

Die SBB-Unterführung von Flüelen

Autor(en): **Lombardi, G. / Balestra, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 16

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73083>

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.

Die *Verjährung der Mängelrechte*, die das OR in Art. 371 regelt, gehört zu den schwierigsten Fragen der Mängelhaftung überhaupt. Schwierig ist schon die Frage nach der Rechtsnatur und Wirkung der Verjährung. Schwierigkeiten bereitet aber auch die Bestimmung der Verjährungsfrist.

Die Norm SIA 118 (RE 1974) statuiert eine einheitliche Verjährungsfrist von fünf Jahren (Art. 179). Diese Frist gilt für sämtliche Werke und darf nicht verwechselt werden mit der zweijährigen Garantiefrist (Art. 171), die keine Verjährungsfrist ist, sondern eine Rügefrist (Art. 172).

Anders als die Norm unterscheidet das Gesetz in Art. 371 OR zwischen unbeweglichen Bauwerken und andern Werken. Für unbewegliche Bauwerke sieht Art. 371 OR eine Verjährungsfrist von fünf Jahren vor (Abs. 2), für die übrigen Werke eine Frist von einem Jahr (Abs. 1). Zu laufen beginnt die Frist mit der Abnahme des Werkes.

Diese Regelung des Gesetzes erscheint einfach. Doch sie scheint es nur. Die Schwierigkeiten beginnen mit der Begriffsbestimmung des unbeweglichen Bauwerkes. Denn als unbewegliches Bauwerk im Sinne des Art. 371 Abs. 2 OR anerkennt das Bundesgericht in BGE 93 II 246 nur ein unbewegliches Werk, für das in der Regel erst nach Ablauf der einjährigen Verjährungsfrist festgestellt werden kann, ob es den Anforderungen der Festigkeit oder den geologischen und atmosphärischen Bedingungen standhält. Diese Umschreibung des unbeweglichen Bauwerkes ist zwar richtig, lässt aber dem Ermessen weiten Spielraum und trägt nicht zur Förderung der Rechtssicherheit bei. Völlig verunsichert wird der Rechtssuchende dann, wenn er im zitierten Entscheid nachliest, dass das Bundesgericht den Erneuerungsanstrich eines Hauses nicht als unbewegliches Bauwerk betrachtet und deshalb der einjährigen Frist (Art. 371 Abs. 1 OR) unterstellt.

Entgegen der Ansicht des Bundesgerichtes bin ich der Meinung, dass der Erneuerungsanstrich eines Hauses ein unbewegliches Bauwerk im Sinne des Art. 371 Abs. 2 OR ist.

Er ist – was das Bundesgericht zu Unrecht verneint (BGE 93 II 246) – ein unbewegliches Werk, für das in der Regel erst nach Ablauf der einjährigen Verjährungsfrist festgestellt werden kann, ob es den Anforderungen der Festigkeit oder den geologischen und atmosphärischen Bedingungen standhält. Die Mängelrechte beim Erneuerungsanstrich verjähren deshalb in fünf Jahren, nicht in einem Jahr.

Abkürzungsverzeichnis

a.a.O.	= am angeführten Ort
Abs.	= Absatz
AGVE	= Aargauische Gerichts- und Verwaltungsentscheide
Art.	= Artikel
BGE	= Entscheidungen des Schweizerischen Bundesgerichts (amtliche Sammlung)
BIZÜR	= Blätter für Zürcherische Rechtsprechung
BV	= Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 29. Mai 1874
Diss.	= Dissertation
N	= Note
Norm SIA 118 (RE 1974)	= Revisionsentwurf zur Norm SIA 118 vom September 1974
OG	= Bundesgesetz über die Organisation der Bundesrechtspflege vom 16. Dezember 1943
OR	= Bundesgesetz über das Obligationenrecht vom 30. März 1911/18. Dezember 1936
Zbl	= Schweizerisches Zentralblatt für Staats- und Gemeindeverwaltung
ZGB	= Schweizerisches Zivilgesetzbuch vom 10. Dezember 1907
ZSR	= Zeitschrift für schweizerisches Recht

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Peter Gauch, Ordinarius für Schweizerisches Zivil- und Handelsrecht an der Universität, 4, av. Jean-Maire Musy, 1700 Freiburg.

Die SBB-Unterführung von Flüelen

Mitteilung des Ingenieurkonsortiums G. Lombardi¹⁾ und L. Balestra, Flüelen¹⁾

DK 624.19:624.2

Bei der Ausführung der SBB-Unterführung in Flüelen kamen verschiedene im Grundbau bekannte Methoden zur Anwendung, wie Spundwände, Erdanker, Bodenverdichtung durch Rüttelverfahren, Zugpfähle, Bodeninjektionen, Pressverfahren, Grundwasserabsenkung sowie die üblichen Eisenbeton- und Isolationsarbeiten. Neu war vor allem das Einpressen von Hohlkastenprofilen, die in Reihen übereinander gestossen und mit Hilfe von Zugstangen zusammengespannt wurden. Bei der Ausführung des Bauwerks haben sich alle ausgeführten Arbeiten ausgezeichnet bewährt, mit Ausnahme der Injektionen unter dem Bahnkörper, die versagt haben. Die guten Erfahrungen mit dem Rütteldruckverfahren, wo bis zu 15% Hohlraum durch Materialzugabe geschlossen wurden, zeigten, dass eine dichte Verpressung des Bodens viel grössere Injektionsmengen verlangt hätte, als die tatsächlich eingepressten. Die Schwierigkeit von erfolgreichen Injektionen im heterogenen Baugrund hat sich somit bestätigt.

Problemstellung

Im Zuge des Nationalstrassenbaus entsteht im Raume Flüelen der Knotenpunkt der N2 mit der N4, sowie ein Anschluss an das Lokalstrassensystem. Die N4 und der Anschluss an das Lokalsystem kreuzen die SBB-Linie in sehr

kleinem Abstand, wobei die künftige N4 die Bahnlinie in der Nähe des Bahnhofs Flüelen überfahren wird.

Infolge der ungünstigen Bodenverhältnisse wurde zuerst die Möglichkeit einer Überführung auch für den Zubringer des örtlichen Anschlusses untersucht; sie musste aber zu Gunsten einer Unterführung fallen gelassen werden. Die Gründe lagen in der Strassenführung, den Gefälleverhältnissen und vor allem war auf den späteren Bau des Anschlusses der N4 Rücksicht zu nehmen.

So entschloss man sich für ein *Unterführungsbauwerk*, das die Bahnlinie unter einem nahezu rechten Winkel kreuzt (Bild 1). An eine Unterbrechung des Bahnverkehrs für längere Zeit war nicht zu denken. Allfällige, den Bahnverkehr störende Massnahmen mussten sich auf Zeitabschnitte von wenigen Stunden jeweils sonntagnachts beschränken. Der Sicherheit des Bahnverkehrs war höchste Aufmerksamkeit zu schenken.

Bodenbeschaffenheit

An der betreffenden Stelle verläuft die Gotthardbahn auf einem Damm von nur rund 1 m über der Reussebene. Der Boden besteht aus Gletscher-, Fluss- und Seeablagerungen. Sie ist daher sehr inhomogen und wechselseitig gelagert. Man muss mit *Silt, siltigem Sand, reinem Sand* und *reinem Kies* rechnen, sowie mit allen möglichen Übergängen zwischen diesen Ablagerungen. Die bodenmechanischen Eigenschaften

¹⁾ Kurzfassung eines Referates, gehalten von Giovanni Lombardi am Institut für Boden- und Felsmechanik der Universität Karlsruhe.



Bild 7. Auflagerwand Süd mit eingeschobener letzter Elementreihe und erfolgtem Aushub für den Auflagerkopf in Ortsbeton. Im Vordergrund der Zugang zu den unteren beiden Elementreihen

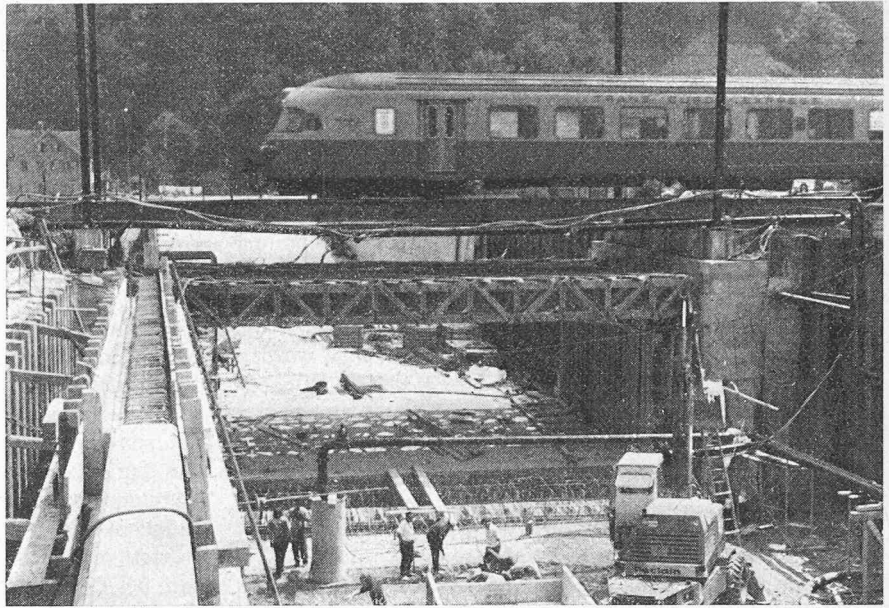


Bild 8. Auflagerwände mit Holzspriessung und den grossen Hilfsbrücken der SBB. Die Bodenplatte der Unterführung ist bereits betoniert. Im Vordergrund ist der Sammelkanal erkennbar

Die zweite Bauetappe, nämlich die Tiefenverdichtung des Bodens unterhalb der Aushubkote mit Hilfe des Rütteldruckverfahrens bewährte sich in ausgezeichneter Weise. Auf einer Fläche von 5500 m² wurden 37000 m³ Erdreich verdichtet, mit einer Materialzugabe von 5700 m³, was rd. 15% der verdichteten Kubatur entsprach. Bei 1600 Rüttelpunkten betrug die mittlere Fläche pro Rüttelpunkt 3,5 m²; bei einer mittleren Stärke der verdichteten Schicht von 6,5 m.

Die geforderte Garantie für die Sickerwassermenge in der Baugrube von 4 l/min/m² wurde stark unterschritten. Die effektiv eintretende Wassermenge lag im Maximum bei rd. 0,7 l/min/m². Die erreichte Verdichtung war so gut, dass das nachträgliche Schlagen der MV-Zugpfähle zur Aufnahme der Auftriebskräfte in den tieferen Partien der Rampen sogar einige Schwierigkeiten bereitete. Der darauffolgende Aushub, das Versetzen einer Lage Erdanker in den Spundwänden sowie die Erstellung des Eisenbetontroges erfolgte programm-gemäss. Ebenso die Fertigstellungsarbeiten und das Ziehen der Spundwände im Rampenbereich.

Grundwasserabsenkung und Sicherheitsmassnahmen

Die erste Arbeit nach dem Rammen der Spundwände längs der Bahnlinie war das Injizieren einer Wanne unter dem Bahnkörper. Vom Scheitern dieser Arbeit und der daraus resultierenden Projektänderung ist bereits berichtet worden. Aus diesem Grund wurde eine *Grundwasserabsenkung* vorgenommen. Diese hatte man am Anfang vermeiden wollen, der grossen Durchlässigkeit des Baugrundes wegen. Man war sich bewusst, dass die Absenkung des Wasserspiegels nur mit grossem Aufwand zu erreichen sei. In der Tat mussten für das Absenken des Grundwassers im Bereich des Brückenbauwerks auf einer Fläche von wenigen hundert Quadratmetern 18 *Filterbrunnen* abgeteuft werden. Die gesamte Pumpleistung betrug im Maximum 35000 l/min, mit Fördermengen der einzelnen Pumpen von 200 bis 5000 l/min. Die grösste Absenkung im Bereich der Unterführung betrug etwa 9 m.

Die Notwendigkeit, jeden Unterbruch in der Pumparbeit auszuschliessen führte zu umfangreichen *Sicherheitsmass-*

nahmen. Sämtliche Pumpen wurden an zwei unabhängige Stromnetze, mit automatischer Umschaltung von einem Netz auf das andere angeschlossen. Ferner standen Ersatzpumpen sowie eine Notstromgruppe bereit, die während eines grösseren Gewitters auch prompt zum Einsatz kam, nachdem in kurzem Abstand nacheinander beide Elektrizitätsnetze ausgefallen waren. Die Baustelle wurde während Tag und Nacht von der Bauleitung und der Unternehmung unter der Verfügungstellung der nötigen Spezialisten wie Elektriker und Mechaniker überwacht.

Pressvortrieb

Nach dem Erreichen der notwendigen Absenkung des Grundwasserspiegels wurde mit dem Pressvortrieb in Tag- und Nachtarbeit begonnen. Diese Arbeiten wickelten sich überraschend gut und ohne Störung ab, obschon es sich um eine relativ neue Arbeit handelte, für welche nur wenige Erfahrungen direkt übernommen werden konnten.

Einige Probleme, haben sich dennoch ergeben. Das Auftreten von *Schwefelwasserstoffgasen* machte eine Lüftung der Vortriebstollen nötig. Ferner lag beim Einpressen der untersten Elementreihe der Grundwasserspiegel doch noch nicht tief genug, um kleinere Wassereintritte zu ermöglichen. Sie liefen aber ohne grössere Ausschwemmungen ab.

Der Aushub in den Hohlkästen wurde von Hand vorgenommen, während die hydraulischen Pressen die Elemente mit Kräften von etwa 600 t nach vorne drückten. In einzelnen Zonen, wo die Injektionen zu lokalen Bodenverfestigungen geführt hatten, musste der Aushub mit Hilfe des Presslufthammers erfolgen.

Provisorische Auflagerwände

Am 25. Januar 1973 wurde im südlichen Pressschacht die Spundwand angeschnitten und das erste Element angesetzt, wobei etwas Material entlang der Spundwand nachsackte. Am 12. Februar konnte auch die Pressarbeit im nördlichen Schacht begonnen werden. Nach dem Einpressen der Elemente wurden die Auflagerköpfe für die Hilfsbrücken gegossen, die vertikalen Vorspannstangen sowie die horizon-

tale schlafe Armierung eingebracht und die Elemente mit Beton aufgefüllt (Bild 7). Mit dem Vorspannen der Elemente waren die beiden Auflagerwände erstellt. Diese Arbeiten wurden im Schutze kleiner *Hilfsbrücken* der SBB ausgeführt um jede Gefährdung des Bahnverkehrs, der mit 50 km/h rollte, auszuschliessen. Bereits Ende März 1973 konnten die grossen Hilfsbrücken über das ganze Bauwerk verlegt werden. Unter den grossen Hilfsbrücken erfolgte dann der Gesamtaushub, wobei entsprechend dem Fortschreiten der Arbeit die seitlich des Bahndammes verlaufenden Spundwände abgebrannt wurden (Bild 8).

Die Schalungsträger für die künftige Brückenplatte, die jetzt als oberste Spriese der Auflagerwände dienten, wurden sofort eingebaut. Etwas tiefer wurde eine Reihe von Bodenankern versetzt und schliesslich die unteren Betonstreben, die vor Beendigung des Aushubes erstellt werden mussten und anschliessend in die Bodenplatte der Brücke einbetoniert wurden.

Zur Aufnahme des Auftriebes musste die Brücke mit den letzten Elementen der beiden Zufahrtsrampen schubfest verbunden werden, damit die ausserhalb des Bahndammes geschlagenen Zugpfähle mitwirken konnten.

Dank den günstigen Platzverhältnissen im Schutze der beiden Auflagerwände und der schon versetzten Schalungsträger, liess sich der Bau der eigentlichen Unterführung in kurzer Zeit fertigerstellen.

Hydraulischer Grundbruch

Westlich der Bahnbrücke, im Bereiche des letzten Elementes der Zufahrtsrampe, musste noch der Graben für die Vertiefung in der Bodenplatte ausgehoben werden. Diese Rinne soll im Betriebszustand das anfallende Regen- und Sickerwasser in den Pumpenschacht leiten. Der Graben, der knapp zwei Meter tief ist, wurde im Schutze zweier Spundwände ausgehoben. Obschon in diesem Bereich die im Rütteldruckverfahren verdichtete Zone auf Kote 413.00 vertieft worden war, vermochte der untere auf 431.50 m gespannte Grundwasserspiegel nach etwa halbem Aushub durchzubrechen.

Der *hydraulische Grundbruch*, der sich rasch gegen Westen ausweitete, konnte durch das Ansteigenlassen des oberen Grundwasserspiegels und durch Schütten von Kies zum Stillstand gebracht werden. Die Aufbruchzone hatte zuletzt eine Fläche von etwa 20 m² erreicht. Es handelte sich um einen Grundbruch infolge des gespannten Grundwassers, weil beidseitig der neu erstellten kurzen Spundwand

Wasseraustritte mit Ausschwemmungen aus der unteren Schicht zu beobachten waren.

Die eigentliche Ursache des Aufbruches war nicht mit völliger Sicherheit abzuklären. Möglicherweise zeigte sich eine schwache Stelle in der verdichteten Masse, um einem durchgehenden Wasserfluss Durchgang zu bieten. Vielleicht ist auch durch das Schlagen der sekundären Spundwand eine Störung des Gefüges in der verdichteten Masse eingetreten. Die rechnerische Sicherheit betrug an der Stelle des Aufbruchs 1,6 bis 1,8 und war somit reichlich.

Da in dieser Zone die Baugrubenabschlüsse der Wanne aus mehrfach verankerten und eingespannten Spundwänden bestanden, mussten wegen der Gefahr einer Überbeanspruchung der Anker infolge des Wegfalles eines Teiles des passiven Erddruckes im Innern der Baugrube sofort Massnahmen ergriffen werden. Diese bestanden darin, innerhalb der Baugrube zwei zusätzliche 16 m lange Filterbrunnen mit Durchmessern von 100 cm abzuteufen. Verschiedene andere Möglichkeiten wurden in Zusammenarbeit mit dem IGB erörtert, erwiesen sich aber als zu aufwendig oder im Rahmen des Bauprogrammes nicht durchführbar.

Aus den beiden Filterbrunnen wurde eine totale Pumpmenge von 10000 l/min entnommen, was zu einer Entspannung des unteren Grundwasserspiegels von 431.50 m ü.M. auf 425.0 bis 426.0 m ü.M. im Bereich der gefährdeten Zone führte. Damit konnte der Sammelkanal und der Rest des letzten Rampenelements betoniert werden. Die beiden Filterbrunnen wurden erst ausser Betrieb gesetzt und abgedichtet, als die vollendete Unterführungskonstruktion den Auftrieb zu übernehmen im Stande war.

Nach Beendigung der anschliessenden Fertigstellungsarbeiten konnte das Bauwerk am 1. August 1973 dem Transitverkehr nach Süden übergeben werden.

Bauherrschaft:	Kanton Uri
Oberbauleitung:	Bauamt des Kantons Uri, Altdorf
Projekt und Bauleitung:	Ingenieurgesellschaft Dr. Lombardi & Balestra, Flüelen
Beratung in Grundbaufragen:	Institut für Grundbau und Bodenmechanik, ETHZ (Ing. Linder) Projektbearbeiter: Ing. R. Frey
Bauausführung:	EBAG, Emil Baumann AG, Altendorf
Bodenverdichtung:	Schafir und Mugglin AG Zürich
Pressvortrieb:	H. Wenger AG, Thun
Adresse des Verfassers:	Dr. G. Lombardi, 3, Via Ciseri, 6601 Locarno

Stand und Verlauf der Bauarbeiten am Gotthard (II)¹⁾

DK 624.192

Los Nord

Die Ausführung des Bauloses Nord wurde im Juni 1969 der *Arbeitsgemeinschaft Gotthard-Strassentunnel Nord (AGN)*, bestehend aus den Firmen *AG Conrad Zschokke*, Zürich (Federführung), *AG Heinrich Hatt-Haller*, Zürich, *Schafir & Mugglin AG*, Liestal, *Ed. Züblin & Cie. AG*, Zürich, *Subalpina SA*, Lugano, *Bau AG*, Erstfeld und *Val. Sicher AG*, Gurtellen übergeben. Die technische Leitung liegt in den Händen der Firmen Zschokke und Hatt-Haller, die kaufmännische Leitung obliegt der Firma Schafir & Mugglin.

Mit den *Installationsarbeiten* wurde Mitte Juli 1969, mit dem *Voreinschnitt* und anschliessendem *Vortrieb des Sicherheitsstollens* im Lockergestein im September 1969 und mit dem *Vortrieb des Tunnels* in der 150 m langen Lockergesteinszone Mitte Oktober 1969 begonnen.

¹⁾ Vergleiche «Schweizerische Bauzeitung», Nr. 13, 14, 1976

Sicherheitsstollen

Nach Durchföhrung der vorgelagerten *Schuttstrecke* verlief der Vortrieb im Aaregranit und im Gneis programmgemäss; die mittleren Tagesleistungen betragen 12 bis 13 m. Bei Erreichen der *Urserenzone* (Permokarbon/Mesozoikum) zeigte sich, dass die geologisch/geotechnischen Verhältnisse schlecht waren, wie dies schon anlässlich der seinerzeitigen Durchörterung mit dem Bahntunnel festgestellt worden war. Das Stollenprofil musste mit *Stahleinbau auf etwa 300 m Länge* mehrmals verstärkt und daselbst auf grosse Strecken in einem *Hufeisenprofil mit gewölbtem Sohlenbeton* abgeändert werden. Die schlechten geotechnischen Verhältnisse erforderten zusätzliche Massnahmen, unter anderem zeitraubende *Konsolidierungs-Injektionen* der Strecke von km 4,205 bis km 4,235, die vier Monate dauerten. In dieser Zeit wurden die Vortriebssequenzen für einen Sondierstollen in der Axe des Haupttunnels eingesetzt. Südlich der Urserenzone, d.h. ab km 4,435,