Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 81 (1963)

Heft: 21: Schulratspräsident Hans Pallmann zum 60. Geburtstag am 21. Mai 1963

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

Autor: Schnitter, Gerold

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-66791

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: 15.07.2025

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

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Hans Pallmann zum 60. Geburtstag

Am 21. Mai feiert Prof. Dr. *Hans Pallmann,* der Präsident des Schweizerischen Schulrates, seinen 60. Geburtstag. Die Dozenten der Eidgenössischen Technischen Hochschule möchten den Schulratspräsidenten zu diesem Anlass von Herzen beglückwünschen.

Hans Pallmann hat unsere Hochschule als Studierender der Abteilung für Naturwissenschaften durchlaufen und doktorierte 1929 über ein Thema aus der Kolloidchemie. Längere Zeit war er wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Wiegner und habilitierte sich 1932 für das Gebiet der Agrikulturchemie. Als Forscher und Lehrer fand er rasch so grosse Beachtung, dass er schon 1935 zum ausserordentlichen Professor ernannt wurde, und nach dem Hinschied Wiegners im Jahre 1936 drängte es sich geradezu auf, ihm das Ordinariat anzuvertrauen. Dabei wurde das Lehrgebiet sogar erweitert, denn es umfasste nun auch die Bodenkunde, mit der er sich besonders intensiv befasst hatte. Von 1936 bis 1948 hatte er den Lehrstuhl für Agrikulturchemie inne und genoss als Professor ein hohes Ansehen. Er wurde 1947 zum Rektor gewählt.

Als 1948 Arthur Rohn in den Ruhestand trat, erging der Ruf an Hans Pallmann, das Präsidium des Schweizerischen Schulrates zu übernehmen. Wie man von ihm weiss, nahm er diese Wahl nicht leichten Herzens an. Nicht nur, wer selber Wissenschaftler ist, sondern jeder, der je mit Liebe und Hingabe eine Arbeit verrichtete, die ihn wahrhaft erfüllte, kann ermessen, dass es ein schweres und echtes Opfer ist, von solchem Wirken Abschied zu nehmen. Die Einsicht, durch die Uebernahme eines solchen hohen Amtes dem Ganzen noch besser dienen zu können, und auch die hohe Ehre, die damit verbunden ist, vermögen daran nichts zu ändern.

Der Charakter der Probleme, die sich dem Schulratspräsidenten im Verlaufe seiner bisherigen Amtszeit stellten, hat sich gegenüber früheren Perioden deutlich verschoben. Einerseits ist die fundamentale Bedeutung der Hochschule als Lehr- und Forschungsanstalt immer mehr einer breiten Oeffentlichkeit bewusst geworden, womit an sich eine günstige Voraussetzung für die Hochschulleitung gegeben ist. Gleichzeitig aber brachte die Entwicklung ein überaus rasches Anwachsen des ganzen Hochschulbetriebes. Die Anzahl der Lehrstühle und der Forschungsinstitute vermehrt sich zusehends. Die apparativen Ausrüstungen werden in einem ungeahnten Masse umfangreicher, komplizierter und teurer und veralten schnell. Viel mehr als früher sind daher die Anlagen der ETH in dauernder Umwandlung begriffen. In dieser Lage erkannte der neu gewählte Präsident die Notwendigkeit, den zukünftigen Ausbau in einer weitschauenden und grosszügigen Weise zu planen. Diese moderne Art der Grossplanung ist für seine Amtszeit typisch. Wir denken vor allem an die Aussenstation Hönggerberg, deren Bau bereits begonnen hat und die sehr umfangreiche Forschungs- und Unterrichtsstätten, wie auch eine Studentensiedlung umfassen wird. Aber auch die Verlegung der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt nach Dübendorf, die mit einer grosszügigen Erweiterung und Modernisierung dieser Anstalt verbunden war, ist hier zu erwähnen, wie auch die Umwandlung des Reaktorforschungsinstitutes Würenlingen in eine Annexanstalt der ETH.

Eine Periode solcher Erweiterungen stellt naturgemäss besonders hohe Anforderungen an die leitende Behörde, denn es gilt, die richtigen Verhältnisse zu wahren und nur Hochschulgemässes der Hochschule einzugliedern. Hinter all dem — und alles durchwirkend — steht aber das Problem, erstklassige Kräfte als Lehrer und Forscher für die Hochschule zu gewinnen. Die gegenwärtigen Verhältnisse bringen es mit sich, dass gerade diese Aufgabe wohl keinem seiner Vorgänger so schwer gemacht wurde wie Präsident Pallmann. Wenn eine Hochschule ein geistiges Zentrum sein soll und nicht nur eine Stätte der Berufsausbildung, so darf an der Einheit von Lehre und Forschung nicht gerüttelt werden. Dafür findet man aber bei unseren heutigen Wissenschaftlern nicht immer das nötige Verständnis, da viele von ihnen in der Lehrtätigkeit etwas Zweitrangiges sehen. — Damit ist nur eine der Schwierigkeiten genannt, denen man hier begegnet.

Eine Würdigung dessen, was Pallmann während seiner bisherigen Amtszeit als Schulratspräsident geschaffen hat, kann heute noch kaum gewagt werden. Man kann das Werk eines Baumeisters nicht richtig einschätzen, solange er noch an der Arbeit ist. Ganz allgemein müssen wir es ja einer späteren Generation überlassen, zu beurteilen, wie wir unserer Aufgabe gerecht geworden sind. Ich will mich daher damit begnügen, eine Erfahrung wiederzugeben, die sicher viele meiner Kollegen bestätigen werden und die nicht wenig sagt: Nach einer Unterredung mit dem Präsidenten hat man das Gefühl, einen Schritt weitergekommen zu sein, und sollte man über irgendeine Schwierigkeit besorgt gewesen sein, so verlässt man das Büro Pallmanns mit mehr Zuversicht und geht oft mit neuen Kräften an die Arbeit. — Dies allein dürfte zeigen, dass es den Dozenten der ETH ein wirkliches Bedürfnis ist, zugleich mit dem Glückwunsch dem Präsidenten des Schweizerischen Schulrates auch aufrichtig zu danken.

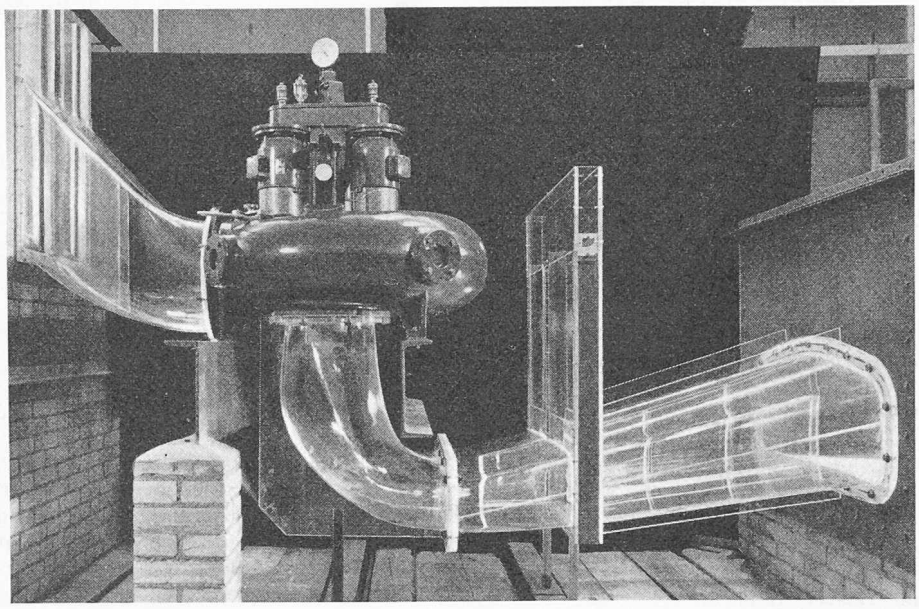
Der Rektor der ETH *Walter Traupel*

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

DK 378.962:061.6:626:624.13

Von Prof. **Gerold Schnitter,** Direktor der VAWE

Der Geburtstag des Präsidenten unseres Schulrates möge auch Veranlassung sein, Rechenschaft und Bericht abzulegen über die Tätigkeit der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH in ihrer dreifachen Zweckbestimmung als Ausbildungsstätte der Studenten und jungen Ingenieure, als Forschungsinstitut und als Beraterin der öffentlichen Hand und von Privaten auf den Gebieten der Hydraulik, Hydrologie und Glaziologie, des angewandten Wasserbaus, der Bodenmechanik und der Fundationstechnik. Seit der Gründung des Institutes unter Prof. Dr. h. c. *Meyer-Peter* vor mehr als 30 Jahren haben die Aufgaben nicht aufgehört zu wachsen entsprechend der gewaltigen Zunahme des Bauvolumens in unserem Lande, insbesondere seit dem letzten Kriege. Der Personalbestand, die Geräte und die Messeinrichtungen haben entsprechend stark zugenommen, die Räumlichkeiten sind bis auf die letzten Reserven ausgenutzt.



Links:
Bild 1. Turbinenmodell mit Ein- und Auslauf (Kraftwerk Bujagali, Uganda), Masstab 1:20,8. Hauptdaten der Ausführung: Nettogefälle 20,7 m, Wassermenge 276 m³/s, Leistung 50 000 kW. Prüfungen: Form des Einlaufes und des Auslaufes, Strömungsverhältnisse, Notabschluss mit vier oder mehr Notschützen im Oberwasser, bzw. zwei Notschützen im Unterwasser

Rechts:
Bild 2. Talfahrt eines ferngesteuerten Rhein-Schubzugmodells Nr. D 58 mit zwei Schubleichtern hintereinander durch die neue Strassenbrücke Feuerthalen—Schaffhausen

Hydraulische Abteilung

Diese Abteilung ist für den Aussenstehenden wohl das Kennzeichnende unseres Institutes, war die Durchführung von hydraulischen Modellversuchen doch recht eigentlich dessen Gründungszweck. Heute sind etwa 40 % des Personals an dieser Abteilung beschäftigt; dabei hat sich ihr Tätigkeitsgebiet ständig ausgeweitet. Der hydraulische Modellversuch bildet das heute unentbehrlich gewordene Hilfsmittel im Kraftwerkbau, im Fluss- und Wildbachverbau, beim Studium der technischen Fragen der Schiffahrt, im See- und Hafenbau, im Bau von Hochwasserschutzanlagen, von Entwässerungs- und Bewässerungswerken, im industriellen und im Siedlungswasserbau. Neben den klassischen Untersuchungen rein hydraulischer Natur an Leitungen unter Druck und im offenen Gerinne mit fester Sohle und den viel komplizierteren Vorgängen mit Schwerstofftransport und beweglicher Sohle sind neuerdings weitere Aufgaben an uns herangetreten. Zusammen mit der EAWAG haben wir begonnen, einzelne Fragen, die sich im städtischen Siedlungsbau stellen, näher zu verfolgen, z. B. die Formgebung von Regenauslässen und anderen Spezialbauwerken im Kanalisationswesen.

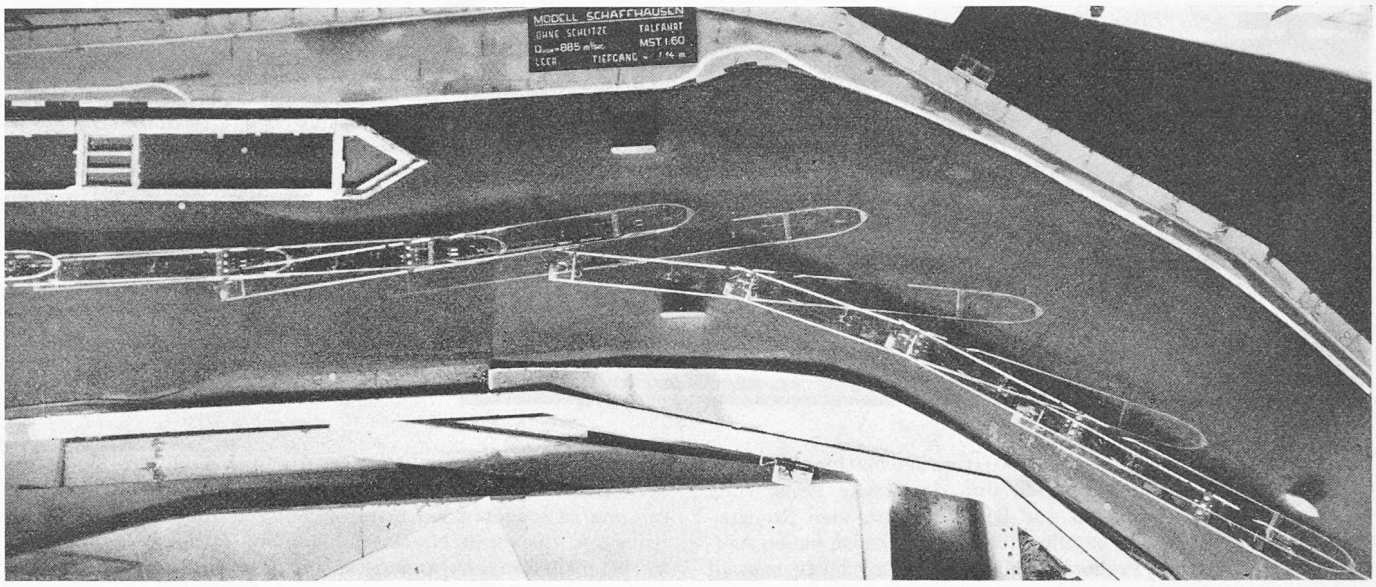
Hand in Hand mit der vermehrten Anwendung des hydraulischen Modellversuches geht einerseits das Bedürfnis nach tieferem Eindringen in die theoretischen Grundlagen der Hydromechanik im allgemeinen und der Modellähnlichkeitsfragen im besonderen und anderseits der Ausbau der Berechnungsmethoden sowie der Messgeräte. Je verwickelter die beobachteten Vorgänge werden, je tiefer in sie eingedrungen werden soll, desto besser und genauer müssen die Messungen sein. In diesem Sinne wurde in den letzten Jahren der Entwicklung und dem Bau von Messgeräten ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt und die Möglichkeit, sich der Erfahrung und der Kenntnis benachbarter Institute zu bedienen, benützt. Durch Anstellung von Fachleuten auf dem Gebiete elektronischer Geräte konnten wir dabei auch beachtliche Ergebnisse erzielen.

Neben der reinen Grundlagenforschung ist das weite Feld der Zweckforschung zu betreuen. Damit sind Untersuchungen gemeint, die sich unabhängig von der direkten Beratung Dritter für konkrete Bauaufgaben mit gezielten, bestimmten Problemen befassen, die früher oder später als Lösung einer an uns herantretenden Bauaufgabe dienen können. Darunter stehen nach wie vor die gerade für unser Land so ausserordentlich wichtigen Fragen des Schwerstoff-(Sediment)Transportes an erster Stelle. Die langjährigen, eingehenden Versuche und Berechnungen von Prof. Dr. *Meyer-Peter* und Prof. Dr. *R. Müller* haben zu der bekannten Formel für den Geschiebetrieb geführt, die für jene Fälle, für welche sie hergeleitet wurde, wohl anerkanntermassen den besten Ausdruck darstellt. Die Untersuchungen anderer, von dieser Formel nicht erfasster Vorgänge, geht weiter. Es sei z. B. nur an den nichtstationären Vorgang der Spülung eines Stauraumes erinnert, oder an die sehr verwickelten Schicht- und Mehrschichtenströmungen. Mit dem weiteren Ausbau unserer Wasserkräfte, den vielfältigen Eingriffen in die Abflussverhältnisse unserer Flüsse und Bäche durch Kiesentnahmen, Uferregulierungen usw. werden wir in Zukunft noch grosse Probleme auf dem Gebiete des Sedimenttransportes zu lösen haben.

Der Grossteil der vorliegenden Untersuchungen über Kolke und Anlandungen bezieht sich auf nicht bindige, kiesigsandige Materialien. Mit Rücksicht auf das wesentlich verschiedene Verhalten bindiger Böden gegenüber den Angriffen des Wassers, den noch wenig bekannten Einfluss der Kohäsion bindiger Böden, wurde seit einiger Zeit auch dieses Problem zur Bearbeitung aufgenommen, um so mehr, als auch dabei praktische Anwendungen im Flussbau in Aussicht stehen.

Eines der bevorzugten Forschungsgebiete an unserem Institut ist das der Strömungsvorgänge in porösen Medien. Dank der Möglichkeit, die bodenmechanischen Eigenschaften poröser Medien und die Strömungsvorgänge in ihnen in derselben Forschungsstelle durch in Bodenmechanik und Hydraulik geschultes Personal zu untersuchen, eignet sich unser Institut besonders gut zum Studium dieses Problemkreises. Experimentelle und theoretische Studien ergaben interessante, teils publizierte, teils in Publikation begriffene Erkenntnisse über nichtstationäre Grundwasserströmungen, insbesondere im Zusammenhang mit den beim Füllen und Entleeren eines Staubeckens in einem Erddamm zu beobachtende Schwankungen der Sickerlinie. Seit einiger Zeit sind Untersuchungen im Gange zur Abklärung der Vorgänge im Kapillarsaum über einem Grundwasserträger. Sie sollen dazu beitragen, die noch wenig erforschte Bewegung von Schwerölen, die von der Oberfläche in den Boden sickern, verstehen zu lernen. Diese Aufgabe hat, wie ohne weiteres verständlich, angesichts der Verschmutzungsgefahr von Grundwasservorkommen durch versickerndes Oel eine eminent praktische Bedeutung. Der entsprechende Forschungsauftrag wird mit der EAWAG gemeinsam bearbeitet.

Bei der Bearbeitung der erwähnten Forschungsaufgaben zeigt sich mehr und mehr die Notwendigkeit, die Kenntnisse und Methoden der angewandten Mathematik zu Nutze zu ziehen und ihre Hilfsmittel, die Analogie- und Digital-Computer zu verwenden, was natürlich die Aufstellung entsprechender Programme verlangt. Es zeigt sich in der Hydraulik übrigens ganz allgemein der grosse Nutzen des Einsatzes elektronischer Rechenmaschinen. Sie erlauben, bei entsprechender Umgestaltung der hydraulischen Ausgangsgleichungen nicht nur ein rascheres Rechnen sowie die Durchführung von bis anhin unlösbaren Berechnungen, sondern sie erlauben auch eine beliebige Variation der verschiedenen in einer prak-



tischen Bauaufgabe auftretenden Parameter und so eine viel zutreffendere und wirtschaftlichere Dimensionierung. Für unser Institut hat dies zur Folge, dass ausser dem Elektroingenieur als Helfer im Gerätebau und dem Physiker auch der Mathematiker zum unerlässlichen Mitarbeiter des Wasserbauingenieurs wird.

Abteilung für Erdbau

Seit der Publikation des Werkes «Erdbaumechanik» im Jahre 1925 durch *Karl von Terzaghi* begannen sich Ingenieure und Naturwissenschafter mit den physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Baugrundes im Hinblick auf dessen Verwendung in Ingenieurbauten zu befassen, und je länger desto zahlreicher wurden die Erdbau-Laboratorien. Wichtig dabei ist die wesentlich auch naturwissenschaftlich orientierte Forschungsmethode, die Beobachtung und Messung im Kleinversuch und im Grossversuch miteinander verbindet und die Theorie ständig an der Erfahrung kontrolliert und verbessert. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit der Beschaffung geeigneter Messgeräte, Mess- und Untersuchungsmethoden. Deshalb stand auch in unserem Institut die eigene Entwicklung sowie die Verbesserung bzw. Anpassung gekaufter Geräte von Anfang an als wichtige Aufgabe vor uns. In den letzten Jahren lag die Hauptanstrengung auf der möglichst genauen Messung der Porenwasserspannungen im Triaxialgerät und im Felde, in der Entwicklung von Geräten zur Messung der Fortpflanzung von Druckwellen im Baugrund und im Bestreben, bei den Sondierbohrungen möglichst ungestörte Proben zu erhalten durch verbesserte Entnahmeapparate und schärfere Kontrolle der Bohrarbeiten. Die schon durch vielfache Erfahrungen belegte Wahrheit wird immer noch zu wenig beachtet, dass nämlich der Geotechniker (nicht nur der Geologe) durch den Bauherrn oder seinen Beauftragten bereits vor der Ausschreibung herbeigezogen werden sollte zwecks Beratung über Anordnung und Zahl der Erkundungsbohrungen oder Aufschlüsse, deren Ausführungsmethode wie Dimension, Tiefe und Anzahl der zu entnehmenden Proben usw. Immer wieder werden wir zu Beratungen beigezogen, bei welchen wir feststellen müssen, dass die durchgeführten Sondierungen unzweckmässig, unsorgfältig bis vollkommen unbrauchbar sind.

Damit haben wir bereits eines der Hauptgebiete der Tätigkeit unseres Institutes angeschnitten, die Beratung Dritter in fundationstechnischen und bodenmechanischen Belangen, durch Ueberwachung oder Kontrolle im Felde der Vorarbeiten (Sondierungen, Grossversuche) und der eigentlichen Bauarbeiten; durch Untersuchung von Proben im Laboratorium zwecks Klassifikation und Ermittlung der Bodenkennziffern; durch eigentliche Beratung über die technisch und wirtschaftlich zweckmässigste Gestaltung einer Fundation oder eines Erdbauwerkes. Es war uns auf diese Art möglich, bei zahlreichen Objekten mitzuarbeiten, worunter als die vielleicht bekanntesten, die grossen Dammbauten (Castiletto-Marmorera; Göschenenalp, Mattmark) zu zählen sind, neben welchen aber die anderen Bauwerke wie Fundamente für Hochbauten und Brücken, weiter Einschnitte, Dämme und Rutschungen, wie sie vornehmlich im Zuge der Erstellung unserer Nationalstrassen von uns zu bearbeiten sind, ihre nicht zu unterschätzende Bedeutung haben. Diese Beratungen, insbesondere jene grösserer Bauaufgaben, öffnen uns den Zugang zu Einzelproblemen, die eingehender behandelt und wissenschaftlich durchdrungen werden.

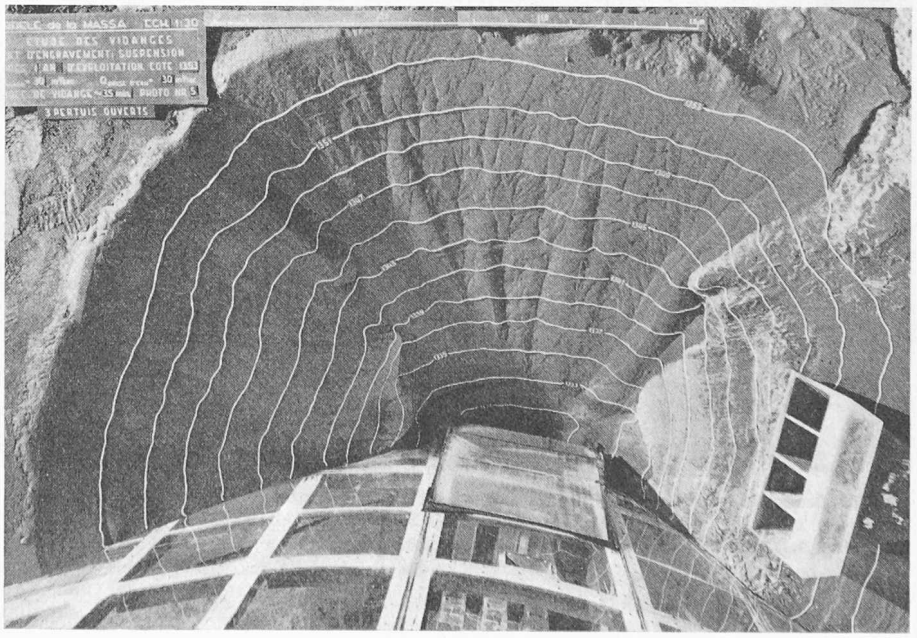


Bild 3. Modell der Staumauer Gebinden 1:30 mit Wasserfassung (rechts). Spülung bei minimalem Stau durch einen Grundablass. Der Durchmesser des Spültrichters beträgt etwa 75 m, die Neigung der Böschung etwa 1:1

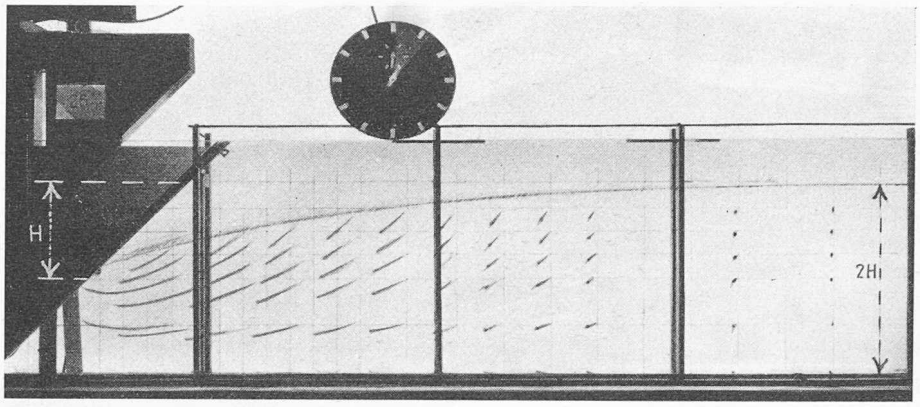


Bild 4. Untersuchung einer nichtstationären Grundwasserströmung im Hele-Shaw-Modell. Tiefe des Vorfluters H; Tiefe des Grundwasserträgers $2H$. Die Bewegung wird durch schnelles Absenken des Vorfluters verursacht ($k/n_e v = 0{,}8$). Das Bild zeigt den Zustand nach 25 Minuten seit Versuchsbeginn. Die Farbpunkte zeichnen die Umhüllenden der Stromlinien. Beachte die langsame Ausbreitung der Bewegung im Innern des Grundwasserträgers

Im Zusammenhang mit dem Ausbau der Nationalstrassen wird die Baukontrolle im Felde und damit die Errichtung von kleineren Laboratorien zur Durchführung der Routineversuche mit dem dafür bestimmten und auf diese neuen Aufgaben vorbereiteten Personal wichtig. Unsere Hilfe besteht darin, im Rahmen des Möglichen für die Ausbildung des Personals durch kürzere und längere Trainingsaufenthalte im Institut zu sorgen.

Forschungsmässig haben wir unsere Themastellungen den Erfordernissen der Praxis d. h. im konkreten Falle vor allem jenen des Strassenbaues entnommen. Ausgehend von experimentellen Untersuchungen über den Bodenfrost (Promotionsarbeit), welche die Bedeutung des Tragfähigkeitsverlustes eines Bodens durch den Prozess des Frostes hervorhob, wurde versucht, die Dimensionierung und den konstruktiven Aufbau der Strasse hauptsächlich auf Grund der Eigenschaften des Untergrundes darzustellen. Tragschichten mit Belag und Untergrund stehen in ständiger Wechselwirkung, sie können nicht unabhängig voneinander dimensioniert werden.

Die Bodenstabilisierung, d. h. jede zweckentsprechende Verbesserung der Baugrundeigenschaften eines Strassenunterbaues, welche dauerhaften Charakter hat, war bis vor wenigen Jahren in unserem Lande nur in der Methode der Verdichtung bekannt, während die Stabilisierung im engeren Sinne, erzielt durch Verbesserung des Kornaufbaues oder vornehmlich durch Beigabe eines Bindemittels zum Untergrundmaterial, ganz allgemein auf dem Kontinent noch wenig ausgeführt wurde. Unsere Auffassungen des Aufbaues der Strasse und praktische Fragen des Flugpistenbaues führten uns zu eingehenden Untersuchungen über die Bodenstabilisierung, die ihren Niederschlag nicht nur in verschiedenen Veröffentlichungen fanden, sondern in zahlreichen Ausführungen im Pistenbau, Strassen-, Meliorationswege- und Wegebau in der Forstwirtschaft. Gerade der Bau von Forstwegen mit Zement oder Kalkstabilisierung zeigte, wie mit einfachen Mitteln auch in sehr schlechten Böden noch brauchbare und wirtschaftlich erschwingliche Strassen erstellt werden können. Die Bodenstabilisierung dürfte deshalb im Forstwesen und im Meliorationswesen bald die bevorzugte Bauweise im Wegebau bilden. Weitere Grundlagenforschungen sollen uns Aufschluss geben über jene Eigenschaft, die in der Bodenmechanik mit Kohäsion bezeichnet wird und über deren Eigenart noch die widersprechendsten Ansichten herrschen. Damit verbunden, hoffen wir auch etwas besseren Einblick in die Vorgänge zu erhalten, welche den Mechanismus einer Injektion im Boden beeinflussen.

Die «Vereinigung Schweizerischer Strassenfachmänner» (V. S. S.) übt durch ihre verschiedenen Kommissionen einen entscheidenden Einfluss aus auf die Projektierung, Dimensionierung und Ausführung der Strassen unseres Landes. Es ist deshalb unsere Pflicht, in diesen Kommissionen mitzuarbeiten, soweit sie Fragen bearbeiten, welche in unser Gebiet fallen. Dies gilt vor allem für die Kommission 3 «Oberbau und Unterbau», an deren Arbeiten ständig Fachleute un-

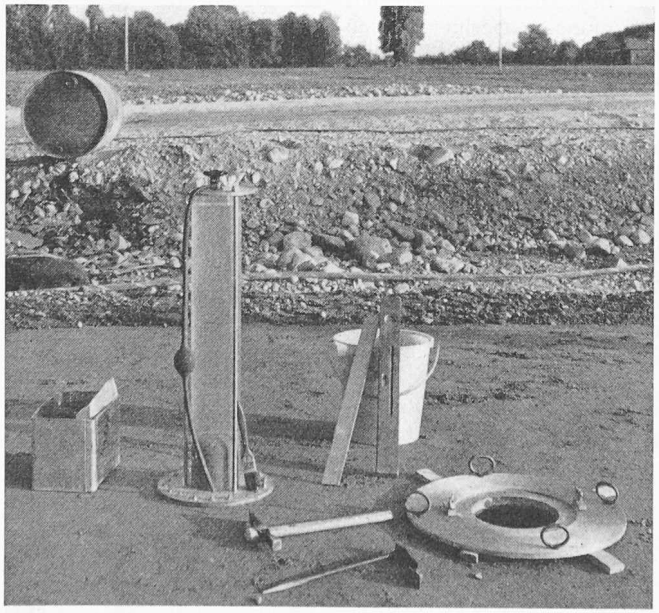


Bild 5. Bestimmung des Verdichtungsgrades einer mit Zerment stabilisierten Trennschicht zwischen Untergrund und Fundationsschicht nach der Ballonmethode gemäss S. N. V. 70 337 auf der Autobahnbaustelle bei Rolle

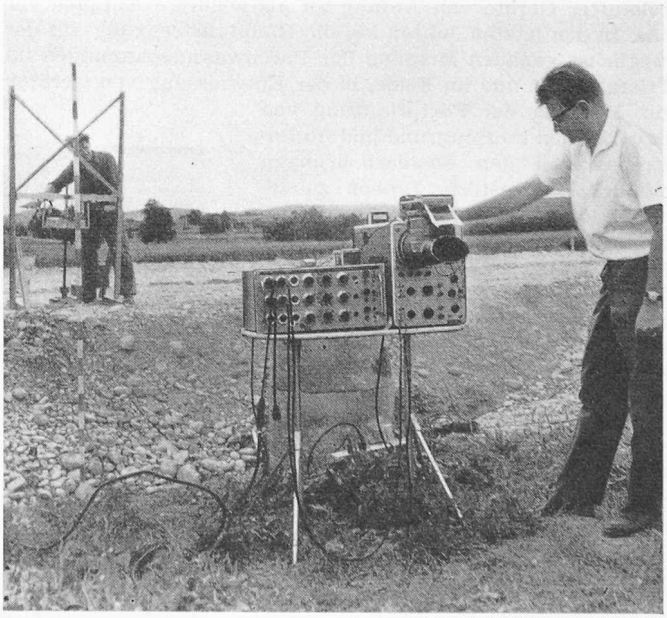


Bild 6. Dynamische Verdichtungsprüfung mit der Schlagmethode auf einer Baustelle der N 4 in Oerlingen. Links Schlagvorrichtung und obere Druckdose, die den eingeleiteten Schlag misst; eine zweite Druckdose befindet sich 35 cm tiefer an der Schichtsohle. Rechts Verstärker und Kathodenstrahl-Oszillograph mit aufgesetzter Kamera für die simultane Registrierung beider Druckmessungen

serer Erdbauabteilung teilnehmen, aber auch unsere Mitarbeit bei dem zweibändigen Werk über die «Stützmauern», das durch die V. S. S. dieses Jahr herausgegeben wird, darf hervorgehoben werden.

Die Untersuchungen dynamischer Vorgänge im Baugrund bilden ein weiteres Forschungsobjekt unseres Institutes. Im Zivilschutz ist die Kenntnis der Ausbreitung von Druckwellen im Baugrund von ganz besonderer Bedeutung für die Dimensionierung der Schutzbauten im Zeitalter der riesigen Kraftwirkungen bei Sprengungen mit nuklearen Waffen. Zahlreich sind deshalb die entsprechenden theoretischen und versuchstechnischen Untersuchungen im Auslande, deren Ergebnisse aber nur teilweise und meist mit erheblicher Verspätung veröffentlicht werden. Eigene Forschungen sind deshalb auch in unserem Lande notwendig, wollen wir uns die so dringend benötigten Grund- und Unterlagen für die richtige Bemessung von unterirdischen Schutzbauten beschaffen. Einen wertvollen Anfang bildete eine im Anschluss an einen Auftrag der K. T. A. unternommene Promotionsarbeit über die Dynamik eindimensionaler Bodenkörper im nicht linearen, nicht elastischen Bereich. Daran schliessen sich nun Feldmessungen der Druckausbreitungswellen mit den erwähnten, speziell dafür entwickelten Geräten. Es liegt in der Natur solcher Messungen, dass sie ziemlich aufwendig sind und ihre Interpretation ebenfalls viel Zeit beansprucht. Während das grundsätzliche Verhalten eines nichtbindigen Bodens unter dynamischen Belastungen schon eingehend untersucht wurde, ist jenes in bindigen Böden noch wenig bekannt. Der Einfluss der kleinen Durchlässigkeit und demzufolge der Porenwasserspannungen bindiger Böden unter der Wirkung dynamischer Belastung bildet deshalb das Thema einer weiteren Promotionsarbeit, die übrigens anschliesst an eine interessante Arbeit eines langjährigen Mitarbeiters der Abteilung über die Scherfestigkeit strukturempfindlicher Böden und im speziellen der Seekreide, ein für unsere Verhältnisse besonders heimtückischer und gefürchteter Baugrund.

Abteilung für Hydrologie und Glaziologie

Hydrologie ist die Lehre vom Wasserkreislauf auf der Erde. In diesem Rahmen hatte sich schon *Lütschg* als Leiter des Institutes für Gewässerkunde zum Ziele gesetzt, den Wasserhaushalt unseres Landes zu erforschen. Mit der Uebernahme dieses Institutes als Abteilung für Hydrologie im Jahre 1940 stellte sich für unsere Versuchsanstalt die Frage, wie unsere Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Niederschlag und Abfluss, Speicherung von Wasser in Gletschern, in der Schneedecke, in Seen und im Boden sowie der Verdunstung, eingeschlossen den Wasserverbrauch durch die Vegetationsdecke, verbessert werden können. Es ist klar, dass ein einzelnes Institut nur einige wenige der vielen Einzelfragen, die sich auf dem Gebiete der Hydrologie stellen, im Sinne der Grundlagenforschung bearbeiten kann. Vom Institut für Gewässerkunde wurde eine Reihe von alpinen und voralpinen Einzugsgebieten übernommen, deren Bilanz mittels Niederschlags- und Abflussmessungen unter Berücksichtigung der Massenänderung der Gletscher studiert wurde. Es zeigte sich bald, dass in manchen Fällen die normalen Niederschlagssammler zu sehr fehlerhaften Ergebnissen führen. Diese Feststellung gab den Anlass zu Spezialuntersuchungen, die im steilen, den Regenwinden ausgesetzten Hang der Verrauxkette im Gebiet der Baye de Montreux durchgeführt wurden. Vergleichsmessungen mit Niederschlagsmessern im Boden, deren Auffangöffnung in der Bodenoberfläche liegt, führten zu besonderen Apparatetypen und zu Regeln für die Aufstellung, die bessere Resultate gewährleisten. Eine weitere Entwicklung würde Versuche im künstlich beregneten Windkanal oder Entwicklungen auf einer völlig anderen Grundlage erfordern.

Ein anderes Problem, das uns seit einigen Jahren stark beschäftigt, ist der Schmelzprozess des Gletschereises, insbesondere der Einfluss von Strahlung und Temperatur auf den Schmelzprozess. Eine erste Versuchskampagne im August 1959 am Grossen Aletschgletscher war ermutigend, indem drei voneinander unabhängige Methoden gut übereinstimmende Resultate ergaben. Während fünf Tagen wurde in einem kleinen Einzugsgebiet von einer Hektare auf der Gletscheroberfläche die Abschmelzung mittels 38 Pegeln direkt gemessen und gleichzeitig einerseits aus dem Schmelzwasserabfluss, anderseits aus der Wärmebilanz der Oberfläche, wie sie sich aus einer mikroklimatischen Studie ergab, bestimmt. Für ein vertieftes Eindringen in den Mechanismus der Abschmelzung ist eine Verbesserung der Messmethoden aber notwendig. Auf Grund der Erfahrungen vom Sommer 1959 ist ein neuartiger Ablatograph entwickelt worden, dessen Prototyp im Sommer 1962 mit Erfolg auf dem Aletschgletscher geprüft wurde. Die Methode zur registrierenden Abflussmessung an Bächen auf der Gletscheroberfläche ist in Entwicklung. Für diese Studien über den Schmelzprozess arbeiten wir eng mit dem Osservatorio Ticinese in Locarno-Monti zusammen, wo zur Zeit ein geeignetes Instrumentarium für die mikroklimatischen Messungen gebaut wird. Diese Messgeräte werden auch für die später durchzuführenden Verdunstungsuntersuchungen notwendig sein. In diesem Zusammenhang werden auch die Tagbogenmessungen, die der Feststellung der maxmal möglichen Sonnenscheindauer dienen, an Bedeutung gewinnen. Eine Kartierung dieser Grösse wurde mit einem eigenen Gerät für das Einzugsgebiet der Baye de Montreux ausgeführt, mit dem ersten Ziel, den Einfluss der Horizontalabschirmung auf den Strahlungsgenuss des Gebietes abzuschätzen. Diese Resultate dürften auch den Botaniker interessieren, der sich mit den Standortsbedingungen von Pflanzengesellschaften befasst.

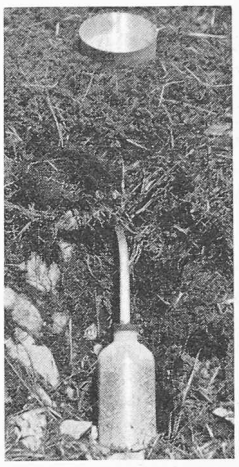


Bild 7. Niederschlagsmessungen mit hangparallelen Tagessammlern, bodenebener Auffangfläche, eingegrabenem Trichter und unterirdischem Sammelgefäss

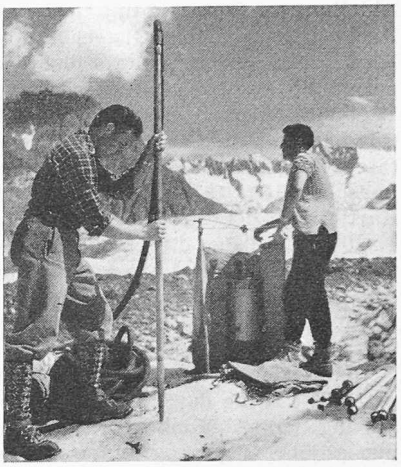


Bild 8. Thermischer Eisbohrer für langfristige Ablationsmessungen. Hinten: Ofen mit Umwälzpumpe für Heizflüssigkeit, die die Bohrspitze heizt; rechts: Ablationsgestänge. Grosser Aletschgletscher im Juli 1959

Schon frühzeitig wendeten wir uns dem Studium des Gletschereinflusses auf das Abflussregime zu. Neben den Gletschern von Mattmark hat sich das Schwergewicht immer mehr auf das Einzugsgebiet des Grossen Aletschgletschers verlagert, das mehr und mehr in seiner Gesamtheit alljährlich kontrolliert wird. Für diese Ueberwachung wurden neue Methoden für Firnzuwachs- und langfristige Ablationsmessungen entwickelt. Eine besondere Hilfe hierfür ist der neue tragbare thermische Eisbohrer, mit dem Löcher von 30 m Tiefe in 2 bis 3 Stunden gebohrt werden können. Für eine spezielle Aufgabe wurden auch schon Löcher bis zu 63 m Tiefe gebohrt. Neben Wasserhaushaltsmessungen, dem Studium des Zusammenhanges zwischen Klima und Gletscherveränderungen und dem der Bewegungen mit einfacheren Mitteln wird auch die Anwendung neuzeitlicher geophysikalischer Methoden in der Glaziologie immer mehr Raum in unserem Entwicklungsprogramm einnehmen.

Holz und anderes organisches Material, das von Gletschern freigegeben wurde, gibt uns Anlass, in Zusammenarbeit mit dem Physikalischen Institut der Universität Bern, das über eine hochentwickelte, für Datierungen spezialisierte

Abteilung verfügt, und mit Geobotanikern, insbesondere Pollenanalytikern ältere Gletscherstände zu datieren und der Klima- und Vegetationsgeschichte des Postglazials nachzugehen. So konnte am Aletschgletscher ein Stand aus dem 12. Jahrhundert nachgewiesen werden. Für das Gebiet der Göschenenalp sind interessante weiter zurückliegende Resultate zu erwarten. Eine im Zusammenhang mit dem geophysikalischen Jahr 1957/58 durchgeführte grosse Arbeit war die Kartierung des gesamten Aletschgletschers im Masstab 1 : 10 000, bei der die Hauptarbeit durch die Eidg. Landestopographie geleistet wurde, während unsere Versuchsanstalt den grössten Teil der Feldarbeiten ausführte, den Karteninhalt mitbestimmte und insbesondere ältere Gletscherstände beurteilte. Diese Aufnahme hat zu einem dauernden engen Kontakt mit der Eidg. Landestopographie geführt, welche gestützt auf die durch uns permanent eingerichtete Signalisierung, das Ablationsgebiet des Grossen Aletschgletschers nun alljährlich photogrammetrisch aufnimmt und im Massstab 1 : 10 000 auswertet. Die immer intensivere Beschäftigung mit Gletscherproblemen fand vor zwei Jahren ihren Niederschlag in der Namensänderung in *Abteilung für Hydrologie und Glaziologie.*

Neben den rein wissenschaftlichen Interessen und den besonderen Möglichkeiten, die sich in unseren Alpen darbieten, sind es die für die Praxis zu lösenden Aufgaben, welche die Entwicklung unserer Abteilung für Hydrologie und Glaziologie massgebend mitbeeinflussen. Das Bedürfnis, das Wasser zur Energiegewinnung möglichst rationell auszunützen und für die Rheinschiffahrt möglichst frühzeitig disponieren zu können, hat dazu geführt, dass Grundlagen für Abflussprognosen entwickelt und ausgegeben werden. Ausgehend von Prognosen, welche auf Grund der winterlichen Reservenbildung den Sommerzufluss zu einzelnen Stauseen voraussagen, wurden zunächst Sommerabflussprognosen für die Rhone bei Porte du Scex und den Rhein bei Rheinfelden, hierauf Vorhersagen für einen Monat bis mehrere Monate Dauer und schliesslich Winterprognosen mit 1 bis 3 Tagen Dauer für Rheinfelden entwickelt. Diese Prognosen stützen sich auf statistische Regressionsberechnungen und geben ausser dem wahrscheinlichsten Wert auch die Abflussmengen, welche mit irgend einer gewählten Wahrscheinlichkeit erreicht oder überschritten werden. Wir zielen darauf, mehr und mehr nicht nur die zur Zeit der Prognoseausgabe bekannten Grössen der Vorgeschichte, wie z. B. Abflussmengen, Seestände, Schneereserven, Niederschläge und Temperaturen, sondern auch Wettervorhersagen für Niederschlag und Temperatur quantitativ in die Gleichungssysteme einzuführen. Auch Unterlieger interessieren sich für unsere Vorhersagen. Bei diesen Prognosestudien handelt es sich um Fragen, die zum Teil nur durch langfristige ausdauernde Entwicklungsarbeit zu lösen sind!

Zahlreiche andere Fragen werden durch unsere Abteilung für Hydrologie und Glaziologie für die Praxis bearbeitet. Einige davon sind: das Abschätzen des Hochwasserrisikos im Zusammenhang mit der Dimensionierung der Entlastungsbauwerke von Wasserkraftanlagen, die Beurteilung der Abflussverhältnisse für Kraftwerkprojekte, die Möglichkeit der Verwirklichung von subglazialen Wasserfassungen, die Beurteilung des Einflusses von Gletscherveränderungen auf das Wasserdargebot, das Abschätzen des zukünftigen möglichen Verhaltens von Gletschern im Zusammenhang mit der Erstellung von Bauten in Gletschernähe. Von besonderem wissenschaftlichen Interesse war die Abschätzung der Wahrscheinlichkeit, mit der der Griesgletscher in n Jahren zur Sperrstelle der projektierten Mauer des zukünftigen Griesgletscherstausees im Aeginental vorstossen könnte. Wie in anderen Fällen waren auch hier vorerst neue Berechnungsmethoden zu entwickeln. — Aktuelle Fragen brachte in diesem Winter die Seegfrörni des Zürichsees, bei der die Tragfähigkeit des Eises im Hinblick auf die Sicherheit des Begehens zu beurteilen war.

Schlussbetrachtungen

In die Zukunft blickend, erwarten wir ein weiteres Ansteigen der zu übernehmenden Aufgaben in Lehrtätigkeit, Forschung und Beratung Dritter. Es werden Gewichtsverlagerungen innerhalb der einzelnen Gebiete auftreten, die Bedeutung einiger wird abnehmen, anderer zunehmen. Unsere Pflicht wird es sein, auch bei der Ausbildung von Studenten aus Entwicklungsländern mitzuwirken und gegebenenfalls solchen Ländern geschultes Personal zur Verfügung zu stellen und sie sowohl bei Ausbildungsfragen als auch bei der Lösung technischer Probleme zu beraten.

Zur Ausübung dieser vermehrten Tätigkeit sind die uns zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten an der Gloriastrasse zu klein geworden; bereits musste die ganze hydrologische Abteilung in die Voltastrasse in ein Privathaus verlegt werden. Eine weitere Entwicklungsmöglichkeit am jetzigen Standort ist ausgeschlossen. Aus diesem Grunde wurde auch uns ein Neubau im Zusammenhang mit den im Ausbau begriffenen Aussenstationen der ETH versprochen, und wir arbeiten bereits an den ersten Entwürfen zur Festlegung des notwendigen Raumprogrammes in der festen Hoffnung, dass der Neubau in absehbarer Zeit Wirklichkeit werde.

Doch auch der schönste Neubau mit den besten Einrichtungen ist nur soviel wert, als die in ihm wirkenden Menschen durch ihre Arbeit, ihre Phantasie und ihre Intelligenz schaffen. Deshalb ist und bleibt das Hauptproblem auch für unser Institut die Beschaffung eines geeigneten Personalbestandes. Junge, frisch diplomierte oder aus der Praxis an die Hochschule zurückgekehrte Ingenieure und Naturwissenschafter mit Sinn und Freude an Forschungsproblemen mehr theoretischer oder mehr praktischer Natur finden Gelegenheit zu persönlichem Einsatz, zur Weiterbildung und Vertiefung und gegebenenfalls zur Ausarbeitung einer Promotionsarbeit. In der letzten Zeit sind in Hydraulik und in Bodenmechanik einige Doktorarbeiten entstanden, die sich unter den vielen publizierten Arbeiten sehen lassen dürfen. Meist gehen aber die Mitarbeiter nach einigen Lehrjahren wieder hinaus in die Praxis und zeigen dort, so hoffen wir, was sie an neuen Erkenntnissen und Erfahrungen über das übliche Mass eines jungen Diplomingenieurs hinaus gelernt haben und nutzbringend anwenden können, auf diese Art die Praxis befruchtend. Dies ist sehr gut so. Wir erachten diese Art der Weiterbildung von Ingenieuren, die durch Vorträge und Kurse für einen erweiterten Kreis ergänzt wird, als eine unserer Pflichten. Ausserdem aber bedürfen wir eines festen Stockes ständiger Mitarbeiter, verjüngt und ergänzt durch frisch hinzukommende Kräfte. Damit stossen auch wir auf das heute so viel diskutierte Problem des akademischen Nachwuchses. Es genügt nicht, von den jüngeren Mitarbeitern die Freude und die Begeisterung an der Forschungstätigkeit zu verlangen. Sollte das früher je genügt haben, wie dies so oft in rührender Weise dargestellt wird, so steht fest, dass heute auch der wissenschaftliche Mitarbeiter in einem Institut Anrecht hat auf eine seiner Stellung entsprechende Entlöhnung, die einigermassen jener angeglichen sein sollte, die sein Kollege in der Privatwirtschaft unter Umständen sogar bei ähnlicher Tätigkeit in einem Laboratorium der Industrie erhält. Sehr oft wird von Aussenstehenden, die meist nur den Namen des Institutsleiters kennen, die Bedeutung der hauptsächlichsten wissenschaftlichen Mitarbeiter unterschätzt. Dies rührt von früher her oder trifft noch heute zu für kleinere Institute, in welchen der Institutsleiter mit wenigen Leuten seinen Forschungen nachgeht. In den grösseren Instituten aber mit Personalbeständen von über 50 bis 300 Köpfen sind die nächsten Mitarbeiter des Institutsleiters von wesentlicher Bedeutung für die Institutsarbeit. Sie sind die Träger der Forschung auf den eigentlichen Spezialgebieten. Der Leiter muss sich begnügen mit der Koordination der Forschungsuntersuchungen, mit der Ueberwachung der menschlichen und sachlichen Belange, vielleicht und soweit es ihm gelingt, mit seiner auf Erfahrung und Kenntnissen beruhenden Intuition einzuspringen und schliesslich sein persönliches Spezialgebiet zu pflegen. Dieser weitgehend selbständige Mitarbeiter, wie er in allen Instituten und in verschiedenen Schattierungen auftritt, kann in der heutigen Organisation der ETH noch nicht die Stellung finden, die auch nach aussen seine Bedeutung ausdrücken würde, worunter wohl mancher leidet, und was ihn veranlassen kann, die

ETH zu verlassen, um ins Ausland zu gehen oder im Inland in eine industrielle Forschungstätigkeit überzutreten. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses verlangt neben der finanziellen und sozialen Besserstellung der in Frage kommenden jungen Lehrer und Forscher unbedingt auch die Berücksichtigung der mehr inkomensurablen Werte.

In diesem kurzen Abriss über die Tätigkeit unseres Institutes müssen auch die wissenschaftlichen und persönlichen Kontakte mit ähnlichen Instituten und Hochschulen im Inland und Ausland erwähnt werden, die zur gegenseitigen Befruchtung erwünscht, ja notwendig sind, und die mit der Ausweitung in Breite und Tiefe jeden Gebietes je länger desto unerlässlicher werden. Eng verbunden damit ist die Beschaffung der Dokumentation, ihre Einordnung in die Institutsbibliothek und das Studium der Fachliteratur.

Wir sind dabei bemüht, die allgemeinen Problemstellungen und Arbeitsmethoden zu untersuchen und sie fördernd anzuwenden auf die uns am nächsten liegenden Fragen von wissenschaftlichem und volkswirtschaftlichem Interesse unseres eigenen Landes.

Ausbildung der Maschineningenieure in «Verfahrenstechnik»

DK 378.962:66.02

Von Prof. Dr. **Peter Grassmann,** Vorsteher des Institutes für kalorische Apparate und Kältetechnik

Was ist «Verfahrenstechnik»?

Das nur historisch verständliche Wort «Verfahrenstechnik» entspricht heute kaum mehr dem Inhalt dieses Faches. Schon der Wortteil «Verfahren» ist wenig kennzeichnend, denn viele unserer technischen Bemühungen zielen auf die Entwicklung eines Verfahrens. Aber auch der zweite Wortteil weist nur auf *eine* Seite des Gebietes hin und lässt nicht ahnen, dass hier neue wissenschaftliche Fragen gestellt, neue Grundlagen erarbeitet werden müssen. Trotzdem sei dieser Name hier beibehalten, da er sich inzwischen weitgehend eingebürgert hat. Heute wird Verfahrenstechnik — wenn auch oft unter anderem Namen — an allen dem Verfasser bekannten technischen Hochschulen gelehrt. An den englisch-amerikanischen Hochschulen bestehen meist sogar besondere Abteilungen für «chemical engineering», ein Ausbildungsgang, der etwa zwischen dem des Verfahrensingenieurs und dem des chemischen Technologen liegt.

Dieser neue Bildungsweg wurde zunächst von der chemischen und der Verbrauchsgüterindustrie gefordert, als die durch Vergrösserung und Rationalisierung der Anlagen gestellten Aufgaben aus dem Gebiet der Chemie mehr und mehr herauswuchsen. Ein neuer Ingenieurtyp war für Planung, Berechnung und Konstruktion dieser Apparate erforderlich. Während sich nämlich der Maschineningenieur üblicher Prägung für die umlaufende Maschine interessiert, laufen durch den äusserlich ruhenden Apparat die reagierenden Stoffe hindurch. Damit verwirklicht zwar die oft als stationärer Fliessprozess betriebene chemische Synthese in idealer Form das bei der mechanischen Massenfertigung immer wieder erstrebte Fliessband; dennoch bedeutet für den Ingenieur der Uebergang von der Maschine zum Apparat eine einschneidende Umstellung, handelt es sich doch nicht mehr um die Aenderung der äusseren Form irgend eines Werkstückes, sondern der inneren Struktur eines Stoffes.

Bald zeigte sich, dass ähnliche Aufgaben auch gestellt werden in der Klima- und Trockentechnik, in der Kälte- und Tieftemperaturtechnik, in den Industrien der Steine und Erden, in der Hüttentechnik, bei der Abwasseraufbereitung und bei der grossen Zahl der Trennprozesse, angefangen von den mechanischen Verfahren wie Sieben, Sichten, Filtrieren und Sedimentieren über die Trennung von Lösungen — darunter das heute im Vordergrund stehende Problem der «sea water conversion», d. h. der Gewinnung von Gebrauchswasser aus Meerwasser, beim Fraktionieren und Aufarbeiten organischer Gemische (z. B. Erdöl) bis zu den erst in letzter Zeit entwickelten industriellen Verfahren der Isotopentrennung.

So sieht sich der Verfahrensingenieur unüberschaubar vielfältigen Aufgaben gegenübergestellt. Einen ersten Schritt zur Vereinfachung hat 1893 *G. Lunge* in Zürich getan [1], der darauf hinwies, dass sich diese Vielfalt auf einige wenige Grundverfahren zurückführen lasse [2]. Fruchtbar wurde dieser Gedanke vor allem, als ihn *A. D. Little* 1915 wieder aufgriff und die Lehre der «unit operations» schuf. In der Folgezeit bildete er die Grundlage nahezu aller Darstellungen dieses Gebietes.

Inzwischen ist aber die Verfahrenstechnik in ungeahnter Weise angewachsen, erscheinen doch heute *täglich* rund 20 wissenschaftliche Originalarbeiten, die sich mit irgendeinem ihrer vielfältigen Probleme befassen. Aus den wenigen Grundverfahren Lunges sind heute mehr als 50 geworden. So schien der Verlust der Uebersicht fast unvermeidlich.

Jedoch wieder gelang es, aus dieser Not eine Tugend zu machen! Denn die grosse Zahl der jetzt bekannten Grundverfahren, aber auch alle zukünftig noch zu erfindenden sind letzten Endes aus einer Verknüpfung bekannter Naturgesetze hervorgegangen. Es galt also, dieses alles durchdringende Netz der Naturgesetze blosszulegen, das nur aus wenigen aber kunstvoll verknüpften Fäden gewoben ist [3]. Und wieder stiess man auf Beziehungen, die nicht nur das, was man verbinden wollte, verbanden, sondern die darüber hinaus viele bisher unverstandene Vorgänge im anorganischen und organischen Geschehen dem Verständnis erschlossen. So spielen sich etwa bei der Sedimentbildung durch Ströme in geologischen Zeiträumen dieselben Vorgänge ab wie in den Stromklassierern, die fraktionierte Kristallisation führt in der Natur ebenso zu reinsten Kristallen wie im technischen Apparat, und jüngst konnte *Kuhn* [4] nachweisen, dass in dem lange unverstandenen Organ der Fische, dem rete mirabile, genau jener Gegenstrom verwirklicht ist, der auch in technischen Gegenstromverfahren eine Erhöhung der Partialdrücke bzw. der Konzentrationen um viele Zehnerpotenzen gestattet.

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um einen grundlegenden Unterschied zwischen Maschinenbau und Apparate-

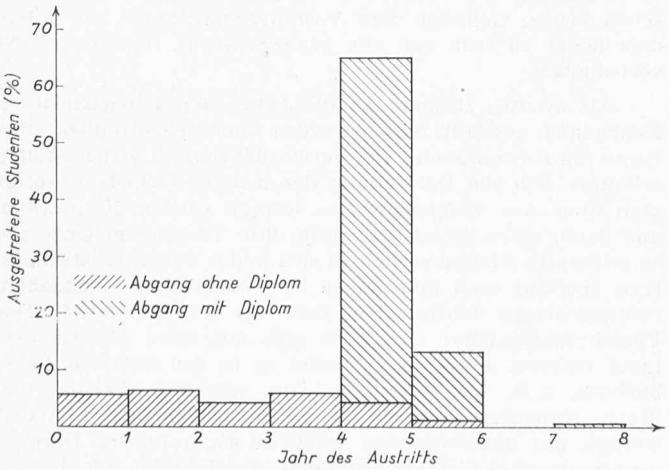


Bild 1. Verweilzeitspektrum der Studenten an Abteilung IIIA der ETH

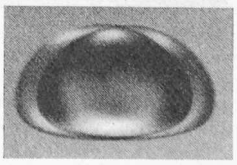


Bild 2. Aufnahme eines frei fallenden 0,117 g schweren Tropfens mit einer stationären Endgeschwindigkeit von 9,16 m/s. Um den Abstand des Tropfens von der Aufnahmeoptik und damit seine Grösse exakt zu bestimmen, wurde er nach einem Vorschlag von K. Pfister durch eine Stereo-(Doppel-)Blende aufgenommen, so dass eine Doppelkontur entsteht. (Aus der Diss. von A. Reinhart)