

# Ausbau des ersten Autobahnabschnitts der N2 in Nidwalden: Probleme aus der Sicht der Oberbauleitung

Autor(en): **Gut, Martin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

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

Heft 41

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74872>

## **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.

# Ausbau des ersten Autobahnabschnitts der N2 in Nidwalden

## Probleme aus Sicht der Oberbauleitung

Von Martin Gut, Stans

### Ablauf der Projektierung

Im März 1973 wurde das *generelle Projekt* des Lopperstrassentunnels der N8 mit den Verbindungsrampen an die N2

in Hergiswil erstellt. In den nachfolgenden Jahren wurden *verschiedene Studien* über geologische Verhältnisse, Baugrunduntersuchen, verkehrstechnische Abklärungen und Lärmschutzuntersuchungen durchgeführt, die im *allgemeinen Bauprojekt* «N8 Anschluss Lopper Nord und Ausbau Standspur N2» vom Januar 1978 ihren Niederschlag fanden.

In der zweiten Hälfte 1978 wurde vom Gemeinderat Hergiswil eine *Projektvariante* eingereicht, die eine Untertunnelung der bestehenden Autobahn vorsah. Sie fand in einem breiten Kreis der Dorfbevölkerung hörbares Echo, wurde von Kanton und Bund aus technischen und finanziellen Überlegungen heraus jedoch abgelehnt.

Die Diskussion um diese Projektvariante, wie die Diskussion um die heute fertig erstellten Anlagen zeigen deutlich, wie sehr die Einstellung zum Verkehr und zur Autobahn auch in unserem Kanton sich *gewandelt* hat. Viele, die vor mehr als 20 Jahren mit Begeisterung an der Landsgemeinde dem Be-

schluss für die Nationalstrasse zugestimmt haben, begegnen heute mit Skepsis und Missmut allen baulichen Veränderungen, die mit dem Ausbau dieses bedeutenden Verkehrsträgers zusammenhängen.

Im Spätherbst 1979 wurden die *Bauarbeiten* in Hergiswil aufgenommen. Mitte Dezember 1980 konnte die seeseitige und Mitte Dezember 1981 die bergseitige Fahrbahn dem Verkehr übergeben werden. Gleichzeitig und in Koordination mit den Arbeiten in Hergiswil wurden zwei Steinschlaggalerien am Lopper erstellt, die beiden Achereggtunnels saniert und den heutigen Erfordernissen angepasst sowie der Autobahnabschnitt Stansstad mit Standspuren und Lärmschutz ausgebaut.

### Umfang der Bauarbeiten N2/N8 Hergiswil

Die Bauarbeiten in Hergiswil können in drei Hauptgruppen gegliedert werden:

- Bau einer Standspur in beiden Fahrrichtungen
- Erstellen der Anschlussbauten an die N8 (Loppertunnel)
- Realisierung umfassender Lärmschutzmassnahmen

Über die konstruktiven Probleme dieses Abschnitts wird separat berichtet

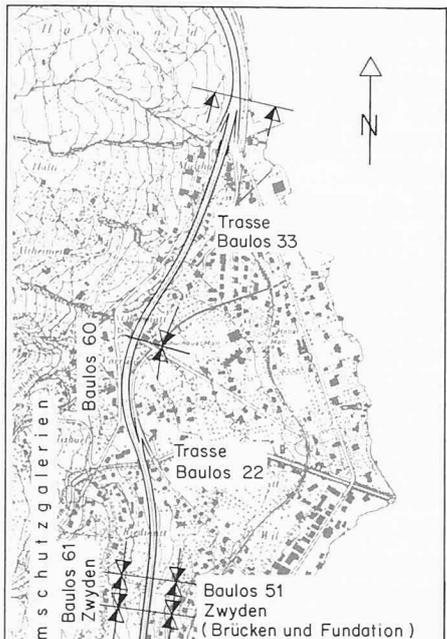
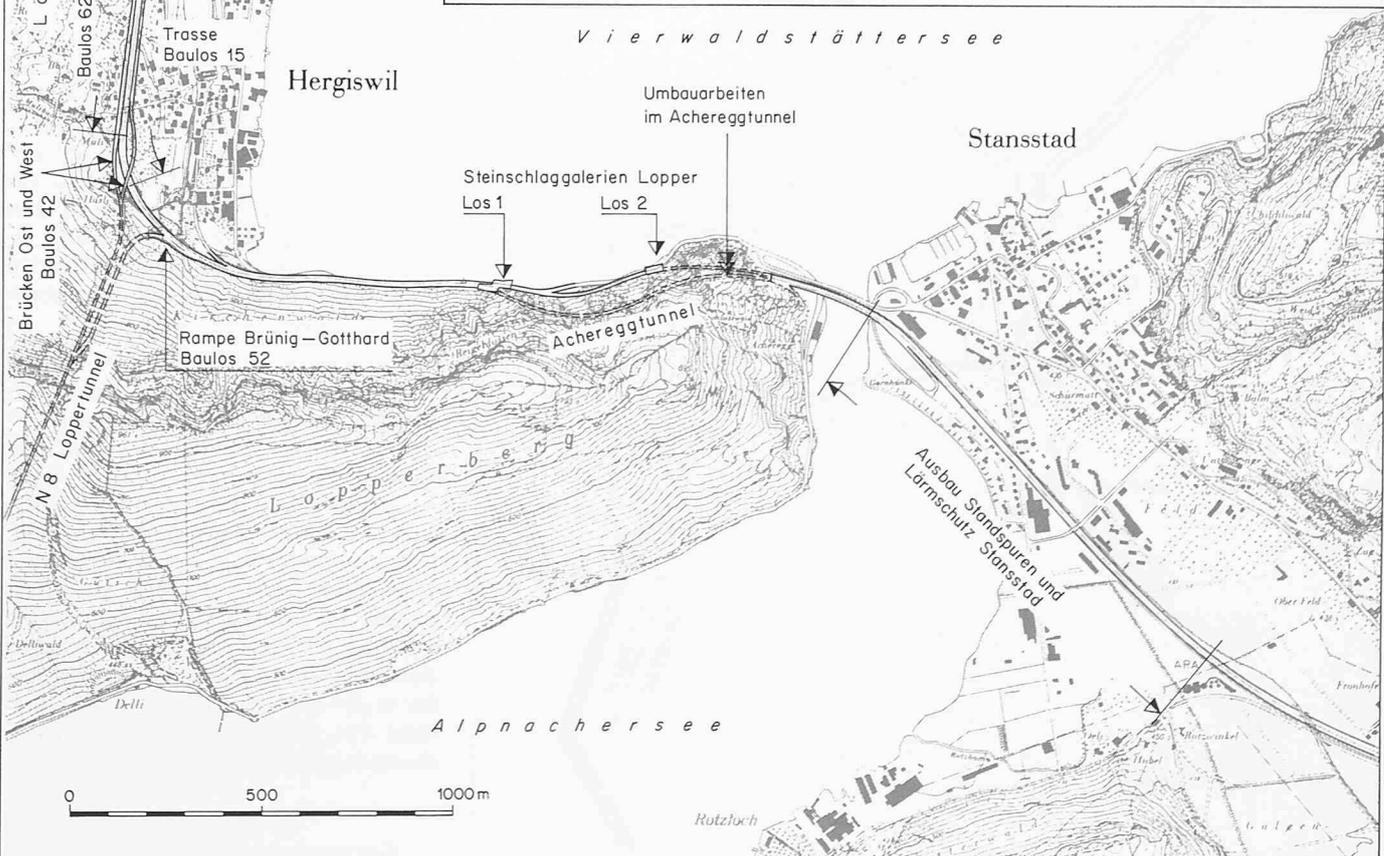


Bild 1. N2/N8 Hergiswil und N2 Stansstad. Ausbau 1979-82. Hauptbaulose



[1], ebenso über das Konzept des Belagsaufbaus [2] und die Landschaftsgestaltung und Bepflanzung [3].

**Bau der Standspuren**

Mit der Eröffnung des Seelisbergtunnels nahm die Verkehrsbelastung auf der N2 bereits erheblich zu; die Einleitung des Verkehrs von und nach der N8 wird nach der Inbetriebnahme des Loppertunnels nochmals eine Erhöhung der Verkehrsfrequenzen im Abschnitt Hergiswil mit sich bringen.

Die bestehende N2 im Raume Hergiswil war vor Bestehen der eidgenössischen Richtlinien für den Nationalstrassenbau erstellt worden und entsprach in einigen wesentlichen Punkten nicht dem Standard des schweizerischen Autobahnnetzes (Abmessungen vgl. Tabelle 2). Abgesehen vom Fehlen der Standstreifen war auch die Fahrbahnbreite unter dem Normwert.

In Tabelle 1 sind die Zahlen der zu erwartenden Verkehrsbelastung (nach den Ergebnissen des Transportplans Zentralschweiz) für das Jahr 1995 zusammengestellt. Tabelle 2 zeigt die Leistungsfähigkeit bzw. die zulässige Belastung des alten und des neuen Strassenquerschnitts.

Der Vergleich der beiden Tabellen zeigt, dass im Abschnitt Horw-Anschluss N8 durch den Ausbau auf ein Normalprofil von 2x7,50 m und die Ergänzung mit Standspuren der Verkehrsanfall MSV 100 gemäss Prognose für 1995 mit einer respektablem Leistungsreserve von rund 30%, aber auch der Verkehr MSV 30 noch knapp bewältigt werden kann. Eine beschränkte Leistungsreserve liegt ausserdem in der Kantonsstrasse entlang dem Lopper und durch Hergiswil. Sie wurde bereits während der Bauzeit mehrmals beansprucht.

Der Abschnitt Hergiswil wird folglich mit normengerechten Fahr- und Standspuren den verkehrstechnischen Erfordernissen der absehbaren Zukunft gewachsen sein. Eine Dimensionierung auf längerfristige und entsprechend ungenaue Prognosen oder basierend auf dem Verkehrsanfall in Spitzenstunden, die zu einem sechsspurigen Ausbau geführt hätte, wurde von allen Instanzen abgelehnt.

Das ganze Teilstück zwischen der Kantonsgrenze LU/NW und dem N8-Anschluss Lopper Nord gliedert sich in drei Hauptabschnitte. Die Abschnittsgrenzen bildeten gleichzeitig die Losgrenzen der Hauptbaulose (Bild 1).

Der Abschnitt Nord (Baulose 22 und 33) von der Kantonsgrenze LU/NW bis zum Zwydenviadukt brachte für den Standspurausbau, zumindest auf der

Tabelle 1. Massgebender stündlicher Verkehr (MSV) für den Zeitpunkt 1995

Verkehrsbelastung pro Fahrtrichtung	MSV 100 Std.	MSV 30 Std.
N2, Abschnitt Horw - Anschluss N2/N8	3100	4600
N2, Abschnitt Anschluss N2/N8 - Stans	1850	2750
N8, Loppertunnel	1250	1850

MSV 100 Std. = massgebender stündlicher Verkehr, der während 100 Std. pro Jahr überschritten wird  
 MSV 30 Std. = massgebender stündlicher Verkehr, der während 30 Std. pro Jahr überschritten wird

Tabelle 2. Leistungsfähigkeit und zulässige Belastung

Strassenquerschnitt	L [Fz/h]	B <sub>zul</sub> [Fz/h]
N2 bisher 4spurig, ohne Standstreifen Normalprofil 2x7,00 + 2,00 + 2x0,50 m Steigung i <sub>max</sub> = 5%; v <sub>max</sub> = 80 km/h	3200	1950
N2 neu 4spurig mit Standstreifen Normalprofil 2x7,50 + 2,20 + 2x2,75 + 2x0,50 m Steigung i <sub>max</sub> = 5%; v <sub>max</sub> = 80 km/h	4000	2400

L = Leistungsfähigkeit pro Fahrtrichtung, Fahrzeuge pro Stunde  
 Unter Leistungsfähigkeit wird die grösstmögliche Verkehrsmenge verstanden, die einen bestimmten Strassenquerschnitt pro Stunde durchfahren kann; sie stellt die Leistungsgrenze des betreffenden Strassenabschnittes dar.

B<sub>zul</sub> = Zulässige Belastung pro Fahrtrichtung, Fahrzeuge pro Stunde  
 Als zulässige Belastung gilt jene Verkehrsmenge in einem bestimmten Querschnitt, die sowohl ein zügiges Fahren erlaubt als auch als zumutbar für die Anstösser gelten kann.

Seeseite, wenig Probleme. Die Linienführung der bestehenden Autobahn konnte im Grundriss und Längenprofil mit kleinen Anpassungen beibehalten werden. Durch den Bau einer auf der Seeseite fast durchgehenden Winkelstützmauer konnte die Verbreiterung des Querschnittes ohne Schwierigkeiten und ohne grosse Aufschüttungen auf das bestehende Terrain aufgesetzt werden. Bergseitig entstanden erhebliche Probleme für die Verbreiterung durch die ausgesprochene Hanglage der Autobahn. In der von der Hirsernstrasse steil abfallenden Böschung, ca. 160 m südlich der Kantonsgrenze zu Luzern, musste die Stützmauer, die gleichzeitig die Rückwand der Lärmschutzgalerie bildet, als Pfahlwand ausgeführt werden. Anschliessend an diese Pfahlwand folgt eine verkleidete Betonstützmauer von rund 6 m Höhe, die belassen wurde, da das Erstellen einer neuen, zurückversetzten Mauer nur mit einem massiven Eingriff in die angrenzenden Liegenschaften und unverhältnismässi-

gen Kosten möglich gewesen wäre. In der Folge wurde der Standstreifen über eine Länge von 180 m auf 1,50 m Breite reduziert.

Der mittlere Abschnitt (Baulos 51) umfasst die Ergänzung des bestehenden Zwydenviaduktes beidseits mit Brückenkonstruktionen für die Standspuren. Der Ausbau des Zwydenviaduktes bildete erneut das Kernstück der Baustellen Hergiswil. Der Zwyden, eine flache Mulde in einem stark geneigten Hang, war beim Neubau der Autobahn vor rund 20 Jahren aufgeschüttet worden. Die ganze Aufschüttung geriet dann ins Rutschen, musste wieder abgetragen und durch einen Viadukt ersetzt werden.

Umfangreiche Stabilitätsberechnungen zeigten, dass der Zwydenhang drei mögliche Gleitsysteme aufweist. Es sind dies zwei kleinräumige und ein grossräumiges System von Gleitkreisen, die nur geringe Sicherheitsgrade aufweisen (Bild 2).

Bild 2. Zwydenhang. Kritische Systeme von Gleitkreisen

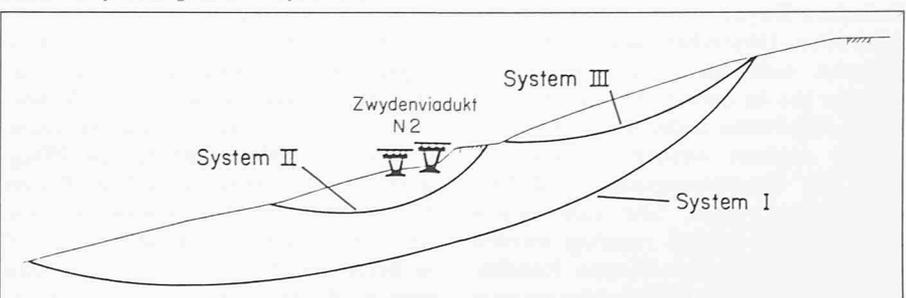




Bild 3. Anschluss N2/N8. Baulos 42. Brücken Ost und West. Nordportal des Loppertunnels (N8) mit Wendeplatz. Neues Unterwerk und Ankerwand (Baulos 52) im Bau

Zur Stabilisierung des Hanges wurden verschiedene Massnahmen untersucht [4]. Sie hatten eines gemeinsam: bei grossem finanziellem Aufwand brachten sie eine nur geringfügige Erhöhung der Sicherheitsfaktoren, insbesondere beim kritischen grossräumigen System I.

In enger Zusammenarbeit zwischen Bauherrschaft, Projektverfasser und dem Institut für Grundbau und Bodenmechanik der ETHZ wurde schliesslich eine Lösung erarbeitet, die mit vertretbaren Kosten eine Erhöhung der Sicherheit im System II und eine minime Verbesserung im System I erbringen konnte: die Zusatzbelastung durch die beiden Standspuren und die Lärmschutzgalerie werden mittels Bohrpfählen in den Baugrund eingeleitet. Die neuen Fundamente der Standspurbrücken wurden zudem durch Vorspannkabel mit den bestehenden Flachfundamenten der Fahrspurbrücken starr verbunden. Diese Konstruktion erlaubte ein fugenloses Zusammenschliessen der bestehenden Fahrbahnplatten mit denjenigen der neuen Brücken. Das Gewicht der Lärmschutzgalerie wird über die Mittelmauer und die Rückwand auf eine eigene Pfahlfundation übertragen. Die Galerie ist somit vom eigentlichen Brückenbauwerk getrennt fundiert.

#### Anschluss N2/N8

Zwischen Zwydenviadukt und dem bestehenden Obkirchenviadukt der N2 befindet sich der *Bauabschnitt Süd* (Baulos 15). In diesem Abschnitt musste das N2-Trasse nicht nur mit Standspuren ergänzt werden; es mussten auch die Beschleunigungsspur und Verzögerungsspur von und zum neuen Loppertunnel der N8 angefügt werden [5]. Die gegebenen örtlichen Randbedingungen (eine hohe Bruchsteinmauer

mit obenliegender Quartierstrasse, die ausgeprägte Hanglage und die Nähe der Wohnbauten an der Autobahn) waren Anlass für ein langes und zähes Ringen nach einer ausgewogenen Linienführung. Der Anschluss an die N8 musste ja nicht nur den verkehrstechnischen Ansprüchen, sondern auch den landschaftsschützerischen und umweltbezogenen Aspekten mitten im überbauten Wohngebiet Rechnung tragen (Bild 3).

Eine Achsverschiebung (grösste Abweichung rund 10 m) und eine brückenähnliche Konsolkonstruktion mit variabler Breite, ebenfalls auf Bohrpfählen fundiert, sind in Verbindung mit bepflanzten Erddämmen zwischen der N2 und den Rampen der N8 die Hauptelemente, die den Anschluss der beiden Nationalstrassen heute charakterisieren.

Die berg- und seeseitigen Fahrbahnen waren im ganzen Abschnitt Hergiswil bereits im früheren Zustand durch eine Stützmauer in der Höhe gegeneinander abgesetzt und getrennt. Die Stützmauer wurde durch eine neue hochgezogene Mittelmauer ersetzt. Grund dazu waren die erwähnte Achsverschiebung und die im Nachfolgenden noch beschriebene Lärmschutzgalerie. Der neuen Mittelmauer wurde zur Stütz- und Tragfunktion auch die Funktion der Leitplanke übertragen. Sie wurde beidseitig als New-Jersey-Wand [6, 7] ausgebildet.

Hauptbauwerke der Verbindung zwischen der N2 und der N8 sind die beiden *Brücken Ost und West* und der *Wendeplatz* in der Vorportalzone des Loppertunnels (Baulos 42). Der Wendeplatz dient vor allem dem Strassenunterhalt als Kehrplatz für die Pflugstaffel im Winterdienst und der Polizei für die Verkehrsüberwachung im Tunnel. Der notwendige Raum von ca. 30 m Breite wurde einerseits durch einen breiten Hangeinschnitt mit einer bis zu

12 m hohen verankerten Stützmauer und andererseits durch eine auskragende Platte geschaffen. Der Wendeplatz wird zum Schutz vor Steinschlag und Schnee, aber auch aus Gründen des Lärmschutzes im Portalbereich überdacht.

Die beiden fünffeldrigen Rampenbrücken weisen eine Länge von 126 m (Viadukt West) und 175,6 m (Viadukt Ost) auf. Bei beiden Brücken konnten im Widerlager Süd Flachfundamente – gegründet auf grobblockigem Bergsturzmaterial – vorgesehen werden, während für die im Bachschutt und verschwemmten Moränen- und Gehängeschuttmaterial zu fundierenden Pfeiler und die Widerlager Nord nur eine Pfahlgründung in Frage kam. Der Überbau besteht aus einem Hohlkasten von 4,00 m Breite und zwischen 1,50 und 1,90 m variierender Höhe, einer beidseitig auskragenden Fahrbahn mit einer Gesamtbreite von 6,90 m und nachträglich abbetonierten New-Jersey-Randträgern.

Die *Anschlussrampe Brünig-Gotthard* (Baulos 52) führt vom Portal des Abzweigertunnels in einem engen Radius zur Beschleunigungsspur entlang der N2. Eine langgezogene, mit Lockergesteinsankern in den Gehängeschutt zurückgebundene Stützmauer grenzt Rampe und Beschleunigungsspur gegen den steil ansteigenden Lopperhang ab. Im letzten Teilstück vor dem Tunnelportal ist die Fahrbahn zudem mit einer Steinschlaggalerie überdeckt.

Zwischen der Anschlussrampe Brünig-Gotthard und dem Wendeplatz beim Nordportal des Loppertunnels wurde gleichzeitig mit dem Strassenbau ein respektabler 4geschossiger Hochbau erstellt: das *Unterwerk Hergiswil*, an dem die Nationalstrasse und das EWN zu ungefähr gleichen Teilen finanziell partizipieren (Bild 3).

Das Unterwerk mit 50/26/16 kV Trafo- und Schaltanlagen dient sowohl der Energieversorgung der Gemeinde Hergiswil als auch für die Deckung des Energiebedarfs im Nordabschnitt des Loppertunnels und im ganzen Anschlussbereich. In einem separaten Kommandoraum des Unterwerks sind ferner die Schalt- und Steueranlagen für die Verkehrsführung und -überwachung installiert.

### Lärmschutzmassnahmen

Einen erheblichen Umfang am Gesamtbauvolumen im Abschnitt Hergiswil – etwa ein Drittel der gesamten Bau- summe – nehmen die Lärmschutzmassnahmen ein. Die *baulichen Lärmschutzmassnahmen* umfassen im wesentlichen eine rund 1900 m lange durchgehende Galerie auf der Bergseite und Lärmschutzwände, Raumgitterwände und Erddämme auf der Seeseite (Bild 4).

Die *Projektierung des Lärmschutzes* basiert auf aussergewöhnlich zahlreichen Vorarbeiten. Kurz- und Langzeitmessungen über ein engmaschiges Netz von Messpunkten wurden ergänzt durch eine Reihe von Modellversuchen an der EMPA [8]. Länge der Auskragung, Einfluss der Brüstungsmauer, Optimierung der Absorptionsverkleidung, Stützenform und Stützenabstand waren einige der besonders eingehend untersuchten Details.

Nachdem Gestalt und Abmessungen der Galerie bestimmt waren – sie überdeckt die bergseitigen Fahrbahnen vollständig und kragt 3 m über die seeseitige Überholspur –, folgte das Variantenstudium zur Ermittlung der technisch und wirtschaftlich günstigsten *Tragkonstruktion*. Eine für alle drei Galeriebaulose durchgeführte Vorsubmission ergab eindeutige Resultate auf der Kostenseite wie auch mit Bezug auf das Bauprogramm:

- Im Abschnitt Nord (Baulos 60), wo das Galeriedach durchwegs eine konstante Spannweite aufweist, fiel der Entscheid zugunsten der Massivbauweise aus. Vorfabrizierte, vorgespannte Längsträger, gelagert auf den Mittelstützen aus Stahlrohrprofilen, und vorfabrizierte, ebenfalls vorgespannte Rippenplatten als Querträger bilden mit der in Ortsbetonbauweise erstellten Rückwand den Rohbau der Galerie.
- Im Abschnitt Zwyden (Baulos 61) waren ein möglichst geringes Konstruktionsgewicht, im Abschnitt Süd (Baulos 62) die – infolge der Spurverbreiterung für die Verzweigung von der N2 zur N8 – variable Spannweite die massgebenden Kriterien, die zugunsten der *Stahlbauweise* den Ausschlag gaben. Mit zunehmendem



Bild 4. N2. Lärmschutzgalerie Hergiswil. Baulos 60. Blick Richtung Süden

Lichttraumprofil erfolgte ein stufenweiser Übergang zu schwereren Stahlprofilen (HEA 700 bis HEA 1200) bei Längs- und Querträgern.

Die Bauausführung und vor allem der zeitlich geraffte Montageablauf bestätigten die *Richtigkeit der getroffenen Entscheide*. Die Betonelement-Bauweise war prädestiniert für die Strecke mit konstanter Spannweite, die eine Beschränkung auf wenige Elementtypen mit grossen Stückzahlen zulies. In gleicher Weise brachte der Stahlbau dank der idealen Anpassungsmöglichkeiten eindeutige Vorteile für den in den geometrischen Abmessungen sich laufend ändernden Südabschnitt.

Den *Brüstungsabschluss* bilden berg- und seeseitig über die ganze Galerielänge gleichausgebildete, vorfabrizierte L- bzw. T-förmige Betonelemente. Der Deckenaufbau umfasst eine an Ort mit Pumpbeton erstellte Betondecke (mit vorfabrizierten Betonplatten als Schalung zwischen den Stahlquerträgern), eine vollflächig verklebte Abdichtung aus kunststoffmodifizierten Bitumenbahnen, eine 10 cm starke bituminöse Sickerschicht aus Rundkies  $\varnothing$  16 mm, abgedeckt mit einem Trennvlies und einer Humusschicht von 25 cm.

Die ganze *Galeriefläche* – es sind dies immerhin 30 000 m<sup>2</sup> – wurde *begrünt* und wird vorläufig *landwirtschaftlich genutzt*. Der Grünfütter-Ertrag reicht voraussichtlich aus, um 3–5 Rinder ganzjährig zu hüten. Der politischen Gemeinde ist es freigestellt, durch Geh-, allenfalls auch Radwege, mit Sitzplätzen und einer entsprechenden gartenbaulichen Gestaltung das Galeriedach der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Sie prüft zurzeit die mit

einer solchen Nutzung in Zusammenhang stehenden zahlreichen Fragen.

Den *seeseitigen Lärmschutz* übernehmen grösstenteils schalldämmende und -absorbierende Wände mit – entsprechend dem Abstand und der relativen Lage der angrenzenden Wohnbauten zur Autobahn – genau definierter Höhe. Die Wand besteht aus Kassettenelementen. Die Elemente sind zwischen verzinkten Stahlstützen, die mit einem konstanten Abstand von 3,00 m montiert wurden, eingesetzt. Die Metallkassetten wurden aus thermolackierten Aluminium-Wellprofilen, -Streckmetallgittern und 5 cm dicken Steinwollplatten als Absorptionsfüllung hergestellt.

An lediglich zwei kurzen Abschnitten war es möglich, bepflanzbare Raumgitterwände zu verwenden. Sie lockern zusammen mit einem Erddamm die für den Autofahrer unvermeidliche Eintönigkeit einer langen Lärmschutzwand wohlthuend auf.

### Spezifische Probleme

Jede der drei Grossbaustellen Hergiswil, Lopper und Stansstad war naturgemäss, wie überhaupt jede Baustelle, mit spezifischen Problemen behaftet. Ein Problem war allen gemeinsam, die

### Verkehrsführung während der Bauzeit

Die Verkehrsfrequenzen auf der Autobahn waren bereits vor Baubeginn im Jahre 1979 so hoch, dass eine längerdauernde Umleitung über das Ortsstrassennetz für keine Bauphase in Betracht kam. Während der ganzen Bau-

Tabelle 3. Verkehrsfrequenzen (Messstelle Haltiwald/Ennethorw)

Monatsmittel des 24stündigen Verkehrs		1980	1981
Minimalwert Januar	Fz/24 h	19 144	19 018
Maximalwert August	Fz/24 h	25 072	35 253
Jahresmittelwert	Fz/24 h	20 411	26 568

zeit musste eine Hälfte der Autobahn für den Verkehr zur Verfügung stehen. Trotz Behinderung durch Gegenverkehr und einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 80 km/h wurden während der Baujahre 1980/81 an der Messstelle Haltiwald/Ennethorw die Verkehrsfrequenzen gemäss Tabelle 3 gemessen.

Nach der Eröffnung des Seelisbergtunnels am 12.12.1980 war eine stetige Verkehrszunahme zu verzeichnen, die dazu führte, dass baubedingte kurzzeitige Sperrungen der ganzen Autobahn nur noch nachts vorgenommen werden konnten. Da für verschiedene Bau- und Montageeinsätze auch die unter Verkehr stehenden Fahrspuren beansprucht werden mussten, waren nächtliche Bautätigkeiten unumgänglich. Der Phasenplan für die Verkehrsführung (Bild 5) erforderte eine präzise Koordination für alle Baustellen auf Nidwaldner und für den gleichzeitig ausgeführten Ausbau der Strecke Haltiwald (Standspuren und Hangsicherung mit verankerter Pfahlwand) auf Luzerner Kantonsgebiet.

### Topographie und Baugrund

Die schlechten Erfahrungen beim Neubau der Autobahn in den frühen sechziger Jahren wie auch die Erfahrungen aus der Projektierung und dem Bau des Lehnenviaduktes in Beckenried haben den Bauherrn veranlasst, sehr sorgfältige und weitgefächerte Untersuchungen, Sondierungen und Kontrollmessungen vor und während der Bauzeit durchzuführen. Über die Untersuchungen im Abschnitt Hergiswil berichtet Schneider [9].

Kopfzerbrechen verursachten auch die Baugrundverhältnisse in Stansstad. Der Strassenkörper der Autobahn liegt auf einem Damm, der geraume Zeit vor dem eigentlichen Trassebau vorgegesselt worden war. Lokale grössere Setzungen waren in den Jahren nach der Inbetriebnahme nur im Bereich der Ausserfeldbrücke noch aufgetreten. Diese Brücke, die die N2 überquert, wurde im Rahmen der Bauarbeiten für die Standspuren saniert. Die beiden Schlepplatten waren infolge der starken Setzungen samt Auflagernocken beim Widerlager abgerissen.

Im Randbereich ergaben sich anhand von Rammsondierungen mit Kernentnahme Bodenprofile, in denen sich bis zu einer Tiefe von 15 m Schichten von Torf mit wenig tonigem Silt, tonigem Silt mit Torf und siltigem Sand mit Kies vermischt folgten. Der Grundwasserspiegel lag zur Bauzeit durchschnittlich 1,2 bis 1,5 m unter Terrain. Dementsprechend war beim Bau von zwei Ölrückhaltebecken und der zwischen offenem N2-Kanal und neuer Standspur erstellten Stützmauer eine aufwendige Wasserhaltung mit Spundwänden – zum Teil in Kombination mit einer Wellpoint-Anlage – erforderlich. Zur Foundation dieser Bauwerke mussten Betonpfähle gerammt werden.

### Steinschlaggalerien am Lopper

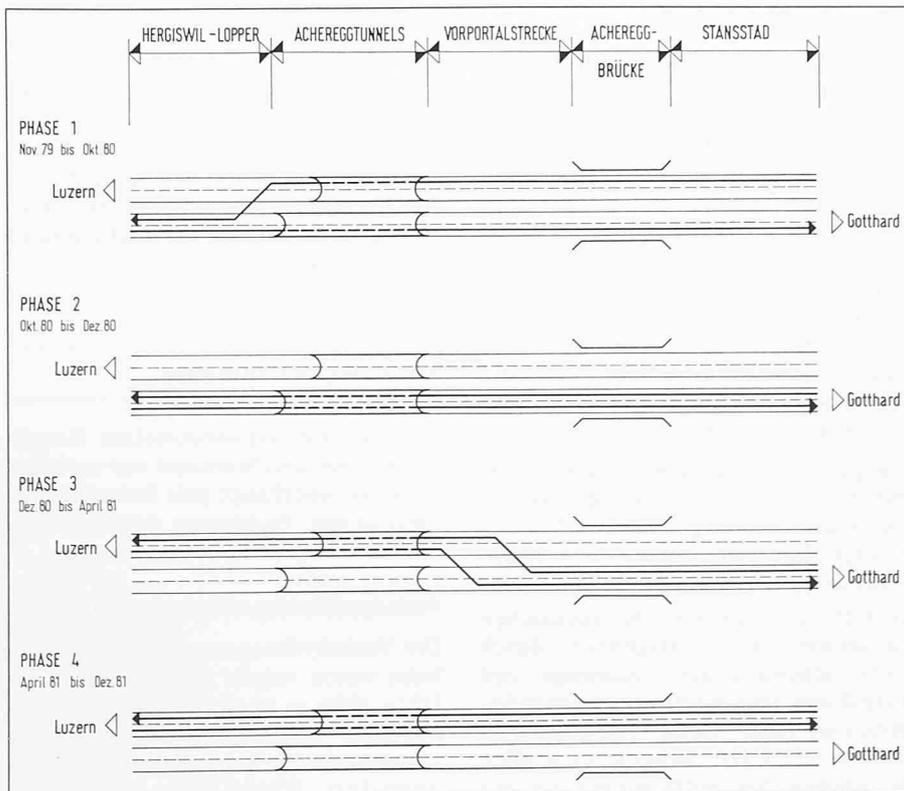
Beim Bau der Steinschlagschutzgalerien am Lopper (Bild 6) waren eine ganze Reihe von recht heiklen Problemen zu lösen. Rein technischer Art waren die mit den bestehenden Verkehrsanlagen zusammenhängenden Erschwernisse:

- Die Galerien mussten direkt über den nach Phasenplan wechselweise unter Verkehr stehenden Fahrspuren der Autobahn und der ständig befahrenen Kantonsstrasse gebaut werden.
- Auf dem Lopperviadukt der N2 und im Fahrbahnbereich der Kantonsstrasse durften keine Lehrgerüste abgestützt werden.
- Der ganze Riegelausbruch – rund 1500 m<sup>3</sup> Fels – durfte nicht gesprengt, sondern musste mit Spalt-Geräten abgebaut werden.

Diese Erschwernisse waren kalkulierbar und konnten mit entsprechenden Massnahmen und Installationen bewältigt werden.

Nicht kalkulierbar war der Steinschlag, der zum Bau dieser Galerien Anlass gegeben hatte und natürlich auch während der ganzen Bauzeit eine latente Gefahr für die ganze Bau- und Montagebelegschaft der beteiligten Unternehmen darstellte. Trotz Schutznetzen haben zwei grössere Ereignisse erheblichen Schaden an Material und Installationen verursacht. Glücklicherweise wurden beide Male keine Personen vom niederstürzenden Felsmaterial getroffen. Bekannt, und doch im einzelnen nicht voraussehbar, waren die Schwierigkeiten mit der ausgeprägten Felsklüftung. Bei beiden Baulosen wurde mit fortschreitendem Riegelausbruch offenkundig, dass allein zur Sicherung der Baustelle zusätzliche kostspielige und zeitaufwendige Ankerarbeiten notwendig waren. Rund 20 Anker von 30 bis 60 t Gebrauchslast mussten gebohrt und versetzt werden, damit einzelne Felspartien an kritischen

Bild 5. Phasenplan für die Verkehrsführung im N2-Abschnitt Hergiswil-Stansstad während des Ausbaus von 1979–1981



Punkten gehalten werden konnten. Aber auch bei den Bohr- und Ankerarbeiten für die Galerien – es wurden Anker mit einer Gebrauchslast von 250 t, einem Abstand von Anker zu Anker von 1,00 bis max. 1,85 m und bis zu 38,00 m Länge, versetzt – hat die Klüftung den Bauablauf nachhaltig beeinflusst. Sie war Ursache für das gelegentliche Verlaufen von Bohrungen, vor allem aber für den Verlust an Injektionsgut, was dazu führte, dass bis zu viermal nachgebohrt und nachinjiziert werden musste. Mehrkosten und Bauverzögerungen waren die Folge.

## Bauprogramm

Ohne im einzelnen auf das Bauprogramm einzugehen, sollen die wesentlichen terminlichen Gegebenheiten, die den Arbeitsablauf auf den Baustellen in Hergiswil und Stansstad diktiert und geprägt haben, kurz zusammengefasst werden.

Bei aller Würdigung der technischen Leistungen – die schöpferische der Ingenieure bei der Projektierung, wie die nicht minder kreative der Unternehmer bei der Ausführung – lag die wohl grösste Anstrengung auf beiden Seiten im *Einhalten eines ungewöhnlich knappen Bauprogrammes* und im Durchhalten unter Termindruck über eine Bauzeit von zwei Jahren.

Ursprünglich war der Abschluss der Bauarbeiten – die im Herbst 1979 begannen – auf das 2. Quartal 1982 terminiert. Verschiedene, grösstenteils aus der Verkehrsführung resultierende Faktoren haben jedoch die Bauherrschaft veranlasst, die Fertigstellungstermine so zu setzen, dass *in kürzester Zeit* die Autobahn wieder richtungstrennt und vierspurig zur Verfügung stand.

Der *Hauptgrund* lag eindeutig im hohen Verkehrsaufkommen während der Sommermonate und auch ganzjährig an Wochenenden mit grossem Ausflugs- und Sportverkehr. Hinzu kam eine Häufung von Unfällen bei Gegenverkehr trotz einwandfreier Markierung (mit ausgezogener Mittellinie) und Signalisierung. Die Zahl dieser Unfälle – bezogen auf die Zahl der durchrollenden Fahrzeuge – war zwar kleiner als die statistisch zu erwartenden Werte bei Strassen mit Gegenverkehr (wie z. B. bei Kantonsstrassen ohne Überholverbote), dennoch wurde sie oft als Folge der Baustelle hochgespielt.

Weitere Faktoren für die Terminsetzung waren die *jahreszeitlichen Gegebenheiten*. Bis Mitte Dezember kann in unserer Gegend in der Regel noch mit günstigen Witterungsbedingungen und

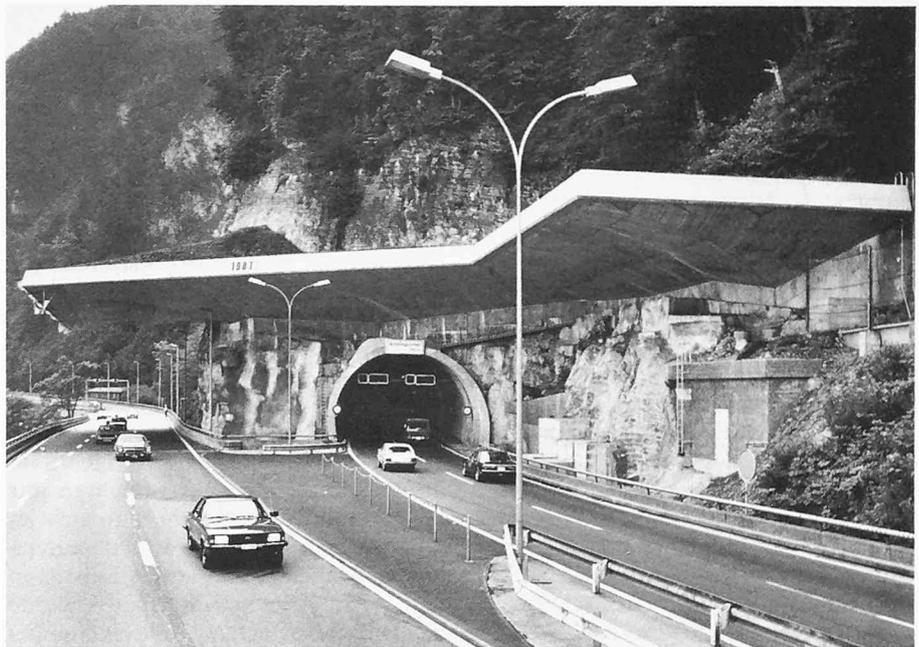


Bild 6. Steinschlagschutzbauten am Lopper (Los 1) über dem Westportal des bergseitigen Acheregg隧unnels

– was ebenso wichtig ist – mit mehr oder minder vollständiger Belegschaft gearbeitet werden. Was allerdings vor Weihnachten nicht mehr fertiggestellt wird, bleibt bis zum Frühlingsanfang meistens liegen. Dies und das Eröffnungsdatum für den Seelisbergtunnel, der 12.12.1980, ergaben den *Termin für die Fertigstellung*:

- Seeseitige Fahrbahnen, Fahrtrichtung Luzern 10.12.1980
- Bergseitige Fahrbahnen, inklusive Lärmschutzgalerie, Fahrtrichtung Gotthard 15.12.1981

Im Jahr 1982 wurden die Fahrspuren für den Einbau der Deckbeläge und für diverse Fertigstellungsarbeiten beim Lärmschutz nochmals über kurze Zeit gesperrt und zwar

- in Richtung Luzern zwischen dem 14. April und 26. Mai
- in Richtung Gotthard zwischen dem 2. Juni und 30. Juni

An den Oster- und Pfingsttagen sowie auf den Ferienbeginn hin war die N2 vierspurig befahrbar.

## Kosten

Die Gesamtkosten für den Ausbau der Standspuren in *Hergiswil*, den Anschluss an die N8 und die Lärmschutzbauten belaufen sich auf rund 60 Mio. Franken. Der Lärmschutz erfordert etwa einen Drittel, d. h. 20 Mio. Franken, an denen die Gemeinde mit etwa 6 Mio. Franken partizipiert.

Die *beiden Steinschlaggalerien* haben einen Kostenaufwand von rund 10 Mio. Franken verursacht.

Der Ausbau der Standspuren in *Stansstad* und die Lärmschutzwände mit den zugehörigen Fundamenten und Verankerungen kosten insgesamt 9 Mio. Franken; der Anteil, den die Gemeinde an den Lärmschutz zu berappen hat, beträgt rund 0,6 Mio. Franken.

### Literaturhinweise

- [1] *Stalder H., Lehmann P.*: «Die Kunstbauten an der N2/N8 bei Hergiswil». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 41, 1982
- [2] *Crotaz R.*: «Route nationale 2, construction de la superstructure à Hergiswil». Strasse und Verkehr, Heft 9, 1982
- [3] *Stern Ch.*: Landschaftsgestaltung und Bepflanzung der N2/N8 bei Hergiswil». Strasse und Verkehr, Heft 9, 1982
- [4] Institut für Grundbau und Bodenmechanik (ETH Zürich): «N2/N8, Hangsicherung Zwyden Hergiswil, Begutachtung verschiedener Varianten». Bericht an die Baudirektion Nidwalden. 5. Mai 1980
- [5] *Marty E.*: «Verkehrsführung bei der Verzweigung N2/N8». Strasse und Verkehr, Heft 9/1982
- [6] Bundesamt für Strassenbau: «Richtlinien für die Ausführung von Leitschranken». Kap. 7, S. 144 ff des Entwurfs. Bern, Juli 1980
- [7] ETH Zürich, Institut für Strassen-, Eisenbahn- und Felsbau: «Leitmauern». Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus der Fachliteratur. Zürich, August 1979
- [8] Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA): «N2 Lärmschutzgalerie Hergiswil, Modellmessungen zur Feststellung der Lärmimmissionen». Untersuchungsbericht an die Baudirektion Nidwalden. Dübendorf, 20. August 1979
- [9] *Schneider T.R.*: «Der Baugrund der N2 bei Hergiswil». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 41, 1982

Adresse des Verfassers: *M. Gut*, dipl. Bauing. ETH, Oberbauleitung, Kantonsingenieurbüro Nidwalden, 6370 Stans.