

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117 (1999)
Heft: 37

Artikel: Versagen von Bodenankern wegen Fettrückständen
Autor: Maissen, Aluis
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79786>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aluis Maissen, Rabius

Versagen von Bodenankern wegen Fettrückständen

Als Bodenanker dienende Stahliten wurden beim Vorspannen stets unter dem Sollwert der Vorspannkraft herausgerissen. Die Untersuchung an Zement, Zusatzmittel und Litzen ergab als Grund des Versagens, dass Fettrückstände auf den Stahliten deren Haftvermögen enorm vermindert hatten.

Auf einer Grossbaustelle in der Ostschweiz waren vor einiger Zeit zahlreiche Bodenanker zur Sicherung einer Baugrube zu versetzen. Bilder 1 und 2 zeigen die noch nicht fertig ausgehobene Baugrube. Darauf sind zahlreiche Bodenanker sichtbar, die zur Sicherung der Umfassungswände aus Stahlbeton dienen. Diese Zeitaufnahmen zeigen eine sehr kritische Phase auf der Baustelle, denn während rund vier Wochen wurde hier mit dem Versetzen von Bodenankern experimentiert. Es handelte sich dabei um Litzenanker, die jeweils nach dem Erhärten des Injektionsmörtels vorgespannt werden sollten und dabei jedesmal versagten, indem sie wesentlich unter dem Sollwert der Vorspannkraft herausgerissen wurden. Bis es schliesslich klappete, wurden insgesamt 63 Litzenanker erfolglos versetzt. Dass das verantwortliche Unternehmen dabei fast verzweifelte, ist nicht erstaunlich. Aufgrund eines Gesuchs beim zuständigen Bezirksgericht wurde die Empa in der Folge von den Untersuchungsbehörden mit einer vorsorglichen Beweiserhebung beauftragt.

Situation vor Ort

Bild 3 zeigt einen Querschnitt durch die Baugrube mit einer schematischen Darstellung der verwendeten Bodenanker. Es handelt sich hier um vorgespannte Litzenanker, die in einem Bohrloch mit Zementmörtel verankert werden. Das Spannglied ist zweiteilig aufgebaut und besteht aus der freien Länge und der Verankerungslänge. Im vorliegenden Fall betrug die freie Länge 14 m und die Verankerungslänge 4 bzw. 5 m.

Als die ersten Bodenanker auf der Baustelle versetzt wurden und nach 5 bis 7 Tagen vorgespannt werden sollten, versagten diese wesentlich unter ihrer Sollast. In der darauffolgenden Experimentierpha-

se tappte man vorerst bezüglich der Versagensursache noch völlig im Dunkeln. Grundsätzlich mussten alle drei Komponenten der Bodenanker in Frage gestellt werden, nämlich:

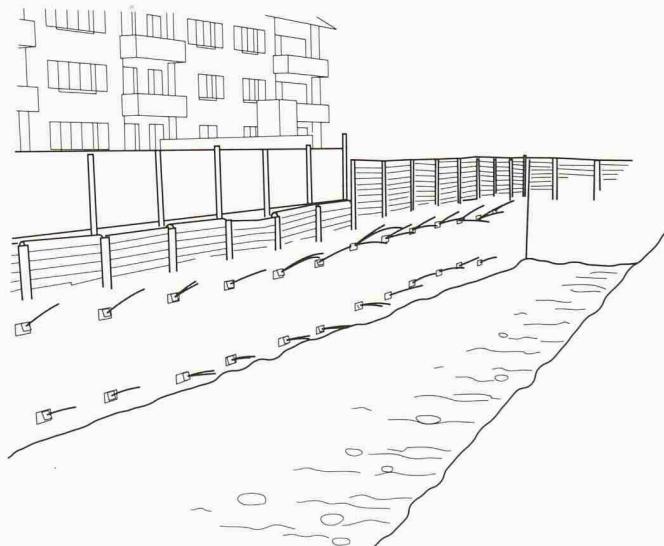
- Die verwendeten Stahliten
- Der verwendete Portlandzement
- Das eingesetzte Zusatzmittel

Als schliesslich nach 63 Fehlversuchen die ersten Bodenanker erfolgreich vorgespannt werden konnten, waren ansehnliche Experimentierkosten aufgelaufen. Um die Schuldfrage zu klären, reichte der Unternehmer ein Gesuch um eine vorsorgli-

che Beweiserhebung beim zuständigen Bezirksgericht ein. Darauf wurde die Empa mit der Abklärung der Ursache beauftragt, wobei die entsprechenden Expertenfragen in der Klageschrift konkret formuliert wurden, deren Beantwortung am Schluss dieses Beitrags in leicht gekürzter Form erfolgt.

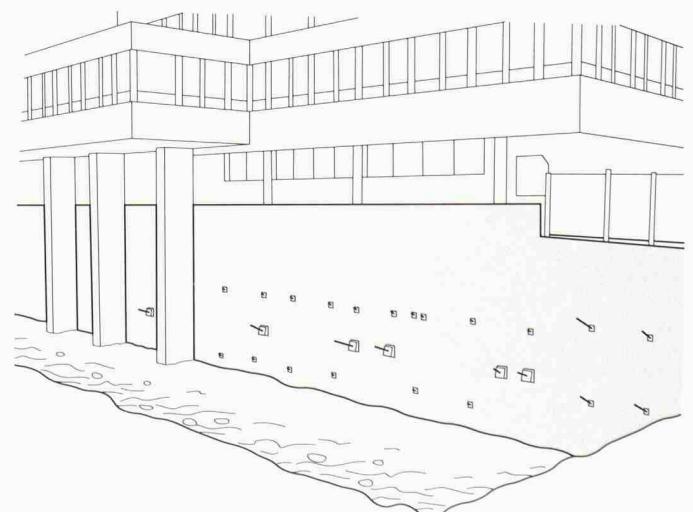
Tauglichkeit des Injektionsmörtels

Der überwiegende Teil der Bodenanker wurde mit einem Injektionsmörtel aus hochwertigem Portlandzement (HPC) versetzt, der teils mit einem Verflüssigerzusatz und teils ohne Zusatz angemacht wurde. Die umfangreichen Laborprüfungen der Empa, die hier nicht im Einzelnen behandelt werden sollen, ergaben jedoch durchwegs respektable Werte für die Druckfestigkeit des Mörtels. Diese über-



1

Skizze der offenen Baugrube mit den Bodenankern zur Sicherung der Stahlbetonwände, Situation gegen Westen



2

Kommentar wie Bild 1,
Situation gegen Osten

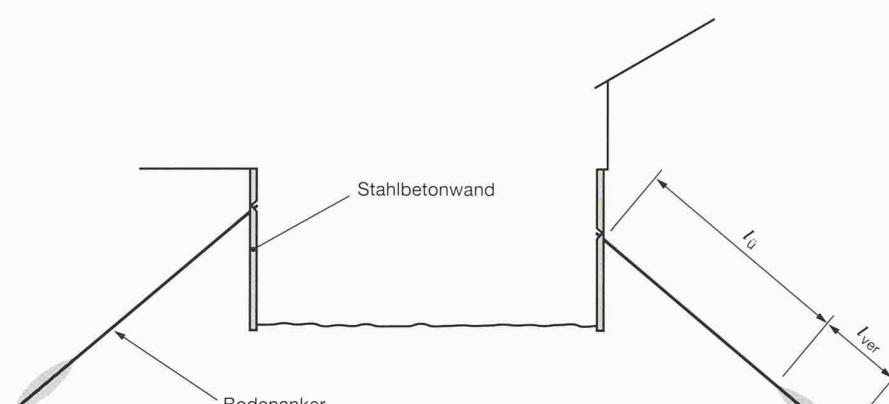
schriften wesentlich den entsprechenden Normwert von 25 N/mm^2 im Alter von 28 Tagen (Norm SIA 162/1). Demnach war nicht die Qualität des verwendeten Portlandzements für das Versagen der Bodenanker verantwortlich. Die Prüfung von neuen Zementproben, die direkt vom Zementwerk geliefert wurden, bestätigte im Wesentlichen diese Aussage ebenfalls.

Auch die Überprüfung des verwendeten Zusatzmittels (Verflüssiger) zeigte durchaus positive Ergebnisse. Mit einer einzigen Ausnahme war nämlich die Druckfestigkeit des Injektionsmörtels bei Verwendung des Zusatzmittels unter gleichzeitiger Einsparung von Anmachwasser grösser als die des Injektionsmörtels allein. Es kann somit festgehalten werden, dass die eingesetzten Zusatzmittel nicht zu einer Abminderung der Mörtelfestigkeit und damit auch nicht zum Versagen der Bodenanker geführt hatten.

Ungenügendes Haftvermögen der Stahllitzen

Aufgrund der erfolglosen Versuche beim Versetzen und Vorspannen der Bodenanker kam langsam der Verdacht auf, dass die verwendeten 0,5"-Stahllitzen in ihrem Verankerungsbereich leichte Fettrückstände aufweisen könnten. Dieser Verdacht wurde durch gezielte Laboruntersuchungen an der Empa erhärtet. Eine chemische Analyse ergab nämlich, dass neben anorganischen Bestandteilen wie Sand und Rost tatsächlich Fettrückstände vorhanden waren. Daraufhin wurden Haftversuche zur Überprüfung des Haftvermögens der Spannstahllitzen durchgeführt. Diese Prüfungen erfolgten in Anlehnung an die Prüfung 41 der Norm SIA 162/1. Für die Versuche wurden zwei verschiedene Haftlängen festgelegt und für jede Haftlänge jeweils drei Originallitzen mit Fettrückständen geprüft, die aus den verwendeten Bodenankern stammten. Zum Vergleich wurden gleichzeitig je drei blanken und fettfreie Spannlitzen getestet. Es sei hier noch erwähnt, dass die Betonqualität den Vorschriften der erwähnten Norm entsprach und dass die Druckfestigkeit des Betons im Versuch 40 N/mm^2 betrug. Die Versuchsergebnisse sind in den Bildern 4 und 5 als Schlupfdiagramme graphisch dargestellt.

Nachdem die beiden Komponenten des Injektionsmörtels (hochwertiger Portlandzement und Zusatzmittel) als Verursacher für das Versagen der Bodenanker eindeutig ausgeschieden werden konnten, verblieb nur noch das ungenügende Haftvermögen der Stahllitzen als Ursache für das Versagen der Bodenanker. Ein Blick auf die Diagramme zeigt den signifikanten



3 Querschnitt durch die Baugrube. Schematische Darstellung der verwendeten Bodenanker.
 $l_{\text{Ü}}$: Übertragungslänge, freie Länge (14 m)
 l_{ver} : Verankerungslänge (4 bzw. 5 m)

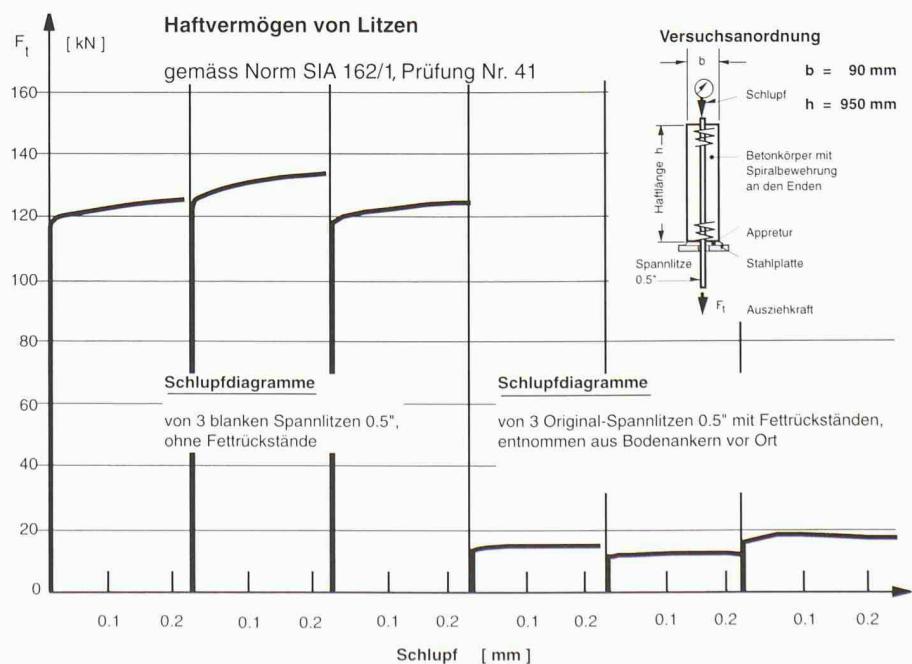
Abfall auf nur etwa 12% des Haftvermögens der Litzen mit Fettrückständen gegenüber blanken Litzen. Der Abfall des Haftvermögens ist dermassen gross, dass es keinen Zweifel am ungenügenden Haftvermögen der Stahllitzen gab. Auch wenn diese Aussage auf Normversuchen basiert, besteht kein Anlass, daran zu zweifeln. Trotzdem wollte die Empa letzte Zweifel seitens des Ankerlieferanten durch Versuche auf der Baustelle an wirklichkeitsgetreuen Bodenankern ausräumen, die Durchführung dieser Versuche in situ

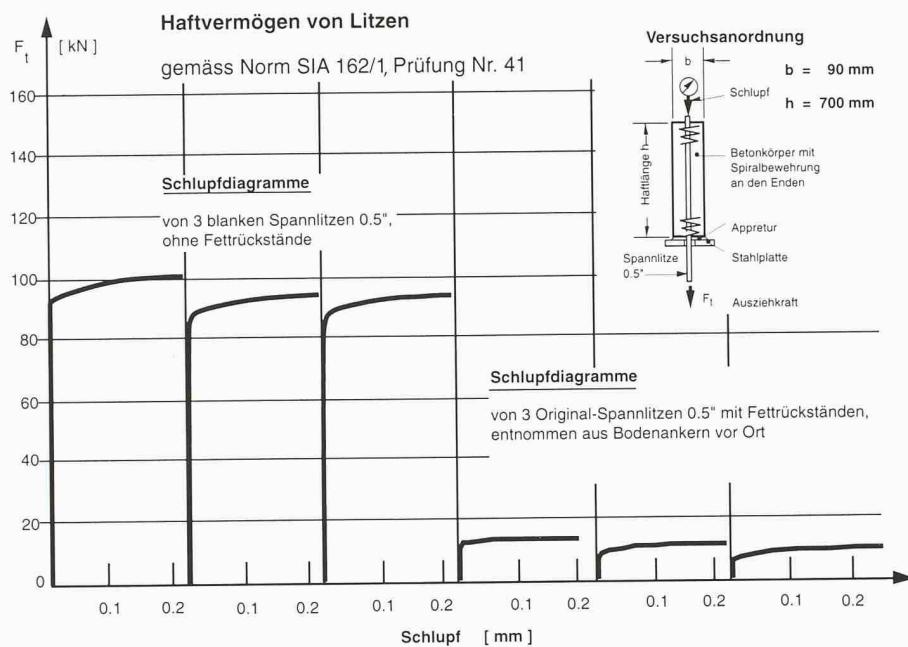
scheiterte jedoch an der Uneinigkeit der zwei hauptbeteiligten Parteien.

Beantwortung der Expertenfragen

Die im Begehr um eine vorsorgliche Beweiserhebung vom Rechtsanwalt der Gesuchstellerin formulierten Fragen werden an dieser Stelle beantwortet. Die Formulierung ist dabei so gewählt, dass die näheren Umstände wie Ort und beteiligte Parteien nicht erkennbar sind.

4
 4
 Schlußdiagramme für eine Haftlänge von 950 mm





5
Schlupfdiagramme für eine Haftlänge von 700 mm

Trifft es zu, dass die Anker zur Sicherung der Baugruben ungenügend hielten?

Dies trifft tatsächlich zu. Dieser Tatbestand wurde anlässlich des Augenscheins von keiner der beteiligten Parteien bestritten und wurde zudem durch die entsprechenden Spannprotokolle des Unternehmers lückenlos erhärtet.

War der verwendete Portlandzement (HPC) tauglich?

Der auf der Baustelle verwendete hochwertige Portlandzement HPC war durchaus tauglich. Dies geht aus den Empa-Untersuchungen klar hervor. Der Unternehmer hat jedoch in einem Ausnahmefall für das Injizieren von drei einzelnen Bodenankern normalen Portland-

zement PC verwendet, dessen Festigkeits-eigenschaften ungenügend waren. Konkret betrachtet, ist dieser (allenfalls infolge Überlagerung) mangelhafte Zement mitverantwortlich für das Versagen dieser einzelnen Bodenanker. Angesichts der Tatsache, dass in der Experimentierphase insgesamt 63 Bodenanker versetzt wurden, ist dieser Ausnahmefall indessen nicht von entscheidender Bedeutung. Ordnungshalber musste der Experte diesen Mangel jedoch klar festhalten.

Was das Zusatzmittel (Verflüssiger) mit abgelaufenem Verfalldatum tauglich?

Aus einer Anfrage des Experten beim zuständigen Lieferanten wurde nicht ganz klar, ob das Verfalldatum des Zusatzmittels

wirklich überschritten war. Tatsache ist jedoch, dass das auf der Baustelle verwendete Zusatzmittel tauglich war und keine Abminderung der Mörtelfestigkeit zur Folge hatte. Auch diese Feststellung wurde durch die Laborprüfungen erhärtet.

Waren die verwendeten Litzenanker tauglich?

Die in der Experimentierphase gelieferten Stahllitzen für die Herstellung von 63 Bodenankern waren nicht tauglich. Es wurden nämlich Fettrückstände im Bereich der Verankerungslänge festgestellt. Die darauf durchgeföhrten Haftversuche zeigten ein ungenügendes Haftvermögen der Stahllitzen. In den Schlupfdiagrammen (Bilder 4 und 5) beträgt der entsprechende Abfall des Haftvermögens rund 88%.

Wenn mehrere Ursachen mitverantwortlich sind: in welchem Verhältnis haben die Ursachen zum Schaden beigetragen?

Abgesehen von den drei bereits erwähnten Bodenankern, bei denen mangelhafter Portlandzement (normaler PC) verwendet wurde, hat nur eine einzige Ursache zum Versagen der Bodenanker geführt, nämlich das ungenügende Haftvermögen der Stahllitzen. Wie der Ausnahmefall mit dem Einsatz des mangelhaften Portlandzements zu gewichten ist, muss der Experte dem Richter überlassen.

Adresse des Verfassers:

Aluis Maisen, dipl. Ing. ETH/SIA, Chistrisch, 7172 Rabius (bis 31.3.99: Empa, Dübendorf)