Geologie - Geotechnik: N2-Reussbrücke Wassen

Autor(en): **Schneider, Toni**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **107 (1989)**

Heft 25

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-77128

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

- Kosten
- Aussehen

Überdies sollte das vorhandene Sicherheitsniveau des Tragwerks in keiner Phase des Bauablaufs temporär abgemindert werden. Vom Andrücken der Pressen bis zum Abschluss der Hebearbeiten erfolgte jede einzelne Operation nach einem ausführlichen Drehbuch, das die Erwartungs- und Toleranzwerte enthielt.

Der Pfeilerschnitt (Einbau der Lager, Trennen der Zugbewehrung, Durchbrennen der Druckzone) erfolgte vom 26.4. bis 29.4. Nach der Rückdrehung des Pfeilertisches begann die eigentliche Hebearbeit am 15.5.1988.

Wie das Hebediagramm zeigt, wies der etwa 17 Jahre alte Trägerbeton bei der Reduktion des hohen Spannungszustandes (über den Nachbarpfeilern $\sigma_c \approx 25$ N/mm²) ein beachtliches Rückkriechvermögen auf. Nach jeder Hebestufe verminderte sich der Pressendruck in 1 bis 2 Tagen um etwa 3%.

Die ursprüngliche Fahrbahnnivellette konnte nicht ganz erreicht werden. Die bleibende Restverformung hat aber keinen Einfluss auf das Tragverhalten. Sie lässt sich grösstenteils durch Belagsschiftung ausgleichen, so dass auch verkehrstechnisch und visuell keine Beeinträchtigungen verbleiben (Bild 8).

Schlussbemerkungen

Vor 10 000 Jahren war die Gegend von Wassen eine Moränelandschaft. Durch Erosion entstand die heutige Talform. Diese Erosion erfolgte aber nicht kontinuierlich, sondern stufenweise, und zwar insbesondere bei den grossen Jahrhundert-Hochwassern. Stiche aus der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts zeigen, dass sich der Reusslauf in den vergangenen hundertfünfzig Jahren nicht mehr veränderte. Im Bild 9, das vor dem Bau der Brücke aufgenommen worden ist, sind am linken Reussufer (vermutlich) sogar noch Überreste des alten Saumpfades aus dem 17. Jahrhundert zu erkennen, d.h., dass es über mehrere Generationen nie mehr zu einer massiven Flankenerosion kam. Es ist deshalb verständlich, dass diese Gefahr von den mit den Verhältnissen im Reusstal sonst bestens vertrauten Ingenieuren nicht erkannt werden konnte.

Heute wird nun mit einer Pfahlwand im Bereich der Reussbrücke Wassen eine Uferverbauung erstellt, die im Vergleich zum Hochwasser von 1987 für eine doppelt so hohe Hochwasserspitze bemessen ist; ein Ereignis, das eine Wiederkehrperiode von weit mehr als 1000 Jahren aufweist. Das Bauwerk selbst hat demgegenüber eine Nutzungsdauer von kaum mehr als einem Zehntel, da in diesem Zeitraum mit einer grundlegenden Änderung der Verkehrstechnik gerechnet werden muss. Es mag unverhältnismässig scheinen, Bauwerke gegen Einwirkungen zu schützen, die mit grösster Wahrscheinlichkeit während der gesamten Lebensdauer nie auftreten. Wenn aber der System-Nutzungswert so hoch ist wie bei der Gotthard-Autobahn, ist dies durchaus gerechtfertigt. Allerdings, ein durchgehender Schutz der gesamten Strecke gegen Naturereignisse wie Hochwasser, Lawinen, Rüfenniedergänge und Felsstürze über annähernd geologische Zeitspannen ist nicht möglich; ein Bergtal ist nicht stabil.

Adresse des Verfassers: *Prof. Dr. C. Menn*, ETH Zürich (Hönggerberg).

Geologie - Geotechnik

N2-Reussbrücke Wassen

Aus den unmittelbar nach dem Hochwasser vom 24./25. August 1987 vorliegenden Verhältnissen ergaben sich zwei geologisch-geotechnische Fragestellungen, deren Beantwortung von vordringlicher Bedeutung war:

- **Welche Standfestigkeiten besitzen die unterspülten übersteilen Böschungen (Widerlager Nord, Stützmauer und Lehnenviadukt der Kantonsstrasse)?**
- **Welche Fundationsmöglichkeiten bestehen für den freigespülten Pfeiler J?**

VON TONI SCHNEIDER, UERIKON

Zur Beantwortung der ersten Frage mussten die bisherigen Bauerfahrungen längs der N2 im Reusstal zugezogen werden, stand doch keine Zeit für entsprechende Untersuchungen zur Verfügung. Nach diesen durfte für das vorliegende Moränenmaterial, den Runsenschutt und die künstlichen Schüttungen von Lokalmaterial, die durchwegs aus sandigen Kiesen mit stark wechselnden Anteilen an Steinen und Blöcken bestehen, mit Reibungswinkeln um $\varphi \sim 35$–$40°$ gerechnet werden. Eine echte Kohäsion besitzt dieses durchwegs feinmaterialarme Material in der Regel nicht. Die meist vorhandene Lagerungsdichte führt jedoch zu einer scheinbaren Kohäsion, die in der Grössenordnung um $c \sim 0{,}02$ N/mm² angenommen werden darf.

Mit diesen Annahmen ergab sich, dass

- im Bereich des sehr tief fundierten Widerlagers Nord nach wie vor eine ausreichende Sicherheit vorhanden ist
- die unterspülte Stützmauer und der Lehnenviadukt mit absoluter Priorität gesichert werden mussten.

Für letzteres ergab sich als einzige unter den vorliegenden Gegebenheiten erfolgversprechende, einigermassen zeitgerechte Lösung eine Unterfangung mittels Schüttungen, durfte doch höchstens für wenige Tage mit dem Anhalten des kritischen Zustandes mit z.T. senkrechten Lockergesteinsböschungen gerechnet werden. Die Schüttung war unter grössten Anstengungen bis zum Ende der Hochwasserwoche eingebracht. Damit war die Gefahr des Abgleitens der Kantonsstrasse und der Gefährdung der Reussbrücke Wassen vorerst einmal gebannt. Die Planung weiterer ergänzender Massnahmen konnte auf eine spätere, ruhigere Phase vertagt werden.

Zur Beurteilung der Fundationsmöglichkeiten für den freigespülten, abgesackten und ausgelenkten Pfeiler J lag aus der Zeit der Projektierung der Brükke einzig eine geologische Oberflächenkartierung vor. Irgendwelche weitere Informationen, so insbesondere Ergebnisse von Sondierungen, fehlten. Aus diesem Grunde wurden, unmittelbar nachdem der Pfeiler J durch Schüttungen gesichert worden war, als erstes drei gekernte Sondierbohrungen abgetieft. Sie sollten Aufschlüsse über die Fundationsverhältnisse im Bereich der geplanten Unterfangung des Pfeilers liefern. In einem zweiten Schritt wurden bei den übrigen Pfeilern beidseits der Reuss vier Bohrungen abgetieft (Bild

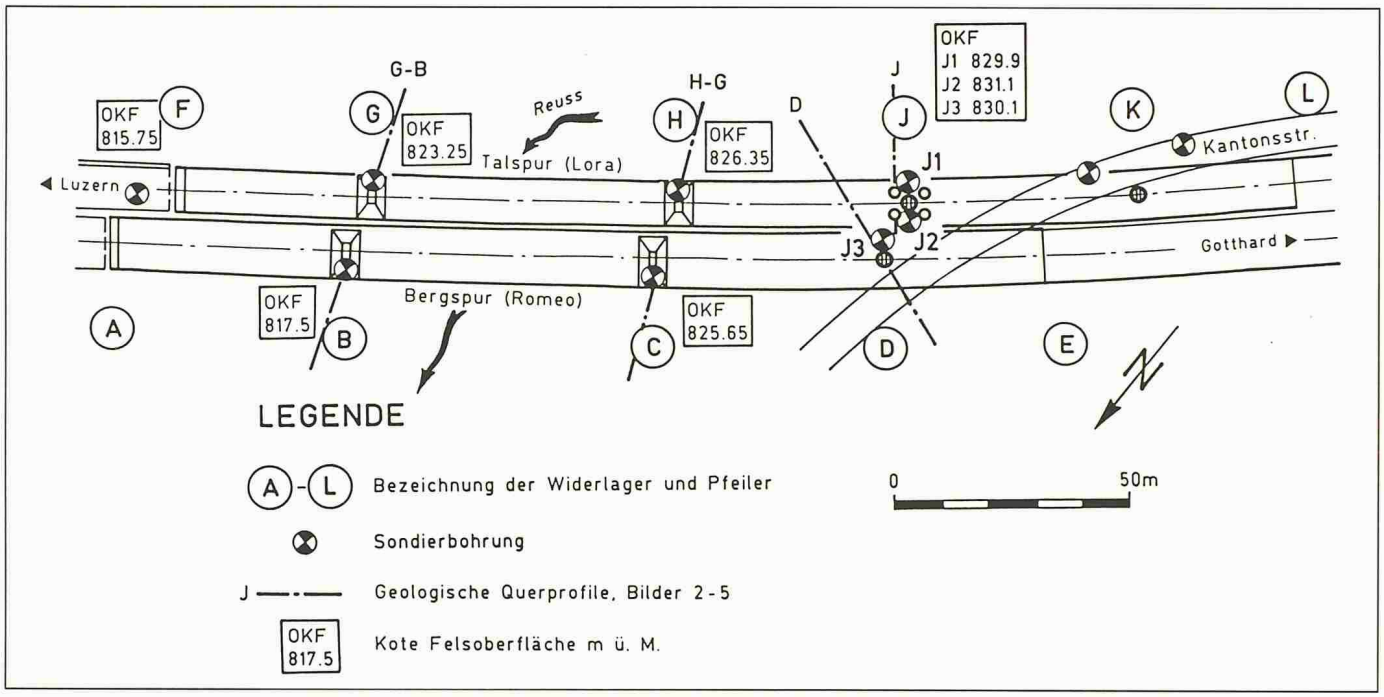


Bild 1. Situation der Sondierungen

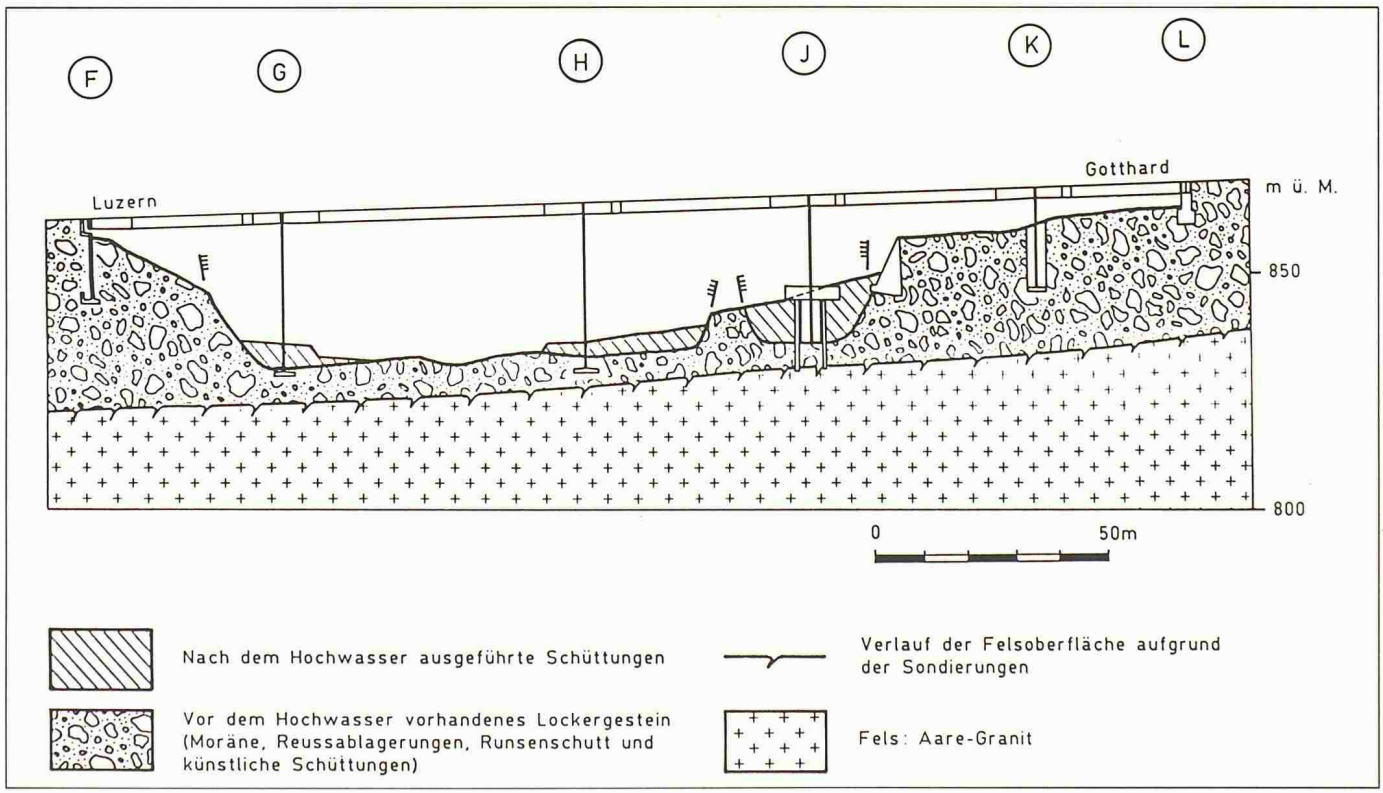
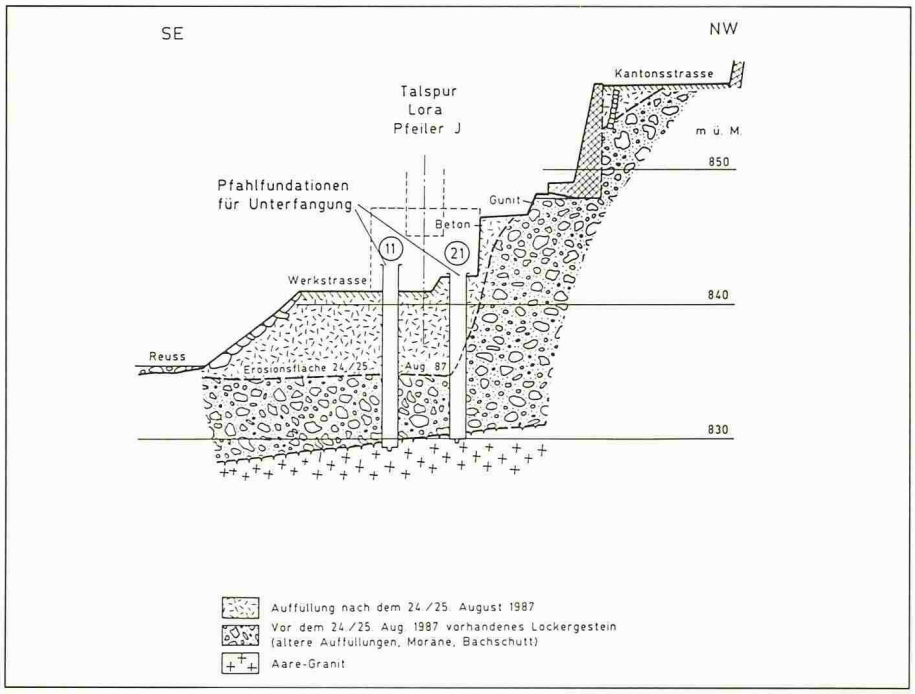


Bild 2. Geologisches Profil durch die Talspur (Lora)

1). Dies im Hinblick auf die Planung eines verbesserten Schutzes vor künftigen extremen Hochwassern. In einer dritten Phase wurden die Untergrundverhältnisse im Bereich des Widerlagers Nord wie auch für die Sanierung der Kantonsstrasse und die Reussverbauung abgeklärt. Die Sondierungen wurden ferner durch eine geologische Neukartierung ergänzt. Die Auswertung erfolgte hauptsächlich in Form von geologischen Längs- und Querprofilen (Bilder 2–6).

Felsoberfläche und Felsuntergrund

Bereits die ersten Sondierungen bei der N2-Reussbrücke zeigten, dass die Form der Felsoberfläche sich nicht mit der Gestalt der stark gegliederten, gegen die Reuss steil abfallenden Terrainoberfläche deckt. Wie aus den Auswertungen der Bohrungen ersichtlich ist, verläuft die Felsoberfläche im Untergrund der Brücke ziemlich flach (Bild 2). Die Bohrungen in der weiteren Umgebung bestätigen, dass die Felsoberfläche ein ausgedehntes, flaches Becken bildet. Dessen Sohle liegt sogar etwas tiefer als die Oberkante des flussabwärts folgenden, markanten Felsriegels beim Pfaffensprung (810–850 m ü.M.). Form und Übertiefung sind typisch glaziale Erscheinungen. Sie entstanden durch das Zusammenfliessen des Reusstal- und des Meienreussgletschers während der letzten Eiszeit. Das obere Bekkenende bildet ein weiterer Felsriegel.



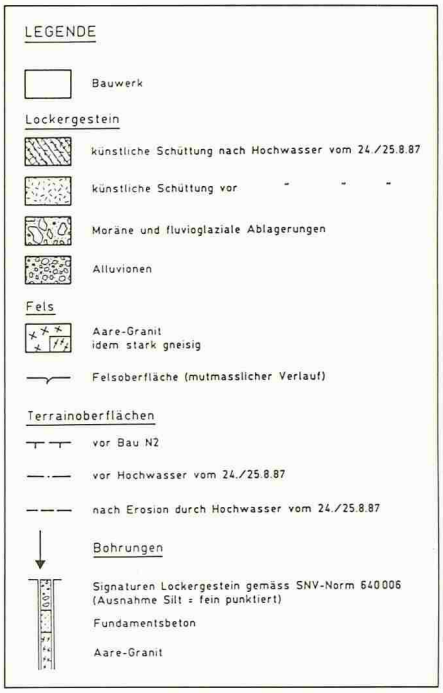


Bild 3. Geologisches Querprofil J

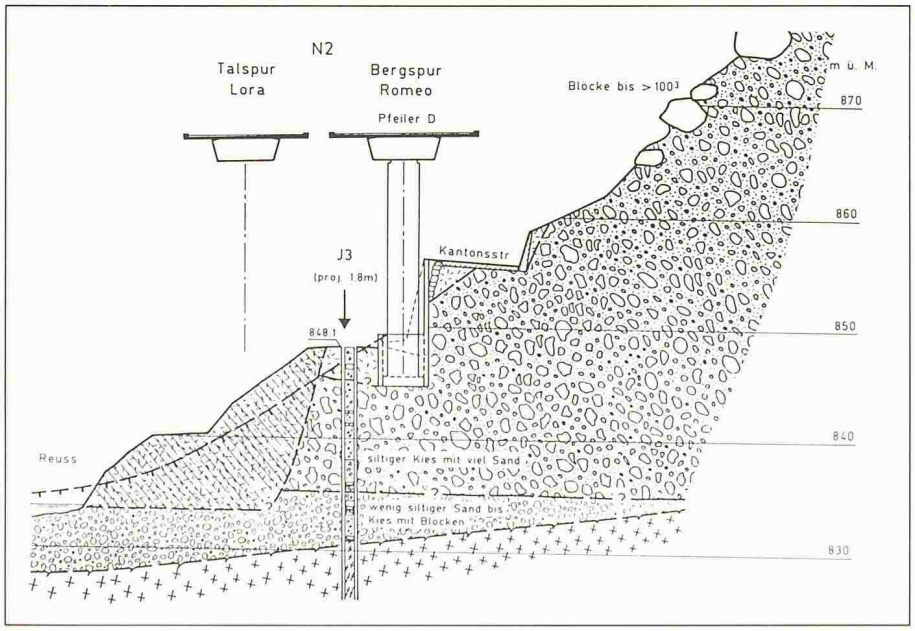


Bild 4. Geologische Querprofil D

Er zieht von den ebenfalls glazial geformten Rundhöckern beim Dorf Wassen über das Südportal des Kirchbergtunnels der SBB zur Reuss hinunter. Dort ist oberhalb des alten, durch das Hochwasser ebenfalls beschädigten Bogenbrückleins (300 m oberhalb der N2-Brücke) auf Kote 845 m ü.M. in der Reuss ein nahezu durchgehendes Felsbett vorhanden.

Der Felsuntergrund besteht aus Aare-Granit, einem Gestein, das sich im Reusstal von der Schöllenen bis nach Gurtnellen erstreckt. Der Aare-Granit intrudierte gegen Ende der vorletzten (herzynischen) Gebirgsbildung vor rund 270 Millionen Jahren in das Altkristallin des heutigen Aar-Massivs. Während der letzten – der alpinen – Gebirgsbildung wurde der Granitkörper mechanisch beansprucht und örtlich deformiert (verschiefert). Zudem rekristallisierte ein Teil des Mineralbestandes bei der abschliessenden schwachen Metamorphose (postkinematische Epimetamorphose). Aufgrund dieser Entstehungsgeschichte ist der Aare-Granit ein heller, vorwiegend leicht gneisiger bis flaseriger, jedoch massiver Granit, der lokal stärker verschiefert ist.

Der Aare-Granit ist ein hartes, erosions- und verwitterungsresistentes und somit geotechnisch im allgemeinen sehr günstiges Gestein.

Lockergestein, Talgeschichte

Nach dem Rückzug der Gletscher vor rund 9000–10 000 Jahren blieb hinter dem Felsriegel beim Pfaffensprung ein flaches Felsbecken zurück, das für eine gewisse Zeit eventuell sogar von einem See eingenommen wurde. Das Becken wurde von drei Seiten mit Schutt gefüllt. Im Beckentiefsten lagerte die Reuss zuerst sandige, dann sandig-kiesige Schichten ab. Die jüngsten Reussablagerungen – wie sie in den frischen Anschnitten durch das Hochwasser zu sehen sind – sind geröllreich und enthalten grobe gerundete Blöcke, vorwiegend aus Aare-Granit.

An der Ostflanke entstanden am Fusse der von den Diederbergen hinunterziehenden Runsen grosse, hauptsächlich durch Lawinen und Murgänge genährte Schuttkegel. Aus Westen transportierte die Meienreuss ihren Schutt. Zudem lagerte ein erneuter Gletschervorstoss in den Raum von Wassen auf der linken Talseite eine mächtige Moräne ab. Der auffallende Blockgürtel mit Granitblöcken von mehr als 100 m³ zeugt von einem während längerer Zeit bei Wassen stehengebliebenen Gletscherende des Meienreussgletschers. Wo sich zu diesem Zeitpunkt der Reusstalgletscher befand, ist nicht klar ersichtlich.

Nach Abschluss dieser Schuttzufuhr war ein sanft geformter Talgrund vorhanden, der auf der Höhe von Wassen auf 890–910 m ü.M., bei Leggistein nördlich der Einmündung der Meienreuss auf 850–870 m ü.M. und oberhalb des Pfaffensprungs auf 820–830 m ü.M.

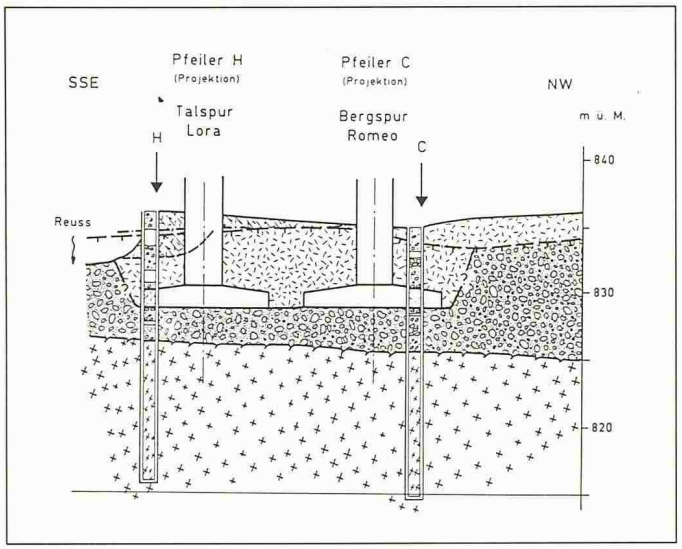


Bild 5. Geologisches Querprofil H-C

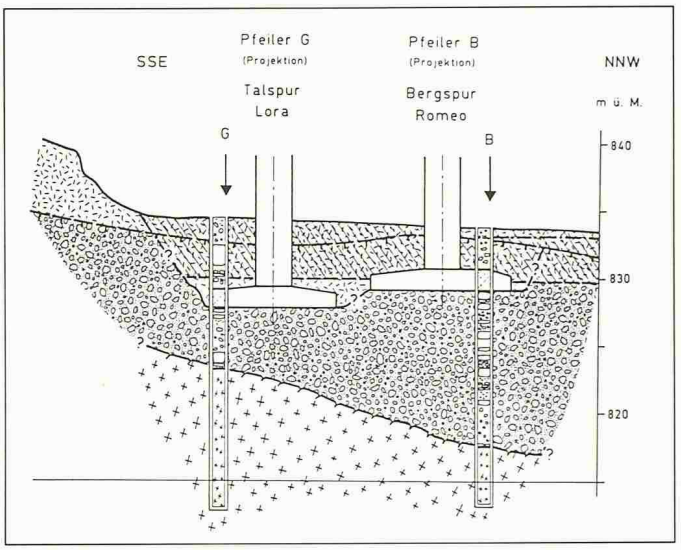


Bild 6. Geologisches Querprofil G-B

lag. Die N2 verläuft sowohl unter- wie oberhalb der Reussbrücke Wassen über Überreste dieses alten Talbodens.

Die Reuss begann sich in der Folge in den Granitriegel beim Pfaffensprung einzuschneiden und schuf die bekannte, sehr enge Schlucht. Die Erosionsbasis sank dadurch von 810 m auf 778 m ü.M. Im rückwärtigen Gebiet begann die Reuss den angehäuften Schutt wieder auszuräumen und formte östlich von Wassen die breite Schlucht, über die die Nationalstrassenbrücke führt. Auf der Höhe der Brücke können die postglazialen Lockergesteins-Erosionsbeträge der Reuss anhand der alten Talböden auf 75 cm/100 Jahre geschätzt werden. Die Meienreuss dagegen schnitt sich entlang einer stärker verschieferten und daher weniger widerstandsfähigen Zone des Aare-Granites in den Fels ein. Es entstand eine bis 40 m tiefe, enge Felsschlucht.

Als allerjüngste Lockergesteinsschicht kommen die im Zuge des Nationalstrassenbaues vorgenommenen Schüttungen hinzu. Sie veränderten die Landschaft z.T. deutlich (Lawinenleitdamm der Chrummlaui beim nördlichen Brückenwiderlager).

Bei allen Lockergesteinstypen handelt es sich um sandige Kiese mit unterschiedlichem Feinanteil, aber durchwegs geringem Tongehalt. Sie sind geotechnisch durchwegs als günstig einzustufen. Bei keiner der Bohrungen wurden ungünstige Schichten wie Torf oder schlammige Seeablagerungen angetroffen.

Pfahlfundationen zur Unterfangung des abgesunkenen Pfeilers J

Die Sondierbohrungen zeigten, dass die Felsoberfläche nur etwa 10–11 m unterhalb des vorgesehenen Arbeitsplanums liegt und der Granit unmittelbar unterhalb der Felsoberfläche gesund und fest ist. Aufgrund dieses Befundes ergab sich die Möglichkeit, die Pfähle und damit den Pfeiler J im Fels zu fundieren. Alle vier Pfähle wurden mindestens 50 cm tief in den gesunden Granit eingebunden. Die geologische Aufnahme der Schächte im Fundationsbereich zeigte, dass in allen Fällen ein kompakter, kaum geklüfteter Granit vorhanden ist.

Fundation der übrigen Pfeiler

Sämtliche Pfeiler und die Widerlager der Reussbrücke Wassen sind im Lokkergestein fundiert. Dieses weist, wie erwähnt, geotechnisch günstige Eigenschaften auf, und zwar sowohl in Bezug auf das Setzungsverhalten wie auch die Tragfähigkeit. Der Pfeiler D ist hoch in der Moräne fundiert (Bild 4). Die Sondierungen bei den beiden Pfeilerpaaren beidseits der Reuss ergaben, dass das Lockergestein unterhalb der Fundamentplatten aus Reussablagerungen besteht. Es handelt sich um sandige Kiese mit Geröllen und reichlich Blöcken, z.T. auch um kiesführende Sande. Beim linksufrigen Pfeilerpaar H-C liegt der Fels im Mittel 2,7–3,3 m unter den Fundamenten (Bild 5). Beim Pfeilerpaar G–B, rechts der Reuss, befindet sich die etwas stärker geneigte Felsoberfläche 5,4 resp. 10,9 m unter den Pfeilermitten (Bild 6).

Adresse des Verfassers: Dr. sc. nat. *T.R. Schneider*, Geologie - Geotechnik, Rütihofstr. 53, 8713 Uerikon.