

Rasterbauwerke für Strassentunnels: Lärm- und lichttechnische Gestaltung der Portalzone

Autor(en): **Isepponi, Franco**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 21

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74501>

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.

Rasterbauwerke für Strassentunnels

Lärm- und lichttechnische Gestaltung der Portalzone

Von Franco Isepponi, Baden

Tunnelportale von Hochleistungsstrassen erhalten je nach Topographie seit längerer Zeit aus lichttechnischen und betriebswirtschaftlichen Gründen sogenannte Rasterbauwerke vorgesetzt. Wenn sie ins Wohngebiet zu liegen kommen, so können sie noch zum Zweck des Lärmschutzes benützt werden. Nachstehend zeigt der Verfasser am Beispiel des Sonnenbergtunnels (Luzern) eine solche Kombination.

Problemstellung

Beim Bau von Hochleistungsstrassen wurden in den vergangenen Jahren im In- und Ausland zahlreiche Rasterbauten erstellt. Dabei handelt es sich um Bauwerke, deren Funktion einzig darin besteht, einen grossen Teil des natürlichen Tageslichtes abzuschirmen. Für den Verkehrsteilnehmer bedeutet dies einen kontinuierlichen Übergang von der offenen Strecke in den Tunnel (hell-dunkel) und somit erhöhten Fahrkomfort. Die Rasteranordnung ermöglicht auch eine Reduktion der Einfahrtsbeleuchtung, was zu niedrigeren Betriebskosten führt. Im Zusammenhang mit dem in den letzten Jahren immer aktueller werdenden Energiesparen verdient dieser Aspekt besondere Beachtung. Neulich durchgeführte Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben gezeigt, dass die jährlichen Minderkosten für die Beleuchtung ungefähr gleich

gross sind wie die Kapitalisierungskosten für den Bau der Raster. Beim Sonnenbergtunnel in Luzern wurde unseres Wissens zum ersten Mal ein Lichtraster erstellt, welches gleichzeitig eine schallschutztechnische Funktion erfüllt. Deshalb möchte der vorliegende Aufsatz die erwähnte Rasteranlage vorstellen und auch einen Einblick in die Entstehungsgeschichte dieses Prototyps geben. Was hingegen die lichttechnischen Grundlagen anbelangt, sei an dieser Stelle auf [1] verwiesen, worin sie ausführlich und umfassend beschrieben sind.

Die Rasterbauwerke des Sonnenbergtunnels in Luzern

Portalzone im Wohngebiet

Der Sonnenbergtunnel, welcher Bestandteil der Nationalstrasse N2 ist,

durchstösst die westlich von Luzern gelegene Molasserippe auf einer Länge von 1500 m (Bild 1). Der doppelröhrige Tunnel ist mit einer Querlüftung ausgerüstet, welche hauptsächlich aus Gründen des Umweltschutzes und der Verkehrssicherheit gewählt wurde. Die beiden Portale tangieren Wohnbauten, so die Senthofüberbauung im Norden und die zahlreichen kleineren Wohngebäude des Sonnenberges im Süden. Diese Gegebenheit gab den Anstoss, die ursprünglich nur als Lichtraster geplante Anlage mit Schallschutzelementen zu versehen.

Der Tunnel wurde im Herbst 1976 in Betrieb genommen, wobei sich die Fertigstellung des Rasterbauwerkes Süd bis ins Frühjahr 1977 erstreckte.

Raster über Ein- und Ausfahrtszone

Bei den Rasterbauwerken Nord und Süd des Sonnenbergtunnels handelt es sich um sogenannte offene Raster, d.h. Regen und Schnee können ungehindert auf die Fahrbahn fallen und die Luftzirkulation ist nicht behindert. Hingegen muss der Raster aus lichttechnischen Gründen «sonnendicht» sein, was nichts anderes heisst, als dass kein direktes Sonnenlicht auf die Fahrbahn fallen darf. Normalerweise werden Lichtrasterbauwerke nur bei den Einfahrtszonen angeordnet, da das menschliche Auge bekanntlich für den Übergang hell-dunkel (Adaptation) bedeutend mehr Zeit als für den umgekehrten Vorgang benötigt. Im Falle des Sonnenbergtunnels sind auch die Ausfahrtszonen aus den nachstehenden Gründen überspannt:

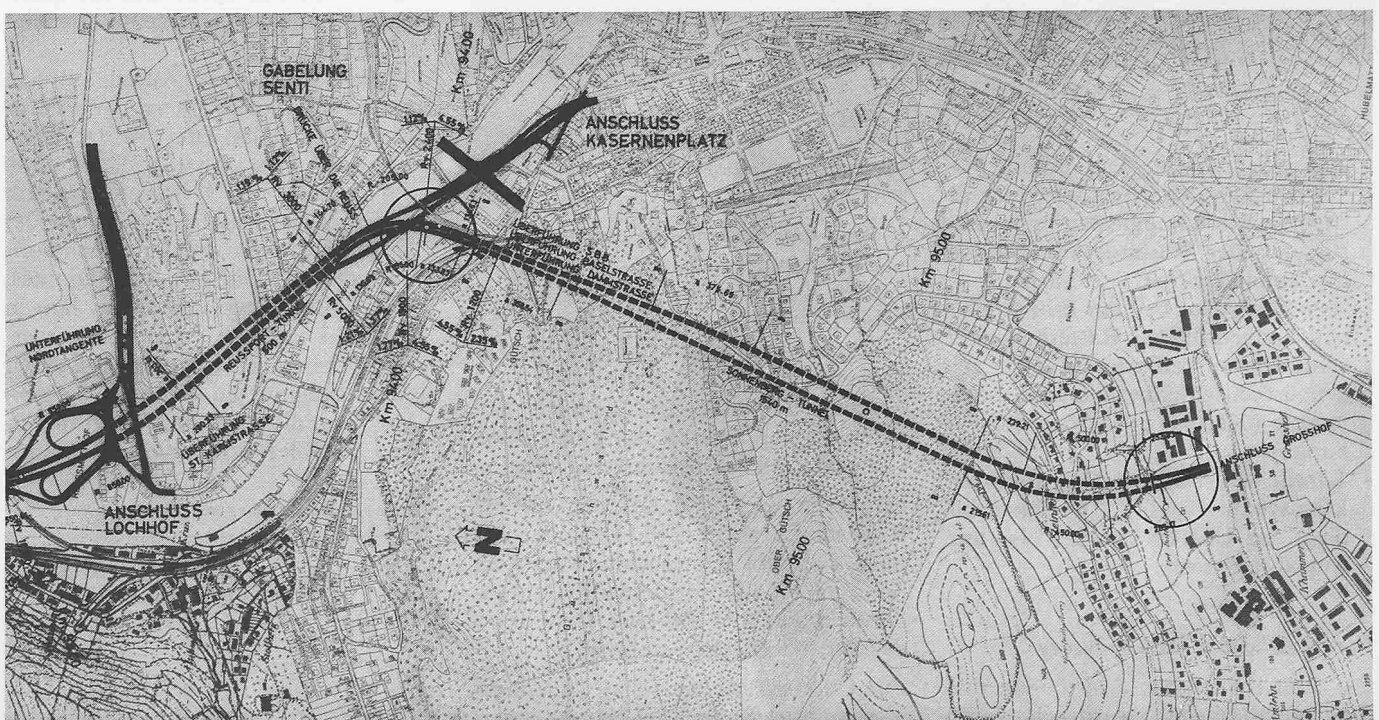


Bild 1. N2 im Raum Luzern. Übersicht

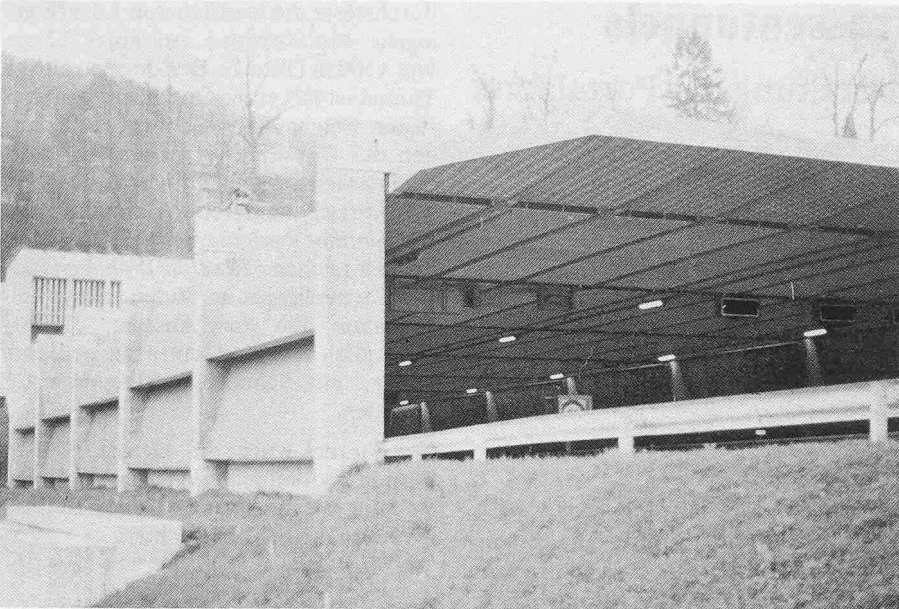


Bild 2. Tunnelportal Süd, Rasterkonstruktion

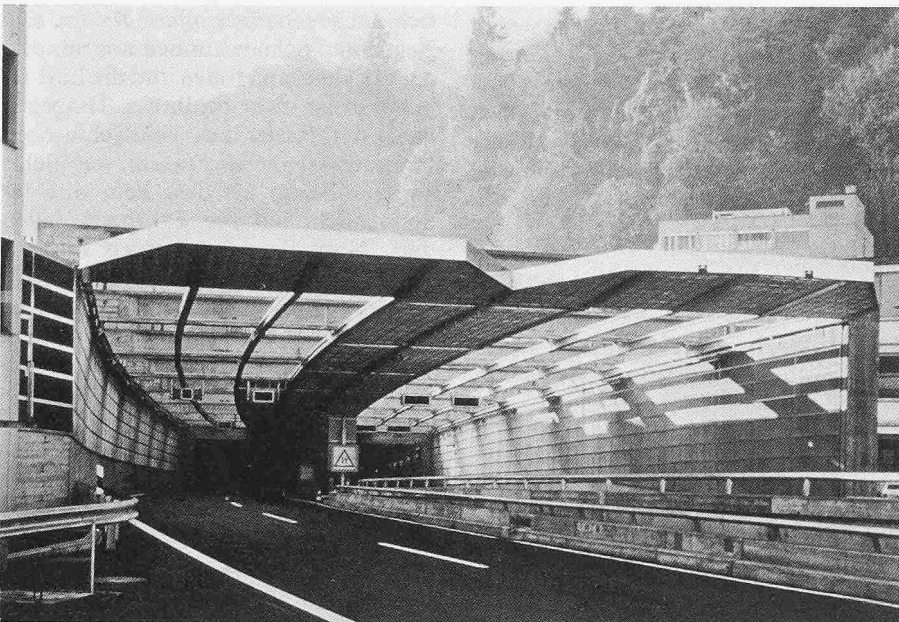


Bild 3. Tunnelportal Nord, Rasterkonstruktion

- **Verkehrstechnisch:** Die unmittelbar vor den Portalen liegenden Wechselstrecken verunmöglichen eine Abstützung der Rasterdecke zwischen den Tunnelein- und -ausfahrten.
- **Ästhetisch:** Nur bei den Einfahrtszonen angeordnete Rasterbauwerke sind, wie ausgeführte Beispiele zeigen, ästhetisch unbefriedigend (sogenannte «Kasten- oder Schachtelwirkung»).
- **Lärmschutztechnisch:** Ein optimaler Lärmschutz für die Anwohner bedingt das Überdecken der Ein- und Ausfahrtszonen.

Vorgehen bei der Ausschreibung

Die Rasterbauwerke, d.h. die eigentlichen Metallarbeiten, wurden im Frühjahr 1975 ausgeschrieben. Die Aus-

schreibung gliederte sich in zwei Teile, nämlich:

- **Rasterdeckenkonstruktion**, wobei den Unternehmern ausdrücklich freigestellt wurde, neben der ausgeschriebenen Aluminiumkonstruktion auch schallabsorbierende Varianten anzubieten.
- **Lärmschutzwände** als seitliche Abschlüsse und Verkleidung der Stützmauern mit Schallschutzelementen.

Insgesamt wurden 6 Offerten für die Rasterdecke abgegeben. Darunter befand sich ein Unternehmervorschlag für eine schallabsorbierende Deckenkonstruktion. Für die Lärmschutzwände wurden 8 Offerten eingereicht.

Zur Überprüfung der schallschutztechnischen Wirksamkeit des Unternehmer-vorschlags wurden *Messungen an einem*

Modell im Massstab 1:1 durchgeführt, welche eine durchschnittliche Lärm-minderung von 10–15 dB (A) ergaben. Für das menschliche Gehör bedeutet dies eine um mindestens die Hälfte reduzierte Lärmwahrnehmung. Die offerierten Kosten für Raster-Konstruktion mit und ohne Lärmschutz sind in Tabelle 1 dargestellt.

Wie daraus hervorgeht, ergaben sich für die Lösung mit Lärmschutz Mehrkosten von 60 Prozent. Trotz des nicht unbeträchtlichen Mehraufwandes entschied sich die Bauherrschaft für die *umweltfreundlichere Variante* mit integriertem Lärmschutz.

Rasteraufbau

Betongrundkonstruktion

Für die Montage der Rasterdecke und der Lärmschutzwände wurde folgende Betongrundkonstruktion gewählt:

- **Raster Süd:** Für die Rasterfelder wurden seitlich der Fahrbahn *Stützen* in Ortbeton ausgeführt, welche durch einen *Längsriegel auf Fahrbahnhöhe* miteinander verbunden sind (Fahrzeugaufprall). Quer zur Fahrbahnachse auf den Stützen aufliegend sind insgesamt 7 vorfabrizierte *Spannbetonträger* angeordnet. Dabei überbrücken die Betonträger auf einer Breite von 25,5 m, die Tunnelein- und -ausfahrten. Bei der Ausbildung des Betongrundgerüsts wurde besonders darauf geachtet, dass durch Betonung der Stützen und Träger die «kistenförmige» Wirkung des Rasters aufgelockert wird. Ebenfalls führten *ästhetische Überlegungen* dazu, die Rasterdecke bei den Einfahrten auszukragen, und die seitlichen Lärmschutzelemente geneigt anzuordnen (Bild 2).
- **Raster Nord:** Das Autobahntrasse unterquert im Portalbereich die SBB-Linie und die Baslerstrasse. Das Längsprofil weist daher in dieser Zone ein Gefälle von 5 Prozent auf. Im tiefliegenden Rasterteil (Rasterende) konnten die Stützmauern, insbesondere auf der Seite des Bahndammes, als Auflagerung der 20 m langen Spannbetonträger verwendet werden. Im höherliegenden Rasterteil (Rasterbeginn) jedoch wurde die gleiche Grundkonstruktion wie im Süden gewählt (vorfabrizierte Betonträger

Tabelle 1. Kosten (ohne und mit Lärmschutz)

	Kosten in sFr.	
	per m ² Grundrissfläche	Total
Raster ohne Lärmschutz	170.-	600 000.-
Raster mit Lärmschutz	270.-	950 000.-

ger, welche auf Einzelstützen aus Ort beton aufliegen). Die seitlichen Abschlüsse wurden, wo nicht bereits vorhanden (Stützmauern), mit einer Stahlkonstruktion gebildet. Lärm-schutztechnische Überlegungen führten dazu, den Raster um 10 m zu verlängern. Die gesamte Länge, inklusive des auskragenden Teils, beträgt damit 80 m; im Vergleich dazu weist der Südraster eine Länge von 70 m auf. Auch beim Raster Nord wurde versucht, durch Betonung der Stützen und Querträger und durch das Auskragen der Rasterdecke eine ästhetisch befriedigende Wirkung zu erzielen (Bild 3).

Tragkonstruktion

Die *Tragkonstruktion aus Leichtmetall* besteht aus 10 m langen Einfeldträgern, welche in Fahrbahn-längsrichtung angeordnet sind. Die eigens für die Rasterbauwerke hergestellten I-Träger sind derart ausgebildet, dass der untere Flansch als Auflager für die Raster-elemente (Absorptionselemente) und der obere Flansch als Wasserrinne dient (Bild 4). Die Aluminiumlängsträger liegen auf *Konsolen*, welche ihrerseits an in die Betonquerträger einbetonierten Ankerschienen aufgehängt sind. Für Kontrollen und Unterhaltsarbeiten besteht die Möglichkeit, die Träger zu be-gehen.

Rasterdecke

Die Rasterdecke muss, wie wir bereits gesehen haben, *verschiedene Anforde-*

rungen erfüllen. Hierzu sind folgende Punkte erwähnenswert:

- kein direkter Sonneneinfall auf die Fahrbahn
- keine grossen Veränderungen des Lichteinfalls durch Schnee oder Um-weltverunreinigungen (Staub, Russ)
- möglichst viel diffuses Licht auf der Fahrbahn
- unbehinderter Luftzutritt zum Fahr-raum
- Schallabsorption

Es versteht sich, dass eine *Lösung*, welche allen diesen Anforderungen gerecht wird, *nicht einfach zu finden* war.

Die nun ausgeführte Rasterdecke besteht aus den eigentlichen Schallab-sorptionselementen und den nur als Sonnenschutz dienenden Aluminium-blenden. Wie die Bilder 5 und 6 zeigen, sind die *Absorptionselemente* quer zur Fahrbahnachse angeordnet und werden durch einen Aluminiumrahmen gebil-det, welcher oben abgessägt ist (Schnee). Der absorbierende Teil der Elemente besteht aus Mineralfaserplat-ten, welche beidseitig mit einer Draht-gitterabdeckung vor mechanischen Ein-wirkungen (z. B. Vogelfrass) geschützt sind. Die Anordnung der nur *als Son-nenschutz wirkenden Blenden*, welche zwischen den Absorptionselementen liegen, bereitete einiges Kopfzerbre-chen, da für die Sonnendichtigkeit die unterschiedlichen Bauhöhen der Ab-sorptionselemente und der Längsträger zu berücksichtigen waren. Auf Anre-gung des Projektverfassers wurden die

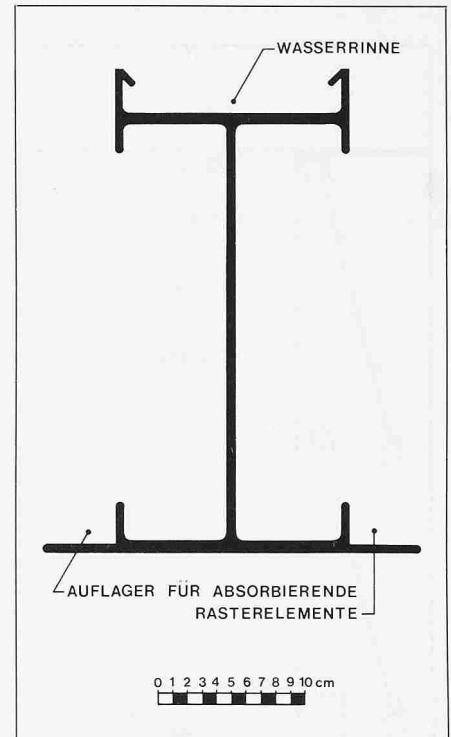


Bild 4. Tragkonstruktion. Schnitt durch Alu-Längsträger

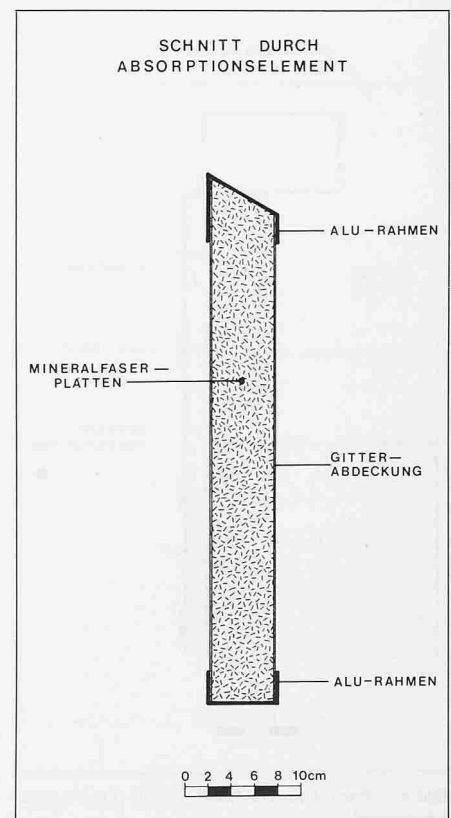
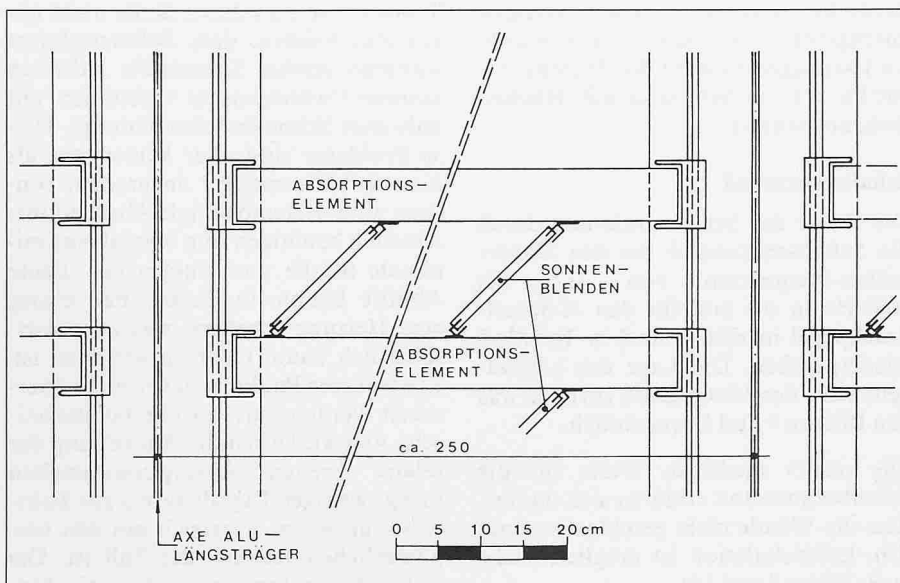
Blenden *schräg gestellt*, womit ein ge-ringerer Materialverbrauch erzielt werden konnte.

Seitliche Abschlüsse

Die seitlichen Abschlüsse dienen eben-falls wie die Rasterdecken als *Lärm-und Sonnenschutz*. Im Süden setzen sich die relativ grossflächigen Elemente aus

Bild 5 (unten). Rasterkonstruktion. Draufsicht

Bild 6 (rechts). Absorptionselement. Querschnitt



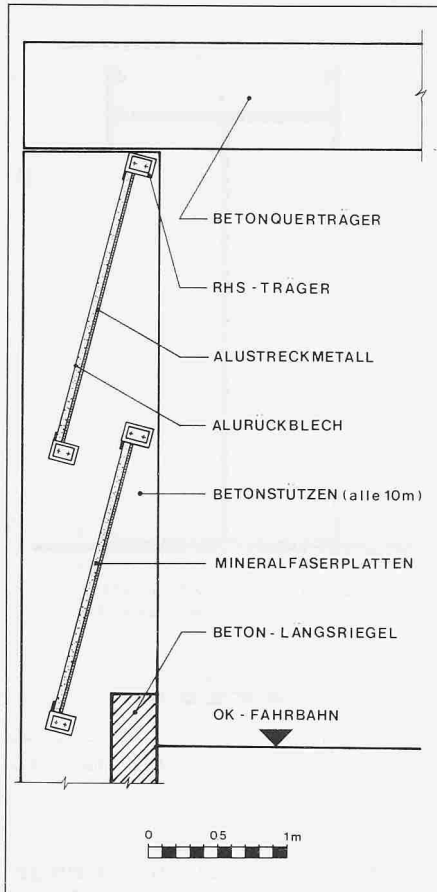


Bild 7. Rasterbauwerk Süd. Schnitt durch Lärmschutzwand

Tabelle 2. Schallminderung durch Schallschutzwand

Frequenz Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Gesamt dB(A)
Schallminderung dB	-	6,0	9,5	15,0	16,5	16,0	17,0	18,5	21,5	16,5

Tabelle 3. Schallminderung durch Rasterdecke

Frequenz Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Gesamt dB(A)
Schallminderung dB	2,0	1,0	3,0	4,0	8,5	14,0	15,0	14,0	15,5	11,5

kleinen und handlichen Einzelteilen zusammen. Die Elemente bestehen aus einer Aluminiumblechkassette und als Absorption dienen wiederum Mineralfaserplatten, welche *fahrbahnseitig mit Neoprene beschichtet* und somit wasserabstossend sind. Ein *engmaschiges Aluminiumstreckmetall* schützt die Mineralfaserplatten vor mechanischen Beschädigungen (Bild 7). Im Norden wurde, infolge der im Vergleich zum Südraster abweichenden Voraussetzungen (Stützmauern, relativ starkes Gefälle) eine z.T. andere Lösung gewählt. So wurde der äussere Teil der Lärmschutzwände mit einem grün eingefärbten Trapezprofil ausgeführt. Der zur Fahrbahn gerichtete Teil ist jedoch gleich wie im Südraster ausgebildet (mit Alustreckmetall abgedeckte Mineralfaserplatten). Die Stützmauern sind ebenfalls mit Mineralfaserplatten, welche durch Alustreckmetall vor mechanischen Beschädigungen geschützt sind, abgedeckt (Bild 8).

Rasterdecke

Die Werte der Schallminderung der Rasterdecke bei den Oktavmitten-Frequenzen von 31,5 bis 8000 Hz in dB und für den A-Schalldruckpegel in dB(A) sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Die Aufstellung des Lastwagens bzw. die Lage der Messpunkte (MP) sind auf den Bildern 9 und 10 dargestellt.

Zusammenfassung

Mit der erstmaligen Ausführung einer schallabsorbierenden Lichtrasterdecke ist es gelungen, vom lärmschutztechnischen Aspekt aus gesehen, eine befriedigende Lösung zu erzielen. Der durch verschiedene Begehungen gewonnene subjektive Eindruck, dass sich der Schallpegel durch den Raster beträchtlich reduziert, wird durch die Schallmessungen eindrücklich bestätigt. Auch die am *Rastermodell* gemessene Schallpegelreduktion konnte somit *nachgewiesen* werden. Die nach den ersten Betriebsjahren gemachten Erfahrungen, insbesondere nach den starken Schneefällen des Winters 1976/77 sind durchwegs positiv zu werten.

Trotzdem soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass *Schwierigkeiten* während starker Schneefälle auftreten können (Schneeansatz verbunden mit teilweiser Schneebrückenbildung). Diese Probleme sind aber keineswegs als Konstruktionsmangel anzusehen, sondern sind systembedingt: Absorptionslamellen benötigen nun einmal eine minimale Stärke von einigen cm. Echte Abhilfe könnte in diesem Fall einzig eine Heizung schaffen, was aber wirtschaftlich kaum mehr zu vertreten ist. Ein weiterer Punkt, welcher nicht übersehen werden darf, ist der lichttechnische Aspekt. Durch die Anordnung der relativ breiten Absorptionslamellen dringt weniger Tageslicht bis zur Fahrbahn, als es im Vergleich mit den herkömmlichen Rastern der Fall ist. Die Folge davon kann sein, dass die Ein-

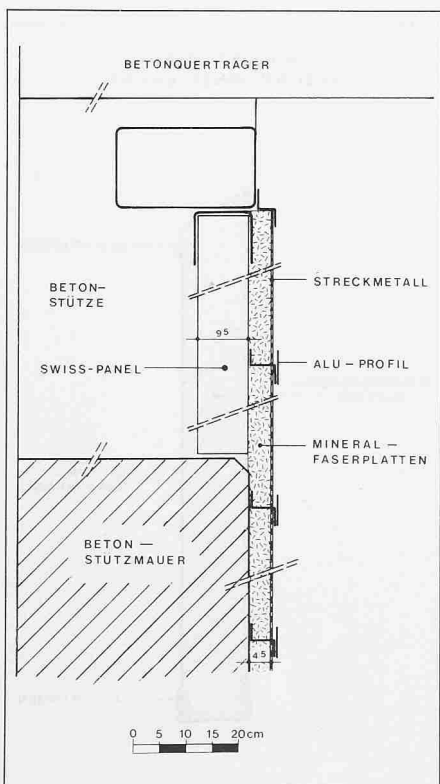


Bild 8. Rasterbauwerk Nord. Schnitt durch Lärmschutzwand

Schallmessungen am Raster Süd

Zur Feststellung der Schallminderung durch die Schallschutzwand bzw. Rasterdecke wurden Schallmessungen durchgeführt. Als Schallquelle wurde ein Lastwagen Saurer OM, Tigrotto 55, 100 PS, 5 t, im Stillstand mit Höchstdrehzahl benützt.

Schallschutzwand

Die Werte der Schallminderung durch die Schallschutzwand bei den Oktavmitten-Frequenzen von 31,5 bis 8000 Hz in dB und für den A-Schalldruckpegel in dB(A) sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Die Lage des Lastwagens bzw. der Messpunkte (MP) ist aus den Bildern 9 und 10 ersichtlich.

Die relativ niedrigen Werte für die Schallschutzwand erklären sich daraus, dass die Wände nicht geschlossen sind, d.h. Luftzirkulation ist möglich (siehe auch Bilder 7 und 10).

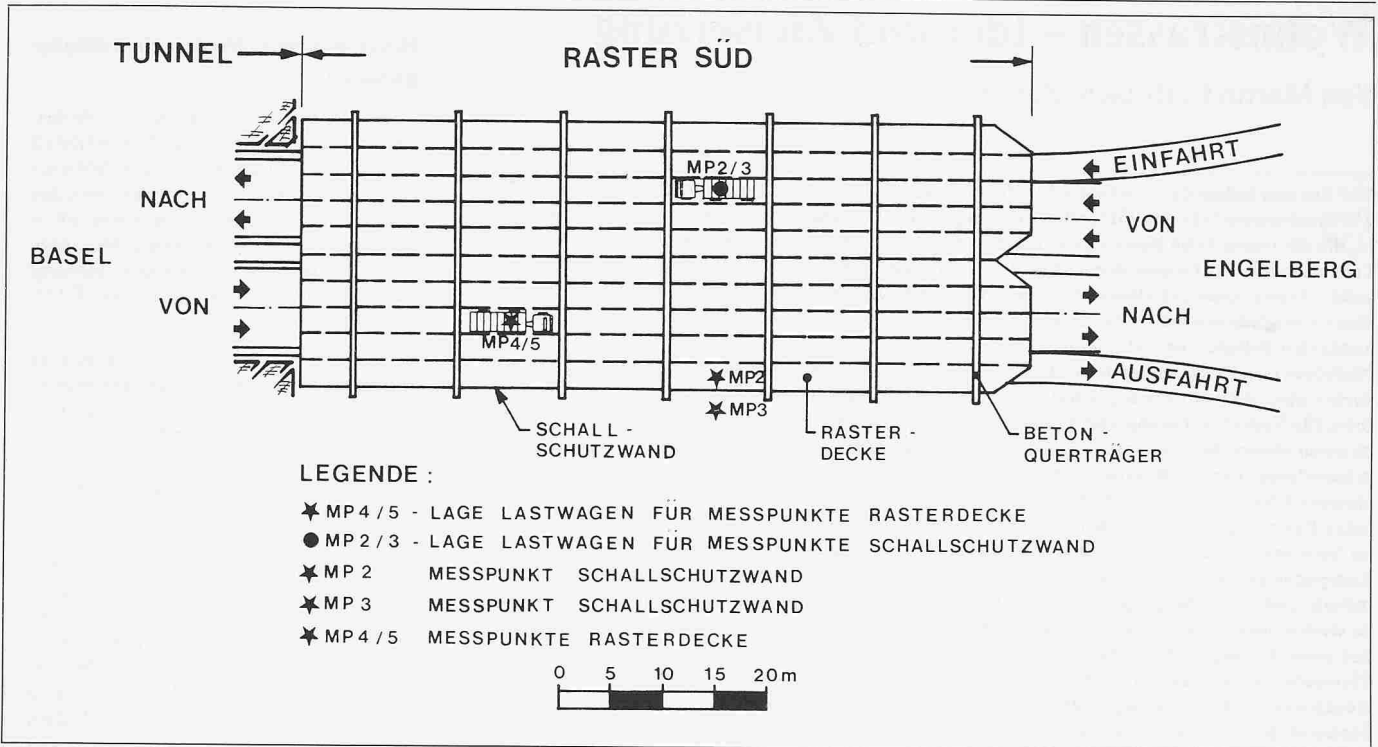


Bild 9. Rasterbauwerk Süd. Draufsicht

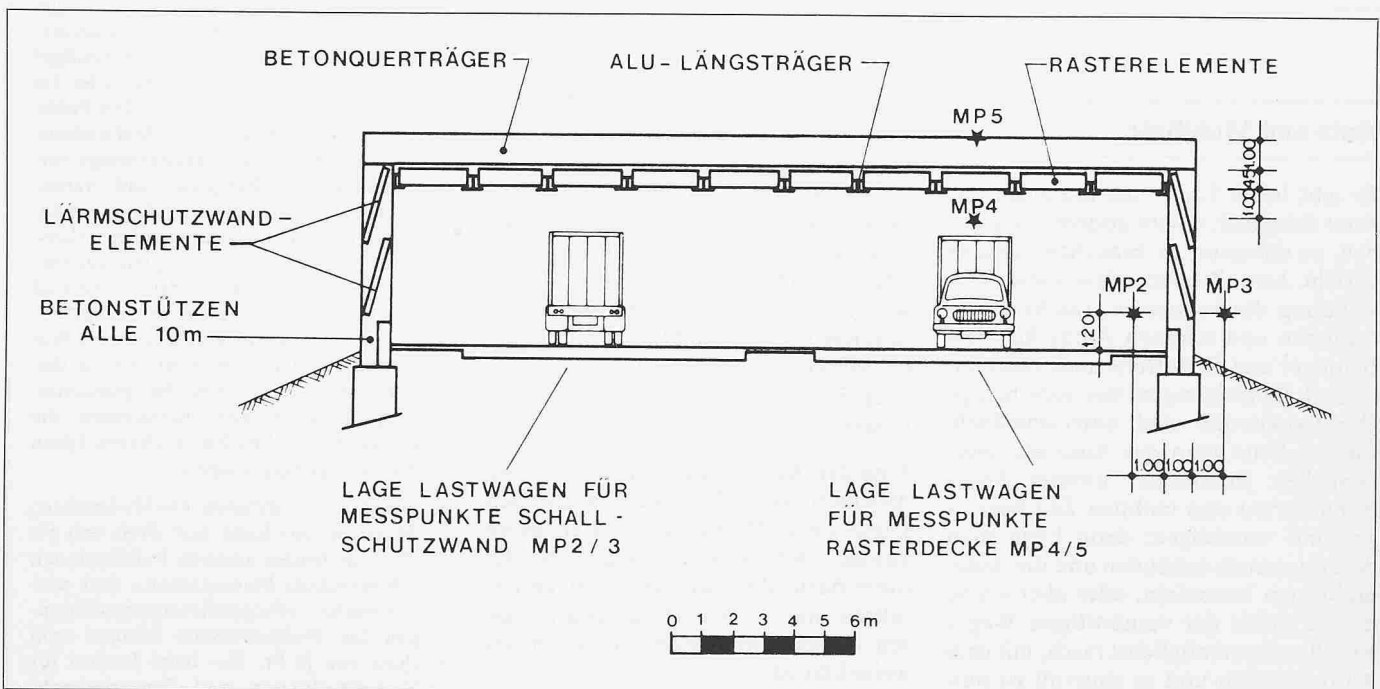


Bild 10. Rasterbauwerk Süd. Querschnitt

fahrtsbeleuchtung verstärkt werden muss, was aber wiederum die Wirtschaftlichkeit der Rasterbauwerke vermindert.

Abschliessend sei bemerkt, dass eine weitergehende Perfektionierung der schallabsorbierenden Raster letztlich zu einer Verlängerung der Tunnelstrecken führt. Diese Massnahme allein bietet der Umwelt einen vollkommenen Schallschutz.

Bauherrschaft:
Tiefbauamt der Stadt Luzern

Projekt und Bauleitung:
Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG, Baden

Ausführende Firma:
Städli Lift AG, Maschinenfabrik, Oetwil am See

Schallmessungen:
Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG, Baden

Literaturverzeichnis

[1] Beusch E.: «Rasterbauwerke für Tunnel». Schweiz. Bauzeitung, Heft 45, 1968

Adresse des Verfassers: Franco Isepponi, dipl. Bauing. ETH/SIA, c/o Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG, Parkstr. 27, 5401 Baden