Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 101/102 (1933)
Heft: 23

Artikel: Einwandfreie Bodenaufschlüsse durch die Bohrpfahl-Sondierung
Autor: Wegenstein, Max
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83006

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: 21.01.2026

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

INHALT: Einwandfreie Bodenaufschlüsse durch die Bohrpfahl-Sondierung. — Die Verbundsäule im Lichte der jüngsten Versuche. — Wettbewerb für Neubauten der alpwirtschaftlichen Schule in Zweisimmen. — Der textiltechnische Unterricht für Maschineningenieure an der Eidg. Technischen Hochschule. — Korrespondenz. — Mitteilungen: Wagenkästen und Laufeigenschaften von Personenwagen. Die nasse Verbrennungskraftmaschine. Verein deutscher Ingenieure in der Schweiz. Zentrifugalpumpen zur Förderung von heissem Oel. Gezeitenkraftwerk im Severn-Aestuarium (England). Eidg. Technische Hochschule. — Wettbewerbe: Neues Bezirkspital in Schwarzenburg (Bern). — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 101 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 23

Einwandfreie Bodenaufschlüsse durch die Bohrpfahl-Sondierung.

Von Dipl.-Ing. MAX WEGENSTEIN, Zürich.

Bei grösseren Tiefbauarbeiten bilden die Angaben über die Beschaffenheit des Bodens eine wesentliche Grundlage für die Projektbearbeitung, Veranschlagung der Kosten und die Abgabe der Unternehmerangebote. Für die allgemeine Untersuchung der geologischen Beschaffenheit grösserer Baugebiete gelangen in letzter Zeit verschiedene neue geophysikalische Verfahren zur Anwendung. Einmal die seismische Sondiermethode, die zur Bestimmung der verschiedenen Erdschichten die variable Ausbreitungsgeschwindigkeit von Bodenerschütterungswellen, die durch eine Sprengung erzeugt werden, benützt („S. B. Z.", Band 101, Nr. 14, Seite 161*), und dann das elektrische Sondierverfahren, das auf der verschieden starken Leitfähigkeit der Bodenarten für elektrische Ströme beruht. Beide Methoden haben den Vorteil einer relativ einfachen und leichten Apparatur und dementsprechend geringer Kosten, liefern jedoch Resultate, die nur zu einer allgemeinen geologischen Orientierung benützt werden können. Sie dienen günstigstenfalls zur angenäherten Bestimmung der Reihenfolge und der Mächtigkeit der verschiedenen Alluvial- und Moränenablagerungen und zur Festlegung des Verlaufes der anstehenden Felslinie. Für die Beschaffung exakter Bodenaufschlüsse aber wird man auch in Zukunft der eigentlichen Terrainsondierungen nicht entbehren können. Solche genauen Aufschlüsse erhält man durch die Ausführung von Sondierschlitzen oder -schächten; diese Methode wird jedoch bald unwirtschaftlich, besonders wenn der Vortrieb ins Grundwasser gelangt. Auf grössere Tiefen und in wasserführenden Bodenschichten hilft man sich dann mit der Durchführung von Bohrungen. Zu diesem Zwecke wurden bis heute schmiedeiserne Röhren von 200 bis 400 mm ∅ belastet und in den Boden versenkt unter gleichzeitiger Entnahme des im Bohrrohr befindlichen Materials mit Spezialwerkzeugen, wie sie in Abb. 1 dargestellt sind. Durch das Arbeiten mit solchen Schlammbüchsen, Kiespumpen, Lehmschappen, Erdbohrern und Meisseln wird jedoch der Zusammenhang der Bodenschichten gestört. Sie werden durcheinander gemengt und durch die Auf- und Abwärtsbewegung des Werkzeuges derart gemischt, dass sich feinere und gröbere Bestandteile bereits im Bohrloch trennen. Bei Bohrungen im Grundwasser wird ausserdem das Material in ausgewaschenem Zustande zu Tage gefördert.

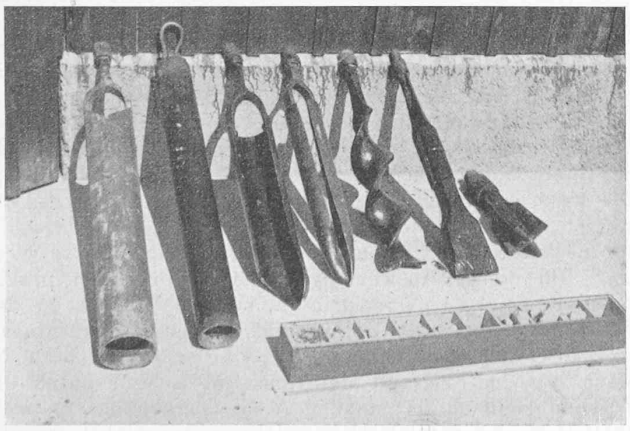

Abb. 1. Bisherige Sondierwerkzeuge mit Materialproben-Kistchen.

Alle diese erwähnten Mängel vermeidet nun das sogenannte *Bohrpfahlverfahren,* eine Erfindung von Regierungsbaurat Dr.-Ing. E. Burkhardt in Stuttgart. Einen Ueberblick über das zur Durchführung dieses Verfahrens benötigte Gerät gibt Abb. 2. Es besteht aus einem schmiedeeisernen Pfahlrohr von rd. 270 mm ∅ mit offener Spitze. In diesem Pfahlrohr steckt ein zweites Eisenrohr, das unabhängig von der Tiefe des eingerammten Pfahles für sich eingesetzt und wieder herausgenommen werden kann. Dieses innere, sogenannte Kernrohr von 2 bis 3 m Länge ist zweiteilig, sodass es sich nach dem Herausziehen längs einer Mantellinie öffnen lässt (Abb. 3). Zum Zurückhalten des während des Rammens in das Kernrohr eingedrungenen Bodenmaterials dient ein Kranz von Kernfedern, der am unteren inneren Teil des Kernrohres befestigt ist. In ganz feinem, losem Bodenmaterial, das zwischen den Kernfedern herausfallen könnte, kann ausnahmsweise ein Kernrohr mit dichtem Lederklappenverschluss zur Verwendung gelangen. Pfahlrohr und Kernrohr sitzen auf einem einzigen aus bestem Stahlguss hergestellten Pfahlschuh auf (Abb. 3). Das Eintreiben dieses Bohrpfahles in den Boden geschieht zweckmässig mittels eines normalen Rammgerüstes und einer gewöhnlichen Explosionsramme (Abb. 4). Auf Grund zahlreicher Versuche ist einer Explosionsramme der Vorzug gegeben worden, weil diese von einer fremden Kraftquelle wie Elektrizität, Druckluft oder Dampf unabhängig ist, und sich leicht befördern und installieren lässt. Durch die selbsttätige Regelung der Zündung gewährleistet sie ausserdem eine regelmässige Rammarbeit, was für die Auswertung der Bohrergebnisse wichtig ist.

Beim Einrammen des Pfahles in den Untergrund tritt nun das Material in das innere Kernrohr ein. Dabei wird dieses eingedrungene Material durch die Rammarbeit etwas komprimiert und diese Komprimierung ist normalerweise umso grösser, je weicher die Schichten sind. Die Oberfläche des Kernes muss während des Eindringens des

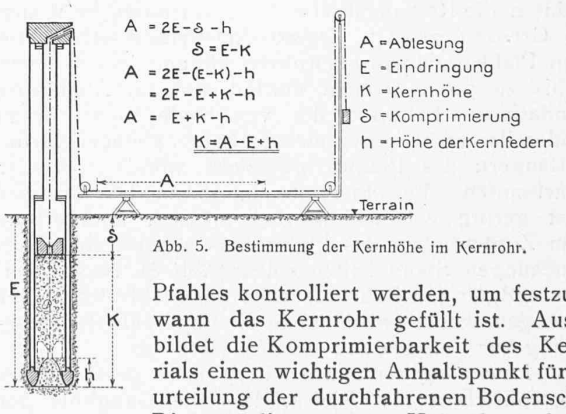

Abb. 5. Bestimmung der Kernhöhe im Kernrohr.

Pfahles kontrolliert werden, um festzustellen, wann das Kernrohr gefüllt ist. Ausserdem bildet die Komprimierbarkeit des Kernmaterials einen wichtigen Anhaltspunkt für die Beurteilung der durchfahrenen Bodenschichten. Die ständige genaue Höhenlage der Kernoberfläche wird auf einfache Weise erhalten, indem durch Einführung einer Senkelschnur durch den Rammkopf in das Innere des Kernrohres die Kernoberfläche ständig abgelotet wird. Aus der in Abb. 5 entwickelten Formel $K = A - E + h$ ist die Kernhöhe jederzeit erkenntlich, denn A kann auf der, neben der Bohrung angebrachten horizontalen Messlatte jederzeit abgelesen werden; E ist die Eindringung des Pfahles in den Erdboden, zu deren Ablesung das Pfahlrohr jeweils mit einer metrischen

Einteilung versehen wird (Abb. 6), und *h* ist die Höhe der Kernfedern, die bekannt und konstant ist.

Wenn das Kernrohr nahezu mit Material gefüllt ist, wird die Rammarbeit unterbrochen, der Rammkopf vom Pfahlrohr genommen und das Kernrohr aus ihm herausgezogen (Abb. 6 u. 2). Nach Oeffnen des Innenrohres erhält man nun einen Aufschluss der durchfahrenen Bodenschicht in seiner Gesamtheit als kompakten Kern. Diese Kernstücke werden zwecks Aufbewahrung aus der Kernrohrhälfte in halbzylinderförmige Kistchen umgelegt (Abbildungen 3 u. 7). In den Materialkernen kommen die Schichten genau in der Reihenfolge und Zusammensetzung zu Tage, wie sie im Erdboden vorhanden sind. Dabei ist der Kern von einwandfreier Beschaffenheit, sodass alle Merkmale über Bodenart, Mischungsverhältnis, Stärke und Kornzusammensetzung genau festgestellt werden können. Da das Kernrohr nach der Seite vollkommen geschlossen ist, erleidet der Kern auch im Grundwasser keine Störung. Ein interessanter Vergleich zwischen den Resultaten der bisherigen Sondiermethoden und dem Bohrpfahlverfahren ergibt der zweite Kern von links in Abb. 7. Bei diesem Kern in grobem, kiesigem Material sind die untersten 10 cm (im Bild im Vordergrund) beim Herausnehmen des Kernrohres von den Kernfedern nicht zurückgehalten worden und mussten mit einer gewöhnlichen Kiespumpe aus dem Pfahlrohr entfernt werden. Nach der alten Sondiermethode gehoben hätte dieses Material den Eindruck einer saubern durchlässigen Kies- und Sandschicht ergeben, während effektiv die betreffende Schicht stark mit Lehm durchsetzt ist.

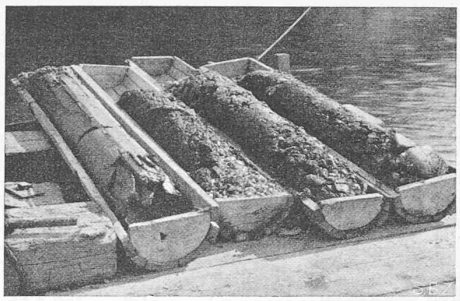

Abb. 7. Materialkerne aus verschiedenen Tiefen einer Pfahlbohrung.

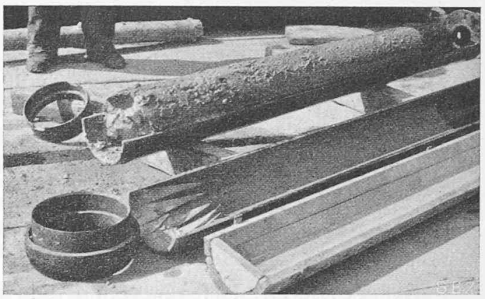

Abb. 3. Geöffnetes Kernrohr mit Kernfedern, Pfahlschuh und Materialkiste.

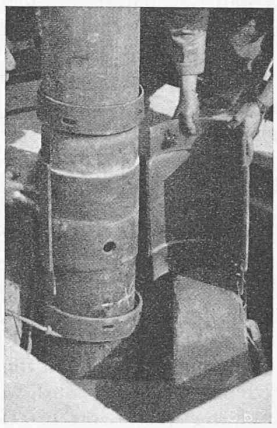

Abb. 8. Aufsetzen eines Pfahlverlängerungsrohres mittels Ueberwurfmuffe.

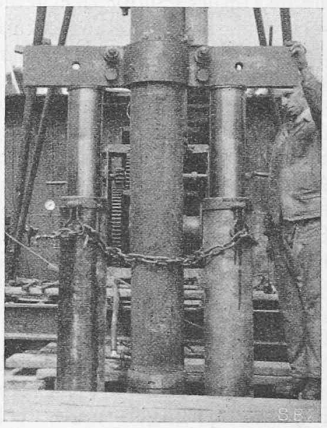

Abb. 9. Rückzug des Pfahlrohres mittels hydraulischer Hebevorrichtung.

Der innere Durchmesser des Kernrohres von 210 mm ermöglicht die Gewinnung von Geröllen bis zu dieser Grösse. Grössere Steine werden durch die Ausbildung des Pfahlschuhes in Form einer Schneide aus bestem Gusstahl glatt durchschlagen. Für das Durchfahren grösserer Findlinge aus Urgestein oder anstehenden Felsens ist das Bohrpfahlverfahren natürlich nicht zu gebrauchen. In diesem Falle kann jedoch nach Herausnahme des Kernrohres zur Durchdringung des Felsens ohne weiteres eine Rotationskernbohrung oder eine gewöhnliche Seilschlagmeisselbohrung bis 200 mm ∅ im Pfahlrohr angesetzt werden. Im Uebrigen sind natürlich auch im Alluvialgebiet dem Verfahren durch die Reibungskräfte des Pfahlrohres im Boden gewisse Grenzen gesetzt. Durch Aufeinandersetzen von mehreren Pfahl-Verlängerungsrohren können jedoch leicht Tiefen bis zu 30 m erreicht werden, was zur Abklärung der Fundationsverhältnisse der verschiedenen in Frage kommenden Bauwerke in den meisten Fällen genügen dürfte. Das Verlängern des Pfahles geschieht mittels spezieller Ueberwurfmuffen, die einerseits in ihrem Durchmesser möglichst gering gehalten werden müssen, andererseits den beim Zurückziehen des Pfahlrohres auftretenden Zugbeanspruchungen Stand halten sollen (Abb. 8). Nach Erreichen der endgültigen Bohrtiefe wird das Pfahlrohr wieder zurückgezogen, wobei zweckmässig eine hydraulische Hebevorrichtung zur Verwendung gelangt (Abb. 9).

Die *Auswertung* der Sondier-Ergebnisse geschieht am besten graphisch in der Weise, dass die Ganglinie der Pfahlspitze in einem Koordinatensystem aufgetragen wird. Dabei stellen die Abszissen die Anzahl der Rammschläge und die Ordinaten die Eindringungstiefe der Pfahlspitze in Metern dar. In das gleiche Diagramm wird die Linie der Kern-Oberfläche eingetragen, indem über dem jeweiligen Punkt der Ganglinie die zugehörige Kernlänge aufgetragen wird. Eine solche Ganglinie liefert allerdings eine gewöhnliche Pfahlrammung auch; beim Bohrpfahlverfahren wird aber gleichzeitig ein einwandfreier Aufschluss über die Materialbeschaffenheit durch den zu Tage geförderten Kern erbracht. Wie bereits erwähnt, wird durch die intensive Rammarbeit das in das Kernrohr eindringende Material zusammengedrückt. Die tatsächlichen Schichthöhen werden bestimmt, indem durch einen zugezogenen Geologen oder durch den Bohrmeister an Ort und Stelle die Schichtgrenzen im geöffneten Kern festgestellt werden, bevor dieser in das hölzerne Materialkistchen umgelegt wird (Abb. 3). Diese Masse werden in die im Diagramm aufgezeichnete Länge des komprimierten Kernes eingetragen (Abb. 10). Alsdann wird die oberste Schichthöhe in den Zirkel genommen und zwischen die Linie der Kernoberfläche und die Ganglinie der Pfahlspitze eingepasst. Die untere Zirkelspitze gibt dann die effektive Lage des Schichtwechsels an und dieser Punkt kann auf die Linie des Bohrprofils einfach horizontal hinüber projiziert werden. Die weiteren Schichten werden in der selben Weise bestimmt, indem immer das Stück von der Kernoberfläche ab bis zur nächsten Schichtgrenze in den Zirkel genommen wird.

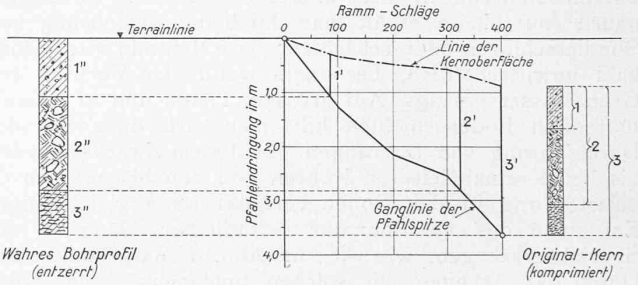

Abb. 10. Schematisches Rammdiagramm.

Um dieses Auswertungsverfahren an einem praktischen Beispiel zu demonstrieren, habe ich in Abb. 11 das Rammdiagramm einer Sondierung dargestellt, die im Auftrag des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft in Bern im März 1933 im Flussbett der Reuss in Luzern durch die Zürcher Tiefbauunternehmung A.-G. Guggenbühl erstmals nach dem neuen Bohrpfahlverfahren ausgeführt worden ist. Das Bohrloch ist von schwimmendem Gerüst bei einer

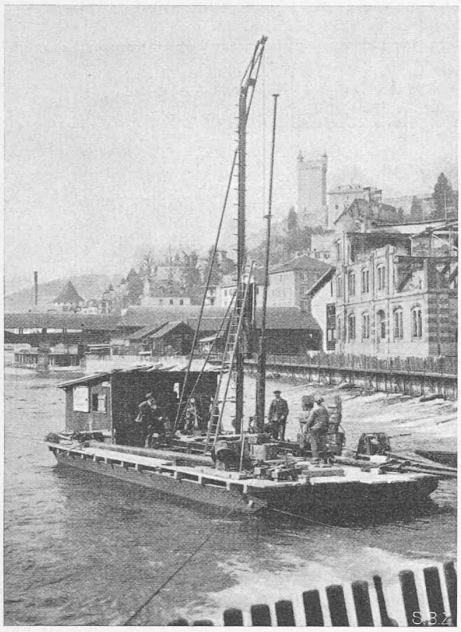

Abb. 2. Bohrpfahlsondierung nach Ing. E. Burkhardt in der Reuss in Luzern.

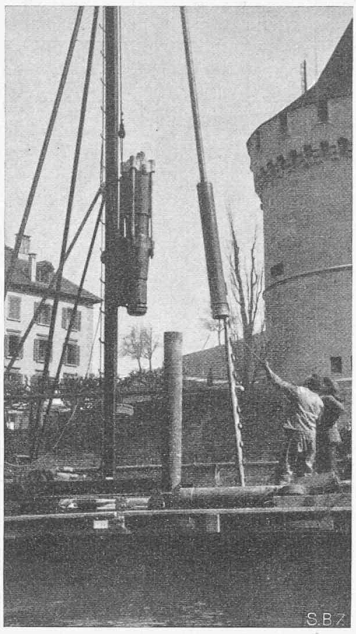

Abb. 6. Ausfahren des Kernrohres aus dem Pfahlrohr.

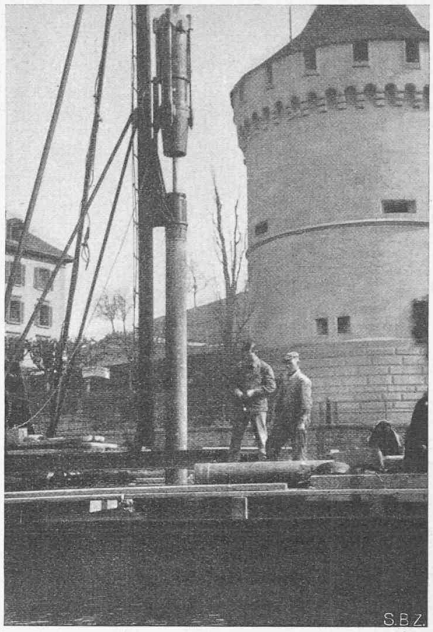

Abb. 4. Pfahlbohrung in der Reuss beim Nölliturm in Luzern.

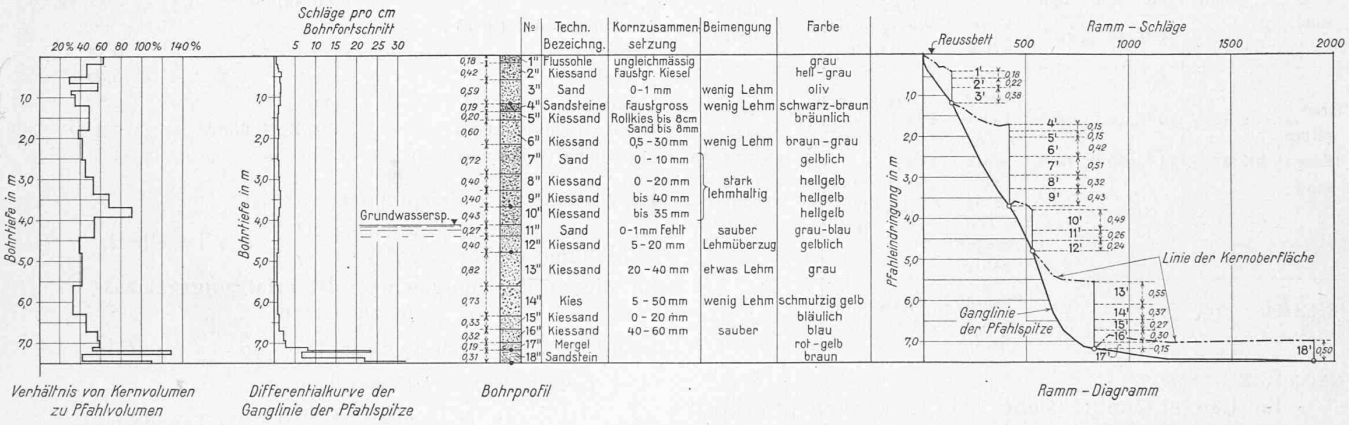

Abb. 11. Auswertungskurven der Pfahlbohrung Nr. 2 (vergl. Abb. 12 auf nächster Seite) in der Reuss.

Wassertiefe von rd. 2 m gerammt worden. Trotzdem konnten die Schichten in all ihren Eigenschaften bestimmt werden, wie die differenzierte Benennung und die genaue Bestimmung der granulometrischen Zusammensetzung jeder einzelnen Schicht erkennen lässt. Nach der alten Sondiermethode hätte in diesem Fall der geologische Befund etwa gelautet: „Von 0,00 bis 7,00 m ab Flussohle, Kies und Sand mit einzelnen Steinen, ziemlich gleichmässig". Vergleicht man die Ganglinien verschiedener Bohrungen mit einander, so fällt auf, dass sie in ähnlichen Bodenarten ähnliche Neigung aufweisen. Bei gleicher Art und Weise der Rammung stellt somit die Neigung der Ganglinie ein Charakteristikum für eine bestimmte Bodenart dar. Noch besser ergibt sich diese Beziehung durch das Auftragen einer Kurve, die angibt, wie viele Schläge notwendig sind, um einen Bohrfortschritt von 1 cm zu erhalten (siehe in Abb. 11 die Differenzialkurve der Ganglinie der Pfahlspitze). Während bei der oben erwähnten Bohrung zur Durchrammung der verschiedenen Kies- und Sandschichten $^1/_2$ bis 2 Schläge pro cm Bohrfortschritt benötigt wurden, stieg diese spezifische Schlagzahl sofort über 20, als die Bohrung die Sandsteinschicht in der Tiefe von 7,19 m ab Flussohle erreicht hatte. Eine weitere Charakteristik des Bohrergebnisses lässt sich aus dem Verhältnis des Kernvolumens zum verdrängten Pfahlvolumen ableiten. Die betreffende Kurve ist ebenfalls in Abb. 11 (links) zur Darstellung gebracht. Dass dabei beim Antreffen des Sandsteinfelsens dieses Verhältnis über 100 gestiegen ist, lässt sich damit erklären, dass durch das Anbohren des Felsens die obersten Felsplatten zersplitterten, wodurch die Senkelbüchse, mit der die Kernoberfläche bestimmt wird, gehoben wurde. Auffallend ist ferner, dass die Ganglinie der Pfahlspitze sofort steiler wird, nachdem die Bohrung den Grundwasserspiegel erreicht hat. Es lässt dies auf eine weniger kompakte Lagerung des vom Grundwasser durchströmten Kiesträgers schliessen. Diese Annahme wird überdies bestätigt durch den Verlauf der Verhältnislinie von Kernvolumen und Pfahlvolumen, welche beim Antreffen des Grundwasserspiegels ein Maximum erreicht. Das Bohrpfahlverfahren liefert somit nicht nur einen Einblick in die wirkliche Reihenfolge und Zusammensetzung der Erdschichten, sondern durch die in Abb. 11 dargestellten verschiedenen Auswertungskurven wertvolle Schlüsse auf die allgemeine Lagerung, das Gefüge und damit auf die Belastungsfähigkeit des Materials.

Geologisch-technische Auswertung der Bohr-Ergebnisse im Reussbett in Luzern.

Im Auftrag des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft durchgeführt von Dr. L. BENDEL, Ing., Luzern.

Das im Artikel von M. Wegenstein beschriebene Burkhardt'sche Bohrpfahlverfahren gestattete, die Ablagerungen der Reuss bei ihrem Ausfluss aus dem Vierwaldstättersee bezüglich ihrer geologischen und namentlich technischen Eigenschaften eingehend zu erforschen. Nachstehend sind einige wenige Resultate wiedergegeben.

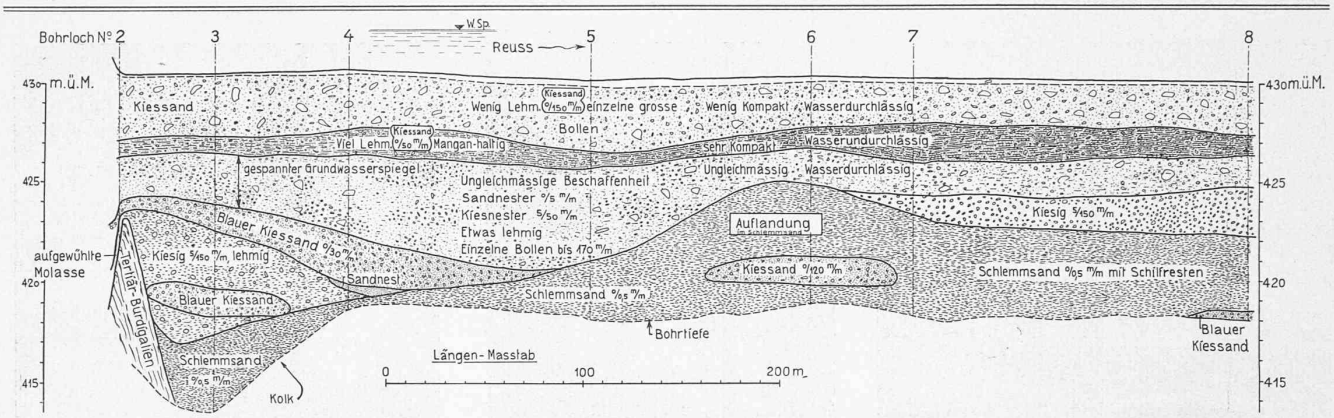

Abb. 12. Durch Bohrpfahl-Sondierung ermitteltes geologisches Längenprofil in der Reuss. Längen 1 : 3500, Höhen 1 : 350.

Tabelle 1. Zusammenstellung der Eigenschaften der Schichten.

Schicht		Kornzusammensetzung				Beimengung	Petrographische Bestimmung	Hydrologisches
Burdigalien		0 bis 0,5 mm; gut verkittet				—	Muskovithaltig Kalk als Bindemittel	Dicht
Blauer Kiessand		0-1 mm	1-12 mm	12-37 mm	über 37 mm	Etwas Lehm	Jura-Gerölle Kreide- „ Granit- „ Wenig tertiäres Material	wenig wasserdurchlässig [1])
	Mittel	30 %	35 %	25 %	10 %			
Grau-gelber Kiessand	von	10 %	30 %	40 %	20 %	z. Teil wenig Lehm z. Teil stark lehmhaltig z. Teil manganhaltig	Granit, Gneis, wenig *Jura*, viel *Kreide*, wie Kieselkalk, Gault *Tertiäre*, wie Stampien Burdigalien, polygene Nagelfluh	z. Teil stark wasserdurchlässig z. Teil kompakt und sehr dicht [1])
	bis	25 %	35 %	20 %	20 %			
Schlemmsand		100 %	—	—	—	Pflanzenreste, wie Schilf	Kalkhaltig z. Teil Muskovit	[1]) Siehe auch Tabelle 2

GEOLOGIE. (Tabelle 1).

Im Längenschnitt (siehe Abb. 1) können prinzipiell vier verschiedene Schichtenfolgen unterschieden werden:

Tertiär-Fels (Burdigalien).

Blauer Kiessand, der neben Kreidekalk (Kieselkalk) auch Juragerölle enthält. Da weder die Reuss noch der Krienbach (Abfluss vom Pilatus) in nennenswertem Mass Juragerölle führen, muss der blaue Kiessand als von der Engelberger Aa stammend angesehen werden.

Grau-gelber Kiessand. Es erhebt sich die Frage, ob dieses Material fluvio-glaciale Ablagerung ist, oder ob es als recentes Krienbach-Geschiebe anzusehen ist. Dafür spricht der Umstand, dass trotz Suchen kein geritztes Geröll gefunden werden konnte. Der ganze Habitus entspricht dem Material bei den Fundstellen, die historisch einwandfrei als Krienbach-Ueberschwemmungen erwiesen sind.

Schlemmsand. Der Ausdruck „Laufsand" würde für diese Sande am ehesten zutreffen, da der Sand zu verlaufen anfängt, sobald er mit Wasser vermengt wird und nicht mehr unter Druck steht.

BESTIMMUNG DER VORAUSSICHTLICHEN TRAGFÄHIGKEIT DES BODENS. (Tabelle 2).

Blaues Material (Engelberger Aa). Es wird in der Praxis bis zu 4 kg/cm² belastet. Formelmässig lässt sich diese zulässige Bodenbelastung nach Jankowsky wie folgt bestimmen:

$$T = 0{,}0002 \cdot \gamma \cdot n^2 \cdot t \frac{1}{S}$$

wobei bedeutet: γ = Gewicht des Baugrundes in kg/m³,
t = Gründungstiefe in m,
n = vom natürlichen Böschungswinkel abhängig,
S = Sicherheitsgrad = 10 bis 15.

Tabelle 2. Materialtechnische Untersuchungen.

Untersuchungsgegenstand	Grau-gelbes Material	Blaues Material
Naturfeuchtigkeit	147 lt/m³	150 lt/m³
Hohlräume		
trockener Zustand	24 %	20 %
nasser „	20 %	19 %
Raumgewicht		
trocken	1,85 kg/dm³	2,02 kg/dn³
feucht	1,83 kg/dm³	1,99 kg/dm³
nass	2,28 kg/dm³	2,27 kg/dm³
Böschungswinkel (tg α)		
trocken	0,56	0,57
feucht	0,77	0,92
nass	0.71	0,87
Wasserdurchlässigkeit [2])	4,95 lt/15 min	2,90 lt/15 min
Aussiebung (Feinheitsmodul)	4,66	3,82

Im vorliegenden Beispiel ist

$$\left.\begin{array}{r}\gamma_b = 2000 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Böschungswinkel} = 35^0\end{array}\right\} \text{ aus Tabelle 2,}$$

für diesen Böschungswinkel ist erfahrungsgemäss $n^2 \cong 90$ zu setzen.

Somit ist $T_b = 0{,}0002 \cdot 2000 \cdot 1{,}0 \cdot 90 \cdot \frac{1}{10} = 3{,}6$ kg/cm².

Gelbes Material (Krienbach):

$$\left.\begin{array}{r}\gamma_g = 1850 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Böschungswinkel} = 33^0\end{array}\right\} \text{ aus Tabelle 2.}$$

für diesen Böschungswinkel ist erfahrungsgemäss $n^2 \cong 65$ zu setzen.

$$T_g = 0{,}0002 \cdot 1850 \cdot 1{,}0 \cdot 65 \cdot \frac{1}{10} = 2{,}40 \text{ kg/cm}^2.$$

Es ist somit das Verhältnis $\frac{T_b}{T_g} = \frac{3{,}6}{2{,}40} = 1{,}50$.

BESTIMMUNG DER WASSERDURCHLÄSSIGKEIT DES BODENS.

Die Versuche bezüglich Wasserdurchlässigkeit ergaben (siehe Tabelle 2):

W_b = (Blaues Material) = 2,9 lt/15 min,
W_g = (Gelbes Material) = 4,95 lt/15 min.

$$\frac{W_b}{W_g} = \frac{2.9}{4{,}95} = \frac{1}{1{,}8}$$

d. h. Tragfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit verhalten sich im vorliegenden Fall umgekehrt proportional.

*

Die beschriebenen materialtechnischen Untersuchungen waren nach den frühern Bohrverfahren nicht durchführbar, da das Material gestört aus der Tiefe kam. Nach dem Burkhardt'schen Verfahren nun können am ungestörten Kern eingehende und schlüssige Versuche vorgenommen werden; ihre Auswertung ist aber geologisch-technisch geschulten Ingenieuren zu überlassen.

[2]) Die Wasserdurchlässigkeit kann am ungestörten Kern im Kernrohr selber experimentell bestimmt werden; im vorliegenden Fall ist sie in einem besondern Rohr von 345 cm² Querschnitt bestimmt worden; das Untersuchungsmaterial war 50 cm mächtig und wurde von einer Wassersäule von 3 m Höhe überlagert.