

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 71 (1953)
Heft: 8: Sonderheft zum Geburtstag von Prof. Dr. E. Meyer-Peter. 1. Teil

Artikel: Die Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau (VAWE) an der ETH
Autor: Moos, A. von / Haefeli, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60501>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

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

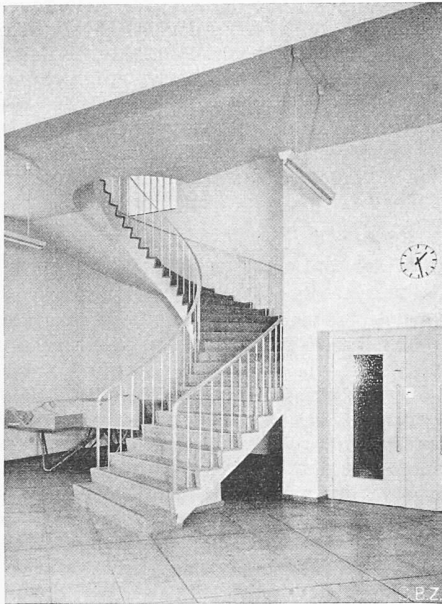


Bild 7. Vorhalle mit Treppe der neuen Versuchsanstalt

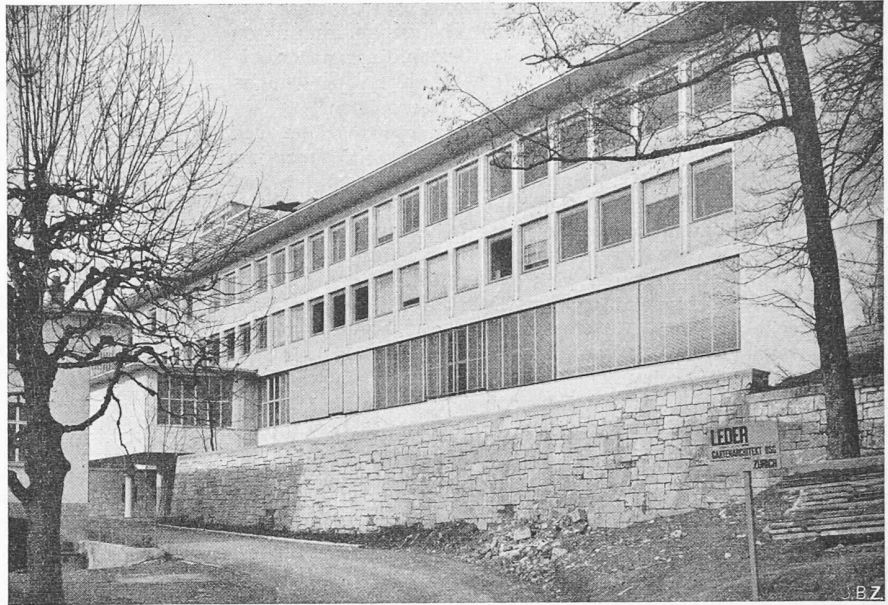


Bild 1 (Zum Aufsatz von A. von Moos und R. Häfeli). Der Neubau der VAWE. Ob der Mauer das Hauptlabor, darüber der Bürotrakt der Erdbauabteilung. Arch. Gebr. OESCHGER, Zürich

Rechnerische Untersuchungen über die Isère, die Emme und den St. Gallischen Rhein, Studien über Stauraumveränderungen und Abspülmöglichkeiten, Modellversuche über die Aare in Bern, die Rhone in Lavey und über eine grosse Zahl von Wasserfassungen festigten die Erkenntnisse in der Hydraulik mit beweglicher Sohle (Bild 6). Die systematischen Versuche wurden nach dem Krieg mit Geschiebegemischen fortgesetzt. Sie führten, zusammen mit Versuchen über Erosionssicherungen in der Aare bei Thun und im Rhein unterhalb Basel, zu einem verfeinerten Geschiebetriebgesetz, der «Formel 1948». Die Grundform der Formel 1934 konnte beibehalten werden, im Detail gelang jedoch die Rückführung auf das alte Schleppkraftgesetz von Du Bojs. Wir haben dies als einen Fortschritt gewertet, weil sich mit dem Zusammenhang zwischen der Geschiebeführung und der durch den Abfluss bedingten «Schubspannung an der Sohle» die einfache Vorstellung und Erklärung der Ursache des Geschiebetriebes bestätigte. Die vielen bisher scheinbar abweichenden Versuche stimmten, nach Einführung einiger neuer Faktoren vor allem über die Sohlenform, mit dem Schleppkraftgesetz überein.

Die Formel 1948 wurde, wie ihre Vorgängerin, auch im Ausland mit grossem Interesse aufgenommen. In den Versuchen wurde der Bereich der Variablen allerdings vor allem nach schweizerischen, also Gebirgsverhältnissen gewählt. Die Versuche werden aber zur Zeit mit Verhältnissen von Tieflandflüssen mit relativ feinem Geschiebe bei grossem Transportvermögen fortgesetzt (Bild 4). Nach den bisherigen Resultaten erfasst die Formel 1948 auch solche extreme Bereiche recht gut. Auch die Nachrechnung des Rheinproblems auf Grund der Formel 1948, die zur Zeit in Durchführung ist, gibt keine wesentlichen Abweichungen von den früheren Resultaten. Prof. Meyer kann also auf eine abgeschlossene zweite Etappe zurückblicken. Sie brachte eine systematische Verfeinerung der Versuchsmethoden und mit der Formel 1948 ein schon wesentlich allgemeineres Resultat. Vor allem aber zeigt die Ausführung der Rheinkorrektion oberhalb des Bo-

densees, dass auch auf dem Gebiet des Flussbaues das Vertrauen gewonnen wurde. Schliesslich haben die gleichzeitig durchgeführten systematischen Untersuchungen über Kolkbildungen und die Kolkversuche für Niederdruckanlagen während der Baustadien und an fertigen Wehren der Praxis und uns gedient (Bild 3).

Dank der Tatkraft von Prof. Meyer-Peter kann die Versuchsanstalt den kommenden Problemen der «Hydraulik mit beweglicher Sohle» getrost entgegensehen. Ausgehend von sorgfältig gewählten Grundlagen wurde mit grosser Geduld ein solides Fundament von dauerndem Wert geschaffen. Stein für Stein wurde aufgebaut, immer in der durch die Praxis geforderten Richtung, meist auch bedingt durch zeitliche Termine. Dies erforderte von jedem Beteiligten, vom Arbeiter bis zum Direktor, einen grossen Einsatz. Das Beispiel gab allen der Direktor — wie wäre es sonst möglich gewesen, nicht nur dieses Forschungsgebiet, sondern noch viele andere in Hydraulik, in Wasserkraftanlagen, in Erdbau und Schnee, Abwasser und Hydrologie gleichzeitig zu entwickeln? Eine einmalige Leistung, wenn man weiss, mit welcher Sorgfalt jede Frage behandelt wurde.

Den Studierenden hat Prof. Meyer immer die neuesten Erkenntnisse übermittelt, sie waren also die Nutzniesser. Die Praxis hat mit den Aufträgen am Aufbau mitgeholfen und bekam dafür die gewünschten Richtlinien. Auch wir, alle seine Mitarbeiter, sind in der Zusammenarbeit mit Prof. Meyer-Peter in sein Werk hineingewachsen. Er hat uns im Diplom ausgewählt und solange väterlich betreut, bis wir schliesslich auch am Aufbau mithelfen konnten. So ist eine grosse Gemeinschaft entstanden, die das Ausscheiden von Prof. Meyer-Peter schmerzlich empfindet. Ich möchte persönlich und für alle seine Mitarbeiter Herrn Prof. Meyer-Peter herzlich danken. Wir stehen vor einem gewaltigen Werk, das dem Erbauer zur Ehre gereicht. Es wurde auch äusserlich mit dem Neubau der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau gewürdigt, ein Bau, der das Andenken an Prof. Meyer-Peter bewahren wird (Bild 7).

Die Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau (VAWE) an der ETH

Von PD. Dr. A. VON MOOS, Geologe, Zürich, und Prof. Dr. R. HAEFELI, Dipl. Ing. ETH, Zürich

1. Einleitung und Rückblick

Auf Initiative von Prof. Dr. h. c. E. Meyer-Peter, Prof. Dr. h. c. P. Niggli und Dr. h. c. H. Gruner wurde im Jahre 1935 der kurz vorher gegründeten Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH eine Erdbauabteilung angegliedert. Der Rücktritt von Prof. Meyer-Peter als Direktor dieser, später in Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau umgetauften Annexanstalt der ETH, sodann die Ende 1951 erfolgte Umsiedlung in den Neubau (Bild 1), sowie schliesslich der vom 16. bis 27. August 1953 in Zürich und Lausanne stattfindende III. Internationale

Kongress für Erdbaumechanik und Foundationstechnik geben Anlass, hier kurz Aufgaben, Entwicklung und Ziele dieser Abteilung darzulegen.

Die grundlegenden Aufgaben der Erdbauabteilung sind das theoretische und experimentelle Studium der Erdbaumechanik, d. h. der Anwendung der Gesetze der technischen Mechanik auf Ingenieurprobleme, die sich mit Lockergesteinen befassen. Um aus derartigen Untersuchungen vollen Nutzen zu ziehen, hat sich die Erdbaumechanik, als Grenzgebiet zu

DK 624.13:061.6

den Naturwissenschaften, auch mit Fragen der Geologie, der Gesteinskunde, der Kolloidchemie usw. abzugeben. Aus dieser Erkenntnis heraus bestimmten die Initianten, dass neben Absolventen der Bauingenieurabteilung auch solche der naturwissenschaftlichen Richtung hier mitarbeiten sollten.

Während die technische Geologie indessen schon seit Gründung der ETH gepflegt worden ist (Arnold Escher von der Linth, Alb. Heim, Hs. Schardt usw.), standen in den 20er Jahren auf dem experimentellen und theoretisch-technischen Gebiet der Erdbaumechanik nur Vorarbeiten zur Verfügung. Wohl die ältesten in Zürich durchgeführten Untersuchungen stammen von Culmann, der sich um 1856 mit theoretischen Fragen des Gleichgewichtes von Erdmassen befasste. Erst nach Erscheinen der «Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage» (1925) von K. Terzaghi, dem Begründer der modernen Erdbaumechanik, entstanden unter Leitung der Professoren Andreae, Rohn und Jenny in dem im Jahre 1923 gegründeten Erddrucklaboratorium der ETH die Dissertationen von H. Hugli und E. Gerber über die Druckverteilung im örtlich belasteten Sand. Der eigentliche Vorläufer der Erdbauabteilung der VAWE waren indessen die Studien der Kommission für Abdichtung des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, die von 1918 bis 1927 auf experimentellem Wege diese für die Stauraumbildung wesentliche Frage untersuchte. Hier, wie bei den Arbeiten von Gruner und Haefeli für das Kraftwerk Albruck-Dogern (1932), war es vor allem die Wechselwirkung von Wasser und Boden, im Zusammenhang mit der Abdichtung und Stabilität von Erddämmen, die im Vordergrund stand. Deshalb lag es damals nahe, die neu zu gründende Erdbauabteilung nicht als reine Materialprüfungsstelle der Eidg. Materialprüfungsanstalt (EMPA), sondern der Versuchsanstalt für Wasserbau anzugliedern, die dem Dozenten für Wasserbau und Grundbau der ETH untersteht.

Aehnlich einer Tanne, die nur langsam wächst und in ihrer Erscheinung den Standort widerspiegelt, so ist auch die Entwicklung der Erdbauabteilung gekennzeichnet durch die Aufgaben, die ihr aus der Gebirgsnatur unseres Landes erwachsen. Diese spezifisch schweizerische Note fand ihren Ausdruck u. a. darin, dass im Winter 1933/34 die Untersuchung der Schneemechanik in Anlehnung an die Methoden der da-

mals noch jungen Erdbaumechanik in Angriff genommen wurde. Die Anregung dazu, die sich in der Folge als sehr fruchtbar erwies, ist dem Weitblick von Prof. Meyer-Peter, Mitglied der Kommission für Schnee- und Lawinenforschung, zu verdanken.

Nachfolgend soll kurz gezeigt werden, wie die Erdbauabteilung im Rahmen der Hochschule die ihr gestellten Aufgaben zu lösen versuchte, wobei gleichzeitig auch der Fernersehende Einblick in die verschiedenen Funktionen eines solchen Hochschulinstitutes erhält.

2. Gegenwärtiger Stand der Entwicklung

Die gegenwärtige Entwicklung der Erdbauabteilung ist u. a. durch eine intensive beratende Tätigkeit beim Bau von Erddämmen gekennzeichnet. Bei den Aufgaben unserer Erdbauabteilung handelt es sich, wie der Name andeutet, hauptsächlich um die Lösung von Fragen, die sich dem Ingenieur beim Bauen mit und in der Erde stellen. Nicht selten fehlt jedoch bei erdbaumechanischen Problemen eine konkrete Bauaufgabe oder tritt gegenüber der Untersuchung der naturgegebenen Verhältnisse, bzw. des gewachsenen Bodens stark in den Hintergrund. Der allgemeinere und umfassendere Ausdruck «Bodenmechanik», der dem englischen «soil mechanics» entspricht, oder der von Terzaghi vorgeschlagene Ausdruck «Geotechnologie» sind deshalb an sich richtiger.

Material- und Bodenuntersuchung

Einer der Grundzüge moderner Erdbaumechanik ist die Tendenz, die Eigenschaften und das Verhalten der Lockergesteine experimentell, d. h. im Laboratorium oder im Felde zu untersuchen. Im Versuchsraum werden die Proben durch Bestimmung von Kornverteilung, Karbonat- und Humusgehalt, spez. Gewicht, Raumbgewicht, Wassergehalt, Plastizität charakterisiert und klassifiziert. Dazu tritt die Ermittlung der eigentlichen technischen Eigenschaften von «gestörten» oder «ungestörten» Proben, wie Durchlässigkeit und Kapillarität, Zusammenrückbarkeit und Schwellbarkeit, Verdichtbarkeit, Druckfestigkeit und Scherfestigkeit usw.

Immer deutlicher zeigt sich, dass das Verhalten des gewachsenen Bodens nicht allein auf Grund der Materialuntersuchung im Laboratorium beurteilt werden darf. In Ergän-

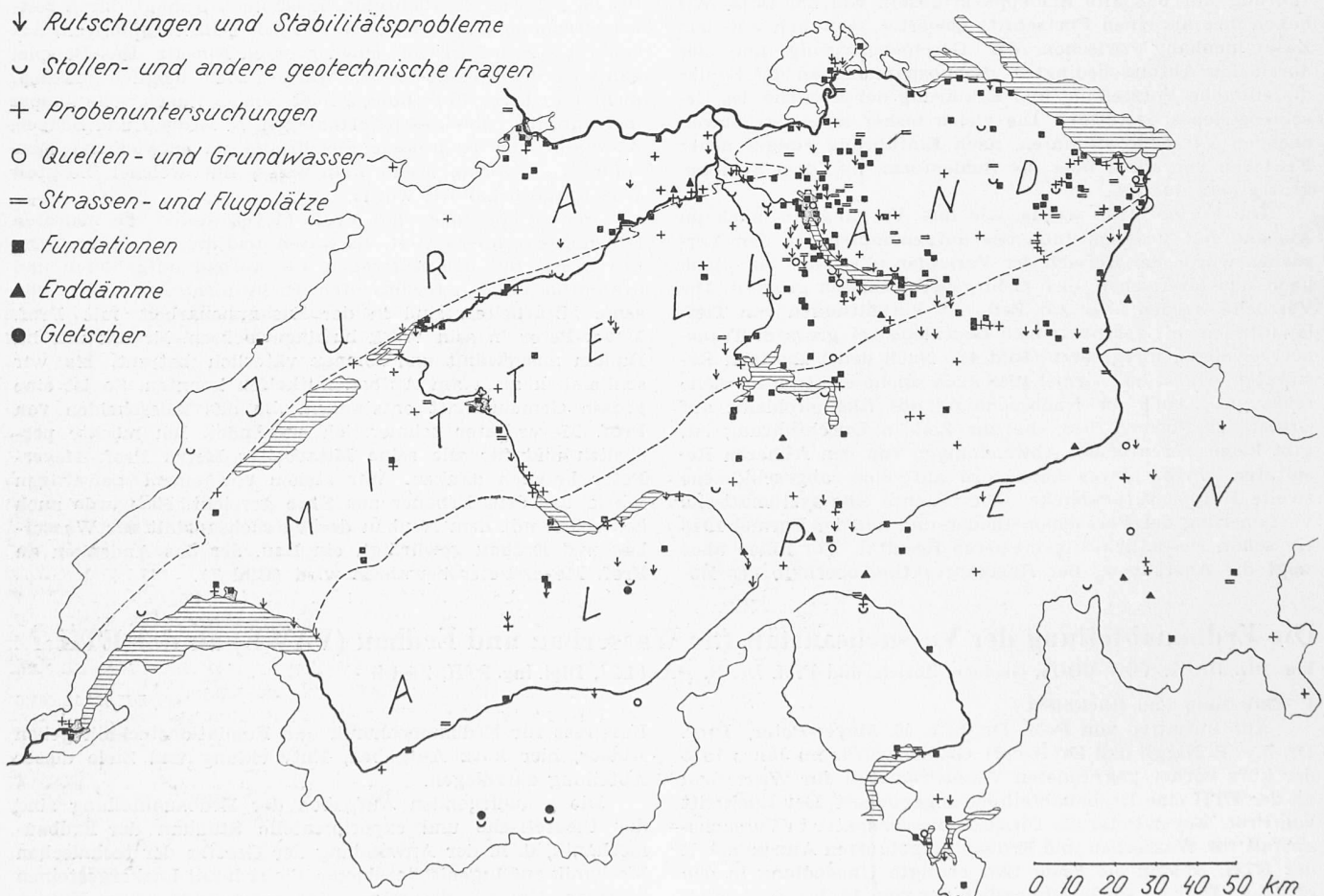


Bild 2. Kartenmässige Darstellung der Untersuchungstätigkeit der Erdbauabteilung der VAWE in der Schweiz, Periode 1935 bis 1952

zung zu den Laboratoriumsuntersuchungen wird deshalb heute den Feldversuchen am natürlichen Schichtverband vermehrte Bedeutung beigemessen. Neben den Bestimmungen der Lagerungsdichte mittels indirekter dynamischer und statischer Penetrationsversuche und der Entnahme ungestörter Bodenproben werden auch Belastungs-, Scher- und Wasserdurchlässigkeitsversuche durchgeführt und soweit möglich die Verschiebungen und Deformationen des Untergrundes und des Bauwerkes verfolgt.

Gutachten

Mit der Gründung der Erdbauabteilung setzte ihre Indienststellung für praktische Aufgaben ein, die infolge der intensiven Bautätigkeit in allen Sektoren nach dem Krieg eine starke Ausweitung erfuhr.

Zu den Hauptaufgaben des Laboratoriums gehört heute die Mitarbeit bei der Projektierung und der Erstellung von Erddämmen für Wasserkraftanlagen, die wohl mannigfaltigste und klassische Aufgabe der Erdbaumechanik, bei der die Lockergesteine nicht nur als Baugrund, sondern auch als Baumaterial verwendet werden. Ein sehr weitschichtiges Arbeitsgebiet bildet ferner der Strassen- und Flugpistenbau mit Frostproblemen, Beschaffung geeigneter Baustoffe, sowie Verdichtungs- und Stabilitätsfragen, die denjenigen des Dammbaus verwandt sind. Mannigfaltig sind sodann die erdbaumechanischen Probleme bei der Fundation von Bauwerken aller Art, ferner Stabilitätsfragen bei Stützmauern, Brücken und Rutschhängen, die in unserem Gelände eine ganz besondere Rolle spielen. Dazu treten eine Reihe mehr ingenieur-geologischer Untersuchungen im Stollenbau, in der Wasserversorgung (vor Gründung der EAWAG) oder im Zusammenhang mit der Geschiebeführung usw. (Bild 2).

Unsere Tätigkeit bei praktischen Aufgaben erstreckt sich teils auf die blosse Bestimmung einzelner technischer Kennziffern der Lockergesteine, teils auf die Beratung bei gewissen Fragen, in Einzelfällen aber auch auf eine umfassende Mitwirkung, von den Feld- und Laboratoriumsversuchen bis zur Auswertung und Mitarbeit bei der Projektierung. Bei ausgedehnten Arbeiten werden auch Feldlaboratorien errichtet und Mitarbeiter abgeordnet.

Bei der Tätigkeit als Gutachter wurde stets versucht, neben den erdbaumechanischen Gesichtspunkten auch die geologischen Verhältnisse mizuberücksichtigen und die Probleme vom Gesichtspunkt des praktischen Tiefbaues zu betrachten, um den Vorwurf einseitigen Spezialistentums möglichst auszuschalten.

Forschung

Der intensive Kontakt mit der Praxis und die Beschäftigung mit der Theorie in Verbindung mit der Lehrtätigkeit werfen zahlreiche Fragen auf, die nach Forschung, der primären Aufgabe der Hochschule, rufen. Die Schwierigkeit eines Hochschullaboratoriums, das Gutachten abgibt, besteht darin, dass die Mitarbeiter durch die oft sehr verantwortungsvolle Gutachtertätigkeit und allgemeine administrative Arbeiten so stark in Anspruch genommen werden, dass die nötige Zeit und Ruhe für eine produktive Forschungsarbeit mangelt. Ausserdem fehlt, im Gegensatz zu den Naturwissenschaftlern, bei den Bauingenieuren oft die Tradition und das Bedürfnis nach nicht zweckgebundener wissenschaftlicher Tätigkeit.

Trotzdem hat unsere Erdbauabteilung in bescheidenem Rahmen versucht, an der raschen Entwicklung der Erdbautechnik mitzuarbeiten. In Einzelpublikationen¹⁾ wurden folgende Gebiete behandelt: Erdbaumechanische Eigenschaften der Lok-

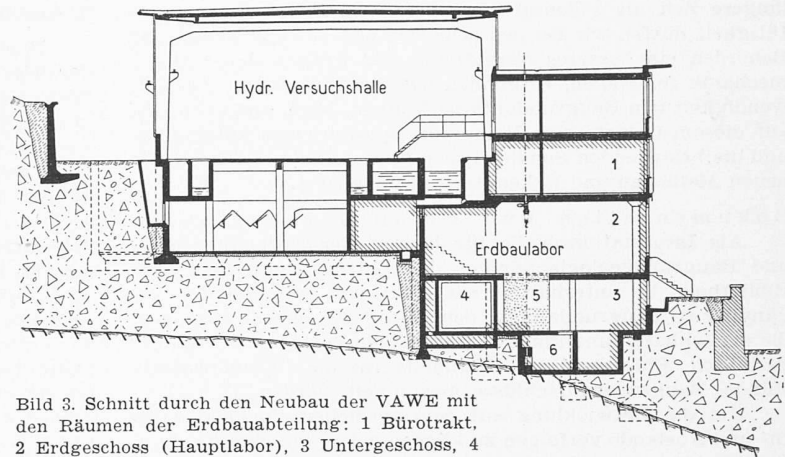


Bild 3. Schnitt durch den Neubau der VAWE mit den Räumen der Erdbauabteilung: 1 Bürotrakt, 2 Erdgeschoss (Hauptlabor), 3 Untergeschoss, 4 Kühlraum, 5 Versuchsstand für Ramm-, Penetrations- und Belastungsversuche, 6 Messschacht zu 5. Masstab 1:400

kergesteine, Rammsondierungen als Methode der Härtebestimmung im Schnee und Boden, Setzungs- und Kriecherscheinungen, Frostprobleme, Elektrosmose, Berechnung des Unterbaues von Strassen und Flugpisten, Verdichtung der Böden, Stabilität von Böschungen. Dazu traten Publikationen über den Baugrund einzelner Gebiete, über technische Gesteinskunde, über einzelne Bauaufgaben, sowie über Schnee-, Gletscherkunde und Lawinenverbau. Wesentlich war der Impuls, den die Uebertragung der Erkenntnisse der Erdbaumechanik auf die Schnee- und Eismechanik brachte, um später rückwirkend wieder der Erdbauforschung zu dienen.

Lehrtätigkeit

Eine weitere wichtige Aufgabe eines Hochschulinstitutes ist die Verbreitung der erworbenen Erkenntnisse. Bereits drei Jahre nach Arbeitsbeginn wurde 1938 an der ETH ein Erdbaukurs organisiert. Seit 1942 wird sodann auf Initiative von Prof. Meyer-Peter und Prof. Ritter während drei Semestern eine einstündige Vorlesung über Erdbaumechanik gehalten, während die an der Abteilung für Forstwirtschaft eingeführte Vorlesung über Schneekunde und Lawinenbau neuerdings auch ins Studienprogramm der Abteilung für Bauingenieurwesen aufgenommen wurde. Dazu treten Einzelvorlesungen über allgemeine und regionale Baugrundgeologie und endlich Vorträge in Fachorganisationen. Andererseits bildet das Laboratorium auch ein Ausbildungszentrum für junge Absolventen der Hochschule. Diese Schulung geschieht einerseits dadurch, dass neben dem ständigen Personal Ingenieure für einige Semester oder Jahre im Angestelltenverhältnis an den Aufgaben des Laboratoriums mitarbeiten oder für kürzere oder

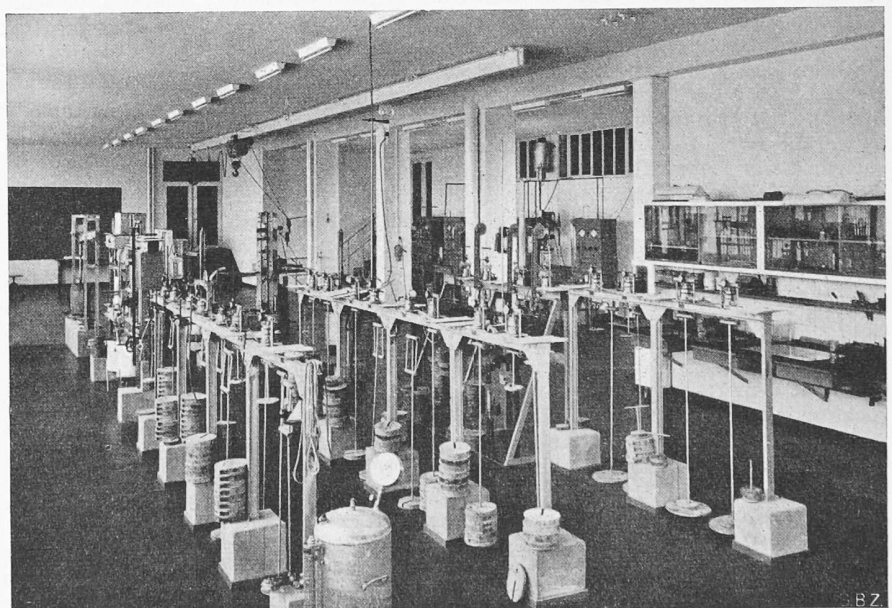


Bild 4. Blick in das Hauptlaboratorium der Erdbauabteilung mit Zusammendrückungsapparaten (vorn) und grossem Triaxialapparat (hinten, rechts)

¹⁾ Siehe u. a. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH (Verlag Leemann, Zürich).

längere Zeit als Volontär tätig sind. Als Folge dieser Lehr-tätigkeit dürfen wir bei den schweizerischen Fachkreisen und Behörden ein besseres Verständnis für Fragen der Erdbau-mechanik feststellen, verbunden mit der Einsicht in die Not-wendigkeit von Baugrunduntersuchungen. Nach und nach sind auf diesem Gebiete eine Reihe von Spezialfirmen entstanden, und die bestehenden Sondierfirmen haben sich weitgehend den neuen Methoden und Erkenntnissen angepasst.

Dokumentation und Erfahrungsaustausch

Als Informationsquelle für Fragen der Erdbaumechanik und Baugrundgeologie verfügt das Laboratorium über eine Bibliothek. Es unterhält ferner ein jedem Interessenten zugängliches Baugrundarchiv der Stadt Zürich, in welchem die erreichbaren und ihm auf freiwilliger Basis zur Verfügung gestellten Bohrresultate, Rammdiagramme, Grundwasserstände, Baugrubenaufschlüsse gesammelt werden.

Um die Entwicklung auf dem speziellen Fachgebiet im In- und Auslande verfolgen zu können, ist neben dem Studium der Literatur auch ein Kontakt mit den Fachleuten des In- und Auslandes notwendig. Eine einmalige Gelegenheit für diesen Kontakt bietet der III. Internationale Kongress für Erdbaumechanik und Fundationstechnik, der im August 1953 in der Schweiz durchgeführt und mit Unterstützung der Pri-vatindustrie, der Städte, Kantone und des Bundes von den Laboratorien Zürich und Lausanne organisiert wird.

Räume und Personal

Zur Durchführung der erwähnten Aufgaben verfügt die Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erd-bau an der ETH seit Ende 1951 im Ergänzungsbau über zwei gut ausgebaute Stockwerke und ein Untergeschoss mit total 4600 m³ umbautem Raum (Bilder 3. u. 4). Das obere Stock-werk enthält neben acht Bureauräumen die Bibliothek und ein Sitzungszimmer. Im unteren Stockwerk (Erdgeschoss) ist das grosse Hauptlaboratorium (2) mit verschiedenen Neben-räumen, sowie ein allen drei Abteilungen der VAWE gemein-samer Vorlesungssaal untergebracht. Im Untergeschoss (3) sind zwei Kühlräume (4) für Bodenfrost- und Eisversuche, ein thermostatischer Raum insbesondere für Kriechversuche, eine kleine Werkstatt, ein Laboratorium, ein Photoraum, eine Dunkelkammer und ein grosser Versuchsstand für Ramm- und Belastungsversuche installiert (5 und 6).

Zur Zeit setzt sich das Personal der Erdbauabteilung neben dem Abteilungsleiter zusammen aus: 5 Bauingenieuren, 1 Geologen, 1 Maschineningenieur, 2 Technikern, 2 Laboran-ten, 1 Sekretärin und 1 Zeichner, d. h. total 14 Angestellten, gegenüber 3 im Gründungsjahr 1935.

3. Ausblick

Nach der stürmischen Entwicklung der Erdbaumechanik der letzten 25 Jahre sind die Grundlagen für eine ruhigere Weiterentwicklung gegeben; diese Erscheinung gilt auch für unsere Erdbauabteilung. In wissenschaftlicher Hinsicht wird sie sich hauptsächlich jenen Fragen zuwenden, die für unser Land wesentlich sind und hier besonders gut verfolgt werden können. Dazu gehören vor allem jene Probleme, die durch den alpinen Charakter der Schweiz bedingt sind, wie z. B. Fragen betreffend die Kriech-, Rutsch- und Frosterscheinungen, Fra-gen des Dammbaus oder der zur Abtastung heterogener Un-tergründe geeigneten Sondiermethoden. Während die enge Verbindung mit der Schnee-, Eis- und Gletscherforschung weiterhin anzustreben ist, bietet die Koordination mit der hydraulischen Abteilung der VAWE die Möglichkeit, Strö-mungsvorgänge in Lockergestein auf Grund von Modellver-suchen zu studieren.

Um die bestehende Zusammenarbeit mit der Praxis mög-lichst fruchtbar zu gestalten, ist eine Intensivierung der Be-obachtung und Messung am entstehenden und fertigen Bau-werk erwünscht, damit die theoretischen Grundlagen kon-trolliert und weiter entwickelt werden können. Ein freund-schaftliches Hand-in-Hand-Arbeiten mit der EMPA bleibt da-bei Voraussetzung, bilden doch die Prüfungen des Untergrun-des, der Baumaterialien und die Messungen am werdenden wie am vollendeten Objekt eine untrennbare Einheit.

Da inzwischen auch private Bureaux auf dem Gebiete der Erdbaumechanik und Baugrundgeologie entstanden sind, wird sich voraussichtlich unsere beratende Tätigkeit in Zukunft mehr auf besondere Fälle erstrecken. Dadurch werden Kräfte für die Grundlagenforschung frei und wird eine Konkurren-zierung der Privatwirtschaft vermieden.

In Anbetracht der Nachfrage des In- und Auslandes er-gibt sich ferner die Notwendigkeit einer vermehrten Ausbil-dung von Erdbaumechanikern, die wegen der Verbindung von naturwissenschaftlichen und technischen Kenntnissen im all-gemeinen mehrere Jahre benötigt. Bei der Einführung der Studenten gilt es vor allem, das Interesse für das neue Gebiet und die Achtung vor der Natur zu wecken, wozu Besuche von Baustellen besonders geeignet sind. Endlich sollte im Rahmen des Möglichen in nationalen und internationalen Kommissio-nen mitgearbeitet werden, um die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen gegenseitig auszutauschen und die Früchte der in den verschiedenen Ländern durchgeführten Forschun-gen in den Dienst der Praxis zu stellen.

Porenwasser-Spannungen beim Bau von Erddämmen

Von Dipl. Ing. LAURITS BJERRUM, Direktor des Geotechnischen Instituts von Norwegen, Blindern, Oslo

DK 624.131.536 : 624.136.2

Einleitung

Noch vor 25 Jahren war der Bau eines grossen Erddam-mes mit einem bedeutenden Risiko verbunden, und die An-zahl der Rutschungen, Unterspülungen und anderen Schäden, die beim Bau grösserer Dämme entstanden sind, war gross. Heute ist man dank der Fortschritte der Erdbaumechanik im Stande, mit vorausberechneter Sicherheit Erddämme zu bauen, die sogar Höhen über 100 m aufweisen. Eine der Ur-sachen dieser Entwicklung ist die Erkenntnis der Faktoren, die die Stabilität eines Erddammes beeinflussen. Für die zwei stabilitätsmässig gefährlichsten Zustände eines Erd-dammes, die Bauzustände und die Absenkung des Stauspie-gels, kann Terzaghis Untersuchung der Bedeutung von Po-renwasserspannungen besonders hervorgehoben werden.

Die nachfolgende Arbeit behandelt die Abschätzung der Porenwasserspannungen, die beim Bau eines Erddammes ent-standen. Vor gut zwei Jahren wurde dieses Thema in Verbin-dung mit dem Bau einiger grösserer Erddämme an der Ver-suchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH in Zü-richt in Angriff genommen. Dank der Unterstützung und dem Verständnis des Direktors, Prof. Dr. h. c. E. Meyer-Peter, und des Leiters der Erdbauabteilung, Prof. Dr. R. Haefeli, konnten diese Untersuchungen auf wissenschaftlicher Grund-lage erfolgreich durchgeführt werden. Es wurde eine Methode zur Berechnung der Stabilität der Bauzustände eines Erddam-mes aufgestellt und in der Praxis ausprobiert. An dem neu-gegründeten Norwegischen Geotechnischen Institut wurden diese Untersuchungen seit Herbst 1952 weitergeführt, und der

Einfluss verschiedener Faktoren wurde genauer abgeklärt. Die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen werden nachfol-gend kurz zusammengestellt.

1. Porenwasserspannungen und Stabilität

Die Stabilität eines Erddammes ist in erster Linie von der Scherfestigkeit der verwendeten Materialien abhängig. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Baumaterialien kann die Scherfestigkeit eines Bodens nicht als eine konstante Grösse betrachtet werden. Sie ist abhängig von verschiedenen Fak-toren, vor allem von der effektiven Spannung zwischen den Mineralkörnern. In stark durchlässigen Materialien lassen sich diese Spannungen direkt aus dem Gewicht der über dem betrachteten Punkt gelegenen Dammauffüllung berechnen; in undurchlässigen Materialien dagegen wird z. B. bei einer ver-hältnismässig raschen Erhöhung des Dammes im Bauzustand ein Teil des Ueberlagerungsdruckes von einem Ueberdruck im Porenwasser getragen. Dabei werden die Spannungen, die zwi-schen den Mineralteilchen wirksam und demzufolge für die Scherfestigkeit massgebend sind, herabgesetzt.

Mit dem Hochführen eines Erddammes wachsen bekannt-lich die Scherbeanspruchungen des Erdkörpers. Steigt die Scherfestigkeit wegen Entstehung von Porenwasserspannun-gen nicht gleichzeitig an, so werden die Stabilitätsverhält-nisse verschlechtert. Die Erfahrungen zeigen, dass der Bau-zustand einen der stabilitätsmässig gefährlichsten Zustände eines Erddammes darstellt. Für die Berechnung der Stabilität eines Erddammes ist es folglich von grösster Bedeutung, die