

Lärmschutz an der Autobahn N2 in Hergiswil

Autor(en): **Erni, Robert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **100 (1982)**

Heft 41

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74875>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

übergängen dilatiert. Der Wendeplatz wird aus folgenden Gründen *überdacht*:

- Lärmschutz
- Lichtadaption
- Schutz vor Schneerutschungen und Steinschlag.

Portalwand

Als *Baugrubensicherung* wurde portal-seits eine vollflächige, vertikale Betonwand erstellt. Der Aushub sowie die Wand wurden in Etappen abgeteufelt und jeweils sofort mit Lockergesteinsanker rückverankert.

Da der ganze Loppertunnel von Süden her ausgebrochen wurde, war diese Betonwand von hinten zu durchbrechen. Bei der Anordnung der Anker musste dieser Vorgang (Kapern der einzelnen Anker sowie Nachlassen des Erddruckes) berücksichtigt werden. Die Tunnelverkleidung wird durch diese Wand durchgezogen, worauf eine definitive Portalwand vorbetoniert wird.

Seitliche Ankerwand

Den westlichen Abschluss bildet eine *rückverankerte Stützmauer*. Der Abtrag geschah schlitweise und vertikal in Etappen von 2,00 m Höhe. In diese Aushubschlitze wurden 10:1 geneigte, 1 m breite Ortsbetonriegel gestellt, welche mit Lockergesteinsanker von etwa 25–40 t rückverankert wurden. Zwischen den Riegeln wurde sofort Sickerbeton eingebracht und später mit einer Betonwand überdeckt. Diese Unterfan-

gungsbauweise zeigte sich als sicherste und günstigste Lösung, welche den örtlichen Gegebenheiten angepasst war (steiles Gelände, ohne Zufahrtsstrasse, Aushub- und Hinterfüllungsarbeiten stark erschwert). Da sich die Verankerungskörper der Lockergesteinsanker in der Bergsturzmaterialzone befinden, waren grosse Verluste von Injektionsmaterial nicht zu vermeiden.

Erdbaumechanische Berechnungen

Die *Gesamtstabilität* des Hanges sowie die Erddrücke auf die Rückwand und die daraus erforderlichen Ankerkräfte wurden mittels Gleitkreisen nach *Bishop* berechnet. Dabei wurden folgende Bodenkennwerte angenommen:

- Reibungswinkel $\phi = 42^\circ$
- Kohäsion $c = 0$
- Raumgewicht $\gamma = 2 \text{ t/m}^3$

Überdachung des Wendeplatzes

Der Wendeplatz wird auf einer Fläche von $30 \times 21 \text{ m}$ überdacht. Innenwände und Decke werden mit schallabsorbierenden Platten verkleidet.

Rampe Brünig-Gotthard

Für die Rampe Brünig-Gotthard musste der Hang des Loppers auf einer Länge von 275 m neu angeschnitten werden. Der anstehende Fels wurde nirgends angetroffen. Alle Arbeiten waren *in der Bergsturzmaterialzone* auszuführen.

Aus Gründen der Sicherheit, der Verkehrsführung und des Bauprogrammes zeigte es sich, dass eine *rückverankerte Riegelwand*, welche sektorenweise und vertikal etappiert gebaut wurde, die günstigste Lösung war. Ein kurzes Zwischenstück konnte als *konventionelle Schwergewichtsmauer* gebaut werden. Ein 1 Meter hoher Maueraufsatz überragt die dahinterliegende Forststrasse. Daran angebrachte *zusätzliche Steinschlagnetze* werden die Rampe N2/N8 vor herunterkollerndem Bergsturzmaterial schützen.

Der *Portalbereich* liegt in einem Hangeinschnitt. Auf 60 m Länge wird deshalb die Anschluss-Strecke mittels einer Schutzgalerie vor Steinschlag und Schneerutschungen gesichert. Die Galerie liegt in einer engen Rechtskurve. Aus Anpassungsgründen wurde die Decke in Ortsbeton hergestellt.

Literaturhinweis

- [1] *Erni R.*: «Lärmschutz an der Autobahn N2 in Hergiswil». Schweiz. Ingenieur und Architekt, Heft 41, 1982
- [2] *Schneider T. R.*: «Der Baugrund der N2 bei Hergiswil». Schweiz. Ingenieur und Architekt, Heft 41, 1982
- [3] Bundesamt für Strassenbau: «Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken». Bern, Juli 1980 (Entwurf)

Adressen der Verfasser: *P. Lehmann*, dipl. Bau-Ing. ETH, Crottaz und Erni, Seestr. 94, 6052 Hergiswil; *H. Stalder*, dipl. Bau-Ing. ETH, Crottaz und Stalder, Bahnhofstr. 98, 6423 Seewen-Schwyz.

Lärmschutz an der Autobahn N2 in Hergiswil

Bauliche Massnahmen

Von Robert Erni, Hergiswil

Berechnungen

Grundlagen

Das ausgeführte Projekt basiert auf dem *theoretischen «Lärm-Modell»*, das von der EMPA ausgearbeitet wurde. Dieses Modell wurde einerseits aus physikalischen Überlegungen, andererseits aus umfangreichen Messungen im In- und Ausland entwickelt [1].

Zahlreiche Kontrollmessungen an bestehenden Objekten in den letzten Monaten haben eine *gute Übereinstimmung* zwischen Modell und Wirklich-

keit ergeben, und es hat sich gezeigt, dass die theoretischen Berechnungen meistens zu etwas höheren Werten führen als die Messungen an der Strasse [2].

Zur mathematischen Erfassung des Lärmniveaus dient als Masseinheit der *Schallpegel* (Dezibel, dB). Die dB-Zahl ist eine reine Verhältniszahl, die in einer logarithmischen Skala angibt, wievielfach der Schalldruck p grösser oder kleiner ist als ein festgelegter Bezugswert p_0 [3, 4]. So bedeutet mathematisch eine Halbierung des Schalldruckes eine Reduktion des Pegels um 6 dB; eine Reduktion um 20 dB entspricht einem 10fach kleineren Schalldruck.

Das *menschliche Ohr* empfindet Töne trotz objektiv gleichen Schalldruckes lauter oder leiser je nach der Tonhöhe (Frequenz). Tiefe und ganz hohe Töne erscheinen bei gleichem Druck wesentlich leiser als mittlere Töne. Eine gute Beziehung zu dieser frequenzabhängigen Wahrnehmung des menschlichen Ohres gibt der international als Messgrösse eingeführte bewertete Schallpegel A. Dieser Messwert wird in der Einheit «Dezibel (A)», dB (A), angegeben [5].

Beim *Strassenverkehr* liegen die Frequenzen vorwiegend zwischen 250 und 1000 Hz in einem verhältnismässig engen Bereich, so dass die alleinige Betrachtung des Schallpegels in dB (A) ohne weiteres verantwortet werden kann.

Da bis heute verbindliche gesetzliche Grundlagen fehlen, wurden für Wohngebiete (ruhige Wohnzone) bereits 1963 im Bericht «Lärmbekämpfung in der

Schweiz» von einer Expertenkommission provisorische Belastungsgrenzwerte empfohlen [6]. Für den Fall Hergiswil wurden die folgenden *zumutbaren Grenzrichtwerte* berücksichtigt [1]:

- Während der Tageszeit (06.00 bis 22.00 Uhr):
mittlerer Schallpegel $L_{50} = 60$ dB (A)
häufige Schallspitzen $L_1 = 70$ dB (A)
- Während der Nachtzeit (22.00 bis 06.00 Uhr):
mittlerer Schallpegel $L_{50} = 50$ dB (A)
häufige Schallspitzen $L_1 = 60$ dB (A)

Bei den Nullmessungen und der Beurteilung, die vor dem definitiv ausgearbeiteten Detailprojekt vorgenommen worden sind, sind aber auch die in der Zwischenzeit gewonnenen Erfahrungen und die *neuen Erkenntnisse der Lärmforschung* [7] einbezogen worden. Nach diesen Forschungsergebnissen ist der energie-äquivalente *Dauerschallpegel* L_{eq} zur Begrenzung der Lärmspitzen wie auch des mittleren Lärms geeignet und wird definiert als ein zeitlich konstanter Schallpegel, der im Zeitmittel die gleiche Energie zum Empfänger bringt wie der Strassenverkehrslärm. Bei der Detailprojektierung der Lärmschutzanlagen in Hergiswil sind die Immissionsgrenzwerte für die *Empfindlichkeitsstufe II* berücksichtigt worden [7].

Bei der rechnerischen Ermittlung der Lärmimmissionen wurde nicht die heutige Verkehrsdichte, sondern eine *zukünftig zu erwartende Verkehrsbelastung* zugrunde gelegt. Beim Ausbauprojekt Hergiswil sind die folgenden Annahmen getroffen worden:

- am Tag: 2400 PWE/h, Anteil LW 15%
- in der Nacht: 360 PWE/h, Anteil LW 0%
- Schwarzbelag, Fahrbahn trocken, Windstille, Fahrgeschwindigkeit max. 130 km/h
- Besondere Windverhältnisse (z.B. Föhnlage sehr oft auftretend) wurden nicht berücksichtigt.

Ergebnisse der Lärmprognose in Hergiswil

Als Beilage zum Bauprojekt der Nationalstrasse N2 in Hergiswil ist ein *Situationsplan mit den zumutbaren Lärmkurven* erstellt worden. Daraus war der heutige Verlauf der Abgrenzung zwischen zumutbar und unzumutbar belasteten Gebiete sowie der Verlauf der gleichen Kurven nach Erstellung der vorgeschlagenen Schutzmassnahmen ersichtlich. Die *Schutzwirkung* dieser Massnahmen wurde dadurch gut ersichtlich.

Zur Illustration dieser Kurven dienen folgende Zahlen:

1. Die Schutzgalerie bewirkt *bergseits der Autobahn* eine Reduktion des Schallpegels um 16 bis 22 dB (je nach Hangneigung und Hinterfüllung). Bei gleicher Verkehrsbelastung und Witterungsverhältnissen wird daher nach dem Bau der Galerie der Lärm in einem Abstand von 15 m ab Autobahnrand gleich stark sein wie heute in einem Abstand von 280 bis 330 m. Diese Zahl macht die Schutzwirkung einer genügend langen Galerie augenfällig.
2. *Talseits der Autobahn* würde eine seitwärts offene Galerie ohne Absorptionsverkleidung und ohne zusätzliche Massnahmen eine Erhöhung des Schallpegels um 8 dB bewirken. Das vorliegende Projekt sieht aber eine vollständige Auskleidung der Galerie-Innenwände mit Absorptionsmaterial und eine durchgehende Anordnung von talseitigen Schutzwänden vor. Dadurch wird sogar eine Pegelsenkung von 3 bis 8 dB (je nach Höhenlage der vorhandenen Bauten) erzielt. Der Lärm in einem Abstand von 15 m ab Autobahnrand wird somit später gleich stark sein wie heute in einem Abstand von 60 bis 100 m.

Da die Immissionen vor dem Bau der Lärmschutzwände talseits der Autobahn geringer waren als bergseits, ist die Schutzwirkung ebenfalls sehr bedeutend.

Konstruktionsrichtlinien aus Modellversuchen

Vorgehen

Die Baudirektion des Kantons Nidwalden erteilte der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe (EMPA) den Auftrag, die Wirksamkeit der geplanten Lärmschutzgalerie über die N2 in Hergiswil zu überprüfen [8]. Die notwendigen Arbeiten sind in fünf aufeinanderfolgende Abschnitte aufgeteilt worden:

1. Bestandsaufnahme
2. Modellversuche
3. Überprüfung des Projektes aufgrund der Modellversuche
4. Untersuchung des Portalbereiches
5. Lärmzonenplan

Da die EMPA die Arbeiten innerhalb des gegebenen Termins nicht vollumfänglich selbst ausführen konnte, wurde das Ingenieurbüro *Balzari, Blaser und Schudel*, Bern, im Einverständnis mit der Baudirektion Nidwalden mit der Durchführung der obigen Punkte 1, 3 und 5 sowie mit der Mitarbeit bei den Punkten 2 und 4 beauftragt.

Bestandsaufnahme

Die *Auswahl der Messpunkte* erfolgte in Zusammenarbeit von EMPA und Balzari, Blaser und Schudel. Es wurde durchwegs in offenen Fenstern in Fenstermitte oder auf Balkonen über der Brüstung gemessen. In Anbetracht der Bedeutung einer solchen Bestandsaufnahme bei allfälligen Entschädigungsverhandlungen wurde ein *engmaschiges Netz* von Messorten festgelegt.

Alle Messungen wurden bei Witterungsverhältnissen durchgeführt, die den Normalbedingungen des Lärmmodells entsprechen. Gemessen wurde an für Normalverkehr typischen Tagen, d.h. an Wochentagen im April und Mai.

Es wurden 42 Kurzzeit-Präzisions-schallpegelmessungen zu jeweils 20 Minuten des Autobahnlärms allein sowie 5 Langzeit-Präzisions-schallpegelmessungen zu jeweils 24 Stunden des Gesamtlärms durchgeführt.

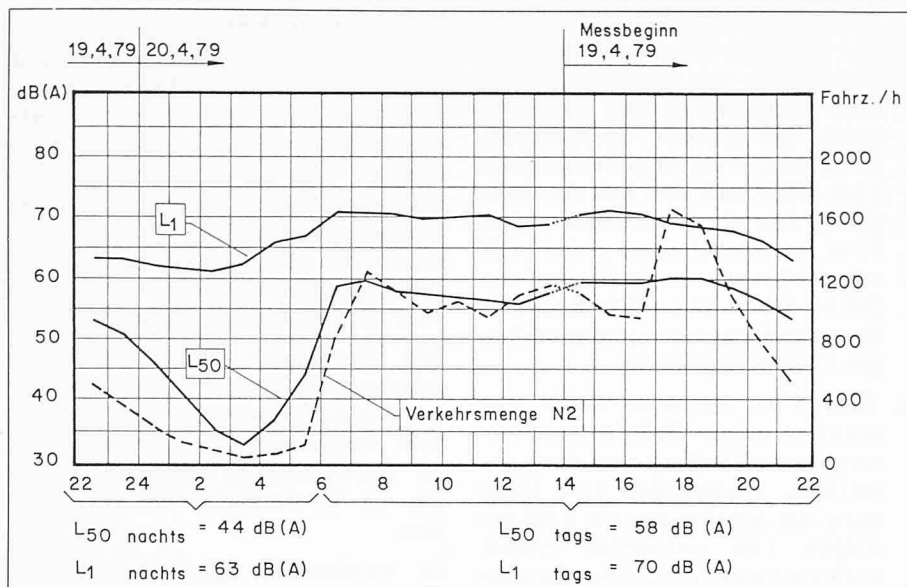
Simultan zu den Kurzzeit-Schallpegelmessungen wurde die *Verkehrsmenge* und die *Verkehrszusammensetzung* auf der N2 erhoben. Während der Langzeitmessungen wurde die Anzahl Fahrzeuge pro Stunde und Richtung durch Dauerzählungen mittels Induktionsschleifen bei den automatischen ASB-Zählstellen Nr. 26 Ennethorw und Nr. 35 Achereggtunnel erfasst.

Auswertung der Messungen

Die Messungen wurden für die in der Schweiz gebräuchlichen statistischen Lärmmasse L_{50} (der in 50% der Zeit überschrittene Schallpegel, sog. «mittleres Geräusch») sowie für L_1 (der in 1% der Zeit überschrittene Schallpegel, sog. «häufige Spitzen») ausgewertet. Zusätzlich wurde der im Rahmen der kommenden Umweltschutzgesetzgebung vorgesehene Mittelungspegel L_{eq} bestimmt. Dieser «energieäquivalente Dauerschallpegel» gibt die durchschnittliche Schallintensität an einem Ort an.

Die Kurzzeitmessungen wurden bei unterschiedlichen Verkehrsmengen und Verkehrszusammensetzungen durchgeführt. Für den Vergleich der Messwerte untereinander und für die Beurteilung der Lärmsituation anhand von Grenzwerten wurden deshalb die Messwerte auf einheitliche Verkehrsverhältnisse von $M_0 = 2400$ PWE/h angenommen. Diese Belastung entspricht der Belastbarkeit einer vierspurigen Autobahn bei akzeptablen Betriebsbedingungen.

Die Langzeitmessungen wurden mit stündlicher Abfragung der Lärmmasse durchgeführt. Daraus wurde einerseits die Tagesganglinie der Lärmbelastung ermittelt und aufgezeichnet und an-

Bild 1. Tagesganglinien der gemessenen, statistischen Schallpegel L_{50} und L_1

dererseits die L_{50} -, L_1 - und L_{eq} -Werte für die gesamte Tagesperiode (06.00 bis 22.00 Uhr) und für die gesamte Nachtperiode (22.00 bis 06.00 Uhr) bestimmt (Bild 1).

Beim Vergleich der Messresultate mit den vom Projektverfasser mittels des EMPA-Strassenlärmmodells berechneten Lärmkurven zeigte sich, dass in einfachen geometrischen Verhältnissen eine zuverlässige Berechnung des Strassenlärms möglich ist.

Modellversuche

Das Bauvorhaben einer Lärmschutzgalerie in Hergiswil gehört zu den aufwendigsten bisher in der Schweiz unternommenen Versuche zur örtlichen Verminderung des Strassenlärms. Über die Schallausbreitung aus solchen Konstruktionen liegen noch wenig Erfahrungswerte vor. Da man sich dabei nicht allein auf theoretische Berechnungen stützen wollte, wurden wesentliche Eigenschaften der Galerie an

einem Modell im Massstab 1:16 ausgemessen. Die Modelluntersuchung sollte die folgenden Fragen beantworten.

- Wieviel Schallabsorption muss in der Galerie angebracht werden und wo ist das absorbierende Material zu platzieren, damit seine Wirksamkeit am grössten ist?
- Hat die Formgebung der Galerieoberkante einen Einfluss auf den Strassenlärm seeseits?
- Besteht die Gefahr von Reflexionen an den Stützen?
- Bringt die Galerie die erwartete Verminderung des Lärms im Bereich der N2?

Das Modell wurde aus lackierten Sperrholzplatten hergestellt (Bild 2). Um die richtigen Beugungsverhältnisse für die Schallwellen nachzubilden, sind alle Lärmmessungen bei 16mal höheren Schallfrequenzen durchgeführt worden. Die dominante Schallfrequenz des Strassenlärms liegt zwischen 250 und 1000 Hz.

Im Modell wurden also diese Frequenzen mit 4000 bis 16 000 Hz simuliert. Als Schallquelle diente ein Hochtonlautsprecher mit eingebautem Diffusor, der damit angenähert als Punktquelle (Rundstrahler) behandelt werden kann. Der mittlere Absorptionsgrad des benutzten Schallabsorptionsmaterials beträgt ca. 0,85 (zwischen 4 und 16 kHz) und liegt etwas über dem in der Realität erreichbaren Wert, was eine Korrektur zu den gemessenen Resultaten erforderte.

Die Modellmessungen wurden auf dem Dach des EMPA-Schallhauses durchgeführt, um verfälschende Reflexionen von naheliegenden Wänden, Decken usw. klein zu halten. Gemessen wurde in verschiedenen Höhen und bei Abständen bis zu 4 m vom Strassenrand, was in der Realität Abständen bis zu 64 m entspricht. Die Lautsprecherquelle wurde geeicht durch Messungen auf einer simulierten, unabgeschirmten Strasse. Die Messungen wurden mit dem Lautsprecher im gedeckten sowie im offenen Teil der Strasse ausgeführt, um die Lärminderung für beide Teile separat festzustellen.

Die aufwendigen Messversuche in bezug auf

- Wirkung und Anordnung des Absorptionsmaterials in der Galerie (Dach und Rückwand wurden in 5 Segmente unterteilt; gemessen wurden die verschiedenen Kombinationen dieser 5 Segmente. Die Resultate zeigten, dass die Verbesserung des Lärmschutzes nicht nur von der Menge des Absorptionsmaterials abhängt, sondern auch von dessen Platzierung.)
- Gestaltung des Galerieabschlusses (Diese Untersuchungen sollten abklären, ob die Verlängerung der Galeriedecke, einschliesslich des vertikalen Abschlusses, einen negativen

Bild 2a. Modell der Lärmschutzgalerie. Ausschnitt, auf dem Dach des EMPA-Schallhauses. EMPA-Foto Nr. 78272/29

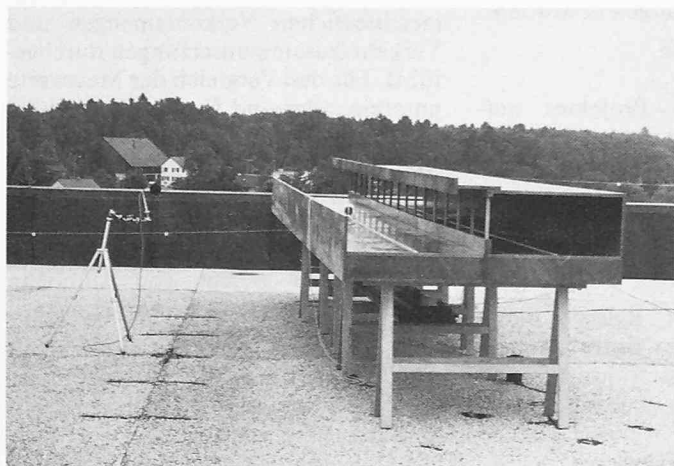


Bild 2b. Modell der Lärmschutzgalerie. Innenaufnahme. EMPA-Foto Nr. 78272/25



Einfluss auf die Lärminderung see-seits ausübt.)

- Reflexionseigenschaften der Stütz-pfeiler
(Diese Messungen sollten Auskunft geben, ob Reflexionen an den Stütz-pfeilern eine negative Wirkung haben könnten.)
- zu erwartende Lärminderung
(Die Lärminderung der Galerie wurde mittels des Modells gemessen, und zwar für Wandhöhen (seeseits) von 2, 3 und 4 m.)

lieferten folgende Ergebnisse:

- Der Lärm auf der Seeseite wird stark von der Absorption in der Galerie beeinflusst. Die Untersuchung gibt die optimale Platzierung an der Decke und an der bergseitigen Wand an.
- Die Gestaltung der Galerievorderkante (Decke «seeseits») ist zwar nicht kritisch, doch sollten auch dort die Untersichten absorbierend verkleidet werden.
- Von den Pfeilern sind keine störenden Reflexionen zu erwarten, solange sie schlank konstruiert werden (ca. 30 cm Durchmesser, vorteilhaft mit runder Form).
- Die Kombination der Galerie mit einer Lärmschutzwand gibt gegenüber der bestehenden Strasse eine erhebliche, deutlich spürbare Lärmverminderung. Diese beträgt seeseits 6–12 dB, je nach Lage, und bergseits 12–17 dB (Pegel in dB [A] bewertet) (Bilder 3 und 4).

Zusammenfassend darf gesagt werden, dass die Untersuchung damit die wesentlichen Ziele erreicht hatte.

Beschreibung der gewählten Lösung

Die besondere Hanglage der Überbauung oberhalb der Autobahn in Hergiswil verunmöglicht auf weiten Strecken eine wirksame Reduktion der Lärmmissionen durch konventionelle Schallschutzwände. Der Schutz des Baugebietes in Hergiswil kann durch die folgenden Massnahmen erreicht werden:

Lärmschutzgalerie

Die bergseitige Fahrbahn (Bild 5) wird mittels einer Schutzgalerie im Abschnitt Kantonsgrenze Luzern/Nidwalden bis zur Abfahrtsrampe Luzern-Brünig des Anschlusses N2/N8 beim Nordportal des Loppertunnels N8 überdeckt. Diese Galerie wird auf der ganzen Länge mit Humus überdeckt und entsprechend als Grünzone gestaltet. Mit Ausnahme von kurzen Abschnit-

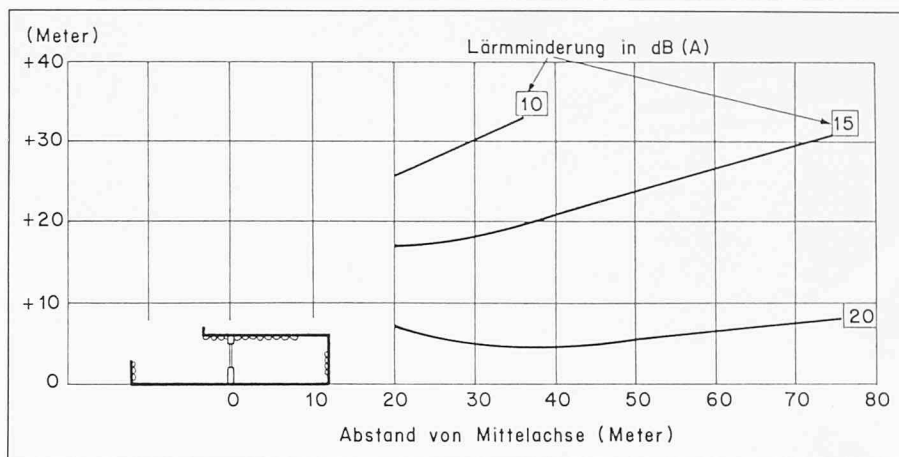


Bild 3. Lärminderung infolge der Galerie, bergseits (Modellmessung)

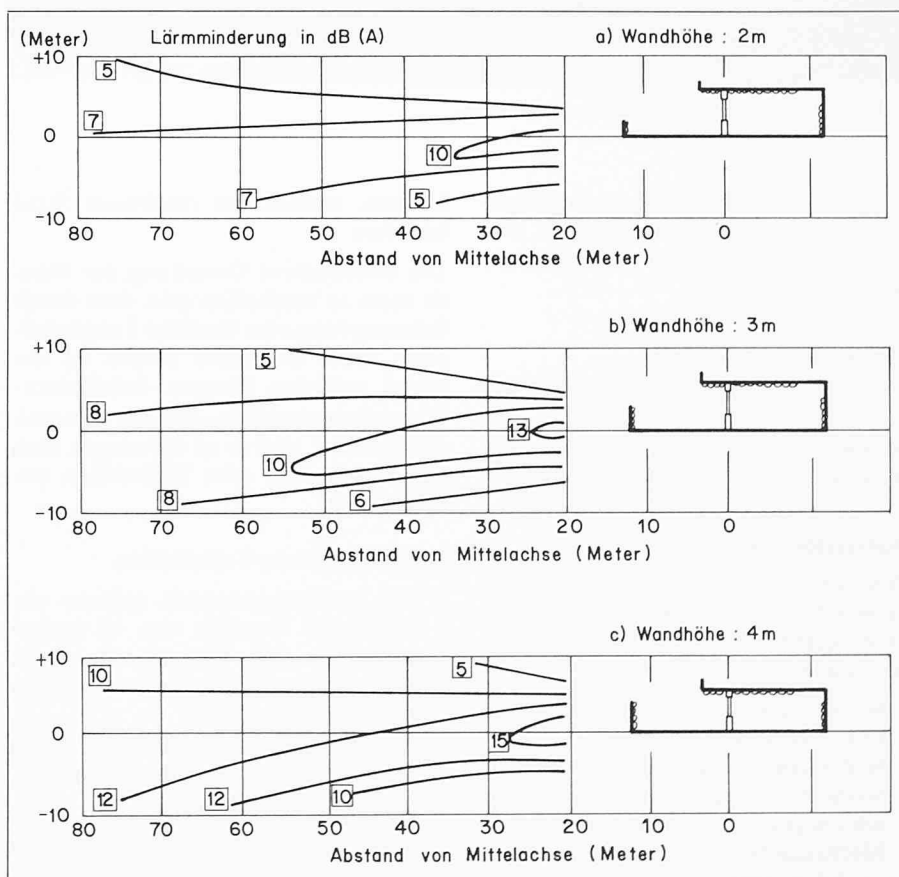


Bild 4. Lärminderung infolge der Galerie, seeseits (Modellmessung)

ten (ca. 400 m im Ganzen) kann sie bergseits durch Anschüttung und Bepflanzung gedeckt werden. Um einen wirksamen Schutz des Hirsergebietes zu erreichen, muss sie ausserdem auf einer Länge von ca. 70 m gegen Norden auf Gebiet des Kantons Luzern verlängert werden.

Lärmschutzwände

An der talseitigen Fahrbahn der Nationalstrasse N2 wird eine durchgehende Schutzwand zwischen der Abfahrt Gotthard-Hergiswil und der Kantonsgrenze Nidwalden/Luzern in Form von

Erddämmen, bepflanzbaren Elementwänden und absorbierenden Schallschutzwänden erstellt. Die Höhe variiert je nach der angrenzenden Bebauung zwischen 1,50 und 5,50 m.

Materialwahl

Im Frühjahr 1980 führte die Baudirektion des Kantons Nidwalden die Submission für die zu errichtenden Lärmschutzwände entlang der Nationalstrasse N2 in Hergiswil durch. Die erforder-

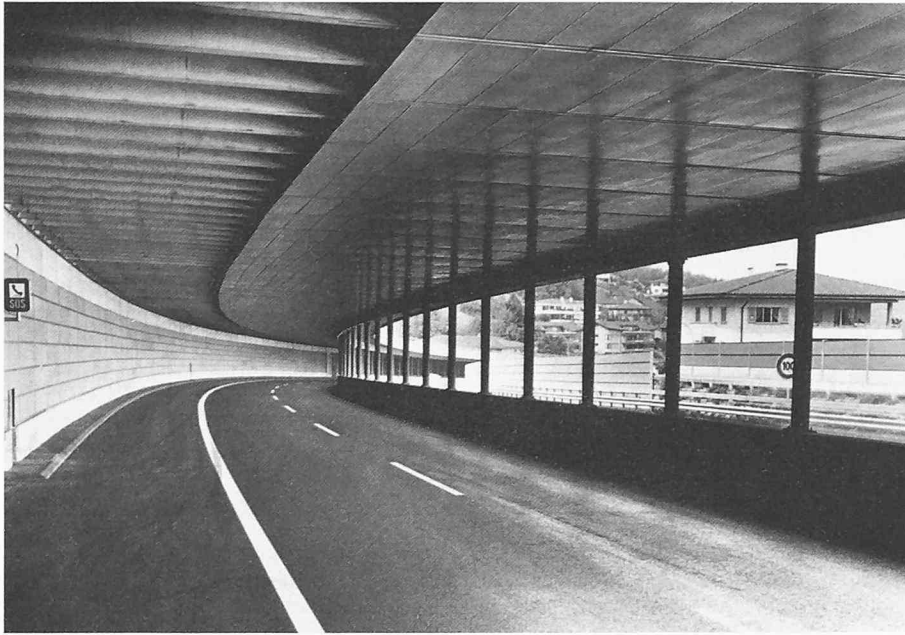


Bild 5. Lärmschutzgalerie (ausgeführt). Innenansicht

lichen Ausschreibungsbedingungen wurden relativ eng eingeschränkt und können kurz wie folgt zusammengefasst werden:

Materialanforderungen

Stahlprofile: feuerverzinkt mit Zinkauftrag min. 80 μ
 Betonbretter: Frost-Tausalz-beständig
 Windlast: 145 kg/m² (1,45 kN/m²)

Materialbeständigkeit

Sämtliche bei der Konstruktion zur Verwendung gelangenden Materialien haben gegen folgende Einflüsse beständig zu sein:

- Witterungseinflüsse wie Feuchtigkeit, Wärme und Kälte
- Widerstandsfähig gegen die bei der Schneeräumung auf die Absorbitionsschicht geschleuderte Schneemasse
- Mechanische Einflüsse wie Steinwurf, Vogelfrass
- Chemische Einflüsse wie z.B. Ölrückstände, Salz
- Physikalische Einflüsse wie z.B. UV-Strahlung

Die akustische Leistungsfähigkeit darf durch Verstaubung und Spritzwasser und die oben erwähnten Einflüsse nicht vermindert werden.

Schrauben und Unterlagsscheiben usw., die wegen ihrer Kleinheit nicht mehr vollbadfeuerverzinkt werden

können, müssen aus rostfreiem Stahl bestehen.

Die konstruktive Gestaltung der Wände muss so beschaffen sein, dass durch Schrumpfung oder ähnliche Langzeiteffekte keine undichten Stellen an der Wand auftreten können. Schallabsorbierende Materialien, wie z.B. Mineralfaserplatten, sind so zu befestigen, dass ein Verrutschen oder Einknicken unmöglich ist.

Schalltechnische Vorschriften

- Die Lärmschutzwände müssen ein minimales Gewicht von 10 kg/m² aufweisen. Bei Überschreitung ist eine genügende Schallisolation nachzuweisen ($\alpha > 28$ dB).
 Alle Wände müssen auf der Autobahnseite schallabsorbierend sein:
 $\alpha \geq 0,9$ für 500–2000 Hz
 $\alpha \geq 0,7$ für 125–4000 Hz
- Die Wandkonstruktion muss absolut schalldicht sein, insbesondere auch im Bereich der Pfosten, der Fluchttüren und des unteren Wandabschlusses.
- Die zur Aufnahme der Dehnungen erforderlichen Dilatationsfugen müssen so ausgebildet werden, dass die Dämmwirkung der Wand nicht beeinträchtigt wird.
- Der untere Wandabschluss soll sich dem darunterliegenden Terrain an-

Literaturhinweise

- [1] Bundesamt für Strassenbau (ASB, früher ASF): «Immissionsschutz an Nationalstrassen». Schlussbericht der Expertenkommission, 2. Teil, Seite 9/10, März 1974
- [2] EMPA: «Untersuchungsbericht über Strassenverkehrslärm im Gebiet Kriens-Grosshof». 10. Oktober 1975. EMPA: «Untersuchungsbericht über die Lärmsituation am Südportal Sonnenbergtunnel N2, Luzern». 1. Oktober 1979. Ingenieurbüro Balzari, Blaser und Schudel, Bern: Lärm-messungen entlang der Nationalstrasse N2 in Hergiswil, Stansstad, Stans, Buochs und Beckenried
- [3] Gösele K., Schüle W.: «Schall, Wärme, Feuchte. Grundlagen, Erfahrungen und praktische Hinweise». Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen, Stuttgart, Bd. 75, Seite 19. Wiesbaden/Berlin, 5. Aufl. 1979
- [4] Lauber A.: «Lärmbekämpfung, Strassenverkehrslärm». Vorlesung (Autographie), ETH Zürich, 1976/1980
- [5] Regierungsrat des Kantons Zürich: «Lärmbekämpfung im Kanton Zürich, Immissionsschutz an Strassen, Programm und Realisation». Dezember 1974
- [6] Eidg. Expertenkommission: «Lärmbekämpfung in der Schweiz». Bericht an den Bundesrat, Bern, 1963
- [7] Eidg. Kommission für die Beurteilung von Lärm-Immissionsgrenzwerten: «Belastungsgrenzwerte für den Strassenverkehrslärm». 1. Teilbericht, Juni 1979
- [8] EMPA: «Nationalstrasse N2, Lärmschutzgalerie Hergiswil. Modellmessungen zur Feststellung der Lärmimmissionen». Untersuchungsbericht, 20. August 1979

passen. Es sind stehende Betonbretter vorzusehen, die mindestens 10 cm tief ins Erdreich ragen oder bei Bauwerken nach aussen überlappen.

Für die am 7.3.1980 *öffentlich ausgeschrieben* Arbeiten sind am 24.3.1980 von 12 Firmen Offerten eingegangen. Bevor die Vergebung stattfand, wurden die Submissionen für die Bergseite der N2 (absorbierende Verkleidung der Untersicht der Lärmschutz-Galerie) und die Lärmschutzwände in Stansstad ausgeschrieben. Die drei Submissionen wurden als Gesamtwerk beurteilt und führten zur Wahl des Wandsystems «ARGE Leuthold». Die *Wandplatten* bestehen aus einem Alu-Wellband mit Anti-Dröhn-Beschichtung, Mineralfaser und Streckgitter aus Aluminium. Die *Deckenplatten* basieren auf einer gelochten ALU-Blech-kassette und Mineralfaserplatten. Alle Aluminiumteile sind thermolackiert.

Adresse des Verfassers: R. Erni, Bau-Ing. ETH, CES AG für Bauplanung, Ingenieurbüro Crottaz und Erni, Seestr. 94, 6052 Hergiswil.