

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Ingenieur und Architekt
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	111 (1993)
<b>Heft:</b>	46
<b>Artikel:</b>	Aufschlussreiche Ergebnisse von Luft- und Lärmessungen beim Bau der Vereinalinie
<b>Autor:</b>	Sommer, Isabelle
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-78282">https://doi.org/10.5169/seals-78282</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Aufschlussreiche Ergebnisse von Luft- und Lärmessungen beim Bau der Vereinalinie

**Mit dem Bau der Vereinalinie wird unter grossen finanziellen Aufwendungen eine neue Verkehrsverbindung zwischen Klosters und Susch-Lavin geschaffen. Ihre Erstellung bedingt eine langfristige und – zumindest zeitweise – intensive Bautätigkeit. Ihre Inbetriebnahme wird im Prättigau und im Unterengadin zu einer neuen Verkehrssituation führen. Der Bau sowie die Inbetriebnahme der Verkehrsverbindung bleiben nicht ohne Folgen für die Umwelt. Als Massnahme zur Vorsorge, Kontrolle und Beweissicherung werden im Zusammenhang mit dem Bau der Vereinalinie Luftschadstoff- und Lärmessungen und Prognosen der zu erwartenden Umweltbelastung durchgeführt.**

## Das «Kapital» der Regionen Prättigau und Unterengadin bewahren

Grosse Projekte, wie der Bau der Vereinalinie, führen sowohl während des Baus als auch nach ihrer Fertigstellung

von ISABELLE SOMMER, CHUR

zu einer deutlich veränderten räumlichen, wirtschaftlichen und manchmal sogar sozialen Situation gegenüber dem Zustand vor Baubeginn. Das Vereinalinieprojekt weist diesbezüglich spezifische Merkmale auf und dürfte somit in einigen Belangen mit dem noch in Planung stehenden Grossprojekt AlpTransit vergleichbar sein.

Charakteristisch für die Baustellen der Vereinalinie ist ihre Lage in Berggebieten mit intensiver touristischer Nutzung. Das «Kapital» beider Regionen, sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordseite des Vereinatunnels, ist unter anderem die Berglandschaft, die Ruhe und die saubere Luft. Dieses «Kapital» gilt es zu bewahren!

Dadurch erhält jede einzelne Baustelle des Vereinalinieprojekts ihre eigene Prägung: So steht bei den Portalbaustellen Selfranga und Sagliains eher ein allgemeines Naturschutzbedürfnis im Vordergrund, während beispielsweise beim Vortrieb und Ausbau des Zugwaldtunnels mitten in Klosters der Schutz von Personen und des Ortsbilds überwiegt.

Grundlage für diese Schutzbedürfnisse in Bergregionen mit teilweise bereits recht hoher Umweltbelastung, aber auch mit grossräumigen «Reinluft»- und «Ruhe»-Regionen, sind neben den Grenzwerten der Luftreinhalte- und Lärmschutzverordnung (LRV, LSV) auch die übergeordneten Ziele des Um-

weltschutzgesetzes (USG). Dieses sieht den Schutz der Menschen, Tiere, Pflanzen, ihrer Lebensräume und Lebensgemeinschaften gegen bestehende schädliche und lästige Einwirkungen vor sowie Massnahmen zur Vorsorge, damit solche Einwirkungen gar nicht erst entstehen.

## Ein Konzept für Lufthygiene- und Lärmessungen soll wichtige Informationen liefern

Vor diesem Hintergrund sind für Grossbaustellen in der alpinen Tourismusregion verschiedene Probleme und Bedürfnisse zu erkennen, wie beispielsweise:

- Wie lässt sich effizientes und kostengünstiges Bauen mit dem erhöhten Schutzbedürfnis der alpinen Umwelt vereinen?
- Wie lassen sich Belästigungen der Bevölkerung und somit Beschwerden und Einsprachen vermeiden, welche zu Bauverzögerungen und zusätzlichen Kosten führen können?

Ein grosses Bauprojekt ist auf die Toleranz der Betroffenen (Bevölkerung, Ämter, Erholungssuchende usw.) angewiesen, da beispielsweise kurzfristig höchste Lärmelastigungen einfach nicht zu vermeiden sind.

Diese Probleme und Bedürfnisse wurden bereits während der Planung der Vereinalinie erkannt. Basierend auf einer Auflage des Bundesamtes für Verkehr (BAV) und des Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes (EVED) erarbeitete deshalb die Bürgemeinschaft für angewandte Ökologie (BfÖ) gemeinsam mit der Projektleitung Bau (EWI) zwischen 1990 und 1991 ein Konzept für Lufthygiene- und

Lärmessungen. Es dient der Kontrolle und Beweissicherung des Projektes Vereinalinie vor Baubeginn, während der intensivsten Bauphase sowie kurz vor und nach Inbetriebnahme [1]. Es soll zudem helfen, Phasen erhöhter Belastung (durch Luftverschmutzung und Baulärm) frühzeitig zu erkennen und die Möglichkeit bieten, bei unerwarteten Problemen rasch zu reagieren.

## Anspruchsvolle Ziele erfüllen

Mit dem Konzept sollen folgende Ziele erreicht werden:

- für den Vergleich einer neuen Situation mit dem jeweiligen «Urzustand» Grundlagendaten zur Verfügung stellen;
- Prognosen der zu erwartenden Luft- und Lärmelastigungen, wie sie z.B. im Umweltverträglichkeitsbericht enthalten sind, überprüfen können;
- durch die Früherkennung allfälliger Konflikte oder Probleme rechtzeitig Massnahmen planen und sinnvoll dimensionieren;
- den Betroffenen durch Planung und Durchführung der Messungen zeigen, dass ihre Situation ernst genommen wird;
- bei Beschwerden und Einsprachen aufgrund von Messdaten eine sachliche Diskussion führen können, was zu Zeit- und somit Kosteneinsparungen für alle Beteiligten führt. (Die Erfahrung zeigt, dass – mindestens im Umweltbereich – Messresultaten ein grösseres Vertrauen entgegengebracht wird als Berechnungen.)

## Das Vorgehen im Konzept «Lufthygiene- und Lärmessungen»

Beim Konzept «Lufthygiene- und Lärmessungen» handelt es sich ausschliesslich um Immissionsmessungen, also um Messungen in einiger Entfernung von den jeweiligen Schadstoffquellen. Es gliedert sich, wie der Name schon sagt, in zwei weitgehend unabhängige Teile, nämlich in Messungen von Luftschadstoffen und in Lärmessungen. Sämtliche im Konzept vorgesehenen Messungen (mit einer Ausnahme) werden sowohl auf der Nordseite, d.h. im Raum Klosters-Selfranga, als auch auf der Südseite, im Bereich Susch-Lavin, durchgeführt.

## Messungen von Luftschadstoffen

Die Messungen von Luftschadstoffen sind darauf ausgerichtet, alle notwendige

Vorgehensweise	Messdauer/Phase	Messgerät(e)	Schadstoffe bzw. Messparameter	Messort
A	1 Monat in jeder Jahreszeit	vollständig ausgerüsteter Messwagen + «High Volume Dust Sampler»	NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , Schwebestaub und Meteoparameter	Vereina-Nord + Vereina-Süd
B	12 Monate	Passivsammler, Bergerhoffgerät	NO <sub>2</sub> , Staubniederschlag	Vereina-Nord + Vereina-Süd
C	6 Monate	elektronisches NO <sub>2</sub> -Messgerät (CLD)	NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	Vereina-Nord

Tabelle 1. Messung von Luftschaadstoffen: verschiedene Vorgehensweisen zur umfassenden Messung und Beurteilung der lufthygienischen Situation



Bild 1. Staub auf der Baustelle Sagliains (Photo: I. Sommer, BfÖ)



Bild 2. Luftschaadstoff-Messwagen mit Meteomast (Photo: I. Sommer, BfÖ)



Bild 3. Im Inneren des Messwagens (Photo: I. Sommer, BfÖ)

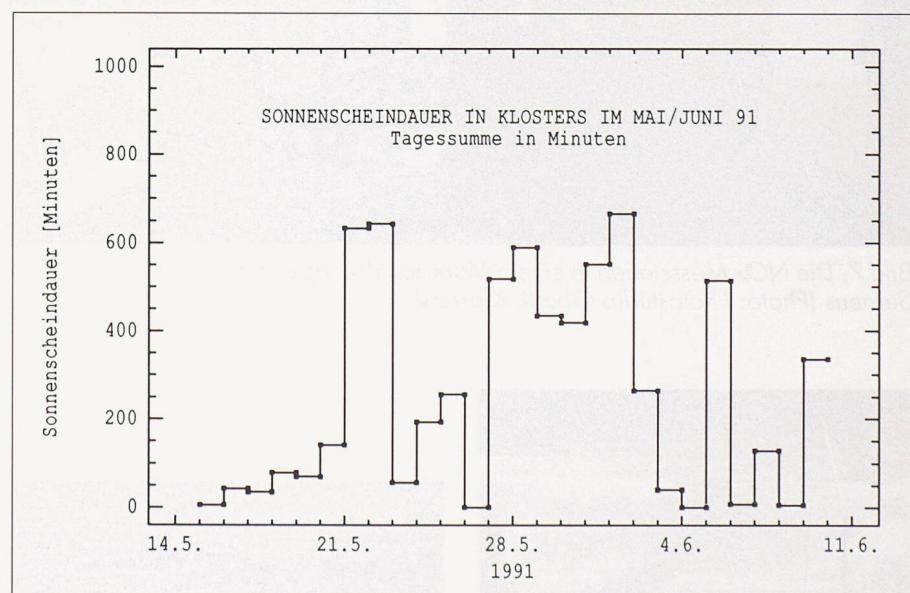


Bild 4. Sonnenscheindauer in Klosters (Quelle: [2])

gen Informationen bezüglich der wichtigsten Schadstoffe bei Bauarbeiten zu erhalten. Dies sind die Stickoxide, welche vor allem beim Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Geräten ausgestossen werden. Zudem betrifft

dies den auf Baustellen allgegenwärtigen Staub, der beim Befahren von unbefestigten Baupisten aufwirbelt, beim Transport von staubenden Gütern, bei der Kiesaufbereitung, bei der Betonherstellung, beim Sprengen sowie beim

Betonspritzen entsteht und dann vom Wind verteilt wird (Bild 1).

Um den verschiedenen Anforderungen, die vom Gesetz, von einem optimalen Kosten/Nutzen-Verhältnis und



Bild 5. NO<sub>2</sub>-Passivsampler (Photo: I. Sommer, BfÖ)

Bild 6. Eine Station des Messnetzes mit Bergerhoff-Topf im Vogelschutzgitter und mit Passivsammlern (Photo: Oberli, Klosters)

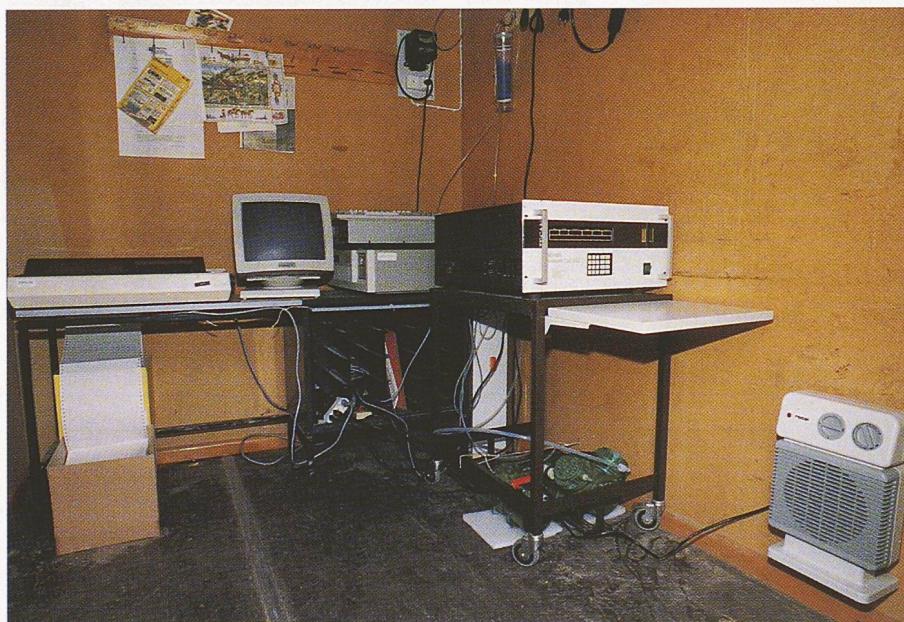
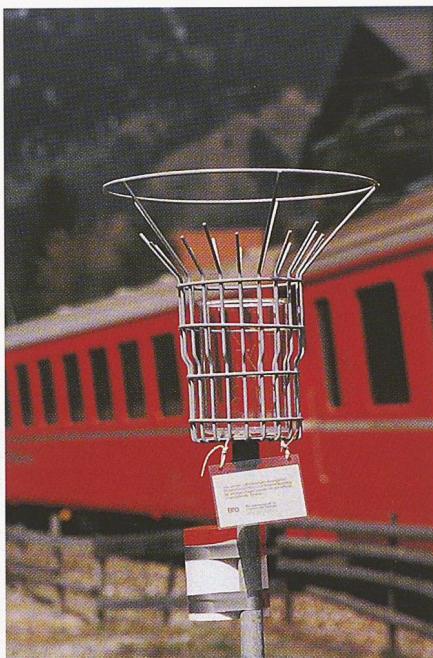


Bild 7. Die NOx-Messstation in einem Mannschaftswagen der Gemeinde Klosters-Serneus (Photo: Photostudio Oberli, Klosters)

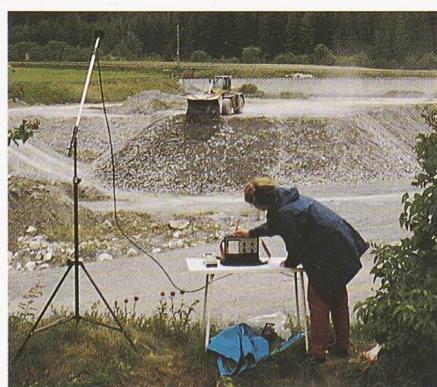


Bild 8. Eine Lärm-Messstation am Rande der ehemaligen Kiesgrube Mulignè, Zernez (Photo: I. Sommer, BfÖ)



Bild 9. Die verwendeten Geräte. Links der Pegelmesser, rechts der Pegelschreiber (Photo: I. Sommer, BfÖ)

den jeweiligen Situationen gestellt werden, zu genügen, wurden drei verschiedene Vorgehensweisen gewählt (Tabelle 1).

Mit Vorgehen A lassen sich die in der LRV reglementierten Schadstoffe festhalten (Bild 2). Die elektronische Erfassung der Messwerte erlaubt z.B. das Aufzeichnen von Stundenmittelwerten und Tagesgängen der Schadstoffkonzentrationen. Gleichzeitig werden auch die wichtigsten Wetterdaten, wie Windrichtung und -stärke, Niederschlagsmenge, Temperatur, Sonnenscheindauer usw. (Bild 4) gemessen. Diese geben einen Hinweis auf die Ausbreitungsbedingungen für die Luftsadstoffe und liefern Informationen für die Interpretation der Schadstoff-Messresultate.

Da Vorgehen B jeweils während 12 Monaten ohne Unterbruch eingesetzt wird, steht immer am Ende der jeweiligen Messperiode der genaue Jahresmittelwert der Schadstoffkonzentration zur Verfügung. Zudem gibt Vorgehen B Aufschluss über die räumliche Verteilung der Stickstoffdioxid- und Staubmengen, da die Passivsammler und Bergerhoff-Töpfe in Messnetzen zu 7-8 Messstationen angeordnet werden (Bilder 5 und 6).

Mit Vorgehen C sollen im Bereich der Baustelle Selfranga sowohl kurzfristige (über Stunden oder Tage) als auch langfristige (über Monate) Schwankungen im Stickoxidanteil in der Luft festgehalten werden (Bild 7).

### Lärmessungen

Das wesentliche Ziel der Lärmessungen ist, lärmende Anlagen und Bauvorgänge zu überwachen, die über Monate bis Jahre hinweg in Betrieb sind (Bilder 8 und 9). Die LSV kennt noch keine Grenzwerte für Baulärm. Eine eindeutige Beurteilung des Ausmaßes der Belastung durch eine Baustelle ist somit schwierig. Als Zwischenlösung wird jedoch im Kanton Graubünden folgendermaßen vorgegangen: Wenn eine Anlage, wie z.B. eine Tunnellüftung, länger als ein halbes Jahr im Betrieb ist, so wird sie den Grenzwerten für Industrie- und Gewerbelärm unterstellt. Dadurch werden ihre Auswirkungen beurteilbar, und bei Bedarf lassen sich Massnahmen gegen eine «chronische» Belastung ergreifen. Bei Bauvorgängen, die zwar extrem laut sind – beispielsweise das Einrammen von Spundwänden –, jedoch meist nur kurze Zeit andauern, lassen sich solche «akuten» Lärmbelastungen kaum vermeiden und nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand schalldämpfen.

Ein weiteres Ziel der Lärmessungen ist, ein sachkundiges und flexibles Team



Bild 10. Selfranga kurz vor Baubeginn. Unten links die NO<sub>x</sub>-Messstation im Mannschaftswagen der Gemeinde Klosters-Serneus (Photo: Photostudio Oberli, Klosters)



Bild 12. Lärm-Messtation auf dem Gelände des zukünftigen Verladebahnhofs Susch-Lavin (Photo: I. Sommer, BfÖ)

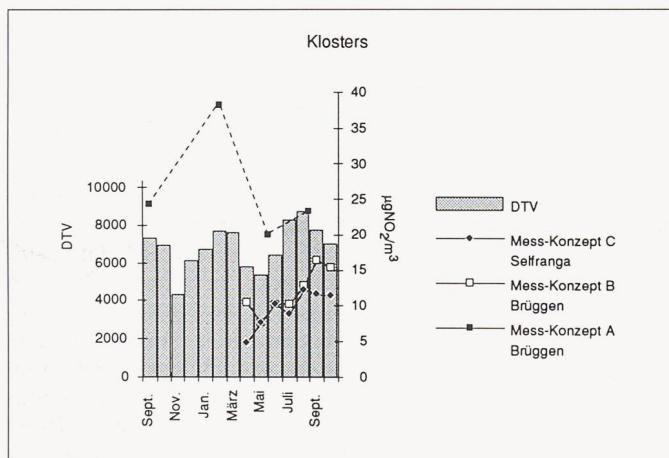


Bild 11. Vergleich des Verkehrsaufkommens (DTV) mit den NO<sub>2</sub>-Messwerten von Klosters-Selfranga und Brüggen (Quelle: [2])

bereitzuhalten, das bei Beschwerden, Einsprachen und in weiteren «Notsituationen» schnell eine Beurteilungsgrundlage erstellen kann.

#### Der Zustand der Luft vor Baubeginn und während der Baustellenerschliessung in Vereina-Nord und -Süd

Entlang der Kantonsstrasse in Klosters wurde der Jahresmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) von 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht und stellenweise gar überschritten. Dies ist auf den Strassenverkehr zurückzuführen, der auf dieser Strecke zwar grossen saisonalen Schwankungen unterworfen, im Jahresdurchschnitt aber sehr hoch ist. Bis die Baustelle Selfranga installiert und die Baustellenzufahrt von der Kantonsstrasse her errichtet war, fuhren sehr viele Lastwagen durch den Ortsteil Klosters-Selfranga. Die dabei ausgestossenen Schadstoffe wurden jedoch durch den Wind sehr schnell verteilt und vermischtet sich mit der schwachbelasteten Luft von Selfranga, weshalb auch am Messstandort

Vereina-Nord (Bild 10) keine merkliche Erhöhung der NO<sub>2</sub>-Immissionen in dieser Zeit festgestellt worden sind (Bild 11).

Auf der Südseite des Vereinatunnels sah die Situation vor Baubeginn ähnlich aus wie auf der Nordseite – mit dem Unterschied, dass die allgemeine Luftbelastung noch einiges geringer war als im Norden. Auch hier wurden entlang der Kantonsstrasse die höchsten Schadstoffkonzentrationen festgestellt. Mit 25  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  wurde die grösste NO<sub>2</sub>-Menge an der Kreuzung mitten in Susch gemessen. An den anderen Messstellen lagen die Werte teilweise so tief, dass sie von den Geräten kaum noch mit Sicherheit erfasst werden konnten.

Sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordseite wurden hingegen im Verlauf des Sommers häufig die Ozongrenzwerte überstiegen. Alle anderen gemessenen Schadstoffe lagen deutlich bis sehr deutlich unter den Grenzwerten der LRV. (Genaueres zur Situation der Luft vor Baubeginn und während der Baustellenerschliessung ist dem Bericht [2] zu entnehmen.)

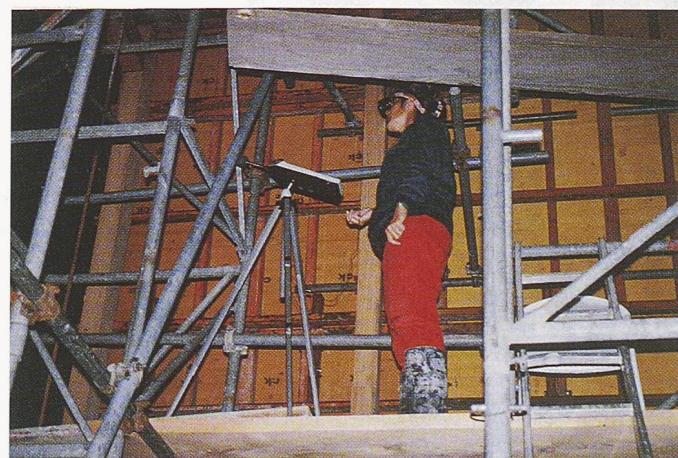


Bild 13. Nächtliche Lärmessung. Einsatz auf dem Baugerüst auf der Landquartbrücke (Photo: I. Sommer, BfÖ)

#### Die Lärm situation während der Baustellenerschliessung

Die Lärmessungen in dieser Zeit wurden so ausgelegt, dass sie eine gute Vergleichsbasis für die zukünftigen Messungen bilden. Vergleiche mit den Grenzwerten der LSV waren dadurch aber nicht möglich. (Details können dem Bericht [3] entnommen werden.)

#### Erste Erkenntnisse über die Auswirkungen einer Grossbaustelle

##### Luftqualität im Raum Susch-Lavin

Die Interpretation der Messresultate ist noch im Gange [4]. Es zeigt sich jedoch bereits jetzt, dass durch die Baustellen keine übermässige Belastung der Luft im Bereich Susch-Lavin stattgefunden hat. Ein Einfluss der Baustelle ist zwar vorhanden, die Auswirkungen sind aber sehr lokal. Grossräumig spielen beim NO<sub>2</sub> der Verkehr und im Winter zusätzlich die Heizungen eine insgesamt grössere Rolle als die Bautätigkeit. Beim

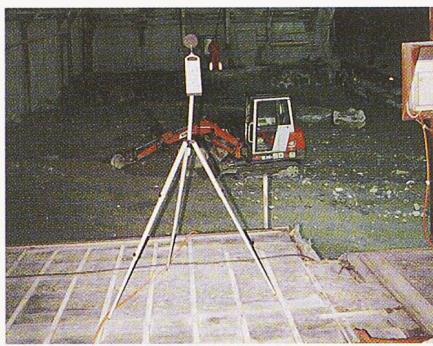


Bild 14. Lärmessung der Lüftung des Zugwaldtunnels um Mitternacht (Photo: I. Sommer, BfÖ)

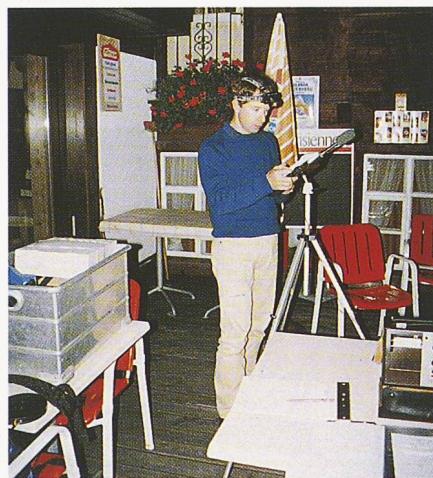


Bild 15. Messung der RhB-Züge während der Fahrt über die Landquart von der Terrasse des Restaurants Gotschnastübl in Klosters aus (Photo: I. Sommer, BfÖ)

Staub stehen ebenfalls der Verkehr und die Landwirtschaft im Vordergrund. Beiden Fällen übergeordnet sind meteorologische Einflussfaktoren.

#### Lärm situation auf beiden Seiten des Vereinatunnels

Messungen direkt auf der Baustelle Sagliains sowie in einiger Entfernung davon haben ergeben, dass aufgrund der grossen Distanzen zwischen der Baustelle und den Dörfern Susch und Lavin keine erhöhte Lärm belastung festzustellen ist [5]. Diese Aussage bezieht sich nur auf die Vorgänge direkt auf den einzelnen Baulosen. Durch die Baustellen entsteht jedoch auch zusätzlicher Verkehr, der vor allem durch das enge Dorf Susch geführt wird.

Auf der Nordseite ergaben Messungen im Bereich der Tunnelbaustelle Selfranga ein ähnliches Bild wie für die Südseite.

Nach einer ersten Messung des Lärms, der durch die Lüftung des Zugwaldtunnels verursacht wird, konnte nachgewiesen werden, dass die entsprechenden Grenzwerte der LSV eingehalten

Fahrtrichtung	Maillartbrücke	Landquartbrücke	Unterschied
Klosters → Davos	65,4 dB(A)	63,0 dB(A)	- 2,4 dB(A)
Klosters → Davos	67,3 dB(A)	67,0 dB(A)	- 0,3 dB(A)
Klosters → Davos	65,9 dB(A)	64,0 dB(A)	- 1,9 dB(A)

Tabelle 2. Vergleich der Lärmpegel beim Befahren der alten und der neuen Brücke über die Landquart in Klosters

Schallpegel-veränderung dB(A)	entsprechende Veränderung der Schallintensität (Energie) W/m <sup>2</sup>	Wahrnehmbarkeit für das menschliche Ohr
± 1	± 20%	nicht wahrnehmbar
± 2	± 40%	gerade wahrnehmbar
± 3	± 50%	gerade wahrnehmbar
± 5	± 80%	deutlich wahrnehmbar
± 10	± 100%	deutlich wahrnehmbar

Tabelle 3. Gegenüberstellung von Schallpegel- und Schallintensitätsveränderung (gerundete Werte) und Wahrnehmbarkeit von Veränderungen für das menschliche Ohr

waren. Dennoch war es für einige Betroffene zu laut, weshalb ein 2er-Team der BfÖ im September 93, in der Nacht, wenn die Umgebungsgeräusche am leisesten sind, nochmals Kontrollmessungen durchführte.

Zur möglichst direkten Erfassung des Ventilatorgeräusches bestiegen beim erstenmal 2 Mitarbeiterinnen der BfÖ das Baugerüst auf der damals noch in Bau befindlichen Landquartbrücke (Bild 13). Beim zweitenmal wurde dazu das Vordach des «Bauleitungshauses» gleich neben der Brücke benutzt, weil in der Zwischenzeit die Landquartbrücke bereits befahren wurde (Bild 14). Nach Mitternacht auftauchende, stirlampen- und mikrophontragende Gäste sind mittlerweile im Hotel Alpina kein ungewohntes Bild mehr.

Die Auswertungen dieser zweiten Messung lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor.

#### Die neue Landquartbrücke schneidet besser ab

Am Abend vor den erwähnten Ventilatormessungen konnte der «Brückenvergleich» abgeschlossen werden. Dabei ging es darum, die akustischen Eigenschaften der mittlerweile abgerissenen Maillartbrücke und jene der neuen Landquartbrücke miteinander zu vergleichen. Zu diesem Zweck wurden im Oktober 92 Messungen an der Maillartbrücke während der Überfahrt einiger RhB-Züge durchgeführt. Diese Messungen wurden dieses Jahr an der neuen Landquartbrücke wiederholt. Der Vergleich zeigt, dass das Befahren der neuen Brücke rund 2 dB(A) tiefere

Werte verursacht gegenüber früher (Tabelle 2). Dabei spielt es jedoch eine Rolle, ob die Züge vom Bahnhof Klosters die Brücke befahren oder von Davos. Dass sich die beiden Fahrtrichtungen voneinander unterscheiden, liegt vor allem an der leicht höheren Geschwindigkeit der von Davos kommenden Züge. Diese Reduktion um 2 dB(A) entspricht einer Verminderung der Schallintensität resp. der freiwerdenden Energie um fast 40%. Dennoch sind Schallpegelveränderungen von 2 dB(A) für das menschliche Ohr kaum wahrnehmbar (Tabelle 3).

#### Was in Zukunft noch gemessen wird

Nach Konzept beginnen mit dem Einsatz der Tunnelbohrmaschine im Vereinatunnel die nächsten Luftsadstoffmessungen in Klosters. Bis dahin werden, wie die Erfahrung bisher gezeigt hat, vor allem weitere Kontrollmessungen im Bereich Luft und Lärm anfallen.

#### Der Stand des Wissens – ein sehr differenziertes Bild

Die bisher zur Kontrolle und Beweissicherung durchgeführten Messungen, Beurteilungen und Prognosen der Auswirkungen des Vereinaprojekts auf die Lufthygiene- und Lärm situation auf beiden Seiten des Tunnels zeigen ein sehr differenziertes Bild:

Die Lage der beiden Portalbaustellen des Vereinatunnels, weit ab von bewohntem Gebiet, in geschützten Geländekammern, minimiert zum vornherein

die Gefahr von übermässiger Lärmbelastung. Für das Vereinaprojekt wurde bereits 1987 ein Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) erstellt. Darin ist vorgesehen, die Ver- und Entsorgung der Baustellen so weit als möglich per Eisenbahn durchzuführen. Dank dieser Massnahme lässt sich die Luftbelastung sehr gering halten. Demzufolge waren bisher im allgemeinen keine langandauernden negativen Einflüsse der Bauarbeiten auf den Tourismus und die Bevölkerung festzustellen und sind in Zukunft auch nicht zu erwarten.

Im Detail sind hingegen schon Probleme aufgetaucht oder noch zu erwarten.

Das betrifft beispielsweise Standorte, wo Menschen sehr nahe an einer Baustelle wohnen. Es betrifft aber auch Situationen, wenn z.B. aus Kostengründen von ursprünglich, sehr umweltfreundlichen Vorhaben abgesehen werden muss. In solchen Fällen wird auch in Zukunft unter Einbezug aller Beteiligten und Betroffenen und in Zusammenarbeit mit dem Beratungsteam der BfÖ, die unter den gegebenen Umständen beste und gesetzeskonforme Lösung gefunden werden müssen.

Adresse der Verfasserin: *I. Sommer*, BfÖ Bürogemeinschaft für angewandte Ökologie, Quaderstr. 8, 7000 Chur und Seefeldstr. 224, 8008 Zürich

## Literatur

RhB-Vereinalinie:

- [1] Messkonzepte Lärm und Lufthygiene vom 16.4.91 und 29.11.91, BfÖ Chur
- [2] Immissionsmessungen vor Baubeginn/Installationsphase, 1. Zwischenbericht, April 91, 2. Zwischenbericht September 92, BfÖ Chur
- [3] Lärmimmissionsmessungen ohne Baulärm, Oktober 91, BfÖ Chur
- [4] Immissionsmessungen während der intensivsten Bauphase in Vereina-Süd, BfÖ Chur, in Vorbereitung
- [5] Lärmimmissionsmessungen Bauphase, 1. Zwischenbericht, Dezember 92, BfÖ Chur

treffen allgemeine Ausgaben, die bahntechnischen Anlagen und den Hochbau, nicht jedoch den Tunnelbau. Falls dieser Betrag nur zur Hälfte durch zusätzliche Kredite gedeckt werden kann, ist mit einer Komforteinschränkung zu rechnen, d.h., es verkehren dann weniger Autozüge (120 statt 190 PW/h und Richtung).

## Projektgrundlagen

Im 2144 m langen Zugwaldtunnel zweigt die Vereinalinie in Höhe von Salfranga nach Klosters ab; der Tunnel ist einspurig und wird vom Nordportal aus aufgefahrene. Der 19048 m lange Vereinatunnel zwischen Klosters Selfranga und Susch/Sagliains ist der Haupttunnel der Vereinalinie und gehört zu den längsten Eisenbahntunneln im Alpenraum; er weist mit beidseits je rund 2 km langen Zweispurstellen ein 15 km langes, einspuriges Mittelteil mit einer Ausweichstation auf. Der Tunnel wird im Südlos im Sprengvortrieb (Hufeisenprofil) aufgefahrene, wogegen auf der Nordseite im Einspurabschnitt (Kreisprofil) die Tunnelbohrmaschine (TBM) aus dem Zugwaldtunnel eingesetzt wird.

Dr. phil., dipl. Natw. ETH/SIA *Franz Keller* von der Dr. M. Kobel+Partner AG, Büro für technische Geologie in Sargans, sprach über die «Geologie des Zugwald- und des Vereinatunnels». Beim durch den Gotschnahang führenden Zugwaldtunnel sind jährliche Verschiebungen von 1 cm zu berücksichtigen. Der Vereinatunnel durchfährt eine Reihe verschiedener während der Alpenfaltung gebildeter Decken; über 15 km des Tunnels kommen in Gneise und Amphibolite der Silvretta-Decke mit bis zu 350 N/mm<sup>2</sup> Druckfestigkeit zu liegen, der Rest in eine Vielfalt von Kalk, Tonschiefern, Dolomiten, Sandsteinen usw. Ein besonderes Problem für die Bautechnik stellt dabei die streckenweise grosse Überlagerung von mehr als 1500 m dar, die bedeutende Verformungen im Bereich der Tunnelröhre erwarten lässt.

Dipl. Bau-Ing. ETH/SIA *Peter Könz*, Direktor der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG in Zürich, berichtete über «übergeordnete Gesichtspunkte und ihre Auswirkungen auf Projekt und Ausführung der

## Tagungsberichte

### Vereina

FGU-Studententagung mit Exkursion, Davos, 14./15. Oktober 1993

**Die SIA-Fachgruppe für Untertagebau (FGU) richtete am 14. und 15. Oktober 1993 in Davos eine Studententagung über das Vereina-Projekt mit einer Baustellenbesichtigung des Zugwald- und des Vereinatunnels aus. Ziel der Tagung war, den Teilnehmern einen Einblick in die vielseitigen Probleme bei der Planung und Bauausführung des Vereinatunnels zu geben.**

Dipl. Bauing. ETH/SIA *Walter Krebs* von der Stuag (Konzernbereich Tunnel und Felsbau) aus Bassersdorf eröffnete als Vizepräsident der FGU die Tagung im Kongresszentrum Davos. Er konnte mehr als 200 Teilnehmer, u.a. auch aus Deutschland, Frankreich, Liechtenstein und Österreich, begrüssen, bedauerte allerdings, dass einige bedeutende Fachleute wegen des zur gleichen Zeit in Salzburg stattfindenden XLII. Geomechanik-Kolloquiums nicht dabei waren.

#### Vereinalinie

Die Fachvorträge begann lic. oec. *Silvio Faschiati* aus Chur als Direktor der Rhätischen Bahn (RhB) mit seinen Ausführungen über die Entstehung der Vereinalinie – von der Idee Anfang der 70er Jahre bis zum Baubeginn im April 1991.

Bereits im Jahr 1984 hatte man sich entschieden, anstelle des Flüela-Strassenprojekts das Vereinavorhaben zu verwirklichen, d.h. eine Eisenbahnlinie mit Vereinatunnel und Autoverladung zu bauen. Die Vereinalinie wird nach etwa neunjähriger Bauzeit zum Fahrplanwechsel im Frühjahr 2000 in Betrieb genommen werden.

Die neue 21,5 km lange Eisenbahnlinie von Klosters im Prättigau durch den Vereinatunnel nach Susch/Lavin im Unterengadin schliesst eine Lücke im Netz der RhB. Durch die neue Strecke werden das entlegene Unterengadin und das Münstertal nicht nur Nordbünden, sondern auch den übrigen Landesteilen verkehrstechnisch und volkswirtschaftlich erheblich nähergebracht.

Zudem ersetzt diese neue Verbindung während der Winterzeit die Flüelapassstrasse und gewährleistet mit der «rollenden Strasse» durch den Vereinatunnel auch für den Autoverkehr eine wintersichere Verbindung; dadurch wird sich die Reisezeit zwischen Chur und Scoul-Tarasp von 3 1/4 Stunden durch den Albulatunnel dereinst auf 1 1/2 Stunden verkürzen.

Dipl.-Bauing. ETH/SIA *Willy Altermatt* aus Chur brachte als Oberingenieur RhB einen Überblick über die Entwicklung der RhB seit Bestehen 1889 und bau- und betriebs-technische Einzelheiten der Vereinalinie; so war bei der Tunnelführung die Vermeidung von Wohngebieten und landwirtschaftlichen Flächen massgebend. Der Verbindungsverlust ergab jedoch eine Akzeptanz der jetzt beschlossenen Linienführung. Weiter wurde die betriebliche Optimierung auf einer Schmalspurbahn erörtert (Wegfall von Spitzkehren usw.). Kritisch bleibt weiter die Beanspruchung der Landschaft während der Bauzeit, denn das Projekt ist erst in der Anfangsphase.

#### Baukosten

Für die Vereinalinie betragen die Baukosten 538 Mio. Franken beim Preisstand 1985; 85% werden der RhB gemäss Bundesbeschluss von Ende 1986 als nicht rückzahlbarer Kredit gewährt. Bis Mitte Juni 1993 waren Arbeiten für 436 Mio. Franken vergeben, das sind 89% der Bauarbeiten. Aus heutiger Sicht werden die Kosten voraussichtlich um rund 66 Mio. Franken oder 12,2 % überschritten; diese Mehrkosten be-