

1 Erhaltung permanenter Verankerungen nach Norm SIA 269

Anita Lutz, Dr. Vollenweider AG, Zürich

1.1 Einleitung

1.1.1 Allgemeines



Die Erhaltung umfasst das Sicherstellen des Bestands der materiellen und immateriellen Werte eines Bauwerks. Für die Tragwerke ist die Erhaltung aktuell in den neuen Normen SIA 269 und 269/1 bis 269/7 (2011) geregelt. Die Ziele der Erhaltung sind, dass ein Bauwerk für eine zu bestimmende Restnutzungsdauer:

- die Anforderungen aus der Nutzung
- und die gesetzlichen Anforderungen erfüllt
- die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet
- den Erhaltungswert bewahrt
- und dass das Potenzial des Bauwerks ausgeschöpft wird.

Ein permanenter Anker ist gemäss 1.1 Fachausdrücke der Norm SIA 267 (2003): Ein „*vorgespannter Anker mit einer Nutzungsdauer länger als zwei Jahre bzw. ungespannter Anker mit einer Nutzungsdauer länger als fünf Jahre.*“

An neue permanente Anker stellt die Norm SIA 267 (2003) Anforderungen. Und zwar ist für vorgespannte Anker „...*ein umfassender Korrosionsschutz erforderlich, dessen Wirksamkeit ... überprüfbar ist*“ (Ziffer 10.6.3.2). Für ungespannte Anker ist je nach Korrosionsgefährdung und Bauwerksklasse eine (Korrosions-) Schutzstufe 1 bis 3 erforderlich (Ziffer 11.6.3.1.2 und Tabelle 3). Die Norm SIA 267 wird zur Zeit überarbeitet. Gemäss Vernehmlassung wird auch für die ungespannten Anker der Schutzstufen 2 und 3 die Wirksamkeit des Korrosionsschutzes zu überprüfen sein. Zudem verlangt die Norm für Bauwerke mit vorgespannten und ungespannten Ankern, dass sie (auch messtechnisch) überwacht werden.


Die Bauherrschaften ASTRA und SBB haben zusätzliche Anforderungen an permanente verankerte Bauwerke [3]. Im Allgemeinen verlangen sie, dass vorgespannte Anker und nicht ungespannte Anker eingesetzt werden. „... *Ungespannte Anker kommen nur dort zur Anwendung, wo ihr Einsatz Vorteile gegenüber vorgespannten Ankern und andern technischen Lösungen mit sich bringt...*“. Es ist zwingend ein „... *Variantevergleich ...*“ durchzuführen und es sind „... *insbesondere die Vorteile gegenüber einer Lösung mit vorgespannten Ankern ... zu begründen ...*“.

Der Grund für diese Anforderungen liegt darin, dass „*ungespannte Anker ... hinsichtlich ihrer Wirkung, Prüfung und Überwachbarkeit nicht gleichwertig [sind] wie vorgespannte Anker.*“ Die Bedeutung dieser Feststellung sollte sich jeder Projektverfasser bewusst machen, spätestens in der Erhaltung insbesondere bei der Zuverlässigkeit der Beurteilung von Bauwerken kommt dies zum tragen.

1.1.2 Bedeutung der Erstellung



Angesichts der langen Nutzungsdauer der permanenten Bauwerke ist die Wahl eines zweckmässigen Bauwerkskonzeptes von grosser Bedeutung. Wenn immer möglich ist das Bauwerk so zu konzipieren, dass es

sich duktil verhält. Die sorgfältige Ausführung der Anker und des Kopfschutzes entscheiden über deren Lebensdauer. Das Prüfen der Intaktheit des Korrosionsschutzes und der vorhandenen äusseren Tragfähigkeit verhindert systematische Mängel und erhöht die Zuverlässigkeit und die Kenntnis über die effektiv vorhandene Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit.

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>Am Beginn stehen Entwurf und Erstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bauwerkskonzept ■ Sorgfältiges Erstellen ■ Prüfen des Korrosionsschutzes ■ Prüfen der Tragfähigkeit ■ Kopfschutz sorgfältig ausführen ■ Überwachungsmassnahmen einrichten ■ Überwachen und Unterhalt </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269 7</p>	<p>Bei der Beurteilung eines bestehenden Bauwerks und seiner Gefährdungen sollte man sich deshalb die daraus abzuleitenden Fragen stellen. Ist das Bauwerkskonzept geeignet und duktil? Ist es sorgfältig erstellt? Ist der Kopfschutz sorgfältig ausgeführt? Ist die Überwachung repräsentativ und genügend? Etc. zelankers direkt überwacht werden.</p>
--	---

Mit der Überwachung wird das Bauwerksverhalten und wo nötig das Verhalten der Umgebung beobachtet. Damit sollen ein unvorhergesehenes Tragverhalten, Schädigungsmechanismen und Gefährdungen möglichst frühzeitig erkannt werden. Die vorgespannten Verankerungen bieten den Vorteil, dass die Kraft von einzelnen Ankern mit Messdosen einfach überwacht werden können und dass an als Kontrollanker ausgebildete Anker jederzeit die Kraft festgestellt werden kann. Damit können das Ankersystem und der Zustand des Ein

1.1.2 Entwicklung der vorgespannten permanenten Anker (SIA 269/7 Anhang B)

	<p>Im Anhang B der Norm SIA 269/7 ist die Entwicklung der vorgespannten permanenten Anker dargestellt.</p> <p>Paralleldrahtanker Im Einsatz 1951 bis 1988. Vollverbund und Freispielanker.</p>
	<p>Litzenanker Im Einsatz seit 1966. Vollverbund und Freispielanker.</p>

	<p>Einstabanker Im Einsatz 1950 bis 1996. Vollverbund und Freispielanker.</p>
	<p>Mehrstabanker Im Einsatz 1951 bis 1988. Verbund Iv und Freispielanker.</p>

1.1.3 Korrosionsgefährdung

<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small; margin-right: 10px;"> BAU UND WISSEN Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau </div> <div> <p>Korrosionsgefährdung vorgespannte Ankersysteme ([5] ASTRA Forschungsauftrag AGB 2000/470)</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Vollverbundanker</td> <td>Nicht systematisch überprüfbar Begleitende Risikoanalyse Injektion hinter Ankerkopf!</td> </tr> <tr> <td>Freispielanker ohne doppelten Korrosionsschutz</td> <td>Ungenügender Korrosionsschutz. Systematische Schäden oder Einzelfälle möglich. Gefahr Sprödbrüche!</td> </tr> <tr> <td>Freispielanker mit doppeltem Korrosionsschutz</td> <td>Generell Korrosionsschutz genügend, Schäden eher Einzelfälle, Achtung bei Druckwasser und im Übergang lfr - Iv</td> </tr> <tr> <td>Anker mit umfassendem Korrosionsschutz</td> <td>Wirksamkeit Korrosionsschutz jederzeit überprüfbar.</td> </tr> </table> <p style="font-size: x-small; margin-top: 10px;">Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269 14</p> </div> </div>	Vollverbundanker	Nicht systematisch überprüfbar Begleitende Risikoanalyse Injektion hinter Ankerkopf!	Freispielanker ohne doppelten Korrosionsschutz	Ungenügender Korrosionsschutz. Systematische Schäden oder Einzelfälle möglich. Gefahr Sprödbrüche!	Freispielanker mit doppeltem Korrosionsschutz	Generell Korrosionsschutz genügend, Schäden eher Einzelfälle, Achtung bei Druckwasser und im Übergang lfr - Iv	Anker mit umfassendem Korrosionsschutz	Wirksamkeit Korrosionsschutz jederzeit überprüfbar.	<p>Ein zentrales Kriterium für die Beurteilung von vorgespannten Ankern ist die Art ihres Korrosionsschutzes. Entsprechend der Entwicklung der Anker-technik in der Schweiz lassen sich die vier nebenstehenden Ankertypen unterscheiden. Der Ankertyp und seine Schwachstellen erlauben eine generelle Aussage über die Gefährdung durch Korrosion.</p> <p>Wertvolle Hinweise für die Beurteilung bezüglich Korrosionsschäden enthält der ASTRA-Forschungsbericht [5], Spannglieder, Schrägseile und Anker – Beschreibung der Systeme und Erkenntnisse aus Korrosionsschäden (Auszüge kursiv).</p>
Vollverbundanker	Nicht systematisch überprüfbar Begleitende Risikoanalyse Injektion hinter Ankerkopf!								
Freispielanker ohne doppelten Korrosionsschutz	Ungenügender Korrosionsschutz. Systematische Schäden oder Einzelfälle möglich. Gefahr Sprödbrüche!								
Freispielanker mit doppeltem Korrosionsschutz	Generell Korrosionsschutz genügend, Schäden eher Einzelfälle, Achtung bei Druckwasser und im Übergang lfr - Iv								
Anker mit umfassendem Korrosionsschutz	Wirksamkeit Korrosionsschutz jederzeit überprüfbar.								

„Bei **Vollverbundankern** können Schäden mangels systematischer Überprüfbarkeit nur stichprobenweise im Ankerkopfbereich ermittelt werden. Die Zustandsbeurteilung einer Verankerung muss deshalb mit einer Risikobeurteilung verbunden werden.“

Dabei ist bei Vollverbundankern die Qualität und Zuverlässigkeit der Injektion hinter dem Ankerkopf entscheidend. Weil die Ankerköpfe von Vollverbundankern in aller Regel einbetoniert sind oder sogar hinter einem Verkleidungs-beton liegen, lässt sich diese wichtige Frage meist nur durch Suchen und Freispitzen von 2 bis 3 Ankerköpfen beurteilen. Bei gut dokumentierten Bauwerken kann die Zuverlässigkeit der Injektionen jedoch schon aufgrund der Bauakten beurteilt werden.


„**Freispielanker ohne „doppelten Korrosionsschutz“** weisen generell einen ungenügenden Korrosionsschutz auf. Je nach Konstruktionskonzept des Bauwerkes und Ausführungsqualität können bei dieser Ankergeneration Schäden praktisch systematisch oder aber auf Einzelfälle beschränkt auftreten. Zu beachten ist, dass bei diesem Ankertyp nicht selten Sprödbrüche infolge Spannungsrissskorrosion eingetreten sind. Die Zustandserfassung und –beurteilung erfolgt auf der Basis der Überprüfung einer repräsentativen


Anzahl Anker.

Besonders hinzuweisen ist auf ein Phänomen im Zusammenhang mit dem Versagen von Einstabankern. Bei Sprödbbruch dieser Anker führt die freigelegte Energie zum Herausschiessen der abgebrochenen Ankerteile. Werden diese durch vorhandene Hindernisse wie Betonüberdeckungen oder spezielle Schutzeinrichtungen nicht genügend gebremst, besteht im luftseitigen Raum eine grosse Gefährdung.

„Anker mit „doppeltem Korrosionsschutz“ weisen generell einen genügenden Korrosionsschutz auf. Einschränkungen sind evtl. bei Druckwasser und bei der Verbindung zwischen Well- und Glattrohr angebracht. Schäden werden sich bei dieser Ankergeneration bei vernünftig konzipierten Stützbauwerken auf Einzelfälle beschränken. Weil bei Verankerungen dieser Generation in der Regel auch Überwachungseinrichtungen (Messanker, Extensometer oder Inklinometer) vorhanden sind, kann die Zustandsbeurteilung anhand von Messungen, Ankerkopfspektionen und durch Kraftkontrollen (Abheben) erfolgen.

Bei Ankern mit „umfassendem“ Korrosionsschutz“ ist die Wirksamkeit des Korrosionsschutzes jederzeit mit einer elektrischen Widerstandsmessung überprüfbar. Bei positiven Messergebnissen sind keine Schäden zu erwarten. Die Zustandsbeurteilung kann anhand von Messungen und stichprobenartigen Ankerkopfspektionen erfolgen.“

 <p>Korrosionsgefährdung bei ungespannten Ankern</p> <p>Schutzstufe 0/1 Ausführungsqualität sowie unterschiedliches Milieu bezüglich Korrosionsgefährdung beurteilen.</p> <p>Schutzstufen 2 und 3 Bis 2007 verbreitet oder durchwegs Risse und Defekte an Hüllrohren. Achtung: Makroelementbildung bei direktem Kontakt Ankerstahl Bauwerksbewehrung</p> <p>Spezielle Anker Betonstähle mit freier Ankerlänge! Aussehen wie ungespannte Anker. Korrosionsschutz unbekannt, oft mit Schwachstellen. Bei Überstand überprüfbar. Krafteinleitung über Kopf!</p> <p><small>Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269</small> <small>15</small></p>	<p>Ungespannte Anker können nur indirekt beurteilt werden. Informationen über die Ausführungsqualität und die Umgebung haben eine grosse Bedeutung.</p> <p>Im Gegensatz zu den vorgespannten Ankern leiten ungespannte Anker die Kraft nicht ausschliesslich über den Kopf in das Bauwerk sondern teilweise auch im Bereich der Ankerlänge. Anker der Schutzstufen 2 und 3 sind bei sorgfältigem Kopfschutz gut geschützt. Die erste Generation dieser Anker (bis 2007) weisen jedoch verbreitet noch Mängel auf.</p>
<p>1.2 Überwachen</p>	

 <p>Grundsätze Überwachung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterscheide duktilen und nicht duktilen Verhalten der Bauwerke ▪ Überwachung ausführen, interpretieren und Folgerungen ziehen ▪ Rhythmus objektspezifisch festlegen ▪ Redundant überwachen ▪ Mindestanforderungen gemäss SIA Normen <p><small>Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269</small> <small>25</small></p>	<p>Mit der Überwachung erhält man viele Informationen über den Zustand von Bauwerk und von Bauteilen. Die Überwachung kann folgendes enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraftmessung und Korrosionsschutzmessung an Vorspannankern mit Kraftmessdosen. Abhebekräfte bestimmen an Kontrollankern. • Visuelle Überwachung • Verformungs- und Verschiebungsmessungen des Bauwerks und der Umgebung • Wasserspiegelmessungen • Schüttmengen, Versinterungsgrad von Dränagen • Temperatur, Niederschlag
---	---

Im Folgenden einige Beispiele von Überwachungen.



Die Hangsicherungen Hauetli I (1974 bis 1976) und Hauetli II (1999) an der N8 Alpnachstad stützen einen Kriechhang. In Bildmitte die Riegel des Hauetli II. Direkt am Bahntrasse Ankerwiderlager Hauetli I.
 Wir empfehlen folgende Überwachung:
7 Messanker (4 Stk. 1999, 3 1974): jährlich messen
43 Kontrollanker (43 1999, 32 1974): 20 jährlich einen Teil abheben.
3 Inklinometer: 2-jährliche Messung (erste 8 Jahre jährlich)
2 Inklinometer: 5-jährl. (zuerst jährl.)
2 Extensometer jährlich
Messeinrichtung: visuell jährlich



Die verankerte Pfahlwand Haltiwald an der N2 Ausfahrt Hergiswil stützt einen leicht kriechenden Hang. Die 30-jährigen Anker weisen eine leicht erhöhte Korrosionsgefährdung auf.
 Wir empfehlen folgende Überwachung:
Messanker: keine vorhanden
Kontrollanker (228 Stk): 5 jährlich 20 Anker abheben und 10 weitere visuell inspizieren
4 Inklinometer: 2-jährlich
Messeinrichtung: visuell 5 jährlich
Geodäsie Wand: 5-jährlich 4 Punkte
Zudem: grossräumige Überwachung des Hangverhaltens



Der Stützkörper Riedsort an der K2b Weggis LU ist eine verstärkte Stützmauer mit neuen umfassend korrosionsgeschützten Ankern in den Horizontalriegeln und älteren Ankern in den Vertikalriegeln. Der Hang ist ruhig. Nach einer zu Beginn etwas intensiveren Überwachung empfehlen wir:
Messanker neu: jährlich Kräfte und Korrosionsschutz
Kontrollanker (alle neuen): 15 jährlich 10% der Anker abheben
Alte Anker: visuell Beton im Bereich der einbetonierten Köpfe jährlich
Inklinometer: zuerst 2-jährlich dann nur bei Bedarf
Messeinrichtung: visuell jährlich
Dränage: visuell: 2 jährlich
Visuell: jährlich

1.3 Instandhalten

Unterhalt vorgespannte Anker

- Kopfschutz (Fett, Dichtungen) erneuern
- Messkabel, Verkabelungen in Stand halten
- Ergänzen Entlüftungsöffnungen an der Haube
- Einrichtungen von Pflanzen und Tieren reinigen
- Unterhalt an Messeinrichtungen (Schutzrohre, Messkästen, geodätische Messpunkte)
- Anbringen von Schutzeinrichtungen (Dächer, Überspannungsschutz, ...)

Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269 29

Die Instandhaltung umfasst den Unterhalt und die Behebung kleiner Schädigungen. Sie wirkt primär präventiv. Der Unterhalt von Bauwerk und Umgebung umfasst den Unterhalt an den Ankern, die Pflege des Bewuchs, das Instandhalten von Dränagen und Überwachungseinrichtungen. Auf den Korrosionsschutz der Anker ist besonders zu achten. Verkabelungen von Messeinrichtungen brauchen oft trotz Schutzeinrichtungen etwas Unterhalt. Nester von Insekten, Bewuchs etc. führen immer wieder zu Fehlmessungen, was durch Unterhalt vermieden und behoben werden kann.



Hinzuweisen ist darauf, dass Ankerhauben teilweise über kein Entlüftungsloch verfügen, sodass sich Kondenswasser sammelt. Im Bild ein Anker mit durch das stehende Wasser verfärbtem Korrosionsschutz. An solchen Hauben ist unten ein rund 6 mm grosses Entlüftungsloch anzubringen.

1.4 Überprüfen

1.4.1 Generelle Überprüfung

Generelle Überprüfung

- Grundlagenstudium und -aktualisierung
- Visuelle Inspektion
- Auswertung bestehende Überwachungsresultate
- Plausibilitätsrechnung
- Erste Zustandsbeurteilung, erste Prognose
- Beurteilung der Zuverlässigkeit der Aussage
- Massnahmenempfehlung

Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269 35

Gemäss Norm soll die Überprüfung eines Bauwerks phasenweise ablaufen. Zuerst erfolgt die generelle Überprüfung, welche z.B. nebenstehende Aktivitäten umfassen kann. Pläne, Prüfprotokolle, Fotos, statische Rechnungen etc. sind wichtige Quellen für Informationen. Die Zeit, die in das Suchen der Grundlagen und in die Aufmunterung zum Suchen investiert wird, ist im Allgemeinen gut angelegt. Es ist auf Veränderungen an Bauwerk und Umgebung zu achten, die im Laufe der Nutzung stattgefunden haben. Bei älteren Bauwerken haben sich oft Bezugsdaten geändert (Kilometrierung, Meereshöhen u.a.m.).

Bei Ankern ist darauf hinzuweisen, dass die Anforderungen an die Prüfungen der äusseren Tragfähigkeit im Laufe der Zeit geändert haben. Es betrifft sowohl die Höhe der Prüfkräfte, die Prüfzeiten, die Messgrössen etc. Ein Anker, der die bei seiner Erstellung geltenden Anforderungen bei der Prüfung erfüllte, wird darum

nicht in jedem Fall die heutigen Anforderungen bezüglich äusserer Tragfähigkeit erfüllen.



Die visuelle Inspektion gibt erste wichtige Hinweise auf Bauwerk und dessen Zustand.

Nicht jedes Bauwerk ist gut erkennbar. Links im Bild die Hangsicherung Arschella zwischen Disentis und Sedrun, rechtes Bild unten die Sicherung Wässerig im Kanton Luzern. Die Sicherung Wässerig besteht aus vertikalen Mikropfählen und ungespannten Ankern, die mit einem Betonriegel verbunden sind.


Alle Resultate von Überwachungen sind wichtig und in die Beurteilung einzubeziehen. Auch wenn scheinbar keine Messungen und visuellen Kontrollen vorhanden sind, sollten Beobachtungen von Eigentümern, Anwohnern, Unterhaltsdiensten etc. erfragt werden. Jeder Hinweis ist hilfreich. Die Überwachungsergebnisse sollten nicht im Widerspruch mit den Ergebnissen der Plausibilitätsrechnungen stehen.

Aufgrund der vorhandenen Daten, der visuellen Inspektion und von Plausibilitätsrechnungen ist eine Zustandsbeurteilung vorzunehmen. Dabei ist nicht nur der Zustand heute zu beschreiben, sondern auch der Zustand am Ende der Restnutzungsdauer. Schädigungen und Mängel und deren Entwicklung müssen prognostiziert werden. Dies ist oft schwierig, braucht „Engineering judgement“ und muss sorgfältig erfolgen.

BEISPIEL WÄSSERIG

Die Beurteilung der Sicherung Wässerig haben wir aus Gründen der Bedeutung des Bauwerks, der geringen Bedeutung der Einzelanker, unter Beachtung der Gefährdungen und Risiken sowie der Möglichkeiten für weitere Massnahmen und der Verhältnismässigkeit schon am Ende der generellen Überprüfung vorgenommen. Wir sind zu folgendem Schluss gekommen:

Anker und Pfähle sind erforderlich. Falls die Anker und Pfähle intakt sind, ist die Tragsicherheit in Ordnung. Jedoch ist der heutige Zustand von Ankern und Pfählen aufgrund visueller Inspektion nicht beurteilbar und die Zustandsentwicklung nicht prognostizierbar. Korrosion kann nicht ausgeschlossen werden. Deshalb die Beurteilung des heutigen Zustandes: „nicht beurteilbar bzw. beschädigt“.




Massnahmenempfehlung „Wässerig“

- STRATEGIEN
- A) nur visuelle Überwachung. Akzeptiert: plötzliches Versagen, dringende Instandsetzung, Strassenschäden; Ersatz erst bei Bedarf.
- B) Riegel ersetzen und Überwachen.
- C) Detaillierte Zustandsuntersuchung (z.B. ausgraben, Belastungsversuche)
- Hier Empfehlung A oder B


Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269
43

Korrosionsschäden können in Zukunft zu Verkipfung des Bauwerks und Anrissen im Gelände führen. Die Verschiebungen dürften bei Niederschlag oder Schneeschmelze erfolgen. Es wird eher kein plötzliches Versagen aller Dübel gleichzeitig erwartet. Die Wahrscheinlichkeit eines nicht angekündigten Rutsches bis zur Strasse mit Strassenschäden ist gering aber nicht auszuschliessen.

Wir haben der Bauherrschaft zwei mögliche Massnahmenstrategien empfohlen (siehe nebenstehend). Die Wahl muss die Bauherrschaft unter Berücksichtigung der zu akzeptierenden Risiken treffen. Aus unserer Sicht sind beide vertretbar.

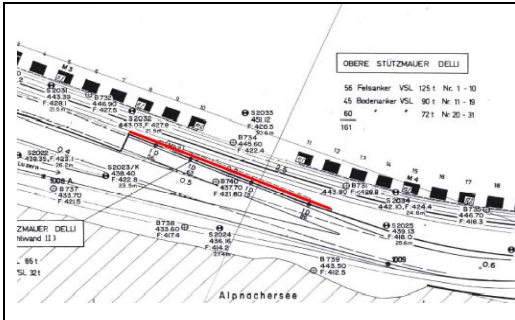
<p> Zuverlässigkeit der Aussage</p> <p>Oft folgende Situation:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Nur empirische Analyse möglich (genügende Tragsicherheit <u>vermutet</u>)▪ Schadenentwicklung nur <u>qualitativ abgeschätzt</u> oder nur potentielle mögliche Schädigung <u>vermutet</u>.▪ Engineering judgement!▪ Sorgfaltpflicht! <p><small>Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269 44</small></p>	<p>Die Zuverlässigkeit der Aussage ist zu überprüfen. Ist die Zuverlässigkeit ungenügend, ist sie zu erhöhen. Dies geschieht in der Regel mit einer detaillierten Überprüfung. Bei Verankerungen stehen bei Vorspannkern die Ankerprüfung im Vordergrund.</p>
---	---

1.4.2 Detaillierte Überprüfung

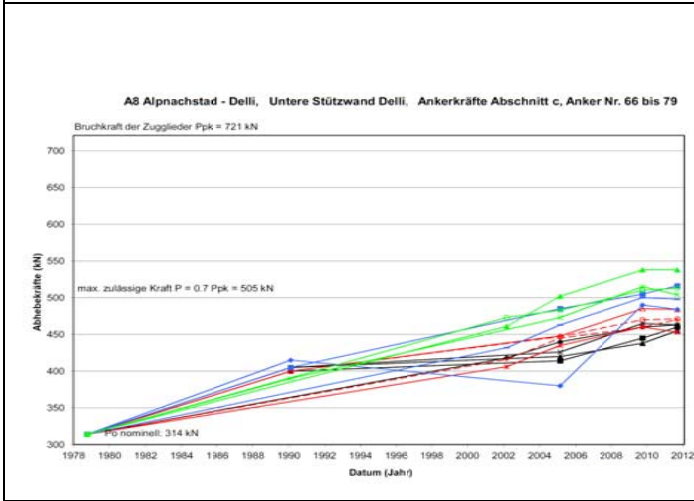
<p> Detaillierte Überprüfung</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Grundlagenaktualisierung▪ Ankerprüfung▪ Rückrechnung, vertiefte Nachrechnungen▪ Zustandsbeurteilung, Prognose▪ Beurteilung der Zuverlässigkeit der Aussage▪ Massnahmenempfehlung (detaillierte Überprüfung, keine spezielle, Sofortmassnahme, erg.Sicherheitsmassnahme, Instandsetzung, Ausserbetriebnahme) <p><small>Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269 48</small></p>	<p>Die Tätigkeiten in der detaillierten Überprüfung sind vielfältig und können je nach Situation stark variieren. Sie kann Überprüfungen und Laboruntersuche an Bauteilen enthalten oder einfach nur vertiefte Nachrechnungen. Am Ende der detaillierten Überprüfung stehen die Zustandbeurteilung und Prognose sowie die Massnahmenempfehlung. Eine detaillierte Überprüfung haben wir beim Bauwerk untere Stützwand Delli durchgeführt, welches kurz vorgestellt wird.</p>
--	--

BEISPIEL UNTERES DELLI

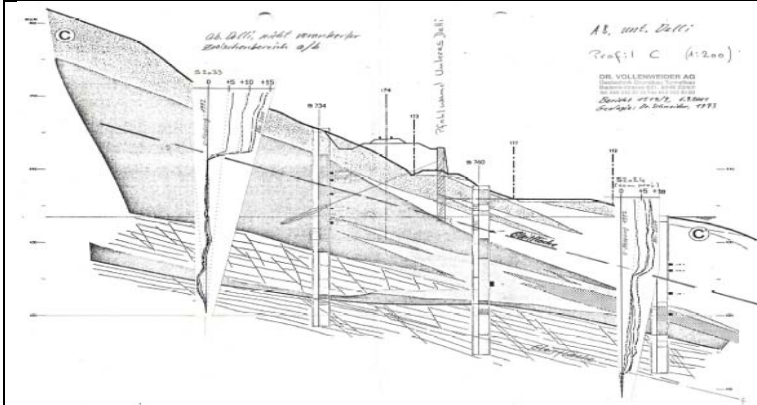
	<p>Die untere Stützwand Delli ist 1978 erstellt worden. Sie stützt den Geländesprung zwischen Strasse und Bahn. Oberhalb der Bahn sind unter dem Efeu die Widerlager der oberen Stützwand Delli erkennbar. Der hier interessierende Bereich (Wandfeld c) der unteren Stützwand Delli ist jener, wo oberhalb der Bahn keine Widerlager sind (zwischen WL 10 und 11). Er enthält 14 Kontrollanker. Erst später 1990 sind 4 Inclinometer eingebaut worden.</p>
---	---



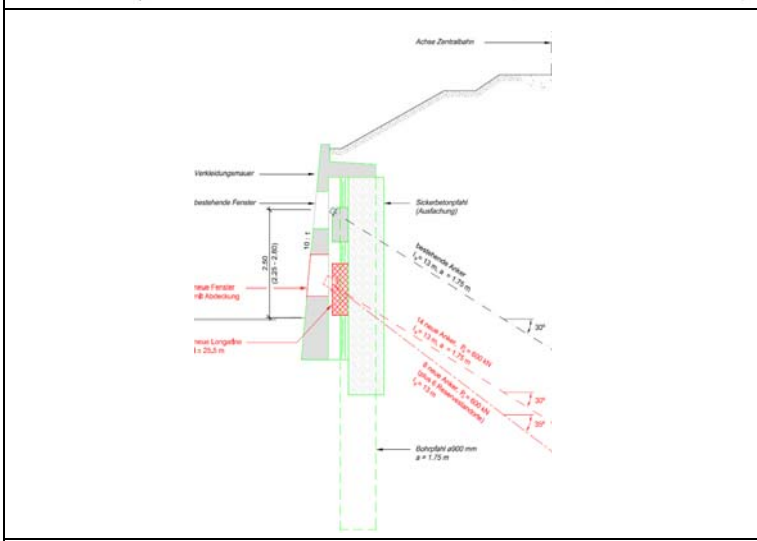
1990 ist auch ein Anker mit einer Messdose ausgerüstet und 8 Anker sind abgehoben worden. Im Rahmen der Überwachung sind dann im Jahr 2002 6 der 14 Anker abgehoben worden. Diese Anker wiesen alle deutlich grössere Abhebekräfte auf, als die 8 im Jahr 1990 geprüften Anker.



Eine Überprüfung erschien angezeigt. Im Jahr 2005 ist als detaillierte Überprüfung eine Ankerkontrolle durchgeführt worden. Die 14 Anker im Wandabschnitt c sind abgehoben worden. Die Abhebekräfte lagen wie befürchtet höher als im Jahr 2002 bei 32 bis 60% (im Mittel 44%) über der ursprünglichen Festsetzkraft. Einzig der Messanker wies „nur“ eine Kraftzunahme von 21% auf. Er ist offensichtlich nicht repräsentativ oder die Kraftmessdose zu wenig zuverlässig. Im Bild sind die Ankerkräfte bis heute dargestellt.



Auch die Inclinometer sind gemessen worden. Im Bereich Wandfeld C sind 2 Inclinometer vorhanden, die 2 Gleitflächen zeigen. Die Verankerungslängen reichen unter die obere Gleitfläche. Die Anker werden durch die Hangverschiebungen gespannt. Die Kraftzunahme der Anker ist plausibel. Das Bauwerk ist als schadhaft beurteilt und 2005 eine Verstärkung empfohlen worden.



Das Verstärkungskonzept ist zwar ausgearbeitet worden, die Arbeiten sind aber aus verschiedenen Gründen noch nicht erfolgt. Es ist geplant, sie nächsten in Angriff zu nehmen. Unterdessen werden die bestehenden Anker, welche im Verstärkungsprojekt weiter wirksam sein sollen, immer stärker beansprucht. Da die Verschiebungen bis heute anhalten, die Ankerkräfte jedoch nicht mehr alle zugenommen haben, vermuten wir, dass einige Anker den äusseren Tragwiderstand erreicht und zu kriechen begonnen haben.

1.4.3 Ankerprüfung



Zu der Ankerprüfung gehört die visuelle Inspektion des Ankerkopfes vor und nach Entfernen des Kopfschutzes.



Bei vorgespannten Kontrollankern und in gewissen Fällen auch Vorspannankern ohne Kontrollankerkopf können die vorhandenen Ankerkräfte mittels Abheben bestimmt werden. Auch Spannproben sind sehr hilfreich für die Beurteilung. Die Norm SIA 269/7 hat das Vorgehen für die „speziellen Spannproben“ festgelegt. Es ist ein analoges Vorgehen, wie bei den Ankerprüfungen gemäss Norm SIA 267. Auf dem Bild wird ein Einstabanker geprüft. Da ein plötzlicher Bruch mit Herausschiessen des Stahles samt Presse nicht ausgeschlossen werden kann, ist die Presse mit einer Stahlkette befestigt.




Hinweise zu der Qualität der ursprünglichen Ausführung des Korrosionsschutzes und zum Korrosionszustand der Zugglieder ergibt das Entspannen der Anker und der Ausbau der Ankerplatte. Dabei sind die Köpfe detailliert zu inspizieren.




Zwei Anker desselben Bauwerks. Beim linken Anker reicht das Hüllrohr bis zur Ankerplatte und es ist Korrosionsschutzmasse sichtbar. Beim rechten Anker reicht das Hüllrohr nicht bis zur Platte, das Injektionsgut ist mehr als 2 m hinter der Ankerplatte. Der Korrosionsschutz ist ungenügend.

1.5 Sichernde Sofortmassnahmen

 <p style="text-align: center;">Sichernde Sofortmassnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Dringlichkeit erkennen ■ Einschränkung der Nutzung ■ Umgehende bauliche Sicherung ■ Ausserbetriebnahme ■ Absperrung ■ Überwachung ■ Alarmierung, Evakuierung <p style="font-size: small;">Erhaltung permanenter Verankerungen nach SIA 269 65</p>	<p>Wenn die Tragsicherheit oder die Betriebssicherheit offensichtlich nicht gewährleistet ist, sind sichernde Sofortmassnahmen zum Schutze von Personen, Sachgütern und Umwelt umzusetzen.</p>
---	--

1.6 Ergänzende Sicherheitsmassnahmen

	<p>Eine Möglichkeit für Massnahmen sind die ergänzenden Sicherheitsmassnahmen.</p> <p>Ein Beispiel dafür ist der aufgebrachte Schutz von Personen und Fahrzeugen vor herausschiessenden Ankerteilen bei den alten, teilweise korrosionsgeschädigten vorgespannten Stabankern (sichtbar unten im Bild). Bild: N01/40, Stützmauer Tierspital Wandfeld c während den Instandsetzungsarbeiten.</p>
--	---

Bei der unteren Stützwand Delli der N08 Obwalden werden als ergänzende Sicherheitsmassnahme bis zur Verstärkung der Wand zusätzliche Überwachungen durchgeführt. Die kritischen Anker werden periodisch, teilweise jährlich abgehoben.

1.7 Instandsetzen und Verändern



Instandsetzungen und Veränderungen von Bauwerken sind sehr vielfältig. Auf dem Bild ist stellvertretend der Stützkörper Riedsort sichtbar. Das Stützbauwerk mit älteren Ankern in den Vertikalriegeln ist mit zusätzlichen neuen Ankern im Horizontalriegel verstärkt worden. Speziell zu erwähnen ist, dass bei den neuen Ankern 10 der 15 Anker als Messanker ausgebildet worden sind. Damit werden gleichzeitig die alten Anker überwacht, die keine Messdosen besitzen.

1.8 Literatur

- [1] sia, Normenreihe SIA 269 (2011) insbesondere Norm SIA 269/7:2011 Erhaltung von Tragwerken - Geotechnik
- [2] sia, Dokumentation D 0240, Erhaltung von Tragwerken – Vertiefung und Anwendung, Erhaltung von Verankerungen am Beispiel Riedsort, Anita Lutz, Juni 2011
- [3] Bundesamt für Strassen ASTRA 2007, ASTRA 12 005, Richtlinie Boden- und Felsanker Die Richtlinie ist von den SBB unter folgender Bezeichnung übernommen worden: Permanent verankerte Bauwerke (SBB + ASTRA) PS-IB 02/08
- [4] Bundesamt für Strassen ASTRA 2007, Forschungsauftrag AGB 2001/489, Permanente, vorgespannte Boden- und Felsanker: Fluktuationen des elektrischen Widerstandes
- [5] Bundesamt für Strassen ASTRA 2005, Forschungsauftrag AGB 2000/470, Spannglieder, Schrägseile und Anker – Beschreibung der Systeme und Erkenntnisse aus Korrosionsschäden

1.9 Kurz-CV

Anita Lutz

1989-90

Ingenieurbüro, Allemand Jeanneret Schmid, Neuchâtel

1991-heute

Ingenieurbüro, Dr. Vollenweider AG, Zürich