

TIEFBAUAMT DES KANTONS GRAUBÜNDEN

WINTERSICHERER AUSBAU

FLÜELASTRASSE A 28 b



REV. GENERELLES PROJEKT MÄRZ 1983

KURZFASSUNG DES ERGÄNZUNGSBERICHTES



INGENIEURGEMEINSCHAFT FLÜELASTRASSE

RAMPE NORD

Ingenieurbüro
L. CONDRAU
Kornplatz 12
7000 Chur

TUNNEL

Ingenieurbüro
RÄTIA AG
Quaderstrasse 8
7000 Chur

KUNSTBAUTEN

Ingenieurbüro
H. RIGENDINGER
Hartbertstrasse 11
7000 Chur

RAMPE SÜD

Ingenieurbüro
E. TOSCANO AG
Chesa d'Arövens
7504 Pontresina

Tiefbauamt des Kantons Graubünden

Wintersicherer Ausbau der Flüelastrasse A28b

Rev. Generelles Projekt März 1983

KURZFASSUNG DES
ERGAENZUNGSBERICHTES

Chur, März 1983

<u>I N H A L T S V E R Z E I C H N I S</u>	<u>SEITE</u>
1. EINLEITUNG	1
1.1 Anlass zur Projekt-Uebearbeitung	1
1.2 Gegenstand der Uebearbeitung	2
2. PROJEKTIERUNGS-GRUNDLAGEN	3
2.1 Normalprofile	3
2.2 Projektierungsrichtlinien	4
2.3 Grundlagen für Kostenberechnung	4
3. UEBERARBEITUNG RAMPE NORD	5
3.1 Projektbeschrieb mit Angabe der Aenderungen	5
3.2 Ergebnis der Kostenberechnungen	8
4. UEBERARBEITUNG TUNNEL	9
4.1 Projektbeschrieb mit Angabe der Aenderungen	9
4.2 Ergebnis der Kostenberechnungen	15
5. UEBERARBEITUNG RAMPE SUED	16
5.1 Projektbeschrieb mit Angabe der Aenderungen	16
5.2 Ergebnis der Kostenberechnungen	20
6. KOSTENZUSAMMENSTELLUNG UND VERGLEICH MIT PROJEKT 1981	21
6.1 Vergleich Erstellungskosten	21
6.2 Vergleich Betriebs- und Unterhaltskosten	24
7. ETAPPIERUNG UND WINTERSICHERHEIT	25
8. GESAMTBEURTEILUNG DES UEBERARBEITETEN PROJEKTES	29

B E I L A G E N

1. Normalprofil Strasse 1:50
2. Normalprofil Tunnel 1:50
3. Normalprofile Galerien und Brücken 1:100
4. Uebersichtsplan 1:25'000

1. EINLEITUNG

1.1 Anlass zur Projekt-Ueberarbeitung

Aufgrund des Beschlusses des Grossen Rates des Kantons Graubünden vom 22.2.1979 beauftragte das Kantonale Baudepartement am 28. Juli 1980 die Ingenieurgemeinschaft Flüelastrasse (IGFA) mit der Ausarbeitung des Generellen Projektes für den wintersicheren Ausbau der Flüelastrasse Davos-Susch. Im Mai 1981 konnte das entsprechende Projekt (nachfolgend als Projekt 1981 bezeichnet) abgeliefert werden. Für die Realisierung der wintersicheren Flüelastrasse, mit einem Tunnel von 5,4 km Länge, wurden dabei die Erstellungskosten auf 402,65 Mio. Fr. errechnet.

Das Projekt 1981 und die dazugehörige umfassende Dokumentation wurden in der Folge von den zuständigen kantonalen Stellen eingehend geprüft. Bei der Behandlung im Grossen Rat wurde dabei die Frage aufgeworfen, inwiefern Kosteneinsparungen durch eine Reduktion der dem Projekt zugrundgelegten Ausbau-Richtlinien erzielt werden könnten. Mit Beschluss vom 27. Mai 1982 beauftragte daraufhin der Grosse Rat des Kantons Graubünden die Regierung mit der Ueberprüfung, ob und mit welchen Folgen das Projekt für den wintersicheren Ausbau der Flüelastrasse reduziert werden kann.

Mit den entsprechenden Detailabklärungen und Projektüberarbeitungen wurde die IGFA vom Kantonalen Baudepartement am 25.1.1983 beauftragt. Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse dieser Projektüberarbeitung dar.

1.2 Gegenstand der Ueberarbeitung

Die anzustrebenden Kosteneinsparungen sind in erster Linie aufgrund einer Redimensionierung der Normalprofile (Reduktion des Strassenquerschnittes) und allfälligen Trasseänderungen (z.B. unter Inkaufnahme höherer Steigungen) zu erzielen. Zu prüfen sind auch Vereinfachungsmöglichkeiten bei der Tunnellüftung sowie konstruktive Vereinfachungen bei den Kunstbauten entsprechend dem reduzierten Strassenquerschnitt.

Es besteht eindeutig nicht die Absicht, die Anforderungen punkto Wintersicherheit herabzusetzen. Diese Anforderungen, wie sie in der Studie 1981 aufgrund der Abklärungen des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung Weissflujoch-Davos festgelegt wurden, bilden auch die Grundlage für das revidierte Projekt 1983. Dementsprechend stehen die in der Studie 1981 eliminierten Projekte ohne Tunnel (Ausbau Passstrasse) bzw. mit kurzem Scheiteltunnel nicht zur Diskussion.

Ebenfalls ohne Aenderung gegenüber dem Projekt 1981 sind hier die Kostengrundlagen zu übernehmen. Die Kosteneinsparungen sind dementsprechend auf der Preisbasis Februar 1981 zu ermitteln.

Ein besonderer Hinweis ist zur Projektabgrenzung (Anfangs- und Endpunkt des Ausbauprojektes) anzubringen. Das Projekt 1983 für den Ausbau der Flüelastrasse beginnt in Davos-Alpenrose (= km 0.0, ca. 5 km passwärts von Davos aus) und endet westlich von Susch beim Anschluss an die bestehende Flüelastrasse (= km 18.75, ca. 400 m passwärts von Susch aus). Die erforderlichen Massnahmen auf der Strecke Davos bis Alpenrose, welche im Projekt 1981 kostenmässig einbezogen wurden, sind hier ausgeklammert, da sie unabhängig vom durchgehenden Ausbau der Flüelastrasse zu realisieren sind. Aehnlich verhält es sich mit der Verlängerung der Flüelastrasse bis zum Anschluss an die Engadinerstrasse in Susch, da dieser Abschnitt Gegenstand der Umfahrungsstrasse Susch ist und ebenfalls unabhängig vom Ausbau der Flüelastrasse ist. Letzterer Abschnitt wurde bereits beim Projekt 1981 nur in den Plänen dargestellt, kostenmässig jedoch, mit Ausnahme der Sicherungsmassnahmen gegen Lawinen (Stützverbau), nicht einbezogen.

2. PROJEKTIERUNGS-GRUNDLAGEN

2.1 Normalprofile

Im Projekt 1981 war für die offenen Strecken eine Fahrbahn-Grundbreite von 7,00 m mit beidseitigen Banketten von je 1,00 m, d.h. eine Strassenbreite von total 9,00 m, vorgesehen. Der Tunnel war mit einer Fahrbahnbreite von 7,00 m und Banketten von je 1,20 m konzipiert. Aehnliche Dimensionen wiesen auch die Galerien und Brücken auf.

Nach eingehender Ueberprüfung dieser Masse wurde im Einvernehmen mit dem Kant. Tiefbauamt eine Reduktion der Fahrbahn-Grundbreite von 7,00 m auf 6,00 m und der Bankettbreiten von 1,00 m auf 0,50 m beschlossen. Angesichts des Charakters der Flüelastrasse als Passverbindung und der, aufgrund der Steigungsverhältnisse möglichen Fahrgeschwindigkeiten, erscheint eine solche Reduktion zweckmässig und vertretbar. Diese bringt auch für die Schneeräumung der verbleibenden offenen Strecken keine Nachteile. Die Querschnitte für die einzelnen Strecken wurden dementsprechend für das redimensionierte Projekt 1983 wie folgt festgelegt (vgl. auch Beilagen 1, 2 und 3):

	Offene Strecken m	Tunnel m	Galerien m	Brücken m
Fahrbahn-Grundbreite (bei engen Radien kommt Verbreiterung nach Norm dazu)	6,00	6,50	6,00	6,00
Bankette	2x0,50	2x0,80	2x0,80	2x0,50
Konsolen-Köpfe				2x0,60
Totalbreite	7,00	8,10	7,60	8,20
Als Vergleich, Total- breite Projekt 1981	9,00	9,40	9,50	10,20

2.2 Projektierungsrichtlinien

Die Ausbaugeschwindigkeit (minimale Projektierungsgeschwindigkeit) von 50 km/h wird für das Projekt 1983 grundsätzlich beibehalten. Dementsprechend wird, mit Ausnahme der Wendeplatten, der minimale Radius bei 80 m festgelegt. Bei den maximalen Steigungen wird neu die Grenze auf 10 % festgelegt, insbesondere für Galeriestrecken, welche ja schneefrei bleiben. Bei den offenen Strecken wird 8 % als Maximalwert angestrebt.

Für die Dimensionierung der Tunnellüftung (Verkehrsbelastung 1'000 Mfz/h mit 10 % Lastwagenanteil), sowie für alle übrigen Projektelemente bleiben die Richtlinien unverändert.

2.3 Grundlagen für Kostenberechnung

Um die Vergleichbarkeit mit dem Projekt 1981 zu gewährleisten, werden sämtliche Kostenberechnungen des revidierten Projektes auf der 1981 verwendeten Basis - Preisbasis Februar 1981 - durchgeführt.

Die Kostenermittlung der Projektänderungen erfolgt nicht durch %-Abzüge sondern durchwegs anhand von neu ermittelten Massenberechnungen. Für die Zuschläge für Unvorhergesehenes, Projekt und Bauleitung sowie Nebenkosten werden die gleichen %-Sätze verwendet wie im Jahr 1981.

3. UEBERARBEITUNG RAMPE NORD

3.1 Projektbeschreibung mit Angabe der Aenderungen gegenüber Projekt 1981

Gegenüber dem Projekt 1981 sind folgende Aenderungen vorgenommen worden:

a. Projektabgrenzung

Im Projekt 1981 wurden auch die Massnahmen zur Gewährleistung der Wintersicherheit für den Abschnitt ab Davos-Stilli bis zum Projektbeginn beim Restaurant Alpenrose (Projekt-km 0.00) kostenmässig einbezogen. Nachdem diese Massnahmen unabhängig vom vorliegenden Projekt zu realisieren sind werden neu die entsprechenden Kosten (rund 7 Mio Fr.) hier nicht mehr berücksichtigt. Die Lawinengalerie "Alpenrose" selber (im Grenzbereich des Projektbeginns) gilt hingegen als Bestandteil des Projekts, da sie nur im Zusammenhang mit der Weiterführung des Ausbaus erstellt wird.

b. Normalprofile (vgl. Beilagen 1 und 3)

Wie in Kapitel 2 eingehend dargelegt, werden dem revidierten Generalen Projekt reduzierte Normalprofile zugrunde gelegt. Die Grundbreiten (ohne Kurvenverbreiterungen) betragen:

- offene Strecken: 7.00 m (Projekt 1981: 9.00 m)
- Galerien: 7.60 m (Projekt 1981: 9.50 m)
- Brücken: 8.20 m (Projekt 1981: 10.20 m)

c. Linienführung (vgl. Beilage 4)

Die im Projekt 1981 vorgesehene Linienführung wird beibehalten, da eine weitergehende Anpassung an die bestehende Strasse keine Kosteneinsparungen bringt und verkehrstechnisch sowie hinsichtlich Wintersicherheit ungünstig wäre.

d. Kunstbauten

Für den wintersicheren Ausbau der Flüelastrasse sind auf der nördlichen Rampe grundsätzlich die gleichen Kunstbauten erforderlich, wie sie im Projekt 1981 vorgesehen waren, nämlich:

Galerie Alpenrose	Länge 172.5 m
Brücke Tschuggen	Länge 74.5 m
Galerie Wägerhus	Länge 900.0 m
Brücke Mälchasten	Länge 153.0 m

Aenderungen gegenüber dem Projekt 1981 ergeben sich hier aus der Reduktion der Strassenbreite.

Eingehende Studien und Kostenuntersuchungen bei den Galerien Alpenrose und Wägerhus zeigten, dass die Reduktion der Strassenbreite grundsätzlich sowohl tal- wie auch bergseits vorgenommen werden kann. Das Gelände im Abschnitt der Galerien führt weitgehend zu sehr einfachen Foundationen, ohne kostspielige Stützkonstruktionen und talseitige Lehenplatten. Bergseits sind Aushub und Foundation bedingt durch die Hangneigungen ebenfalls nicht übermässig aufwendig. Eine nur tal- oder bergseitige Reduktion der Strassenbreite bringt somit keine Kostenvorteile. Die Verschmälerung erfolgt hier zweckmässigerweise symmetrisch zur Strassenachse.

Die im Rahmen des Generellen Projektes 1981 durchgeführten Voruntersuchungen bezüglich der Tragwerkskonstruktion führten bei der Galerie Alpenrose zu einem rechtwinkligen Ortsbetonrahmen mit horizontaler Flachdecke, bei der Galerie Wägerhus zu einer Gewölbekonstruktion mit talseitig geneigter Stütze. Gewölbequerschnitte sind verglichen mit Rechteckkonstruktionen grundsätzlich umso kostengünstiger, je länger die Baulose und je grösser die Spannweiten der Galeriequerschnitte sind. Zu berücksichtigen ist dabei, dass der rechteckige Querschnittstyp bei Kurvenverbreiterungen örtlich problemlos ange-

passt werden kann, dies im Gegensatz zum Gewölbetyp, der aus wirtschaftlichen und ausführungstechnischen Ueberlegungen auf der ganzen Galerielänge die gleiche, d.h. die in diesem Abschnitt grösste Spannweite aufweisen muss. Vergleichsrechnungen zwischen den beiden Tragwerkstypen ergaben für die Galerie Wägerhus mit den neuen Strassenbreiten leichte Kostenvorteile für den Rechteckquerschnitt. Damit kann die 900 m lange Galerie ohne Kostenfolge in mehrere Baulose aufgeteilt werden.

Für die beiden Brücken Tschuggen und Mälchasten wurden die vorgesehenen Tragwerkskonzepte mit den neuen Brückenbreiten untersucht. Sowohl Spannweiten wie auch Querschnittstypen können weiterhin beibehalten werden, da sich aus wirtschaftlicher und ästhetischer Sicht keine Aenderungen aufdrängen.

Brücken und Galerien sind auch bei reduzierter Strassenbreite in Ortsbeton zu erstellen. Lösungen in ganzer oder teilweiser Vorfabrikation sind hier weder wirtschaftlich noch zweckmässig.

Bei allen Kunstbauten wurden die Detailabmessungen den neuen Randbedingungen aufgrund statischer, konstruktiver und wirtschaftlicher Ueberlegungen angepasst.

4. UEBERARBEITUNG TUNNEL

4.1 Projektbeschreibung mit Angabe der Aenderungen gegenüber Projekt 1981

Gegenüber dem Projekt 1981 sind folgende Aenderungen vorgenommen worden:

a. Tunnel-Normalprofil (vgl. Beilage 2)

Reduktion der Fahrbahnbreite von 7.00 m auf 6.50 m,
Reduktion der Bankettbreiten von 1.20 m auf 0.80 m.

Dadurch hat sich die lichte Tunnelbreite von 9.40 m um 1.30 m auf 8.10 m reduziert.

Der Aufbau der Fahrbahn und der Bankette ist gleich geblieben, hingegen ist die Fahrraumdecke mit dem Lüftungskanal gegenüber früher als Folge des geänderten Lüftungskonzeptes anders ausgestaltet, nämlich:

- Fahrraumdecke gewölbt statt Dachneigung
- Zwischenwand für getrennte Zuluft/Abluft entfällt
- die sekundären Zuluftkanäle in der Tunnelverkleidung des Fahr-
raumes entfallen.

Die Verschmälerung der Tunnelbreite und die Vereinfachung des Lüftungs-
kanales haben ein stärker gekrümmtes Tunnelgewölbe zur Folge. Der Ge-
wölberadius beträgt jetzt 4.05 m gegenüber früher 4.70 m. Die Profil-
höhe ist unverändert, da das Lichtraumprofil mit 4.50 m Höhe und der
Zuluftquerschnitt mit 11.50 m² gleich geblieben sind.

Des weiteren werden die Stärken der Gewölbeverkleidung und der Fels-
sicherung angesichts des kleineren Profilquerschnittes mit der stärkeren
Gewölbekrümmung um 5-10 cm, d.h. leicht reduziert.

Die Verschmälerung des Tunnels mit den konstruktiven Reduktionen hat je nach Profiltyp eine Verkleinerung des Ausbruchquerschnittes um 12-18 % zur Folge.

b. Linienführung (vgl. Beilage 4)

Durch die neue Gestaltung des Strassenanschlusses beim Südportal (vgl. Kap. 5.1) wurde das Portal leicht nach Norden und in Richtung Tunnel rund 30 m nach Westen verschoben. Dadurch wird das Tunnelbauwerk 30 m kürzer.

Als direkte Folge dieser Verschiebung kommt die Fahrbahnkote am Südportal um 9,78 m höher zu liegen auf Kote 2089,78 m ü.M. gegenüber 2080 m ü.M. früher. Dies ergibt für die südliche Tunnelstrecke ein kleineres Längsgefälle von 1,263 % gegenüber früher von 1,611 %.

Die Linienführung ab Lüftungszentrale Süd bis Portal Süd ist infolge dieser Portalverschiebung und Tunnelverkürzung dementsprechend geringfügig anders als im generellen Projekt 1981.

c. Geologie

Aufgrund des geologischen Berichtes zum generellen Projekt 1981 wurde im Projekt 1981 für die Profilaufteilung folgende Prognose benützt:

<u>Profiltyp/Ausbruchklasse</u>	<u>Aufteilung</u>
1 standfest	40 %
2 nachbrüchig	47 %
3 sehr nachbrüchig	10 %
4 gebräch	2 %
5 sehr gebräch	1 %
	<hr/>
	100 %

Eine erneute Ueberprüfung der geologischen Grundlagen zeigte, dass mit der Profilaufteilung nach den oben erwähnten Werten im Generellen Projekt 1981 sehr vorsichtig gerechnet wurde. Im Rahmen dieser Projektüberarbeitung wurde daher in Anlehnung an die SIA Empfehlung 199 "Erfassen des Gebirges im Untertagebau" Art. 1.5, Tabelle 2, die Profileinteilung für die schlechtesten und die günstigsten Verhältnisse vorgenommen, mit folgendem Resultat:

<u>Profiltyp/Ausbruchklasse</u>	Aufteilung in %	
	<u>schlechteste Verhältnisse</u>	<u>günstigste Verhältnisse</u>
1 standfest	63 %	87 %
2 nachbrüchig	17 %	8 %
3 sehr nachbrüchig	15 %	4 %
4 gebräch	2 %	-
5 sehr gebräch	3 %	1 %
	<u>100 %</u>	<u>100 %</u>

Im überarbeiteten Projekt 1983 wird die Hälfte der Spanne zwischen diesen zwei extremen Annahmen bezüglich den zu erwartenden geologischen Verhältnissen ausgeschöpft. Gegenüber dem Projekt 1981, wo mit wesentlich schlechteren Verhältnissen gerechnet wurde, ergibt sich dabei eine Kostenreduktion von rund 6 Mio. Fr. beim Tunnelbau.

d. Lüftung

Im Generellen Projekt 1981 wurde folgendes Lüftungssystem gewählt:

Halbquerlüftung mit 4 Lüftungsabschnitten mit Kavernenzentralen in den Viertelpunkten der Tunnellänge. Jeder Lüftungsabschnitt wurde mit zwei Zuluftventilatoren für $1/3$ und $2/3$ der totalen Luftmenge Q ausgerüstet. Der Ventilator mit $2/3 Q$ ist reversierbar und dient im Brandfall zur Absaugung der Brandgase aus dem Verkehrsraum durch Oeffnungen in der Fahrraumdecke. Der Ventilator mit $1/3 Q$ bleibt im Brandfall auf Zuluft, welche aus dem kleineren Kanalteil oberhalb der Fahrraumdecke durch Sekundärkanäle auf Fahrbahnhöhe eingeblasen wird.

Dieses System ist nun aus Kostengründen wie folgt vereinfacht worden: Die zwei Ventilatoren pro Lüftungsabschnitt werden durch einen grösseren reversierbaren Ventilator ersetzt. Der Lüftungskanal wird, wie im Gubristtunnel (N 20, Nordumfahrung Zürich), mit einer gewölbten Fahrraumdecke ohne Zwischenwand gebildet. Die Sekundärkanäle in der Tunnelwand entfallen.

Die Lüftung im Normalbetrieb funktioniert wie im ursprünglichen Generellen Projekt mit dem Unterschied, dass die gesamte Luftmenge durch die speziell ausgebildeten Oeffnungen in der Fahrraumdecke in den Verkehrsraum eingeblasen wird. Im Falle eines Brandes wird der Ventilator im Brandabschnitt auf Abluftbetrieb umgeschaltet. Die Brandgase werden durch die Oeffnungen in der Tunneldecke abgesaugt und durch den Lüftungsschacht ins Freie geführt. Auf die Frischluftzufuhr im Brandabschnitt wird verzichtet. Auf die gleiche Art wird die Lüftung im Kerenzerstrassentunnel der N 3 ausgeführt.

Die Lüftungsberechnung für dieses Konzept zeigt, dass eine etwas höhere installierte Ventilatorenleistung von 2400 kW, gegenüber früher

2100 kW, erforderlich ist. Der jährliche Energiebedarf, errechnet bei einer äquivalenten Betriebsstundenzahl von 400 Std. pro Jahr, beträgt neu rund 820'000 kWh gegenüber 776'000 kWh beim Projekt 81. Die Betriebskosten der Ventilation werden demnach nur unwesentlich höher und betragen rund Fr. 123'000.--/Jahr gegenüber Fr. 120'000.--/Jahr beim Projekt 81.

Die Berechnungen haben ferner ergeben, dass die dem redimensionierten Projekt zugrundegelegten Bauwerksabmessungen der Lüftungskanäle genügen, nämlich:

- Zuluft/Abluftkanal im Tunnel	11,5 m ²
- Zuluft/Abluftkanal im Schacht	13,5 m ²

Dank dem vereinfachten Lüftungskonzept kann die Anzahl der Lüfter von 8 auf 4 reduziert werden. Die Abmessungen der Lüftungskavernen wurden entsprechend reduziert und eine kompaktere Lösung gewählt. Die Lüftungsschächte sind in ihren Dimensionen und in der Ausgestaltung unverändert geblieben. Der Standort des Lüftungsschachtes Nord ist wegen der kürzeren Lüftungskaverne leicht verändert. Dies bringt im Gelände jedoch keine Probleme. Der Standort des Lüftungsschachtes Süd ist unverändert geblieben.

Die Portalstationen sind im wesentlichen unverändert geblieben mit Ausnahme der reduzierten Gebäudebreite als Folge der reduzierten Straßenbreite (Portalstation Nord Breitenreduktion von 28,15 m auf 26,05 m, Portalstation Süd von 31,60 m auf 30,00 m). Die in den Portalstationen angeordneten betrieblichen Räume wurden belassen, da sie für den Tunnelbetrieb unerlässlich sind. Hingegen wurde bei der Portalstation Nord auf die Garage und das Magazin verzichtet. Die Gesamtkosten der Portalgalerien sind, wie im Projekt 1981, in den Kosten des Tunnels enthalten.

Mit dem neuen Lüftungskonzept können somit folgende Reduktionen erzielt werden:

- Im Tunnel:
- Weglassung der Zwischenwand oberhalb der Fahrraumdecke
 - Weglassung der sekundären Zuluftkanäle in der Tunnelwand
- In den Lüftungszentralen:
- nur 4 Ventilatoren statt 8
 - geringere Ausmasse
- In den Lüftungsschächten und Mündungsbauwerken:
- Zustand wie im Projekt 1981 jedoch Trennwand in die Schachtaxe verschoben
 - Weglassung der Schachtaufzüge mit Winden.

4.2 Ergebnis der Kostenberechnungen

Für das redimensionierte Generelle Projekt 1983 ergeben sich für den Strassentunnel folgende Erstellungskosten:

Flüela Strassentunnel

Gesamtkosten Projekt 1983: 191,7 Mio Fr.
=====

Gegenüber den Kosten des Tunnels nach ursprünglichen Projekt 1981 von 221,2 Mio Fr. bedeutet dies Einsparungen von 29,5 Mio Fr. oder rund 13,3 %.

Die Hauptpositionen, bei welchen Einsparungen erzielt werden konnten, sind:

- Baustelleneinrichtungen, Einsparung rund 3,5 Mio Fr.
- Bauarbeiten Tunnelröhre, Einsparung rund 18,4 Mio Fr.
- Bauarbeiten Lüftungszentrale, Einsparung rund 2,8 Mio Fr.
- Elektromech. Einrichtungen, Einsparung rund 2,2 Mio Fr.
- Diverses, Einsparung rund 2,6 Mio Fr.

c. Linienführung (vgl. Beilage 4)

Die einzige Projektänderung bezüglich Trassewahl, welche zu Kosteneinsparungen führt, betrifft den Abschnitt Tunnelportal Süd bis km 11,625. Auf dieser Strecke von ca. 1,6 km Länge wird das Längsgefälle von 9 % auf 10 % erhöht und die Linienführung dementsprechend dem Terrain angepasst, wobei die neue Strasse auf diesem Abschnitt in einer Galerie mehr oder weniger parallel zur bestehenden Strasse, jedoch tiefer im Hang des Susascatales, verläuft. Der Vorteil dieser vertikalen Verschiebung liegt darin, dass nun der Anschluss der Passstrasse kurz vor dem Tunnelportal Süd erfolgen kann. Damit entfällt die rund 1,3 km lange Zufahrt zur Passstrasse, welche im Projekt 1981 auf über 800 m Länge auf dem Dach der Galerie Champatsch verläuft. Ebenso entfällt die vorgesehene neue Brücke Val Fless bei km 13,09.

d. Kunstbauten

Die Ueberprüfung bezüglich der Notwendigkeit von Kunstbauten zeigte, dass auf die beiden Objekte Brücke Val Fless und Galerie Vdourchas verzichtet werden kann. Durch die oben erwähnte Verlegung des Anschlusses an die alte Passstrasse in die Gegend des Tunnel-Südportals können bei der Einmündung des Val Fless in das Tal der Susasca das bestehende Trasse und die vor einigen Jahren erstellte Brücke über die Aua da Fless ohne grosse Anpassungen in das neue Projekt einbezogen werden. Der Abschnitt im Bereich der Lawinengalerie Vdourchas ist beschränkt lawinensicher, d.h. die Strecke wird nur selten - etwa alle 30 bis 60 Jahre - durch Lawinen verschüttet. Auf das Bauwerk Vdourchas kann ohne die Wintersicherheit entscheidend zu verringern, verzichtet werden. Für die Südrampe sind somit folgende Kunstbauten erforderlich:

Galerie Champatsch	Länge	2970.0 m
Galerie Grimatta	Länge	180.0 m
Galerie Chant Blau	Länge	105.0 m

Galerie Jenna	Länge	172.5 m
Wendeplatte Russatsch	Länge	105.0 m
Brücke Susasca	Länge	113.0 m
Tunnel Las Sejas	Länge	165.0 m
Galerie Las Sejas	Länge	335.0 m
Galerie Sassée	Länge	105.0 m
Wendeplatte Spadlas	Länge	90.0 m

Die Galerie Champatsch ist im Projekt 1983 30 m länger als im Projekt 1981, entsprechend der Verkürzung des Tunnels um 30 m (die Galerie setzt direkt an die Portalgalerie Süd an).

Im Rahmen der Ueberarbeitung des Streckenabschnittes Tunnelportal Süd bis km 11,625 wurde auch geprüft, ob die Beibehaltung des heutigen Trasses mit Erstellung der Galerie Champatsch längs der bestehenden Passstrasse Kostenvorteile bringt. Für die Ermittlung der Vergleichskosten sind hier neben den unterschiedlichen Massen auch die Einheitspreise von Bedeutung. Aufgrund von Submissionsauswertungen bei ähnlichen Galerien liegen die Einheitspreise für "unter Verkehr" zu erstellende Bauwerke im Minimum um 20 % höher. Ebenfalls höher ist bei einer Trassierung auf der alten Passstrasse die Installationspauschale (Lichtsignalanlagen, aufwendige Verkehrsführungen). Demgegenüber ergeben sich beim Bau der Galerie auf der alten Passstrasse Einsparungen bei den Erd- und Unterbauarbeiten (kleinerer Aushub, einfachere Foundationen). Die Vergleichskosten betragen für die Galerie im neuen Trasse Fr. 20'800.-/m' und für die Galerie im Bereich der alten Passstrasse Fr. 22'900.-/m'. Unter Berücksichtigung der um Fr. 2'100.-/m' höheren Erstellungskosten sowie der schweren Verkehrsbehinderungen und der damit verbundenen längeren Bauzeit ist es nicht zweckmässig, die Galerie Champatsch im Trasse der alten Passstrasse zu erstellen.

Die Reduktion des Normalprofils wurde bei den Kunstbauten der Südrampe wie folgt vorgenommen:

Bei den Brücken erfolgt die Verschmälerung zweckmässigerweise symmetrisch zur Strassenachse. Die auf der Südseite weitgehend steilen Talflanken erforderten im Projekt 1981 insbesondere bei der Galerie Champatsch aufwendige und kostspielige Foundationen und Lehenplattenkonstruktionen. Eingehende Vergleiche zeigten, dass wesentliche Kosteneinsparungen erreicht werden, wenn bei den Galerien die volle Reduktion der Strassenbreite auf der Talseite vorgenommen wird.

Im Falle der Galerie Champatsch ($L = 2'970 \text{ m}$) ist aus dem Kostenvergleich klar ersichtlich, dass der Rechteckquerschnitt bis zu einer Strassenbreite von ca. 9.4 m kostengünstiger ist als der Gewölbequerschnitt. Für die neue reduzierte Strassenbreite ist grundsätzlich der rechteckige Rahmenquerschnitt anzuwenden, dessen Vergleichskosten um rund 5.45 % günstiger sind. Damit kann das Bauwerk auch der variablen Strassenbreite in den Kurven optimal angepasst werden, dies im Gegensatz zum Gewölbequerschnitt, dessen Spannweite in Querrichtung auf der ganzen Bauwerkslänge aus ausführungstechnischen und wirtschaftlichen Gründen der maximalen Strassenbreite zu entsprechen hat. Ebenfalls kann die Galerie Champatsch problemlos in mehrere kleinere Baulose aufgeteilt werden, da keine teureren Gewölbeschalwagen zum Einsatz gelangen, die nur bei grosser Etappierung wirtschaftlich sind.

Bei den Brückentragwerken auf der Südrampe drängen sich keine konzeptionellen Aenderungen auf. Die vorgesehenen Spannweiten und Querschnittstypen sind auch für die reduzierten Breiten zweckmässig und wirtschaftlich. Dabei werden alle Kunstbauten, wie bereits im Generellen Projekt 1981 vorgesehen, in Ortsbeton ausgeführt.

5.2 Ergebnis der Kostenberechnungen

Die Erstellungskosten der Rampe Süd gemäss Generellem Projekt 1983 betragen total

121,90 Mio Fr.

Gegenüber den Kosten dieses Abschnittes beim Projekt 1981 von 144,55 Mio Fr. ist hier somit eine Einsparung von 22,65 Mio Fr. oder 15,7 % realisierbar.

Diese Kosteneinsparung resultiert in erste Linie aus folgenden Positionen:

- Ausklammerung der Lawinenschutzmassnahmen, welche zur Umfahrung Susch gehören, Einsparung ca. 1,6 Mio Fr.

- Strassenbau, Reduktion des Querschnitts und Trasseänderung, Einsparung ca. 7,5 Mio Fr.

- Kunstbauten, Reduktion des Querschnitts und Wegfall von zwei Bauwerken, Einsparung ca. 13,5 Mio Fr.

6. KOSTENZUSAMMENSTELLUNG UND VERGLEICH MIT PROJEKT 1981

6.1 Vergleich Erstellungskosten

(Zahlen in Franken, Kostenbasis Februar 1981)

Projekt 1981	Rampe Nord	Tunnel	Rampe Süd	Total
Projekt und Bauleitung	1'089'900.-	11'000'000.-	4'187'750.-	16'277'650.-
Landerwerb	390'000.-	200'000.-	730'000.-	1'320'000.-
Strassenbau	15'990'000.-)210'000'000.-	37'890'000.-)385'052'350.-
Kunstbauten	19'430'100.-		101'742'250.-	
Total	36'900'000.-	221'200'000.-	144'550'000.-	402'650'000.-

Rev. Projekt 1983	Rampe Nord	Tunnel	Rampe Süd	Total
Projekt und Bauleitung	924'690.-	11'000'000.-	3'345'050.-	15'269'740.-
Landerwerb	338'000.-	200'000.-	360'000.-	898'000.-
Strassenbau	7'745'000.-)180'470'000.-	29'912'000.-)323'832'260.-
Kunstbauten	17'422'310.-		88'282'950.-	
Total	26'430'000.-	191'670'000.-	121'900'000.-	340'000'000.-

Einsparungen	Rampe Nord	Tunnel	Rampe Süd	Total
Projekt und Bauleitung	165'210.-	-	842'700.-	1'007'910.-
Landerwerb	52'000.-	-	370'000.-	422'000.-
Strassenbau	8'245'000.-)29'530'000.-	7'978'000.-)61'220'090.-
Kunstbauten	2'007'790.-		13'459'300.-	
Total	10'470'000.-	29'530'000.-	22'650'000.-	62'650'000.-

Die Quellen der einzelnen Kostenreduktionen sind in den Kapiteln 3, 4 und 5 dieses Berichtes eingehend erläutert. Zusammenfassend seien hier die Hauptpositionen nochmals aufgeführt.

a. Kosten für Wintersicherheits-Massnahmen
ausserhalb der Projektgrenzen

Im Gegensatz zum Projekt 1981 werden im revidierten Projekt 1983 die Schutzmassnahmen der Strecke Davos bis Davos-Alpenrose (km 0.0) sowie oberhalb Susch in die Kosten nicht mehr einbezogen. Dies nachdem diese Massnahmen unabhängig vom durchgehenden Ausbau der Flüelastrasse, im Rahmen anderer Projekte, zu realisieren sind. Die entsprechende Kostenreduktion beträgt rund 8,6 Mio Fr.

b. Kostenreduktionen auf den Tunnel-Zufahrts-
rampen infolge Reduktion des Strassenquerschnittes

Die Reduktion des Strassenquerschnittes um rund 2,0 m (vgl. Kap. 2.1) bringt auf den Streckenabschnitten ausserhalb des Tunnels Kostenreduktionen um total rund 21 Mio Fr. Auf den Strassenbau entfällt dabei (als Folge der Massenreduktion bei Belag, Unterbau, etc.) ein Anteil von ca. 6 Mio Fr. Bei den Kunstbauten erlaubte die Breitenreduktion zum Teil wesentliche konstruktive Vereinfachungen, so dass hier total über 15 Mio Fr. eingespart werden konnten.

c. Kostenreduktionen auf den Tunnel-Zufahrts-
rampen infolge Projektänderung

Bezüglich Linienführung der Strasse unterscheidet sich das Projekt 1983 vom Projekt 1981 nur im 1,6 km langen Abschnitt der Südrampe unmittelbar am Tunnelportal Süd angrenzend. Durch die Wahl einer Steigung von 10 % statt 9 % im Bereich der Galerie Champatsch konnte die südliche Zufahrt zur Passstrasse (Offenhaltung im Sommer) wesentlich vereinfacht werden. Die Einsparung, inkl. Wegfall einer neuen rund 100 m langen Brücke Val Fless, beträgt hier rund 3 Mio Fr.

d. Kostenreduktionen bei Tunnel

Die Kostenreduktion von fast 30 Mio Fr. für den Tunnel wurden wie folgt erreicht:

- Verkleinerung des Tunnel-Normalprofiles sowie Massenreduktion Fundationsschicht und Belag entsprechend der reduzierten Strassenbreite
- Vereinfachung des Lüftungskonzeptes (Wahl eines ähnlichen Konzeptes wie beim Kerenzerstrassentunnel der N 3)
- Neue Annahmen bezüglich Tunnel-Profiltypen aufgrund der Ueberprüfung der geologischen Verhältnisse
- Verkürzung des Tunnels um rund 30 m infolge Projektänderung bei der Südrampe (vgl. Pkt c hiervoor).

Diese Einzelfaktoren überlappen sich teilweise in ihren Auswirkungen, so dass keine Kostenaufteilung nach den einzelnen Faktoren möglich ist. Gesamthaft entfallen rund 90% der Einsparungen auf die Bauarbeiten und der Rest auf die elektromechanischen Einrichtungen.

6.2 Vergleich Betriebs- und Unterhaltskosten

Die Betriebs- und Unterhaltskosten des Tunnels erfahren keine Aenderung bei den Positionen Beleuchtung, Tunnelreinigung und Technischer Betrieb (Total Fr. 680'000.-/Jahr). Für die Ventilation ist mit einer minimalen Kostenerhöhung von Fr. 120'000.-/Jahr auf Fr. 123'000.-/Jahr zu rechnen (neues Lüftungskonzept), beim baulichen und elektromechanischen Teil tritt hingegen eine Kostenreduktion von Fr. 95'000.- ein (entsprechen der reduzierten Erstellungskosten). Gesamthaft reduziert sich hier der Aufwand für Betrieb und Unterhalt von Fr. 1'740'000.-/Jahr auf rund Fr. 1'648'000.-/Jahr.

Die Betriebs- und Unterhaltskosten der Zufahrtsrampen (Fr. 500'000.-/Jahr) sowie der Aufwand für den Polizeidienst (Fr. 600'000.-/Jahr) werden vom Projekt 1981 unverändert übernommen.

Die gesamten Betriebs- und Unterhaltskosten (inkl. Polizeidienst) reduzieren sich damit gemäss Projekt 1983 um rund Fr. 90'000.-/Jahr von total Fr. 2'840'000.-/Jahr auf Fr. 2'748'000.-/Jahr. Die Mehrkosten gegenüber dem Betrieb und Unterhalt der bestehenden Strasse (Fr. 1'060'000.-/Jahr) betragen Fr. 1'688'000.-/Jahr.

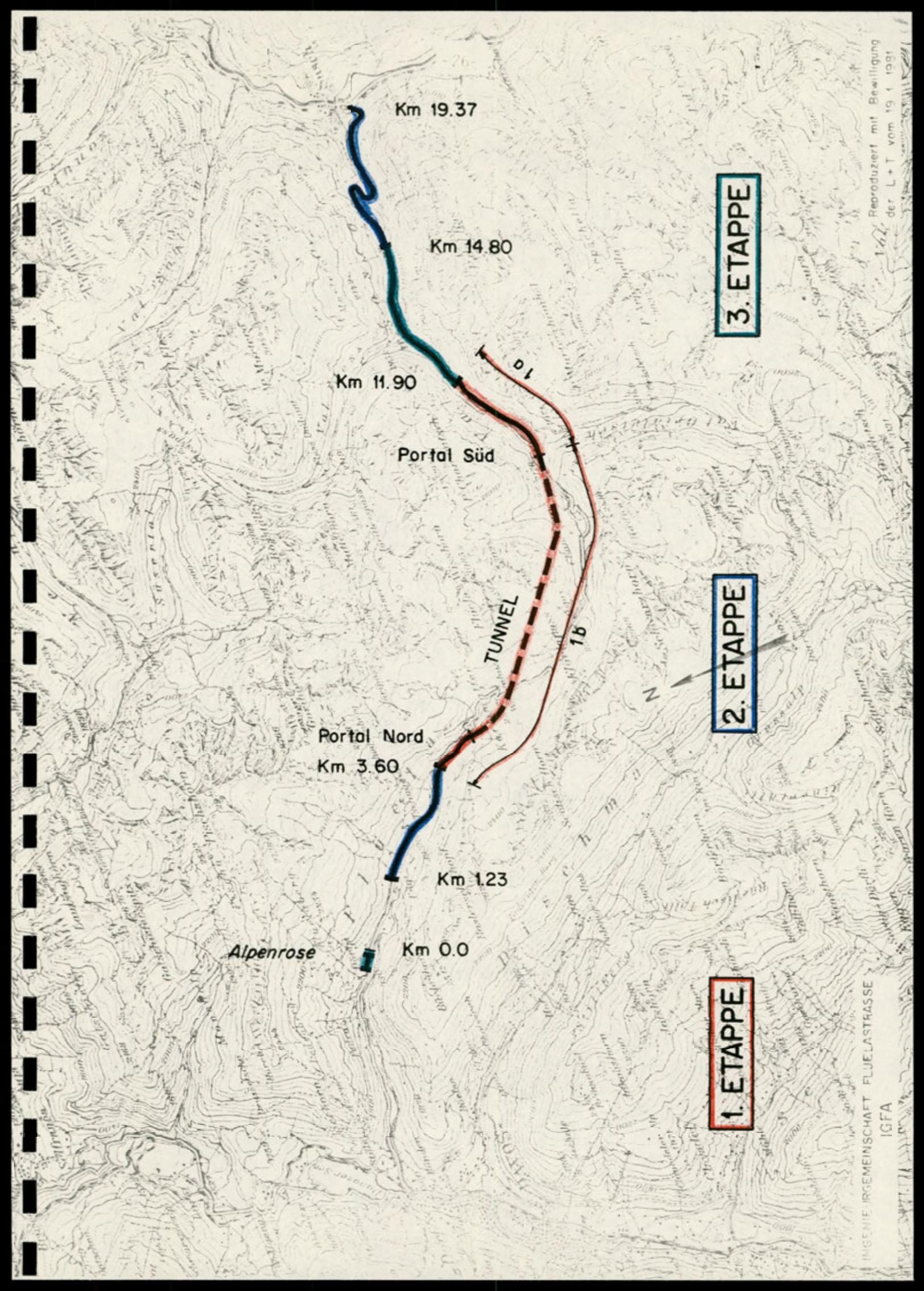
7. ETAPPIERUNG UND WINTERSICHERHEIT

Die Unterteilung der Realisierung der wintersicheren Flüelastrasse in einzelnen Haupt-Etappen ist für das Projekt 1983 grundsätzlich gleich wie beim Projekt 1981. Die Darstellung auf folgender Seite zeigt die Abgrenzung der gewählten drei Haupt-Etappen. Als erste und wichtigste Etappe ist, aufgrund des Nutzens punkto Wintersicherheit, der Tunnel mit den beidseitig angrenzenden Abschnitten I der Rampen Nord und Süd zu erstellen. Die Kosten dieser ersten Etappe reduzieren sich im Projekt 1981 um rund 40 Mio. Fr. gegenüber denjenigen des Projektes 1981 und betragen rund 244 Mio. Fr.

Mit der Realisierung dieser ersten Etappe kann der Anteil der nicht wintersicheren Strecke von heute 48% auf 14% und die Anzahl Tage, an denen der Pass gesperrt ist, von heute 40 Tage auf 10 Tage pro Jahr (Mittelwert) reduziert werden.

Aufgrund der neuen Linienführung der Strasse im Abschnitt I der Südrampe (Tunnelportal Süd bis km 11,9) sowie des neu platzierten Anschlusses der Passstrasse, kann innerhalb der vorerwähnten ersten Etappe zunächst die Galerie Champatsch mit dem Anschluss der Passstrasse erstellt werden. Nachdem die heutige Strasse in diesem Abschnitt nicht nur im Winter unsicher ist, sondern auch im Sommer von Steinschlag gefährdet ist, würde ein Vorziehen der Realisierung der Galerie Champatsch einen besonders wertvollen Beitrag zur allgemeinen Sicherheit auf der Flüelastrasse bringen. Die Baukosten dieses Ausbaus (Etappe 1.a in der Darstellung auf folgender Seite) betragen 48 Mio. Fr.

Die Ausführung der Arbeiten an den übrigen Abschnitten der Flüelastrasse kann im Rahmen der 2. und 3. Etappe relativ fein unterteilt werden. Dies ermöglicht sowohl eine zeitliche Streckung der Realisierung, als auch eine Straffung derselben, letzteres indem gleichzeitig an verschiedenen Abschnitten gearbeitet werden kann. In ersten diesbezüglichen Studien des kantonalen



3. ETAPPE

2. ETAPPE

1. ETAPPE

Km 19.37

Km 14.80

Km 11.90

Portal Süd

Portal Nord

Km 3.60

Km 1.23

Alpenrose

Km 0.0

TUNNEL

N

Reproduziert mit Bewilligung
der L+T vom 19. 1. 1991

INGENIEURGENEINSCHAFT FLUELASTRASSE
IGFA

Tiefbauamtes vom November 1982 wurden bereits konkrete Möglichkeiten der Aufteilung der Rampen in einzelnen Baulosen aufgezeigt, wobei im Interesse einer wirtschaftlichen Bauausführung eine allzustarke Zerstückelung der Ausbautetappen vermieden werden soll. Im wesentlichen wurde dabei festgestellt:

- Im Rahmen der 2. Etappe kann die Nordrampe (km 1,23 - km 3,60, mit Kosten von total 18,1 Mio. Fr.) beliebig in voneinander unabhängige Lose aufgeteilt werden. Auf der Südrampe (km 14,80 - Susch, mit Kosten von total 36,8 Mio. Fr.) ist die Unterteilung in drei Lose möglich. Die Umfahrung Susch selber ist unabhängig vom Ausbau der Flüelastrasse.
- In der 3. Etappe verbleibt auf der Nordrampe die Galerie Alpenrose und auf der Südrampe der Abschnitt km 11,9 - km 14,8. Letzterer Abschnitt mit Kosten von total 37,5 Mio. Fr. kann ebenfalls in drei Lose aufgeteilt werden, wobei eines dieser Lose bei Bedarf sogar feiner unterteilt werden könnte.

Die Gesamtkosten von 340 Mio. Fr. teilen sich auf die 3 Hauptetappen wie folgt auf:

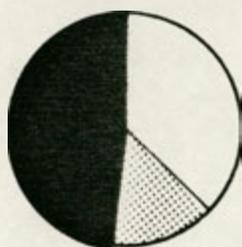
1. Etappe:		
1a:	48 Mio. Fr.	
1b:	<u>196 Mio. Fr.</u>	244 Mio. Fr.
2. Etappe:		55 Mio. Fr.
3. Etappe:		41 Mio. Fr.

Für die Realisierung der 1. Etappe ist mit einer Bauzeit von 6 bis 7 Jahren zu rechnen. Das Bauprogramm der weiteren Etappen kann wie erwähnt, zeitlich beliebig gestaffelt werden, im Minimum ist hierfür mit einer Bauzeit von 4 bis 5 Jahren zu rechnen.

In der Darstellung auf folgender Seite ist der Beitrag der einzelnen Etappen zur Wintersicherheit (bezogen auf die gesamte Strecke Davos - Susch) dargestellt.

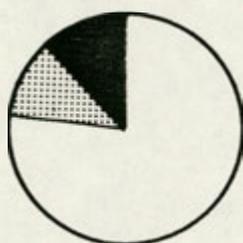
Wintersicherheit nach Ausbautetappen

Ist-Zustand



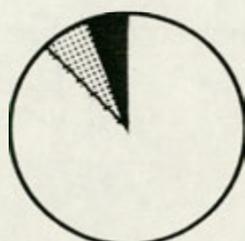
Heute muss praktisch die Hälfte der Flüelastrasse als nicht wintersicher bezeichnet werden. Dementsprechend resultieren jährlich ungefähr 40 Verkehrsausfalltage.

1. Etappe



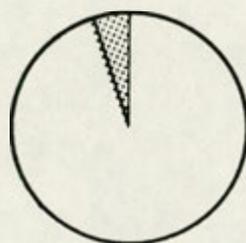
Nach Realisierung der 1. Etappe beträgt der Anteil der nicht wintersicheren Streckenabschnitte noch 14 %. Sperrungen sind noch höchstens an 10 Tagen pro Jahr zu erwarten.

2. Etappe



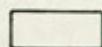
Nach Realisierung der 2. Etappe beträgt der Anteil der nicht wintersicheren Streckenabschnitte noch 7 %. Die Offenhaltung kann nur noch an 5 Tagen pro Jahr nicht gewährleistet werden.

3. Etappe



Nach Abschluss des Ausbaus gemäss dem vorliegenden Projekt verbleiben keine Abschnitte mehr, welche als nicht wintersicher bezeichnet werden müssen. Im Durchschnitt dürfte pro Jahr nicht mehr als 1 Verkehrsausfalltag infolge Lawinengefahr entstehen.

Legende :



wintersicher



beschränkt
wintersicher



nicht
wintersicher

8. GESAMTBEURTEILUNG DES REVIDIERTEN PROJEKTES

Mit dem Ausbau der Flüelastrasse soll eine wintersichere Strassenverbindung zwischen dem Prättigau und dem Unterengadin realisiert werden. Diese Verbindung entspricht einem ausgewiesenen Bedürfnis aufgrund der Verkehrsnachfrage und ist im Hinblick auf die Verbesserung der Verkehrsgunst des abgelegensten Landesteiles der Schweiz von grosser Bedeutung.

Im Rahmen der durchgeführten Projektrevision wurde das Projekt 1981 in allen Teilen kritisch überprüft, um abzuklären, ob und wie die Flüelastrasse bei Aufrechterhaltung der hohen Sicherheitsanforderungen kostengünstiger ausgebaut werden könnte. Die Abklärungen bezüglich Linienführung der Strasse sowie Lage bzw. Länge des vorgesehenen Strassentunnels zeigten deutlich, dass kostengünstigere grundsätzliche Alternativen (z.B. Var. Scheiteltunnel) die Inkaufnahme einer entscheidenden Herabsetzung der Wintersicherheit und eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes mit sich bringen.

In Anbetracht der Tatsache, dass ohne Gewährleistung einer genügenden Wintersicherheit das Hauptziel des Flüelastrassenprojektes nicht erfüllt ist, wurde daher für das revidierte Projekt 1983 das Grundkonzept des Projektes 1981 - insbesondere der rund 5,4 km lange Strassentunnel - beibehalten. Verschiedene Massnahmen, die nachfolgend näher erläutert werden, erlaubten dennoch eine merkliche Kostenreduktion gegenüber dem Projekt 1981. Gegenüber den Kosten des Projektes 1981 von rund 403 Mio.Fr. kann nun ein Projekt mit Erstellungskosten von rund 340 Mio. Fr. vorgeschlagen werden. Diese Kostenreduktion um rund 63 Mio. Fr. oder über 15% ist hauptsächlich auf die Reduktion der vorgesehenen Strassenbreite, der Vereinfachung des Lüftungskonzeptes des Tunnels und einer relativ geringfügigen Trasseänderung an der Südrampe zurückzuführen.

Die Strassenbreite auf den offenen Strecken betrug im Projekt 1981 total 9,00 m (7,00 m breite Fahrbahn und 2 x 1,00 m breite Bankette). Im Projekt 1983 wird die Fahrbahn von 7,00 m auf 6,00 m reduziert, der seitliche Freiraum (Bankette) von je 1,00 m auf 0,50 m. Im gleichen Sinn wurde die Strassenbreite (Fahrbahn und Bankette) der Galerien von 9,50 m auf 7,60 m, diejenige im Tunnel von 9,40 m auf 8,10 m reduziert.

In Anbetracht des Charakters der Flüelastrasse - auch nach dem Ausbau - als ausgesprochene Passverbindung mit hohen Steigungen und mit engen Radien und Wendeplatten, welche auf weite Strecken keine hohen Fahrgeschwindigkeiten zulassen, darf die nun vorgesehene Strassenbreite sicher als zweckmässig bewertet werden. Der grosszügigere Ausbau gemäss Projekt 1981 bietet ohne Zweifel einen höheren Komfort an (z.B. keine Verlangsamung nötig bei Kreuzung mit entgegenkommenden Lastwagen oder Reisebussen), er bietet jedoch keinen entscheidenden Vorteil punkto Verkehrssicherheit. Grössere Strassenbreiten verleiten bekanntlich zu schnellerem Fahren, was hier der Strassengeometrie sicher nicht angemessen ist.

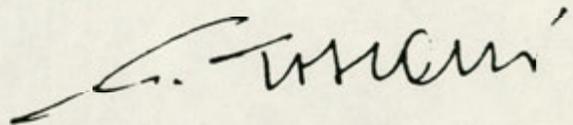
Die Vereinfachung des Lüftungskonzeptes im Tunnel wirkt sich einzig auf die Funktion der Lüftung im Fall eines Brandes aus. Das neu vorgesehene Lüftungssystem, bei welchem auf die Frischluftzufuhr im Brandabschnitt verzichtet wird, wurde auch beim Kerenzerbergtunnel der N3 gewählt. Auch diese Projektänderung darf als zweckmässige Vereinfachung bewertet werden.

Diese zwei Reduktions-Massnahmen (vor allem die Querschnittsreduktion) erlauben eine Kosteneinsparung gegenüber dem Projekt 1981 von rund 51 Mio. Fr. für die Erstellung der wintersicheren Flüelastrasse. Weitere ca. 3 Mio. Fr. Einsparung bringt die geringfügige Trasseänderung an der Süd-Rampe. Gegenüber dem Projekt 1981 wurden weitere ca. 8,6 Mio. Fr. von den Erstellungskosten der Flüelastrasse abgezogen, da es sich hierbei um Massnahmen handelt, welche zu anderen Projekten gehören und unabhängig vom Projekt der durchgehenden Flüelastrasse realisiert werden. Sämtliche Angaben zu den Kostenreduktionen sind im vorliegenden Bericht erläutert.

Das nun vorliegende Projekt 1983 der Flüelastrasse darf als der Aufgabenstellung einer wintersicheren Strassenverbindung über die Flüelaroute in jeder Hinsicht gerechte und zweckdienliche Lösung bezeichnet werden. Die Kosten von rund 340 Mio. Fr. für diese 18,75 km lange Strasse (gemäss revidiertem Projekt) sind als realistisch und angemessen zu bezeichnen.

Chur, März 1983

INGENIEURGEMEINSCHAFT
"FLÜELASTRASSE (IGFA)



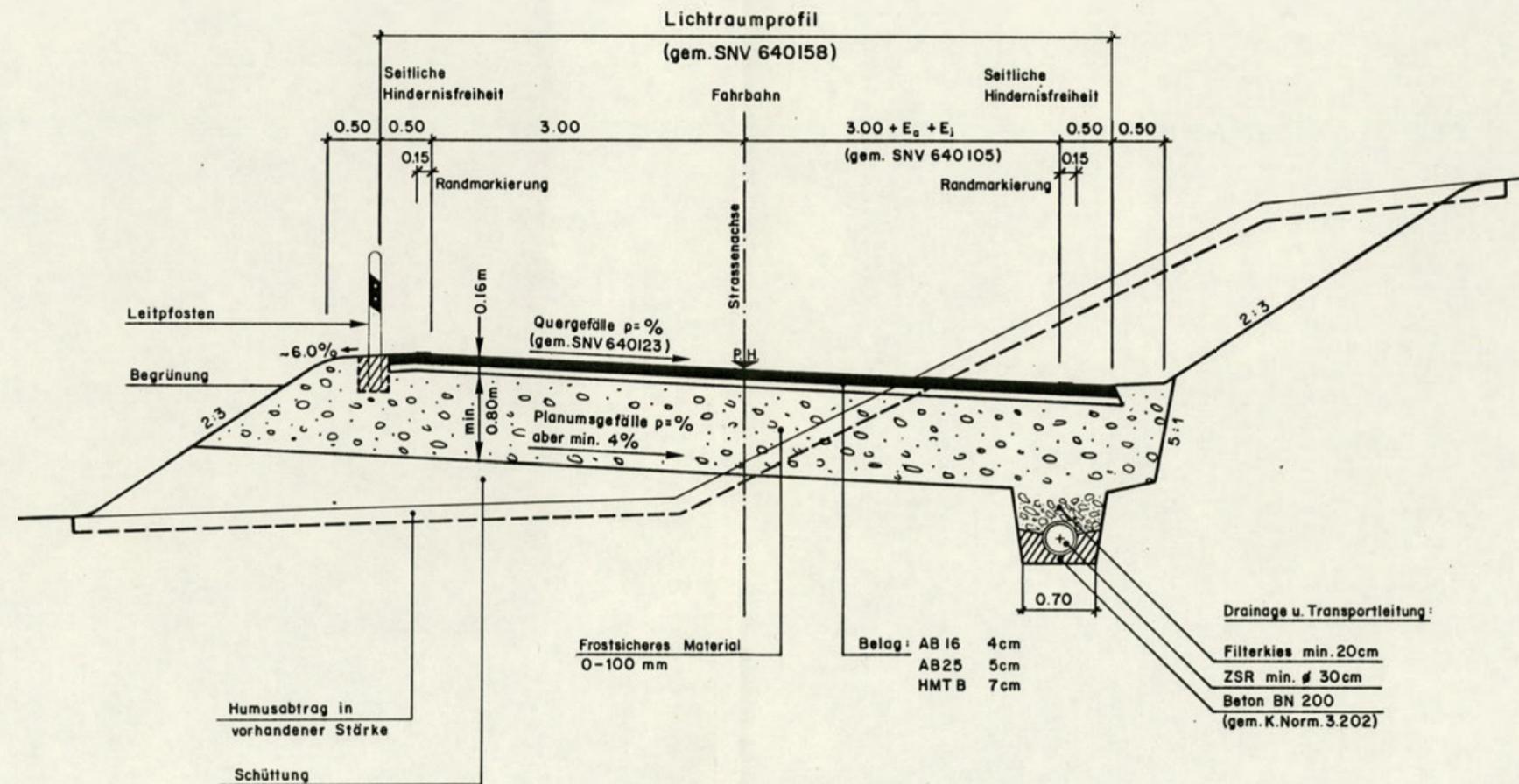
Der Projektleiter



A 28b

WINTERSICHERER AUSBAU FLÜELASTRASSE

REV. GENERELLES PROJEKT
MÄRZ 1983



NORMALPROFIL STRASSE 1:50

BEILAGE ①

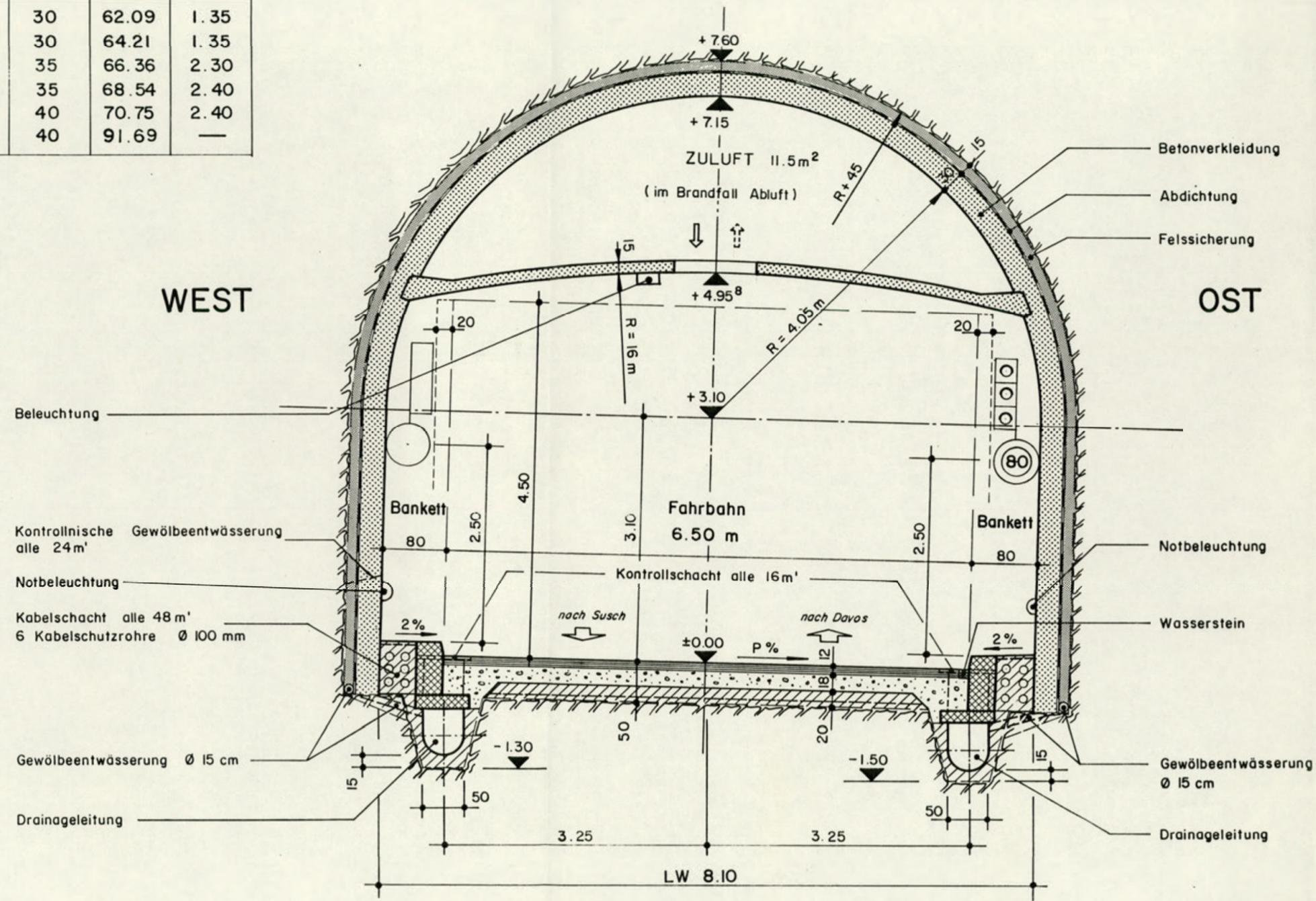
Entworfen: E. TOSCANO AG Größe: 30 / 59	Datum: MÄRZ 1983	Plan-Nr.: 28b.1788.19 A
--	---------------------	----------------------------

INGENIEURGEMEINSCHAFT FLÜELASTRASSE			
E. Toscano AG Pontresina	L. Condrau Chur	Rätia AG Chur	H. Rigendinger Chur

Profil Typ	Profil-größen	Fels-sicherung cm	Verklei-dung cm	Ausbruch m ²	
				Tunnel	Rigolen
1	R+ 35	5	30	62.09	1.35
2	R+ 45	15	30	64.21	1.35
3	R+ 55	20	35	66.36	2.30
4	R+ 65	30	35	68.54	2.40
5	R+ 75	35	40	70.75	2.40
6	R+ 85	45	40	91.69	—

PROFIL TYP 2

1 : 50



↑ Abluft
↓ Zuluft

Schwarzbelag (HMT 8 cm, Verschleisschicht 4 cm) 12 cm
 Bituminöse Sickerschicht 18 "
 Ausgleichsbeton (Fahrpiste) 20 "
 inkl. Sohlenentwässerung
 total 50 cm



A 28b

WINTERSICHERER AUSBAU FLÜELASTRASSE

REV. GENERELLES PROJEKT MÄRZ 1983

NORMALPROFIL TUNNEL 1 : 50

BEILAGE ②

Entworfen: RATIA AG Grösse: 30 / 59	Datum: MÄRZ 1983	Plan-Nr.: 28b.1788.20 A
INGENIEURGEMEINSCHAFT FLÜELASTRASSE		
E. Toscano AG Pontresina	L. Condrau Chur	H. Rigendinger Chur



A 28b

WINTERSICHERER AUSBAU
FLÜELASTRASSE

REV. GENERELLES PROJEKT
MÄRZ 1983

NORMALPROFILE GALERIEN UND BRÜCKEN

1:100

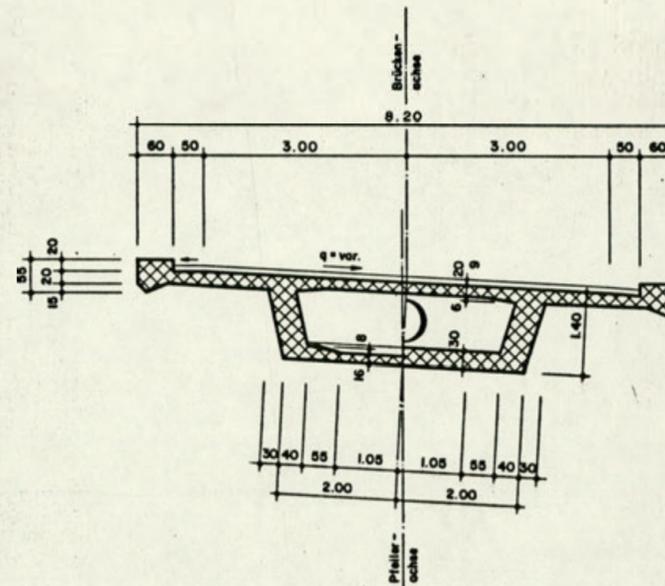
BEILAGE ③

Entworfen: H. Rigendinger Grösse: 30 / 59	Datum: März 1983	Plan-Nr.: 28b.1788.21 A
---	----------------------------	-----------------------------------

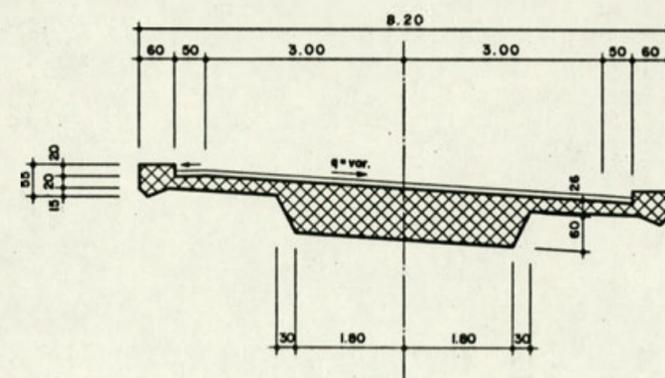
INGENIEURGEMEINSCHAFT FLÜELASTRASSE			
E. Toscano AG Pontresina	L. Condrau Chur	Rätia AG Chur	H. Rigendinger Chur

BRUECKEN

TYP HOHLKASTENQUERSCHNITT 1:100
(Brücke Tschuggen)



TYP PLATTENBALKENQUERSCHNITT 1:100
(Brücke Mälchasten)



GALERIE TYP I

