Verankerung der Stützmauer Entschigtal

Autor(en): **Schmid, Manuel / Bättig, André**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **116 (1998)**

Heft 12

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-79469

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

Manuel Schmid und André Bättig, Effretikon

Verankerung der Stützmauer Entschigtal

Die konstruktive Ausbildung sowie die Lage der Stützmauer Entschigtal führten zu den 1995 festgestellten Querschnittsverlusten der hinteren Mauerbewehrung. Die Kontrolle des Bewehrungszustands erwies sich als anspruchsvolle Aufgabe im Bereich der Bauinspektion. Die Kombination einzelner Untersuchungen und Messungen ergab eine verlässliche Aussage über Ausdehnung und Ausmass der Bewehrungskorrosion. Um die Tragsicherheit des oberen Mauerteils innerhalb der geforderten Restnutzungsdauer zu gewährleisten, wurden permanente Litzenanker versetzt.

Die Stützmauer Entschigtal wurde in den Jahren 1971-1972 erstellt. Sie befindet sich im Abschnitt Wassen-Göschenen der Nationalstrasse A 2 im Kanton Uri, bildet den talseitigen Abschluss der Fahrspur in Richtung Norden und besteht aus elf Elementen mit zwei unterschiedlichen Querschnittstypen. Der untere Teil der Mauer ist als Schwergewichtsmauer ausgebildet. Die Rückseite des oberen Teils ist bewehrt. Im Querschnitt weist die Mauer auf der Rückseite mehrere horizontale Abtreppungen auf. Die Mauervorderseite ist unbewehrt.

Untersuchungen 1993 und 1995

Visuelle Zustandserfassung

Die visuelle Zustandserfassung 1993 ergab, dass die Arbeitsfugen der obersten Betonieretappen zum Teil wasserführend sind. An der Betonoberfläche der Mauer wurden an mehreren Stellen Risse, Verfärbungen und Aussinterungen beobachtet. Da die Mauer erdseitig bewehrt ist, wurde eine durchgehende Bohrung auf Höhe der oberen Arbeitsfuge erstellt, um die Chloridkonzentrationen an der Rückseite der Wand zu untersuchen. Die Resultate der Analyse führten zur Feststellung, dass die Fuge zwischen Mauer und Fahrbahnbelag undicht ist und somit chloridhaltiges Wasser an die Mauerrückseite und von dort durch die Betonierfuge an die Vorderseite der Mauer gelangt.

Es wurden deshalb 1995 ergänzende Untersuchungen an der Stützmauer Entschigtal durchgeführt, um den Zustand der hinteren Mauerbewehrung zu erfassen. Die statische Überprüfung der Mauer sollte Aufschluss darüber geben, ob die hintere Bewehrung des oberen Mauerteils für die Tragsicherheit der Stützmauer relevant sei.

Potentialmessungen

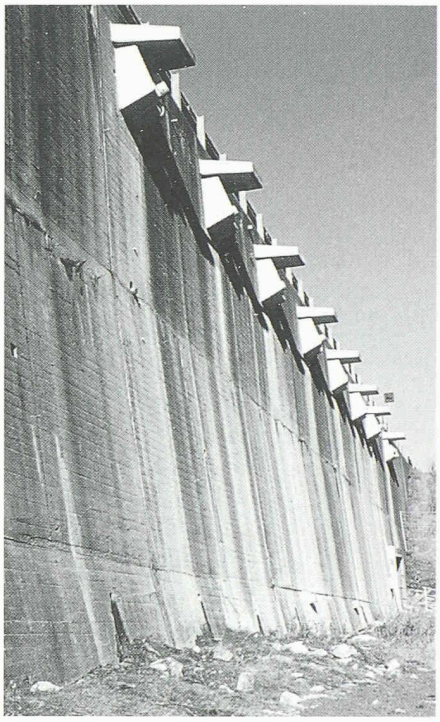
Das Untersuchungskonzept für die Stützmauer basierte auf der Überprüfung folgender drei Punkte:

- Bewehrungspotential im Bereich der Arbeitsfuge auf der Mauervorderseite
- Potentialmessung in Bohrlöchern
- Bestimmung des Chloridgehalts im Beton auf der Mauerrückseite

Das an der Vorderseite der Mauer gemessene Potential wurde in den durchgehenden Bohrungen mit einer Spezialelektrode überprüft und in Abhängigkeit zum Abstand zur Mauervorderseite protokolliert.

Zur Eichung der Potentialmessungen wurden Bohrungen (ø 200 mm) auf Höhe der Arbeitsfuge durch die Mauer vorgetrieben, um ein Stück der hinteren Bewehrung visuell beurteilen zu können. Dies geschah nur dort, wo ein Verdacht auf Korrosion der hinteren Mauerbewehrung vorlag. Die Interpretation der Potentialpunktmessungen von der Mauervorderseite wurde durch die Feuchtigkeit und den Chloridgehalt im Beton sowie die Bauteildicke von rund 60 bis 140 cm erschwert.

Das Potentialprofil der gemittelten Messwerte über den Querschnitt zeigte eindeutig die negativsten Potentiale auf Höhe der Arbeitsfuge (Bild 3). Der im Bohrloch ermittelte Potentialabfall gegen die hintere Mauerbewehrung ist zusammen mit dem beschriebenen Potentialprofil ein Indiz für Bewehrungskorrosion. Eine verbindliche Aussage über allfällige Korrosionsherde und deren Ausmass konnte nur in Kombination mit Chloridanalysen und der Entnahme von Bewehrungsstücken gemacht werden.

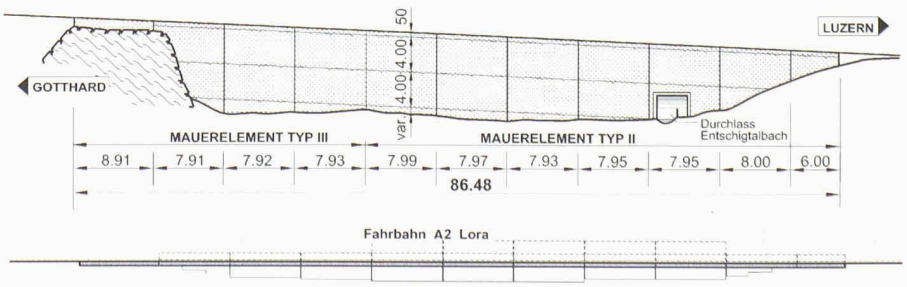


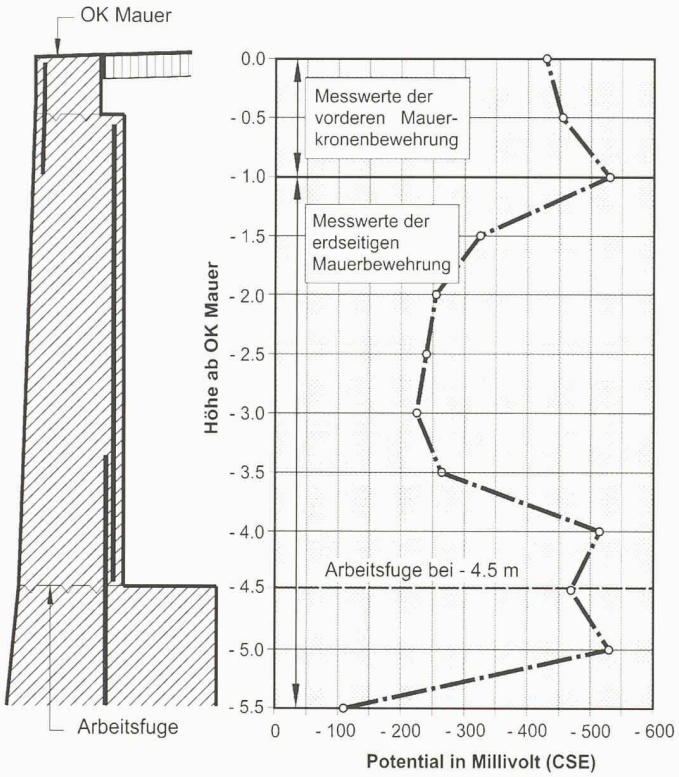
1
Um die Tragsicherheit der Stützmauer Entschigtal zu erhöhen, wurde der obere Mauerteil verankert

Bohrkerne

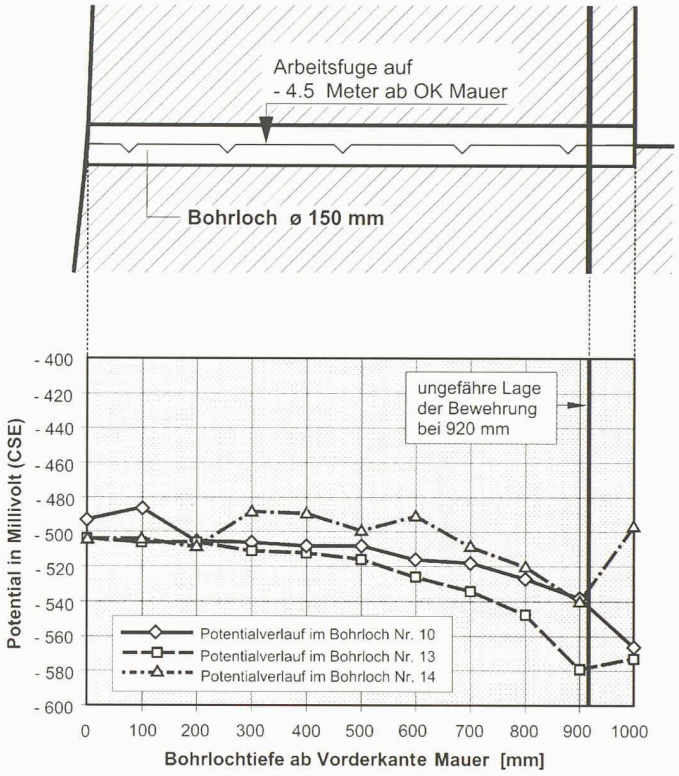
Aufgrund der Potentialmessungen wurden die Bohrkernentnahmestellen festgelegt. Die Chloridanalysen im Beton der Mauerrückseite ergaben vor allem in der Arbeitsfuge stark erhöhte Chloridgehalte. Die durchgehende Bohrung (ø 200 mm) auf Höhe der Arbeitsfuge förderte ein Bewehrungsstück zutage, das exakt in der Arbeitsfuge starke Lochfrassspuren aufwies (Bild 6). Die Querschnittsreduktion betrug etwa 40% des ursprünglichen Querschnitts.

2
Ansicht (oben) und Grundriss (unten) der Stützmauer





3
Typisches Profil der Bewehrungspotentiale über den Querschnitt des oberen Mauerteils



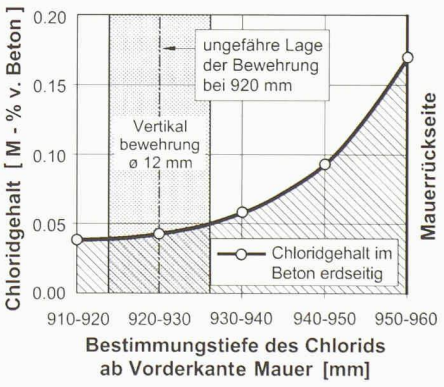
4
Potentialmessung in den Bohrlöchern

Die mauerrückseitige Bewehrung ist ein Haupttragelement der Wand. Die vorhandene Querschnittsreduktion der Bewehrung infolge der chloridinduzierten Korrosion vermindert die Tragsicherheit, so dass Massnahmen zur Erhöhung derselben ergriffen werden mussten.

Statische Überprüfung

Bei der Stabilitätsuntersuchung des oberen Stützmauerteils wurde eine ungenügende Eigenstabilität (ohne Bewehrung) ermittelt. Da die einzelnen Stützmauerelemente untereinander mit sogenannten Schwalbenschwanzfugen verzahnt sind, wird im Versagensfall nicht ein einzelnes Element herauskippen. Der fehlende Widerstand wird zunächst bei den Nachbarelementen mobilisiert, bis auch diese die zusätzliche Beanspruchung nicht mehr aufnehmen können. Der vorerst dank der Schubübertragung verhinderte Einsturz würde schliesslich mindestens drei bis vier Stützmauerelemente mitreissen und mit hoher Wahrscheinlichkeit plötzlich und praktisch ohne Vorankündigung eintreten.

Der beschriebene Versagensmechanismus bedingte eine durchschnittliche Querschnittsreduktion der Bewehrung in einem ganzen Stützmauerelement von 8 m Länge von schätzungsweise mindestens 60%, bei gleichzeitiger Schwächung der Bewehrung der beiden Nachbarelemente um rund 50%.

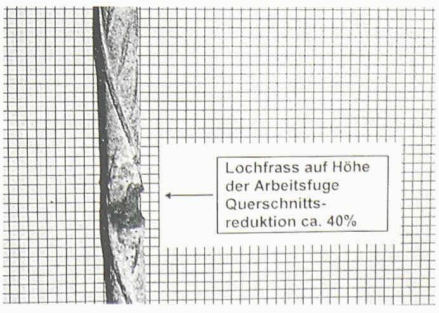


5
Chloridprofil Beton Mauerrückseite

Massnahmen

Da die hintere Bewehrung nur mit grossem Aufwand erreicht werden konnte, drängten sich andere Massnahmen zur Verstärkung der Stützmauer auf. Durch die Rückverankerung der Wandelemente mit Hilfe von acht permanenten Litzenankern im Aare-Granit liess sich die geforderte Tragsicherheit erreichen. Im Falle eines Ankerversagens übernähmen die Nachbarelemente kurzfristig die Zusatzlasten, und eine Kettenreaktion würde dadurch

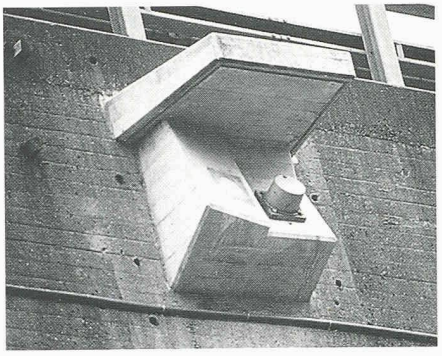
6
Bewehrungsstück aus der Bohrung (Ø 200 mm)



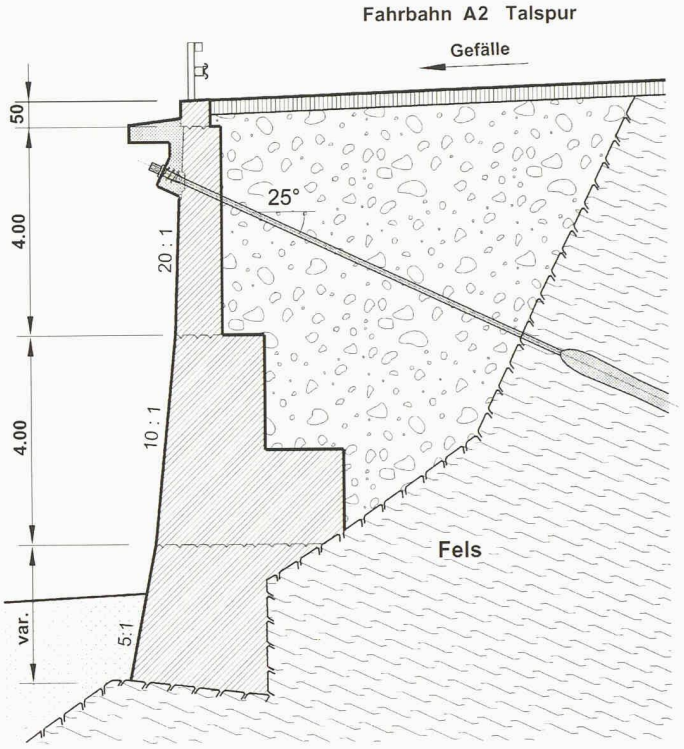
Kosten

Die Kosten (Preisbasis 1996) für die Verankerung der Stützmauer Entschigtal setzen sich wie folgt zusammen:

▪ A Geodätische Überwachung	
Installation, Nullmessung und 10 Kontrollmessungen	Fr. 30 000.–
▪ B Bauarbeiten	
Installation, Gerüste, 8 Anker, Betonschutzdächer, Regie	Fr. 210 000.–
Total A + B	Fr. 240 000.–



7
Betonwiderlager mit Ankerkopf und Schutzdach



8
Mauerquerschnitt mit Felsverankerung

verhindert. Ein ausgefallener Anker müsste so schnell wie möglich ersetzt werden; die Reservestandorte wurden bei der Ausbildung der Betonwiderlager daher bereits berücksichtigt.

Der genaue Felsverlauf war vor dem Versetzen der Anker nicht bekannt. Es wurden deshalb permanente Felsanker vorgesehen, die mit einer bestimmten Überlänge bestellt und nach dem Versetzen entsprechend gekürzt wurden. Das Ankersystem musste folgende Eigenschaften aufweisen:

- Umfassender Korrosionsschutz
- Ausbildung aller Anker als Kontrollanker
- Ausbildung eines Betonschutzdachs (die Anker befinden sich im Entwässerungs- und Sprühnebelbereich der Fahrbahn)
- Einrichten von vier Kraftmessdosen mit Messstation am Mauerfuss
- Vorbereiteter Ersatzstandort für einen allfälligen Ankerersatz

Mit der Verankerung der oberen Stützmauerteile wurden die Massnahmen zur Gewährleistung der Kippsicherheit des oberen Mauerteils abgeschlossen. Im Rahmen der Gesamtinstandsetzung des Autobahnabschnitts, in dem sich die Mauer befindet, sind weitere Instandsetzungsmassnahmen an der Stützmauer vorgesehen.

Schlussfolgerung

Talseitige Stützmauern mit ähnlicher Querschnittsausbildung wie die Stützmauer Entschigtal können unter gewissen Bedingungen eine Gefährdung der Sicherheit darstellen. Die Tragsicherheit des oberen, erdseitig bewehrten Mauerteils kann durch Bewehrungskorrosion verringert werden.

Im Falle eines Versagens der Tragbewehrung wird der Einsturz mehrerer Stützmauerelemente ohne Vorankündigung erfolgen. Bei der Zustandserfassung von Stützmauern ist es daher wichtig, ein besonderes Augenmerk auf die Querschnittsausbildung, das Tragsystem und auf wasserführende Fugen zu richten. Falls eine Korrosionsgefährdung der hinteren Mauerbewehrung vorliegt, kann diese Gefährdung mit dem im Artikel beschriebenen Untersuchungskonzept abgeklärt werden.

Am Bau Beteiligte

Bauherrschaft:
ASB (Bundesamt für Strassen- und Brückenbau) und Kanton Uri (Amt für Tiefbau, Abt. Kunstbauten)

Experte:
U. von Matt, Dr. Vollenweider AG, Zürich

Projektierung/Bauleitung
Ernst Winkler + Partner AG, Effretikon/Altdorf

Bauarbeiten:
Stump Bohr AG, Altdorf; Subunternehmer Baumeister: V. Sicher AG und Kalbermatter GmbH, Wassen; Subunternehmer Gerüst: LAWIL Gerüste AG, Flüelen; Subunternehmer Anker: VSL, Lyssach

Geodätische Überwachung:
Swissair Photo + Vermessungen AG, Altdorf

Adresse der Verfasser:
Manuel Schmid, dipl. Bauing. ETH SIA, und *André Bättig*, dipl. Bauing. ETH SIA, Ernst Winkler + Partner AG, Rikonerstrasse 4, 8307 Effretikon