

Erfahrungen aus den Versuchen an Felsankern

Autor(en): **Ladner, Marc**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **84 (1966)**

Heft 40

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68991>

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.

Von Marc Ladner, dipl. Ing. ETH, EMPA, Dübendorf

1. Einleitung

Im Laufe der letzten Jahre gewann die Felsicherung mit kurzen Felsankern («Felsnägel») im Tunnel- und Stollenbau auch in der Schweiz immer mehr an Bedeutung. Auf dem Markt ist daher eine Vielzahl verschiedener Ankerarten erhältlich, die sich voneinander in der Ausbildung des Ankerkopfes, in den verwendeten Materialqualitäten und im Preis unterscheiden. Dagegen fehlen bei uns leider Vorschriften, die dem Verbraucher die Festigkeitswerte des Ankerstangenmaterials garantieren, sowie präzise Angaben über die Dimensionierung und das Versetzen der Anker.

Auf Anregung des Kantonsoberingenieurs des Kantons Graubünden und im Auftrag der Bauleitung des San Bernardino-Tunnels, Los Nord (Elektro-Watt, Chur), wurde deshalb die Eidgenössische Materialprüfungs- und Versuchsanstalt in Dübendorf mit der Abklärung dieser Fragen betraut. Diese hat im Rahmen einer grösseren Forschungsarbeit, welche erfreulicherweise von der Kommission für Strassenbauforschung unterstützt wird, ein entsprechendes Versuchsprogramm ausgearbeitet. Die Arbeiten daran wurden sofort aufgenommen, und in einer ersten Versuchsphase konnten schon einige Erfahrungen gewonnen werden, über die hier berichtet werden soll.

2. Versuche

Die Verformungs- und Festigkeitseigenschaften eines versetzten Ankers lassen sich am einfachsten mit dem Ausziehversuch bestimmen. Um diese Eigenschaften für verschiedene Ankertypen unter sich vergleichbar zu machen, wurden die Versuchsanker in Betonkörper versetzt. Damit konnten die Einflüsse aus der immer vorhandenen Gesteinsinhomogenität bei den Messungen weitgehend ausgeschaltet werden. Gleichzeitig liess sich jedoch auch die Wirkung der Grösse des Bohrlochdurchmessers auf die Tragfähigkeit und Verformungen der Anker untersuchen. Der Einfluss der Gesteinsart auf die erwähnten Eigenschaften bleibt weiteren Versuchen vorbehalten.

Die bis jetzt durchgeführten Versuche beschränkten sich auf Spreizanker. Der Aufbau eines solchen Spreizankers geht aus Bild 1 hervor. An beiden Enden der Ankerstange aus Stahl ist ein Gewinde angebracht, welches zur Aufnahme des Konus bzw. der Anziehmutter bestimmt ist. Auf das Konusgewinde wird der Konus mit den Klemmbacken geschraubt. Der so zubereitete Anker kann dann in das Bohrloch geschoben werden; über das herausragende Ende der Ankerstange wird die Ankerplatte gelegt und schliesslich mit der Anziehmutter der ganze Anker festgeschraubt. Dadurch verkeilen sich die Klemmbacken mit der Bohrlochwandung, und die Ankerstange kann unter Zug gesetzt werden.

Bei den Versuchen erzeugte ein hydraulischer Hohlkolben, der zwischen Ankerplatte und Anziehmutter eingelegt war, die erforderliche Zugkraft. Diese wurde an einem zusätzlich noch dazwischen geschalteten Eichstab mit Dehnungsmessstreifen abgelesen (Bild 2). Während der Versuche wurden die zu jeder Laststufe gehörenden Verschiebungen der beiden Ankerstangenden sowie der Kolbenhub gemessen.

Trägt man den Kolbenhub k in Funktion der Ankerzugkraft Z in einem rechtwinkligen Koordinatensystem auf, so erhält man die sogenannte «Ankerkennlinie». Verfährt man auf die gleiche Art für die Verschiebungen des Ankerstangenedes beim Konusgewinde, so bekommt man das «Schlupfdiagramm». Die Anordnung der Messstellen gestattete auch die Aufnahme des «Spannungs-Dehnungs-

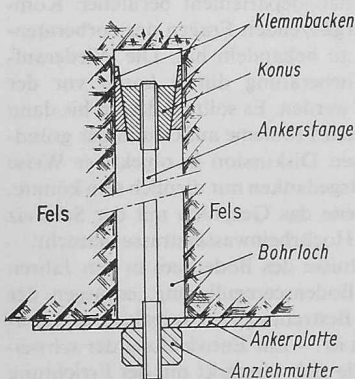


Bild 1 (links). Schematischer Schnitt durch einen Spreizanker

Bild 2 (rechts). Versuchsanordnung für Ausziehversuche

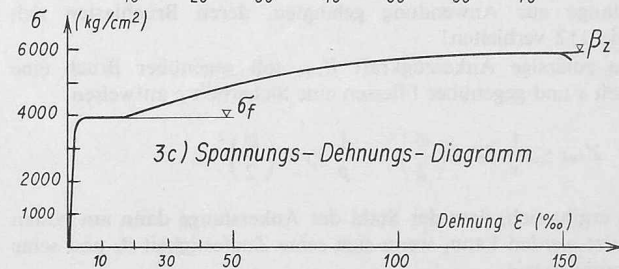
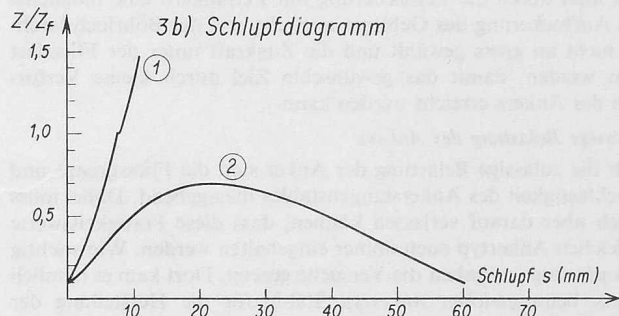
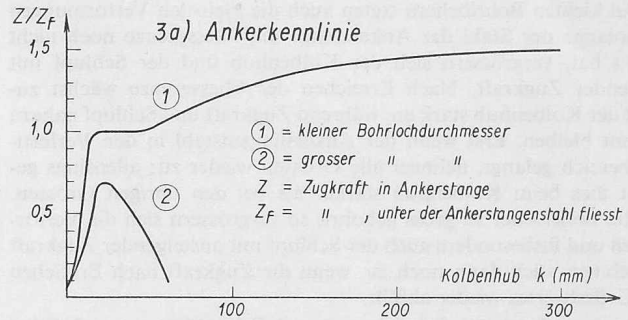


Bild 3. Ankerkennlinie, Schlupfdiagramm und Spannungs-Dehnungs-Diagramm

Diagrammes» des Ankerstangenstahles. In Bild 3 sind typische Beispiele solcher Diagramme dargestellt.

3. Folgerungen

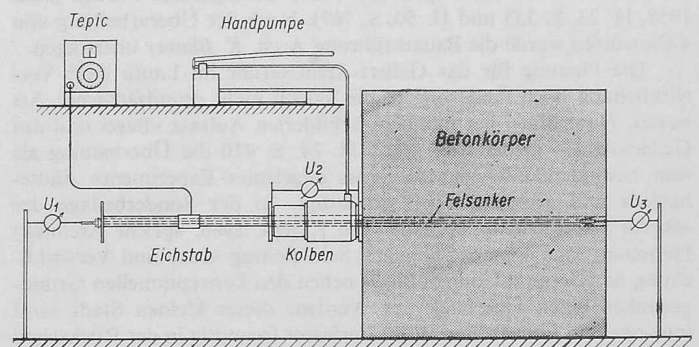
Aus den Versuchen können folgende Schlüsse gezogen werden:

a) Tragfähigkeit der Anker

1. Die maximale Tragfähigkeit der Anker wird durch die Zugfestigkeit des Ankerstangenstahles begrenzt. Ist der Querschnitt der Ankerstange durch eingeschnittene Gewinde geschwächt, so haben die Ausziehversuche gezeigt, dass die Zugfestigkeit im Kernquerschnitt des Gewindes massgebend wird. Im weiteren können kleine Schweisstellen, wie zum Beispiel Heftsweisstellen, die an der Ankerstange angebracht sind, Ausgangspunkt für den Bruch der Ankerstange bilden.

Die Tragfähigkeit der Ankerstange kann daher bei aufgerollten Gewinden besser ausgenutzt werden als bei eingeschnittenen. Ausserdem wird man mit Vorteil jede Schweisstelle an der Ankerstange vermeiden.

2. Bei zu weit gebohrten Ankerlöchern treten grosse Kontaktpressungen auf die Klemmbacken auf, so dass diese zerquetscht werden und der Konus herausgerissen wird. Die Bohrlöcher sollten



deshalb nur so gross gebohrt werden, dass die Anker gerade noch leicht versetzt werden können.

b) Verformungen

Bei kleinen Bohrlöchern treten auch die kleinsten Verformungen auf. Solange der Stahl der Ankerstange die Fließgrenze noch nicht erreicht hat, vergrössern sich der Kolbenhub und der Schlupf mit wachsender Zugkraft. Nach Erreichen der Fließgrenze wächst zunächst der Kolbenhub stark an, während Zugkraft und Schlupf nahezu konstant bleiben. Erst wenn der Ankerstangenstahl in den Verfestigungsbereich gelangt, nehmen alle Grössen wieder zu; allerdings geschieht dies beim Kolbenhub stärker als bei den übrigen Grössen. Sind die Bohrlöcher zu gross gebohrt, so vergrössern sich die Verformungen und insbesondere auch der Schlupf mit ansteigender Zugkraft und nehmen auch dann noch zu, wenn die Zugkraft nach Erreichen ihres Grösstwertes wieder abfällt.

Da man durch die Felsicherung mit Felsankern eine möglichst geringe Auflockerung des Gebirges anstrebt, soll der Bohrlochdurchmesser nicht zu gross gewählt und die Zugkraft unter der Fließlast gehalten werden, damit das gewünschte Ziel durch kleine Verformungen des Ankers erreicht werden kann.

c) Zulässige Belastung des Ankers

Für die zulässige Belastung der Anker sind die Fließgrenze und die Bruchfestigkeit des Ankerstangenstahles massgebend. Dabei muss man sich aber darauf verlassen können, dass diese Festigkeitswerte beim gleichen Ankertyp auch immer eingehalten werden. Wie wichtig diese Forderung ist, haben die Versuche gezeigt. Dort kam es nämlich vor, dass beim gleichen Ankertyp Stähle für die Herstellung der Ankerstange zur Anwendung gelangten, deren Bruchlasten sich etwa wie 1:2 verhielten!

Die zulässige Ankerzugkraft Z_{zul} soll gegenüber Bruch eine Sicherheit s und gegenüber Fließen eine Sicherheit p aufweisen.

$$Z_{zul} \leq \frac{1}{s} \beta_z \pi \left(\frac{\varnothing}{2}\right)^2 = \frac{1}{p} \sigma_f \pi \left(\frac{\varnothing}{2}\right)^2$$

Daraus ergibt sich, dass der Stahl der Ankerstange dann am besten ausgenutzt werden kann, wenn sich seine Zugfestigkeit β_z und seine Fließgrenze σ_f wie

$$n = \frac{p}{s} = \frac{\sigma_f}{\beta_z}$$

Ueberbauung des Gellert-Areals in Basel

DK 711.5

Kürzlich ist die 1955 begonnene Überbauung des Gellert-Areals mit der Eröffnung des Säuglingsheimes als letztem Objekt vollendet worden. Im Jahre 1950 hatte sich die Ortsgruppe Basel des BSA mit dem Problem einer vernünftigen und guten baulichen Auswertung der wenigen in Basel noch vorhandenen, zusammenhängenden Landkomplexe befasst. Dank der weitsichtigen Einstellung der Christoph Merianschen Stiftung war es möglich, am Testfall des 7 ha umfassenden Gellert-Areals das Problem einer Gesamtüberbauung zu studieren und Lösungsmöglichkeiten darzustellen (publiziert im «Werk», Nr. 10, 1951). Diese Bebauungsstudien arbeitete eine Architektengruppe aus freien Stücken und ohne Honorierung aus.

Im Jahre 1953 erhielt sodann Architekt BSA/SIA Hermann Baur den Auftrag, mit dem Basler Stadtplanbüro einen realisierbaren Plan für das neue Quartier auszuarbeiten. Für das vom Planer inmitten des Gellertfeldes vorgesehene kirchliche (evangelische) Gemeindezentrum war 1958 ein Projektwettbewerb durchgeführt worden (SBZ 1958, H. 23, S. 353 und H. 50, S. 767). Nach der Überarbeitung von 4 Entwürfen wurde die Bauausführung Arch. K. Blumer übertragen.

Die Planung für das Gellert-Areal erfuhr im Laufe ihrer Verwirklichung noch Änderungen, die jedoch nicht grundsätzlicher Art waren. Hans Marti hat in einem bebilderten Aufsatz «Basel und das Gellert-Areal» in der SBZ 1962, H. 24, S. 410 die Überbauung als «ein besonders interessantes, gross angelegtes Experiment» städtebaulich und architektonisch gewürdigt. In der Sonderbeilage der «Basler Nachrichten», Nr. 369 vom 1. Sept. 1966, spricht Architekt Hermann Baur «aus der Schule». Sein Beitrag «Idee und Verwirklichung der Gesamtplanung» bietet neben den konzeptionellen Grundgedanken einen Überblick des Werdens dieser kleinen Stadt samt interessanten Einzelheiten. Vom Verfasser freimütig in der Rückschau

verhalten. Dabei ist erst noch darauf zu achten, dass beim Versetzen der Anker ein Bohrlochdurchmesser gewählt wird, der einen Bruch der Ankerstange und nicht ein Herausreißen des Konus hervorruft.

3. Zusammenfassung

Verschiedene Typen von Spreizankern wurden in Betonkörper versetzt, und daran Ausziehversuche durchgeführt. Die dabei gemachten Erfahrungen lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Die Stahlqualitäten, die für die Herstellung der Ankerstangen verwendet werden, wechseln je nach Ankertyp. Auch innerhalb eines Ankertyps variieren die Festigkeitseigenschaften. So kam es beispielsweise vor, dass sich die Zugfestigkeiten bei der gleichen Sendung eines Ankertyps wie 1:2 verhielten! Mängel dieser Art können bei sorgfältiger Überwachung des Ausgangsmaterials ohne weiteres vermieden werden.

Die maximale Tragfähigkeit der versetzten Anker hängt von der Zugfestigkeit des Ankerstahles, von der Bearbeitung der Ankerstange und von der Grösse des Bohrlochdurchmessers ab. – Geschnittene Gewinde an der Ankerstange bedeuten eine grössere Schwächung des Stangenquerschnittes als gerollte und setzen somit auch die Bruchlasten stärker herab. Sind an der Ankerstange auch nur kleine Schweisststellen, zum Beispiel Heftscheisstellen, vorhanden, dann kam es bei den Versuchen vor, dass der Bruch der Ankerstange von diesen Stellen ausging. – Bei zu weit gebohrten Bohrlöchern reisst die Verankerung aus, bevor der Stahl der Ankerstange bricht.

Der Schlupf der Verankerung und damit auch die Auflockerungsmöglichkeit des Gebirges hängt stark von der Grösse des Bohrlochdurchmessers ab. Kleine Bohrlochdurchmesser ergeben kleine, grosse Bohrlochdurchmesser dagegen grosse Verschiebungen.

Die Festlegung der zulässigen Beanspruchung der Anker setzt Garantiewerte für die Bruchfestigkeit und Fließgrenze des Ankerstangenstahles voraus. Wird der Bohrlochdurchmesser so gewählt, dass der Konus nicht ausreisst, so kann der Ankerstangenstahl am besten dann ausgenutzt werden, wenn sich die Sicherheit s gegenüber Bruch zur Sicherheit p gegenüber Fließen des Ankerstangenstahles wie

$$n = \frac{p}{s} = \frac{\sigma_f}{\beta_z}$$

verhält.

Adresse des Verfassers: M. Ladner, dipl. Ing., EMPA, 8600 Dübendorf, Überlandstrasse 129.

aufgeworfene Fragen, z. B. «ob man nun in der Bindung oder in der zugebilligten Freiheit zu weit gegangen sei» oder die Idee kulturell-religiöser Zentren, welche den verschiedenen religiösen Gemeinschaften in ökumenischem Sinne dienen könnten, verdienen die besondere Aufmerksamkeit auch von uns Architekten. G. R.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

DK 061.2:621.2.09

Die 55. ordentliche Hauptversammlung wurde am 8. Sept. 1966 in Lausanne abgehalten. Ständerat Dr. W. Rohner (Altstätten) begrüsst als Verbandspräsident die ungefähr 200 Mitglieder und Gäste aus dem In- und Ausland. Seinen Ergänzungen zum Jahresbericht entnehmen wir kurz folgendes:

In der Rückschau auf den bundesrätlichen Bericht vom 11. Mai 1965 über unsere Binnenschifffahrt ist die gegenwärtige Arbeit einer vom Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement berufenen Kommission zu erwähnen, welche die ergänzenden Fragen der vorberatenden Kommission des Ständerates zu behandeln hat. Die Wiederaufnahme der parlamentarischen Vorberatung dürfte kaum vor der zweiten Jahreshälfte 1967 erwartet werden. Es sollte indessen bis dann möglich sein, dass sich die komplexen Probleme auf Grund der gründlichen Prüfung und einer sachlichen Diskussion in objektiver Weise abklären lassen, was dem Schifffahrtsgedanken nur dienlich sein könnte. Im übrigen wird von deutscher Seite das Gespräch mit der Schweiz über den partiellen Ausbau der Hoahrheinwasserstrasse gesucht. – Die extremen Wasserstandsverhältnisse des Bodensees in den Jahren 1964/66 haben gezeigt, dass die Bodenseeregulierung, entgegen der Auffassung der Bekämpfer dieser Bestrebung, zur ernsthaft undiskutierbaren Notwendigkeit geworden ist. – Zur Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, die sich verstärkt mit der Errichtung