

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 4

Artikel: Erdbaumechanische Probleme im Lichte der Schneeforschung
Autor: Haefeli, Rob.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53879>

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: 04.02.2026

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

durch Schieber von innen regulierbar. Beleuchtung und Signalknöpfe sind reichlich vorhanden. — Das Leergewicht von nur 4 t gegenüber dem mehr als doppelten des Zugwagens ergibt für den Anhänger ein viel günstigeres Verhältnis der Auslastung. Auch die Unterhalt- und Revisionskosten sind wegen des einfachen Aufbaues gering. Beim Stossbetrieb können solche Anhänger den Einsatz teurer Triebfahrzeuge und ihrer Führer ersparen.

Die amtliche Abnahmeprüfung dieses Anhängers erfolgte am 16. und 17. Nov. 1943 durch die technischen Organe des Eidg. Amtes für Verkehr und des Strassenverkehrsamtes des Kantons

Bern. Da das Ergebnis der Versuchsfahrten über alle Erwartungen zufriedenstellend war, haben die genannten Instanzen die Bewilligung für die Inbetriebnahme dieses Anhängers auf sämtlichen Trolleybus- und Omnibuslinien erteilt. Dieses Fahrzeug, das seither bereits für Versuchsfahrten und im Spitzenverkehr eingesetzt wurde, ermöglicht es, wertvollen Aufschluss zu erhalten: über die geeignete Stärke des Antriebmotors, über notwendige Vorrichtungen und Abänderungen an bestehenden Trolleybussen mit Anhängerbetrieb, um so dem zukünftigen Strassenverkehr weitere Möglichkeiten zu eröffnen.

Erdbaumechanische Probleme im Lichte der Schneeforschung

Von P.-D. Ing. Dr. ROB. HAEFELI, Chef der Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H. Zürich

(Forts. von S. 16)

3. DAS RAMMPROFIL ALS ERGÄNZENDE SONDIERMETHODE

Die bis heute bekannten Sondiermethoden lassen sich allgemein in folgende drei Gruppen einteilen: a) direkte Sondiermethoden, b) indirekte Sondiermethoden, c) Tastmethoden.

Unter den direkten Sondiermethoden, wie Schürfungen, Schächte und Bohrungen, verstehen wir diejenigen Verfahren, die die Entnahme von gestörten oder ungestörten Bodenproben gestatten. Ihnen gegenüber stehen die indirekten oder geophysikalischen Methoden, die neuerdings eine wesentliche Entwicklung erfahren haben. Diese sind allgemein dadurch charakterisiert, dass entweder ein natürliches physikalisches Feld, wie z. B. das Schwerefeld, oder ein künstlich im Baugrund erzeugtes Feld dazu benutzt wird, um aus den durch Messung festgestellten Besonderheiten desselben, d. h. auf indirektem Wege, gewisse Rückschlüsse auf die Eigenschaften des zu untersuchenden Mediums zu ziehen.

Ausser den direkten und indirekten Sondierverfahren lassen sich als dritte Gruppe jene Methoden unterscheiden, die, eine mittlere Stellung einnehmend, als *Tastmethoden* bezeichnet werden können. Bei diesen werden die zu untersuchenden Schichten mit Hilfe eines Instrumentes abgetastet und punktweise auf gewisse technisch wichtige Eigenschaften untersucht. So kann z. B. die Wasserdurchlässigkeit, die Setzungsempfindlichkeit, die Grenzbelastung, der Rammwiderstand oder der elektrische Widerstand des Untergrundes ohne Entnahme von Proben näherungsweise festgestellt werden, wodurch sich wertvolle und oft notwendige Ergänzungen der Laboratoriumsversuche insbesondere in jenen Fällen ergeben, bei denen die Entnahme ungestörter Bodenproben nicht einwandfrei möglich oder mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Jedes dieser Verfahren besitzt seinen günstigsten Eignungsbereich, der sich nur ausnahmsweise mit demjenigen eines grundsätzlich andern Sondierverfahrens überdeckt. Bei ausgedehnten Untersuchungen oder heterogenen Bodenverhältnissen, wie sie in der Schweiz die Regel bilden [7], ist es nach einer allgemeinen Abklärung der geologischen Verhältnisse häufig geboten, eine Kombination verschiedener Verfahren, von der geophysikalischen Untersuchung bis zur Bohrung, anzuwenden.

Wenn es sich andererseits bei wichtigen Fundationsarbeiten in Lockergesteinen darum handelt, die Untergrundverhältnisse im Einzelnen zu studieren — um die Qualitäten des Bodens voll auszunützen oder seine Gefahren kennen zu lernen — ist eine geeignete Kombination von Bohr- und Tastverfahren vor allem auch wirtschaftlich vorteilhaft. Dies gilt insbesondere für die Verwendung des *Rammprofils*, das gestattet, den Baugrund an verhältnismässig vielen Stellen in kurzer Zeit abzutasten, um einen ersten Ueberblick über die Verhältnisse zu gewinnen.

Unter dem *Rammwiderstand* versteht man allgemein die Kraft, die der zu untersuchende Stoff dem schlagartigen Eindringen des Rammkörpers entgegensetzt. Dabei handelt es sich allerdings um eine mechanisch komplexe Grösse, die sich kaum in einwandfreier Weise auf die elementaren Festigkeitseigenschaften des Materials zurückführen lässt. Trotzdem ist die Kenntnis der Rammwiderstände, die mit einem einheitlichen Rammgerät systematisch ermittelt und in Funktion der Tiefe durch ein sogenanntes Rammprofil dargestellt werden, für die vergleichende Beurteilung des Untergrundes sehr wertvoll. Dabei treten die Inhomogenitäten des Stoffes deutlich in Erscheinung. Bei schichtförmigem Aufbau z. B. kann die Mächtigkeit der einzelnen Schichten oder der Verlauf der Oberfläche einer tragfähigen Schicht festgestellt werden. Das Rammprofil ist daher in erster Linie zur Abklärung des Schichtverlaufs, zur Abtastung einer lockeren Zwischenschicht oder einer tragfähigen Unterlage geeignet.

Damit die einzelnen Schichten klar hervortreten, ist es notwendig, den Reibungswiderstand des Pfahlmantels auszuschal-

ten, um den Verdrängungswiderstand an der Sondenspitze getrennt zu erhalten. Beim Schnee kann diese Forderung in einfacher Weise rein konstruktiv dadurch erfüllt werden, dass man den Durchmesser der Rammspitze etwas grösser wählt als denjenigen der Rammsonde (Abb. 8). Dank der genügenden Kohäsion des Schnees bleibt das Loch während der Rammung offen. Zudem ist die Reibung zwischen Schnee und Metall so gering, dass sie, falls sie wirksam werden sollte, keine merkbare Störung verursacht. Ferner können bei geeigneter Bemessung der Sonde die infolge innerer Deformationsarbeit entstehenden Energieverluste verhältnismässig klein gehalten werden. Diesen günstigen Umständen ist es zu verdanken, dass sich die Berechnung des Rammwiderstandes *W* der Schneedecke denkbar gestaltet, indem man nach Abb. 8, unter Anwendung der Arbeitsgleichung, für den Rammwiderstand *W* folgenden Ausdruck erhält [5]:

$$W = \frac{x R h}{e} + (R + Q) \dots \dots \dots (7)$$

Wie Abb. 8 zeigt, kann der Rammwiderstand als Kriterium für den relativen Härtegrad des Materials benutzt werden, indem man z. B. zwischen weichen (*W* = 0 bis 7 kg), mittelharten (7 bis 30 kg) und harten Schichten (*W* > 30 kg) unterscheidet und diesen Unterschied in den *Signaturen* zum Ausdruck bringt. Das Rammprofil bildet dementsprechend eine willkommene Ergänzung des Schichtprofils. Wird ein gewisser Schichtkomplex durch mehrere Rammprofile untersucht, so ist zu deren Interpretation ein Schlüssel aufzustellen. Diesen Schlüssel erhält man, wenn man an ein und derselben Stelle sowohl ein Ramm- wie ein Schichtprofil aufnimmt.

Diese übersichtlichen Verhältnisse sicherten der neuen Methode eine rasche Verbreitung. Der in der Dissertation «Schnee-Mechanik» [5] enthaltene Vorschlag, das Rammprofil der vergleichenden Untersuchung der Schneedecke im ganzen Alpengebiet zu Grunde zu legen, konnte dank der Mitwirkung des

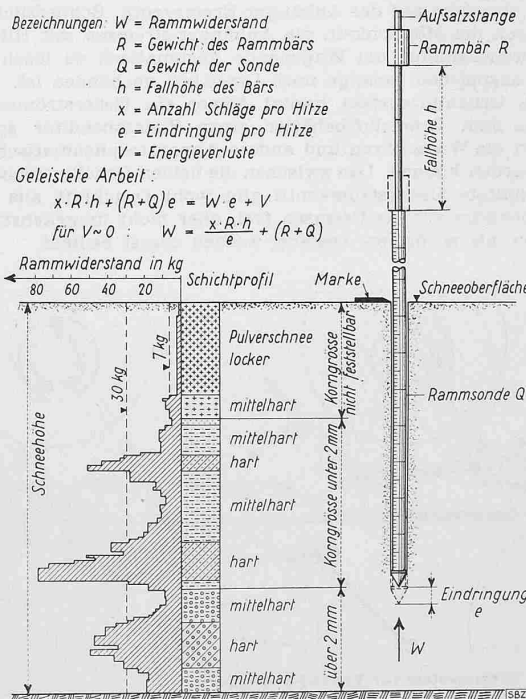


Abb. 8. Rammwiderstand und Rammprofilaufnahme in der Schneedecke

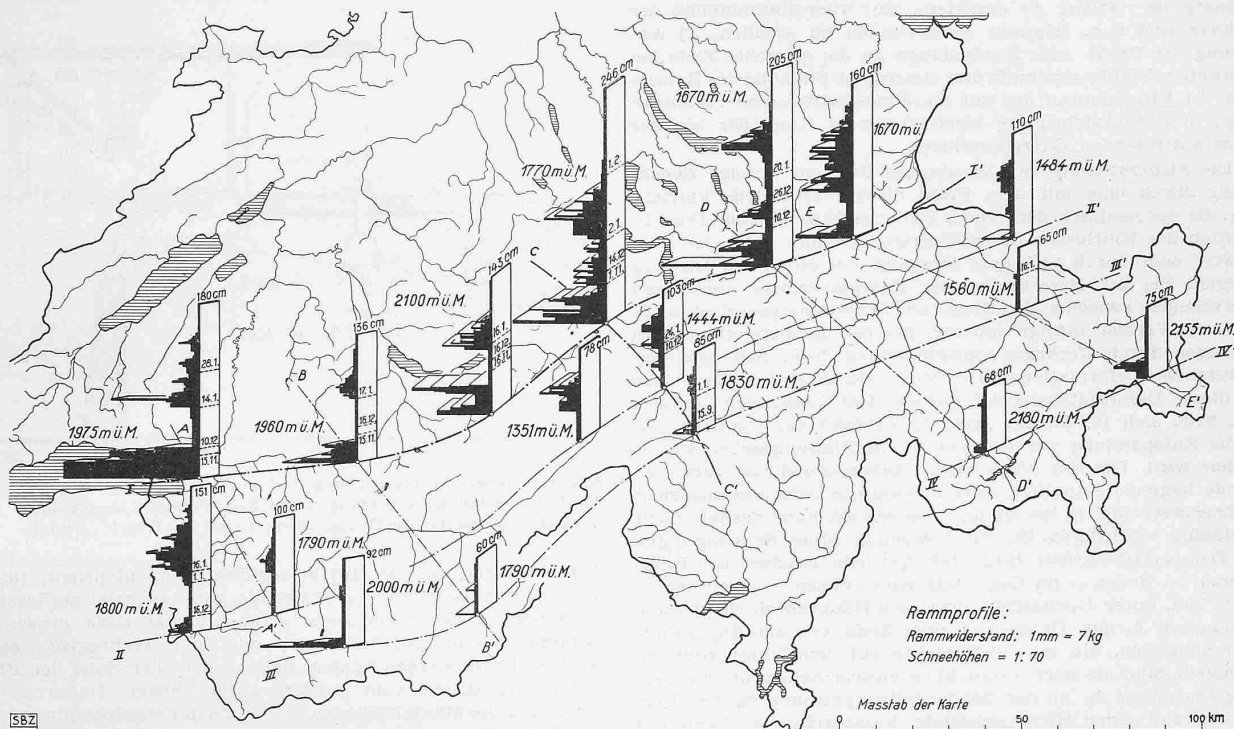


Abb. 9. Vergleich der Schneeverhältnisse der Schweizeralpen im Februar 1942 auf Grund von Rammprofilen. Aufnahme durch den Lawindienst der Armee

Lawindienstes der Armee in wenigen Jahren realisiert werden. Das Ergebnis eines für einen gegebenen Zeitpunkt durchgeführten Vergleiches zeigt Abb. 9, die die im Februar 1942 aufgenommenen Rammprofile einer Reihe über das Alpengebiet verteilter Beobachtungsstationen von mehrheitlich ähnlicher Höhenlage darstellt. Die sehr ungleiche Schneeablagerung lässt die Notwendigkeit einer regionalen, nach einzelnen Klimazonen differenzierten Behandlung der *Lawinenprognose* erkennen. Neben den gewaltigen Unterschieden in der Schneehöhe und den Rammwiderständen auf Nord- und Südseite der Alpen ist vor allem die Tatsache von Interesse, dass alle nördlichen Stationen im unteren Drittel einen Schichtkomplex mit geringem Rammwiderstand aufweisen. Es sind dies die stark metamorphen, im Frühwinter gebildeten Schneeschichten, die bei den schweren Lawenniedergängen von Ende Januar und Anfang Februar 1942 als Gleitschichten auftraten [21]. Die katastrophale Auswirkung der damaligen Lawinensituation, die innert acht Tagen (26. Jan. bis 2. Febr. 1942) 34 Menschenleben forderte, wurde wesentlich verschärft durch den ungewöhnlichen Schneereichtum der Niederungen. So erreichte z. B. die Schneedecke in Zürich am 4. Febr. 1942 eine maximale Höhe von 60 cm bei einer ununterbrochenen Dauer der Schneebedeckung von 75 Tagen, was seit bald 50 Jahren (1894/95) nicht mehr vorgekommen war. Zur Illustration dieser Verhältnisse ist in Abb. 9a die Entwicklung der Schneedecke

von Zürich als sog. Zeitprofil dargestellt [1]. Dieses ergibt eine Parallele zwischen den meteorologisch-klimatologischen, von der Meteorologischen Zentralanstalt in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellten Daten einerseits (Temperatur, Niederschlag, Strahlung) und den Eigenschaften der Schneedecke andererseits (Schneehöhe, Rammwiderstände, Temperaturen, Raumgewichte und Wasserwerte). Man vergleiche z. B. die kleinen Rammwiderstände des Mitte Februar 1942 in Zürich aufgenommenen Rammprofils ($W = 2$ bis 10 kg) mit den bedeutend grösseren Werten der auf 1670 bis 2100 m gelegenen Stationen auf der Alpen-Nordseite nach Abb. 9 ($W = 2$ bis 150 kg). [26]

In ähnlicher Weise wie bei der Schneedecke kann die Schichtstruktur auch bei den eigentlichen Lockergesteinen an Hand des Rammprofils untersucht werden [5]. Die einfachste Methode besteht darin, dass man sich mit der Ermittlung der *spezifischen Rammarbeit*, d. h. der pro Längeneinheit der Eindringungstiefe geleisteten äusseren Arbeit begnügt. Dieses primitive Verfahren kann jedoch bei genaueren Untersuchungen nicht befriedigen, weil dabei jede feinere Differenzierung der Schichtverhältnisse verloren geht oder starke Verzerrungen auftreten. Um wirklich aufschlussreiche, für Vergleichszwecke bei ganz verschiedenen Untergrundverhältnissen brauchbare Rammprofile zu erhalten, muss man versuchen, den *Verdrängungswiderstand*, der nur von den Eigenschaften der von der Rammspitze durchfahrenen Schicht

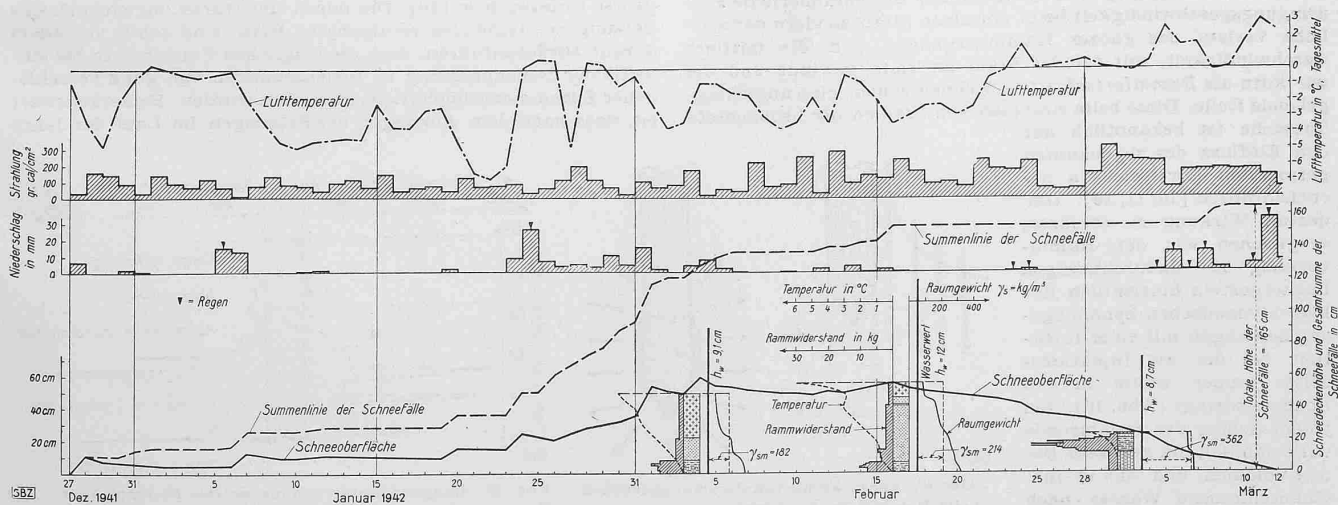


Abb. 9a. Zeitprofil der Schneedecke von Zürich (neben der Versuchsanstalt für Wasserbau) für die Zeit vom 27. Dez. 1941 bis 12. März 1942

abhängig ist, isoliert zu ermitteln. Zur Vervollkommnung der Methode sind u. a. folgende Forderungen zu erfüllen: a) Anpassung des Pfahl- oder Sondenlänge an die erreichte Tiefe bei konstantem Pfahlquerschnitt und konstanter Fallhöhe des Ramm-Bärs; b) Eliminierung der auf die Sonde wirksamen Seitenreibung; c) Berücksichtigung sämtlicher vom Rammbar bis zur Spitze auftretenden Energieverluste.

Die Sicherstellung der konstanten Fallhöhe erfolgt zweckmässig durch eine mit dem Pfahl direkt verbundene Vorrichtung, die automatisch den freien Fall des Bärs auslöst. Die Eliminierung des Einflusses der Seitenreibung kann entweder konstruktiv oder durch getrennte Messung der störenden Reibung erfolgen. Bei der Berechnung der Energieverluste muss man unterscheiden zwischen den Stoss- und Schwingungsverlusten [8] und dem Verlust infolge innerer, bei der Beanspruchung des Gestänges durch Verdrängungswiderstand bzw. Seitenreibung auftretender Deformationsarbeit [9]. Dabei ist zu beachten, dass von dieser Deformationsarbeit nur ein Teil tatsächlich verloren geht, bzw. sich in Wärme umsetzt, während der restliche Teil bei der Entspannung des Systems als Eindringungsarbeit wieder nutzbar wird. Die der allgemeinen Rammformel von Stern zu Grunde liegende Annahme, dass die gesamte Deformationsarbeit als Energieverlust in Rechnung zu setzen sei, kann deshalb nicht vollständig befriedigen. Die durch Reibung, Stoss, Schwingungen und Deformationsarbeit bedingten Verluste machen bei Rammungen im Boden — im Gegensatz zum Schnee — einen erheblichen Teil, unter Umständen sogar den Hauptanteil, der *totalen Rammarbeit* A_t aus. Da sie von einer Reihe von zufälligen Faktoren abhängen, die zum Teil nichts mit dem Untergrund zu tun haben, sind sie nach Möglichkeit auszuschalten, um die *Verdrängungsarbeit* A_u an der Sondenspitze getrennt zu erhalten. Die während einer Hitze geleistete Rammarbeit A_t kann auf Grund der Arbeitsgleichung wie folgt zerlegt werden:

$$A_t = A_u + \frac{A_M + A_S + A_D}{\text{Verluste}} \dots (8)$$

worin bedeuten:

A_t = totale Rammarbeit = $Rh + (R + Q)e$, R = Gewicht des Rammbärs, Q = Gewicht der Sonde, h = Fallhöhe, e = Eindringung pro Hitze

A_u = Verdrängungsarbeit an der Sondenspitze

A_M = verlorene Arbeit infolge Mantelreibung

A_S = verlorene Arbeit inf. Stoss- u. Schwingungsverl. } Verluste

A_D = verlorene Arbeit inf. el. Deformat. d. Rammgerät. }

$$A_u = A_t - (A_M + A_S + A_D) \dots (9)$$

Dividiert man Gl. 9 durch die pro Hitze gemessene Eindringung e , so erhält man den gesuchten *Verdrängungswiderstand* W_u an der Sondenspitze, d. h. den eigentlichen Rammwiderstand der durchzufahrenen Bodenschicht.

Tatsächlich liegen beim Rammstoss infolge der Koppelung verschiedener Glieder von ungleicher Grösse, Form und elastischem Verhalten so komplizierte Verhältnisse vor, dass eine vollständige Abklärung des Problems nur in Verbindung mit systematischen Versuchen im Prüfstand möglich sein dürfte. Ob dabei auch der Einfluss der *Eindringungsgeschwindigkeit* durch Reduktion des Rammwiderstandes auf eine einheitliche Vergleichsgeschwindigkeit eliminiert werden kann, bleibt vorläufig eine offene Frage.

In undurchlässigen, wassergesättigten Bodenarten, wie bei Tonen und Lehmen, spielt aber nicht nur die veränderliche Eindringungsgeschwindigkeit beim einzelnen Stoss, sondern der zeitliche Verlauf des ganzen Rammvorganges, d. h. die mittlere Geschwindigkeit, mit der der Pfahl an Tiefe gewinnt und die wir kurz als *Rammfortschritt* bezeichnen wollen, eine ausschlaggebende Rolle. Diese beim Rammen von Pfählen oft beobachtete Tatsache ist bekanntlich auf den Einfluss des sogenannten gespannten Porenwassers zurückzuführen [10, 11, 16]. Um dessen Wirkung zu erklären, vergleichen wir den Rammvorgang im undurchlässigen Lockergestein hinsichtlich der hydrodynamischen Spannungserscheinungen mit einer Injektion, bei der die Injektionsspitze immer weiter in den Boden eindringt (Abb. 10). Bei jedem Schlag der Rammsonde wird nämlich ein gewisses Bodenvolumen und das in ihm eingeschlossene Wasser nach aussen verdrängt. Da aber

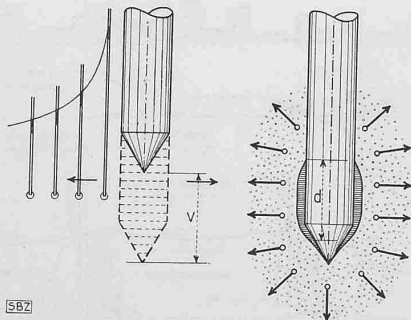


Abb. 10. Entwicklung von Strömungsdrücken beim Rammen im feinkörnigen, wassergesättigten Boden

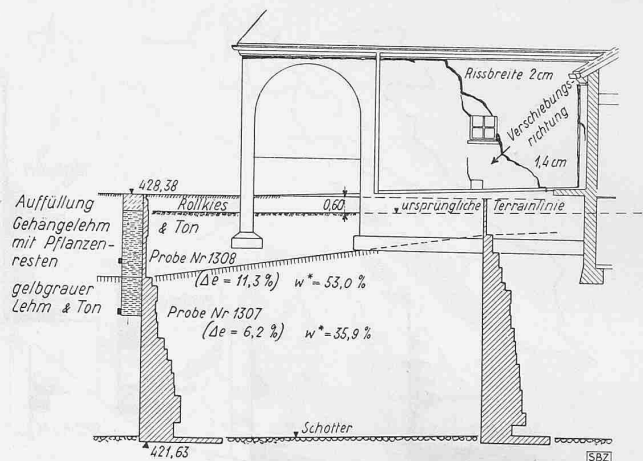


Abb. 11. Baugrunduntersuchung mittels Rammprofilen bei einem durch ungleichmässige Setzungen und Rissbildungen beschädigten Gebäude. Aufnahme durch Ing. Mürger und Dr. Knecht, Geolog

dieses Wasser, das der Injektionsflüssigkeit entspricht, infolge der Undurchlässigkeit des Materials nur langsam abfließt, so entstehen in der Strömungsrichtung radial nach aussen gerichtete Strömungsdrücke, die, wie sich rechnerisch zeigen lässt, so gross werden können, dass sich in der Nähe der Pfahlspitze der Boden vom Sondenmantel hebt. Dadurch wird vor allem die Mantelreibung, aber auch der Verdrängungswiderstand und die spez. Rammarbeit, stark reduziert und zwar umso stärker, je grösser das pro Zeiteinheit verdrängte Volumen, d. h. je grösser der Pfahlquerschnitt ist und je rascher die Eindringung erfolgt. Unterbricht man den Rammvorgang während längerer Zeit, so entspannt sich das Porenwasser, wobei der seitliche Erddruck auf den Pfahlmantel in dem Masse zunimmt, als die Strömungsdrücke abklingen, ein Vorgang, den man als *«Festsaugen»* des Pfahles bezeichnet.

Trotz aller dieser Komplikationen liefert das Rammprofil, dessen Methodik sich weiter vervollkommen wird, schon in seiner jetzigen, in Zusammenarbeit mit Dr. H. Knecht, Geolog, entwickelten Form wertvolle Aufschlüsse, vorausgesetzt, dass man bei seiner Anwendung und Interpretation die nötige Vorsicht walten lässt und über die für solche Arbeiten erforderliche Erfahrung verfügt. Wie jede andere Methode, besitzt auch das Rammprofil seine Eignungsgrenzen, die hauptsächlich durch die geologischen Verhältnisse bedingt sind.

Als erstes Beispiel einer Anwendung des Rammprofils im Erdbau diene Abb. 11. Bei einem durch klaffende Risse beschädigten langgestreckten Gebäude wurde nachträglich der Untergrund mit Hilfe von Rammsondierungen untersucht, um die Ursache dieser Rissbildung festzustellen. Der von blossen Auge schwer erkennbare Unterschied zwischen einer unteren, stärker verdichteten Tonschicht und einer oberen, weicheren Schicht von Gehängelehm und Ton tritt in den Rammprofilen deutlich hervor. Die entsprechenden Bodenproben 1308 und 1307 ergaben Zusammendrückungszahlen von $\Delta e = 11,3\%$ bzw. $6,2\%$, also sehr grosse Unterschiede [10]. Die durch eine starke ungleichmässige Setzung des Gebäudes verursachten Risse sind somit vor allem darauf zurückzuführen, dass die fraglichen Fundamente bei einheitlicher Bodenpressung in Bodenschichten von ganz verschiedener Zusammendrückbarkeit abgestellt wurden. Bemerkenswert ist, dass nach dem Abklingen der Setzungen im Lauf der Jahre

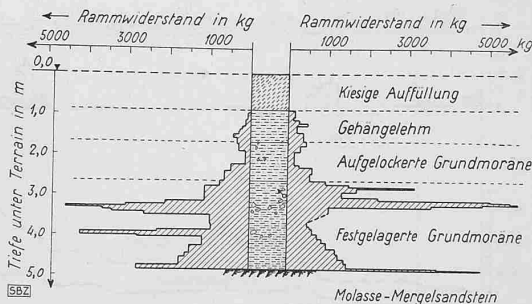


Abb. 12. Baugrunduntersuchung mittels Rammprofilen. Unterscheidung von aufgelockelter und festgelagerter Grundmoräne. Aufnahme durch Ing. Mürger u. Dr. Knecht

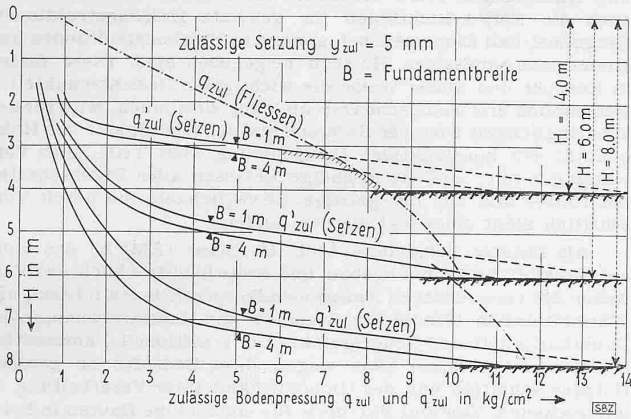


Abb. 13. Zulässige Bodenpressung in Funktion der Tiefe bei verschiedener Höhenlage der Felsoberfläche und gegebener zulässiger Setzung

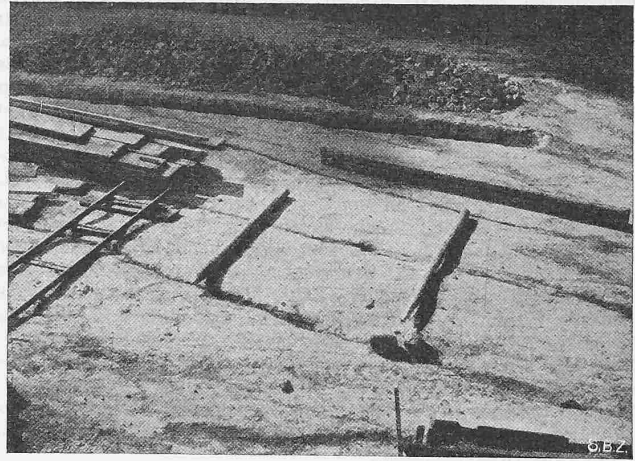


Abb. 14. Freigelegte, durch den Gletscher geschliffene und geritzte Molasseoberfläche im Areal des neuen Kantonspitals in Zürich

im Sommer 1943 erneut starke Setzungen und Rissbildungen auftraten, die durch die aussergewöhnliche Trockenperiode und entsprechende Schwindvorgänge im lehmigen Untergrund bis unterhalb eines Teils der Fundamente erklärbar sind. In Bestätigung dieser Zusammenhänge bewirkten die starken Regenfälle im September 1943 ein Quellen der oberen Bodenschichten und damit eine Hebung derjenigen Gebäudeteile, die im Sommer aussergewöhnliche Setzungen erfahren hatten.

Ein zweites Beispiel zeigt zwei in geringem Abstand voneinander aufgenommene Rammprofile im Untergrund des neuen Kantonspitals Zürich (Abb. 12). Aus beiden, in den wesentlichen Zügen übereinstimmenden Profilen geht die Unterteilung der auf der Molasse aufliegenden Grundmoräne in eine obere aufgelockerte und eine untere festgelagerte Zone deutlich hervor. Die Auflockerung dürfte auf den Einfluss der Verwitterung und des Frostes zurückzuführen sein. An der festgelagerten Grundmoräne kann man die verdichtende Wirkung der einstmaligen Gletscherauflast noch deutlich feststellen. Zu diesem Zwecke wurde das gestörte Moränematerial im Laboratorium künstlich durch stufenweise Steigerung statischer, langdauernder Belastungen solange verdichtet, bis der natürliche Verdichtungszustand erreicht war, wozu eine Vertikalspannung von mehr als 30 kg/cm² aufgewendet werden musste, was dem Ueberlagerungsdruck eines Gletschers von über 300 m Eismächtigkeit entspre-

chen würde, sofern man vom Einfluss des Zeitfaktors absieht. Auf Grund dieser Untersuchungen, die durch ein systematisches Abtasten des ganzen Bauareals mittels Rammprofilen, durch Zusammendrückungsversuche im Laboratorium und eingehende Setzungsanalysen ergänzt wurden, ergab sich bei 4, 6 bzw. 8 m Ueberlagerung der Molasse und Fundamentstreifen von 1, 2 und 4 m Breite die in Abb. 13 dargestellte sehr starke Zunahme der zur Erzielung gleichmässiger Setzungen zulässigen Bodenpressung q'_{zul} mit der Tiefe.

Auch die mit Rücksicht auf Flieblerscheinungen zulässige Bodenpressung q_{zul} , die unterhalb eines gewissen Punktes als der kleinere Wert massgebend wird, zeigt dank der hohen Kohäsion der festgelagerten Grundmoräne eine sehr starke Progression mit der Tiefe. Dass das untersuchte Areal einst tatsächlich von einem mächtigen Gletscher überlagert war, wurde beim Anblick der durch den Aushub teilweise freigelegten Molasseoberfläche, an deren Anschlag die infolge Geschiebebewegung entstandene feine Ritzung sichtbar war, jedem Beobachter deutlich bewusst (Abb. 14).

Ein drittes Beispiel einer Bodensondierung mittels Rammprofilen zeigt Abb. 14a. Hier handelte es sich darum, die Ausdehnung einer durch natürliche und künstliche Einflüsse auf-

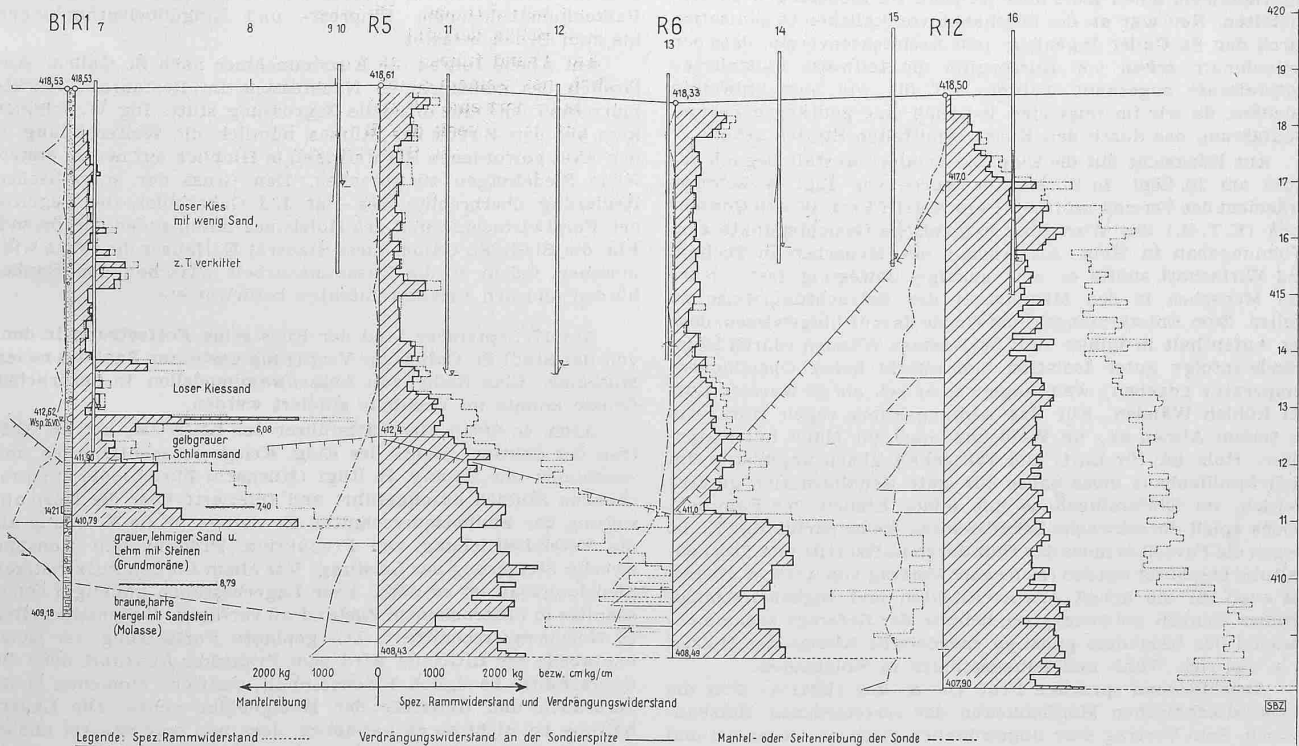


Abb. 14a. Rammprofile, aufgenommen durch Ing. Münger und Dr. Knecht, Geolog Sondendurchmesser 33 mm, Gewicht der Rammhären 60 kg, Fallhöhe 50 cm

gelockerten Zone festzustellen. Die ausgeführten Bohrungen, die als Schlüssel zur Interpretation der Rammprofile und zur Entnahme einiger ungestörter Bodenproben dienten, ergaben, dass die in den Rammprofilen deutlich in Erscheinung tretende Grenze zwischen lockerer und fester Lagerung nicht mit einer Formationsgrenze zusammenzufallen braucht. Nach Dr. H. Knecht kann das festgelagerte Grundmoränematerial ohne sichtbare Aenderung seiner Zusammensetzung in aufgelockertes Moränematerial übergehen. Ebenso kann lockerer Feinsand von festgelagertem auf Grund blosser Betrachtung der Bohrproben nicht unterschieden werden. Solche subtile, für die Beantwortung der gestellten Fragen jedoch oft ausschlaggebende Untersuchungen dürften zur Zeit nur auf Grund des Verdrängungswiderstandes möglich sein, wobei einzelne Stichproben durch die eingehende Prüfung einiger ungestörter Proben im Laboratorium eine willkommene Kontrolle bieten. Man beachte in diesem Zusammenhang die aussergewöhnlich geringen Verdrängungswiderstände einzelner Profile der Abb. 14a in 4 bis 5 m Tiefe unter der Geländeoberfläche, sowie den ziemlich schroffen Anstieg dieser Widerstände in grösserer Tiefe bei gleichzeitiger starker Zunahme der Mantelreibung.

Abschliessend sei darauf hingewiesen, dass durch das Erdbaulaboratorium in Delft schon vor Jahren ein Sondierverfahren entwickelt wurde, das im Gegensatz zur Rammsondierung darauf beruht, dass an Stelle des *dynamischen* Verdrängungswiderstandes beim Rammen, der *statische* Verdrängungswiderstand beim langsamen Eindringen einer Kegelspitze ermittelt wird [25]. Das holländische Verfahren ist den feinkörnigen, vorwiegend weichen Auvionen der Niederlande angepasst, während sich zum Abtasten der heterogenen, vielfach durch Gletscher vorbelasteten und z. T. stark verdichteten Böden unseres Landes die Ramm-Methode besser eignen dürfte. Besonderes Interesse für die weitere Entwicklung dieser Methode verdient ferner die Möglichkeit, das Rammprofil durch statische Setzungs- und Belastungsproben zu ergänzen, die — analog wie die Probebelastung von Pfählen — durch stufenweise Belastung der Rammsonde vorgenommen werden können. Dadurch lässt sich der Untergrund in beliebiger Tiefe, sei es unter der zukünftigen Fundamentsohle oder einer Pfahlfundation, bezüglich jener Eigenschaften abtasten, die zur Beurteilung der Setzungsempfindlichkeit und der Tragfähigkeit erforderlich sind. (Schluss folgt)

Vom S. I. A.-Kurs über Holzbau-Siedelungen, St. Gallen 1943

Im letzten Herbst hatte es die Sektion St. Gallen des S. I. A. unternommen, einen Kurs über Holzbau für Siedelungen zu veranstalten. Neu war an der überhaupt vorzüglichen Organisation durch den St. Galler Ingenieur- und Architektenverein, dass den Teilnehmern schon vor Kursbeginn die teilweise illustrierten Autoreferate zugesandt wurden, auf die wir hier hinweisen möchten, da wir im folgenden lediglich eine gedrängte Zusammenfassung des durch den Kurs vermittelten Stoffes geben.

Aus Rücksicht auf die Eidg. Materialprüfanstalt begann der Kurs am 16. Sept. in Zürich; er wurde von Ing. W. Sommer Präsident des Vereins, eröffnet. Dann ergriff Prof. W. von Gonzenbach (E. T. H.) das Wort über hygienische Gesichtspunkte zum Wohnungsbau in Holz. Als Anwalt des Menschen in Technik und Wirtschaft stellte er eine geistige Bewegung fest, wieder den Menschen in den Mittelpunkt der Betrachtungsweise zu stellen. Zum Entwärmungsklima wurde darauf hingewiesen, dass der Aufenthalt in kühler Luft bei warmen Wänden (durch Holzwände infolge guter Isolation und relativ hoher Oberflächentemperatur gegeben) weit angenehmer sei, als in warmer Luft bei kühlen Wänden. Für das Atmungsklima regen Harzdüfte zu tiefem Atmen an, im Wald und auch im Haus mit Naturtäfer. Holz ist für Luft- und Trittschall gleich ungünstig. Im Mehrfamilienhaus muss daher für gute Schallisolation gesorgt werden, im Einfamilienhaus mit seiner Einheit des Familienlebens spielt die schwache Schallisolation keine nachteilige Rolle. Gegen die Parasiten muss das Holz durch Luftzutritt und Trocknung geschützt werden (siehe auch Vortrag von Arch. W. Fietz). Da auch für die Arbeit des Architekten und Ingenieurs biologisches Denken notwendig sei, betonte der Referent zusammenfassend das besonders günstige «psychische Klima» des Holzes, d. h. das sich Wohl- und Zuhausefühlen in Holzbauten.

Anschliessend sprachen Prof. Dr. M. Roß (EMPA) über die materialtechnischen Möglichkeiten der verschiedenen Holzbaueisen. Sein Vortrag war ungewöhnlich reich an Gedanken und wertvollen Feststellungen. Statt eines unzulänglichen Versuches, den Inhalt zu skizzieren, müssen wir auf das mit Diagrammen

und Abbildungen reich versehene Autoreferat hinweisen, dem auch die EMPA-Richtlinien für geleimte Holzkonstruktionen, Ringdübel und Einpressdübel, genagelte Holzkonstruktionen und zimmermannsmässigen Holzbau beigegeben sind. Diese fassen in knapper und klarer Weise die wichtigsten Gesichtspunkte für Berechnung und technische Durchbildung zusammen. Mit grösster Eindringlichkeit wies der Referent auf die Wichtigkeit der Holzqualität, der konstruktiven Durchbildung aller Teile, aller Verbindungen hin; auf das lebendige Erfassen aller Eigenschaften des Holzes und auf die geistige Beweglichkeit, die durch Vorschriften nicht eingeengt werden dürfen.

Als Zweiter behandelte Arch. H. Kühne (EMPA) das Holz als Baustoff im Wohnungsbau, und zwar hauptsächlich das Verhalten der verschiedenen *Aussenwandkonstruktionen* in bezug auf Wärmeisolation, Winddichte, Stabilität und Holzverbrauch, sowie Dauerhaftigkeit und Feuersgefahr. Die traditionelle, horizontale Blockwand («Strick») kann wegen ihres Bedarfes an grossen Holzquerschnitten und der Unmöglichkeit ihrer Verarbeitung in lufttrockenem Zustand nur noch für einstöckige Bauten in holzreichen Gegenden empfohlen werden. Ihren Nachteil der starken Setzung durch Schwinden quer zur Faser vermeidet die hierzulande seltene skandinavische vertikale Blockwand. Deren vertikale Brettungen werden aber gerne undicht und erfordern eine besondere Winddichtung, wofür die feuchtigkeitsundurchlässige Dachpappe nicht geeignet ist. Zu empfehlen sind Holzfasersplatten und Kartons, Makulatur und Oelpapier. Für die Aufnahme der horizontalen Kräfte ist eine genagelte Diagonalschalung notwendig. Das Fach- oder Riegelwerk und das Skelettsystem sind der Blockbauweise durch die Holzernispannung und die statisch klaren Verhältnisse (Tragsystem von den Isolier- und Schutzschichten getrennt) überlegen. Wir unterscheiden einerseits die historische Nassbauweise mit sichtbaren einstöckigen Riegeln und ausgemauerten Fächern (moderne Variante: verputzte Holzwolleplatte in den Fächern), andererseits das heutige trockene Skelettsystem mit auf die ganze Haushöhe durchlaufenden Pfosten. Die bei diesen letzteren für die Aufnahme der horizontalen Kräfte nicht zuverlässigen Streben werden durch eine genagelte Diagonalschalung ergänzt. In den Hohlräumen zwischen den Pfosten können eine weitere Isolierschicht und Luftkammern untergebracht werden. Für die Aussenhaut unerreich ist der schuppenartige Schirm aus handgespaltenen Schindeln, der die Formveränderungen der Unterlage mitmacht und den Witterschutz gewährleistet bei einer gewissen Durchlässigkeit für Feuchtigkeit und Luft. — Das Plattensystem kann aus dem vertikalen Blockbau oder dem Fachwerk entwickelt werden (siehe Vortrag von G. Rauh nebenan).

Bei den am Nachmittag des ersten Kurstages vorgeführten Demonstrationen in der EMPA wurden genagelte und geleimte Balkenkonstruktionen, Einpress- und Ringdübelverbindungen bis zum Bruch belastet.

Am Abend fuhren die Kursteilnehmer nach St. Gallen. Anlässlich des gemeinsamen Nachtessens im Restaurant Marktplatz fand dort eine offizielle Begrüssung statt. Ing. W. Sommer kam auf den Zweck des Kurses, nämlich die Weiterbildung in den akut gewordenen Berufsfragen in Hinblick auf neu zu erstellende Siedelungen zu sprechen. Den Gruss der st. gallischen Regierung überbrachte Reg.-Rat J. J. Gabathuler, die Begriffe der Forstwirtschaft und des Holzbaues miteinander verbindend. Für die Stadt St. Gallen hiess Stadtrat E. Hauser die Gäste willkommen, indem er die Zusammenarbeit zwischen den Baubehörden und den Privatarchitekten befürwortete.

Am 17. September fand der Kurs seine Fortsetzung in dem von der Stadt St. Gallen zur Verfügung gestellten Saal des neuen Museums. Eine Reihe von Aussenwandmodellen in natürlicher Grösse konnte im Vestibule studiert werden.

Arch. O. Strub, Geschäftsführer der LIGNUM, hat im Auftrag der Sektion «Holz» des Eidg. Kriegswirtschaftsamtes und zusammen mit Bauing. H. Kägi (Küsnacht-Zürich) die entsprechenden Studien durchgeführt und referierte über die Normalisierung der Bauholzquerschnitte. Er definierte die Normung als die Vereinheitlichung von Produktion, Produkt und Konsum, zwecks Steigerung der Leistung. Vor allem für den kurzfristigen Siedelungsbau ist es nötig, über Lagerbestände günstiger Querschnitte in lufttrockenem Zustand zu verfügen. Zukünftig gelten 69 Normenquerschnitte¹⁾. Die geplante Fortsetzung der Holzbautabelle der LIGNUM wird dem Praktiker Auskunft über die Querschnitte bezüglich Flächeninhalt, statische Momente, Holzverbrauch und Gewichte der Holzgebälke geben. Die Lagerhaltung ist nicht so zu verstehen, dass nun jede Sägerei alle 69 Querschnitte auf Lager zu legen hat. Die infolge der Zusammen-

¹⁾ Siehe SEZ Bd. 122, S. 238 (1943).