

Aus der Praxis der Rammsondierung

Autor(en): **Stump, S.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **127/128 (1946)**

Heft 10

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83901>

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.

liches Übungsflugzeug dar, das ganz in Holz gebaut ist. Interessant war auch die Konstruktion «MH-52» von Max Holste. Dieser einmotorige Ganzmetalltieflieger mit nebeneinanderliegenden Sitzen, festem Bugradfahrwerk und doppeltem Seitenleitwerk weist einen vollständig verglasten Kabinenaufbau auf, der eine aussergewöhnlich gute Sicht für Pilot und Passagier gewährt. Das Flugzeug ist kunstflugtauglich. Interessant ist der in Holz gebaute einsitzige Tieflieger «Starck A. S. 70» mit einem 40 PS Salmson-Motor. Die Ausrüstung der gezeigten Flugzeuge entspricht im allgemeinen den heutigen Anforderungen. Wir fanden nicht nur überall geschlossene Kabinen und bequeme Sitze, die — ausser beim einsitzigen AS 70 — überall nebeneinander liegen, sondern auch übersichtlich und sauber angeordnete Instrumente. Alle Flugzeuge weisen Doppelsteuerung für die beiden vorderen Plätze und mechanisch zu betätigende Landeklappen auf, die man heute bei den älteren Sportflugzeugen oft vermisst.

Tabelle 1 orientiert über die wichtigsten Daten, die dem offiziellen französischen Katalog entnommen sind. U. Naef

Aus der Praxis der Rammsondierung

Von Dipl. Ing. S. STUMP in Fa. Brunner & Co., Zürich

Die bekannteste und meist angewendete Methode zur Erlangung von Aufschlüssen in lockeren Bodenarten war während langer Zeit die Bohrsondierung. Ihr Vorteil liegt darin, dass das Material mittels geeigneten Geräten aus grosser Tiefe ans Tageslicht gebracht werden kann. Ihr Nachteil besteht aber darin, dass die Bodenproben durch den Entnahmevergange in ihrer Lagerung und Dichte gestört werden. Diesem Mangel wurde in neuerer Zeit durch die Entwicklung von Apparaten zur Entnahme von sog. «ungestörten Bodenproben» begegnet, die in den Erdbaulaboratorien auf alle Eigenschaften und Einflüsse untersucht werden können. Leider lassen sich die «ungestörten Bodenproben» nur in einem begrenzten Teil von Bodenarten entnehmen. Besonders in den bei uns häufig vorkommenden nicht-bindingen Böden sind sie — wenn man von kostspieligen Hilfsmitteln wie Injektion, Gefrieren usw. absehen will — nicht möglich.

Als Ergänzung zu der obgenannten Bohr-Sondiermethode hat sich parallel dazu die Rammsondierung entwickelt, ohne jedoch bisher besondere Bedeutung zu erlangen. In der Schweiz hat dieses Verfahren in den letzten Jahren durch die wissenschaftlichen Arbeiten von P.-D. Dr. Ing. R. Haefeli vom Erdbaulaboratorium an der E. T. H. in Zürich neuen Impuls erhalten. Im Gegensatz zur Bohrsondierung wird bei der Rammsondierung das zu untersuchende Bodenmaterial nicht ans Tageslicht gebracht, sondern es werden gewisse Material-Charakteristiken direkt an Ort und Stelle, d. h. im Boden selbst, mittels einer Rammsonde festgestellt. Als Rammsonde bezeichnen wir eine an ihrem unteren Ende mit einer Spitze versehene Stange, die in den Boden gerammt wird, wobei die aufgewendete Arbeit und die zugehörige Eindringung genau gemessen werden. Der Eindringungswiderstand setzt sich aus der Mantelreibung der Rammstange und aus dem eigentlichen Spitzenwiderstand zusammen. Der jeweilige Anteil dieser beiden Kräfte am Gesamtwiderstand kann je nach Bodenart und Länge der Rammstange sehr verschieden sein. Bei den älteren Rammsondier-Verfahren wurde die Trennung der beiden Widerstände überhaupt vernachlässigt, während neuere Methoden eine rechnerische Trennung von Mantelreibung und Spitzenwiderstand durchführen. Als weiterer Schritt in der Entwicklung war es naheliegend, die Rammsonde so zu konstruieren, dass sie die Trennung der beiden Widerstände direkt auf konstruktivem Wege ermöglicht. Im Folgenden wird das in diesem Sinne vom Verfasser konstruierte Gerät und die Auswertung der damit erzielten Rammergebnisse einer kurzen Betrachtung unterzogen.

Die Konstruktion der neuen Rammsonde ist grundsätzlich sehr einfach. Sie besteht aus einem äusseren Rohr, das die Mantelreibung aufnimmt, und einem davon unabhängigen inneren Gestänge, an dem unten die Rammspitze angebracht ist (Bild 1). Für das einwandfreie Funktionieren des Apparates, wie beispielsweise das Ausschalten der Reibung zwischen Gestänge und Mantelrohr, sind gewisse konstruktive Vorkehrungen notwendig, auf die hier nicht eingetreten werden kann.

Der Arbeitsvorgang ist folgender: Abwechslungsweise wird das innere Gestänge mit der Spitze vorgerammt und das Mantelrohr nachgerammt. Der Arbeitsaufwand mit der zugehörigen Eindringung wird für jeden Teil gesondert gemessen und ausgewertet. Im weiteren kann die Mantelreibung auch durch Drehen des Rohres an Ort festgestellt werden. Aus technischen Gründen ist nach jeder Hitzte sowohl die Spitze als auch das Rohr zu drehen. Man erhält dadurch eine stetige Kontrolle darüber,

dass beim Vordringen der Spitze keine Abweichungen aus der Lotrechten — etwa bedingt durch seitliches Anfahren von grossen Steinen — eintreten.

Um bei der Durchführung von Rammsondierungen in einem bestimmten Gebiet die Rammergebnisse richtig deuten zu können, empfiehlt es sich überall dort, wo Bodenaufschlüsse fehlen, mindestens eine Schlüsselbohrung auszuführen. Als Schlüsselbohrung bezeichnen wir eine in unmittelbarer Nähe einer Rammsondierung erstellte Sondierbohrung. Aus dem Vergleich der beiden Sondierarten erhält man für die weiteren Rammsondierungen einen Schlüssel in Bezug auf das Bodenmaterial. Das Bild des Rammdiagramms für den Spitzenwiderstand allein gestattet nämlich nicht, ohne weiteres auf die Bodenart zu schliessen, sondern nur auf Dichte, Schichtenbegrenzung und Einlagerungen, wobei das Vorhandensein von Porenwasser ebenfalls eine Rolle spielt. Zwar ist es durch Verfeinerung der Konstruktion und auf Grund längerer Erfahrung möglich, aus den Ramm- und Drehbildern von Spitze und Mantel auf gewisse Bodenmerkmale und dadurch auch auf den Boden selbst zu schliessen (z. B. ob locker oder bindig, fein- oder grobkörnig). Die Auswertung der Rammergebnisse geschieht für die einzelnen Teile wie folgt:

1. Widerstand der Rammspitze

Da wir es eindeutig mit dem Spitzenwiderstand allein zu tun haben, ist die Anwendung der Stern'schen Rammformel angezeigt. Sie lautet:

$$\frac{R h}{(R + G)^2} [R G (1 + \eta)^2 + (R - \eta G)^2] = (W - R - G) e + W^2 \frac{l}{2 E F}$$

Mit Ausnahme des Dehnungs-Koeffizienten η handelt es sich bei all den vorkommenden Grössen um feste Werte, die entweder gewogen oder gemessen werden können. Für η gibt Stern die Werte 0,5 für Stahl und 0,25 für Holz an. Dass diese runden Zahlen mehr oder weniger willkürlich gewählt sind, liegt auf der Hand und es ist auch klar, dass η nicht für alle Stahl- oder Holzsorten gleich gross sein kann. Ebenso wird der Wert η bei einem aus mehreren Einzelstäben zusammengesetzten Rammgestänge je nach der Anzahl der Stäbe variieren. Es muss auch angenommen werden, dass die Dehnungsverhältnisse für ein aus mehreren Teilen zusammengesetztes Rammgestänge ungünstiger sind, als für ein solches aus einem einzigen Stück. Aus dieser Ueberlegung ist bei der Berechnung der Rammwiderstände W im vorliegenden Fall η als variable Grösse angenommen worden und zwar ausgehend von $\eta = 0,55$ für eine ideale, aus einem Stahlstück bestehende Rammsonde mit Abnahme um je 0,01 für jede durch die Zusammensetzung der einzelnen Teile entstandene Verschraubung. Bei der graphischen Darstellung der Auswertung der Stern'schen Formel für eine gegebene Fallhöhe und die Charakteristik des Rammgerätes der Firma Brunner & Co. sind in Bild 2 die Kurvenscharen der Werte $W = f(e)$ dargestellt und zwar sowohl für $\eta = 0,5$ konstant, wie für $\eta = \text{variabel}$. Wie

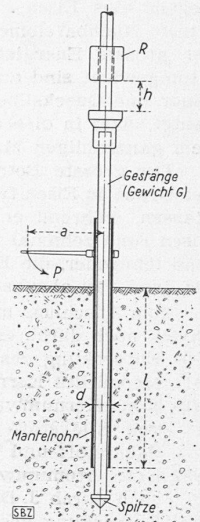


Bild 1

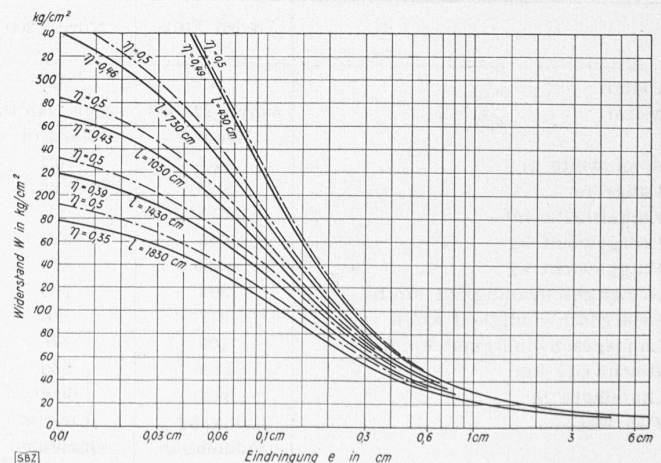


Bild 2. Kurvenschar der Rammwiderstände für Fallhöhe $h = 30$ cm

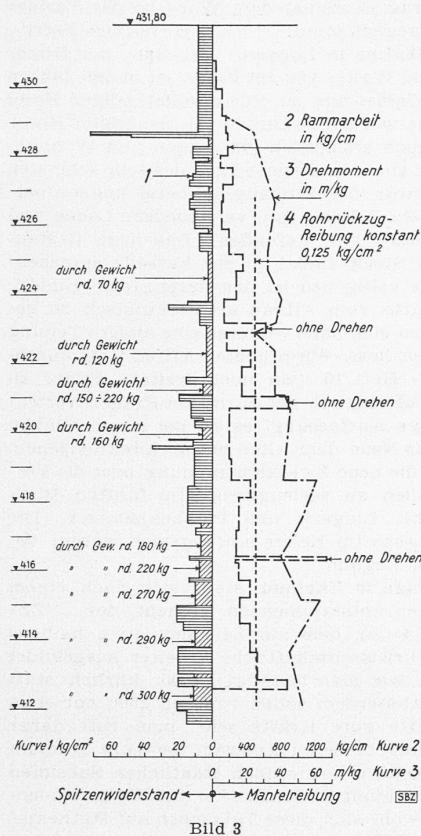


Bild 3

Bei der Längsverschiebung kann, wie beim Spitzwiderstand, die aufgewendete Rammarbeit in Beziehung zur Eindringung und Mantelfläche gesetzt werden. Ferner kann ebenfalls die für den Rohrrückzug aufgewendete Kraft gemessen und auf die Flächeneinheit bezogen werden. Alle diese Messergebnisse sind jedoch mit Vorsicht zu verwerten und es empfiehlt sich, hierfür einen Fachmann der Erdbaukunde beizuziehen. Im allgemeinen kann gesagt werden, dass mit Ausnahme von lockerem Seeschlamm die Rammarbeit für das Mantelrohr bedeutend grösser ist, als für die Rammspitze. Es ist schon vorgekommen, dass die Mantelreibung in Kies und Lehm so gross wurde, dass ein weiteres Abteufen des Rohres unmöglich war, während die Rammspitze gleichzeitig mit Leichtigkeit weiter vorgetrieben werden konnte. Müssen in solchen Fällen tiefer liegende Zonen abgetastet werden, so kann durch vorgängige Ausführung von Bohrsondierungen in der oberen Zone die Mantelreibung daselbst ausgeschaltet werden. In weichen Bodenarten ist es jedoch möglich, Tiefen von 20 m ohne Schwierigkeiten mit dem Rammgerät zu durchfahren.

3. Beispiele

In Bild 3 sind die Ergebnisse einer Rammsondierung in einer wenige Jahrhunderte alten Auffüllung am Bielersee dargestellt. Die Untersuchung diente der Abklärung der Fundationsart für einen Industriebau. Die Lagerung des Bodens war so locker, dass die Rammspitze streckenweise allein durch das Eigengewicht der Stange eindrang. Für diesen Teil des Diagrammes entspricht Linie 1 nicht dem Rammwiderstand, sondern nur dem

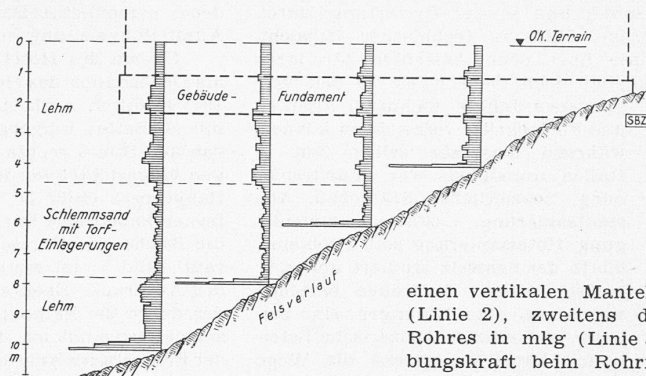


Bild 4

aus dem Bild hervorgeht, macht die Abminderung infolge η variabel bei grosser Gestängellänge bis zu rd. 10% gegenüber η konstant aus.

2. Mantelreibung

Diese kann sowohl durch Drehen des Mantelrohres wie durch dessen Längsverschiebung gemessen werden. Beim Drehen wird das äussere Drehmoment = Kraft $\times$ Hebelarm gemessen (in Bild 1 $M = Pa$).

Verdrängungs-Widerstand der Spitze, der als Belastung pro Flächeneinheit berechnet ist (schräg schraffierte Fläche). Beim Rammen des Rohres wurden drei Grössen gemessen und im Diagramm dargestellt: erstens die Rammarbeit bezogen auf

einen vertikalen Mantelstreifen von 1 cm Breite (Linie 2), zweitens der Drehwiderstand des Rohres in mkg (Linie 3) und drittens die Reibungskraft beim Rohrrückzug (Linie 4). Zum Unterschied vom Spitzwiderstand waren die Reibungskräfte am Rohrmantel relativ gross und zwar zufolge der lehmig-kalkigen Anteile am Bodenmaterial. Die Bauleitung konnte sich daher ohne Bedenken für eine Holzpflahlfundament entscheiden.

Bild 4 zeigt den einfachsten Anwendungsfall, wo es für die Fundation eines Gebäudes notwendig war, den Felsverlauf festzustellen. Auf diese Weise war es dem projektierenden Ingenieur möglich, von vornherein die geeignete Fundationsart (in diesem Falle Ortpfähle) zu wählen.

Bild 5 zeigt das Spitzwiderstands-Diagramm aus einer Serie von Rammsondierungen zur Untersuchung eines Rutschgebietes an einem Seeufer. In der Tiefe von 3 ÷ 4 m wurde durchgehend eine sehr lockere Schlammschicht von 0,50 bis mehrere Meter Mächtigkeit festgestellt. Nachgewiesenermassen wurde diese lockere Schicht durch die Neuführung einer Strasse ausgequetscht, was einen Grundbruch mit Strasseneinsturz zur Folge hatte. Durch die Sondierbohrung allein war es nicht möglich gewesen, die lockere Zone zu erkennen, die Rammsondierung hingegen registrierte diese einwandfrei. Sie gestattete auch auf billigste Weise den Felshorizont zu bestimmen, um die für die Abstützung der Strassenunterkonstruktion erforderliche Pfahl-länge festzulegen.

Bild 6 zeigt das Rammddiagramm bei einer Gebäudefundament. Leider wurde in diesem Falle der Fachmann erst zugezogen, nachdem sich im Fabrikneubau grosse Setzungen eingestellt hatten. Die ausgeführten Rammsondierungen zeigten dann, dass die scheinbar tragende Kiessandschicht an vielen Stellen nur dünn war, und dass darunter noch eine nachgiebige Schlamm-schicht lag. Um auf dem ganzen Gebäudegrundriss möglichst gleichmässige Setzungsverhältnisse zu erhalten, wurden an rd. 20 Stellen Rammddiagramme aufgenommen und auf Grund der erhaltenen Angaben die Fundationsverbesserungen vorgenommen.

Wie aus vorstehenden Beispielen hervorgeht, füllt das Rammddiagramm eine wichtige Lücke auf dem Gebiete der Bodenson-dierungen aus. Es dient zwar dem Geologen oft nur in beschränktem Masse, weil dieser meistens das Material zu sehen wünscht. Hingegen ist es dem projektierenden Ingenieur von grossem Nutzen, denn er kann aus demselben die Schichtenbegrenzung genau herauslesen und anhand der Widerstände auf die Trag-fähigkeit des Bodens schliessen. Als weitere Vorteile dieses Verfahrens dürfte noch erwähnt werden, dass es preislich sehr vor-teilhaft und dass das Gerät infolge seines relativ kleinen Ge-wichtes leicht transportabel ist.

MITTEILUNGEN

Die Internationale Architektur- und Wiederaufbau-Ausstellung in Turin (vgl. Bd. 127, S. 307) wird organisiert in Zusammen-

arbeit der Stadt Turin, der Handelskammer, des Forschungs-Institutes, des Ing.- und Arch.-Vereins, sowie der Geometer- und Unternehmervereinigungen. Als Leiter wird Ing. Ciay in Anwesenheit des Präsidenten der italienischen Republik diese Schau am 14. September eröffnen. Nachdem die Schweiz durch die Zentrale für Handelsförderung und durch das Politische Departement Beteiligung an Ausstellungen in Frankreich und England organisiert und unterstützt hat, ist es unverständlich, dass die Einladung von Turin durch die eidg. Amtstellen abgewiesen wurde. Eine Mitarbeit schweizerischer Architekten, Ingenieure, Baufirmen und Industrie am italienischen Wiederaufbau hätte sicher gefördert werden können, wenn diese den italienischen Fachkreisen ihr Können vorgeführt hätten. Die Ausstellungsleitung hoffte auf eine schweizerische Beteiligung im Sinn und Geist der humanitären Ein-

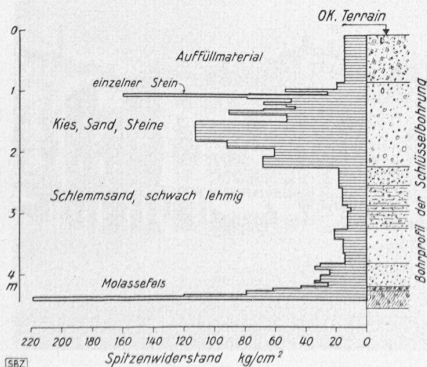


Bild 5

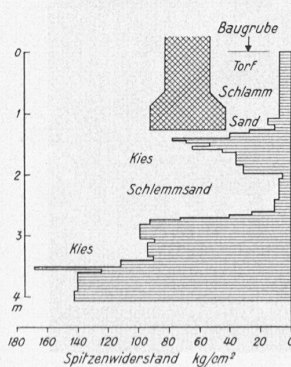


Bild 6