



**Rhätische Bahn**

# **Kapazitätsanalyse Albulalinie**

**Studie ausgeführt im Auftrage  
der Rhätischen Bahn**

Prof. H. Brändli  
B. Albrecht Dipl. Ing. ETH/SVI  
H. Amacker Dipl. Ing. ETH

unter Mitwirkung von  
M. Vogt (SB BA)  
J. Wichser (PP Bau)

**Februar 1985**

**IVT**

INSTITUT FÜR VERKEHRSPLANUNG  
UND TRANSPORTTECHNIK

**ETH**

ZÜRICH



**Rhätische Bahn**

Kapazitätsanalyse

Albulalinie

STUDIE AUSGEFÜHRT IM AUFTRAGE DER RHÄTISCHEN BAHN

PROF. H. BRÄNDLI  
B. ALBRECHT, DIPL.ING.ETH/SV.I  
H. AMACKER, DIPL.ING.ETH

unter Mitwirkung von

M. VOGT (SB BA)  
J. WICHSER (PP BAU)

FEBRUAR 1985

**IVT**

INSTITUT FÜR VERKEHRSPLANUNG  
UND TRANSPORTTECHNIK

**ETH**

ZÜRICH



Inhaltsverzeichnis	Seite
-----	-----
0. Zusammenfassung und Empfehlungen	1
1. Auftrag	9
1.1 Berichterstattung	9
1.2 Ausgangslage	9
1.3 Aufgabenstellung	9
1.4 Abgrenzung der Untersuchung	10
1.5 Vorgehen	11
2. Verfügbare Unterlagen	12
3. Beurteilung des bestehenden Leistungsangebotes	13
3.1 Beurteilungskriterien	13
3.2 Verkehrliche Beurteilung	13
3.2.1 Verkehrsaufkommen Personenverkehr	13
3.2.2 Tageszeitliche Gesetzmässigkeiten	15
3.2.3 Heutiger und künftiger Verkehrsmarkt beim Personenverkehr	19
3.2.4 Güterverkehr	20
3.3 Bauliche Beurteilung	21
3.3.1 Trassierungselemente	21
3.3.2 Lichtraumprofil	21
3.3.3 Stationsanlagen	21
3.3.4 Sicherungsanlagen	24
3.4 Betriebliche Beurteilung	27
3.4.1 Bestehender Fahrplan	27
3.4.2 Betriebsabwicklung	31
3.4.3 Betriebsführung	35
3.4.4 Rollmaterialeinsatz	37
3.5 Schwachstellenanalyse	38
3.5.1 Untersuchungsmethodik	38
3.5.2 Ermittlung der angebotsbezogenen Streckenleistungsfähigkeit (ASL)	38
3.5.3 Knotenleistungsfähigkeit	44
3.5.4 Resultierende Schwachstellen	45

4.	Untersuchung von Angebotsverbesserungen	50
4.1	Vorgegebene Fahrplanszenarien der RhB	50
4.1.1	Angebotsvorstellungen	50
4.1.2	Auswirkungen	50
4.2	Prognosen, Marktforderungen	51
4.3	Erweiterung der Fahrplanszenarien	51
4.3.1	Randbedingungen	51
4.3.2	Auswahl von Fahrplanszenarien	52
4.4	Kapazitätsmässige Auswirkungen	53
4.5	Qualitative Auswirkungen auf den Betrieb	53
5.	Leistungsbilanz	54
5.1	Zielsetzungen für den Betrieb	54
5.2	Massgebende Schwachstellen	55
6.	Massnahmen	56
6.1	Randbedingungen	56
6.2	Verkehrliche Massnahmen	56
6.2.1	Verkehrslenkung	56
6.2.2	Tarifarische Massnahmen	59
6.2.3	Gruppenreisenverkehr	59
6.2.4	Kundeninformation	59
6.3	Betriebliche Massnahmen	60
6.3.1	Fahrplangestaltung	60
6.3.2	Betriebslenkung und Kommunikation	62
6.4	Bauliche Massnahmen	66
6.4.1	Strecke	66
6.4.2	Bahnhöfe und Knoten	69
6.5	Massnahmen bei der Zugförderung	74
6.6	Kosten der Einzelmassnahmen	75
6.7	Bewertung der Massnahmen	75
6.7.1	Bewertung bezüglich Leistungssteigerung	75
6.7.2	Bewertung bezüglich Dienstleistungs- und Betriebsqualität	75
6.7.3	Grobbewertung	77



Verzeichnis der Abbildungen -----	Seite -----
Abb. 1: Strecke Chur-St.Moritz	10
Abb. 2: Ablauf der Untersuchung	11
Abb. 3: Jahresganglinie Albulalinie 1979	13
Abb. 4: Strukturdaten des RhB-Reisendenverkehrs	14
Abb. 5: Verkehrsbeziehungen im Bahnhof Chur	16
Abb. 6: Tagesganglinien Albulalinie vom 12.2.1983	17
Abb. 7: Gliederung der Stationsanlagen	21
Abb. 8: Zugfolgezeiten	25
Abb. 9: Fahrplan SBB 1983/85	27
Abb. 10: Fahrplan SBB 1985/87	27
Abb. 11: Betriebsführung im heutigen Zustand	36
Abb. 12: Methodik der Schwachstellenanalyse	38
Abb. 13: Leistungsfähigkeit bei verschiedenen Zugfolgen	39
Abb. 14: Berechnungsgrundlagen für zwei- und dreispurige Strecken	41
Abb. 15: Häufigkeit der Verspätungsfälle	45
Abb. 16: Ort und Häufigkeit des Auftretens	46
Abb. 17: Ort und Zeitpunkt des Auftretens	46
Abb. 18: Abschnittsleistungsfähigkeit und Auslastungsgrad im Spitzenverkehr	47
Abb. 19: Uebersicht über die Schwachstellen	48
Abb. 20: Uebersicht über die Fahrplanvarianten	52
Abb. 21: Optimierungsschema	54
Abb. 22: Gewichtung der Ziele	54
Abb. 23: Vereinfachte Darstellung der Nachfragestruktur im Oberengadin	56

Abb. 24:	Verschiebung der Nachfragespitzen (I)	57
Abb. 25:	Verschiebung der Nachfragespitzen (II)	57
Abb. 26:	Gegenrichtungsbetrieb mit Bündelung in einer Fahrrichtung	61
Abb. 27:	Vorschlag zur Gliederung der operativen und dispositiven Stellen	63
Abb. 28:	Temporäre, zentrale Zugleitstelle (ZZL)	64
Abb. 29:	Kommunikationsmittel	65
Abb. 30:	Mögliche Anordnung von Doppelspurinseln	67
Abb. 31:	Zeit-Weg Ablauf einer fliegenden Kreuzung	67
Abb. 32:	Zeitersparnis durch Eliminierung von Langsamfahrstellen bei verschiedenen Geschwindigkeitsniveaus	68
Abb. 33:	Kreuzung wenn kein schienenfreier Zugang vorhanden	70
Abb. 34:	Kreuzung bei schienenfreiem Zugang und Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt	71
Abb. 35:	Zeit-Weg Diagramm für eine Zugskreuzung bei feh- lender Möglichkeit der gleichzeitiger Einfahrt	72
Abb. 36:	Zeit-Weg Diagramm für eine Zugskreuzung mit Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt	73
Abb. 37:	Bewertung von Dienstleistungs- und Betriebsqualität	75

Verzeichnis der Tabellen	Seite
-----	-----
Tab. 1: Stationskenndaten	22
Tab. 2: Gegenüberstellung Kursbuchfahrzeiten/ Fahrzeitentabelle	30
Tab. 3: Streckenleistungsfähigkeit und -belegung während verschiedenen Betriebszeiten	42
Tab. 4: Grobbewertung	78



Verzeichnis der Beilagen  
-----

- Beilage 1: Ausschnitt aus Geschwindigkeitsprofil
- Beilage 2: Stationsanlagen
- Beilage 3: Fahrplan RhB 1983/85
- Beilage 4: Fahrplan RhB 1985/87
- Beilage 5: Sollfahrplan vom 12.2.1983
- Beilage 6: Fahrzeitentabelle
- Beilage 7: Verspätungsentwicklung auf der  
Strecke Chur-St.Moritz
- Beilage 8: Angebotsvorstellung der RhB
- Beilage 9: Verschiedene Fahrplanvarianten

0. Zusammenfassung und Empfehlungen

I. Die wichtigsten F o l g e r u n g e n der Untersuchung sind:

Verkehrlich

- Das Verkehrsaufkommen ist saisonal und während der Wochentage grossen Schwankungen unterworfen. So werden an Spitzensamstagen im Februar zehnmal so viele Fahrgäste befördert wie an einem verkehrschwachen Werktag im Mai.
- Die Spitzenwerte treten ausschliesslich an Wochenend- und Feiertagen auf. Auf die 52 Samstage entfallen ein Viertel und auf die 59 Sonn- und Feiertage ein Fünftel des jährlichen Verkehrsaufkommens. Die Albulabahn ist eine ausgesprochene Touristenbahn, d.h. die übrigen Fahrtzwecke (Pendler, Schüler, Geschäftsreisende usw.) spielen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle.
- Die höchsten Spitzenwerte werden an den Februarsamstagen erreicht, was durch den Wechsel der Feriengäste verursacht wird. Ein solcher Spitzentag war z.B. der 12.2.1983, als über die Albulalinie während der gesamten Betriebszeit 6640 Personen an- und 6051 Personen abreisten. Bei Beginn der Wintersaison (z.B. 1.12.1984) wurden dagegen am selben Querschnitt lediglich 864 an- und 1153 abreisende Fahrgäste ermittelt.
- Diese Spitzenwerte haben immer noch eine zunehmende Tendenz, was sich auch positiv auf die Entwicklung des gesamten Reisendenverkehrs auswirkt. Geht man davon aus, dass sich der gesamte Verkehr über die Albulabahn etwa gleich wie derjenige bezüglich der Region St. Moritz entwickelt hat, so dürfte das jährliche Verkehrsaufkommen von 850'000 Reisenden im Jahr 1979 Reisenden inzwischen auf rund 900'000 Reisende angewachsen sein.
- Das Schwergewicht der mit den SBB in Chur ankommenden Reisenden liegt zwischen 10.00 und 12.00 Uhr (ca.30% aller Ankommenden), dasjenige der Abreisenden zwischen 13.00 und 15.00 Uhr (ca.37%).
- Die Schwergewichte der mit der Albulabahn in Chur abfahrenden bzw. ankommenden Reisenden liegen je zwischen 11.00 und 13.00 Uhr (ca. 34% aller Anreisenden bzw. 38% aller Ankommenden). Diese ausgeprägte Mittagsspitze mit den zugehörigen Umsteigevorgängen stellt den kritischen Zeitpunkt für die Betriebsabwicklung im Bahnhof Chur für beide Bahnsysteme dar.



- Auf der nur einspurigen Albulalinie liegt am Querschnitt Samedan-Bever das Schwergewicht bei den Anreisenden zwischen 11.00 und 13.00 Uhr (ca. 41% aller Anreisenden) und dasjenige der Abreisenden zwischen 13.00 und 15.00 Uhr (ca. 32%). Somit müssen auf dem betrieblich besonders schwierigen Abschnitt Filisur-Bever allein zwischen 10.00 und 16.00 Uhr etwa 8700 Reisende oder mehr als 70% des Tagesverkehrs befördert werden! Diese Gegebenheiten rühren hauptsächlich von den heutigen Gesetzmässigkeiten des Ferienreiseverkehrs her (Fahrzeit für An- bzw. Abreise, Zeitpunkt Zimmerabgabe bzw. -bezug usw.).
- Die ein- und schmalspurige Albulalinie hat demnach an Spitzentagen etwa halb so viele Fahrgäste wie die vorwiegend doppel- und normalspurige SBB-Linie Landquart-Chur zu befördern, wobei die Mehrheit ihrer Reisenden im Bahnhof Chur umsteigen muss.
- Bezogen auf das Engadin betrug der Marktanteil der Albulalinie 1979:
  - .. ca. 747'000 Reisende oder 32% zwischen dem Norden und dem Oberengadin,
  - .. ca. 103'000 Reisende oder 12% zwischen dem Norden und dem Unterengadin.
- Für den Zeitpunkt nach Eröffnung der Vereinalinie ergeben die Prognosen folgende Werte für den Marktanteil (ganzjährig):
  - .. ca. 847'000 Reisende oder 30% zwischen dem Norden und dem Oberengadin über die Albulalinie,
  - .. ca. 473'000 Reisende oder 22% zwischen dem Norden und dem Unterengadin über die Vereinalinie.

Dies bedeutet, dass auch nach der Eröffnung des Vereinatunnels auf der Albulalinie mindestens das heutige Verkehrsaufkommen abzuwickeln bleibt! Da jene Prognose zudem noch von der vollständig freien Verkehrsmittelwahl ausging, liegt ein künftig sogar höherer Marktanteil durchaus im Bereich des Möglichen.
- Weil der Güterverkehr einerseits sowieso vorwiegend zwischen Montag und Freitag stattfinden muss und andererseits die Güterzüge eher an den Randstunden verkehren können, stellt der Güterverkehr weder heute noch in Zukunft eine massgebende Grösse dar.
- Die verkehrlichen (und betrieblichen) Bedingungen der RhB und insbesondere der Albulalinie werden folglich weitgehend durch das Angebots- und Betriebskonzept der anschliessenden SBB vorbestimmt.



Baulich und betrieblich  
-----

Aus der Schwachstellenanalyse haben sich folgende wesentliche Aussagen ergeben:

- Die Leistungsfähigkeit der Albulalinie wird heute an Spitzentagen voll ausgenutzt bzw. überschritten, wodurch die Betriebsqualität merklich sinkt. Auf den Teilstrecken Thusis-Filisur und Filisur-Bever wird die Streckenleistungsfähigkeit

.. zwischen 05.00 und 22.00 Uhr im Mittel zu 2/3  
.. zwischen 08.00 und 20.00 Uhr im Mittel zu 4/5 und  
.. zwischen 09.00 und 15.00 Uhr vollständig

beansprucht!

- Das Geschwindigkeitsprofil weist zwar relativ niedrige absolute Werte auf -ist aber nicht leistungsmindernd- und mit wenigen Ausnahmen ausgeglichen.
- Die Fahrplanauslegung weist für den Spitzenverkehr "geplante" Verspätungsquellen auf.
- Einzelne (Spezial-) Angebote während der Spitzenzeit an Grossverkehrstagen (direkte Wagen, Autozüge) führen zu unverhältnismässigen Betriebsverzögerungen.
- An Spitzentagen vermögen insbesondere die Schnellzugstationen betrieblich und verkehrlich nicht zu genügen.
- Der konzeptionelle Aufbau der Sicherungsanlagen ist richtig. Es fehlt noch die Zentralisierung einiger weniger, jedoch wichtiger Stationen.
- Die Kreuzungsabwicklung auf den Stationen wird erschwert durch das Fehlen der Möglichkeit zum gleichzeitigen Einfahren sowie teilweise infolge zu kurzer Kreuzungsgleise.
- Die Betriebslenkung erfolgt grundsätzlich dezentral. Die an Spitzentagen vorgesehene zentrale Leitstelle vermag aus technischen und organisatorischen Gründen ihre Aufgabe nur teilweise zu erfüllen.
- Der Bahnhof Chur als aufkommensstärkster Bahnhof und wichtigster Verknüpfungspunkt vermag an Spitzentagen betrieblich und verkehrlich nur teilweise zu genügen.
- Die Kundeninformation, insbesondere an Spitzentagen, ist nicht in allen Punkten genügend.



- Die Zugbildung weist gewisse Detailmängel auf.
- Die Aufenthalts- und Abfertigungszeiten, insbesondere für längere Züge, sind infolge der fehlenden automatischen Türschliessung grundsätzlich zu lang.

Diese vor allem auf den Spitzenverkehr bezogenen Punkte gelten in abgeschwächter Form durchwegs auch für den Normalverkehr.

#### Geplante Angebotserweiterungen

-----

- Der Ausbau des Grundangebotes im Spitzenverkehr um eine stündliche Doppelführung in den Hauptreisezeiten sowie die ebenfalls stündliche Führung von Autozügen lässt sich auf den bestehenden Anlagen nicht gleichzeitig realisieren.
- Gleiches gilt für die Regionalzüge Thusis-Samedan und die Schlittelzüge Bergün-Preda.
- Diese Aussagen sind weitgehend unabhängig von bestimmten Fahrplankonstellationen.

#### Leistungsbilanz

-----

- Es kann auf Grund der Methodik der Kapazitätsanalyse festgehalten werden, dass auf der Albulalinie generell keine wesentlichen Leistungssteigerungen erzielt werden können.
- Die Gesetzmässigkeiten des Einspurbetriebes beschränken die Anzahl der möglichen verkehrenden Züge eindeutig im heutigen Rahmen. Substantielle Leistungssteigerungen liessen sich, falls erforderlich, nur durch Realisierung einer durchgehenden Doppelspur verwirklichen. Doppelspurinseln erbringen die gewünschten Kapazitätssteigerungen nur wenn annähernd alle Stationsabschnitte entsprechend unterteilt würden. Diese Massnahme käme in der Verwirklichung aufwandsmässig beinahe dem erwähnten Gesamtausbau gleich, die Grundproblematik des Einspurbetriebes würde jedoch bestehen bleiben.
- Die Angebotsverbesserungen und die Abwicklung der künftigen Spitzennachfrage haben sich deshalb primär an qualitativen und nicht an quantitativen Zielsetzungen zu orientieren.
- Gewisse beschränkte Leistungssteigerungen lassen sich, bei gleichbleibender Zugzahl, durch Kapazitätserweiterungen bei den Zugkompositionen erreichen.



II. Die aus den Ergebnissen der Analyse und den Folgerungen der Zielsetzungen abgeleiteten E m p f e h l u n g e n lauten:

Verkehrliche Massnahmen  
-----

- Verkehrslenkende und tarifarische Massnahmen vermögen auf Grund der räumlichen, zeitlichen und organisatorischen Randbedingungen keine Aenderung der bestehenden angespannten Nachfragestruktur und folglich keine Verbesserung der Betriebssituation an Spitzentagen herbeiführen.
- Der Gruppenreiseverkehr soll und kann durch Einführung von Sperrzeiten und Kontigentierung den Spitzenverkehr entlasten.
- Die Kundeninformation muss vor und insbesondere während der Reise (Wagenbesprechung über Zugfunk, ZAAZ) verbessert werden. Es lassen sich damit unter anderem Zeiterparnisse beim Umsteigen in Chur erreichen.

Betriebliche Massnahmen  
-----

- Der Verzicht auf die Führung von direkten Wagen nach Pontresina und ins Unterengadin (Ersatz durch Doppelführungen) sowie die Einführung von Sperrzeiten für Autozüge bzw. -wagen und für Schlittelzüge sind kurzfristig zu realisierende betriebliche Massnahmen mit beträchtlichen Vorteilen für den Betriebsablauf.
- Die Einsetzung eines Tagessonderfahrplanes mit angepassten Fahr-, Halte- und Uebergangszeiten ist in Planung und Realisierung relativ aufwendig, bingt aber verbesserte Betriebsverhältnisse (Vorzusehen idealerweise nach Abschluss der Sw-Zentralisierung).
- Die Betriebsführung im Normal- wie auch im Spitzenverkehr soll organisatorisch klar und hierarchisch geregelt werden. Im Normalverkehr ist der Betrieb der Gesamtstrecke Chur (exkl.)-St.Moritz operativ und dispositiv den drei Zugleitstellen Reichenau-Tamins, Filisur und Samedan zu unterstellen, die ihrerseits die Dispositionen untereinander koordinieren. Im Spitzenverkehr soll die Gesamtheit aller Grobdispositionen von einer einzigen zentralen Stelle übernommen werden. Aus technischen und betrieblichen Gründen ist dafür die ZL Reichenau-Tamins vorzusehen.
- Die dazu erforderlichen technischen Hilfsmittel, so insbesondere der Zugfunk, sind entsprechend den Fortschritten bei der organisatorischen Neugliederung des Betriebsleitsystemes anzupassen. Von besonderer Bedeutung dabei ist die Personalinstruktion.



#### Bauliche Massnahmen

-----

- Streckenseitig sind aus den bereits erwähnten Gründen grundsätzlich keine baulichen Massnahmen vorgesehen. Weder die Errichtung von Doppelspurinseln noch die Erhöhung der Geschwindigkeiten durch Eliminierung von Langsamfahrstellen ermöglichen Verbesserungen in einem angemessenen Kosten/Nutzen Verhältnis.
- Ein erhebliches Potential von kurz- und mittelfristig zu verwirklichenden Sanierungsmöglichkeiten liegt in den Bahnhöfen und Knoten. Die Grösse der Realisierungsschritte und damit auch das Ausmass der Verbesserung der Betriebssituation kann den zur Verfügung stehenden Mitteln beinahe beliebig angepasst werden.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Massnahmen:

- Minimierung der Pufferzeiten, insbesondere durch Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt
- Schienenfreie Zugänge in Bahnhöfen in denen regelmässig Schnellzugkreuzungen mit verkehrlichen Halten stattfinden oder die Zugausgangspunkte sind.
- Zentralisierung der noch nicht entsprechend ausgestatteten Bahnhöfe und Stationen
- Rechnergesteuerte Kreuzungsabwicklung ("Grüner Trichter")
- Ausbau der Publikumsanlagen im Bahnhof Chur

#### Massnahmen bei der Zugförderung

-----

- Die Massnahmen bei der Zugförderung beschränken sich, nebst der durchgehenden Einführung der automatischen Türschliessung, grundsätzlich auf organisatorische Punkte beim Lokeinsatz und bei der Wagenbewirtschaftung.
- Im Sinne einer Untersuchung sind die maximal zulässigen Zughakenlasten und die Fahrzeitvorgaben, unter Beachtung der Möglichkeiten des neuen Rollmaterials und der angepassten Anlagen, grundlegend zu überprüfen. Die dadurch allenfalls freizulegenden Reserven würde die Realisierung einer ganzen Reihe weiterer leistungssteigernder Massnahmen erlauben.



III. Die vorgeschlagenen Massnahmen können auf Grund verschiedener Kriterien zu **M a s s n a h m e p a k e t e n** zusammengefasst werden und entsprechend den zeitlichen und materiellen Randbedingungen schrittweise realisiert werden. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass diese Massnahmen, aus den erwähnten Gründen, unabhängig von der Realisierung der Vereinalinie in Angriff genommen werden müssen.

1. Ohne besondere Investitionsfolgen sind nachstehende Massnahmen angebotsseitig kurz- (1.1) bzw. mittelfristig (1.2) zu realisieren:
  - 1.11 Strenge Bewirtschaftung des Gruppenreiseverkehrs
  - 1.12 Sperrzeiten für Autozüge und -wagen (im Rahmen eines zu erarbeitenden Gesamtkonzeptes "Autozugverkehr"), sowie für Schlittelzüge Bergün-Preda
  - 1.13 Verzicht auf Führung direkter Wagen im Spitzenverkehr
  - 1.21 Verbesserung des Fahrplangefüges im Anschlussverkehr
  - 1.22 Einführung eines Tagessonderfahrplanes
2. Bauseitig lassen sich die Vorhaben in orts- und system-spezifische Objekte aufteilen. Beide Massnahmenpakete sollen gleichzeitig in Angriff genommen werden können, da sie sich zum Teil ergänzen:
  - 2.11 Von erstrangiger Bedeutung ist die Schaffung der Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt auf allen Kreuzungsstationen
  - 2.12 Abschluss der Automatisierung der Sicherungsanlagen
  - 2.13 Diese Massnahme dient insbesondere auch als Grundlage eines integralen Betriebsleitsystems mit einer dezentralen Konfiguration im Normal- und einer zentralen im Spitzenverkehr
  - 2.14 Im Hinblick darauf und zur Verbesserung der Reisedeninformation im fahrenden Zug ist das Zugfunksystem entsprechend auszurüsten

Der Ausbau der Bahnhofsanlagen aus betrieblichen und verkehrlichen Gründen ist wie folgt vorzusehen:

- 2.21 Gesamtausbau, 1. Priorität
  - .. Filisur (Perronanlagen, Verlängerung der Kreuzungsgleise, Gleistopologie)
  - .. Tiefencastel (do.)
  - .. Thusis (Perronanlagen, Gleistopologie)
  - .. Samedan (Verlängerung Kreuzungsgleis, Gleistopologie)
- 2.22 Ausbau der Publikumsanlagen im Bahnhof Chur, ebenfalls 1. Priorität (2. Unterführung, ZAAZ)
- 2.31 Ausbauten 2. Priorität
  - Verlängerung der Kreuzungsgleise in Stugl, Muot, Preda und Celerina



3. Zugförderung

- 3.11 Durchgehende Einführung der automatischen Türschliessung
- 3.12 Anpassungen beim Einsatz von Lokomotiven und Wagen
- 3.13 Ueberprüfung der Zughakenlasten und Fahrzeiten

4. Folgende Planungsinstrumente bzw. -konzepte sind für die Zukunft vorzusehen:

- 4.11 Regelmässige "Off-line" Auswertung des Betriebes zur Erfolgskontrolle und als Grundlage zur Reaktion auf Veränderung der Nachfragesituation
- 4.12 Netzweite Untersuchung von Leistungsfähigkeit und Angebotsqualität für verschiedene Nachfrageszenarien
- 4.13 Angebots- und Anlageplanung "Bahn 2000"

IV. Durch gezielte und schrittweise **V e w i r k l i c h u n g** dieser Massnahmen können im Normal- wie auch im Spitzenverkehr die Dienstleistungs- und Betriebsqualität sowie im beschränkten Umfang auch die Leistungsfähigkeit der Albulalinie gesteigert werden. Für die fernere Zukunft wird damit die Grundlage für weitere Ausbauschritte geschaffen.

-----

## 1. Auftrag

---

Mit Schreiben vom 12. Dezember 1984 beauftragte die Bauabteilung der Rhätischen Bahn das Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik (IVT) an der ETH Zürich mit der Ueberprüfung der Leistungsfähigkeit der Albulalinie Chur-St. Moritz.

### 1.1 Berichterstattung

---

Der vorliegende Bericht stellt das bereinigte Resultat der laufenden Koordination des beauftragten Institutes mit den Herren M. Vogt (Studienbüro BA) und J. Wichser (PP Bau) dar.

### 1.2 Ausgangslage

---

Die Albulalinie ist, zusammen mit der Julier-Passstrasse, die einzige wintersichere Verkehrsverbindung aus Nordbünden ins Engadin und mit Ausnahme eines bescheidenen Anteils der PTT-Reisepost Hauptträger des öffentlichen Personen- und Güterverkehrs auf dieser Relation.

Aufgrund der besonderen Erschliessungssituation des Engadins sowie dank gutem Angebot und grosser Zuverlässigkeit besitzt die RhB mit der Albulalinie einen bemerkenswerten Anteil an diesem Verkehrsmarkt. Kennzeichnend für die Verkehrsnachfrage sind insbesondere die Spitzenwerte an den Wochenenden im Februar, wo denn der Betrieb auch an der Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt ist.

Eine Verbesserung der Betriebsverhältnisse ist deshalb wünschenswert und soll, unter den vorgegebenen Randbedingungen, in zeitlich und finanziell angemessenen Etappen erreicht werden können.

### 1.3 Aufgabenstellung

---

Ausgehend vom bestehenden Angebot soll die Kapazität der Strecke Chur-St. Moritz ermittelt werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Leistungsfähigkeit einzelner Streckenabschnitte und derjenigen der Unterwegs- und Endbahnhöfe. Die Beurteilung soll sich in einen verkehrlichen, betrieblichen und baulichen Teil gliedern und zu einer integralen Schwachstellenanalyse führen.

Die vorzuschlagenden Sanierungsmassnahmen sind, unter Beachtung gewisser Angebotsverbesserungen, auf ihre Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit zu überprüfen und in sinnvollen Massnahmenpakete zusammenzufassen.



#### 1.4 Abgrenzung der Untersuchung

Im Einvernehmen mit dem Auftraggeber wurde die Aufgabe wie folgt abgegrenzt:

- Räumlich

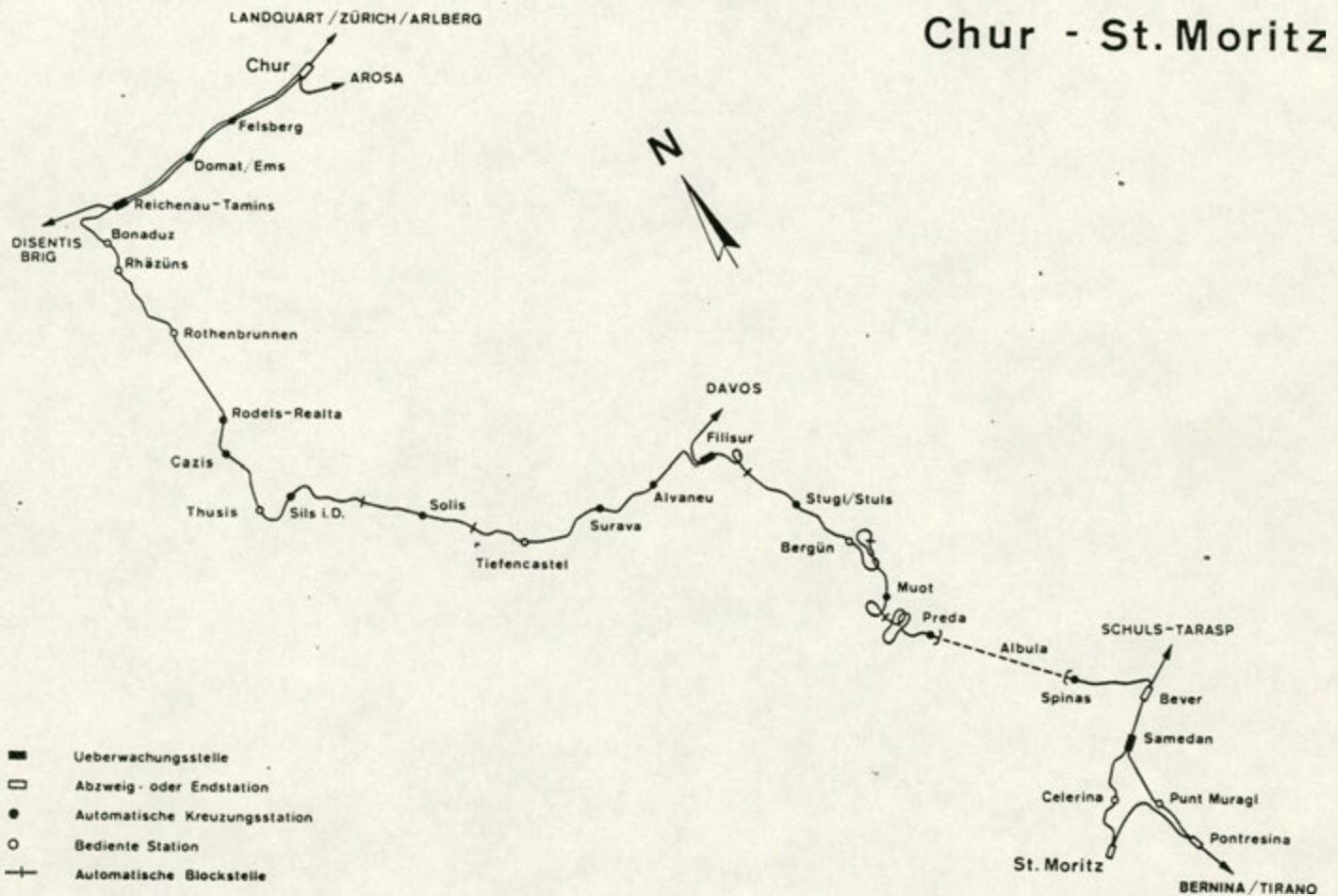


Abb. 1: Strecke Chur-St.Moritz

Die Untersuchung umfasst die Strecke Chur - Reichenau-Tamins - Thuisis - Filisur - Samedan - St.Moritz sowie im beschränkten Umfange die Zulaufstrecken der SBB. Die übrigen Netzteile der RhB werden nicht miteinbezogen. Die Untersuchung bezieht sich auf die heutige Netzstruktur.

- Zeitlich

Die Untersuchung stützt sich auf das Angebot der Jahre 1983/1984.

## 1.5 Vorgehen

Der Ablauf der Untersuchung ist im folgenden Schema zusammengefasst:

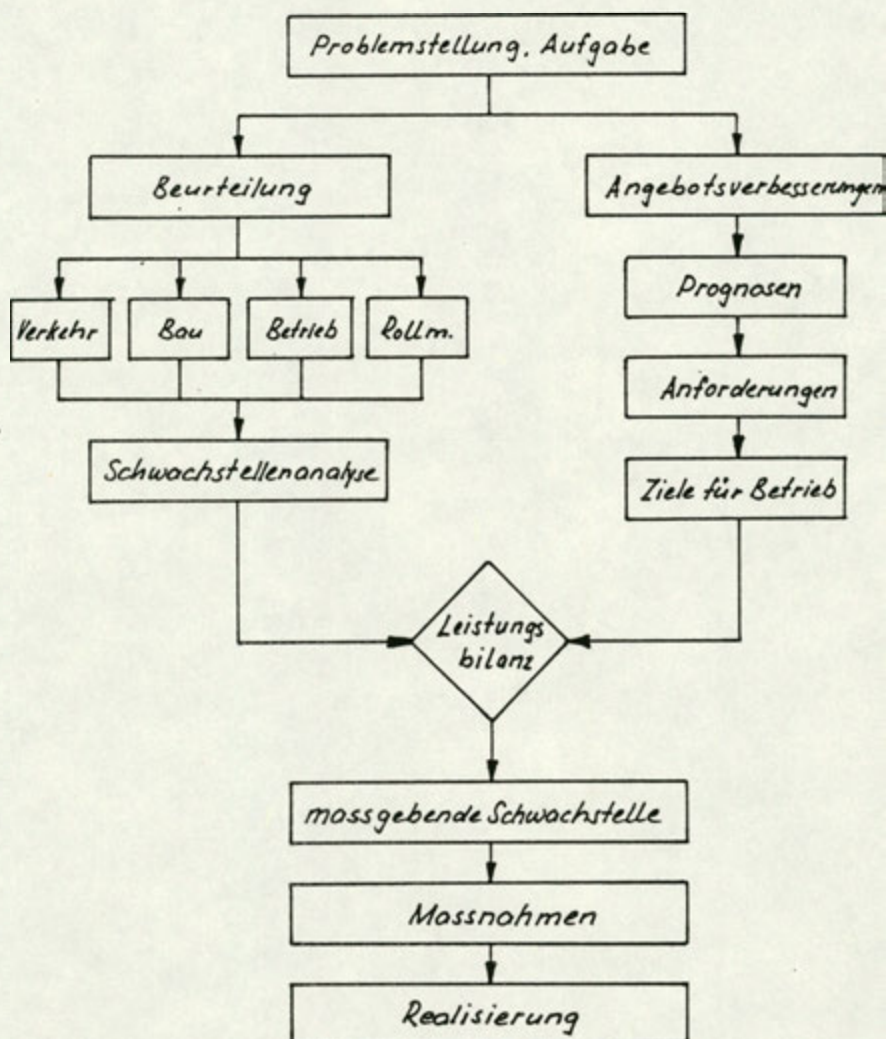


Abb. 2: Ablauf der Untersuchung



## 2. Verzeichnis der verfügbaren Unterlagen

- (1) Fahrpläne Winter 1982/83 sowie Winter 1984/1985
  - Grafik
  - Dienstfahrplan
  - Kursbuch
- (2) Fahrplanentwurf 1985/87
- (3) Extrazüge und weitere betriebliche Anordnungen vom 12.2.1983
- (4) FDR mit Anhang
- (5) Stationsskizzen der Strecke Chur-St.Moritz
- (6) Sicherungseinrichtungen an der Albulalinie, RhB/Intergra
- (7) Geschwindigkeitsdiagramm Chur-St.Moritz, 16.2.1976
- (8) Radiusverzeichnis Chur-St.Moritz, 1982
- (9) Fahrzeitentabelle RhB, 4.5.1976
- (10) Rollmaterialverzeichnis R 50.0, 1.1.1973
- (11) Berichte über den Zugverkehr verschiedener Stationen, 12.2.1983 und 1.12.1984
- (12) Rollmaterialeinsatzpläne 1983/85
- (13) Gleisbelegungsplan Bahnhof Chur 1983/85
- (14) Analyse des Wintersportverkehrs 1984, SBB ZÜIII
- (15) Grafik Zugüberwachung, 12.2.1983 und 1.12.1984, SBB ZÜIII
- (16) Rechnungsunterlagen, Statistik 1983, RhB-KDF, 6.84
- (17) Diverse Jahresberichte RhB
- (18) Ausgewählte Frequenzen von Zügen Chur-St.Moritz, diverse Daten
- (19) Vereinalinie Berichte 1981/1983, RhB
- (20) Verkehrsgrundlagen Vereina/Flüela, SNZ, 23.3.1981
- (21) Angebotsbezogene Streckenleistungsfähigkeit, SBB Bau/BA GD, 25.10.1982
- (22) Diverse Vorlesungsunterlagen, Prof.H.Brändli IVT-ETHZ, 1984



### 3. Beurteilung des bestehenden Leistungsangebotes

#### 3.1 Beurteilungskriterien

Das bestehende Leistungsangebot ist aus der Sicht des Benutzers und des Betreibers zu beurteilen.

#### 3.2 Verkehrliche Beurteilung

##### 3.2.1 Verkehrsaufkommen Personenverkehr

Im Zusammenhang mit der Erarbeitung der Verkehrsgrundlagen Vereina/Flüela (Lit.20) wurde das Verkehrsaufkommen auf der Albulalinie eingehend untersucht. Abb.3 zeigt die Jahresganglinie der 1979 täglich in beiden Richtungen beförderten Fahrgäste am Querschnitt Samedan-Bever. Im Unterschied zu einer überregionalen Mittellandbahn fallen bei der Albulalinie vor allem auf:

- .. Das Verkehrsaufkommen ist saisonal und während der Wochentage grossen Schwankungen unterworfen. So werden an Spitzensamstagen im Februar zehnmal so viele Fahrgäste befördert wie an einem verkehrsschwachen Werktag im Mai.

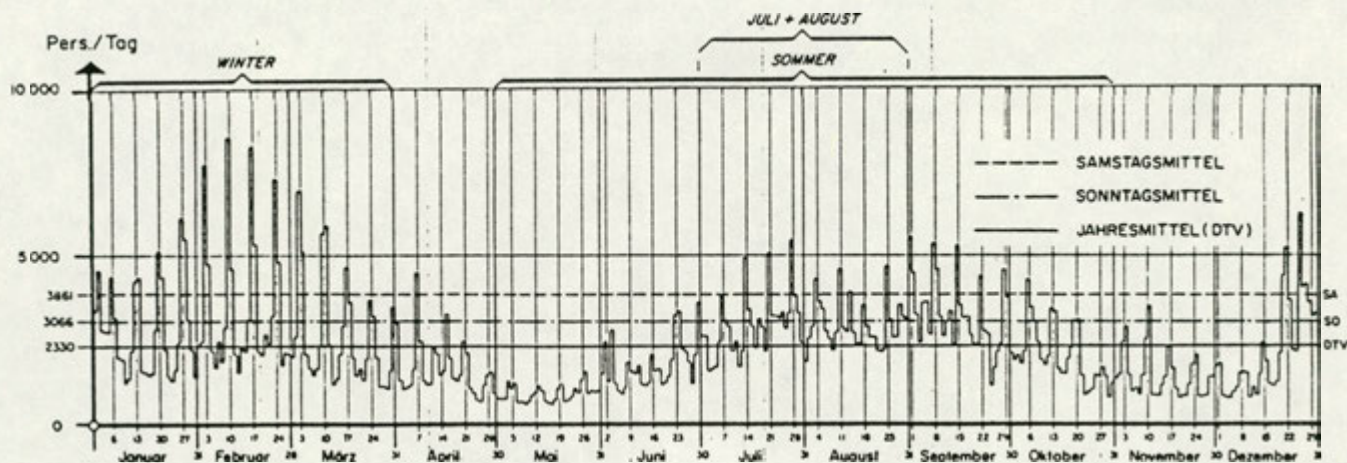


Abb. 3: Jahresganglinie Albulalinie

- .. Die Spitzenwerte treten ausschliesslich an Wochenend- und Feiertagen auf. Auf die 52 Samstage entfallen ein Viertel und auf die 59 Sonn- und Feiertage ein Fünftel des jährlichen Verkehrsaufkommens. Die Albulabahn ist eine ausgesprochene Touristenbahn, d.h. die übrigen Fahrtzwecke (Pendler, Schüler, Geschäftsreisende usw.) spielen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle.



Dies zeigen auch die Strukturdaten des gesamten RhB-Reisendenverkehrs.

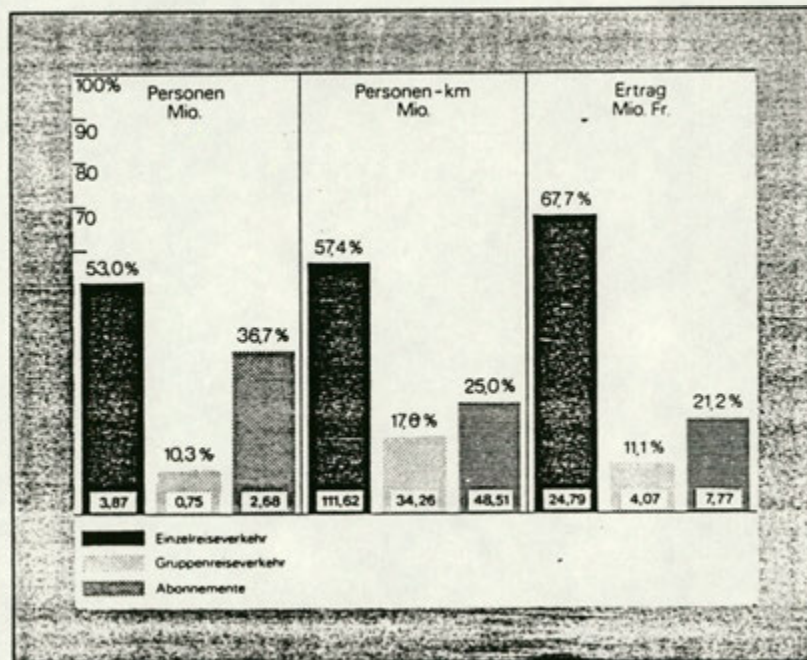


Abb. 4: Strukturdaten des RhB-Reisendenverkehrs

- .. Die höchsten Spitzenwerte werden an den Februarsamstagen erreicht, was durch den Wechsel der Feriengäste verursacht wird. Ein solcher Spitzentag war z.B. der 12.2.1983, als über die Albulalinie während der gesamten Betriebszeit 6640 Personen an- und 6051 Personen abreisten. Bei Beginn der Wintersaison (z.B. 1.12.1984) wurden dagegen am selben Querschnitt lediglich 864 an- und 1153 abreisende Fahrgäste ermittelt.
- .. Diese Spitzenwerte haben immer noch eine zunehmende Tendenz, was sich auch positiv auf die Entwicklung des gesamten Reisendenverkehrs auswirkt. So zeigt die von der RhB seit 1974 für die Zielregion St.Moritz erstellte Reisendenstatistik die folgende Entwicklung:

1974: 529'200 Reisende/Jahr = Index 100  
 1979: 590'800 Reisende/Jahr = Index 112  
 1983: 625'600 Reisende/Jahr = Index 118



Geht man davon aus, dass sich der gesamte Verkehr über die Albulabahn etwa gleich wie derjenige bezüglich der Region St. Moritz entwickelt hat, so dürfte das jährliche Verkehrsaufkommen von 850'000 Reisenden im Jahr 1979 Reisenden inzwischen auf rund 900'000 Reisende angewachsen sein.

### 3.2.2 Verkehrsströme

- Richtungen

Die verkehrlichen und betrieblichen Bedingungen der RhB und insbesondere der Albulalinie werden weitgehend durch das Angebots- und Betriebskonzept der übergeordneten SBB vorbestimmt. Dies kann ausführlich anhand des tageszeitlichen Verlaufs des Verkehrsaufkommens am Samstag, 12.2.1983 gezeigt werden.

Insgesamt wurden an diesem Spitzentag an den einzelnen Zählquerschnitten folgende Fahrgastzahlen ermittelt:

Querschnitt	Fährtrichtung		Insgesamt
	Total	Total	
Chur SBB an/ab	12601	12456	25057
	Ri.Engadin ab	Ri.Unterland ab	
Chur RhB	6640	(an)6051	12691
Thusis	6535	6045	12580
Samedan	6302	5711	12013
St.Moritz	(an)2582	1719	4301



Die ein- und schmalspurige Albulalinie hat demnach an Spitzentagen etwa halb so viele Fahrgäste wie die vorwiegend doppel- und normalspurige SBB-Linie Landquart-Chur zu befördern, wobei die Mehrheit ihrer Reisenden im Bahnhof Chur umsteigen muss. Die Verkehrsbeziehungen im Bahnhof Chur gestalten sich wie folgt:

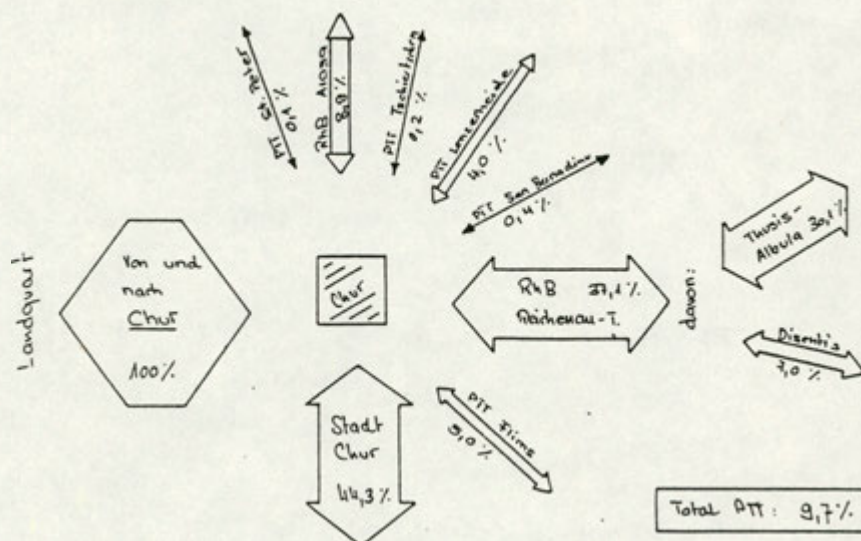


Abb. 5: Verkehrsbeziehungen im Bahnhof Chur

Zwischen Chur und Samedan bleibt die Zugsbelegung nahezu gleich, d.h. der ertragsstarke Engadiner Ziel- und Quellverkehr ist vorherrschend. In Samedan erfolgt dann die Verteilung der Reisenden in Richtung St.Moritz, Pontresina und Unterengadin.



• Tageszeitliche Gesetzmässigkeiten

Die Abbildungen 6a bis 6c zeigen die tageszeitliche Verteilung der an- und abreisenden Fahrgäste in Chur SBB, Chur RhB und Samedan. Auffällig sind folgende Merkmale:

- .. Das Schwergewicht der mit den SBB in Chur ankommenden Reisenden liegt zwischen 10.00 und 12.00 Uhr (ca.30% aller Ankommenden), jene der Abreisenden zwischen 13.00 und 15.00 Uhr (ca.37%).(a)
- .. Die Schwergewichte der mit der Albulabahn in Chur abfahrenden bzw. ankommenden Reisenden liegen je zwischen 11.00 und 13.00 Uhr (ca.34% aller Anreisenden bzw. 38% aller Ankommenden). Diese ausgeprägte Mittagsspitze mit den zugehörigen Umsteigevorgängen stellt den kritischen Zeitpunkt für die Betriebsabwicklung im Bahnhof Chur für beide Bahnsysteme dar.(b)
- .. Auf der nur einspurigen Albulalinie liegt am Querschnitt Samedan-Bever das Schwergewicht bei den Anreisenden zwischen 11.00 und 13.00 Uhr (ca. 41% aller Anreisenden) und dasjenige der Abreisenden zwischen 13.00 und 15.00 Uhr (ca. 32%).Somit müssen auf dem betrieblich besonders schwierigen Abschnitt Filisur-Bever allein zwischen 10.00 und 16.00 Uhr etwa 8700 Reisende oder mehr als 70% des Tagesverkehrs befördert werden! Diese Gegebenheiten rühren hauptsächlich von den heutigen Gesetzmässigkeiten des Ferienreiseverkehrs her (Fahrzeit für An- bzw. Abreise, Zeitpunkt Zimmerabgabe bzw. -bezug usw.).(c)

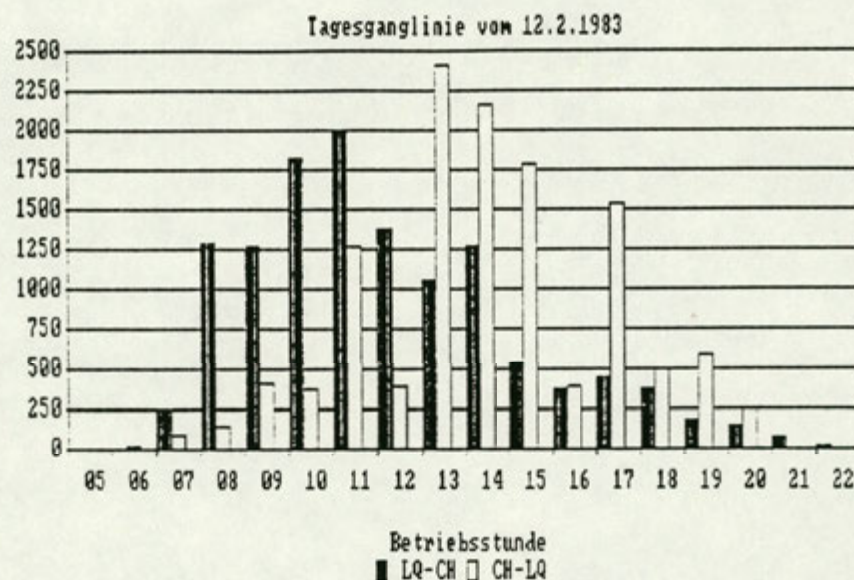


Abb. 6a: Tagesganglinie Chur "SBB" vom 12.2.1983



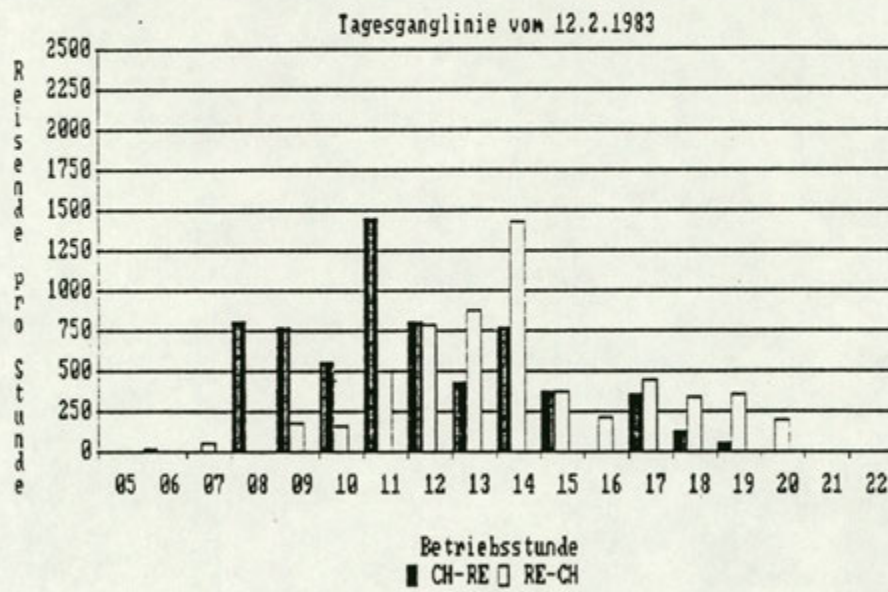
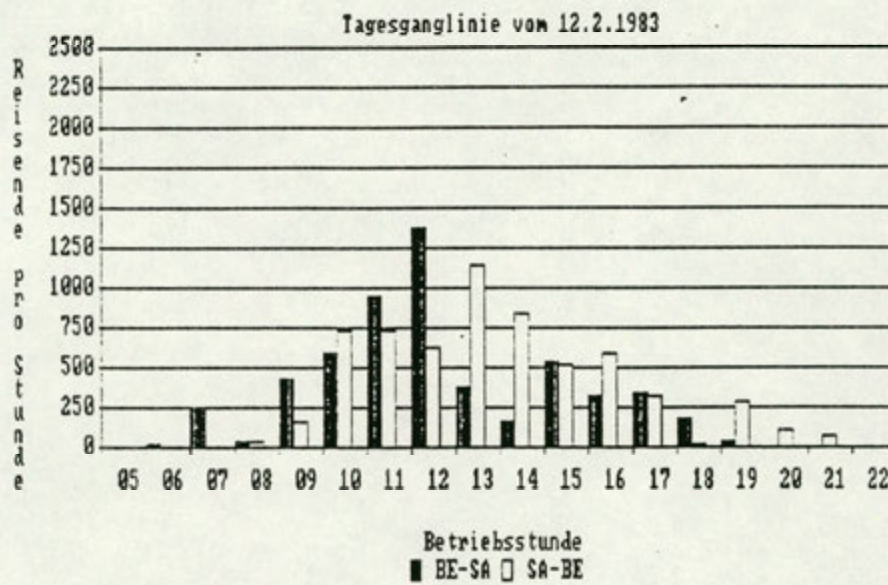


Abb. 6b: Tagesganglinie Chur "RhB" vom 12.2.1983 (Albula)

Abb. 6c: Tagesganglinie Querschnitt  
Samedan-Bever vom 12.2.1983



### 3.2.3 Heutiger und künftiger Verkehrsmarkt beim Reisendenverkehr

Die heutige und künftige Bedeutung der Albulalinie wurde bei der Erarbeitung der Verkehrsgrundlagen Vereina/Flüela ermittelt bzw. abgeschätzt (Lit.20).

Demnach besass die Albulalinie 1979 im Winterhalbjahr einen Marktanteil von 411'000 Reisenden oder 31% und im Sommerhalbjahr einen solchen von 440'000 Reisenden oder 19% des Gesamtverkehrs zwischen Unterland/Nordbünden und dem Engadin/Südbünden/Ausland. Bezogen auf das Engadin allein betragen die Marktanteile für das ganze Jahr 1979

- .. ca. 747'000 Reisende oder 32% zwischen dem Norden und dem Oberengadin,
- .. ca. 103'000 Reisende oder 12% zwischen dem Norden und dem Unterengadin.

Mit den damaligen Planungsunterlagen hat man für einen Planungszustand Z1 (ca. Jahr 2000) nach dem Bau des Vereinatunnels mit Autoverladebetrieb die künftigen Marktanteile der Albulalinie und Vereinalinie folgendermassen abgeschätzt.

- .. ca. 847'000 Reisende oder 30% zwischen dem Norden und dem Oberengadin über die Albulalinie,
- .. ca. 473'000 Reisende oder 22% zwischen dem Norden und dem Unterengadin über die Vereinalinie.

Dies bedeutet, dass auch nach der Eröffnung des Vereinatunnels auf der Albulalinie mindestens das heutige Verkehrsaufkommen abzuwickeln bleibt! Da jene Prognose zudem noch von der vollständig freien Verkehrsmittelwahl ausging, liegt ein künftig sogar höherer Marktanteil durchaus im Bereich des Möglichen.



## 3.2.4 Güterverkehr

Im Vergleich zu einer normalspurigen Fernbahn spielt der Güterverkehr auf der Albulalinie wegen der verkehrsgeographischen und wirtschaftlichen Randbedingungen eine eher bescheidene Rolle. So beträgt das durchschnittliche Verhältnis zwischen Reise- und Güterzügen etwa 3:1, während es z.B. zwischen Bern und Olten etwa 2:1 erreicht.

Beim gewichtsmässig vorwiegenden Wagenladungsverkehr wurden 1979 die folgende Verteilung der Güterverkehrsströme festgestellt:

.. Nordbünden/Unterland - Oberengadin	40'000 t
.. Nordbünden/Unterland - Unterengadin	24'000 t
.. Oberengadin - Nordbünden/Unterland	8'000 t
.. Unterengadin - Nordbünden/Unterland	4'000 t
.. Transit (Nordbünden/Unterl.-Puschlav/Italien)	74'000 t
-----	-----
.. Total	150'000 t

Nach Eröffnung der Vereinalinie dürften somit etwa 20% des heutigen Güterverkehrs von der Albulalinie verlagert werden. Weil nun der Güterverkehr einerseits sowieso vorwiegend zwischen Montag und Freitag stattfinden muss und andererseits die Güterzüge eher an den Randstunden verkehren können, stellt der Güterverkehr weder heute noch in Zukunft eine massgebende Grösse dar.

### 3.3 Bauliche Beurteilung

#### 3.3.1 Trassierungselemente

Folgende Elemente der horizontalen und vertikalen Linienführung liegen aus Unterlagen der RhB vor:

- .. Kurvenband (ohne Uebergangsbogen)
- .. Radienverzeichnis tabellarisch
- .. Steigungsverhältnisse

Daraus abgeleitet sind das bautechnische und das fahrdienstliche Geschwindigkeitsprofil (Beilage 1). Dabei weist insbesondere die Strecke Reichenau-Thusis markante Inhomogenitäten auf ( $\Delta v > 10$  km/h). Die übrigen Geschwindigkeitsbeschränkungen sind angesichts der kleinen Differenzen und der relativ niederen absoluten Höchstgeschwindigkeit nicht gleichermaßen bedeutungsvoll.

#### 3.3.2 Lichtraumprofil

Im Rahmen der normalen Betriebsabwicklung ergeben sich gewisse Einschränkungen lediglich im Rollschemelverkehr.

#### 3.3.3 Stationsanlagen

Die Stationsanlagen besitzen einen unterschiedlichen Ausbaustandard. Mit Ausnahme der Anlagen im Abschnitt Chur-Reichenau und den Bahnhöfen Samedan und St.Moritz weisen die Gleise keine schienenfreie Zugänge auf. Die Einsteigeverhältnisse sind nur in diesen Stationen genügend. Die übrigen Perronanlagen vermögen, insbesondere für den Schnellzugsverkehr, bezüglich Perronlänge und in den Endpartien teilweise auch bezüglich Perronhöhe nicht zu befriedigen.

Die daraus resultierenden Verzögerungen auf den Fahrgastwechsel sind Mitverursacher von Zugverspätungen. Nicht minder schwer wiegen die komfortmässigen Einbussen für den Kunden.

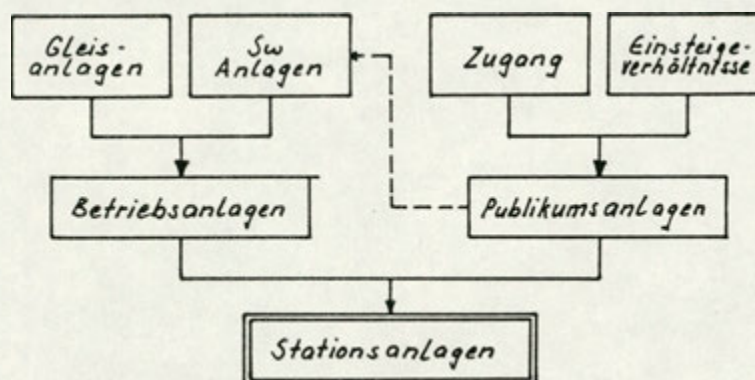


Abb. 7: Gliederung der Stationsanlagen



In der folgenden Uebersicht sind die wesentlichsten baulichen Stationskenndaten zusammengetragen. Sie wurden den schematischen Stationsübersichten entnommen und vermögen somit über detaillierte bauliche Ausgestaltungen keine Auskunft zu geben, so insbesondere über die die Perronlänge (Beilage 2).

- (1) Anzahl Gleise für Zugfahrten (Lokalbetrieb, mit zum Teil beschränkter Verwendbarkeit/ automatischer Betrieb bzw. Fernbedienung)
  - (2) Anzahl Gleise für örtlichen Personenverkehr nutzbar .. Perronzugang (o: nicht schienenfrei, x: schienenfrei)/ .. nur beschränkt nutzbar (b)
  - (3) Nutzlänge für Zugskreuzungen (m)
  - (4) Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt (j/n)
- \* Automatisierung in Vorbereitung

	(1)	(2)	(3)	(4)
Chur	4	3(x)/1(b)	-	j
Felsberg	3/3	2(x)/1(b)	-	j
Domat/Ems	3/3	2(x)/1(b)	-	j
Reichenau-Tamins	5/1	2(x)/1(b)	-	j
Bonaduz	3/*	2(o)	270	n
Rhazüns	3/*	2(o)	288	n
Rothenbrunnen	2/2	2(o)	274	n
Rodels-Realta	3/*	2(o)	270	n
Cazis	2/2	2(o)	306	n
Thusis	5/1	2(o)/1(b)	304/215 150/100	n
Sils i.D.	2/2	2(o)	280	n
Solis	2/2	2(o)	292	n
Tiefencastel	3/1	2(o)/1(b)	225/125	n
Surava	2/2	2(o)	270	n
Alvaneu	2/2	2(o)	276	n
Filisur (Albula)	5/1	2(o)/2(b)	256/156/72	n
Stugl	2/2	-	261	n
Bergün	3/1	2(o)/1(b)	270	n
Muot	2/2	-	253	n
Preda	3/2	2(o)/1(b)	262/80	n
Spinas	2/2	2(o)	292	n
Bever (Albula)	3/2	2(o)/1(b)	282/250	j
Samedan	5/-	5(x)	Albula:303/223	j
Celerina	3/1	2(o)	204	n
St.Moritz	4/-	3(x)	240	-

Tab. 1: Stationskenndaten

- Generelle Beschreibung

Die Stationen (Reichenau exkl.-St.Moritz exkl.) verfügen, mit Ausnahme von Samedan, grundsätzlich über 2 Kreuzungsgleise mit Auswechlängen von 204 bis 306 Metern. Die bei gewissen Stationen vereinzelt zusätzlich vorhandenen Gleise weisen lediglich beschränkte Nutzlängen auf oder sind betrieblich nicht voll nutzbar. Besonders kurz sind die nutzbaren Gleislängen in Tiefencastel mit 215 Metern, in Samedan das Gleis 5 für die Doppelführungen mit 223 Metern, sowie in Celerina mit 204 Metern, wo jedoch infolge der meistens vorgenommenen Umbildung der Züge in Samedan, diese beschränkte Länge ausreichend ist. Die Strecke Chur - Reichenau weist eine übliche Doppelspurausrüstung auf.

- Bahnhof Chur

- .. Betriebsanlagen

Die Gleisanlagen weisen für den Normalbetrieb, sowohl Seite RhB wie auch Seite SBB einen angemessenen Ausbaustandard auf, d.h. die Anlagenkonfiguration entspricht den abzuwickelnden betrieblichen Funktionen in einem Zugend- bzw. Zugbildungsbahnhof.

Für die Bedürfnisse des Spitzenverkehrs, mit zeitlich konzentrierter Ankunft und Abfahrt langer und stark besetzter Züge, vermögen die Gleisanlagen im Perronbereich wie auch in den Abstellanlagen -für beide Unternehmungen- bezüglich Anzahl und Länge nicht zu genügen.

- .. Publikumsanlagen

Die beiden Mittelperrons, wo mit Ausnahme des SBB-Regionalverkehrs der gesamte Betrieb abgewickelt wird, verfügen als Zugang lediglich über eine zentrale Personenunterführung, die zugleich als wichtige innerstädtische Fussgängerverbindung dient.

Folgende Mängelpunkte sind aufzuführen:

- Fehlen von Rampen (Massnahme in Vorbereitung)
- nur eine, zentral angeordnete, Personenunterführung (ergibt lange Umsteigewege)
- Ungenügende Kapazität der Personenunterführung im Spitzenverkehr
- Ungenügende Informationsmöglichkeiten (Fehlen einer Zugabfahrtsanzeigeanlage; in Vorbereitung)



### 3.3.4 Sicherungsanlagen

Die Strecke Chur (exkl.) - Samedan (exkl.) wird mit Ausnahme der autonomen Bahnhöfe Chur und Thusis wie folgt betrieben:

- .. Chur (exkl.) - Reichenau (inkl.) - Cazis (inkl.)  
Automatischer Betrieb bzw. Fernbedienung von der Zugleitstelle Reichenau aus.  
Für die Stationen Bonaduz, Rhäzüns und Rodels-Realta ist die Automatisierung in Vorbereitung.
- .. Thusis (exkl.) - Preda (inkl.)  
Automatischer Betrieb bzw. Fernbedienung von der Zugleitstelle Filisur aus, in Tiefencastel und Bergün keine automatischen Kreuzungsmöglichkeiten.
- .. Spinas (inkl.) - Samedan (inkl.)  
Automatischer Betrieb bzw. Fernsteuerung von der Zugleitstelle Samedan aus.

Lokalbetrieb ist bei betrieblichen und/oder verkehrlichen Bedürfnissen möglich.

- .. Celerina, St.Moritz  
Lokalbetrieb

- Kreuzungsabwicklung  
Gleichzeitige Einfahrten in Stationen sind grundsätzlich nicht möglich (Tab. 1). Ohne Eingriff der Zugleitstelle erfolgt eine automatische Kreuzungsabwicklung in der Reihenfolge der zeitlichen Ankündigung einer Zugfahrt ohne Prioritätenfestlegung.
- Blocklängen  
Die Länge der Blockabschnitte bildet die Basis für die Berechnung der Zugfolgezeiten. Für eine erste überschlagsmässige Berechnung werden folgende Vereinfachungen vorgenommen:
  - .. Blocklänge = Stationsdistanz
  - ..  $v$  = konstante Streckengeschwindigkeit
  - .. Uebrige Faktoren werden vernachlässigt



Es ergeben sich daraus für eine erste überschlagsmässige Betrachtung untenstehende Werte:

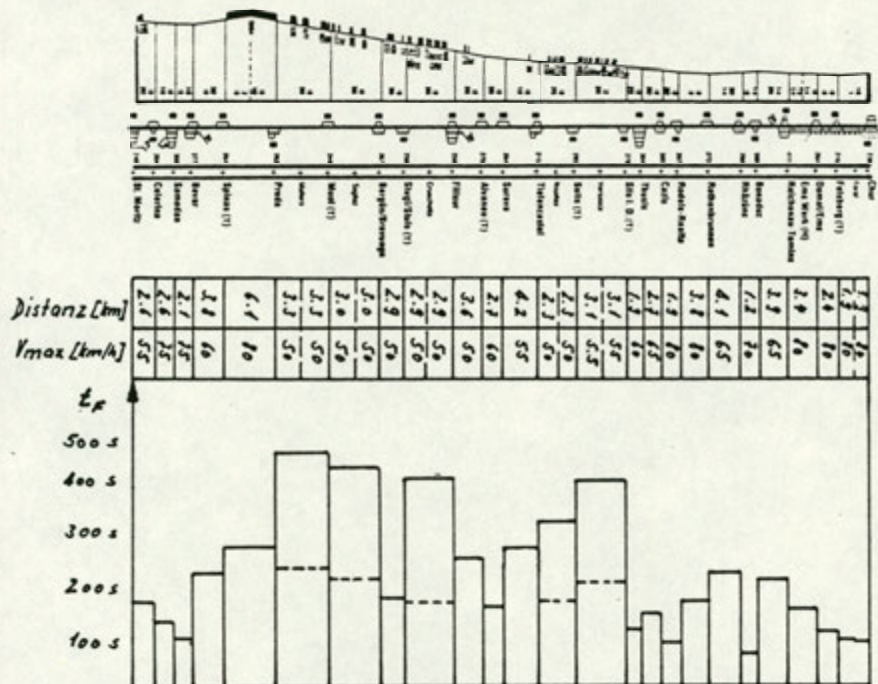


Abb. 8: Zugfolgezeiten  $t$  (ohne Pufferzeiten)

Die Strecke Chur - St. Moritz lässt sich auf Grund des Zugfolgezeitenprofils grob in drei typische Abschnitte einteilen:

- .. Talstrecke Chur - Thusis
- .. Bergstrecke Thusis - Bever
- .. Talstrecke Bever - St. Moritz

● Talstrecke Chur - Thusis

Die Zugfolgezeiten auf der Strecke Chur - Thusis gestalten sich sehr uneinheitlich. Neben zwei Abschnitten mit ca. 220 sec Zugfolgezeit finden sich Teilstrecken mit Zeiten von unter 100 sec. Ideal sind solche kurzen Abschnitte, in Verbindung mit längeren, lediglich nach Knoten als Räumungsabschnitte.

Negativ wirken sich ungleich lange Blockabschnitte insbesondere bei Folgefahrten aus. Immerhin entsprechen die beiden längsten Zugfolgezeiten in etwa den mittleren Werten der Bergstrecke.

Angeichts der grösseren Zugzahl auf der Talstrecke ist die grundsätzliche Auslegung der Blockabschnitte, mit den markant kürzeren Zugfolgezeiten, richtig.

Der relativ lange Blockabschnitte nach Reichenau Richtung Thusis, der die Verzweigung ins Oberland enthält, stellt besondere Anforderungen an die Festlegung der Zugreihenfolge.



- Bergstrecke Thusis - Bever

Die Zugfolgezeiten auf der Bergstrecke weisen zwei typische Merkmale auf. Für Folgezüge sind sie relativ ausgeglichen und betragen zwischen 180 und 280 sec. Die längsten Abschnitte befinden sich zwischen Tiefencastel - Surava, Alvaneu - Filisur sowie im Albulatunnel. Im Albulatunnel sind die Zugfolgezeiten, infolge der hohen Geschwindigkeiten, nur unwesentlich länger als auf dem rund 40% kürzeren Abschnitt von Alvaneu nach Filisur.

Für sich kreuzende Züge gestaltet sich die Situation wesentlich schwieriger, indem sich die massgebenden Zugfolgezeiten auf den fünf blockunterteilten Abschnitten verdoppeln. Der längste Abschnitt mit rund 480 sec Zugfolgezeit bildet die Strecke von Muot nach Preda.

- Talstrecke Bever - St.Moritz

Die Verhältnisse im Oberengadin sind ähnlich (gut) wie zwischen Chur und Thusis. Der stark belastete Abschnitt von Bever nach Samedan weist eine Zugfolgezeit von lediglich 100 sec auf.

## 3.4 Betriebliche Beurteilung

## 3.4.1 Bestehender Fahrplan

## ● Fahrplan SBB

Als Grundlage zur Beurteilung diene der Fahrplan 1983/85 sowie der Entwurf für die Fahrplanperiode 1985/87.

## .. Jahresfahrplan 1983/85

Kennzeichnend für den Fahrplan der SBB auf den Zubringerlinien Zürich - Chur bzw. St.Gallen - Chur ist das unregelmässige Taktgefüge. Mit Ausnahme von einzelnen zeitlichen und relationspezifischen Zusatzangeboten gestaltet sich der Fahrplan wie folgt:

	10964	964	1530	1678	IC 465	IC 178	54720	8375	960	1534	8378	IC 461	IC 182	1365	10964	964	1540
Chur	11 11	11 16	11 22	11 46		12 24	12 10	12 46	13 16	13 22	13 46	14 24	14 28		15 12	15 16	15 22
Landquart	11 20	11 25	11 31	11 55		12 33	12 21	12 55	13 25	13 31	13 55	14 33	14 37		15 21	15 25	15 31
Landquart	11 22	11 27	11 32	11 57		12 35	12 22	12 57	13 27	13 32	13 57	14 35	14 38		15 25	15 27	15 32
Maienfeld			11 36	12 02			12 32	13 02	13 36	14 02							15 36
Bad Ragaz	11 28	11 33	11 39	12 05			12 41	13 05	13 33	13 39	14 05		14 44				15 39
Sargans	11 33	11 38	11 44	12 10		12 44	12 49	13 10	13 38	13 44	14 10	14 44	14 49		15 34	15 38	15 44

Abb. 9: Fahrplan SBB 83/85

Ersichtlich ist der sogenannte "Hinketakt" mit einer alternierenden Ankunft der IC- und B-Züge von Zürich in Chur zur Stunde +30 bzw. +38. Die zweistündliche Ankunft der B-Züge aus dem Rheintal in Chur zur Stunde +32 fällt zusammen mit der Ankunft der B-Züge aus Zürich. Die ebenfalls nur alle zwei Stunden verkehrenden C-Züge decken lediglich lokale Bedürfnisse ab. Die Wegfahrt der Züge in Chur ist symmetrisch.

## .. Jahresfahrplan 1985/87

Grundsätzliche Änderungen sind im Jahresfahrplan 1985/87 nicht vorgesehen.

	1678	IC 178	964	1530	IC 465	1678	IC 178	960	1534	IC 461	1642	IC 182	1365
Chur	10 17	10 24	11 16	11 22		12 17	12 24	13 16	13 22		14 17	14 24	14 28
Landquart	10 26	10 33	11 25	11 31		12 26	12 33	13 25	13 31		14 26	14 33	14 37
Landquart	10 27	10 35	11 27	11 32		12 27	12 35	13 27	13 32		14 27	14 35	14 38
Maienfeld	10 32			11 36		12 32			13 36		14 32		
Bad Ragaz	10 35		11 33	11 39		12 35		13 33	13 39		14 35		14 44
Sargans	10 40	10 44	11 38	11 44		12 40	12 44	13 38	13 44		14 40	14 44	14 49

Abb. 10: Fahrplan SBB 85/87



Von Bedeutung ist einzig die zeitlich verschobene Lage der Regionalzüge zwischen Sargans und Chur. Sie verkehren, als Fortsetzung der "Mini"-B-Züge von Zürich, ab Sargans als Nachläufer zu den IC-Zügen und richten sich somit eindeutig nach den Bedürfnissen des nationalen Schnellzugfahrplanes.

.. Tagesfahrplan

Die Verkehrsnachfrage, insbesondere an Spitzentagen hat wesentliche Auswirkungen auf die Auslegung des Tagesfahrplan.

Die Angebotserweiterung umfasst:

- Verstärkung der Regelzüge
- Doppel- und Dreifachführungen
- Extrazüge

Als typischer Beispiel eines "Grosskampftages" ist im Folgenden der Tagesfahrplan vom 12. Februar 1983 aufgeführt.

Zu den rund 50 an- und abgehenden (Regel-)Schnellzügen kommen nochmals rund 35 Leistungen hinzu, die sich zeitlich vorwiegend um die Stammzüge gruppieren.

Auf die Gesetzmässigkeiten der übergeordneten Fahrplangestaltung wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

● Fahrplan RhB

.. Jahresfahrplan 1983/85

Der Schnellzugsfahrplan der RhB ist vorwiegend auf den Fahrplan der SBB ausgerichtet, womit auch die "Hinketakt"-Struktur dieses Fahrplangefüges übernommen werden muss. Die verkehrlichen und betrieblichen Nachteile, die daraus resultieren sind erheblich.

Zudem gestaltet sich die Festlegung des Fahrplanes untergeordneter Zugskategorien sowie der Anschlussverkehrssysteme als schwierig.

Die Kreuzungspunkte der Schnellzüge fallen durch diese unsystematische Fahrplanstruktur sowohl örtlich als auch zeitlich auf verschiedene Kreuzungsstellen, womit die Möglichkeit, mit gezielt angesetzten betrieblichen und technischen Sanierungsmassnahmen den Betriebsablauf zu verbessern, zumindest erschwert wird (Beilage 3).

.. Jahresfahrplan 1985/87

Die Grundstruktur des Schnellzugfahrplanes bleibt mit Ausnahme einzelner Modifikationen erhalten. Von Bedeutung für diese Arbeit ist der Wegfall zweier Regionalzugpaare auf dem Abschnitt Thusis-Filisur, hinzu kommen jedoch, als Novum, zwei bis drei Autokurspaare zwischen Tiefencastel und Filisur (je nach Saison; Beilage 4).

.. Tagesfahrplan

Die Bewältigung des Spitzenverkehrs geschieht ähnlich wie bei den SBB. Am erwähnten Spitzentag verkehren zwischen Thusis und Bever zu den 26 durchgehenden Regelzügen 16 Zusatzzüge. Dabei ist der Sollfahrplan einzelner Zusatzzüge derart festgelegt, dass eine entsprechende betriebliche Abwicklung grundsätzlich nicht möglich ist (Beilage 5).

● Regionale Randbedingungen

Die verkehrlich nicht unbedingt zu rechtfertigende Halte von Schnellzügen auf der Albula-Nordrampe (Tiefencastel, Bergün, Preda) fallen betrieblich, insbesondere im Normalbetrieb, kaum ins Gewicht, da die Haltevorgänge im Rahmen der gesamten Fahrplankonstruktion keine Nachteile erbringen. Im Gegenteil, es kann dadurch auf zusätzliche Regionalzüge verzichtet werden. Probleme entstehen jedoch fallweise im Spitzenverkehr bei Halten mit langen Zügen.

● Eckverkehr in Reichenau-Tamins

Auf Grund der geringen verkehrlichen Bedeutung, sollten die Halte für den Eckverkehr in Reichenau-Tamins keine fixen betrieblichen Randbedingungen mehr darstellen.

● Fahrzeiten

Die Teilstreckenfahrzeiten können der Beilage 6 entnommen werden.



Die Gegenüberstellung Kursbuchfahrzeiten/Fahrzeiten-  
tabelle gestaltet sich wie folgt:

	Kursbuch	Fahrzeitentab.
Chur	11 (-)	10,75 ( - )
Reichenau-Tamins	19 (29)	18,9 (28,2)
Thusis	16/17	16,3
Tiefencastel	13	13,8
Filisur	13*	13,05
Bergün	29/31	28,5
Samedan	9	9,4
St.Moritz	9	9,4
Samedan	32*	30,85
Bergün	11/13	12,0
Filisur	13/14	13,5
Tiefencastel	16/18	16,2
Thusis	20* ( - )	19,85 ( - )
Reichenau-Tamins	10 (28/30)	10,2 (28,2)
Chur		

\* Haltezeit am Abschnittendpunkt inbegriffen

§ 1 Minute Haltezeit am Abschnittendpunkt inbegriffen

Tab. 2: Gegenüberstellung Kursbuchfahrzeiten/  
Fahrzeitentabelle

Fahrzeitüberschüsse von Bedeutung sind in beiden Richtungen lediglich auf dem Abschnitt Bergün-Samedan festzustellen. Diese Pufferzeiten haben dort, infolge der Kreuzungen und der Länge der Teilstrecke, aber durchaus ihre Berechtigung.

Das in der Praxis trotzdem häufig vorkommende frühzeitige Verkehren von Zügen, lässt darauf schliessen, dass die bestehenden Fahrzeitwerte zu überprüfen sind.

- Haltezeiten

- .. Automatische Türschliessung

Das Fehlen der automatischen Türschliessung verlängert die Haltezeiten, insbesondere bei längeren Zügen, unverhältnismässig.

- .. Umsteigen in Chur

Die Uebergangszeiten im Schnellzugsverkehr SBB-RhB und umgekehrt betragen 11-14 Minuten, wobei Extremwerte von 6-28 Minuten vorkommen. Beim Fahrplan 83/87 werden die Verhältnisse ähnlich liegen. Bei der Festlegung dieser Werte kommen verschiedene verkehrliche und betriebliche Gesichtspunkte zum Tragen. Neben dem Zeitbedarf für den eigentlichen Umsteigevorgang stehen dabei die fahrplantechnischen Randbedingungen der RhB sowie der Wunsch nach einem Puffer, um Verspätungsübertragungen auf das Nachbarnetz möglichst zu vermeiden, im Vordergrund. Eine genaue Quantifizierung der einzelnen Teilelemente würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Anzumerken ist jedoch, dass die bestehenden Zeitwerte für den Normalbetrieb zu hoch sind, für den Spitzenverkehr aber trotzdem nicht ausreichen.

- .. Haltezeiten in Samedan und Thusis

Die Haltezeiten in Samedan und Thusis (im Regelfall 2-8 Minuten) sind für den durchreisenden Fahrgast äusserst unattraktiv und zudem auch im Normalbetrieb für gewisse Funktionen (Wagenbeistellung) zu kurz bemessen. Bezüglich Zeitbedarf für diese Vorgänge gilt das Gleiche wie oben.

### 3.4.2 Betriebsabwicklung

- Normalbetrieb

Die Betriebsabwicklung im Normalbetrieb wird am Beispiel eines ausgewählten Tages aufgezeigt. Die Festlegung des Datums (1. Dez. 1984) erfolgte in Zusammenarbeit mit der Zugüberwachung Zürich. Kriterien für die Auswahl waren:

- Frequenzen
- Verfügbarkeit der Produktionsmittel
- Wetter
- Besondere Vorkommnisse



Zur Nachvollziehung des Betriebsablaufes wurden folgende Unterlagen ausgewertet:

- Berichte über den Zugverkehr (BÜZ) der Bahnhöfe Chur, Reichenau, Thusis, Filisur, Bever, Samedan und St.Moritz
- Grafik der Zugüberwachung Zürich-Chur

Dabei hat sich gezeigt, dass der gesamte Betrieb problemlos, d.h. ohne Verspätungen abgewickelt werden konnte.

● Gestörter Betrieb

Für einen Spitzentag mit gestörtem Betrieb wurde seitens der RhB der 12. Februar 1983 vorgeschlagen. Die Häufigkeit derartiger Spitzentage mit gestörtem Betrieb beschränkt sich auf ca. 6-8 Tage pro Jahr. Zusätzlich zu den obenerwähnten Unterlagen wurden noch miteinbezogen:

- Bericht über den Zugverkehr der ZL Filisur
- Gleisbelegungsplan Bahnhof Chur
- Verspätungsentwicklung auf der Strecke Zürich-Chur in der Wintersaison 1984

Als Ergebnis konnten folgende Darstellungen erarbeitet werden:

- Fahrplangrafik mit Soll- und Ist-Zugläufen auf der Strecke Chur-St.Moritz
- Verspätungsentwicklung der Züge auf der Strecke Chur-St.Moritz sowie Zürich-Chur mit Angabe der Verspätungsgründen (Beilage 7)
- Darstellung der Verspätungsursachen
- Gleisbelegung Bahnhof Chur Soll/Ist

● Interpretation der Ergebnisse

.. Fahrriichtung Chur-St.Moritz

Die Abgangsverspätung der meisten Züge in Chur ist beträchtlich. Ursachen sind, stichwortartig, vorwiegend folgende: Anschluss SBB, Umsteigevorgang, Gleisbelegung, Zugbereitstellung, Kompositionsumlauf.

Der Lauf der S t a m m z ü g e kann nach der Abfahrt in Chur trotz den Abgangsverspätungen, mit einigen Ausnahmen, als gut bezeichnet werden. Die Zusatzverspätungen für diese Züge, insbesondere auf dem Abschnitt Thusis-Filisur, ergeben sich aus dem tageszeitlich bedingten Rückschwappen der "Verspätungswelle" aus dem Oberengadin. Hinzu kommt die hauptsächlich auf den Anschluss SBB zu priorisierende Festlegung der Zugskreuzungen zugunsten der talwärts fahrenden Züge.



Schwieriger gestaltet sich die Situation für die Fakultativ- und Extrazüge sowie teilweise für die Regionalzüge. Im Einzelnen zeigen sich folgende Probleme:

Doppel führungen werden aus verkehrlichen Gründen möglichst nahe am Stammzug geführt. Bereits die zeitgerechte Zugbereitstellung in Chur erfordert deshalb besonderen betrieblichen und organisatorischen Aufwand. Ankunftsverspätungen der SBB, die auf den Regelbetrieb ausgelegten Anlagen, sowie die an diesen Tagen besonders zahlreichen orts-, betriebs- und sprachunkundigen Reisenden sind Ursachen, die zu einem zähflüssigen Betrieb, mit nicht weiter zu quantifizierbaren Abgangsverspätungen führen.

Im Weiteren wird die Festlegung von Zusatzzügen im Gefüge des Regelfahrplanes oft nicht in allen Details vorgeplant bzw. es wird im Wissen, dass die Betriebssituation an einem Spitzentag sowieso nicht dem Sollfahrplan entspricht, auf eine Feinplanung verzichtet. Diese Aussage kann zwar im Fahrplan-"Makrobereich" teilweise berechtigt sein, für den Betriebsablauf im "Mikrobereich" werden aber damit vorprogrammierte Konflikte geschaffen. Infolge der angespannten Fahrplanlage können die im Normalbetrieb vorhandenen Dämpfungsmechanismen nicht mehr spielen und die gesamte Betriebssituation bleibt ungeordnet und kaum mehr disponierbar. Das Resultat zeigt sich in Form von etlichen längeren Kreuzungshalten und gegenüber den Stammzügen grösseren Ankunftsverspätungen im Oberengadin.

Für die Autozüge gilt bezüglich des Fahrplanes ähnliches wie oben, wobei die Auslegung des Fahrplanes grundsätzlich mit grösseren Reserven erfolgt.

Im weiteren entstehen einzelne Verspätungen bei der Bereitstellung von ganzen Autozügen bzw. beim Beistellen von Autowagen an Reisezüge. Auf Grund der vorhandenen Unterlagen ist nicht ersichtlich worauf die Verzögerungen im Einzelnen zurückzuführen sind. Eine genauere Analyse des gesamten Bereiches "Autotransport" ist im Hinblick auf eine zukünftige generelle Verbesserung des Spitzenverkehrs notwendig.

Die Regionalzüge sind infolge ihrer verkehrlichen Bedeutung im Lokalverkehr nicht gleichermassen an Anschlüsse gebunden wie die Schnellzüge. Trotzdem wird ihr Fahrplan durch diese Einflüsse zum Teil erheblich gestört. Insbesondere im Vorortsverkehr entstehen dadurch Verspätungen, die angesichts der dortigen kurzen Gesamtreisezeiten als sehr unattraktiv zu bezeichnen sind. Auf der Strecke Thusis - Samedan, wo die Regionalzüge



eine vergleichsweise geringe Auslastung aufweisen, ist das Problem eher betrieblicher Art, indem diese Züge die Strecken- bzw. Knotenleistungsfähigkeit tendenziell vermindern.

.. Fahrriichtung St.Moritz-Chur

Das Verspätungsverhalten der Züge in Fahrriichtung St.Moritz-Chur unterscheidet sich in einigen Punkten von demjenigen in der Gegenriichtung. Die im vorigen Abschnitt grundsätzlich angeführten Punkte bezüglich Fahrplanaufbau und Betriebsabwicklung im gestörten Betrieb haben jedoch auch für Züge dieser Fahrriichtung Gültigkeit.

Trotz der kleinen statistischen Menge zeigt sich, dass die durchschnittliche Ankunftsverspätung am Endpunkt Chur kleiner und die Streuung der Werte geringer ist. Zurückzuführen ist dies erstens auf die etwas grosszügiger bemessene Fahrzeit und zweitens auf die dispositiven Eingriffe der Zugleitstellen und Bahnhöfe. Dabei werden zu Gunsten des Anschlusses in Chur auf die SBB und zu Lasten der Feinverteilung in der Gegenriichtung, diese Züge mit Vorrang behandelt.

Die Verspätungsentwicklung setzt sich jeweils aus zwei typischen Abschnitten zusammen, die im Gegensatz zur umgekehrten Fahrriichtung, nicht Zuggattungsspezifisch zu sein scheint.

Ab St.Moritz erleiden die Züge keine bzw. unbedeutende Abgangsverspätungen. Insbesondere die Zubringerverkehrsmittel wie auch die Zugbereitstellung (Umläufe) verursachen weder im Normalbetrieb noch im Spitzenverkehr Verspätungen in Richtung nach der Albulalinie. Erste Fahrplanabweichungen ergeben sich trotz reichlich bemessener Aufenthaltszeiten in Samedan. Hauptgründe dafür sind das Beistellen von direkten Kurswagen oder Automotoren. In geringerer Masse ist das Abwarten von Kreuzungen dafür verantwortlich.

Die Verspätungsentwicklung von Samedan nach Thusis ist tageszeitlich verschieden. Während der Spitzenzeit, also von ca. 11.00 bis 16.30 Uhr, ergeben sich ausnahmslos -zum Teil erhebliche- Zusatzverspätungen, vornehmlich infolge Abwarten von Kreuzungen. Während den übrigen Tageszeiten, morgens und abends, ist die Betriebssituation entspannter und die Züge vermögen sogar vereinzelt Verspätungen teilweise abzubauen. Gewisse Probleme zeichnen sich letztlich in Chur ab. Infolge der Gleisbelegung im Bahnhof kommen Züge vor der Einfahrt zum Stehen und müssen die Räumung der Gleise abwarten.



### 3.4.3 Betriebsführung

- Betriebsüberwachung

Die Betriebsüberwachung baut auf der sicherungstechnischen Unterteilung der Strecke auf. Die Zugleitstellen und autonomen Bahnhöfe erfüllen somit nebst ihren operativen Aufgaben gleichzeitig die Funktion dezentral arbeitender Ueberwachungsstellen. Die Funktions- und Arbeitsweise ist in der Abbildung 11 ersichtlich.

Als koordinierende Stelle für grössere Störungen an Spitzentagen amtiert in Chur der Chef Fahrplanbüro. Er steht in telefonischer Verbindung mit den Aussenstellen und setzt auf Grund der mündlichen eingehenden Situationsanalyse Grobdispositionen und Schwerpunktentscheide ab.

Eine Dokumentation des (Ist-)Betriebsablaufes erfolgt mit den Berichten über den Zugverkehr (BüZ). Es ist jedoch keine regelmässige Auswertung (Off-line Verarbeitung) vorgesehen.

- Betriebslenkung

- .. Funktionelle Abgrenzung

Zur Betriebsüberwachung funktionell gekoppelt ist die Betriebslenkung. Mit Ausnahme des oben erwähnten Sonderfalles erfolgen die kurzfristigen Dispositionen ("von Minute zu Minute") vorwiegend autonom. Dadurch dass in Kürze über 90% der Strecke Chur-St.Moritz von drei Zugleitstellen aus fernbedient werden können und wenige Netzverflechtungen mit stark belasteten Strecken vorkommen, erweist sich eine derartige Verknüpfung der operativen mit der dispositiven Ebene im Normalbetrieb als sinnvoll.

- .. Dispositions Vorgang

Direkte Eingriffsmöglichkeiten für die Zugleitstelle in den Betrieb bestehen grundsätzlich nur über die zentralisierten Sicherungsanlagen. Eine direkte Kommunikationsmöglichkeit zum Lok- und Zugpersonal (und umgekehrt) sowie zum Fahrgast (im Zug und auf den Bahnhöfen) besteht nicht. Der vorhandene Zugfunk, der nur in wenigen Fahrzeugen eingebaut ist, kann für die Bedürfnisse der Betriebslenkung nicht genutzt werden.

Mit der Zugüberwachung der SBB besteht im Regelfall ebenfalls keine Verbindung. Eine beschränkte Koordinationsfunktion übt der Bahnhof Chur aus, der sämtliche fahrdienstlichen Aufgaben der RhB besorgt.



An den Spitzentagen im Februar 85 wird zum ersten Mal versuchsweise auf der Zugleitstelle Reichenau ein Verbindungsmann zur Zü der SBB eingesetzt, der insbesondere für eine möglichst frühzeitige und kompetente Weiterleitung der Betriebssituation an die SBB, aber auch an die eigenen Dienststellen der RhB besorgt ist. Die genaue Auswertung dieses Versuches ist besonders wichtig und dürfte äusserst interessante Erkenntnisse über den Nutzen einer zentralen Informationsstelle vermitteln.

.. Besondere Probleme

Durch die enge verkehrliche Verknüpfung mit den SBB in Chur sind zudem die Möglichkeiten von betriebslenkenden Eingriffe eingeschränkt. Das Abwarten von Anschlusszügen ist zwingend, da an Spitzentagen rund 50% der in Chur SBB ankommenden Fahrgäste Richtung Thuis weiterreisen bzw. der Anteil der ab Chur "loco" Wegfahrenden relativ gering ist. Dieses Problem stellt sich besonders im Gruppenreiseverkehr, wo die Uebernahme der Frequenzen in reservierte Wagen erfolgt und kurzfristige Änderungen in der Zugbildung kaum möglich sind.

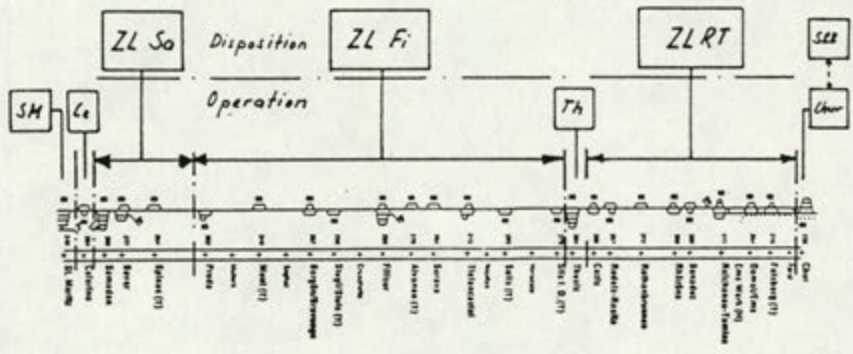


Abb. 11: Betriebsführung im heutigen Zustand

#### 3.4.4 Rollmaterialeinsatz

Durch die Verfügbarkeit genügend neuer Lokomotiven (Ge 4/4") bestehen bezüglich Zugförderung keine Probleme mehr. Angespannter zeigt sich die Situation beim Wagenpark, wo die Zurverfügungstellung eines genügenden Sitzplatzangebotes an Spitzentagen, selbst bei knappster Bewirtschaftung, nicht mehr immer möglich ist.

Bei der Zugbildung auf der Strecke Chur-St.Moritz bestehen aus traktionstechnischen Gründen folgende Varianten:

- Ge 6/6" + 13 bis 15 Wagen (je nach Länge): 600 Plätze
- Ge 4/4" + 11 bis 13 Wagen (je nach Länge): 500 Plätze

Der Einsatz von Ge 4/4" in Vielfachsteuerung bringt zwar eine Zugkraftvermehrung, verdoppelt aber die Loklänge und bringt somit bei konstanter Zuglänge entsprechende Reduktionen bei den Wagen mit sich. Insgesamt bleibt der Wert von 500 Plätzen für diesen Loktyp massgebend. .

Mit der 600 Plätze-Komposition besitzt der Zug eine Regellänge von 250 m. Auf diese Länge wurden bzw. werden nach Möglichkeit sämtliche Kreuzungsstationen ausgebaut. Zur Zeit weisen noch 5 der 23 Stationsanlagen zwischen Chur (inkl.) und Samedan (inkl.) diese Nutzlänge nicht auf und führen deshalb regelmässig zu Betriebsbehinderungen (Tiefencastel, Filisur, Stugl, Muot und Preda). Eine lastrichtungsabhängige Zugbildung könnte dieses Problem entschärfen. Aufgrund der Nachfragestruktur, aber auch aus betrieblichen Gründen (Umlauf) dürfte dieser Fall eher die Ausnahme bilden.

Das Fahren mit 250 m - Zügen (oft werden sie noch mit 1-2 zusätzlichen Wagen "überladen") bringt zudem einige betriebliche Probleme mit sich. So wickelt sich der Kreuzungsvorgang auf Stationen mit Ausweichgleisen, die nur unwesentlich länger als die längsten Züge sind -infolge des zentimetergenauen Anhaltens- nur schleppend ab. Auch die Zugsabfertigung und der Fahrgastwechsel erleiden dadurch, wie an anderer Stelle bereits erwähnt, Verzögerungen.



### 3.5 Schwachstellenanalyse

#### 3.5.1 Untersuchungsmethodik

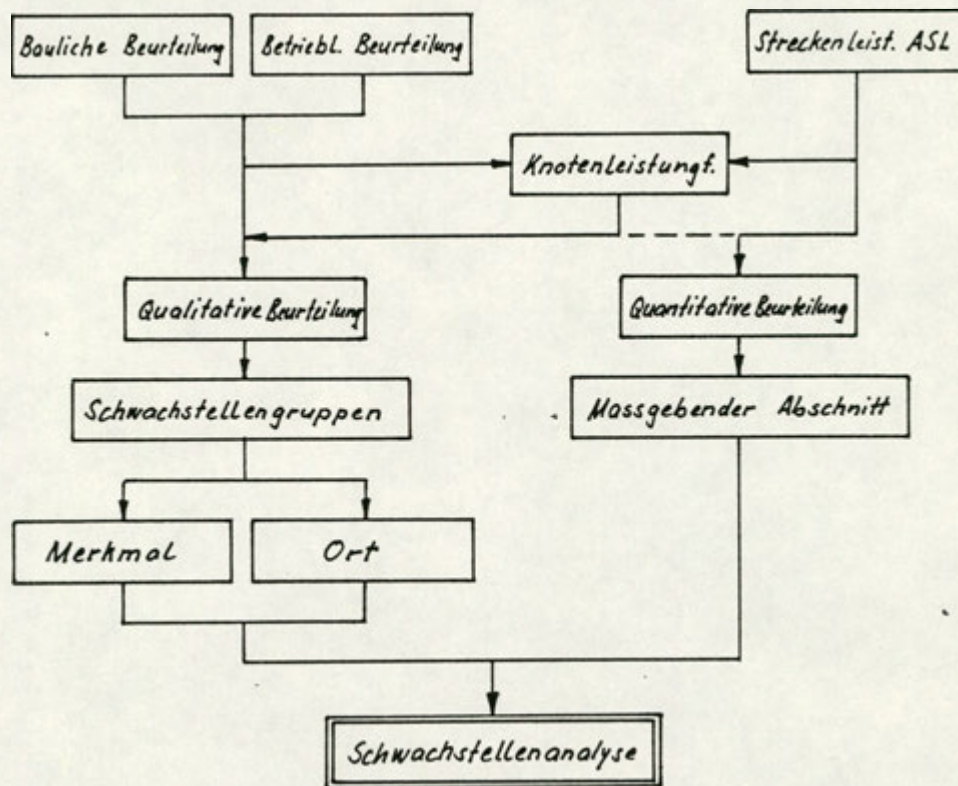


Abb. 12: Methodik der Schwachstellenanalyse

#### 3.5.2 Ermittlung der angebotsbezogenen Streckenleistungsfähigkeit (ASL)

Unter der Leistungsfähigkeit einer Bahnlinie versteht man die Anzahl der Züge, welche

- .. im Rahmen einer gegebenen Fahrplanstruktur
- .. unter Einhaltung einer bestimmten Fahrplangüte
- .. während einer massgebenden Zeitdauer
- .. auf dem massgebenden Streckenabschnitt
- .. mit Berücksichtigung der technischen Ausrüstung
- .. unter Berücksichtigung von Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten

verkehren können.

Die Leistungsfähigkeit ist somit keine einheitlich bestimmbare Grösse und hängt vor allem von folgenden Einflussgrössen ab:

- .. Technische Ausrüstung der Publikums-, Betriebs- und Sicherungsanlagen
- .. Horizontale und vertikale Linienführung (Kurven, Rampen)
- .. Streckenlänge
- .. Fahrplanaufbau
- .. Anteile der verschiedenen Zugattungen
- .. Geschwindigkeitsunterschiede der verschiedenen Zugattungen
- .. Fahrplangüte bezüglich Fahrzeitreserven, Anschlüsse, Zugsüberholungen usw.
- .. Qualität des Betriebsablaufs bezüglich Verspätungen, Anschlussbrüche usw.
- .. Konzept der Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten

Eine einmal berechnete Streckenleistungsfähigkeit behält - auch wenn keine Änderung bei den festen Anlagen vorgenommen wurden - nicht für immer ihre Gültigkeit, sondern ändert sich mit dem Fahrplan, welcher für die Berechnungen verwendet wird. Eine grosse Leistungsfähigkeit wird z.B. auf doppelspurigen Strecken dann erreicht, wenn sich ausschliesslich gleich schnell fahrende Züge gebündelt hintereinander folgen. Dagegen erreicht deren Leistungsfähigkeit nur kleine Werte, wenn Züge mit grossen Geschwindigkeitsunterschieden abwechslungsweise verkehren (z.B. Schnell-/Regional-/Schnellzug usw.)

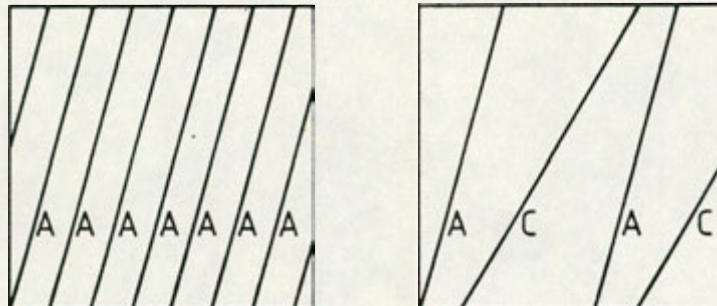


Abb. 13: Leistungsfähigkeit bei verschiedenen Zugfolgen



Betrachtet man nun den Eisenbahnverkehr auf der Albulalinie während der täglichen Betriebsdauer, so können wir folgende Zustände feststellen:

- .. 22.00 - 05.00 Uhr: Nachtbetriebspause
- .. 05.00 - 09.00 Uhr: langfristig programmierte Fahrplantrassen mit Fern- und Nahverkehr
- .. 09.00 - 15.00 Uhr: vorwiegend Fernreiseverkehr mit lang- und kurzfristig programmierten Fahrplantrassen
- .. 15.00 - 22.00 Uhr: langfristig programmierte Fahrplantrassen mit Fern- und Nahverkehr

Im Gegensatz zu einer normalspurigen Ferneisenbahn im Mittelland besitzt die meterspurige Albulalinie folgende Besonderheiten:

- .. vorwiegend Reisezugsverkehr
- .. geringe Fahrzeitunterschiede auf den einzelnen Blockabschnitten wegen trassierungsbedingter Geschwindigkeitsbegrenzungen
- .. zeitliche Begrenzung der Betriebsdauer aus übergeordneten verkehrlichen und betrieblichen Bedingungen

Zur Berechnung der Leistungsfähigkeit ist die zu untersuchende Strecke vorgängig zu unterteilen. Als Streckenabschnittsgrenzen wählt man

- .. Knotenbahnhöfe,
- .. Abzweigbahnhöfe, die an Gemeinschaftsstrecken anschliessen,
- .. Bahnhöfe, auf denen die Zahl der Züge, die Zugfolgen oder die Betriebsweise wesentlich ändern, z.B. bei Anfangs-, End- oder Überholungsbahnhöfen der Regionalzüge.

Dazu wird für jeden betrachteten Streckenabschnitt

- .. festgehalten, ob es sich um eine vorwiegend ein- oder doppelspurige Strecke handelt,
- .. der massgebende Blockabschnitt für Folgefahrten bestimmt. Auf einspurigen Strecken sind als Anfangs- und Endbahnhöfe nur Stationen zu wählen, die ein Kreuzungsgleis mit genügender Länge aufweisen,
- .. die Normalfahrzeit  $t_{mBa}$  eines durchfahrenden Reisezuges über den massgebenden Blockabschnitt ermittelt.

Die Berechnung der maximal möglichen Zugzahl  $Z$  erfolgt nach der Formel

$$Z = \frac{n * T}{(tmBa + ta + tp)}$$

wobei nach zwei- und einspurigem Betrieb zu unterscheiden ist.

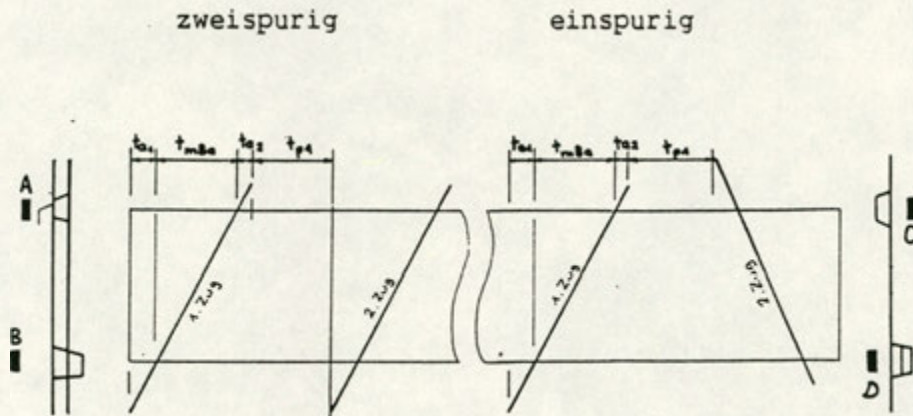


Abb. 14: Berechnungsgrundlagen für zwei- und einspurige Strecken

Es bedeuten dabei im einzelnen:

$n = 1$  bei einspurigen Strecken; es wird somit die ungünstigste Zugbündelung (abwechslungsweise je 1 Zug pro Richtung) angenommen,

$n = 2$  bei zweispurigen Strecken,

$tmBa$  = Normalfahrzeit eines durchfahrenden Reisezuges (Reihe A) über den massgebenden Blockabstand,

$ta$  = 1.5 Minuten als Zeitzuschlag zur Berücksichtigung der Annäherung (Vorsignalsichtpunkt bis Ausfahr- oder Blocksignal) sowie der Auflösung (Einfahr- oder Blocksignal bis Auflösepunkt) des massgebenden Blockabschnitts,

$tp$  = 3 Minuten als Pufferzeit zwischen 2 sich folgenden, bzw. sich kreuzenden Zügen,

$T$  = massgebender Zeitraum innerhalb der täglichen Betriebsdauer (in Minuten).



Abbildung 8 zeigt vereinfacht den heutigen Ausbaugrad sowie die daraus abgeleiteten Fahrzeiten für die einzelnen Blockabschnitte. Die kritischen Blockabschnitte liegen demnach zwischen Reichenau und Bever. Aufgrund der Lage der Abzweigungsbahnhöfe einerseits und der Anzahl der verkehrenden Züge andererseits ergeben sich die folgenden unterschiedlichen Streckenabschnitte:

- .. Reichenau - Thusis
- .. Thusis - Filisur
- .. Filisur - Bever

Als massgebende Blockabschnitte ergeben sich dabei:

- .. Rhäzüns - Rothenbrunnen: 4124 m; tmBa = 5 Minuten
- .. Sils - Solis : 6252 m; tmBa = 8 Minuten
- .. Muot - Preda : 6518 m; tmBa = 9 Minuten

Die maximal mögliche Anzahl Züge kann nun für drei unterschiedliche Betriebszeiten (T1 = 05.00 - 22.00, T2 = 08.00 - 20.00, T3 = 09.00 - 15.00 Uhr) an jedem massgebenden Querschnitt berechnet und dem heute bestehenden Grund- und Spitzenfahrplan (z.B Samstag, 12.2.1983) gegenübergestellt werden.

Betriebszeit	Massgebender Blockabschnitt								
	Rhäzüns - Rothenbrunnen			Sils - Solis			Muot - Preda		
	theo.	norm.	max.	theo.	norm.	max.	theo.	norm.	max.
	Anzahl Züge zwischen								
· 5 <sup>h</sup> - 22 <sup>h</sup> (T1)	107	62	71	12	39	55	76	34	50
· 8 <sup>h</sup> - 20 <sup>h</sup> (T2)	76	45	54	58	31	46	53	28	43
· 9 <sup>h</sup> - 15 <sup>h</sup> (T3)	38	22	30	29	16	28	27	13	27
	Auslastungsgrad in %								
· 5 <sup>h</sup> - 22 <sup>h</sup> (T1)	100	58	66	100	48	67	100	45	66
· 8 <sup>h</sup> - 20 <sup>h</sup> (T2)	100	59	71	100	53	79	100	53	81
· 9 <sup>h</sup> - 15 <sup>h</sup> (T3)	100	58	79	100	55	97	100	48	100

Tab. 3: Streckenleistungsfähigkeit und -belegung während verschiedener Betriebszeiten

Die Gegenüberstellung erlaubt folgende Aussagen:

- .. An Normalverkehrstagen wird die Streckenleistungsfähigkeit der Albulalinie höchstens zu 60% beansprucht,
- .. An Spitzenverkehrstagen (z.B. Wintersamstage) wird wegen der zahlreichen Zusatzzüge auf den Teilstrecken Thuisis-Filisur und Filisur-Bever die Streckenleistungsfähigkeit
  - . zwischen 05.00 und 22.00 Uhr im Mittel zu 2/3,
  - . zwischen 08.00 und 20.00 Uhr im Mittel zu 4/5 und
  - . zwischen 09.00 und 15.00 Uhr vollständig

beansprucht!

- .. Innerhalb der sechsstündigen Spitzenzeit findet nochmals eine Konzentration der Zugfahrten statt. So wurden im Blockabschnitt Muot-Preda zwischen 10.00 und 14.00 Uhr insgesamt 21 Zugfahrten abgewickelt, obgleich gemäss der Leistungsberechnung nur 18 Züge verkehren können. Im praktischen Betrieb erreicht man dies durch zeitweilige Zugbündelungen in der einen Fahrtrichtung und bewusst zulasten der Gegenrichtung mit den entsprechenden negativen Folgen für die Betriebsqualität!



### 3.5.3 Knotenleistungsfähigkeit

Die bauliche Ausgestaltung (3.2) einer Bahnhofanlage sowie vorgegebene Betriebsbedingungen bestimmen im Wesentlichen die Knotenleistungsfähigkeit. Die Nachbildung wirklichkeitsnaher Betriebsabläufe und somit die Erbringung eines direkten Leistungsnachweises ist mit rechnergestützten Simulationsverfahren möglich. Sie erfordern aber trotz mehr oder weniger einschneidende Vereinfachungen einen relativ hohen materiellen und finanziellen Aufwand. Im Rahmen dieser Arbeit können somit keine quantitativen Untersuchungen vorgenommen werden.

Aufgrund der übersichtlichen Anlagenausgestaltung und gleichbleibender Betriebsabläufe kann für eine Beurteilung auf eine rein qualitative Beschreibung der Engpässe abgestützt werden.

Verglichen wird dabei insbesondere die Abstimmung der Streckenleistungsfähigkeit aus der ASL (Angebotsbezogene Streckenleistungsfähigkeit Kap.3.5.2) auf die Leistungsfähigkeit der angrenzenden Knoten, oder mit anderen Worten, vermögen die Knoten die Strecken genügend zu "speisen" bzw. die anfallenden Züge zu "schlucken". Ausgangspunkt ist die Strecke mit der geringsten Leistungsfähigkeit.

Betrachtet wird wiederum nur der Spitzenverkehr, da die Leistungsfähigkeit im Normalbetrieb grundsätzlich als genügend betrachtet werden kann.

Als Indikatoren für eine Beurteilung wurden gewählt:

- Fahrstrassenbelegung in Weichenköpfen
- Gleisbelegung für durchfahrende Züge
- Gleisbelegung für haltende Züge
- Spezielle Probleme (Autozugverkehr)

Die Auswertung der BÜZ und der Protokolle der Verspätungsentwicklung hat ergeben, dass zwar gewisse Behinderung in den Knoten auf entsprechende Engpässe zurückzuführen sind, die Leistungsfähigkeit der Gesamtstrecke dadurch aber nicht massgebend beeinflusst wird. Die Einschränkungen seitens der Strecke sind eindeutig grösser. Aus der Sicht Betriebsproduktivität wie auch Betriebsqualität sind die Behinderungen in Knoten jedoch bedeutend schwerer zu gewichten.

## 3.5.4 Resultierende Schwachstellen

## o Schwachstellengruppen

Die Schwachstellen lassen sich, im Sinne einer qualitativen Beurteilung, wie folgt gruppieren:

- Merkmal der Schwachstelle
- Ort des Auftretens

Grundlage zur Erfassung bilden die Verspätungsprotokolle des Betriebstages 12.2.1983 (Beilage 7). Die Verspätungsfälle im Normalbetrieb sind ähnlich gelagert, fallen jedoch betragsmässig nicht gleich hoch aus.

## .. Merkmal der Schwachstelle

Die Verspätungsfälle, als Symptome der Schwachstellen, wurden gemäss folgendem Schema typisiert:

Betrieblich	Verkehrlich	Technisch
A Autoverlad	As Anschluss	T Störungen
B Formation Manöver/ Bremsprobe/ vor Signal/ kein ZP, LP/	F Frequenz W Direkte Wagen	
D Distanz		
G Gepäck, Post		
V Kreuzung		

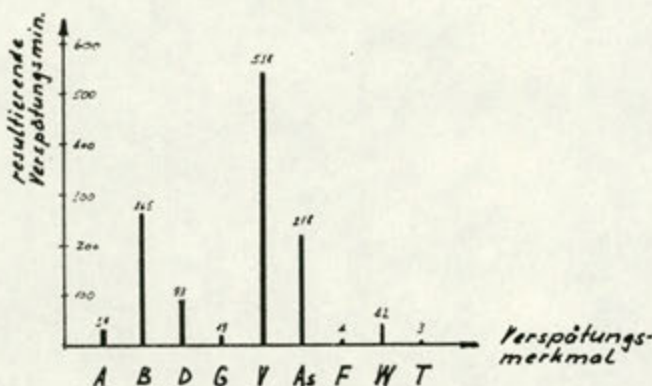


Abb. 15: Häufigkeit der Verspätungsfälle

Nicht enthalten in diesen Zusammenstellungen sind Ereignisse auf der noch nicht fernüberwachten Strecke Reichenau-Thusis sowie der autonomen Station Celerina. Auf Grund der Vergleichsrate zwischen effektiven Verspätungen am Zugendpunkt und protokollierten Verspätungen, kann die Menge der nicht erfassten Verspätungen als äusserst klein betrachtet werden.



.. Ort des Auftretens

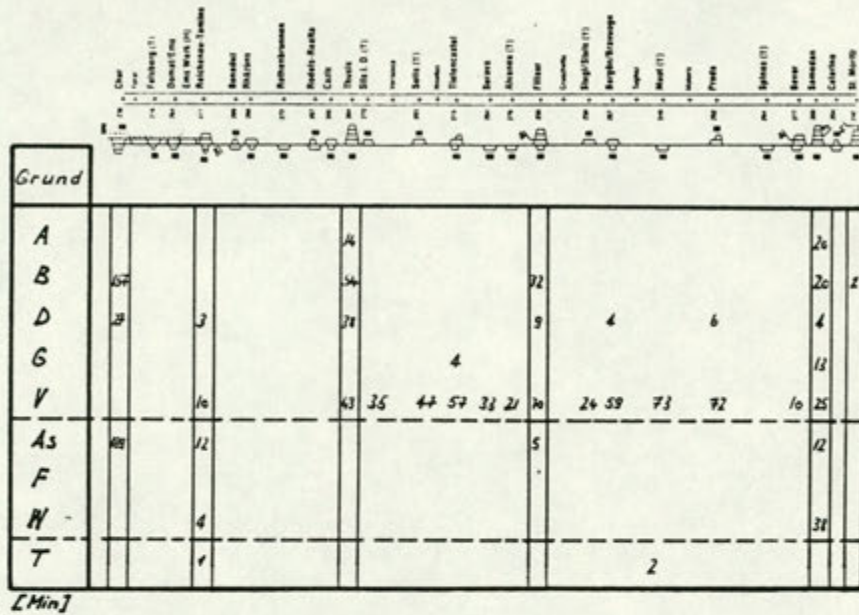


Abb. 16: Ort und Häufigkeit des Auftretens

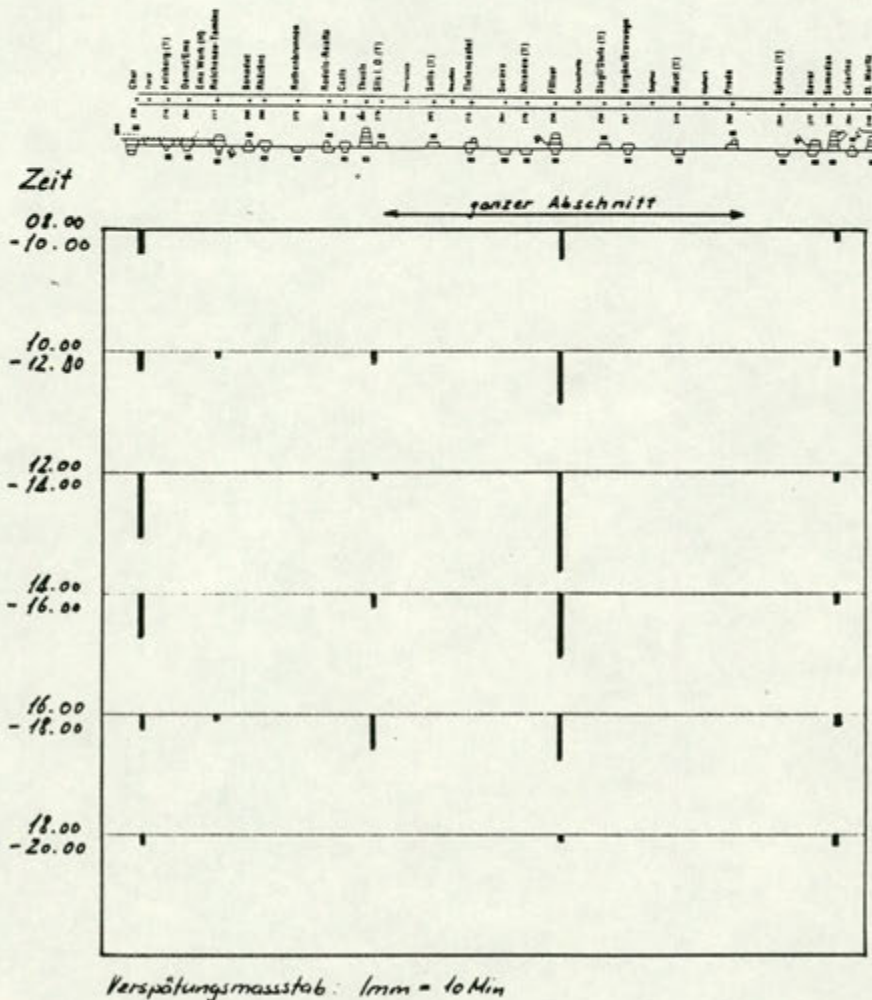
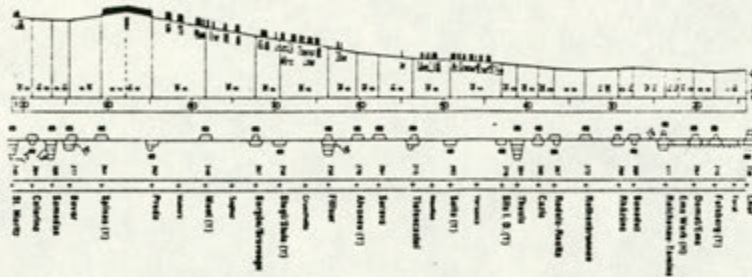


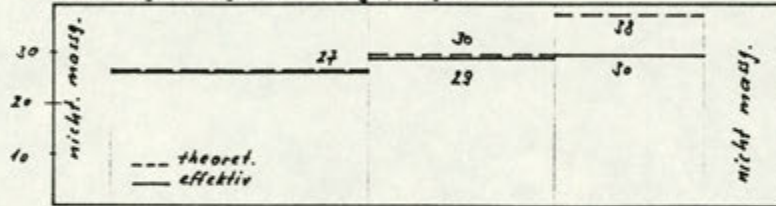
Abb. 17: Ort und Zeitpunkt des Auftretens

- Streckenleistungsfähigkeit

Die Gegenüberstellung von ASL und Knotenleistungsfähigkeit hat ergeben, dass die aus der ASL resultierenden Minimalkapazität für den Streckenabschnitt Muot-Preda, für die Gesamtleistungsfähigkeit der Albulastrecke massgebend wird.



Leistungsfähigkeit in Züge/6h gem. ASL



Auslastungsgrad in % gem. ASL

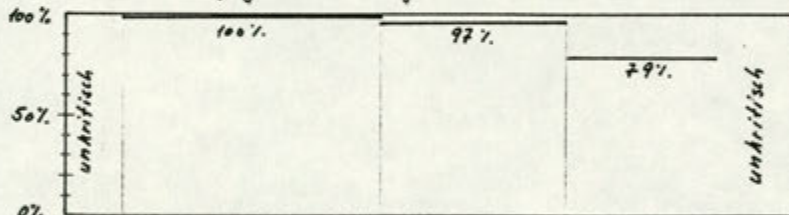
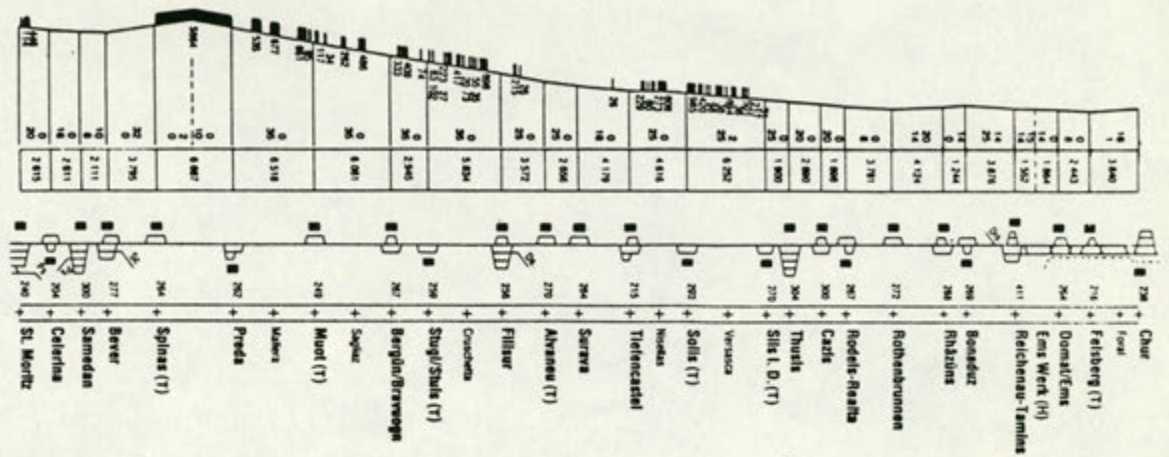


Abb.18 : Abschnittsleistungsfähigkeit und Auslastungsgrad im Spitzenverkehr

- Schwachstellenanalyse

Das nachstehende Schema gibt in zusammengefasster Form eine Uebersicht über die im gesamte Analyseteil eruierten Schwachstellen qualitativer und quantitativer Art an (schwergewichtig auf den Spitzenverkehr bezogen).





Bahnhöfe und Stationen	Betriebsanlagen		Publikumsanlagen		Strecke		Fahrplanauslegung	Rollmaterial
	Sw-Anlagen	Gleis-Anlagen	Zugang	Einstellger-Höhltnisse	V	Leistung		
Charl	●		●					○
Fiedl	●	●	●					○
Feiberg (T)	●	●	●					○
Domatzen	●		●					○
Emis Werk (H)	●		●					○
Reichenau-Tamlen	●		●					○
Rodel-Reitha	●		●					○
Catts	●		●					○
Thurt	●	●	●	●				○
Siles I. D. (T)	●		●					○
Verreca	●		●					○
Solis (T)	●		●					○
Nudaka	●		●					○
Tiefenstiel	●	●	●					○
Serrva	●		●					○
Alvensau (T)	●		●					○
Füllbr	●	●	●					○
Cruchena	●		●					○
Stajl/Stale (T)	●		●					○
Bergau/Brennen	●		●					○
Soglar	●		●					○
Maurl (T)	●		●					○
Maders	●		●					○
Preda	●		●					○
Spinas (T)	●		●					○
Borer	●		●					○
Samedan	●		●					○
Celerias	●		●					○
St. Meritz	●		●					○

- gleichzeitiges Einfahren nicht möglich
- Ausbaustandard generell schlecht
- ◐ Nutzlänge zu gering
- ⊗ Sw-Anlagen betriebshemmend (Handweichen)
- ◑ nicht schienenfrei
- ⊙ Kapazität zu gering
- ⊕ für lange Züge ungenügend
- Umlauf der Komposition
- nicht zentralisiert

- ASL
- < 50 %
  - - - 50 - 75 %
  - 75 - 90 %
  - 90 - 100 %

- Fahrplan
- Sollzustandsbeschreibung teilweise ungenügend

Abb. 19: Uebersicht über die Schwachstellen

In Stichworten sind folgende wesentlichste Punkte zu nennen:

- Die Leistungsfähigkeit der Albulalinie wird heute an Spitzentagen voll ausgenützt bzw. überschritten, wodurch die Betriebsqualität merklich sinkt.
- Das Geschwindigkeitsprofil weist zwar relativ niedrige absolute Werte auf; ist aber nicht leistungsmindernd und mit wenigen Ausnahmen ausgeglichen.
- Die Fahrplanauslegung weist für den Spitzenverkehr "geplante" Verspätungsquellen auf.
- Einzelne (Spezial-) Angebote während der Spitzenzeit an Grossverkehrstagen (direkte Wagen, Autozüge und -wagen, Schlittelzüge Bergün-Preda) führen zu unverhältnismässigen Betriebsverzögerungen.
- An Spitzentagen vermögen insbesondere die Schnellzugstationen betrieblich und verkehrlich nicht zu genügen.
- Der konzeptionelle Aufbau der Sicherungsanlagen ist richtig. Es fehlt noch die Zentralisierung einiger weniger, jedoch wichtiger Stationen.
- Die Kreuzungsabwicklung auf den Stationen wird erschwert durch das Fehlen der Möglichkeit zum gleichzeitigen Einfahren sowie teilweise infolge zu kurzer Kreuzungsgleise.
- Die Betriebslenkung erfolgt grundsätzlich dezentral. Die an Spitzentagen vorgesehene zentrale Leitstelle vermag aus technischen und organisatorischen Gründen ihre Aufgabe nur teilweise zu erfüllen.
- Der Bahnhof Chur als aufkommensstärkster Bahnhof und wichtigster Verknüpfungspunkt vermag an Spitzentagen betrieblich und verkehrlich nur teilweise zu genügen.
- Die Kundeninformation, insbesondere an Spitzentagen, ist nicht in allen Punkten genügend.
- Die Zugbildung weist gewisse Detailmängel auf.
- Die Aufenthalts- und Abfertigungszeiten sind bei längeren Zügen, infolge der fehlenden automatischen Türschliessung, grundsätzlich zu lang.



#### 4. Untersuchung von Angebotsverbesserungen

##### 4.1 Vorgegebenes Fahrplanszenarium der RhB

###### 4.1.1 Angebotsvorstellungen

- Reiseverkehr
  - Stündliches Schnellzugspaar Chur-St.Moriz
  - Stündliches Regionalzugspaar Chur-Thusis
  - Vereinzelte Regionalzüge Thusis-Samedan wie heute
  - Doppelführungen von Schnellzügen in den Hauptreisezeiten
- Güterverkehr
  - 5-7 Güterzugpaare, teilweise in Tagesrandlagen und nicht an Spitzenverkehrstagen
- Autozüge
  - An Winterwochenenden stündliches Autozugpaar; Umläufe mit 4 Kompositionen
- Spezielle Züge
  - Schlittelzüge Bergün-Preda von 9 - 16 Uhr, in Lücken wo keine Regionalzüge verkehren
  - Extrazüge nach Bedarf, verkehren nicht an Spitzenverkehrstagen

Die Angebotsvorstellungen der RhB (ohne Verknüpfung mit den SBB) sind in Beilage 8 dargestellt.

###### 4.1.2 Auswirkungen

- Allgemeines

Der Aufbau des Fahrplanes erfolgte derart, dass zuerst die Schnellzüge und ihre Doppelführungen eingesetzt wurden, anschliessend die Regionalzüge Chur-Thusis und dann die Autozüge.

Die Regionalzüge Thusis-Samedan verkehren in den verbleibenden Lücken, ebenso die Schlittelzüge von Bergün nach Preda. Die Güterzüge und Extrazüge wurden nicht eingezeichnet, da diese ausserhalb der Spitze verkehren und somit bezüglich Festlegung keine Probleme ergeben.

Bei der Planung der übrigen Fahrplanszenarien wurde gleich vorgegangen.

- Reiseverkehr

- Grundangebot realisierbar, die Regionalzüge Thusis-Samedan lassen sich jedoch nicht mit einem attraktiven Fahrplan führen (falls stündlich Autozüge verkehren)
- Doppelführungen können ebenfalls geplant werden

- Autozüge

Das stündliche Angebot eines Autozuges in beide Richtungen, während der Zeit wo die Schnellzüge doppelt geführt werden, ist nicht möglich. Ein derart dichter Fahrplan lässt sich nur bis etwa 10 Uhr und ab 15 Uhr realisieren.

- Schlittelzüge Bergün-Preda

Aehnliche Probleme stellen sich für die Schlittelzüge. In der absoluten Spitzenzeit ist das planmässige Einlegen dieser Züge nicht möglich. Die Führung wäre nur unter erschwerten Bedingungen, d.h. in zufällig entstehenden Fahrplanlücken und mit zeitaufwendigen Doppelkreuzungen in Muot, möglich.

#### 4.2 Prognosen, Marktforderungen

---

Aufgrund der Verkehrsprognose einerseits und der kaum veränderbaren Gesetzmässigkeiten des Ferienreiseverkehrs andererseits ergibt sich heute und in Zukunft die Aufgabenstellung, an Wintersamstagen zwischen 09.00 und 15.00 Uhr möglichst viele Reisende zu noch einigermaßen vertretbaren Bedingungen über die Albulalinie zu befördern, d.h. möglichst viele Schnellzüge zu führen.

#### 4.3 Erweiterung der Fahrplanszenarien

---

##### 4.3.1 Randbedingungen

Der unter Punkt 4.1 aufgeführte Fahrplan ist insbesondere als verkehrliches (netzinternes) Idealangebot zu betrachten. Die Verknüpfung mit den SBB erfordert jedoch eine Anpassung der Verkehrszeiten in Chur. Weitere Variationsmöglichkeiten sind:

- Hinketakt/Studentakt
- Anschlussminimierung in Chur
- Abweichung von der Symmetriezeit Minute 57
- Schnellzugsdoppelführungen im Halbstundentakt
- Kreuzungspunkte



## 4.3.2 Auswahl von Fahrplanszenarien

## • Allgemeines

Eingezeichnet wurden vorerst nur die Schnellzüge und, falls möglich, die Doppelführungen. Es kann angenommen werden, dass das Einlegen der übrigen Zuggattungen, die in ihrer Lage nicht gebunden sind, nur im Rahmen des Idealfahrplanes, grundsätzlich möglich ist. Es ergeben sich also ähnliche bzw. noch grössere Engpässe.

Variante	Chur an/ab	Kreuzungen	Besonderheiten, Probleme
A	08/46	Reichenau Solis Stuol Spinas	Übergang von IC 16' von B 8': Doppelführungen 16-15' nach Stanzmünz, ergibt klare Befüge auf Strecke Thuis- teier; für beide Lastrichtungen guter Fahrplan, Blockumteil- lung wird dadurch nicht genutzt.
B	14/40	Rhözüns Tiefencastel Bergün Samedan	Übergang von IC 16' von B 8' Zug muss geändert werden; Doppel- führung kann näher gelegt werden, dadurch Nutzung der Folgefahrt- möglichkeit; Doppelführungen in Gegenrichtung dadurch realisierbar;
C	15/39 07/47 Hinketakt	Reichenau Rothenbrunnen Solis Tiefencastel Stuol Hubt Bever Celerina	Übergang im Chur je 9'; Legen der Doppelführungen relativ schwierig;
D	09/45 (39/15)	Reichenau Solis Stuol Spinas	Übergang von IC 15' von B 7': Doppelführungen im 10' Takt ergibt starres Befüge mit vor- aussichtlich stabilem Fahrplan; das Einfügen weiterer Züge jedoch sehr schwierig;

Abb. 20: Übersicht über die Fahrplanvarianten

Die entsprechenden grafischen Fahrpläne finden sich in Beilage 9.

#### 4.4 Kapazitätsmässige Auswirkungen

---

Während der sechsstündigen Verkehrsspitze wurden am 12.2.1983 durch die 27 Schnell-, Auto- und Regionalzüge insgesamt 8347 Reisende befördert, was bei einem Angebot von rund 11400 Sitzplätzen eine mittlere Auslastung von 73% ergab. Würde man nun ausschliesslich Schnellzüge mit einem durchschnittlichen Angebot von 550 Sitzplätzen führen, so könnte mit dem gegenwärtigen Ausbaugrad eine theoretische Beförderungskapazität von 14850 Reisende in sechs Stunden erzielen.

Können durch geeignete organisatorische und bauliche Massnahmen (z.B. gleichzeitiges Einfahren in die Kreuzungsstationen) die heute erforderlichen Pufferzeiten verkleinert werden, so steigt die massgebende Streckenleistungsfähigkeit auf dem Abschnitt Filisur-Bever von heute 27 auf 29 Züge oder theoretisch auf 15950 Reisende während sechs Stunden an.

#### 4.5 Qualitative Auswirkungen auf den Betrieb

---

Die qualitativen Auswirkungen dieser Szenarien auf den Betrieb dürften sich, bei unveränderter Anlagenkonfiguration, in zumindest ähnlichen Problemstellungen wie heute zeigen. Kommen gleichzeitig noch markante Nachfragesteigerungen hinzu, werden die Engpässe noch deutlicher und in grösserer Zahl zu Tage treten.

Grundsätzlich andere Fahrplanszenarien erbringen sowohl quantitativ wie auch qualitativ keine neuen Angebotsaspekte. Die heutige Fahrplankonstellation, mit den erwähnten Einschränkungen, kann als recht gut betrachtet werden.



## 5. Leistungsbilanz

### 5.1 Zielsetzungen für den Betrieb

Zwischen den Ausgangsdaten (Strecke und Rollmaterial), den Gesetzmässigkeiten des Betriebes und den Erfordernissen der Nachfrage soll ein Optimum gefunden werden.

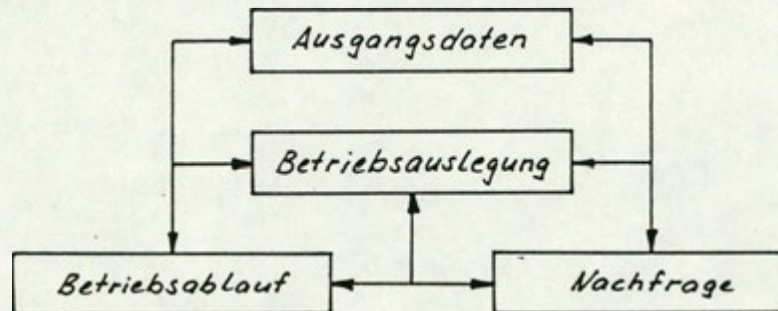


Abb. 21: Optimierungsschema

Als Optimierungskriterien dienen dabei einmal primär die Unternehmenszielsetzungen bzw. stellvertretend die Elemente

- Leistungsfähigkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Attraktivität

Die Gewichtung dieser Elemente, grundsätzlich ein unternehmensinterner Prozess, ist für den weiteren Ablauf von zentraler Bedeutung. Eine rein qualitative Zuordnung zeigt die folgende Abbildung.

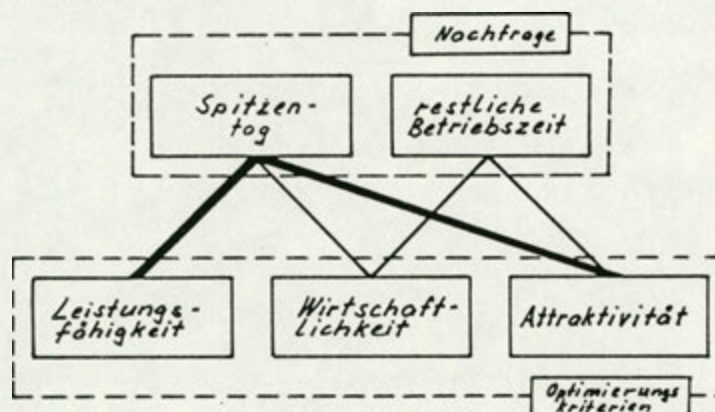


Abb. 22: Gewichtung der Ziele

Die Besonderheiten der Nachfrage- wie auch der Marktstruktur bedingen eine sowohl bezüglich der Leistungsfähigkeit wie auch der Attraktivität gleichwertigen Gewichtung. Die Anforderungen der Wirtschaftlichkeit sind dabei angemessen mitzubersichtigen.

Auf Grund der Schlussfolgerungen im Analyseteil dieser Arbeit und den Angebotsvorstellungen seitens der RhB wurde folgende Zielsetzung für den Betrieb festgelegt:

- Die künftige Spitzennachfrage, die unter Voraussetzung der Realisierung der Vereinalinie, im heutigen Rahmen verbleiben wird, soll unter Verbesserung der Betriebsqualität abgewickelt werden können. Attraktivitätsvorteile resultieren daraus auch für den Normalbetrieb und für den Verkehr im Regionalbereich.

## 5.2 Massgebende Schwachstellen

-----

Abgeleitet aus den Zielsetzungen des Betriebes und im Hinblick auf die künftigen Angebotsvorstellungen dürften sich, im Vergleich zu den in der Schwachstellenanalyse (3.5) aufgeführten Punkte und unter der Voraussetzung gleicher Anlagenauslegung wie heute, keine wesentlichen neue Engpässe ergeben. Die bereits bekannten Schwachstellen werden sich jedoch noch mehr akzentuieren.



## 6. Massnahmen zur Sanierung

---

### 6.1 Randbedingungen

---

Die Auswahl der Massnahmen hat sich grundsätzlich auf die bestehenden Anlagen und Strukturen abzustützen.

### 6.2 Verkehrliche Massnahmen

---

Zur Brechung der enormen Verkehrsspitzen (und zur Füllung der Nachfragelöcher) beim Ferienreisendenverkehr auf der Albulalinie sind verkehrslenkende und tarifrische Massnahmen zu prüfen.

#### 6.2.1 Verkehrslenkung

- Räumliche Verkehrslenkung

- .. kurzfristig: Umlegung Regionalzüge auf Strasse, Schnellkurse mit Luxusbussen über den Julierpass !! (Winter? Politik?)

- .. künftig: Einbezug der Vereinalinie (z.B. Extrazüge Engadin-Norden nur über Vereina. Fragezeichen bezüglich Streckenleistungsfähigkeit, Zuglänge und Gewicht auf dem Abschnitt Klosters-Küblis)

- Zeitliche Verkehrslenkung

- .. Nachfrageseitig

Die bestehende Nachfragestruktur im Oberengadin gestaltet sich wie folgt:

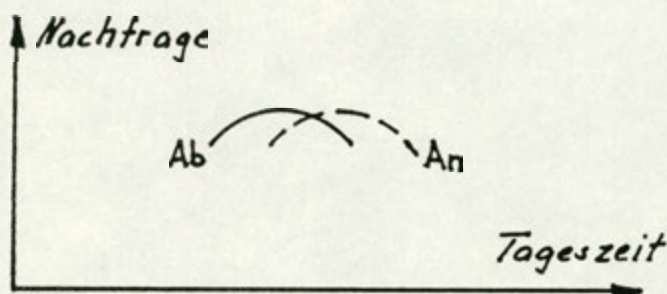


Abb. 23: Vereinfachte Darstellung der Nachfragestruktur im Oberengadin

Um eine Entspannung der Verhältnisse zu erreichen, anbietet sich die Möglichkeit, die sich überschneidenden Nachfragekurven, durch Massnahmen am Ziel- und Endpunkt der Reise zeitlich zu verschieben.

#### 1. Möglichkeit

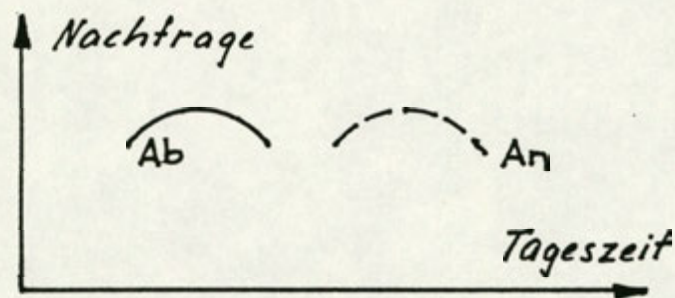


Abb. 24: Verschiebung der Nachfragespitzen (I)

Es ergeben sich dadurch neue Problemstellungen:

- "Kreuzung" der Nachfragespitzen wird lediglich verschoben, es entstehen dort neue Konflikte
- Die Verschiebung der Abreise ist nur beschränkt möglich, die frühe Räumung der Ferienunterkünfte dürfte eine äusserst unpopuläre (analog WK Ende!) und in der Parahotellerie (Uebergabe) praktisch kaum durchführbare Massnahme sein.
- Die Verschiebung des ankommenden Reisendenstromes gegen den Abend bedeutet: Bezug der Ferienunterkünfte erst am Abend oder in der Nacht, Verlust des 1. Feriennachmittags, Anschlussverkehrsmittel müssen Betriebsdauer tendenziell ausdehnen.

#### 2. Möglichkeit

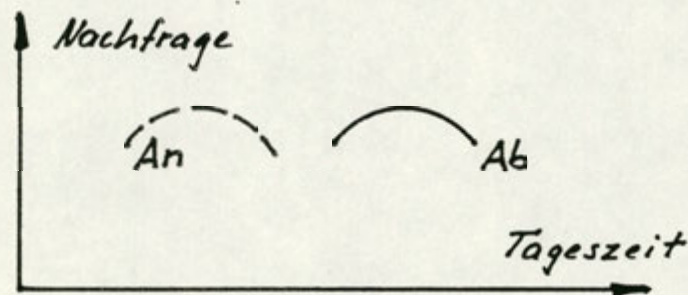


Abb. 25: Verschiebung der Nachfragespitzen (II)



Es ergeben sich folgende Konsequenzen:

- "Kreuzung" der grössten Nachfrageströme im Ferienort; damit verbunden Probleme beim Unter-  
kunftswechsel; Gepäck muss zwischendeponiert  
werden.
- Die ankommenden Feriengäste müssen ihren Wohnort  
sehr früh verlassen (Anreise > 4Std.)
- Die wegfahrenden Feriengäste erreichen ihr Ziel  
erst in der Nacht

Es ist sofort ersichtlich, dass die Möglichkeiten  
des steuernden Eingriffes äusserst beschränkt ist,  
nicht nur weil die in Frage kommenden Massnahmen  
unattraktiv sind (freier Markt), sondern meist gar  
nicht durchführbar wären (Distanzen).

Gewisse Steuerungsmöglichkeiten ergäben sich mit  
Ferienarrangements für zeitlich bewegliche Gäste,  
die Ihre Ferien unter der Woche beginnen könnten.  
Voraussetzung dazu bilden nebst preislichem Anreiz  
die Mitarbeit der Fremdenverkehrsindustrie. Das  
entsprechende Potential dürfte, wie Erfahrungen  
anderer Versuche zeigen, relativ klein sein.

.. Angebotsseitig

- Sperrzeiten für Autozüge (9-16 Uhr an Spitzentagen)  
Die dadurch frei werdenden Fahrplantrassen können  
durch Reisezüge belegt werden. Gründe die für diese  
Massnahme sprechen:
  - Die Auslastung der Autozüge in Personen ist gering  
(<100 Pers.)
  - Die Anreise und die Fahrten am Ferienort werden  
von diesen Personen mit dem Auto gemacht, eine  
Begünstigung in der Form eines Transportes wäh-  
rend der absoluten Spitzennachfrage scheint des-  
halb nicht berechtigt.
  - Zu- und Wegfahrt zum Autozug kann zeitlich indi-  
viduell gestaltet werden, Verschiebung in Tages-  
randlagen zumutbar.

Im weiteren kann die Ertragsminderung beim Auto-  
verladeverkehr und der Mehrertrag beim Reisever-  
kehr abgeschätzt und in die Beurteilung miteinbe-  
zogen werden.

- Sperrzeiten für Schlittelzüge (analog Autozüge)  
Der als reine Vergnügungsverkehr zu bezeichnende Schlittelzugbetrieb ist den übergeordneten Bedürfnissen des Schnellzugsverkehrs unterzuordnen.

#### 6.2.2 Tarifarische Massnahmen

Folgende Möglichkeiten bestehen:

- Preisanhebung in den Spitzenzeiten (Zuschläge)
- Preissenkung in den Nachfragelöchern
- Gegenleistung in den Nachfragelöchern (z.B. Gepäcktransport gratis, Abgabe einer Zwischenverpflegung)

Das Aufwand-/Nutzenverhältnis kann anhand bestehender (oder inzwischen wieder aufgebener) Beispiele (Aktion "Silberdistel", TGV, IC-Zuschläge in der Schweiz) abgeschätzt werden.

#### 6.2.3 Gruppenreiseverkehr

Die Einführung von Sperrzeiten bzw. die Kontigentierung liesse sich durchaus verwirklichen und würde sich zur sofortigen, allenfalls versuchsweisen Realisierung eignen. Gewisse beim Einzelreiseverkehr aufgezählte Probleme gelten bei diesem Marktsegment nichts desto trotz.

#### 6.2.4 Kundeninformation

.. vor der Reise:

- am Wohnort,  
Art, Zeitpunkt und Wirkung problematisch, dürfte eher nachfrageabschreckend wirken
- am Ferienort,  
Informationen über Entlastungszüge, direkte Wagen und mögliche Engpässe

.. während der Reise:

- auf der Fahrt (insbesondere unmittelbar vor Chur, gilt für RhB wie SBB),  
Informationen durch Zugfunk/Wagenlautsprecher über Anschlusszüge/-kurse, Abfahrzeiten, Gleisnummern, Formation und Reservierungen
- beim Umsteigen,  
Verbesserung der Informationssysteme (Zugabfahrtsanzeiger, Lautsprecherdurchsagen)



### 6.3 Betriebliche Massnahmen

-----

#### 6.3.1 Fahrplangestaltung

##### ● Tagessonderfahrplan

Die Verspätungsanfälligkeit des Fahrplanes im Spitzenverkehr ist auf die veränderten betrieblichen Gesetzmässigkeiten an diesen Tagen zurückzuführen, die durch die bestehende Sollzustandsbeschreibung nicht mehr abgedeckt werden kann. Die Einführung eines nachfrageorientierten Tagessonderfahrplan, wie er bei anderen Unternehmungen zum Teil besteht, vermag diese Einflüsse weitgehend zu eliminieren.

##### .. Formelle Randbedingungen

- Publizierung des Fahrplanes
- Abstimmung auf untergeordnete Netze bzw. Netzteile

##### .. Materielle Randbedingungen

- Einsatz von Personal und Material

Mit einem derartigen Sonderfahrplan kann zwar die Betriebsituation auf der Zubringerstrecke der SBB nicht direkt saniert werden, durch diese Isolation werden aber die betriebsinternen Verhältnisse der RhB verbessert. Damit kann auch das "Rückschwappen" der Verspätungswelle, mit den entsprechenden Konsequenzen, vermieden werden.

Da der Fahrplan SBB als fix angenommen werden muss, würden sich die verkehrlichen Auswirkungen vorwiegend auf die Fahrriktion Oberengadin-Chur beschränken, d.h. die Abfahrt der Züge insbesondere im Oberengadin würde sich durchwegs vorverschieben. Die daraus resultierenden Konsequenzen für den Zugbenützer können als klein betrachtet werden, da es sich um Gelegenheitskunden handelt, die in jedem Fall den Fahrplan konsultieren bzw. Informationen einholen.

Als Beispiel eines derartigen Tagessonderfahrplanes kann die "Angebotsvorstellung RhB" (Beilage 8) betrachtet werden.



- Bündelung der Züge

Bei den Ausführungen über die Streckenleistungsfähigkeit (3.5.2) ist ersichtlich, wie durch Bündelung der Züge eine gewisse Leistungssteigerung erreicht werden kann.

Ueber ganze Einspurstrecken ist das bündelweise Fahren jedoch nur unter "Vernachlässigung" der Gegenrichtung durchführbar. Zudem ist das flüssige und reibungslose Kreuzen von Bündeln nur auf Doppelspurinseln mit entsprechender Anzahl Blockabschnitte bzw. auf Stationen mit einer entsprechenden Anzahl Parallelgleise möglich.

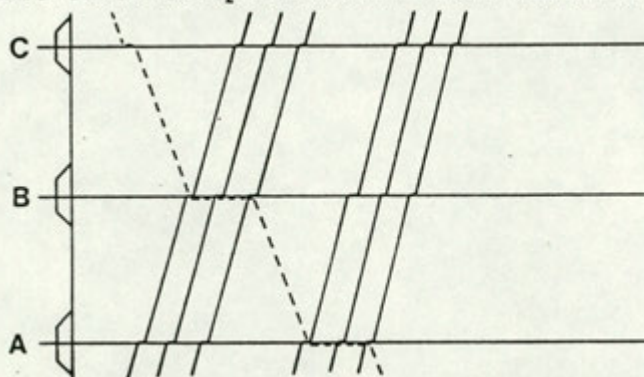


Abb. 26: Gegenrichtungsbetrieb mit Bündelung in einer Fahrrichtung

Für den Anwendungsfall Albula scheidet dieser Vorschlag deshalb grundsätzlich aus, da an den Grossverkehrstagen während den Spitzenzeiten keine ausgeprägten Lastrichtungen vorkommen und auch die festen Anlagen nicht über einen entsprechenden Ausbaustandard verfügen. Doppelführungen, die kleinste Einheit einer Bündelung, sind deshalb zu vermeiden, bzw. deren Festlegung bedarf der genauesten Planung.

- Anschlussfestlegung in Chur

Die Verspätungsanalyse hat gezeigt, dass sich im Spitzenverkehr zu den Ankunftsverspätungen hinzu, beim Umsteigen weitere Verspätungen ergeben. Die Uebergangszeiten in Chur sind deshalb im Spitzenverkehr zu entspannen.

Unter Beibehaltung des bestehenden Grundfahrplanes würde dies bedeuten, die Doppelführungen weiter weg vom Stammzug zu legen, was auch den Zielsetzungen bezüglich Bündelung entsprechen würde. In der Fahrrichtung Chur-Oberengadin müsste die Doppelführung nach dem Stammzug geführt werden, in der Gegenrichtung vor dem Stammzug, was bezüglich Fahrplanveröffentlichung besondere Massnahmen verlangt (siehe auch Tagessonderfahrplan). Die erwähnte zeitliche Staffelung erfordert in Chur auf dem RhB-Perron besondere organisatorische Massnahmen um das Ueberlaufen des erstabfahrenden Zuges zu verhindern.



- Direkte Wagen

Die Führung von direkten Wagen von Pontresina und vom Unterengadin via Samedan Richtung Chur in der Spitzenzeit ist aus betrieblichen Gründen abzulehnen. Da auf diese umsteigefreie Relationen trotzdem nicht verzichtet werden kann, sind zielreine Verbindungen anzubieten. Eine Lösung ergäbe sich in der vermehrten Führung der Zusatzzüge ab Pontresina bzw. Scuol statt St.Moritz und Samedan.

- Fahrplan SBB

Der "Hinketakt" der SBB geht mit sämtlichen Nachteilen in die Betriebsplanung der RhB ein.

Bei künftigen grundlegenden Änderungen der Angebotsgestaltung der SBB soll Ziel der RhB sein, eine entsprechende Strukturbereinigung zu beantragen. Das "Wunschangebot" soll folgenden verkehrlichen Gesichtspunkten Rechnung tragen ("Bahn 2000"):

- qualifiziertes, stündliches B-Zug Angebot Richtung Zürich und St.Gallen unter Ueberprüfung der Halteorte im Zulauf zur RhB,
- stündliches Intercity Angebot Richtung Zürich

### 6.3.2 Betriebslenkung und Kommunikation

- Leitstelle

Die Aufgabe einer Leitstelle besteht darin, bei Abweichungen vom Normalbetrieb an zentraler Stelle, aufgrund eines Soll/Ist-Vergleiches, die der momentanen Betriebslage adäquaten Massnahmen rasch und richtig anzuordnen. Sie bedarf dazu Hilfsmittel, um die gefassten Entschlüsse schnell und zuverlässig allen, aber nur den Betroffenen weiterzuleiten. Vorteile ergeben sich mit der Betriebsleittechnik in diesem Falle weniger durch Leistungssteigerungen als vielmehr durch Anhebung der Dienstleistungs- und Betriebsqualität. Der Einsatzbereich einer Leitstelle kann sich über einen gesamten Betrieb oder auch über geografische bzw. zeitliche bzw. funktionelle Teilbereiche erstrecken.

Aus diesen Forderungen sind folgende Massnahmen abzuleiten:

.. Normalverkehr

Die Zusammenarbeit der einzelnen Zugleitstellen und der autonomen Bahnhöfe, sowie die Verbindungen zu Aussenstellen soll organisatorisch klar und hierarchisch gegliedert werden. Die Kompetenzen sind genau festzulegen.

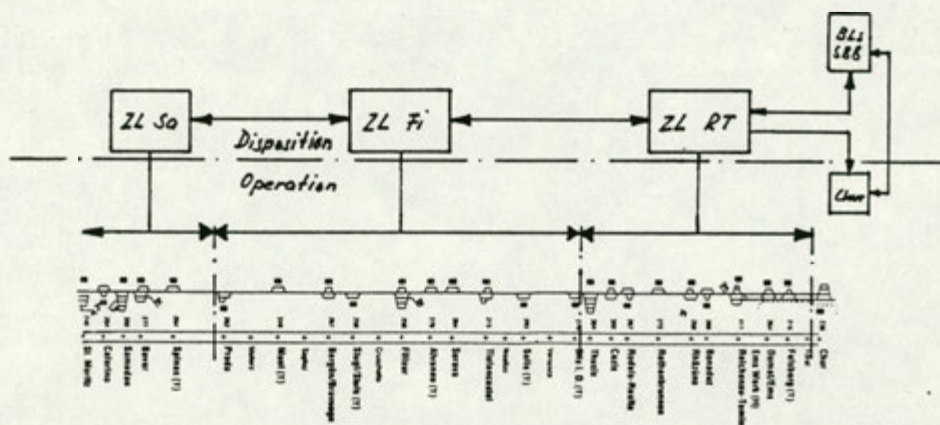


Abb. 27: Vorschlag zur Gliederung der operativen und dispositiven Stellen

Die ZL Reichenau, Filisur und Samedan entscheiden in einzeln auftretenden Störungsfällen autonom, sofern die Auswirkungen der Fahrplanabweichungen beim Verlassen des eigenen Dispositionsbereiches ein gewisses Mass (Grünband) nicht überschreiten. Andernfalls sind die Massnahmen untereinander zu koordinieren.

.. Spitzenverkehr

Im Spitzenverkehr soll die Gesamtheit aller Grobdispositionen an zentraler Stelle ausgearbeitet bzw. koordiniert werden.





Als Dispositionshilfsmittel sind spezielle Grafiken zu verwenden, die Arbeitsweise entspricht grundsätzlich derjenigen der Zugüberwachung SBB heute.

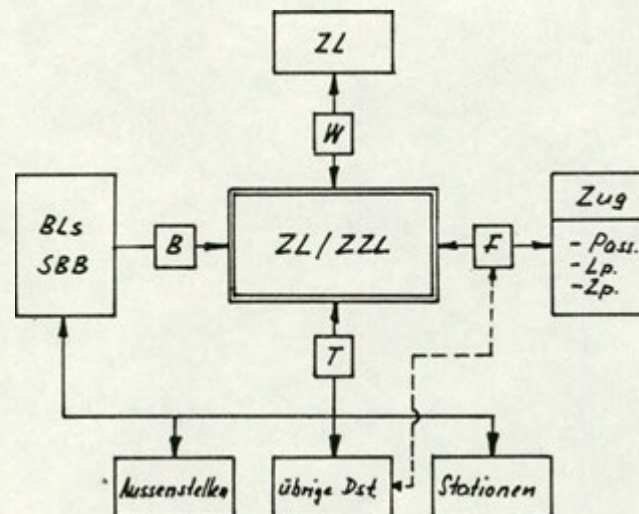
Als Variante ist eine automatische bzw. halbautomatische Standorterfassung in Betracht zu ziehen, die dadurch auch für den Normalverkehr genutzt werden könnte. Sie würde die Arbeitsweise der Leitstelle grundsätzlich verändern und den Einbezug weiterer operativer, dispositiver und administrativer Funktionen erlauben. Kosten und Nutzen sind infolge der Komplexität des Problemkreises in separater Arbeit zu erheben.

#### .. Arbeit der Zugleitstellen und der zentralen Leitstelle

Die Störungsbehebung soll so weit als möglich vorausgeplant und standardisiert erfolgen. Dazu dienen orts- und ereignisorientierte Checklisten.

Die Möglichkeiten zum Absetzen einer Disposition sind aus der Abbildung 29 ersichtlich.

#### .. Kommunikationsmittel



W = Wechselspracher / Standleitung  
 B = Bild (nur Reichenau)  
 F = Zugfunk  
 T = Telefon

Abb. 29: Absetzen einer Disposition,  
Kommunikationswege



- Zugfunk

Der Zugfunk kann genutzt werden für:

- operative Funktionen
- dispositive Funktionen

- .. Operation

Die Verwendung für operative Funktionen ist insbesondere für den Störfall bei den Block- und Signalanlagen vorgesehen. Bei streng reglementarischer Abwicklung des Verfahrens ermöglicht der Zugfunk die Aufrechterhaltung eines geregelten (Not-)Betriebes. Die dabei entstehenden Zeitverluste sind weitaus geringer als bei den üblichen Verfahren.

- .. Disposition

Im Fall der Disposition wird der Zugfunk primär für das Absetzen von Dispositionsmeldungen verwendet sowie zur Kontaktaufnahme der Züge mit der Leitstelle (allenfalls autonomen Stationen). Der Zugfunk bildet einen wesentlichen Bestandteil eines Betriebsleitsystemes.

- .. Ausbaustandard

Ein für die erwähnten Bedürfnisse zu verwendender Zugfunk ist wie folgt auszulegen:

- Selektivruf
- Gegensprechbetrieb (Duplex)
- permanente Funkversorgung
- Ausrüstung sämtlicher Züge, Einzelpersonen nach Bedarf
- Ausrüstung der Zugleitstellen und der grösseren Bahnhöfe
- codierte Meldungen, je nach Ausbaustandard des Betriebsleitsystemes

#### 6.4 Bauliche Massnahmen

-----

##### 6.4.1 Strecke

- Erhöhung der Durchlassfähigkeit

Aus der ASL hat sich ergeben, dass substantielle Leistungssteigerungen nur durch die Realisierung einer durchgehenden Doppelspur verwirklichen lassen.

Der Bau von Doppelspurinseln ist vor allem geeignet für Bahnen des Nahverkehrs, also mehr oder weniger autonome Systeme mit starrem Fahrplan und geringen äusserlichen Störeinflüssen.

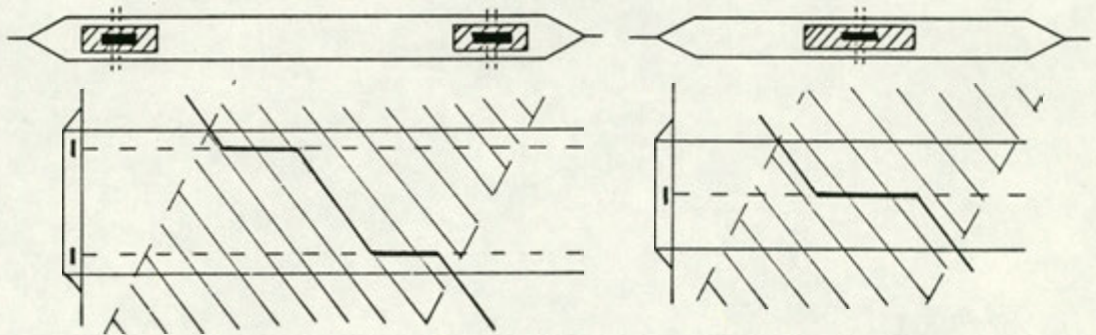


Abb. 30: Mögliche Anordnung von Doppelspurinseln

Doppelspurinseln sind nicht nur problematisch in der örtlichen Festlegung, sondern auch in der eigentlichen Dimensionierung. Das nachfolgende Beispiel zeigt auf, dass selbst bei relativ niederen Geschwindigkeiten die Längenentwicklung beachtlich wird (ca. 2-3km bei  $v=50\text{km/h}$ ).

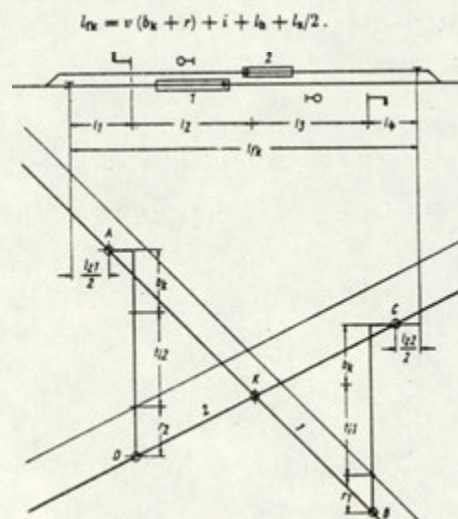


Abb. 31: Zeit-Weg Ablauf einer fliegenden Kreuzung



Die Umwandlung der fünf bestehenden Blockstellen zwischen Thusis und Preda in automatische Kreuzungsstationen würde einen Ausbauschritt mit beschränktem Nutzen darstellen, der zudem infolge der grossen topografischen Schwierigkeiten mit beträchtlichen Kosten verbunden wäre. Die bekannten betrieblichen Probleme würden sich dadurch vorwiegend auf andere Streckenabschnitte oder in die Knoten verlagern. Zudem besteht die Gefahr, dass infolge der besser ausgebauten Anlagen, das Fahrplanangebot erweitert würde und dadurch die ursprünglich nur für den Verspätungsabbau vorgesehenen Kreuzungsstellen ihre Funktion nicht mehr erfüllen könnten. Ein ähnlicher Lösungsansatz mit der Drittelteilung zweier zusammenhängender Streckenabschnitte wurde ebenfalls untersucht und hat ergeben, dass eine gewisse Kapazitätssteigerung erreicht werden kann, die obenerwähnte Grundproblematik aber erhalten bleibt.

● Erhöhung der Geschwindigkeit

Die Erhöhung der Geschwindigkeit durch Eliminierung von Langsamfahrstellen wird oft vermeintlich als Mittel zur Leistungssteigerung betrachtet. Das untenstehende Diagramm soll deutlich machen, wie bescheiden die Zeitgewinne im Allgemeinen ausfallen und dass diese, in Relation zu anderen betrieblichen Abläufen, die es zu optimieren gälte, als klein zu betrachten sind.

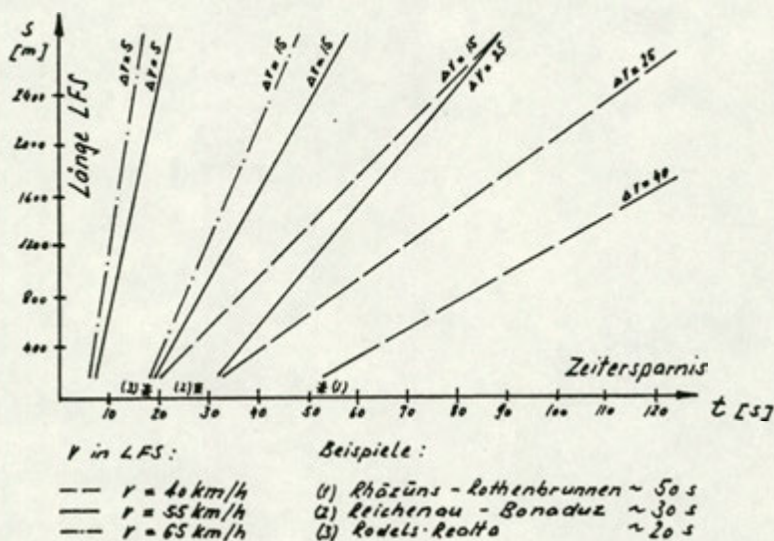


Abb. 32: Zeiterparnis durch Eliminierung von Langsamfahrstellen (LFS) bei verschiedenen Geschwindigkeitsniveaus

Eine Sanierung von Langsamfahrstellen lässt sich grundsätzlich nur im Rahmen grösserer Umbauten rechtfertigen. Die einzige realisierungswürdige Massnahme wäre die Anhebung der Höchstgeschwindigkeit im Albulatunnel auf 90 km/h.

#### 6.4.2 Bahnhöfe und Knoten

- Allgemeines

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit mit der ASL beinhaltet als wesentliches Element die Pufferzeiten in den Kreuzungsstationen (3.5.2). Da wie bereits festgestellt, Doppelspuranlagen kaum in Frage kommen, ist das Schwergewicht auf die Minimierung der Pufferzeiten, d.h. in den Ausbau der Bahnhöfe zu legen.

- Verlängerung der Kreuzungsgleise

Eine Verlängerung der Kreuzungsgleise auf die Normlänge von 270m ist bei sämtlichen Stationen zu realisieren um das Führen von Zügen mit Maximallänge (250m) ohne Einschränkungen zu gestatten. Im Analyse-Teil hat sich gezeigt, dass gewisse einfach zu verwirklichenden Leistungsreserven in der konsequenten Ausnützung der maximalen Zuglänge liegen. Nach Möglichkeit sind die Nutzlängen etwas grösser auszuführen, um zeitaufwendige, metergenaue Zielbremsungen zu vermeiden.

Der Ausbau hat sich nach folgenden Prioritäten zu richten:

1. Priorität:

- Tiefencastel (225m)

2. Priorität:

- Muot (253m)
- Filisur (256m)
- Stugl (261m)
- Preda (262m)
- Samedan (223m)
- Celerina (204m)



- Schienenfreie Zugänge

Das Vorhandensein von schienenfreien Zugängen erlaubt grundsätzlich die Verkürzung von Kreuzungsvorgängen. Die effektiven Zeitgewinne sind abhängig von der Fahrplan- und Betriebskonstellation.

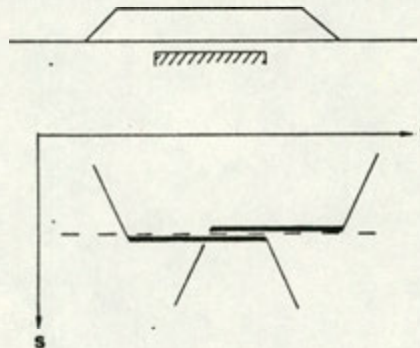


Abb. 33: Kreuzung, wenn kein schienenfreier Zugang vorhanden

Für diese Massnahme sind Bahnhöfe vorzusehen in denen regelmässig (Schnell-) Zugskreuzungen mit verkehrlichen Halten stattfinden oder die Zugsausgangspunkte sind:

- Thuisis
- Filisur

Ebenfalls unter diesem Punkt ist die Verbesserung des Fahrgastflusses, durch den Bau einer zweiten Personenunterführung und von Rampen, im Bahnhof Chur aufzuführen. Entsprechende Anforderungen sind in den zur Zeit anlaufenden Wettbewerb "Bahnhof Chur" eingeflossen.

Im Hinblick auf die Realisierung des Konzeptes "Bahn 2000" sind die Betriebsanlagen gesamthaft auf Leistungsfähigkeit und Komfort zu überprüfen.

- Verbesserung der Gleistopologie

Zur Erfüllung und Verbesserung gewisser betrieblicher Funktionen, ist die Gleistopologie in folgenden Bahnhöfen anzupassen bzw. zu ändern:

- Thuisis
- Filisur
- Samedan

● Erweiterung der Sicherungsanlagen

.. Ausbau der Zugleitstellen

Die noch verbleibenden, nicht automatisierten Bahnhöfe Thusis, Tiefencastel, Bergün und Celerina sind entsprechend auszurüsten und zusammen mit dem Bahnhof St.Moritz den Zugleitstellen Reichenau-Tamins, Filisur und Samedan zuzuordnen.

.. Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt

Die schrittweise Abwicklung von Zugskreuzungen ist lediglich teilweise durch mangelnde schienenfreie Perronzugänge bedingt. Ebenso wichtiger Punkt ist das Fehlen geschützter Fahrstrassen im Kreuzungsbereich.

Zur Durchführung von gleichzeitigen Einfahrten, die je nach Betriebslage erhebliche Zeitersparnisse erlauben, sind folgende Massnahmen geeignet:

- Ausbau des Bahnhofes mit schienenfreien Zugängen
- Verbesserung der Fahrstrassenverhältnisse, (Schutzweichen, Durchrutschweg),
- Anpassung der Signalisierung (z.B. permissive Einfahrt).

Insbesondere letztere Massnahme ist ohne bedeutende bauliche Veränderungen möglich und bedarf lediglich Anpassungen in der Signaltechnik und bei den fahrdienstlichen Vorschriften.

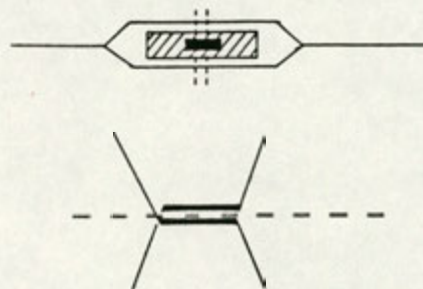


Abb. 34: Kreuzung bei schienenfreiem Zugang und Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt



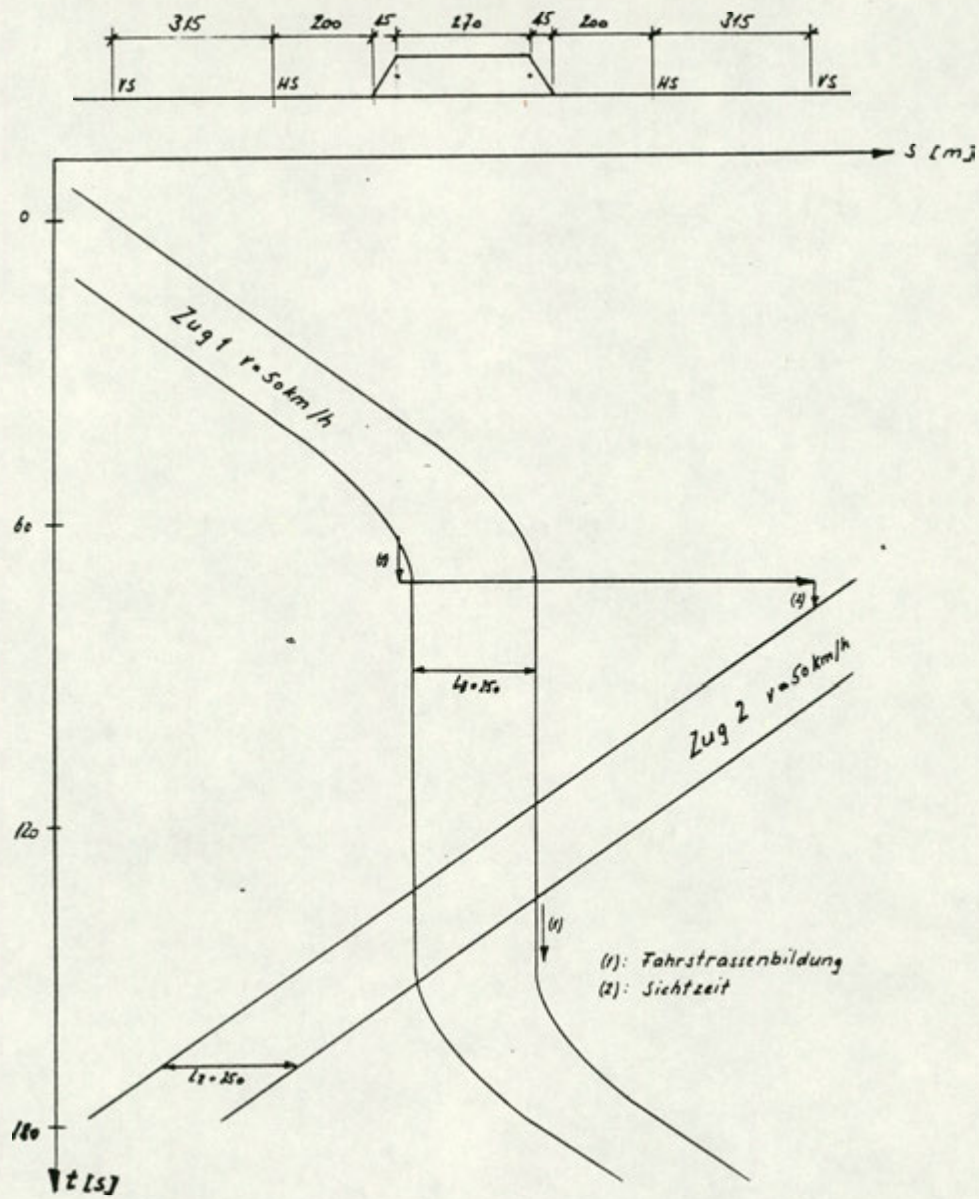


Abb. 35: Zeit-Weg-Diagramm für eine Zugskreuzung bei fehlender Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt

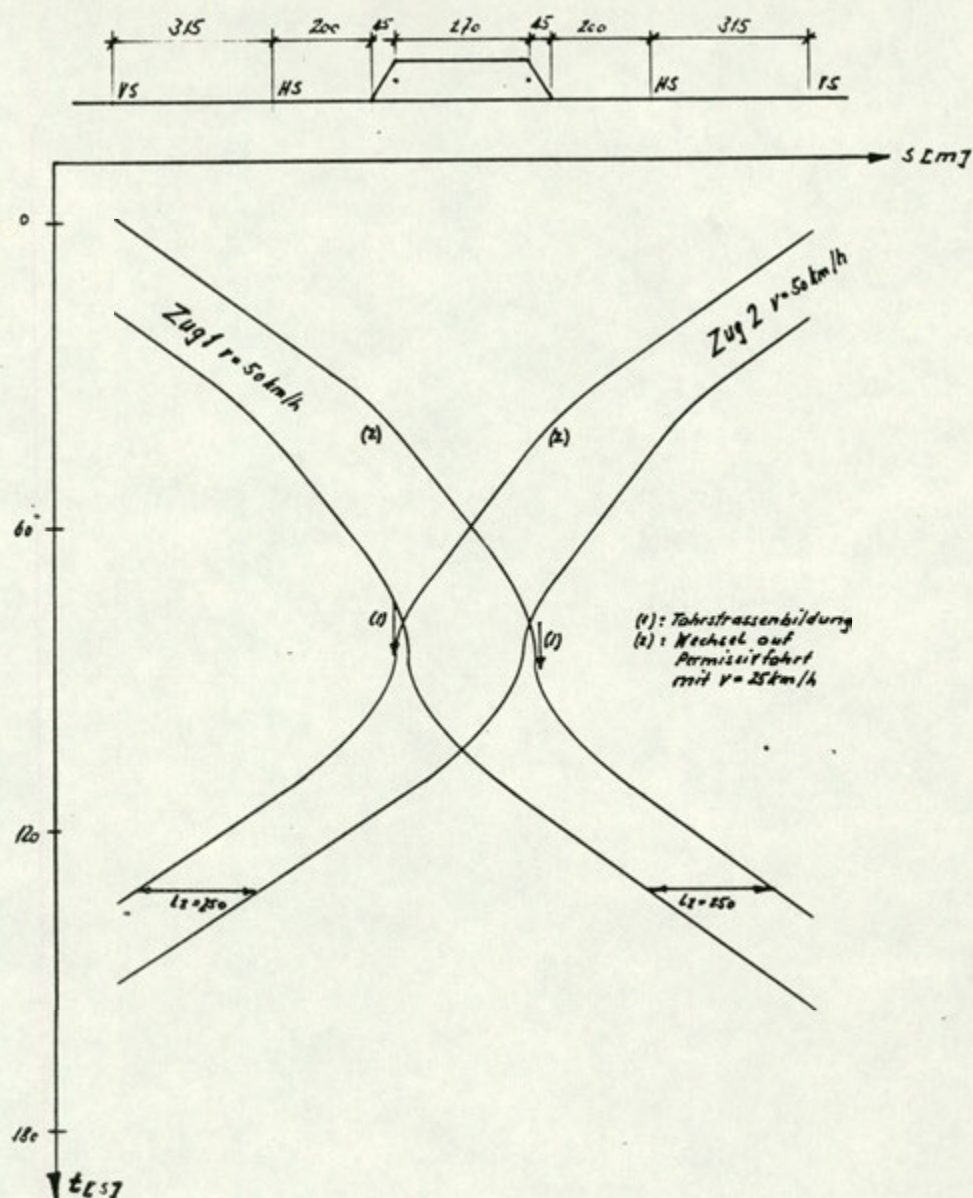


Abb. 36: Zeit-Weg-Diagramm für eine Zugskreuzung mit Möglichkeit der gleichzeitigen Einfahrt

Der Zeitgewinn beträgt in dem oben aufgeführten Beispiel pro Zug etwa 1-2 Minuten, wobei dieser Betrag bei Halt vor Signal -im Verspätungsfall- noch grösser werden kann.

- Rechnergesteuerte Kreuzungsabwicklung

Grundidee dieses Vorschlages ist, die Kreuzungsabwicklung unter Einbezug des aktuellen Zuglaufes durch Geschwindigkeitsvorgaben an die Züge, optimal zu steuern ("grüner Trichter").



Voraussetzungen dazu sind:

- Erfassungssystem für die Züge (kontinuierlich oder punktuell, sehr fein unterteilt),
- aktuelle Zugkenndaten (Geschwindigkeit, Zuglänge, Gewicht, Fahreigenschaft),
- Kommunikationssystem mit codierten Meldungen,
- EDV-Zentrale

Die technischen Einrichtungen für dieses System, insbesondere die Erfassung ist äusserst aufwendig und kommt schlussendlich einer Linienzugbeeinflussung (LZB) gleich. Es eignet sich vor allem für Strecken mit längeren Abschnitten ohne verkehrlichen Haltepunkt, wo die Unsicherheitszeiten des Fahrgastwechsels entfallen (z.B. Basistunnel). Weitere Bedingungen für die Wirksamkeit dieses Systems sind:

- Zulaufänge auf Kreuzungspunkt muss eine gewisse Grösse aufweisen, um die Reaktionszeit von Mensch und Maschine im Verhältnis zur zeitlichen Wirkung der Dispositionsvorgabe klein zu halten,
- hohes Geschwindigkeitsniveau der Strecke; bei niedrigen Geschwindigkeiten sind die Anfahr- und Bremsverluste bei Kreuzungshalten relativ klein.

#### 6.5 Massnahmen bei der Zugförderung

---

Die Massnahmen bei der Zugförderung gliedern sich wie folgt:

- Fahrzeugseitig
  - Einbau der automatischen Türschliessung (Massnahme mit hoher Priorität)
- Organisatorische Massnahmen
  - Ausnahmsloser Einsatz von Ge 6/6" und Ge 4/4"
  - Bildung homogener Züge und rigorose Einhaltung der maximalen Zuglänge und Zuggewicht
  - Wagenbewirtschaftung in der Spitzenzeit derart, dass sich keine Probleme mit den Zugumläufen ergeben

Als weitergehende Massnahme drängt sich die Überprüfung der zulässigen Zughakenlasten (und der damit zusammenhängenden Fragestellungen betreffend Bildung langer Züge) auf. Die dadurch allenfalls mögliche Erhöhung der Anhängelasten würde die Realisierung einer ganzen Reihe davon abzuleitender leistungssteigernder Massnahmen erlauben (längere Züge -> längere Kreuzungsgleise).

## 6.6 Kosten der Einzelmassnahmen

Die Kosten der Einzelmassnahmen sind im Rahmen einer weiteren Bearbeitungsrunde zu ermitteln.

## 6.7 Bewertung der Massnahmen

### 6.7.1 Bewertung bezüglich Leistungssteigerung

Die durch die Realisierung der aufgeführten Massnahmen erreichbare Leistungssteigerung kann nicht als markant bezeichnet werden. Die Gründe dafür liegen einerseits in der weitgehend unveränderbaren Nachfragestruktur und andererseits in den systembedingten Kapazitätslimiten.

### 6.7.2 Bewertung bezüglich Dienstleistungs- und Betriebsqualität

#### • Allgemeines

Die Qualitätsmerkmale eines Eisenbahnbetriebes werden aus der Sicht von Benutzer und Betreiber unterschiedlich beurteilt:

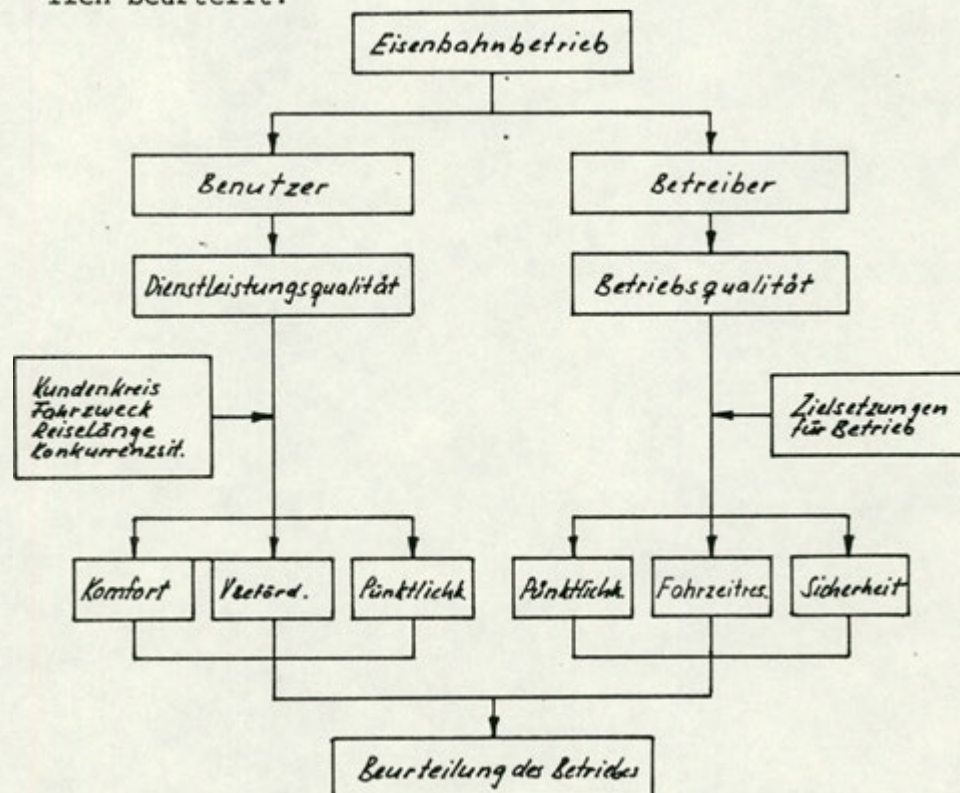


Abb. 37: Bewertung von Dienstleistungs- und Betriebsqualität



- Bewertung der Dienstleistungsqualität

Die Elemente Komfort und Beförderungsgeschwindigkeit gehen grundsätzlich als feste Randbedingung in diese Betrachtung ein. Der Komfort ist in erster Linie vom Rollmaterial abhängig während die Beförderungsgeschwindigkeit derart eng mit der Trassierung verknüpft ist, dass im Rahmen der vorgeschlagenen Massnahmen höchstens marginale Änderungen möglich sind.

Das verbleibende Element, die Pünktlichkeit bzw. in der Negativformulierung die Verspätung, kann durch verkehrliche, technische und betriebliche Eingriffe wesentlich beeinflusst werden.

Obwohl eine Quantifizierung der Verspätungsverminderung und somit eine Nutzenableitung nicht unmittelbar möglich ist, kann aufgrund der allgemeinen Kenntnis der Wirkung dieser Massnahmen eine eindeutige Verbesserung der Betriebsverhältnisse angenommen werden.

- Bewertung der Betriebsqualität

Pünktlichkeit und Fahrzeitreserven sind in gewissem Umfang gegeneinander austauschbare Grössen, so kann durch die Einplanung von Fahrzeitreserven in den Fahrplan im allgemeinen die Pünktlichkeit verbessert werden.

Fahrzeitreserven lassen sich definieren als das Verhältnis theoretische Fahrzeitvorgaben zur tatsächlich beanspruchten Zeit gemäss Kursbuch. Der heute bestehende Wert beträgt, sofern die Fahrzeitvorgaben richtig sind, ca. 0,98 und kann als optimal und somit als feste Randbedingung angenommen werden.

Für die Pünktlichkeit gilt im übrigen das Gleiche wie im vorherigen Punkt erwähnt, d.h. die Wirkung der Realisierungsmassnahmen wird sich insbesondere auch in der qualitativen Steigerung dieses Nachfrageelementes zeigen.

Das heute bestehende Sicherheitsniveau darf durch die vorgeschlagenen Massnahmen in keiner Weise negativ beeinflusst werden. Die zum Teil neu ablaufenden Betriebsvorgänge und die vermehrten Eingriffe der Betriebslenkung stellen jedoch neue Anforderungen an die Sicherungstechnik, die aber unter Nutzung der Anpassungsmöglichkeiten von Anlagen und Vorschriften, nicht zu einer Änderung des Qualitätsbildes führen.



## 6.7.3 Grobbewertung

In mehreren Arbeitsschritten konnten die vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen gemäss der am Schluss dieses Abschnittes folgenden Tabelle 4 bewertet werden.

## o Bemerkungen zur Bewertung

.. Bei der Interpretation der Bewertungstabelle sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Bewertung wurde bewusst einfach und übersichtlich vorgenommen; die Abstufung in nur drei Wertebereiche ermöglichte eine qualitativ orientierte Klassierung
- Die Bewertung der einzelnen Massnahmen ist als relativ zu betrachten, insbesondere sind quervergleiche zu anderen Elementen nicht zulässig
- Eine Gesamtnutzenermittlung durch Summenbildung aller Massnahmenwertungen -oder Teile davon- darf deshalb keinesfalls vorgenommen werden
- Die Kostenbewertung besitzt keine Aussagekraft über den eigentlichen monetären Aufwand der Massnahmen und kann nicht zur Nutzwertbeurteilung in Relation gesetzt werden

.. Legende zur Tabelle 4 (nächste Seite):

- 3: bedeutende, grosse -
  - 2: mittlere -
  - 1: kleine -
  - : keine -
- Wirkung/Kosten/Probleme bei der Realisierung

## ● Zusammenfassung

Die Realisierung der vorgeschlagenen Massnahmen führt zu einer Steigerung der Dienstleistungs- wie auch der Betriebsqualität, wobei bedeutende Verbesserungen vor allem in Bezug auf die Pünktlichkeit - und dies auch im Spitzenverkehr- erzielt werden können.

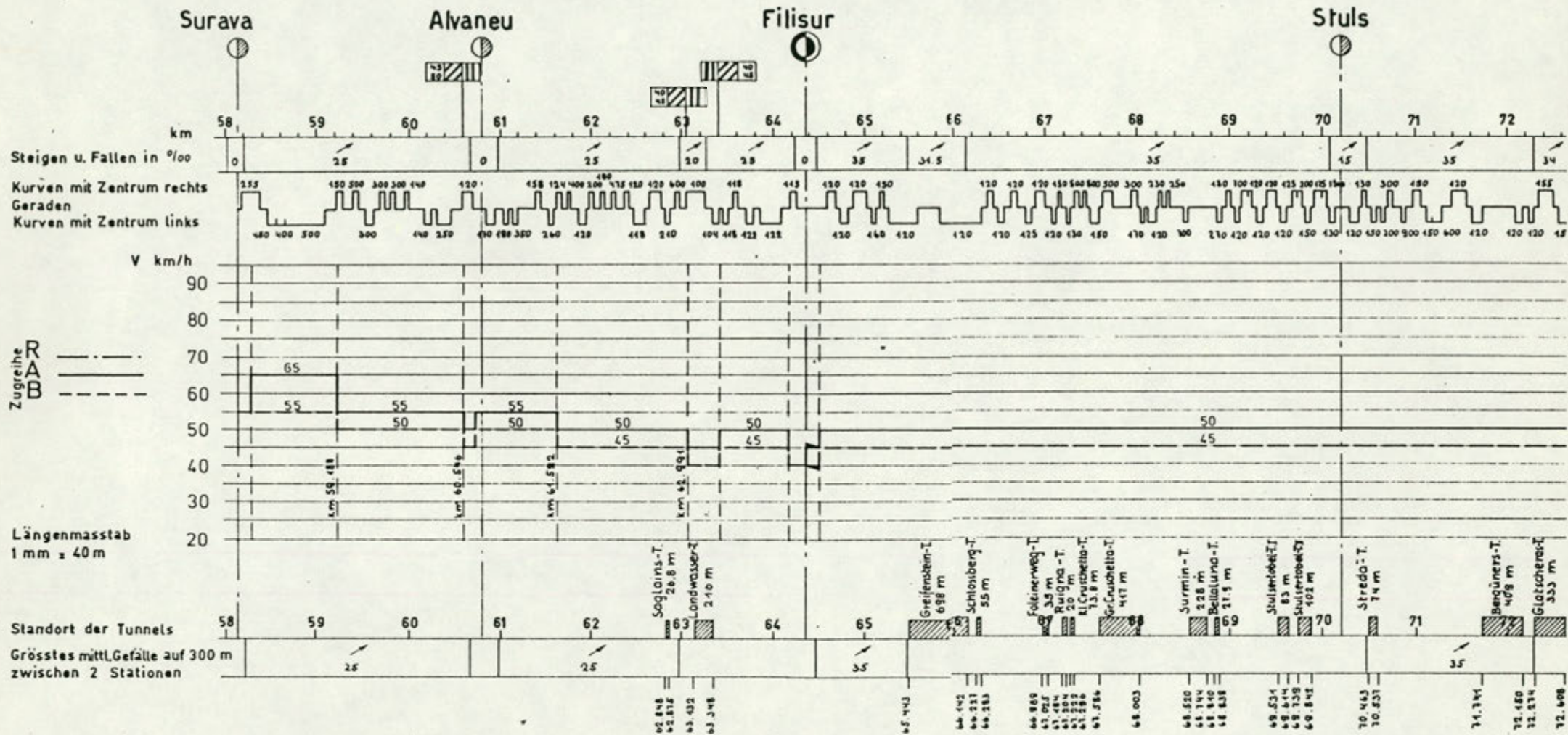
Die Mehrzahl dieser Massnahmen ist bezüglich Bedürfnis und Wirkung unabhängig von der Realisierung des Vereins-Projektes.



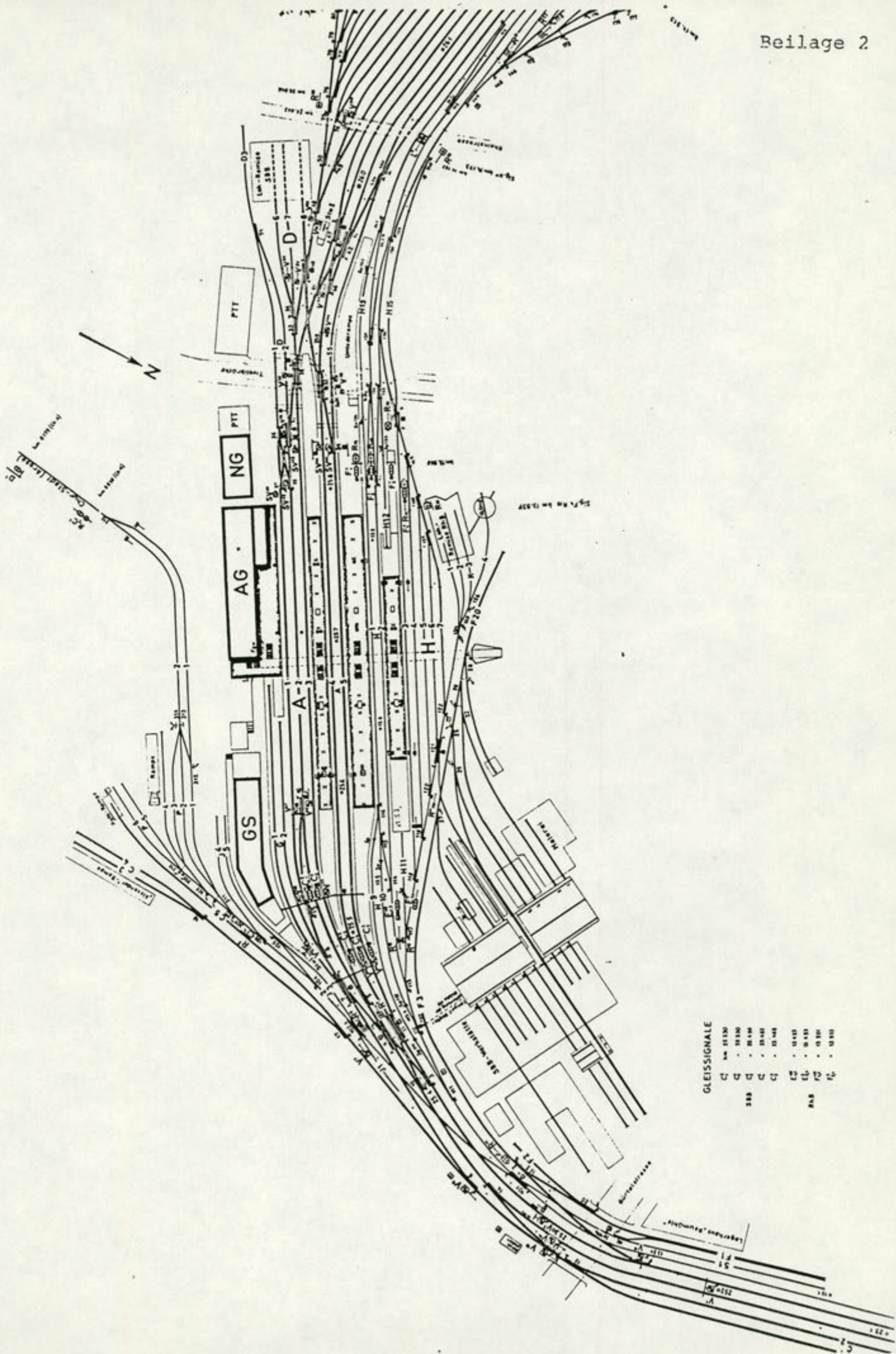
MASSNAHMEN	AUSWIRKUNGEN								Realisierbarkeit		Bemerkungen	Empfehlungen für weitere Bearbeitung
	auf Betrieb				auf Benutzer				techn.- organis.	Kosten		
	bessere Nutzung Kapazität	Erhöhung Kapazität	höhere Pünkt- lichk.	Vermind. Fahrzeit	Höhere Sicherh.	höherer Komfort	Vermind. Reisezeit	besseres Angebot				
<u>Verkehrliche Massnahmen</u>												
10 Verschiebung An-/Abreiseströme in den Ferienorten	2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	kaum möglich	bei Gelegenh.verfolgen
11 Sperrzeiten Autoverlad/Schlittellzüge in kritischen Std.	2	-	2	-	-	1	-	1	2	-	Minderh.benacht.	bearbeiten
12 Tarifarische Massnahmen (Vergünstigung/Gegenleistung)	1	-	1	-	-	1	-	-	1	1	div.Massnahmen	prüfen
13 Kontingentierung und Sperrzeiten Gruppenverkehr	2	-	1	-	-	1	-	1	1	-	tw. unpopulär	bearbeiten
14 Verbesserung Kundeninformation	1	-	1	-	-	2	-	1	1	1	wichtige Massnahme	bearbeiten
<u>Betriebliche Massnahmen</u>												
20 Sonderfahrplan Spitzenverkehr	1	-	2	-	-	1	-	1	1	-	----	prüfen
21 Zugbündelung zu einzelnen Zeiten	-	1	1	-	-	-	-	-	2	-	nicht möglich	keine Bearbeitung
22 Doppelführung anders legen und publizieren	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	als Direktverb.	bearbeiten
23 Direkte Wagen an Spitzentagen ausfallen lassen	1	-	2	-	-	1	-	-	1	-	dafür in Doppelf.	bearbeiten
24 Taktfahrplan systematisieren (Wegfall Hinketakt)	-	-	1	-	-	1	-	1	1	-	mittelfristig	prüfen
25 Aenderung der Leitstellenorganisation	1	-	2	-	-	1	-	-	1	1	wichtige Massn.	bearbeiten
26 Zugfunkt einführen, Integration in Betriebsleitsystem	1	-	1	-	-	2	-	1	1	1	wichtige Massn.	Bearb. ausweiten
<u>Bauliche Massnahmen</u>												
30 Bau einer durchgehenden Doppelspur	-	3	3	2	1	2	2	3	3	3	m.Vereina n.mehr nötig	abhängig v. Vereina
31 Bau von Doppelspurinseln	2	2	1	1	-	1	1	1	3	3	nicht flexibel	keine Bearbeitung
32 5 zusätzliche Kreuzungsstationen	1	2	2	-	-	-	-	1	2	3	m.Vereina n.mehr nötig	abhängig v. Vereina
33 Kreuzungsgleise verlängern, 1.Priorität	-	1	1	-	-	-	-	1	1	2	Tiefencastel	bearbeiten
34 Kreuzungsgleise verlängern, 2.Priorität	1	1	1	-	-	-	-	1	1	2	diverse	bearbeiten
35 Ausbau Thusis, Filisur, Samedan und Chur	2	-	1	-	2	1	-	1	2	2	wichtige Massn.	bearbeiten
36 Ergänzung der fehlenden Automatisierung	-	1	1	-	-	-	-	1	1	2	Rationalisierung	bearbeiten
37 Gleichzeitiges Einfahren	-	1	2	1	-	-	1	1	2	1	wichtige Massn.	bearbeiten
38 Eliminierung von Kurvenbeschränkungen	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	keine massg. Verb.	keine Bearbeitung
39 Rechnergesteuertes Kreuzen	1	1	1	1	-	1	1	1	2	3	aufwendig	vorl.keine Bearb.
<u>Massnahmen Zugförderung</u>												
40 Automatische Türschliessung	1	---	1	1	1	1	1	-	1	2	wichtige Massn.	bearbeiten
41 Bespannung der Züge ausschl.mit Ge 4/4" und Ge 6/6"	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	---	bearbeiten
42 Straffe und systematische Wagenbewirtschaftung	1	1	-	-	-	1	-	1	1	-	---	bearbeiten
43 Erhöhung der Zughakenlasten	1	2	-	-	-	1	-	1	1	3	Folgekosten Stationen	prüfen
44 Ueberprüfung der Fahrzeiten	1	-	1	1	-	-	1	-	1	-	wichtige Massn.	bearbeiten
<u>Bau der Vereina-Linie</u>												
	-	3	2	-	-	1	-	2	2	3	löst nicht alle Probleme an Albula	Wechselwirkung Albula

Tab. 4: Grobbewertung



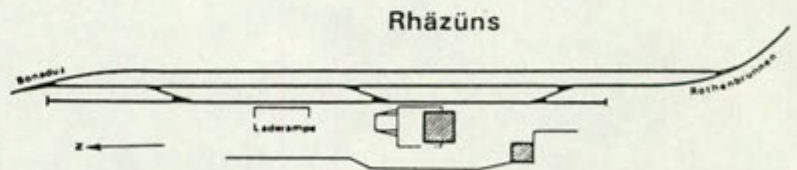
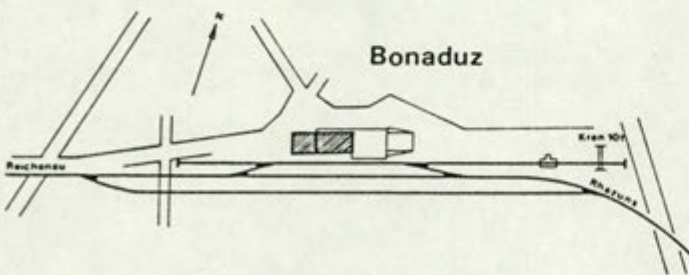
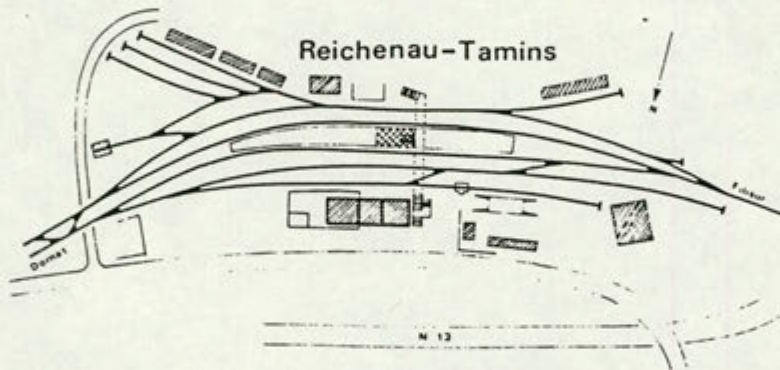
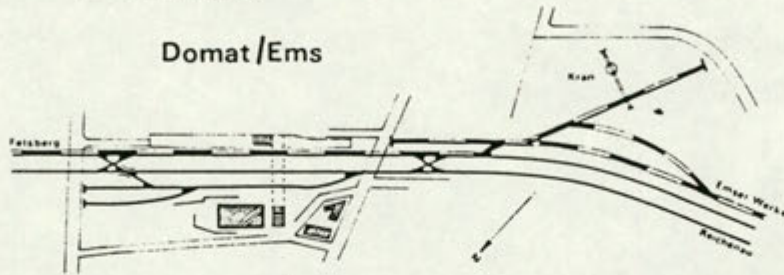
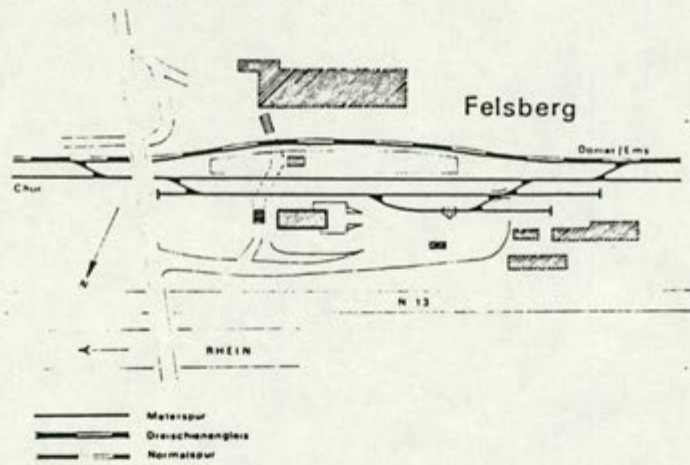






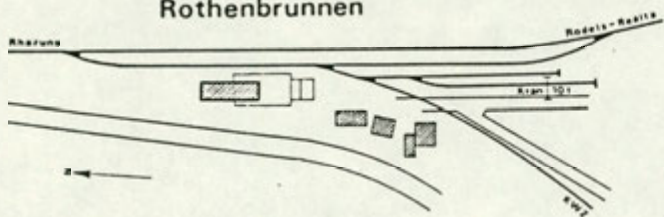
GLEISSIGNALE

C1	AN 10130
C2	10130
SBB	10140
C3	10140
C4	10140
C5	10140
C6	10140
C7	10140
C8	10140
C9	10140
C10	10140

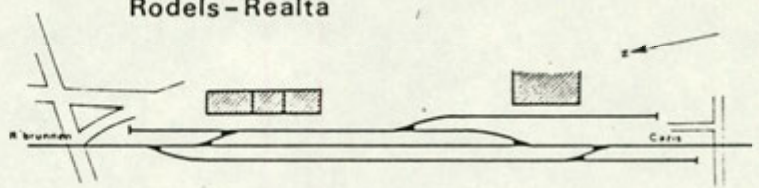




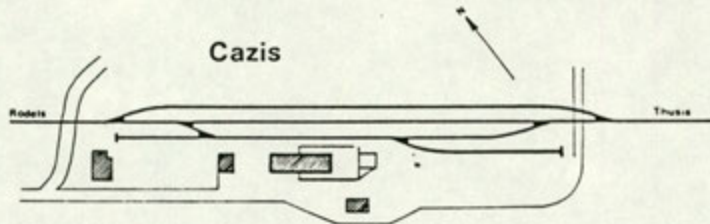
### Rothenbrunnen



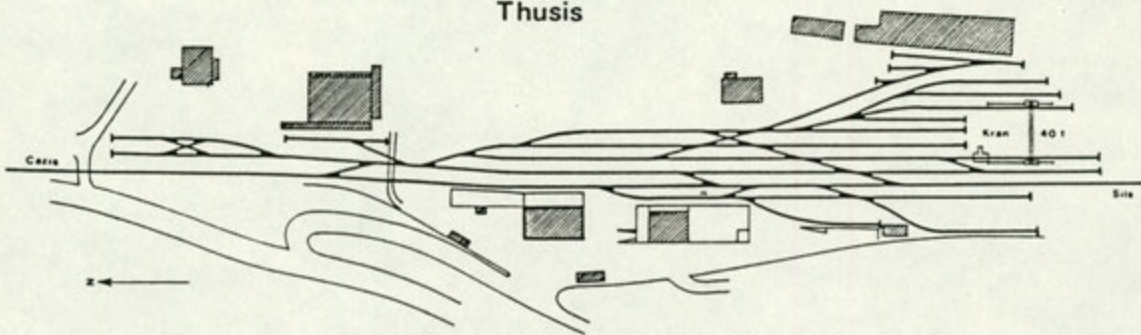
### Rodels-Realta



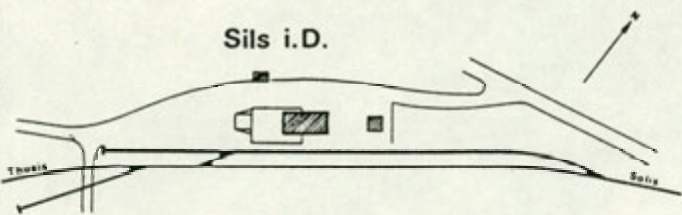
### Cazis



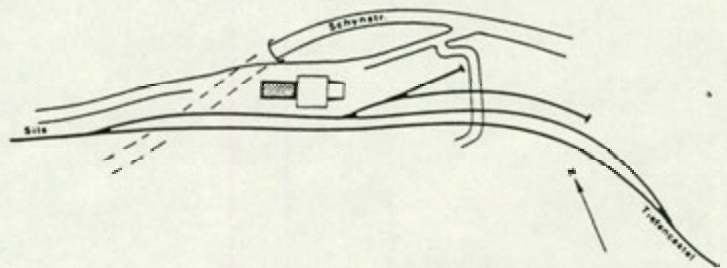
### Thusis



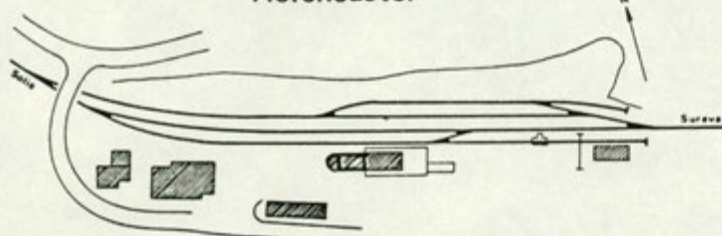
### Sils i.D.



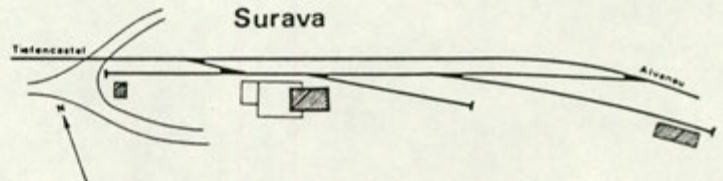
### Solis

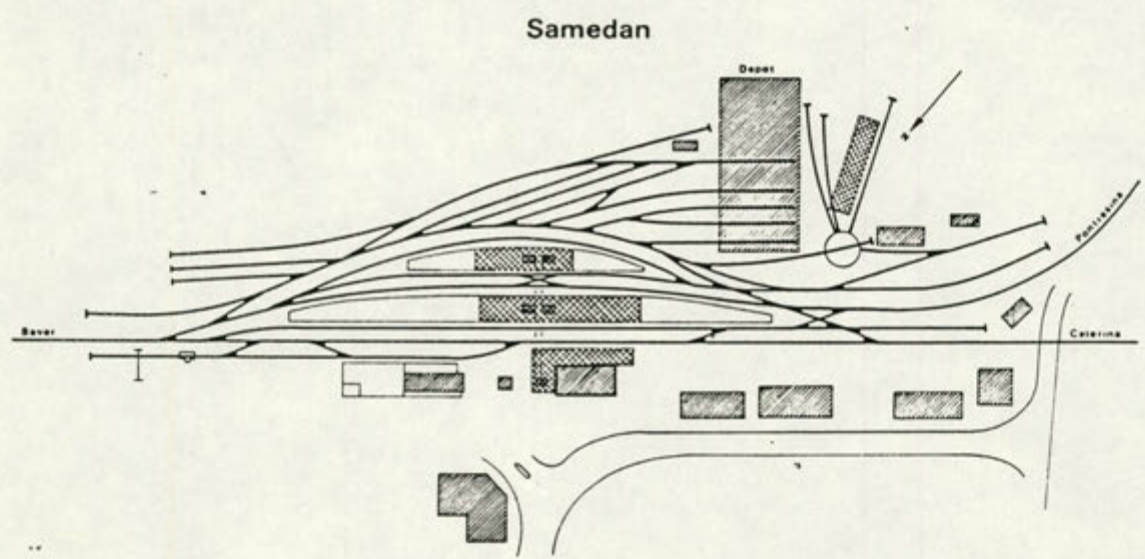
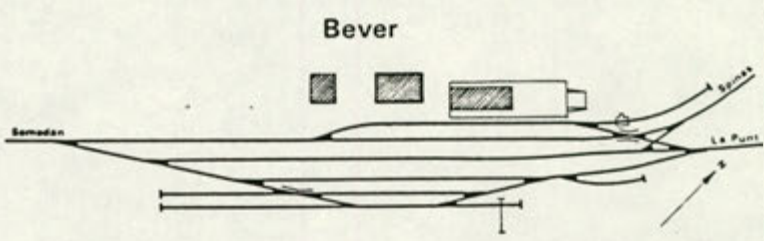
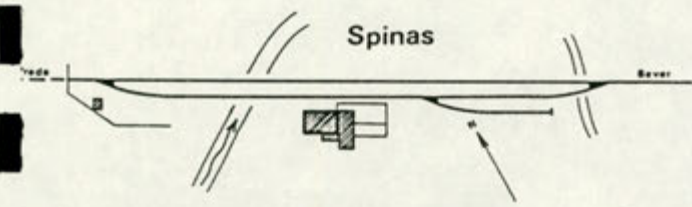
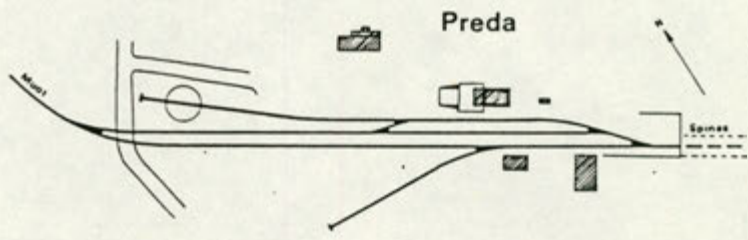
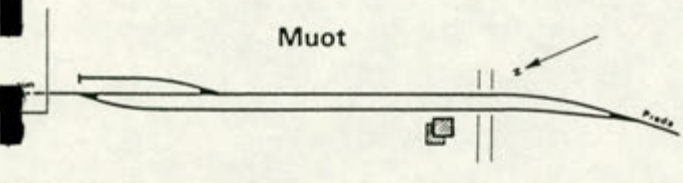
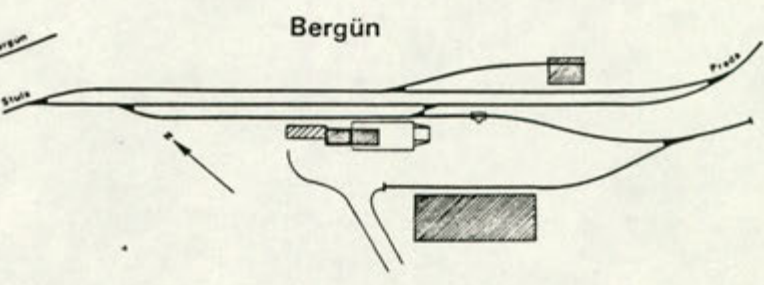
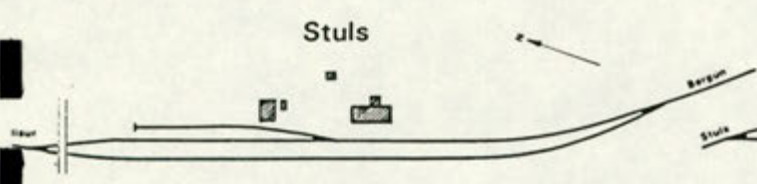
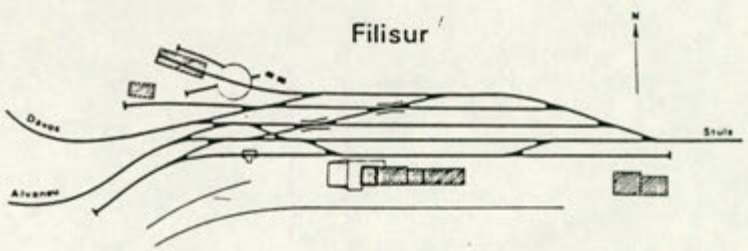
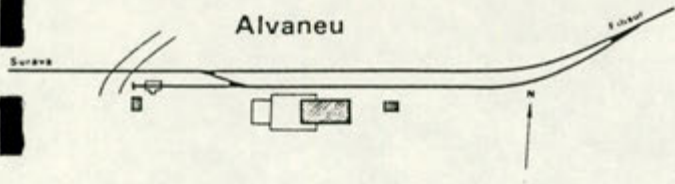


### Tiefencastel

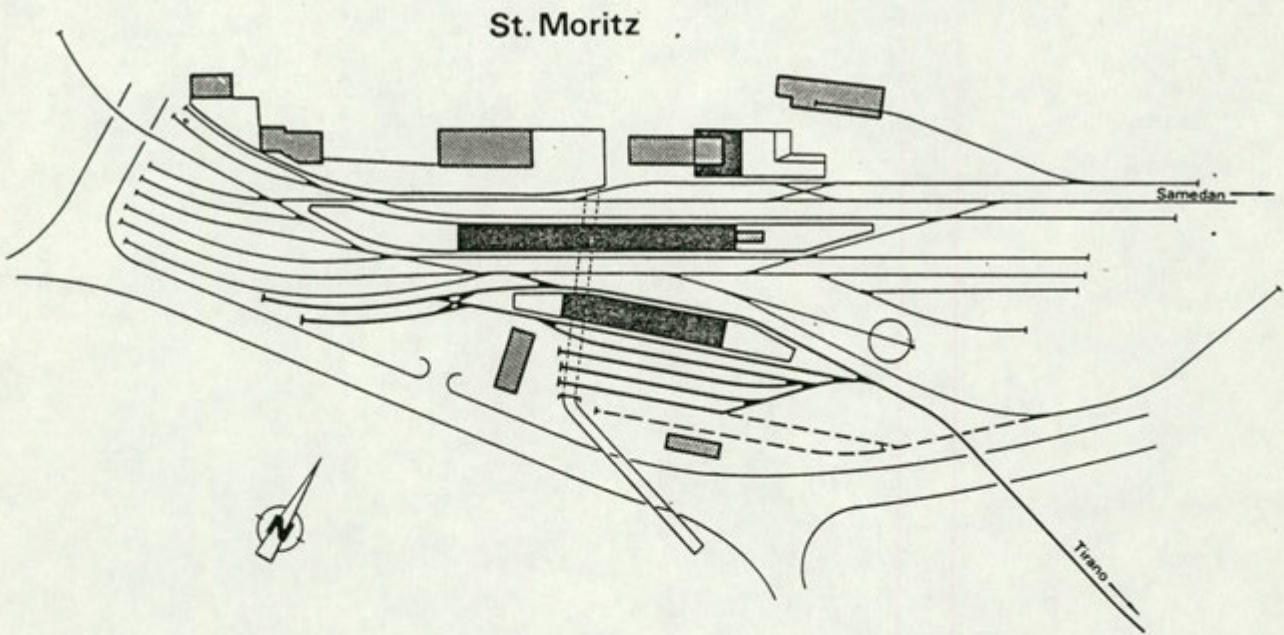
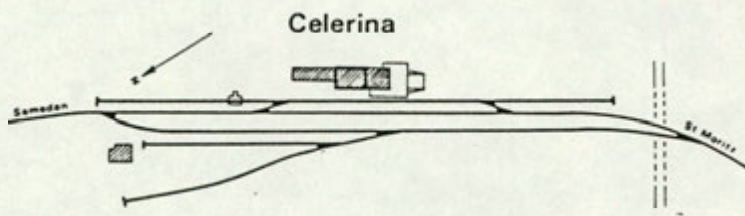


### Surava



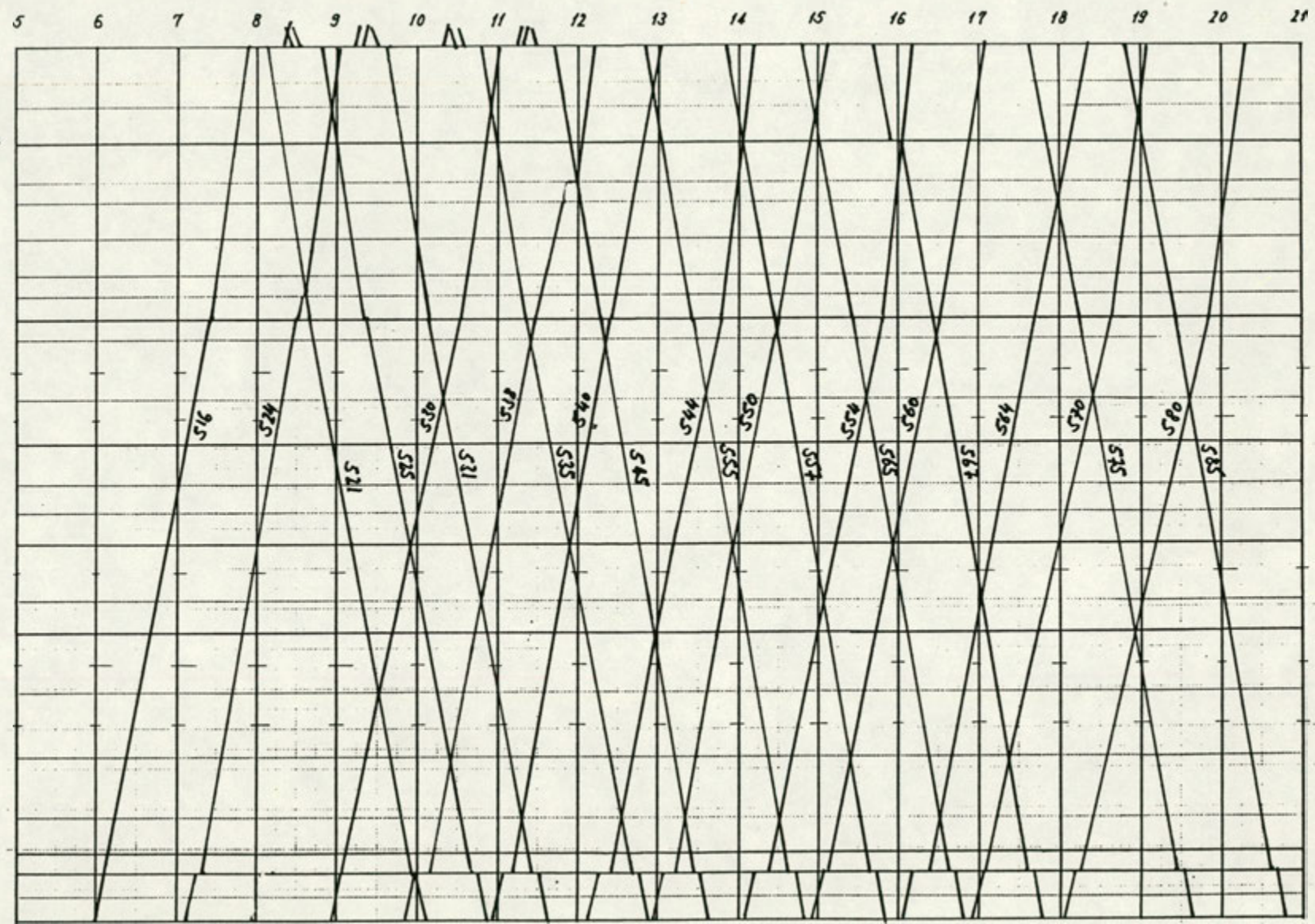
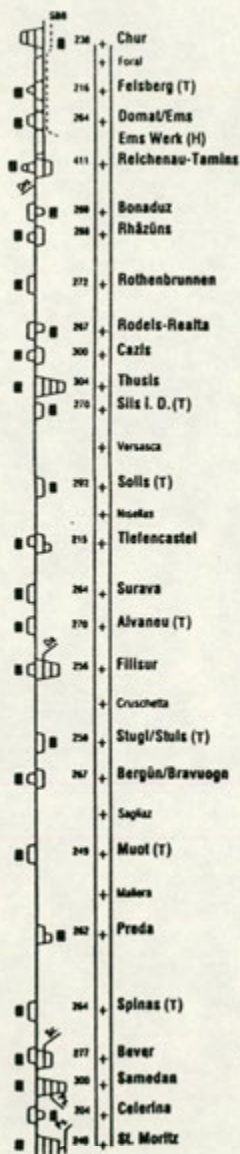








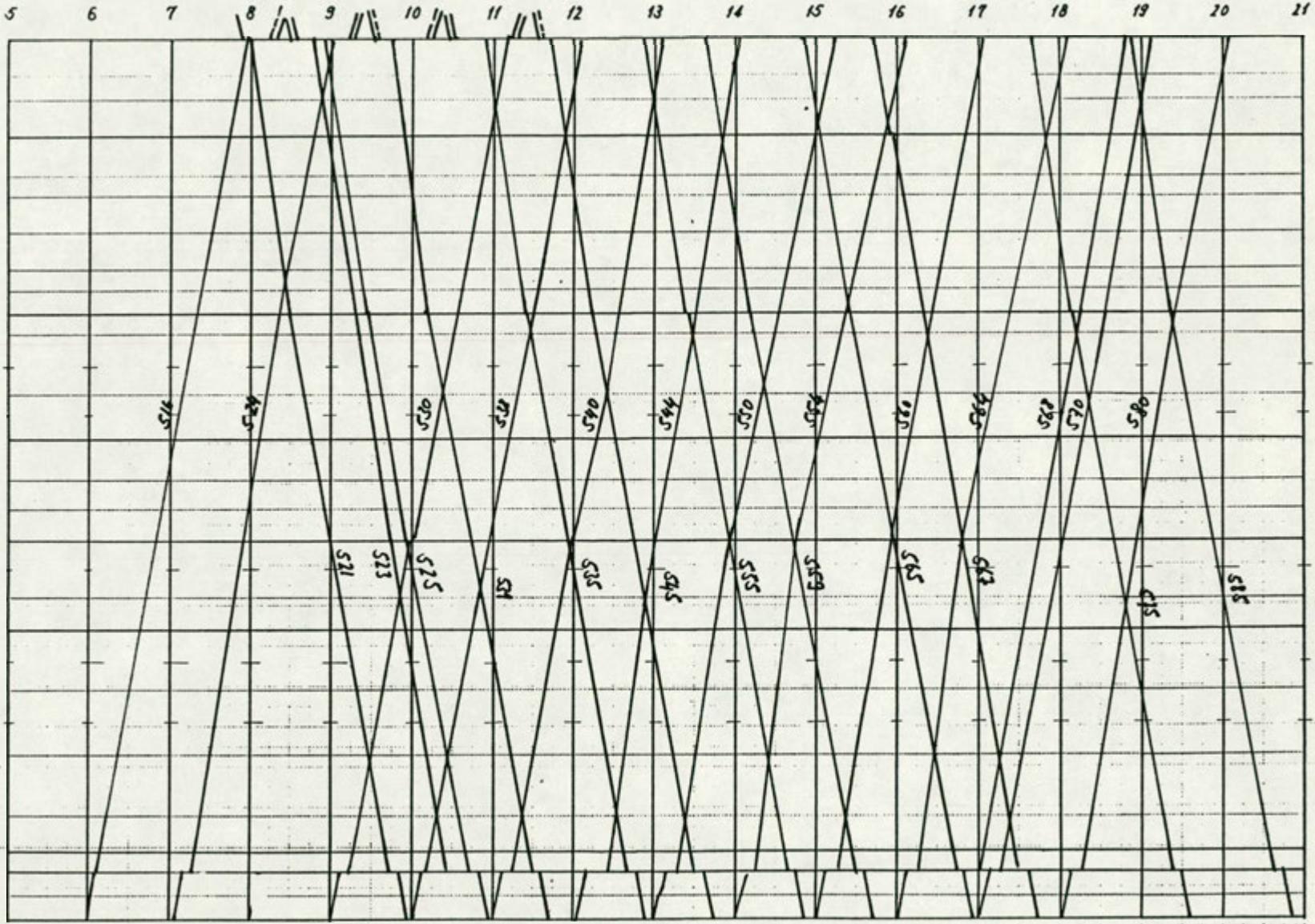
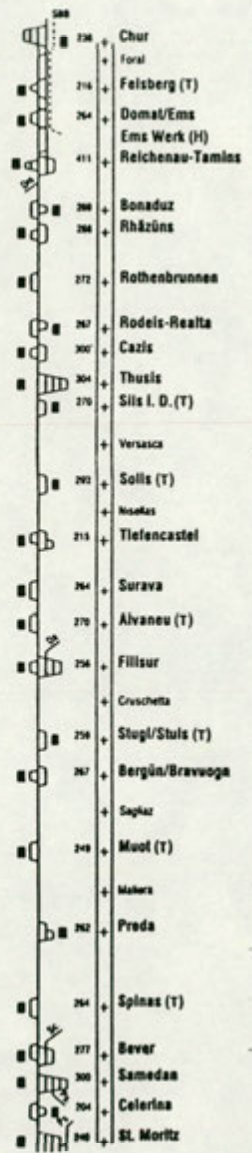
# Fahrplan 83/85



(nur Schnellzüge)



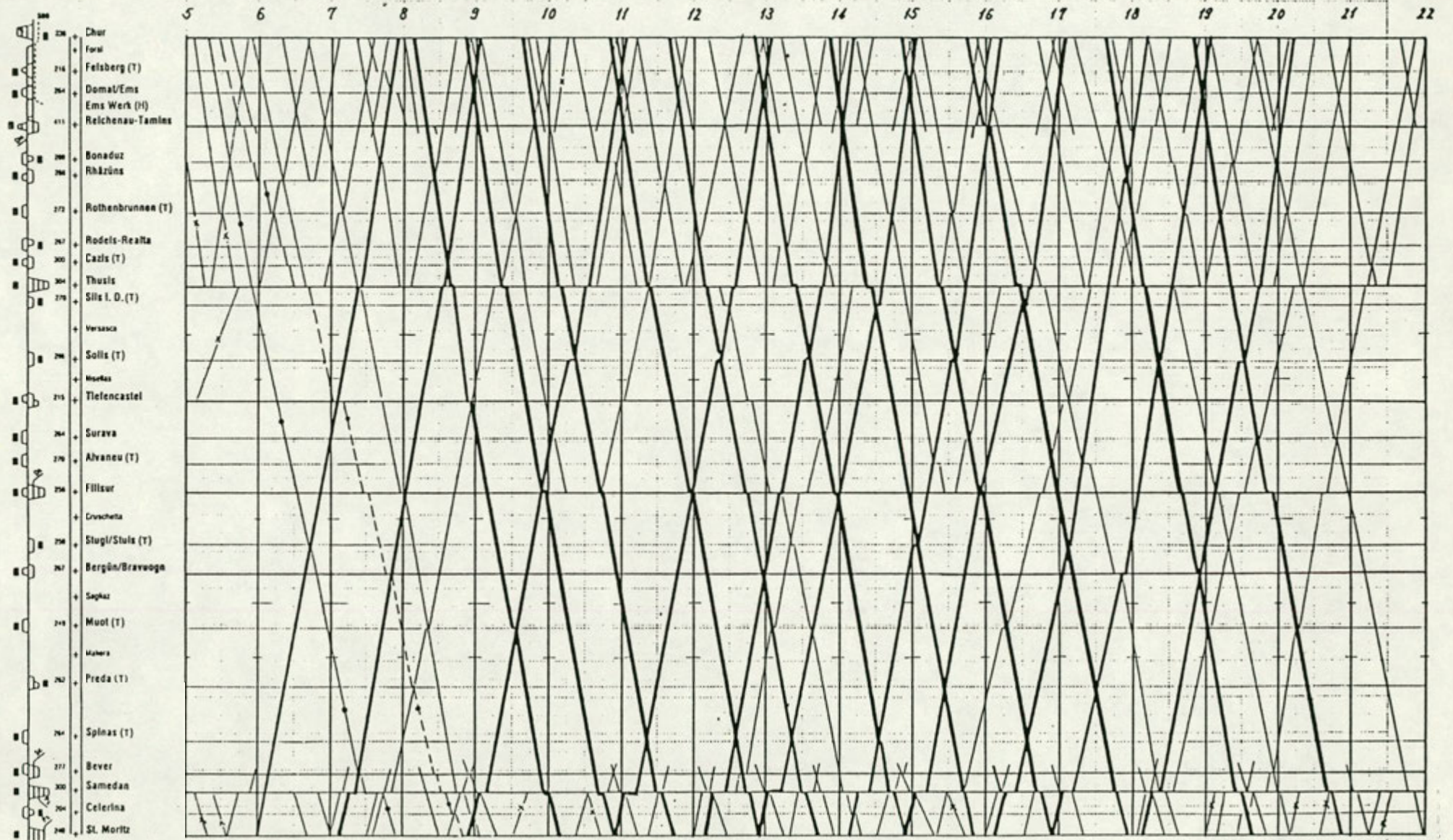
# Fahrplan 85/87 Sommer



(nur Schnellzüge)

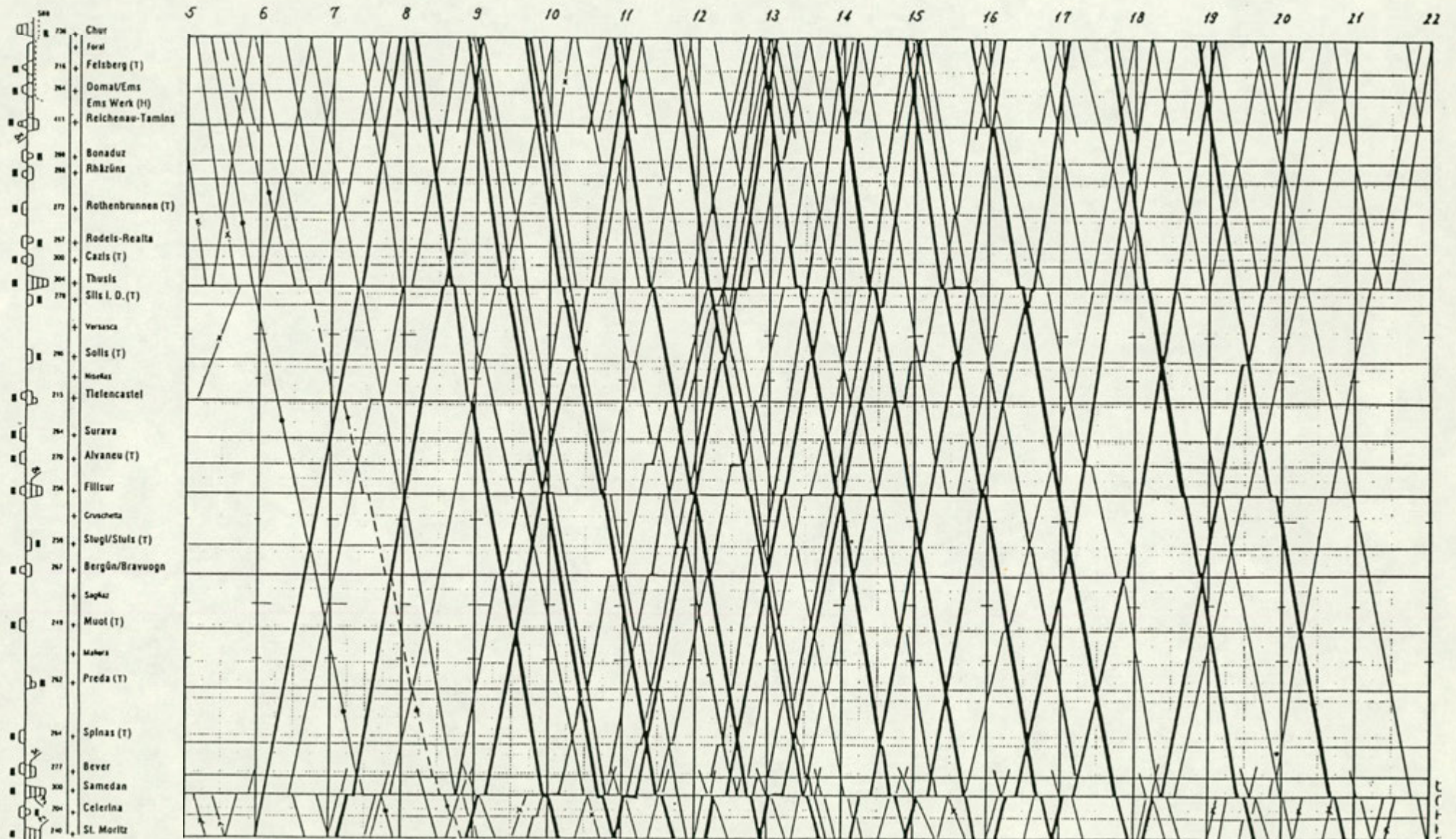


Sollfahrplan Grundangebot vom 12.2.1983





# Sollfahrplan Gesamtangebot vom 12.2.83



22.2.83



Zugreihe	R		A		B		R		A		B	
	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H
Chur		4,3	4,5	4,8	5,6	5,9		4,5	4,4	4,7	5,9	6,2
Felsberg		2,3	2,0	2,6	3,4	3,9		2,3	2,1	2,6	3,2	3,9
Domat/Ems		2,1	1,6	2,2	2,5	3,1		2,1	1,7	2,2	2,3	3,0
Ems Werk (H)		1,8	1,4	1,9	2,1	2,6		1,9	1,5	2,0	2,1	2,6
Reichenau-Tamins		4,8	4,6	5,1	6,2	6,8		4,7	4,4	4,9	5,0	5,6
Bonaduz		1,8	1,5	1,9	1,7	2,3		1,8	1,4	1,8	1,9	2,4
Rhätzens		5,0	4,8	5,4	6,1	6,5		5,0	4,8	5,3	6,2	6,8
Rothenbrunnen (A)		3,3	3,2	3,8	5,1	5,6		3,4	3,3	3,8	4,5	5,1
Rodels-Realta		2,0	1,6	2,2	2,5	3,1		2,0	1,6	2,2	2,2	2,9
Cazis		3,1	2,8	3,2	4,1	4,5		3,2	2,8	3,4	3,4	3,9
Thusis		2,7	2,4	2,8	3,2	3,6		2,7	2,4	2,7	2,5	3,1
Sils i. D.		7,4	7,5	7,9	9,9	10,4		7,4	7,5	7,9	8,5	9,0
Solis (A)		6,1	6,0	6,4	6,8	7,3		6,1	6,0	6,4	6,6	7,1
Tiefencastel		5,4	5,5	5,8	6,5	7,0		5,4	5,3	5,7	5,8	6,3
Surava		3,4	3,2	3,6	4,6	5,0		3,4	3,2	3,6	3,5	4,1
Alvaneu		5,0	4,8	5,1	6,2	6,6		4,9	4,7	5,1	5,3	5,9
Filisur			7,7	8,0	10,0	10,4			7,7	8,0	8,4	8,9
Stugl/Stuls. (A)			4,0	4,3	5,2	5,6			4,0	4,3	4,4	4,9
Bergün/Bravuogn			7,9	8,3	10,3	10,7			7,9	8,3	8,7	9,2
Muot. (A)			8,6	8,9	11,2	11,6			8,6	8,9	9,6	10,1
Preda			5,3	5,7	8,2	8,8			5,3	5,7	7,9	8,4
Spinas (A)			4,3	4,7	4,7	5,4			4,4	4,8	6,2	6,8
Bever			2,1	2,4	2,6	3,2			2,3	2,6	2,6	3,2
Samedan			2,8	3,3	3,6	4,1			2,7	3,2	3,3	3,8
Celerina			3,5	3,7	4,7	4,9			3,4	3,6	3,8	4,1
St. Moritz												

Fahrzeittabellen RhB

Landquart, 20.2.1976 K8/hal

Rätische Bahn

Zugförderungsdienst

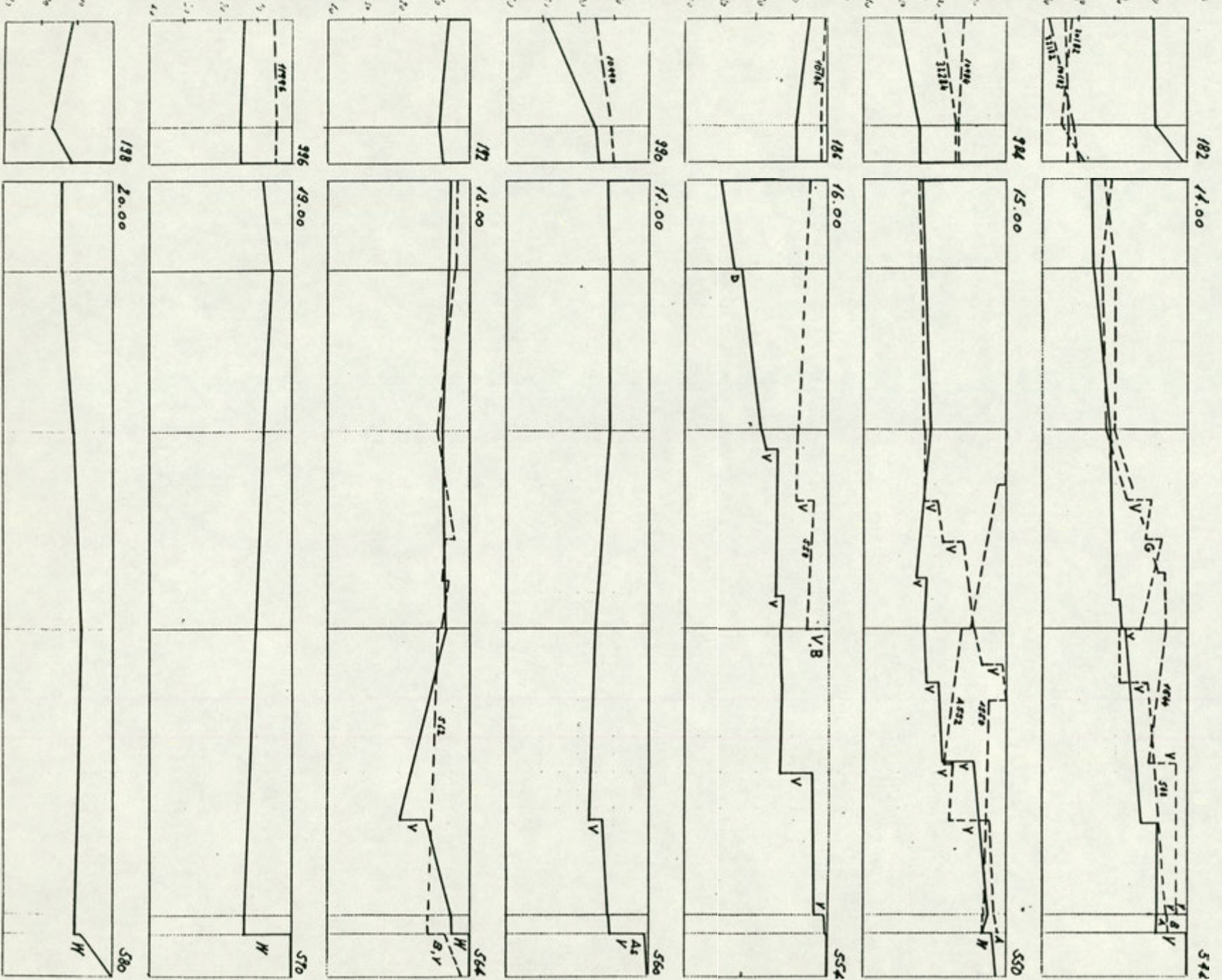
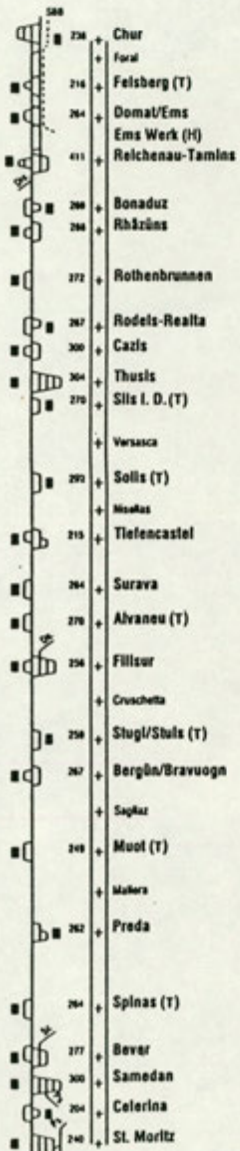
J4 - 022713



*Werspöngsentwicklung*

Zürich

Landquart



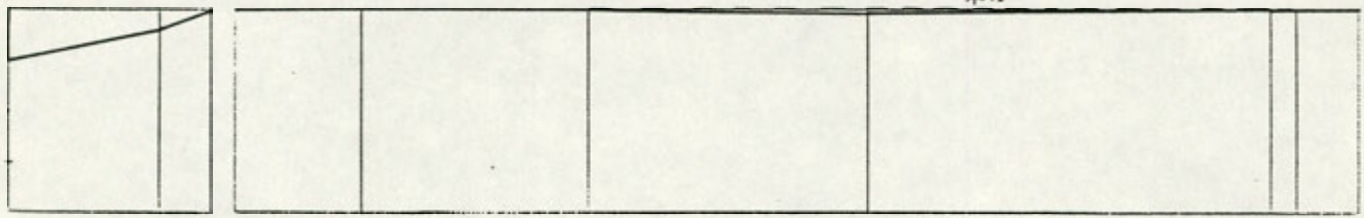


Zürich

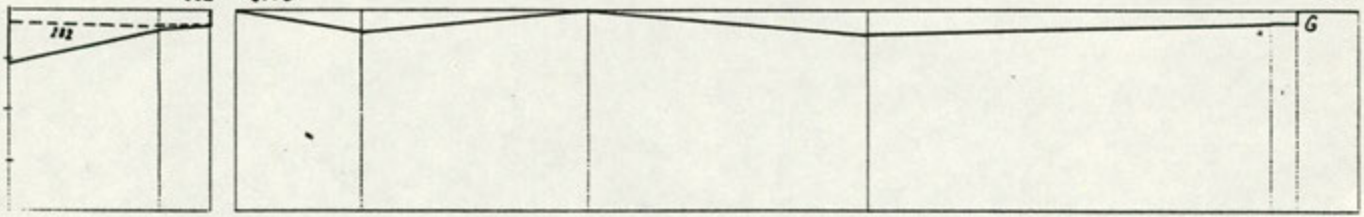
Landquart



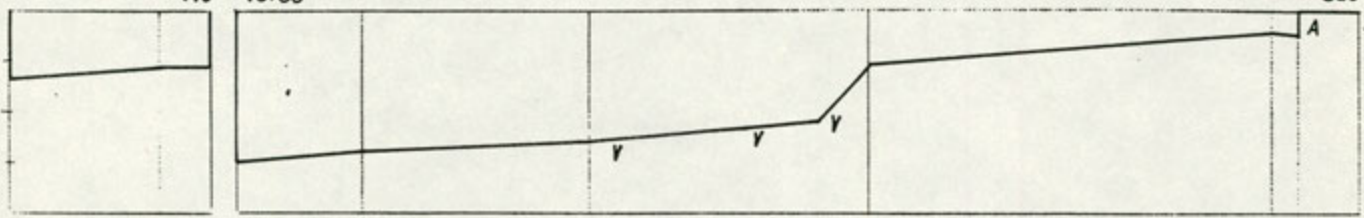
160 08.00 4518 516



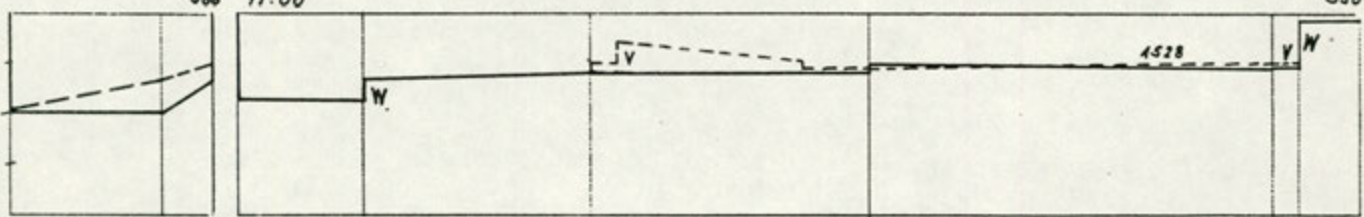
362 09.00 524



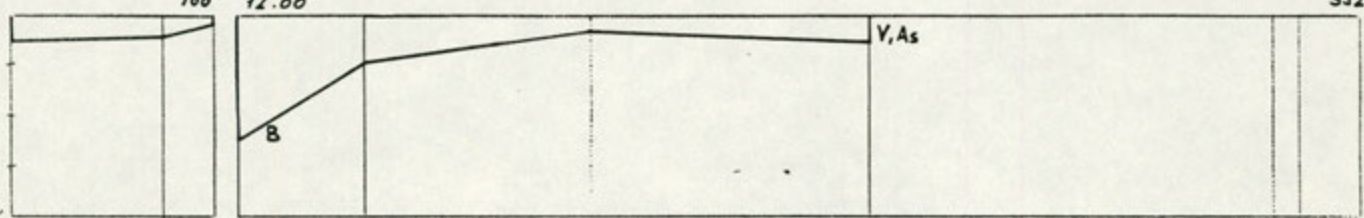
170 10.00 526



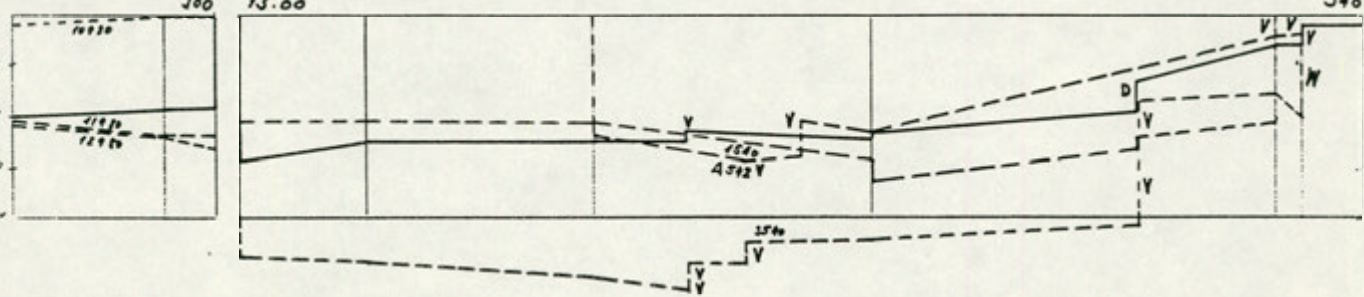
366 11.00 530



180 12.00 532



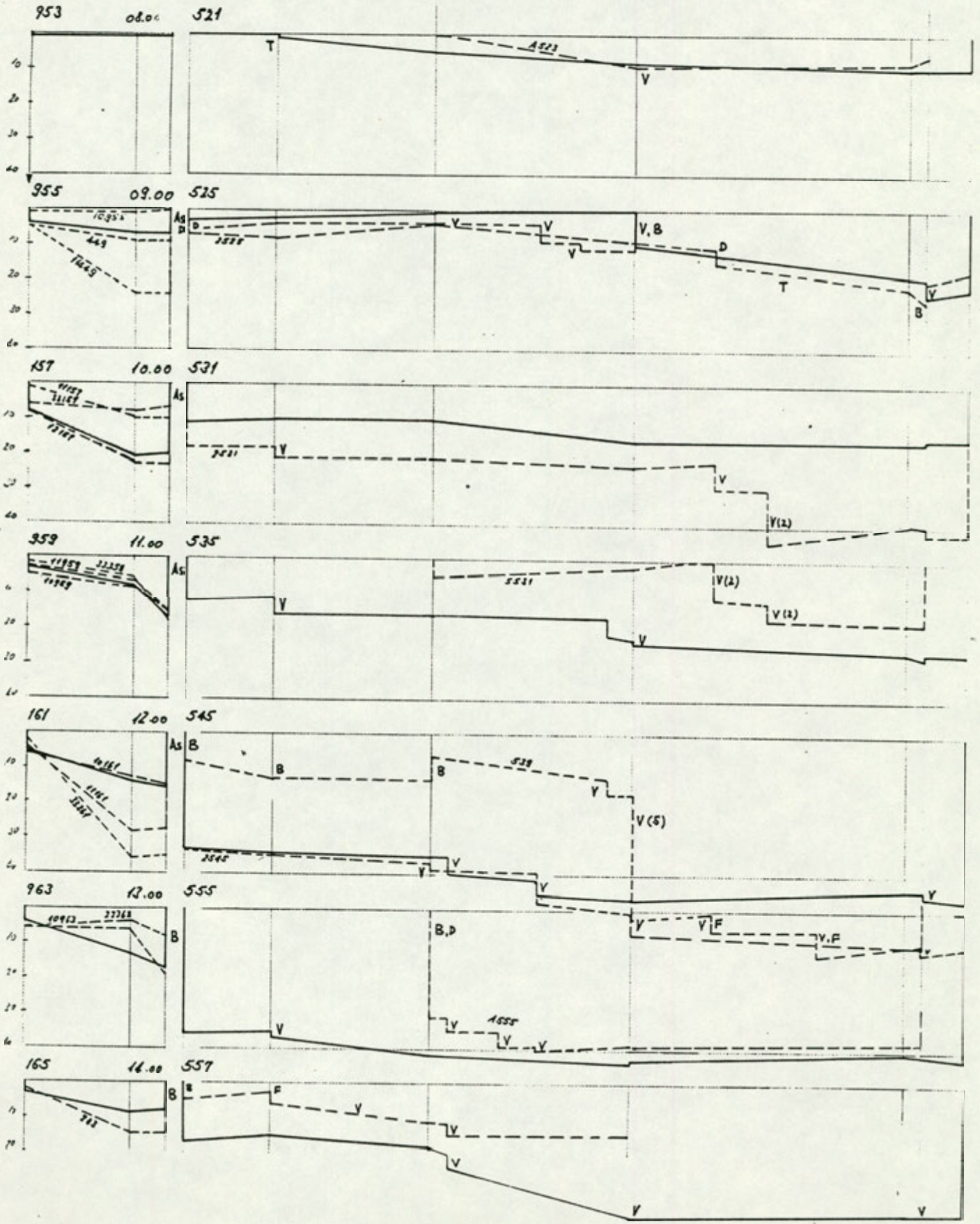
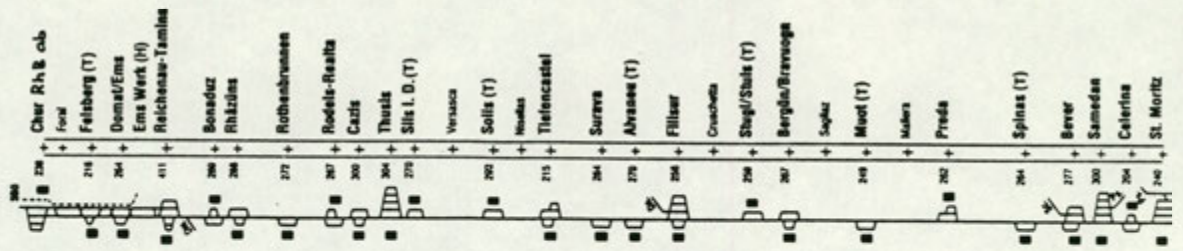
380 13.00 540





Zürich ob

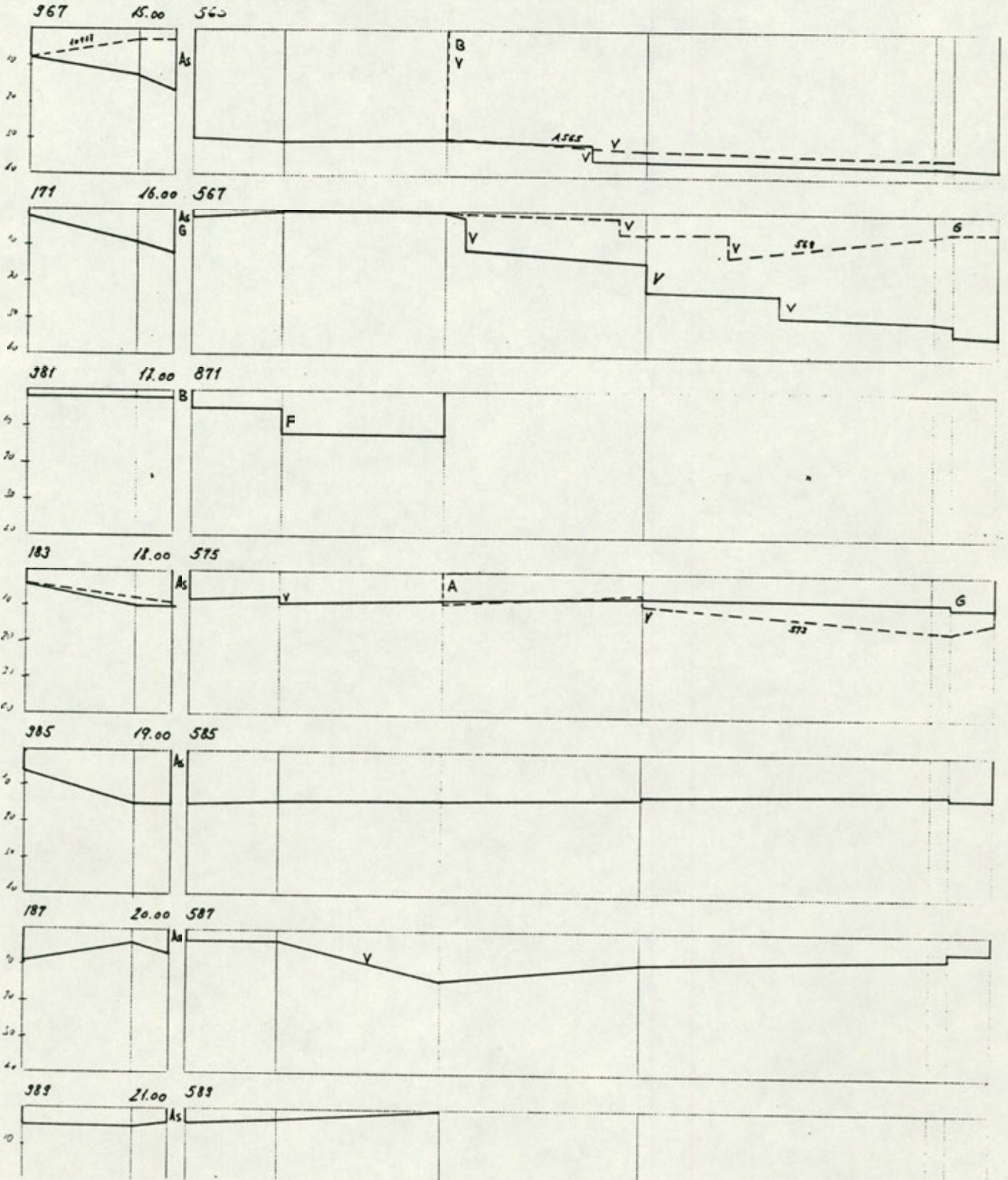
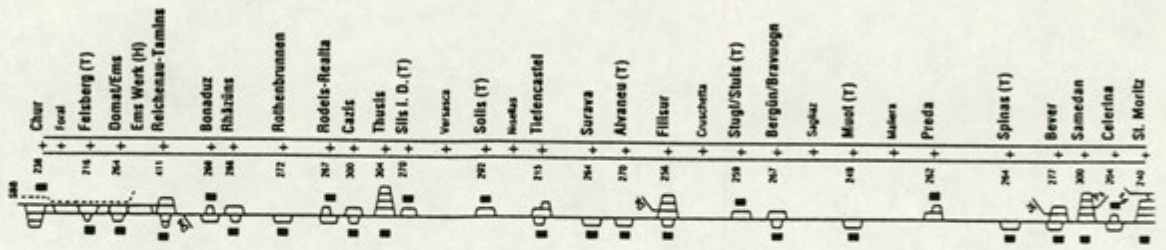
Landquart ob





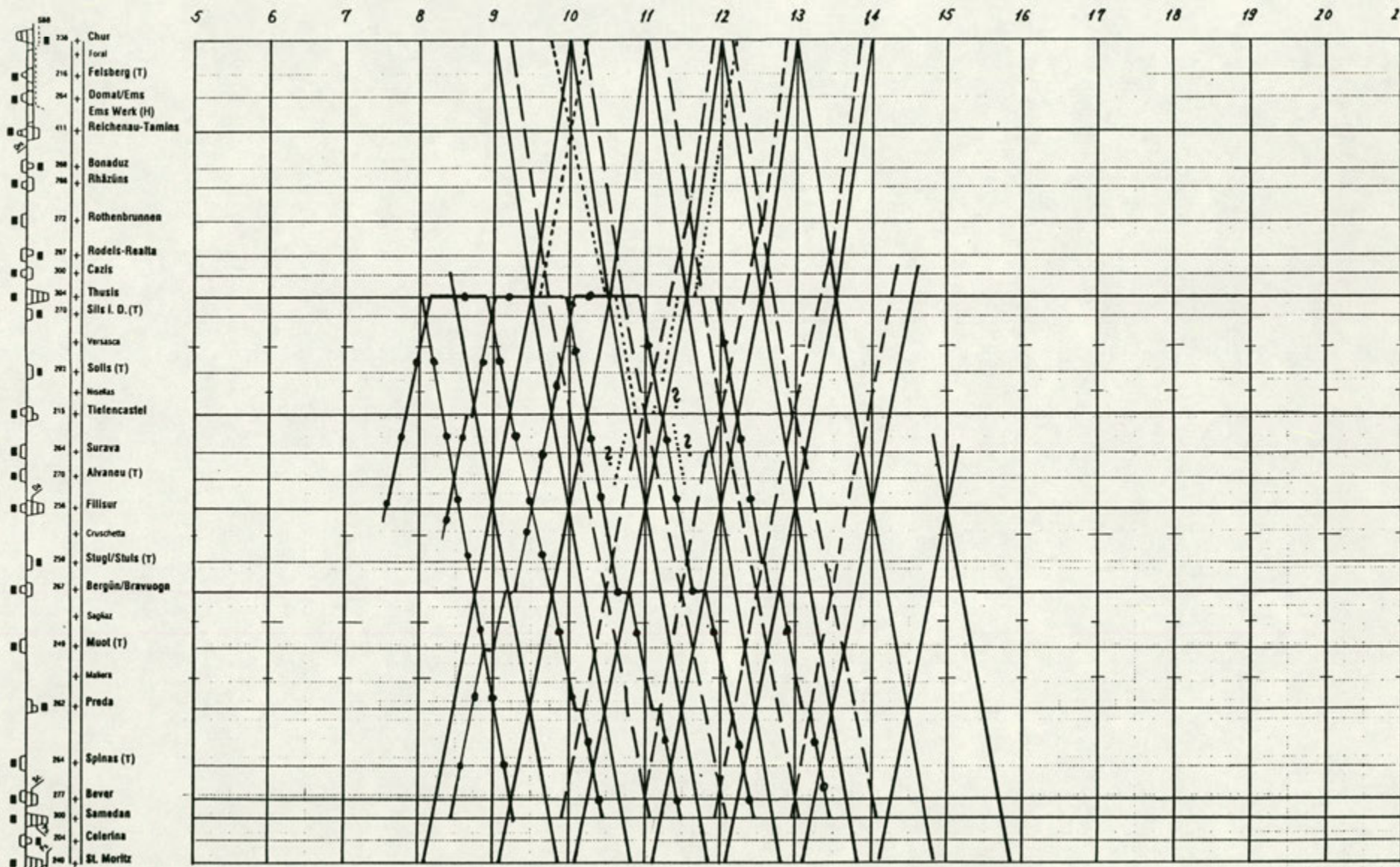
Zürich

Langquart





Angebotsvorstellung RhB  
ohne Verknüpfung SBB



(ohne  
und Dienstzüge)

A?

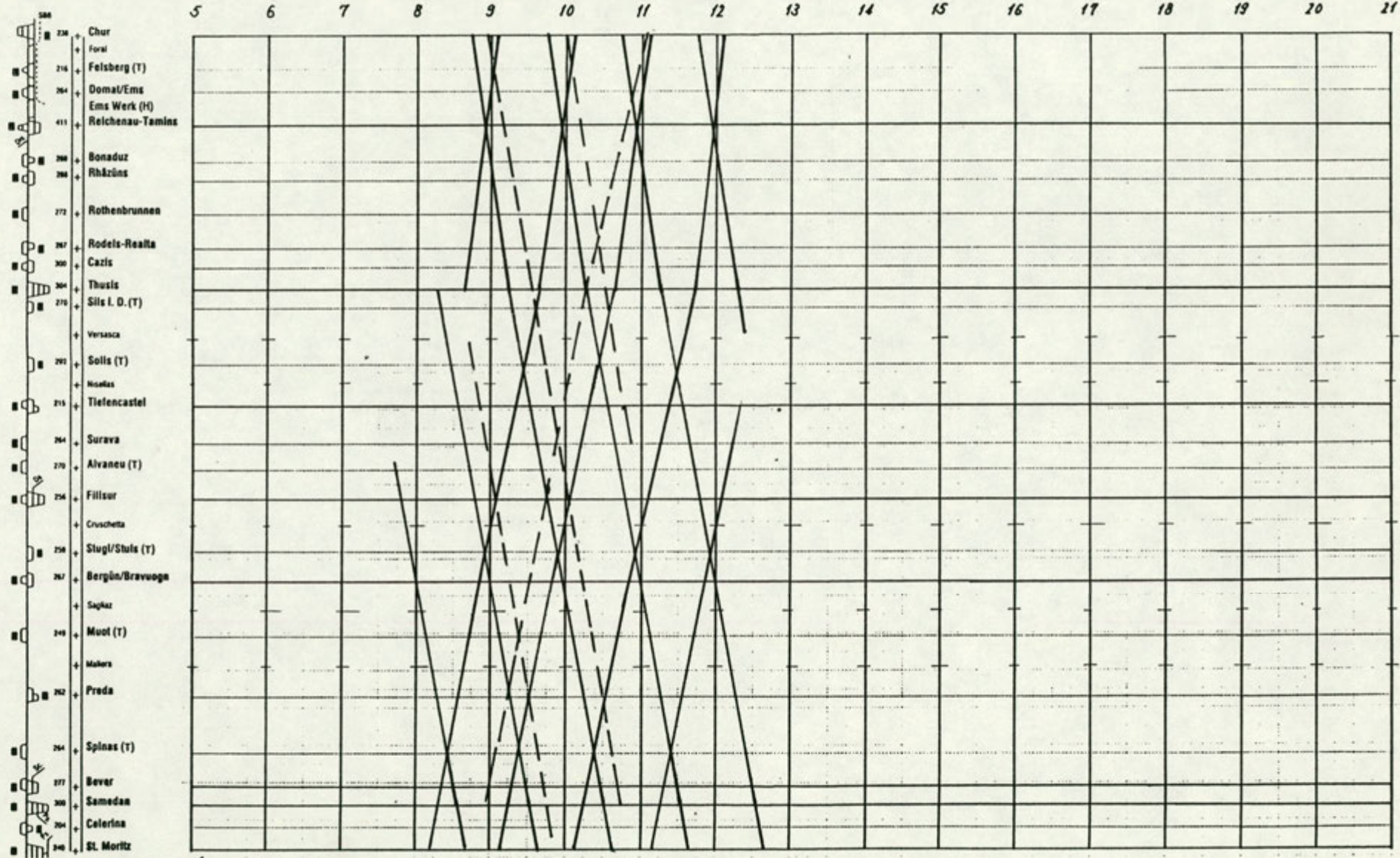
A?

A?

RZ?



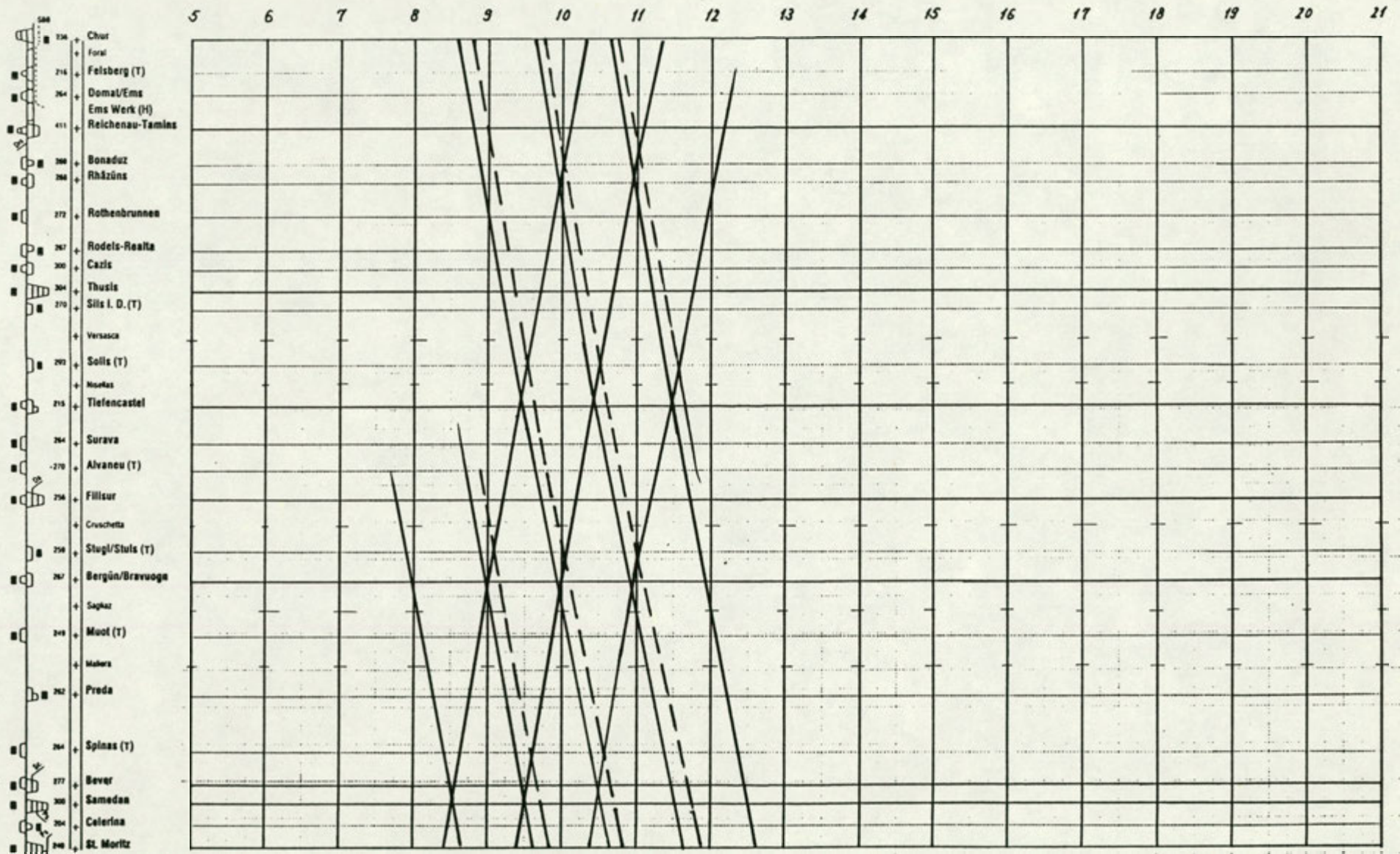
Chur ab 46/an 08



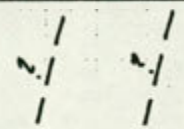
(nur Schnellzüge)



Chur ab 6/Jan 14

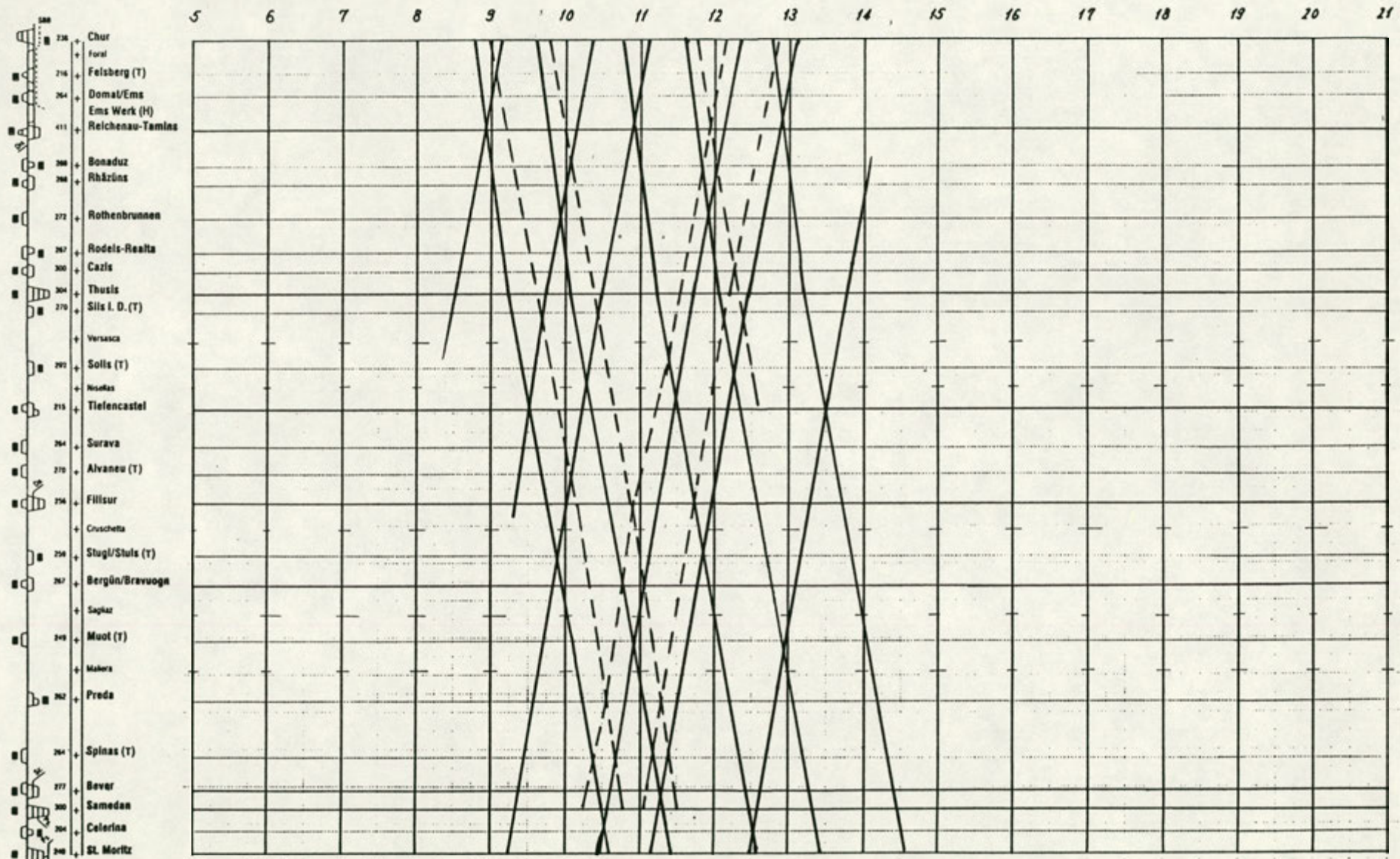


(nur Schnellzüge)





Chur ab 39/47  
an 07/15

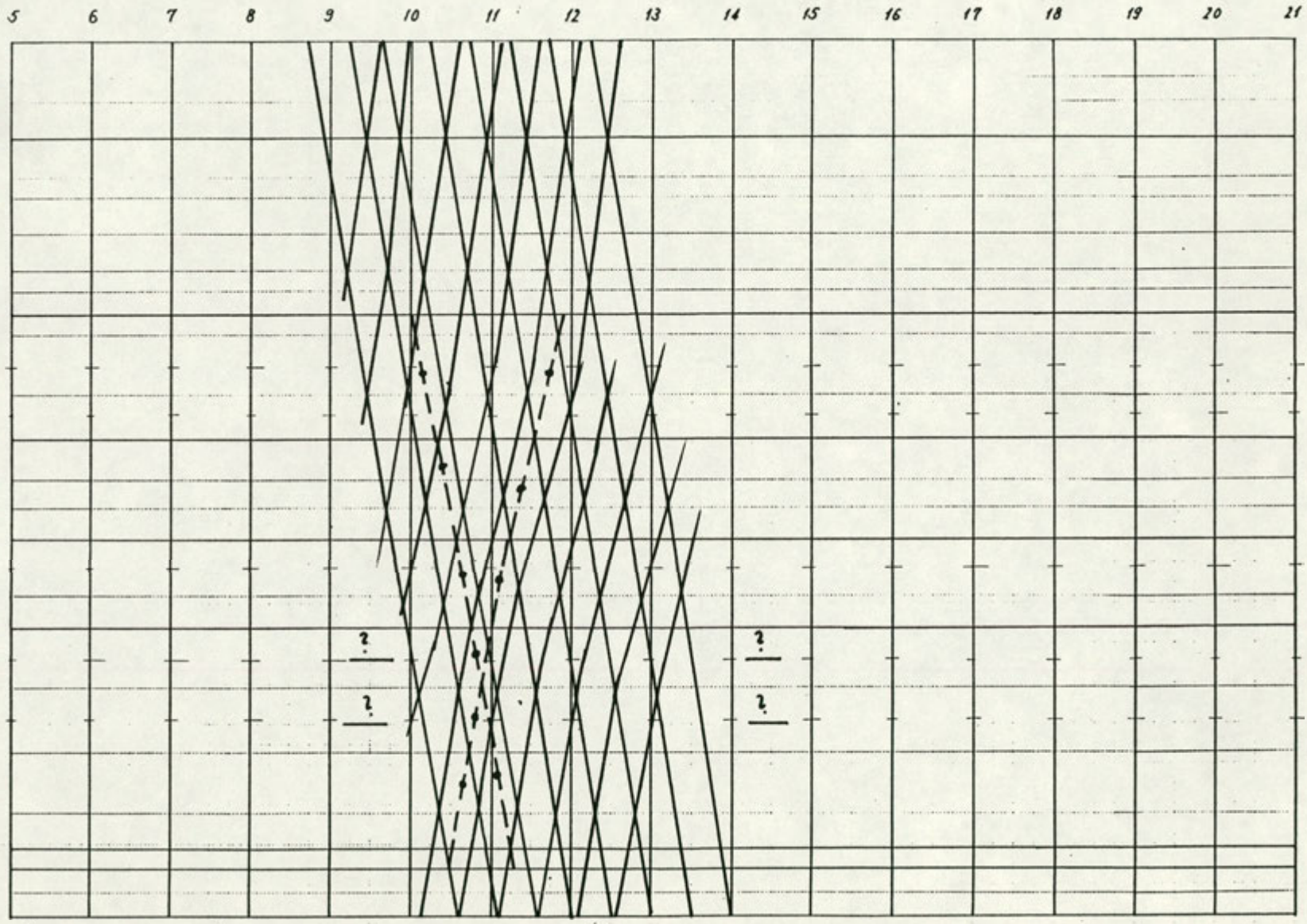


(nur Schnellzüge)



Chur ab 39/09  
an 15/45

- 730 Chur
- 714 Felsberg (T)
- 704 Domat/Ems
- 411 Ems Werk (H)
- Reichenau-Tamins
- 268 Bonaduz
- 264 Rhâzüns
- 272 Rothenbrunnen
- 267 Rodels-Realta
- 300 Cazis
- 304 Thusis
- 270 Sils i. D. (T)
- Versasca
- 290 Solis (T)
- Nesels
- 215 Tiefencastel
- 264 Surava
- 270 Alvaneu (T)
- 254 Filisur
- Cruscheta
- 258 Stugl/Stuls (T)
- 267 Bergün/Bravuogn
- Saglar
- 249 Muot (T)
- Maders
- 262 Preda
- 264 Splinas (T)
- 277 Bever
- 300 Samedan
- 304 Celerina
- 240 St. Moritz



(nur Schnellzüge)