

Fundierung und Sicherung von Brücken in Rutschhängen

Autor(en): **Brandl, Heinz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **11 (1980)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-11419>

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.

**XI****Fundierung und Sicherung von Brücken in Rutschhängen**

Foundation and Protection of Bridges on Sliding Slopes

Fondation et stabilisation des ponts sur talus glissants

HEINZ BRANDL

o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.

Technische Universität Graz

Graz, Österreich

ZUSAMMENFASSUNG

Beim Bau von Gebirgsautobahnen ist man in zunehmendem Masse gezwungen, Talübergänge und Brücken in übersteilten und rutschgefährdeten Böschungen zu errichten. Zur Erzielung einer ausreichenden Standsicherheit der Brückenobjekte sind sowohl Hangsicherungen im Gelände als auch besondere konstruktive Massnahmen an den Fundamenten und Pfeilern erforderlich; deren gegenseitige Beeinflussung ist in bodenmechanischer, statischer und konstruktiver Hinsicht zu berücksichtigen.

SUMMARY

Planning highways in the alpine regions one is forced more and more to construct bridges over deep valleys and on steeply inclined slopes which are extreme slide areas. To gain sufficient stability of the bridges, both safety measures in the slope and special design details of the foundations and the piers become necessary; their mutual influence has to be considered in connection with soil mechanics, statics, construction and erection method.

RESUME

La construction des autoroutes de montagne exige de plus en plus la fondation des viaducs et des ponts sur des versants très raides et instables. Pour des raisons de stabilité, il est non seulement nécessaire de stabiliser le terrain, mais aussi de prendre des mesures constructives pour les fondations et les piles. Il y a lieu de considérer l'incidence réciproque des mesures de stabilisation sur les mesures constructives du point de vue de la mécanique des sols, du calcul statique et de la méthode de construction.

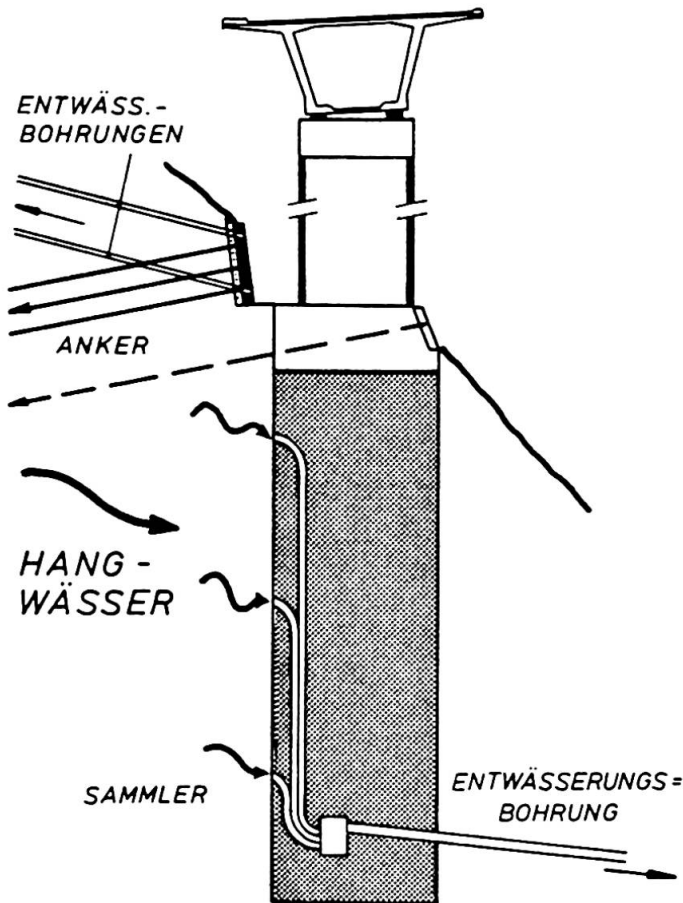


Abb.1:
Stützmaßnahmen und Entwässerungen
für einen auf elliptischem Brunnen
fundierten Brückenpfeiler in
steilem durchnässten Rutschhang

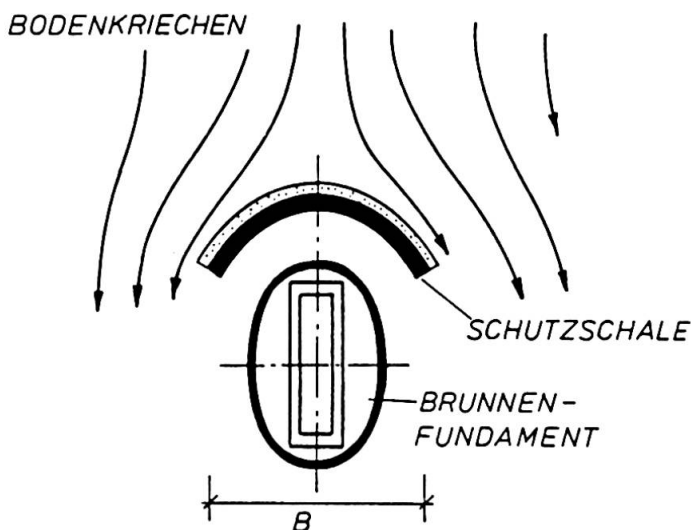


Abb.2:
Schutzschale (auf Filterbeton; mit
Vorspannankern rückverhängt) für
einen Brückenpfeiler im Rutschhang
- flexibles System

1. HANGSICHERUNGEN

Entwässerungen können in den meisten Fällen die Hangstabilität entscheidend verbessern. Neben Oberflächendränagen, Sickerschlitzen und Tiefendrains haben sich Drainagebohrungen bewährt (bis ca. 50 m Länge), welche die Resultierende des Strömungsdruckes wirkungsvoll verstreuen und auch örtliche artesisische Wässer entspannen.

Wird z.B. beim Abteufen von Schächten für Brunnenfundamente Hangwasser angetroffen, so ist dieses nach Möglichkeit zu fassen und schadlos abzuleiten. Bei großen Schachtdurchmessern in steilem Gelände haben sich Entlastungsbohrungen aus der Brunnentiefe nach außen bewährt (Abb.1).

Schutzwände bzw. -schalen, welche die Brückenpfeiler und -fundamente von den Kräften rutschender Hangmassen abschirmen sollen, sind so zu konzipieren, daß das eigentliche Bauwerk seitlich "umflossen" wird, ohne daß in ihm unzulässige Verformungen oder Zwängspannungen auftreten (Abb.2).

Da diese Stützelemente in Etagen von oben nach unten hergestellt und sofort verankert werden, sinkt die Gefahr einer Rutschungsauslösung schon von Baubeginn an. Je nach Untergrundverhältnissen kommen auch Kombinationen zwischen geschlossenen Ankerwänden und Ankerrippen sowie bewehrtem Spritzbeton infrage (Abb.3).

Bei der Bemessung derartiger (verankerter) Schutzwände ist zu beachten, daß ein Kriech- bzw. Staudruck auftreten kann, der wesentlich über dem Grenzwert des aktiven oder Erdruhedruckes liegt.

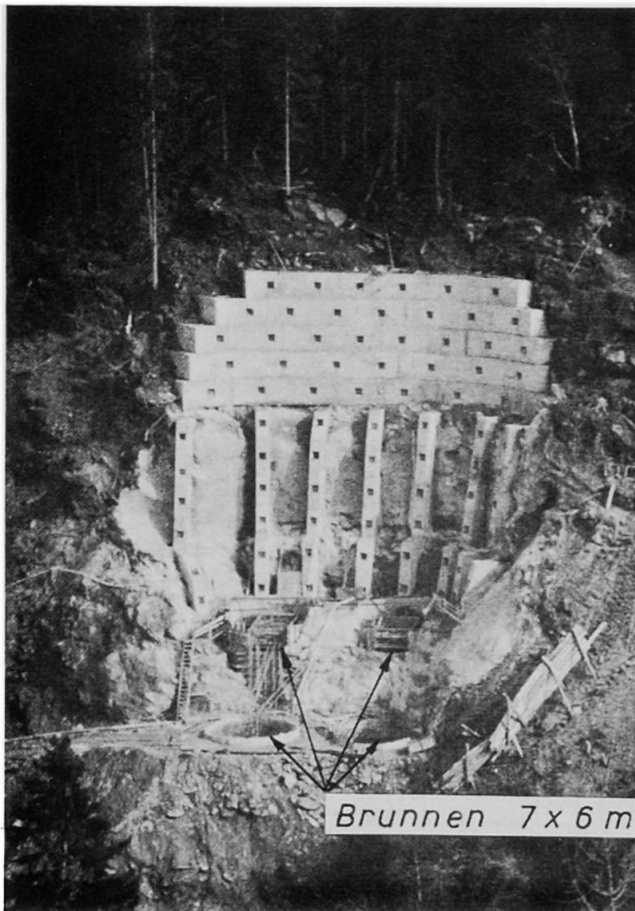


Abb.3 :

Ca. 30 m hohe Hangsicherung für die 4 ellipt. Brunnen des Stützenpaares einer Autobahnbrücke (Festhaltepfeiler)

Bewährt hat sich die semi-empirische Dimensionierung, indem zunächst nur ein theoretisch noch vertretbares Minimum an Vorspannankern versetzt wird. Im Zuge der Kontrollmessungen (Meßanker, Extensometer, geodätisch) zeigt sich dann meist schon während der Bauzeit, ob Zusatzmaßnahmen erforderlich sind. Dadurch ist es möglich, sich mit relativ geringem Aufwand an ein technisch - wirtschaftliches Optimum heranzutasten. Aufgrund der in solchen Hängen meist sehr stark streuenden Boden- und Felsparameter und der Unsicherheiten über die ungünstigsten Strömungsverhältnisse können erdstatische Berechnungen ohnehin nur grobe Anhaltspunkte liefern.

2. FUNDIERUNGSBEMESSUNG

Zur Ermittlung der Schnittkräfte in den Gründungskörpern und der Boden- (bzw. Fels-)reaktionen können grundsätzlich sowohl das Bettungsziffer- und Steifemodulverfahren als auch die Erddrucktheorie herangezogen werden.

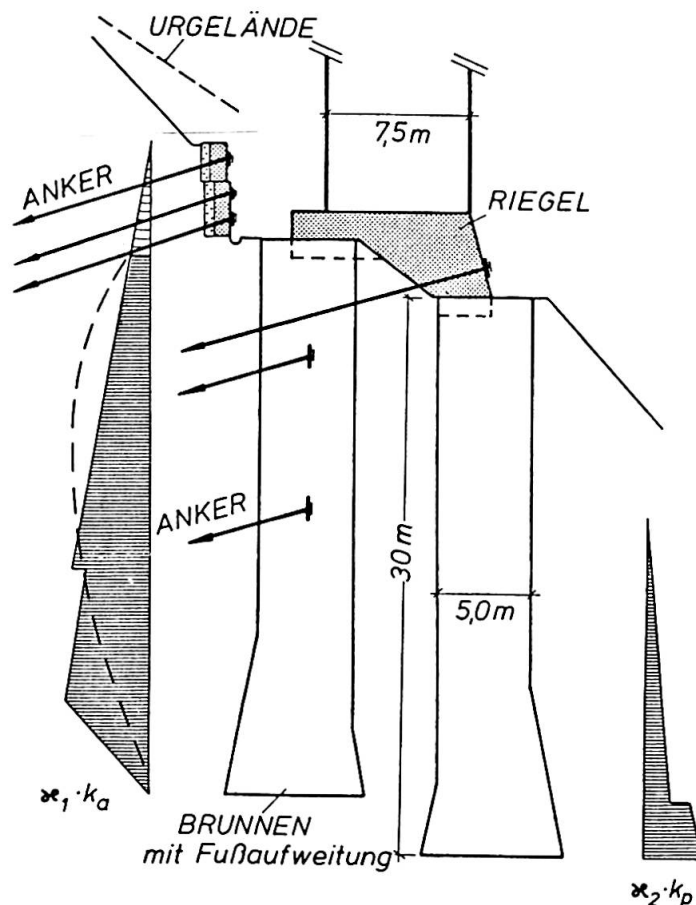


Abb.4 :

Hangsicherung und Fundierung einer Brückenstütze in extrem ungünstigen Untergrundverhältnissen (Ankerlängen $l_A = 37 - 45$ m, schematisch angedeutet); Brunnenpaar und Riegel bilden steife Rahmen. Erddruckansätze (Umlagerung strichliert)

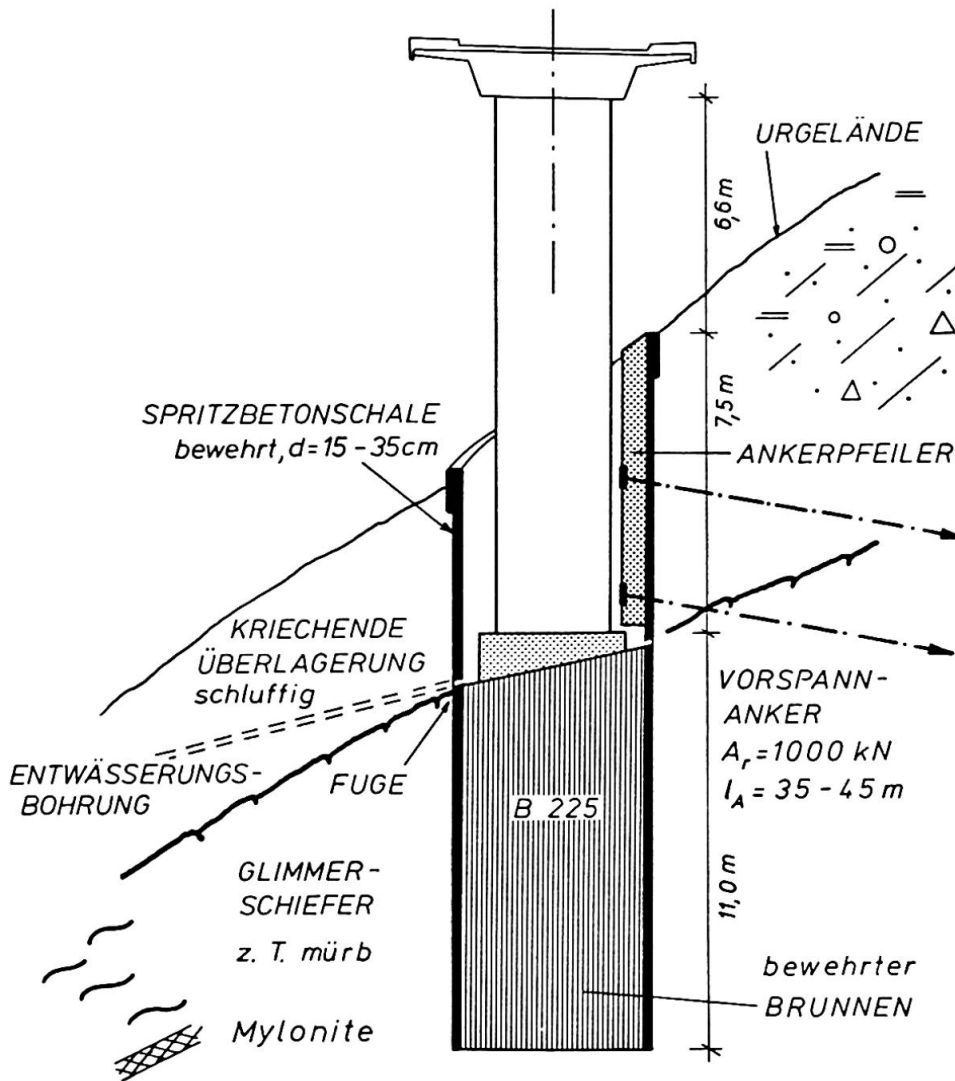


Abb.5:
Brunnenfundierung eines Brückenpfeilers in mürbem Glimmerschiefer mit Zerrklüften. Erddruckabschirmung von kriechender Überlagerung durch Hohl-ellipse aus Spritzbeton ("Knopfloch"); zusätzliche Verankerung (stehende Ankerpfeiler)

Das Bettungszifferverfahren weist allerdings theoretische Schwächen auf (z.B. keine Schubübertragung im Untergrund), zudem ist die Bettung c_b keineswegs eine Bodenkonstante. Berechnungen nach dem Steifemodulverfahren liefern wiederum Bodenspannungen, welche de facto nicht auftreten können. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Steifezahlen des Untergrundes spannungsabhängig sind, den elastischen und plastischen Bodenbereichen nicht genügend angepaßt werden können und gegen die Geländeoberfläche nicht gegen Null auslaufen.

Somit ist für die praktischen Berechnungen die Erddrucktheorie am zweckmäßigsten. In den meisten Fällen kann als hinreichende Näherung eine dreiecksförmige Erddruckverteilung angenommen werden.

Verankerte Schutzwände oberhalb des Pfeilerkopfes bedingen eine Erddruckabschirmung, verankerte Brunnen eine Erddruckumlagerung. Gemäß dem Beispiel der Abb.4 ist bergseits ein erhöhter "aktiver" Erddruck anzusetzen ($\alpha_1 > 1$), talseits ein reduzierter Erdwiderstand ($\alpha_2 < 1$); für die Aktivierung des vollen Erdwiderstandes ($\alpha_2 = 1$)² sind nämlich in der Regel Verformungen erforderlich, welche für das Brückentragwerk nicht mehr verträglich sind (vor allem bei hohen Pfeilern). Nur wenn die Hangstabilität deutlich über $F = 1$ liegt, kann der auf die Gründungskörper wirkende räumliche Erddruckbeiwert α_1 auch kleiner 1,0 werden.

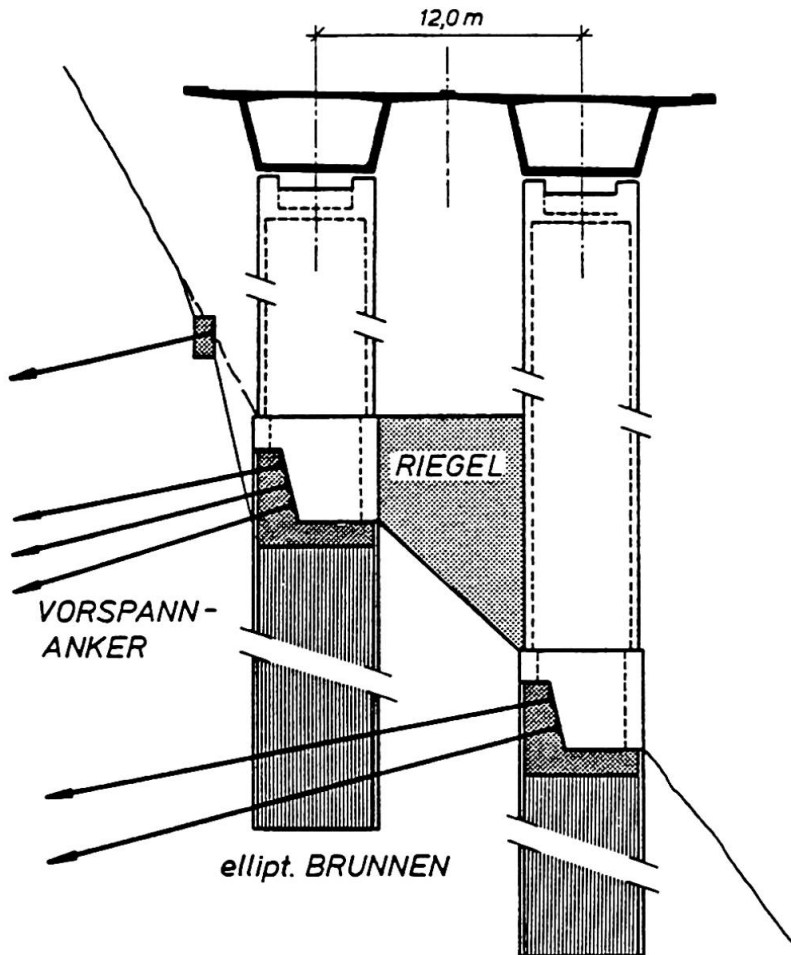


Abb.6:
Brückenfundierung mit Hangsicherung
direkt von den Brunnenköpfen aus -
- starres System;
bergseits nur lokale Ankerrippen

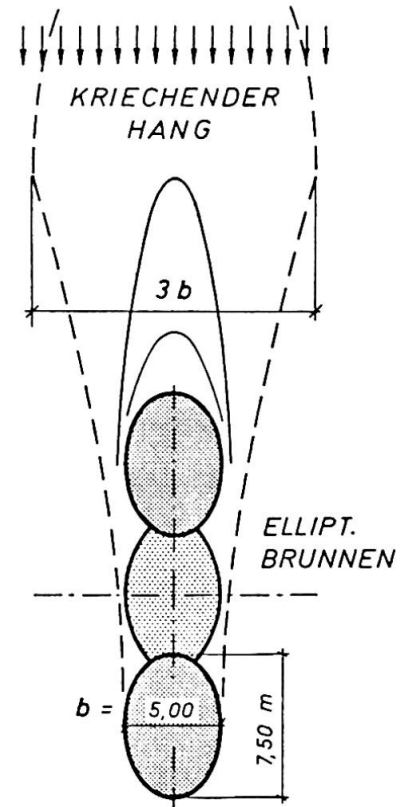


Abb.7:
Brückenfundierung
(Stützenpaar) auf
Brunnenscheibe aus
3 ellipt. Brunnen;
Grenzlinien des um-
strömten Körpers bzw.
fikt. Einflußbreite (3b)

3. BEISPIELE AUS DER BAUPRAXIS

Falls keine echte Rutschgefahr mit progressiver Bruchbildung besteht (geringer Restscherwinkel φ_r), sondern es sich nur um einen langsam kriechenden Hang handelt, können die Erddruckkräfte von der Brückenstütze durch "Knopflöcher" abgeschirmt werden: hiebei wird der Pfeiler im Schutz einer Hohlellipse aus bewehrtem Spritzbeton tiefer geführt. In kritischen Fällen haben sich Verstärkungen der Schale durch stehende Ankerrippen bewährt (Abb.5).

In der Regel sollten die eigentlichen Hangsicherungen (z.B. Ankerwände) und Brückenfundierungen (z.B. Brunnen) konstruktiv voneinander getrennt werden. Abb.4 stellt eine ziemlich aufwendige Gründung in einem übersteilten tiefgreifenden Rutschhang dar: Die Brunnenfundamente sind am Kopf mit einem massiven Stahlbetonriegel biegesteif verbunden; die so entstehende Rahmenkonstruktion besitzt ein sehr großes Widerstandsmoment in der Fallinie.

Falls die Hangsicherungen mittels langer Vorspannanker direkt vom Brückenobjekt aus erfolgen (Abb.6), ist ein größerer Erddruck auf die nunmehr starre Stützkonstruktion in Rechnung zu stellen als bei

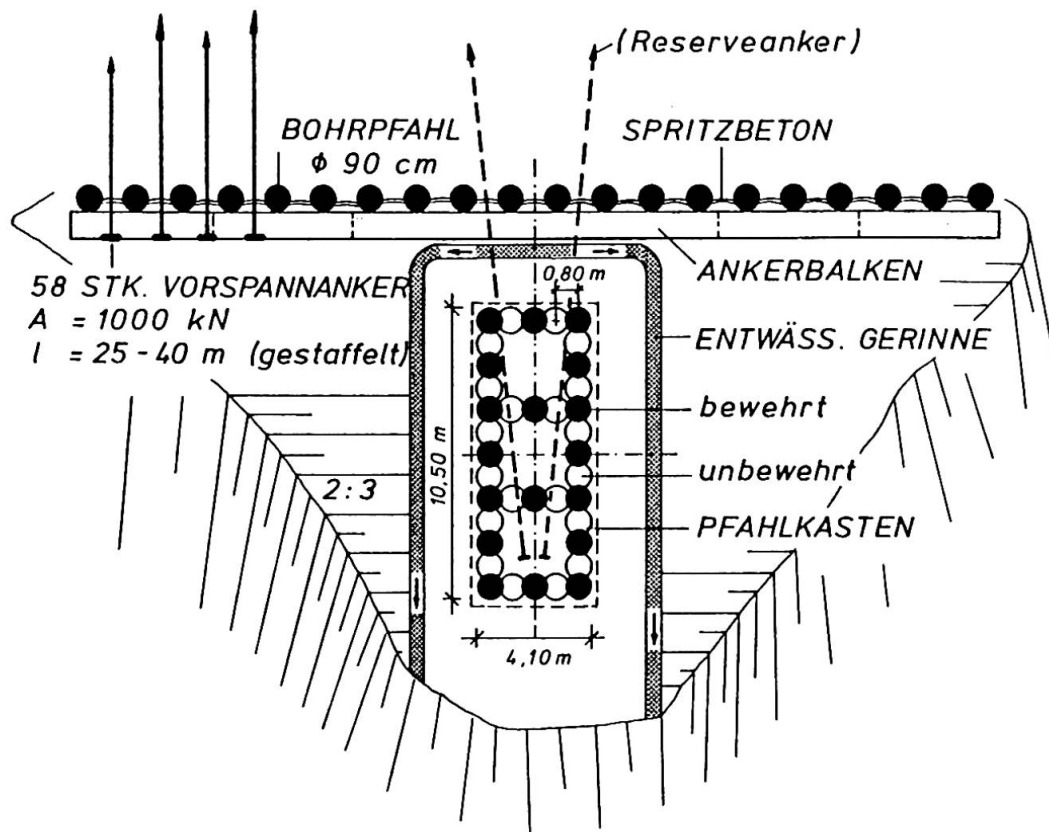


Abb.8:

Brückenfundierung in durchnäßigem weichen Rutschhang auf Bohrpfahlkisten ($l \times b = 10,5 \times 4,1 \text{ m}$); Hangsicherung: verankerte Pfahlwand

flexiblen Ankerwänden. Überdies sind die Meßkontrollen zu verschärfen.

Anstelle von Fundamentverankerungen sind auch Gründungsscheiben möglich, indem in der Falllinie mehrere Brunnen hintereinander hergestellt werden; durch biegesteife Verbindungen wird ein statisch gemeinsam wirkendes Widerstandsmoment erzielt. Gemäß Abb.7 hängt der in Rechnung zu stellende Erddruck von den möglichen Gleitflächen im Kriechhang ab. Anstelle der seitlichen Reibungskräfte wird z.T. auch mit einer fiktiven Einflußbreite des ebenen Erddruckes gerechnet.

Wenn der talseitige Untergrund von sehr weichen, wasserführenden rutschgefährdeten Böden größerer Mächtigkeit überlagert ist, können Brunnen-schächte nur unter hohem Aufwand und Risiko abgeteuft werden. In solchen Fällen haben sich Pfahlkästen (ev.Schlitzwandkästen) mit hohem Widerstandsmoment gegenüber Hangschub und Fließ- bzw. Staudruck bewährt (Abb.8). Hierbei handelt es sich um vertikale Gründungskästen aus überschnittenen, allenfalls tangierenden Bohrpfählen ($\phi \geq 90 \text{ cm}$) mit aussteifenden Querschoten.

Bei sehr steilem Gelände und breiten Autobahnquerschnitten oder mehreren parallel verlaufenden Verkehrswegen sind sogenannte Halbbrücken meist die wirtschaftlichste Lösung: Hierbei liegen die bergseitigen Fahrbahnen im Anschnitt bzw. auf Schüttungen (mit Stützmauer), die talseitigen auf einer Brücke. Auf diese Weise werden übermäßig hohe Hanganschnitte vermieden und der Erddruck gestaffelt übernommen.