

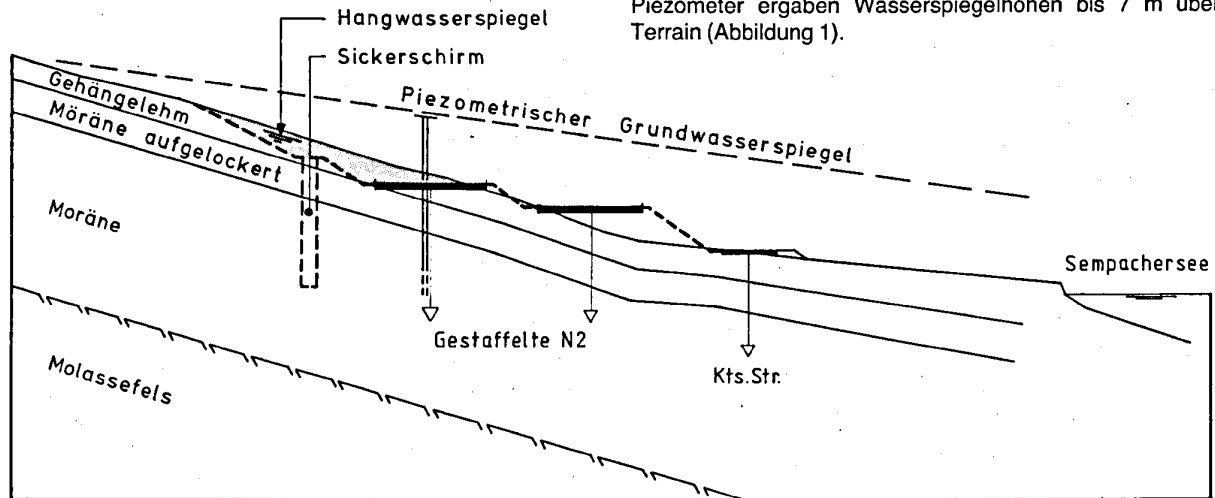
N2 – Hangstabilisierung am Eichberg

Dr. U. Vollenweider, dipl. Ing. ETH, Zürich
 K. Boppart, Ing. HTL, Büro Dr. U. Vollenweider, Rapperswil

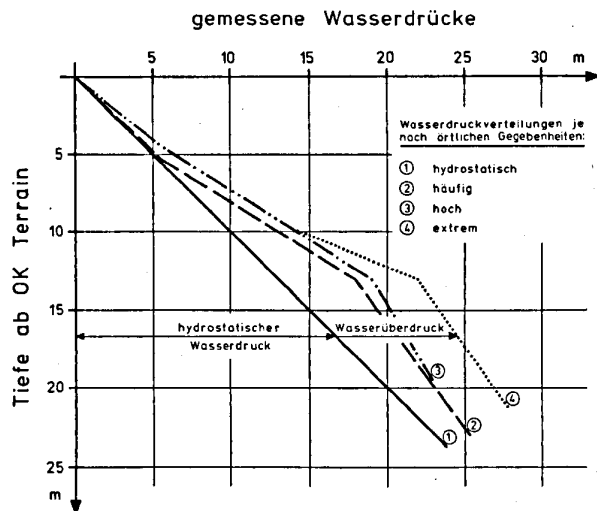
Entlang dem Sempachersee tangiert die Nationalstrasse N2 zwischen Schenkon und Eich einen stabilitätsmässig kritischen Hang. Die geologischen Untersuchungen zeigten, dass in diesem Bereich infolge der artesisch gespannten Grundwasserträger mit schwierigen hydrogeologischen Verhältnissen zu rechnen war.

Geologie und Wasserverhältnisse

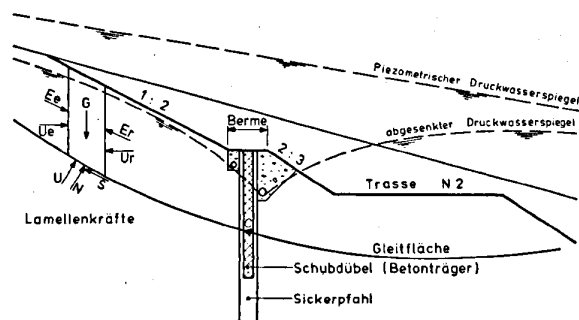
Der mit 15° gegen den Sempachersee geneigte Hang besteht aus einer 10 m bis mehr als 40 m mächtigen Moränendecke über dem Molassefels. In den unteren Schichten der Moräne wurde gespanntes Grundwasser angetroffen. Die höchsten gemessenen Drücke in den Piezometern ergaben Wasserspiegelhöhen bis 7 m über Terrain (Abbildung 1).



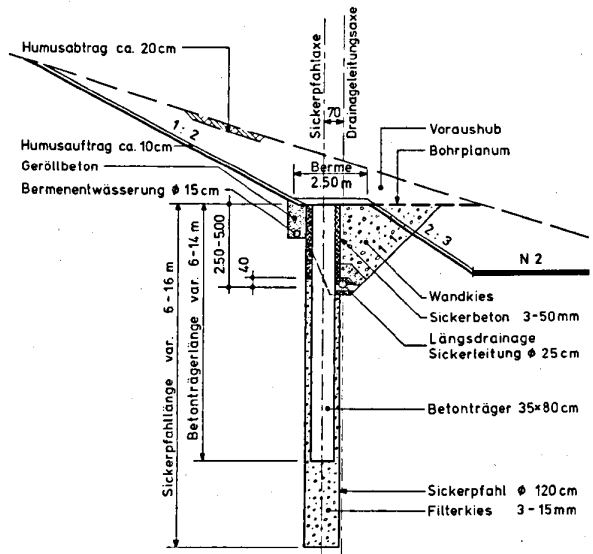
1: Schematisches geologisches Profil.



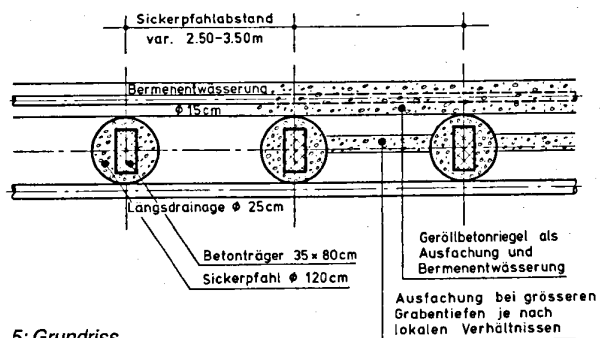
2: Wasserdruckverteilung.



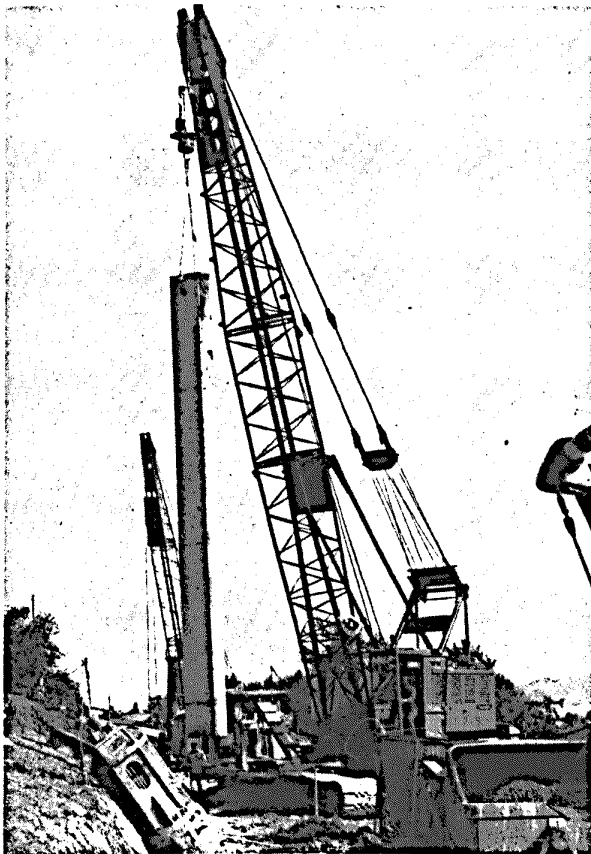
3: Modell für die Stabilitätsberechnungen.



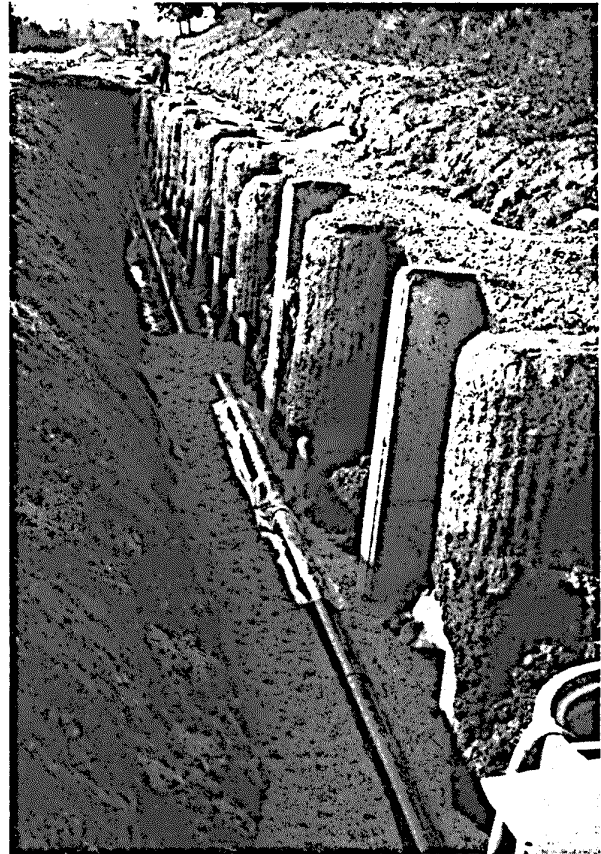
4: Normalquerschnitt.



5: Grundriss.



6: Versetzen der vorfabrizierten Betonträger.



7: Ausführung der Längsdrainage.

Stabilitätsuntersuchungen und Variantenstudie

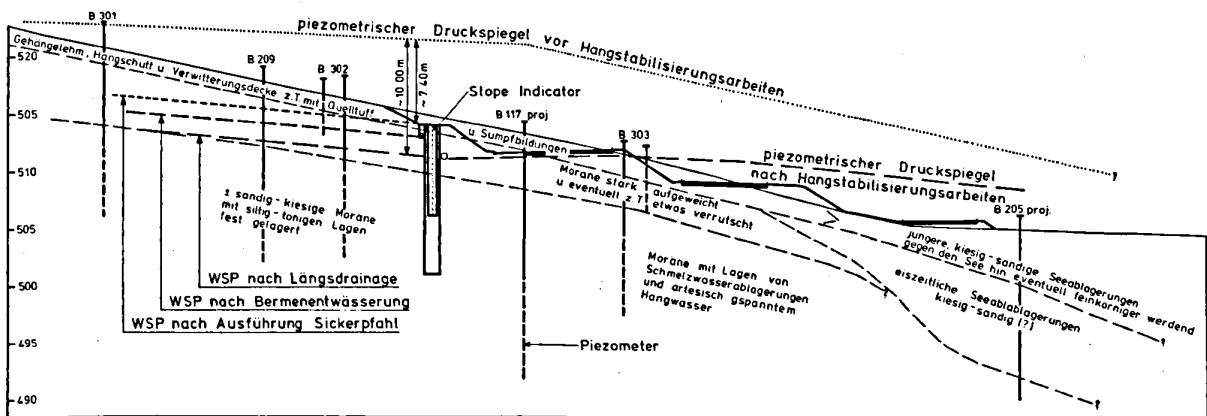
Aufgrund der gemessenen Wasserspiegelhöhen in den Piezometer wurden je nach örtlichen Gegebenheiten verschiedene Wasserdruckverteilungen angenommen und als Grundlage für die Stabilitätsberechnungen in den einzelnen Abschnitten verwendet (Abbildungen 2 und 3).

Die Stabilitätsuntersuchungen zeigten, dass für die Realisierung der Hanganschnitte spezielle bauliche Massnahmen zur Hangentwässerung notwendig waren. Zur Erreichung einer genügenden Stabilitätssicherheit wurden verschiedene Massnahmen, wie Absenkung des Hangwasserspiegels, Entspannung der gespannten Grundwasserträger, Hangsicherung durch permanente Verankerung, Verdübelung des Baugrundes und Erstellen von Kunstbauwerken, in Betracht gezogen.

Diese Massnahmen können einzeln oder in Kombination eine sinnvolle Lösung ergeben. Untersucht wurde jede denkbar mögliche Lösung. Aufgrund der Bewertung der wichtigsten Vergleichskriterien wurde als optimale Lösung ein Drainageschirm mittels Sickerpfählen, verbunden mit einer hochliegenden Längsdrainage und der Anordnung von Schubelementen zur Verdübelung der oberflächennahen Terrainschichten, gewählt.

Ausführungsprojekt

Der Drainageschirm, bestehend aus gebohrten Sickerpfählen $\varnothing 120$ cm, hat die Aufgabe, die artesisch gespannten Grundwasserträger zu entspannen und zu entwässern. Die



8: Messquerschnitt.

einzelnen Sickerpfähle sind mit einer Längsdrainage verbunden, die einerseits das aufsteigende Wasser in den Sickerpfählen ableitet und andererseits den Hangwasserspiegel absenkt. Die im oberen Bereich der Sickerpfähle versetzten Schubelemente, bestehend aus vorfabrizierten Betonelementen, dienen zur Verdübelung der oberflächennahen Terrainschichten und verhindern lokale Hangrutschungen. Die Schubelemente erfüllen im weiteren die Funktion als bergseitige Baugrubensicherung zur Erstellung der Längsdrainage (Abbildungen 4, 5, 6, 7).

Überwachung und Messungen

Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der gewählten Massnahmen wurden in den Sondierbohrungen zahlreiche Piezometer versetzt. Auf drei Piezometern wurden zusätzlich automatische Wasserstandsschreiber installiert. Um das kurz- und langfristige Verhalten der Schubelemente zu überwachen, wurden in sieben Betonträgern Deformationsmessungen mittels Slope-Indicators ausgeführt (Abbildung 8).

Wirkung der Massnahme

Die ausgeführte Stabilisierungsmassnahme erwies sich als erfolgreich. Das Wasserdruckniveau konnte, bei einer

gesamten Hangwasserdrainage von einigen hundert l/min, im kritischen Bereich um 7 bis 10 m gesenkt werden. Dank der Oberflächenentwässerung und der Schubdübel konnte der Hanganschnitt problemlos ausgeführt werden. Mit Fertigstellung der Bauarbeiten zeigten die installierten Slope-Indicators praktisch keine weiteren messbaren Verschiebungen mehr (Abbildung 8).

Technische Daten

Länge der Stabilisierungsstrecke	2 km
Drainageschirm	Sickerpfähle Ø 120 cm Abstand 2,50... 3,50 m Länge einzeln 6... 16 m Länge total 6700 m
Schubelemente	Betonträger 35×80 cm vorfabriziert, im Spannbett vorgespannt Länge einzeln 6... 14 m Länge total 5500 m
Baukosten	3 500 000 Franken
Termine	Baubeginn Mai 1978 Fertigstellung Mai 1979

N2 – Dammstabilisierung Sempach

Dr. U. Vollenweider, dipl. Ing. ETH, Zürich
K. Boppart, Ing. HTL, Büro Dr. U. Vollenweider, Rapperswil

In einem rutschgefährdeten Gebiet bei Sempach musste für die Erstellung der Nationalstrasse ein bis zu 13 m hoher Damm geschüttet werden.

Geologie

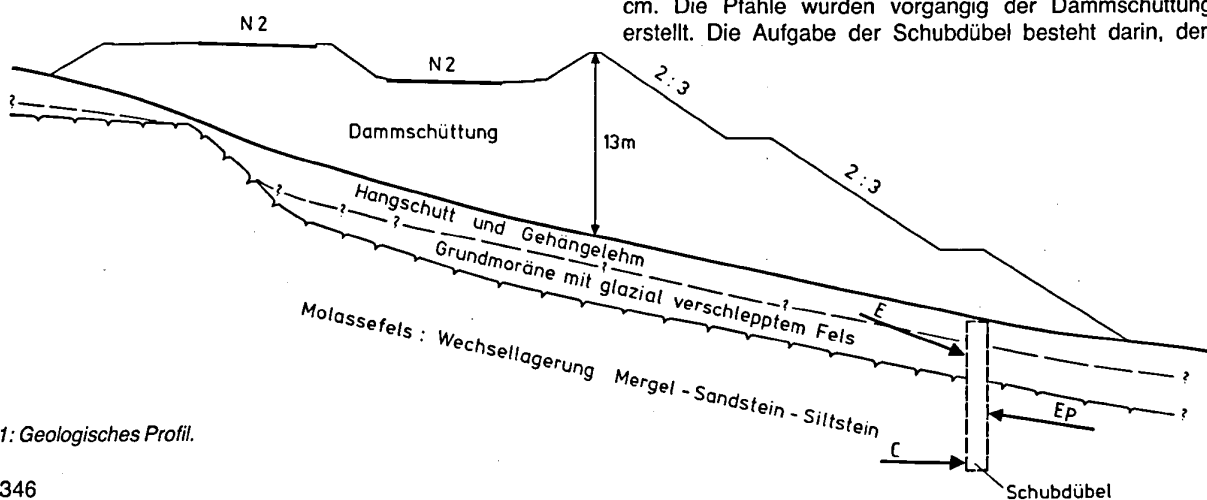
Über der Felsoberfläche befindet sich eine 3 bis 5 m mächtige Deckschicht aus Hangschutt, Gehängelehm und einer Grundmoräne mit glazial verschlepptem Fels. Der Molassefels besteht aus einer Wechsellagerung von Mergel, Sandsteinen und Siltsteinen (Abbildung 1).

Stabilitätsuntersuchungen und Variantenstudie

Die Stabilitätsberechnungen zeigten, dass die Dammschüttung ohne spezielle bauliche Massnahmen nicht ausführbar war. Als Stabilisierungsmassnahmen wurden verschiedene Lösungsmöglichkeiten, wie Materialersatz, verankerte Pfahlwand, Schubelemente aus Bohrpfählen oder Schlitzwandelementen, untersucht. Aufgrund der Bewertung der verschiedenen Kriterien wurde für die Variante Schubdübel entschieden.

Ausführungsprojekt

Die Schubdübel bestehen aus Ortsbetonbohrpfählen Ø 150 cm. Die Pfähle wurden vorgängig der Dammschüttung erstellt. Die Aufgabe der Schubdübel besteht darin, den



1: Geologisches Profil.