

# Anspruchsvolle Anker-Wandsanierung



Separatdruck aus «Schweizer Baublatt» Nr. 65 vom 17. August 1999

# Sanierung einer permanent verankerten Elementwand

Aus unbekanntem Gründen versagte ein Teil der vorgespannten Anker bei einer seit 1981 bestehenden, permanenten Hangsicherung. Zwischen Gebäude und Elementwand blieb ein etwa 9 m hoher Arbeitsraum von lediglich 1,50 m Breite. Aus diesem schmalen Raum heraus mussten 184 neue Anker gebohrt und zudem neue Betonlongarinen erstellt werden.

---

Dr. N. Sieber und E. Metry

---

Vor rund 20 Jahren wurde im Staubweidli, einer sehr steil gegen den See abfallenden Wiese, eine Überbauung realisiert. Der Untergrund besteht aus verrutschten stark zerklüfteten Molassepaketen aus Silt- und Sandsteinell sowie Mergel, überdeckt von Gehangeschutt und verrutschten Moränen. Der Bergwasserspiegel lag deutlich unter der Aushubsohle. Zur Realisierung des Projektes musste damals der Hang bis in eine Tiefe von 10 m abgeschliffen werden.

Rasch wurde deutlich, dass das Gebäudegewicht nicht ausreichen würde den Erd- druck auf aufzunehmen, so dass eine vom Gebäude unabhängige permanente Sicherung des Anschnittes realisiert werden musste.

## Permanente Sicherung des Bauwerks

Dazu wurde eine mit Vorspannankern gestützte Elementwand mit sechs horizontalelementreihen vorgeschlagen und auch gebaut. Zwischen der Elementwand und dem danach erstellten Mehrfamilienhaus ergab sich ein Zwischenraum von minimal 1,50 m Breite. Die Dimensionierung der Wand durch

Sieber Cassina + Partner AG (nach den alten, damals noch gültigen Normen) hat bei freien Ankerlängen von 14 bis 21 m und Ankerneigungen von 20 Grad eine Gebrauchskraft von 460 kN ergeben. Damit waren für die 66 m breite Wand 220 Anker in sechs Lagen nötig. Zur Überwachung wurden hinter der Wand in zwei in der Falllinie gelegenen Profilen Inclinometerrohre und in der Wand, in den selben Profilen, Druckmessdosen eingebaut. Diese Messvorrichtungen sollten es erlauben, allfällige Bewegungen frühzeitig zu erkennen.

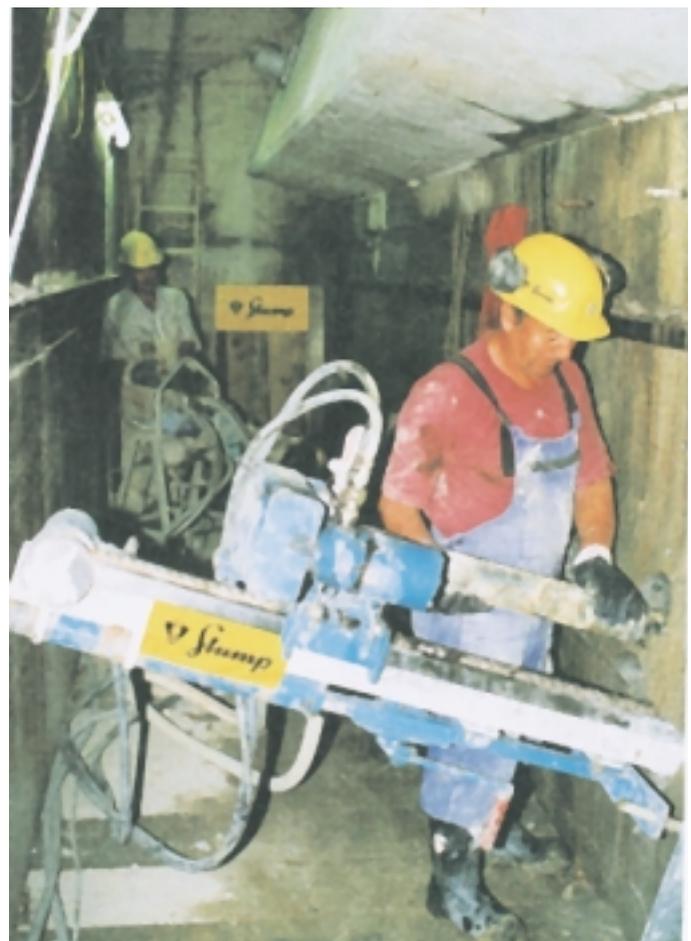
## Beunruhigende Kontrollmessungsergebnisse

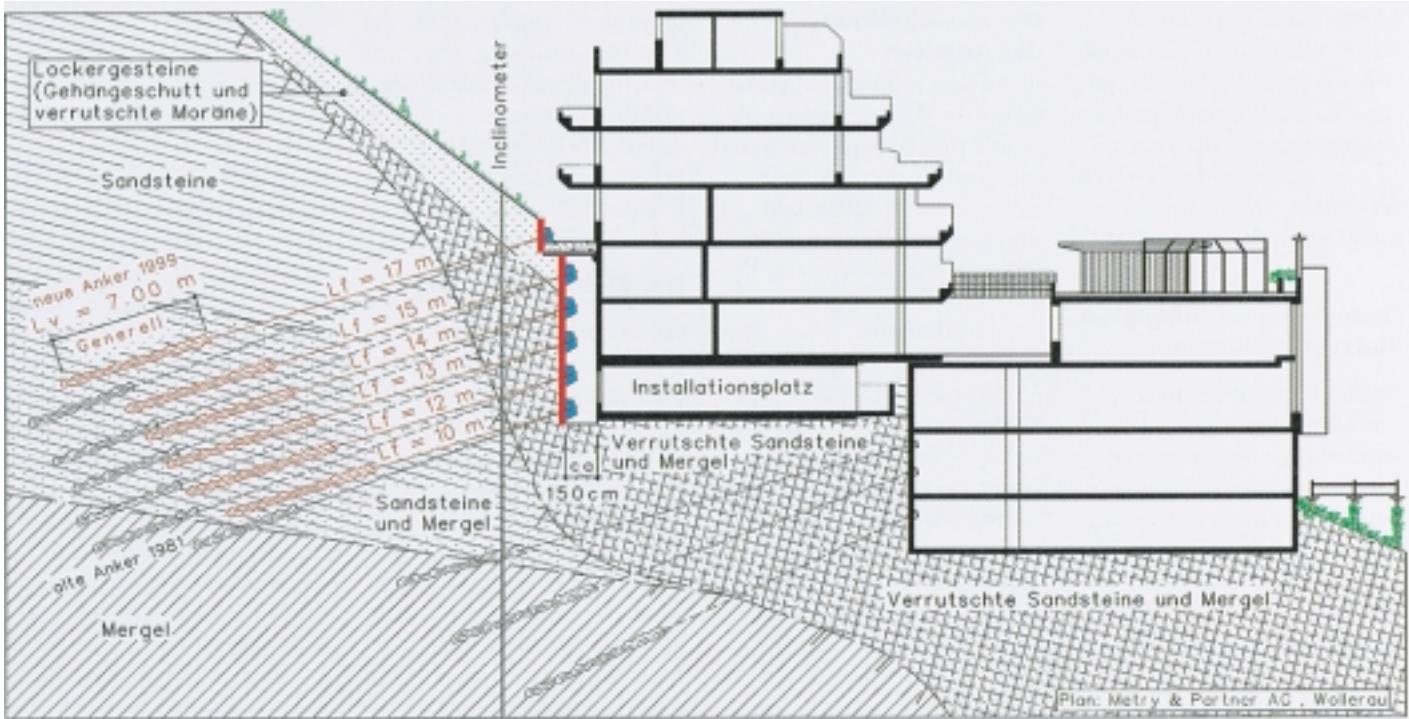
Nachdem zu Beginn bis 1983 regelmässig Kontrollmessungen erfolgten, wurden diese unter anderem als Folge von Handänderungen des Gebäudes nicht mehr weitergeführt. Erst 1990/91, und dann wieder 1998, als der heutige Eigentümer in den Besitz der Liegenschaft kam, wurden vom Ingenieurbüro Metry & Partner AG Kontrollmessungen verlangt, welche sehr beunruhigende Resultate zeigten. Zwar wurden nur in einem der vier Inclinometerrohre geringe Bewegungen talwärts festgestellt, aber die

Ablesungen der Druckmessdosen liessen auf einen starken Kraftabfall einzelner Anker bis auf 0 kN schliessen. Acht beliebig ausgewählte Anker wurden einer genauen Prüfung unterzogen. Zum Schrecken der Beteiligten konnte ein Anker mit den angebrachten Pressen praktisch ohne Widerstand aus dem Bohrloch gezogen werden, bei drei An-

kern waren deutliche Krafteinbussen vorhanden, während vier Anker die geforderten Werte noch knapp erbringen konnten. Einzelne Anker zeigten gerissene Stäbe, während bei anderen der gesamte Anker mit nur geringem Widerstand definitiv gleitet.

Die daraufhin erfolgte Nachrechnung der Wand hat ergeben, dass die mittlere Ankerkraft heute noch bei 333 kN liegt, bei einem nach neuer Norm berechneten notwendigen Tragwiderstand von 504 kN. Somit besteht ein Widerstandsdefizit von 171 kN oder von -34% des notwendigen Widerstandes. Der verbleibende Sicherheitsfaktor von 1.07 (gefordert mind. 1.62) zeigte, dass ein dringender Sanierungsbedarf gegeben war.



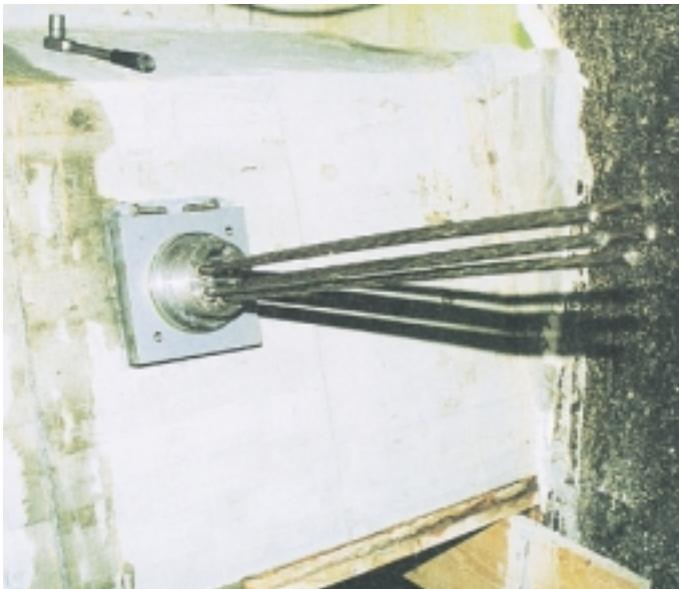
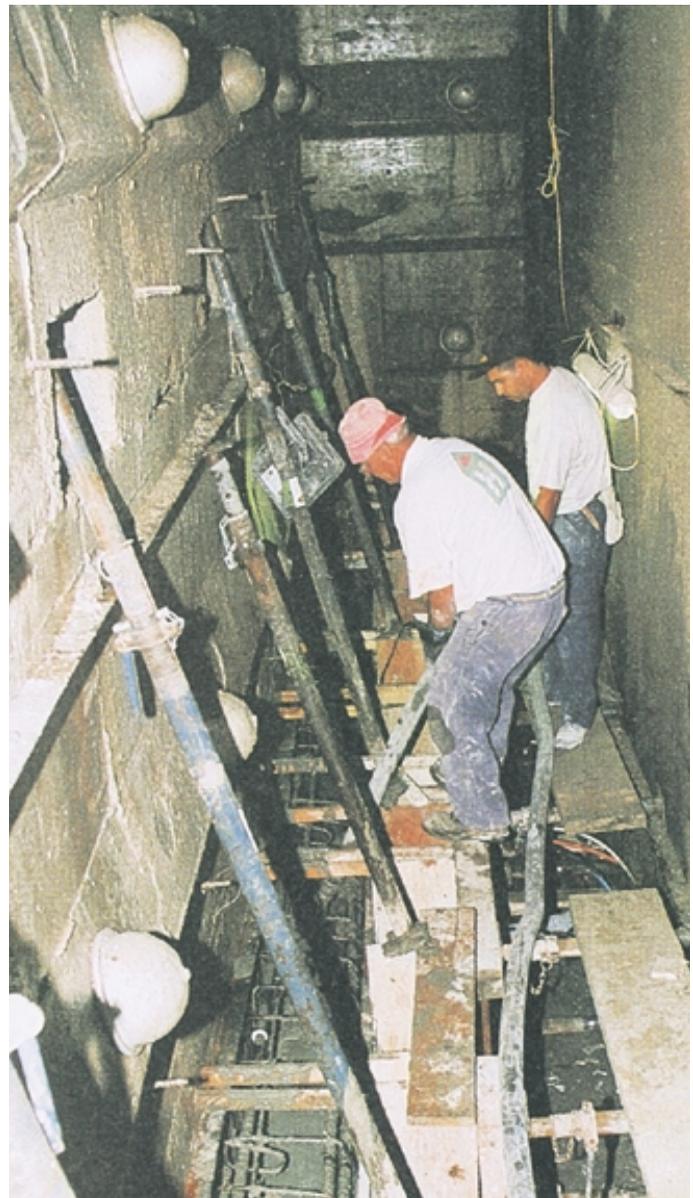


In einer vor 18 Jahren erstellten permanenten Hangsicherung, die ihren Dienst versagte, mussten 184 neue Anker gesetzt und Betonlongarinen erstellt werden.

Links: Die Bohrarbeiten wurden durch die sehr beengten Platzverhältnisse – zwischen Gebäuderückwand und Ankerwand beträgt der Abstand nur 1,50 m – ausserordentlich erschwert.

Rechts: Der Beton musste über eine Distanz von bis zu 100 m und 15 m Höhenunterschied gepumpt werden.

Unten: Der Einbau der 17 bis 24 m langen Anker war durch den kleinen Biegeradius sehr heikel.  
(Fotos: René F. Meier, Wollerau)



## Evaluation der Sanierungsmethode

Eingehende Machbarkeitsstudien, Kostenvergleiche und Berechnungen führten schliesslich zum Resultat, die bestehende Elementwand zu erhalten und mit neuen Ankern zu sichern, eine grosse Herausforderung für alle beteiligten Fachleute. Um die Grundlagen für das Projekt zu erhalten, wurden Schragbohrungen aus dem Keller des Gebäudes niedergebracht, um den geologischen Aufbau sowie die Grundwasserverhältnisse zu verifizieren. Dabei zeigte sich, dass der Sulfatgehalt des Wassers unterhalb der Betonaggressivität liegt, dieser somit nicht für das Versagen der Anker verantwortlich gemacht werden konnte.

## Neue Anker aus beengten Platzverhältnissen

Da die hinter der Gebäudewand liegenden Räume bewohnt und somit für die Sa-

nerungsarbeiten nicht benutzbar waren, musste nach Lösungen gesucht werden, die den sukzessiven Ersatz der bestehenden Anker aus dem nur 1,50 m oder weniger breiten und 9 m hohen Arbeitsraum zwischen Gebäuderück- und Elementwand heraus erlaubten. Die neuen Anker wurden zwischen die alten, teilweise noch tragenden Anker gebohrt. Dort wo der Abstand zwischen der Elementwand und dem Hause wegen Liftschächten weniger als 1,50 m beträgt mussten auf beiden Seiten zusätzliche Anker angeordnet und durch konstruktive Massnahmen eine Kraftübertragung gewährleistet werden.

## Die Ausschreibung der Arbeiten

zeigte, dass nur wenige Spezialfirmen in der Lage waren, die geforderten Bedingungen unter den gegebenen engen Platzverhältnissen zu erfüllen und die Arbeiten termin- und fachgerecht durchzuführen. Die

Firma Stump Bohr AG erfüllte die Zuschlagskriterien in allen Punkten und wurde mit der Ausführung betraut. Die engen Platzverhältnisse liessen nur kleine Spezialbohrgeräte zum Einsatz kommen, die elektrisch betrieben wurden, denn der geschlossene Arbeitsraum erlaubt keinen Einsatz von Verbrennungsmotoren. Die Entsorgung des Bohrschlammes muss über zwei Absetzbecken erfolgen und jeweils abgepumpt werden. Da kein direkter Zugang zu den Bohrstellen von oben möglich war konnte die Erschliessung und der Zutransport nur durch die Tiefgarageunter dem Haus erfolgen, was äusserst aufwendig war. Erschwerend war zudem, dass praktisch für jeden einzelnen Anker die Arbeitsbühnen und Leitern uminstalliert werden mussten.

## Der Einbau der Anker

war besonders heikel, da der kleine erforderliche Biegeradius die Gefahr des Ver-

letzens des Korrosionsschutzes während dem Einschleiben der Anker erhöhte. Der Korrosionsschutz der Anker wurde am fertig erstellten Anker durch elektrische Widerstandsmessungen geprüft. Die Dimensionierung ergab, dass 184 neue Anker mit freien Längen von 10 bis 17 m und einer Tragkraft von je 450 kN gebohrt werden mussten. Zum Einsatz gelangten Litzenanker der Firma Stahlton AG. Die neue Konstruktion soll, wie schon die alte, überwacht werden. Dazu dienen die noch von 1981 vorhandenen, immer noch funktionstüchtigen Inklinometerrohre, sowie 12 neuinstallierte Druckmessdosen. Für die Erstellung der neuen Longarinen waren hohe (Qualitätsanforderungen an den Beton zu stellen. Dieser musste über eine Distanz bis 100 m und einen Höhenunterschied bis 15 m gepumpt werden. Gefordert war ferner eine min. Druckfestigkeit nach vier Tagen von 30 N/mm<sup>2</sup>. Im Trockenbeton aus dem Silo mit angeflanschter Silomischpumpe (SMP) konnte bei der Maxit AG das den erwähnten Anforderungen gerecht werdende Produkt gefunden werden.

Die Sanierung dauert rund sieben Monate, so dass Mitte Dezember 1999 die Arbeiten abgeschlossen werden könnten. Die gesamten Sanierungskosten werden sich auf etwa 3 Mio. Fr. belaufen.

### An der Sanierung Beteiligte

**Bauherrschaft:** Abteilung Liegenschaften Zürcher Kantonalbank, Zürich, vertreten durch Fehr + Rosalen Architekten, Zürich.

**Geologie, Projekt der Wand:** SC+P Sieber Cassina + Partner AG, Zürich, Metry & Partner AG, Wollerau.

**Ankerunternehmung:** Stump Bohr AG, Nänikon.

**Ankerlieferant:** Stahlton AG, Zürich.

**Bauunternehmung:** Hüppin AG, Richterswil.

**Lieferant Trockenbeton und Logistik:** Maxit AG, Birsfelden.

**Bauleitung:** Metry & Partner AG, Wollerau.