	Distanz (km)

MOTORCOLUMBUS

Beilage 7

Übersichtskarte (LW)



Legende:

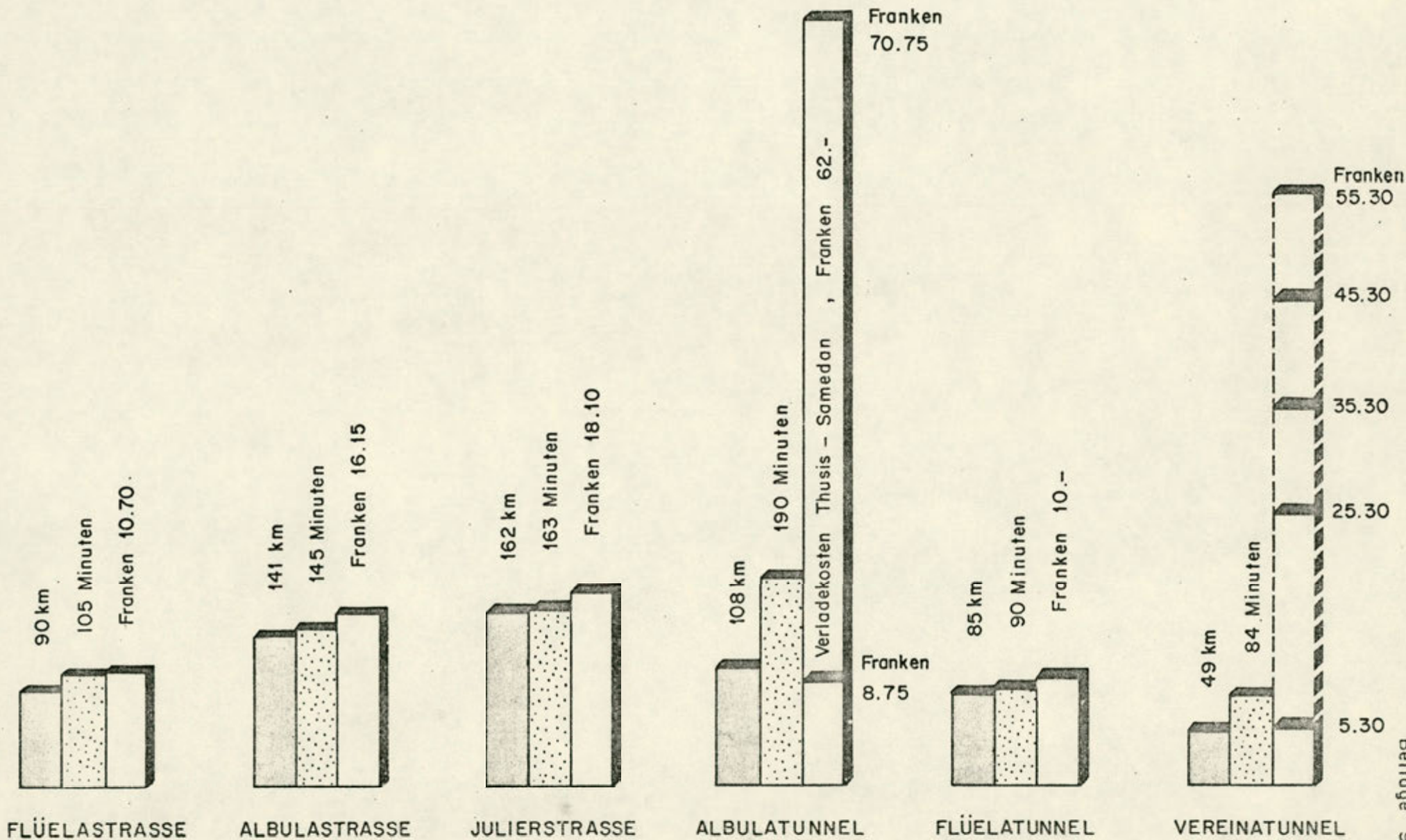
22/30/44	↑	Fahrzeit (min.)
	↑	Geschwindigkeit (km/h)
	↑	Distanz (km)

MOTORCOLUMBUS

DISTANZEN - FAHRZEITEN - UND BETRIEBSKOSTEN ÜBERSICHT

LANDQUART → SCUOL (PW)

MOTORCOLUMBUS



Privater Verkehr (PW)

Betriebskostenzusammenstellung ab Landquart

	Flüela- strasse	Albula- strasse	Julier- strasse	Flüela- tunnel	Albula- tunnel	Vereina- tunnel (RhB)
Scuol	10.73	16.15	18.10	9.99	8.74*	5.31
St. Maria	13.40	17.68	18.33	12.66	10.27*	8.94
Livigno	12.43	16.71	18.66	11.69	9.30*	7.97
Bormio (via St. Maria)	17.11	21.39	22.04	16.37	13.98	12.65
Bormio (via Livigno)	17.63	21.91	23.86	16.89	14.50*	13.17
Zuoz	10.77	12.45	14.40	10.03	5.04*	6.31
St. Moritz	12.26	13.22	12.91	11.52	5.81*	7.80

*Arben-
Autobahn*

* Albulaverlad: 62.-- → Thusis - Samedan

Privater Verkehr (LW)

Betriebskostenzusammenstellung ab Landquart

	Vereina- tunnel	Flüela- tunnel	Julier- strasse
Scuol	19.45	28.51	45.86
St. Moritz			35.28

Oeffentlicher Verkehr

Fahrzeiten-Uebersicht (mittlere Werte)

	Albula RhB	Flüelastr. RhB/PTT	Vereina RhB	Flüelatunnel RhB/PTT
Landquart → Scuol	3 h 44' 3h15'	3 h 29' 3h00'	1 h 15' 1h25'	~ 1 h 57'

Flüelatunnel

RhB: Landquart - Davos	45 min
PTT: Davos - Susch (~ 20 km)	30 min
RhB: Susch - Scuol	27 min
Umsteigezeiten (2 x)	<u>15 min</u>
	117 min

Vereinätunnel

Landquart - Scuol nach Angaben
RhB 75 min

Albula / Flüelastrasse (nur Sommer)

Mittlere Fahrzeiten aus dem amtlichen Kursbuch 1975

Oeffentlicher Verkehr

Fahrkostenzusammenstellung

- | | |
|--|--|
| 1. Landquart → Scuol (via Chur - Albula)
RhB, Tarif km: 205 | <u>2. Kl. → 30.--</u> |
| 2. Landquart → Scuol (via Flüelapass)
RhB Landquart - Davos Tarif km 61 (11.--)
PTT Davos - Scuol 14.-- | <u>2. Kl. → 25.--</u> |
| 3. Landquart → Scuol (via Vereina)
RhB, Tarif km: ca. 97/100 | <u>2. Kl. → 16.80</u> |
| 4. Landquart → Scuol (via Flüelatunnel)
RhB Landquart - Davos und Susch - Scuol
PTT Davos - Susch ca. 20 km
RhB Tarif km 97
PTT für 20 km ca. 7.-- | 16.80
7.--
<u>2. Kl. → 23.80</u> |

Logiernächte Engiadina Bassa 1974

Quelle: Fremdenverkehrsstatistik 1974
Eidg. Statistisches Amt Bern

Gemeinde	Winterhalbjahr 1973/74 November - April		Sommerhalbjahr 1974 Mai - Oktober	
	Hotellerie	Parahotellerie	Hotellerie	Parahotellerie
Ardez	1'192	4'210	4'482	19'752
Ftan	2'327	20'654	4'047	23'087
Fuldera	35	432	1'330	3'595
Guarda	922	5'156	8'626	13'479
Lavin	158	4'622	2'959	16'696
Lü	102	616	637	3'260
Müstair	2'183	359	10'102	11'237
St. Maria	706	328	13'938	7'635
Samnaun	38'006	3'292	38'033	2'030
Scuol	58'424	66'235	77'189	83'564
Sent	1'065	19'733	2'742	40'857
Susch	713	1'283	6'350	8'180
Tarasp	3'377	10'396	41'961	21'416
Tschierv	761	3'521	6'766	17'088
Tschlin	456	155	1'486	1'599
Valchava	-	1'233	3'391	7'295
Zernez	8'120	7'110	40'534	46'829
Total	118'547	149'335	264'573	327'599

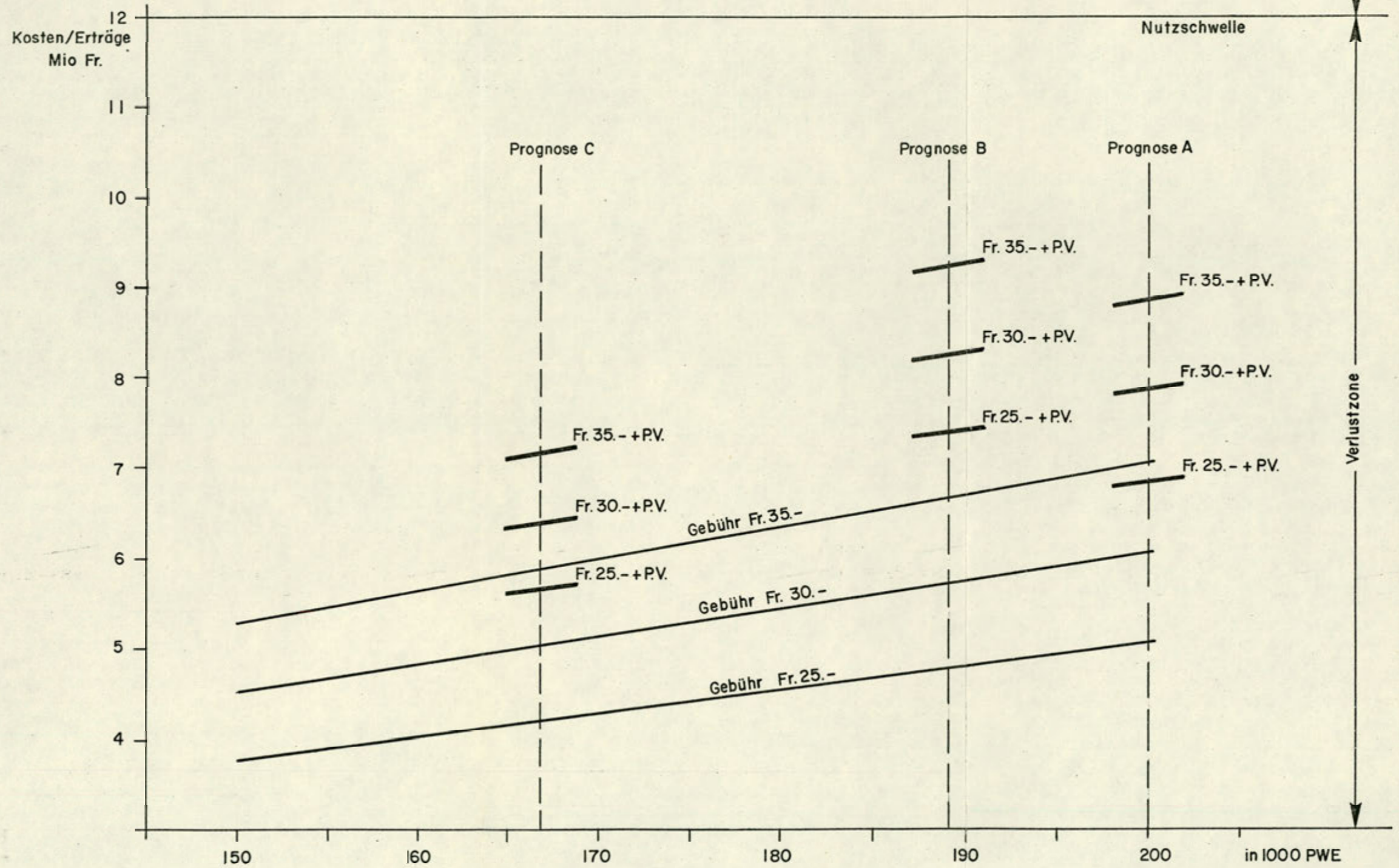
Total Wintertourismus 267'882

Total Sommertourismus 592'172

Total Saison 1973/74 860'054

Anteil Parahotellerie am Total der Logiernächte: 55 %

NUTZSCHWELLENVERLAUF



PWE = Personenwageneinheiten
 P.V. = Passagierverkehr - Einnahmen

in Mio Franken zu Preisen 1975

<u>Betriebs- und volkswirtschaftliche Kriterien</u>	Vereina-Tunnel 19,9 km	Flüela-Strassentunnel	
		lange Variante 9 km	kurze Variante 6,5 km
1. Investitionskosten	272,0	403,0	365,0
2. Betriebskosten pro Jahr	2,9	2,6	2,2
3. Kapitalkosten pro Jahr	9,4	10,5	9,5
4. Total Jahreskosten (2. + 3.)	12,3	13,1	11,7
5. Benützerkosten für PW	-	0,9 - 1,08	0,9 - 1,08
6. Ertragsausfall durch neue Relation	1,66		
7. Total volkswirtschaftliche Kosten (4. + 5. + 6.)	13,96	14,0 - 14,2	12,6 - 12,8
8. Erträge:			
Autoverlad	4,2 - 7,0	.	.
Passagierverkehr	1,4 - 2,7	.	.
Güterverkehr	?	.	.
Benzinzoll	-	0,17 - 0,21	0,17 - 0,21
9. KOSTEN-ERTRÄGE (Defizit)	4,3 - 8,4	13,8 - 14,0	12,4 - 12,6
<hr/>			
<u>Intangible Kriterien</u>			
10. Unfallkosten	niedriger als Flüela-Tunnel	höher als Vereina-Tunnel	
11. Regionale Entwicklung	positiv	positiv	
12. Energieverzehr in Mio kWh/Jahr			
12.1 Betrieb der Tunnel	2,0	5,8	4,2
12.2 Fahrenergie für PW		0,28 - 0,34	0,28 - 0,34
Total Energieverzehr	2,0	6,08 - 6,14	4,48 - 4,54

Die vorliegende Bilanz ist als Kosten-Ertrags-Bilanz der Volkswirtschaft, d. h. in unserem Falle des Bundes aufzufassen. Sie ist als Entwurf für eine weiter zu verfolgende Kosten-Nutzen-Analyse gedacht.

Investitions-, Betriebs- und Kapitalkosten sind aus dem Text auf den Seiten 21 - 24 entnommen.

Die Benützerkosten errechnen sich aus den Aufwendungen, welche dem Fahrer bei Benützung des Flüelaüberganges entstehen, bei Kosten von Fr. 5.40 pro Fahrzeug von Klosters bis Lavin, und Prognosen zwischen 167'000 bis 200'000 PW pro Jahr.

Die Zeitkosten wurden nicht gerechnet, weil unterstellt wird, dass keine wesentlichen Zeitunterscheide bei Benützung der einen oder anderen Verbindung entstehen (s. Seite 13). In Wirklichkeit dürfte die Benützung des Flüelatunnels gewisse Zeitkostensparnisse erbringen, wenn man berücksichtigt, dass keine Wartezeiten in Kauf genommen werden müssen.

Die Bahnerträge sind aus der Tabelle Seite 24 ersichtlich. Der Ertragsausfall entsteht durch die Berücksichtigung der heute bestehenden Bahnverbindung via Thusis-Bever-Scuol, welche zur Zeit mit 1,66 Mio Franken zu Buche steht (gemäss RhB-Studie).

Die Benzinzollerträge ergeben sich durch Multiplikation der heutigen Zollbelastung von 52.9 Rappen pro Liter Benzin mit dem Durchschnittsverbrauch von 2 l auf der Strecke Klosters-Lavin.

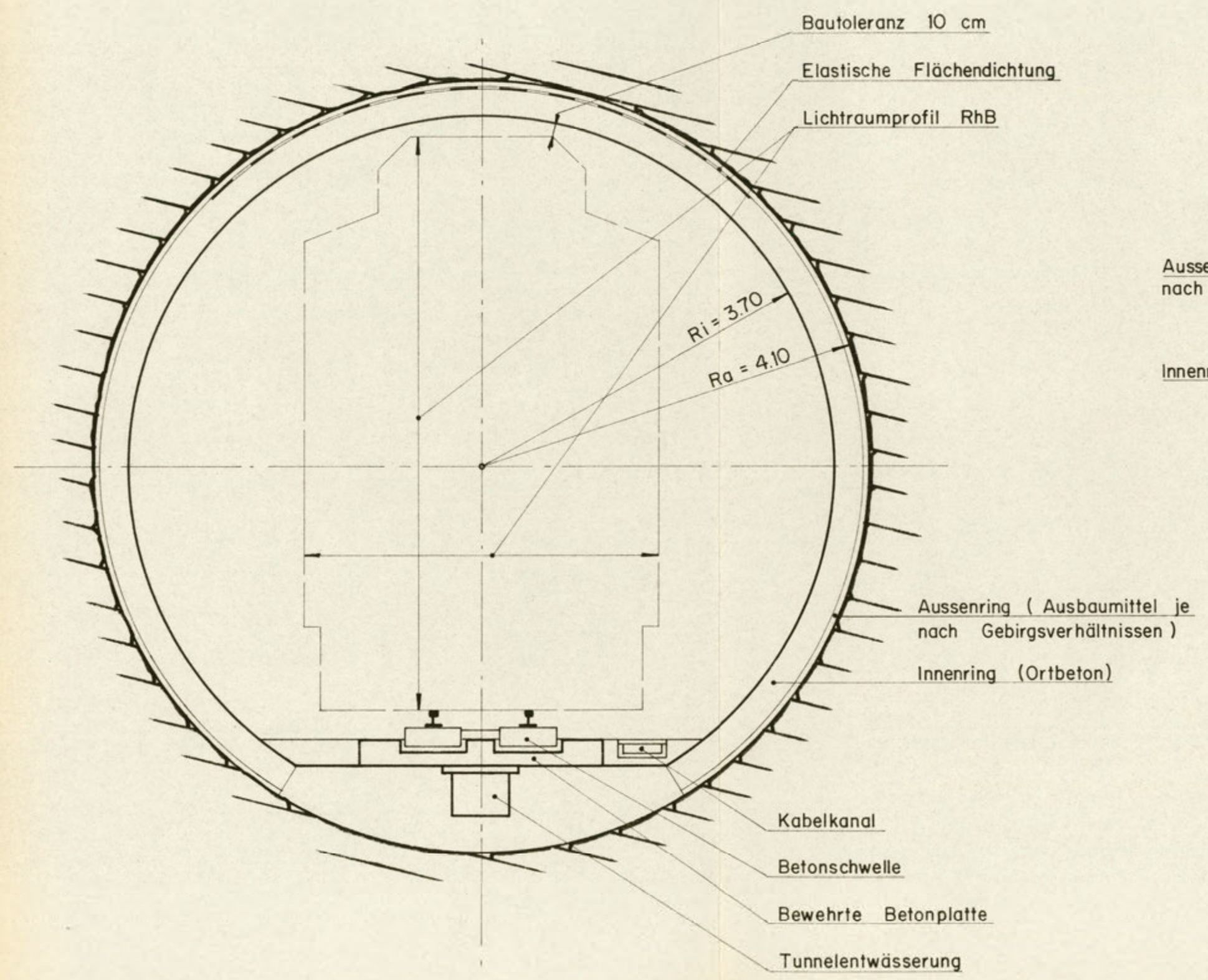
Die Unfallkosten lassen sich heute gut berechnen, die Werte müssen jedoch den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden und erfordern besondere Abklärungen.

Die Erträge aus der regionalen Entwicklung, nämlich die Erhöhung des regionalen Volkseinkommens, müssten in einer gesonderten Untersuchung geschätzt werden.

Der Energieverzehr ergibt sich aus dem Aufwand für Traktionsenergie bei der RhB (Schätzung 2'000'000 kWh) und dem Betrieb des Flüelatunnels (650'000 kWh) plus Energieaufwand der Personenwagen, die den Flüela überqueren. Gemäss unserer Schätzung beträgt der durchschnittliche Energieaufwand pro PW von Klosters bis Lavin 2 Liter Benzin. 1 kg Benzin hat 10'000 Kilokalorien, bzw. 1 l 7440 kcal. 1 kcal entspricht 0,0011627 Kilowattstunden, was für 1 Liter Benzin 8,65 kWh ergibt. Multipliziert man den durchschnittlichen Aufwand von 2 l oder 17,3 kWh mit unseren Prognosewerten, so ergibt sich ein jährlicher Energieverzehr von 280'000 bis 340'000 kWh.

Typ 2 Kreisprofil

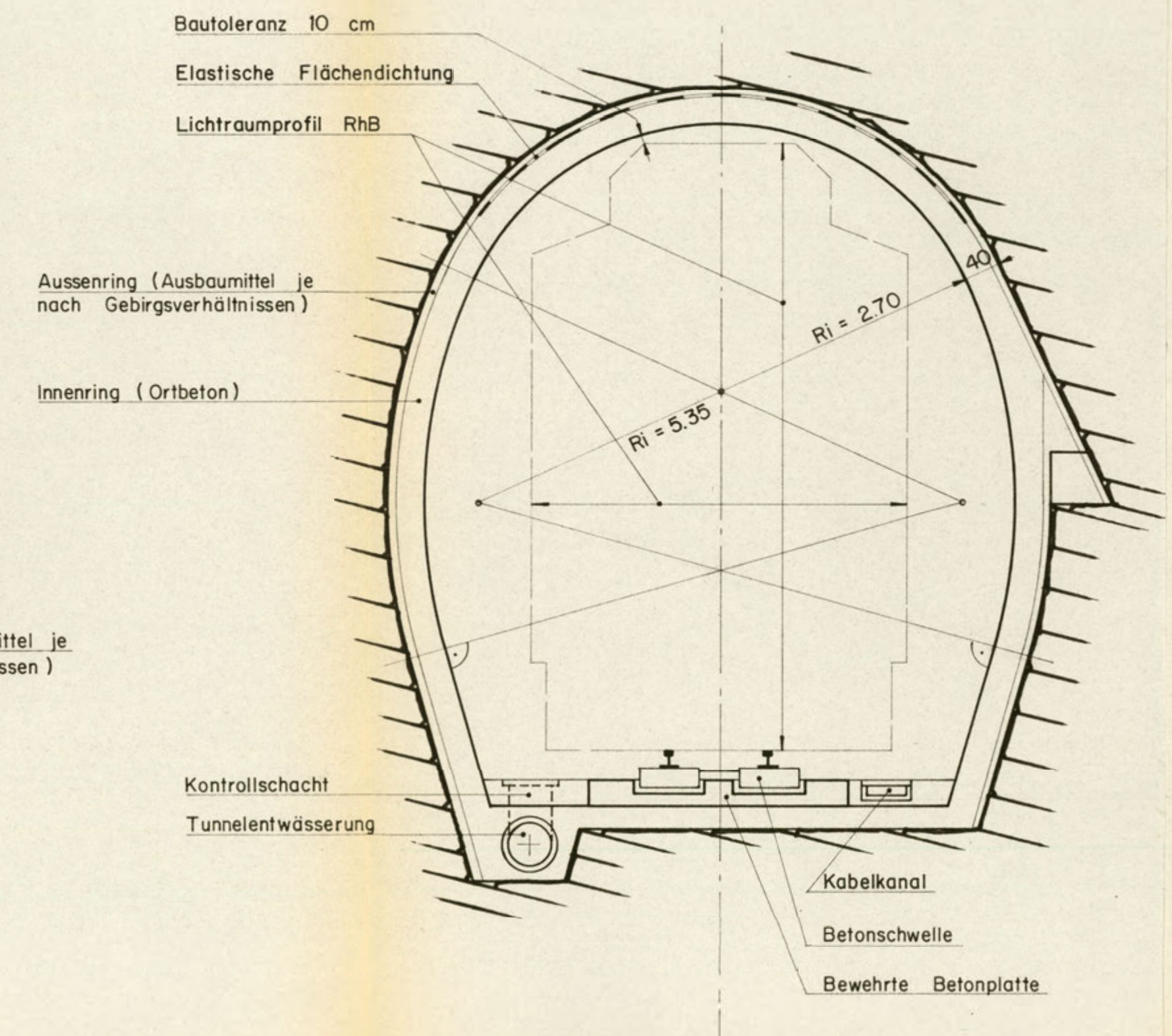
Ausbruch gebohrt
 Ein-/Zweischaliges System (Ortbeton) mit elastischer Flächendichtung im Firstbereich



Vollausbruch

Typ 1 Ovales Profil

Ausbruch gesprengt
 Ein-/Zweischaliges System (Ortbeton) mit elastischer Flächendichtung im Firstbereich

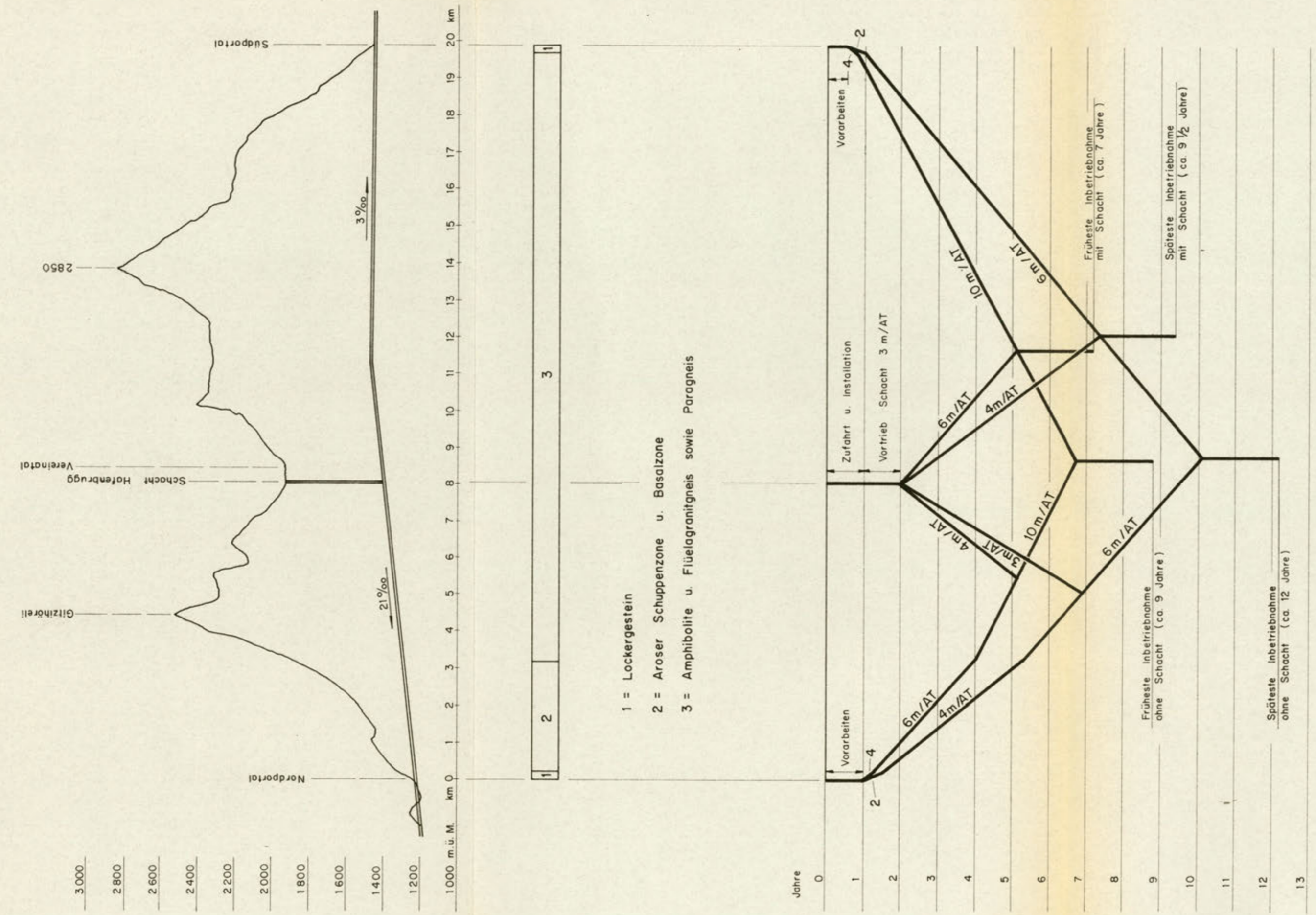


Typ 1: Vollausbruch

Typ 1a: Teilausbruch

Querschnittflächen	Typ 1	F = 42.15 m ²
	Typ 1a	F = 43.09 m ²
	Typ 2	F = 52.78 m ²

Tunnelquerschnitte
 1:50



Längenprofil und Bauprogramm