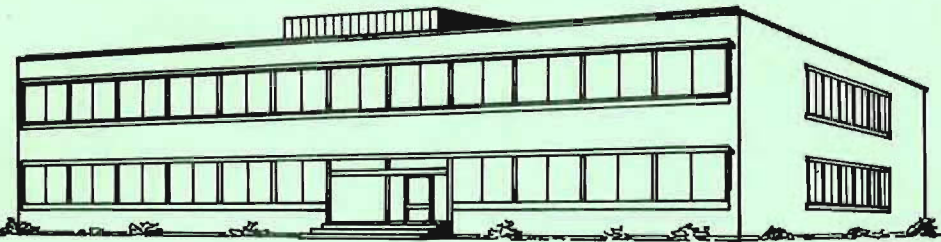


**Das Institut  
für Grundbau und Bodenmechanik  
Technische Universität München**



**Mitteilungen aus dem Institut  
für Grundbau und Bodenmechanik  
der Technischen Universität München**

DAS INSTITUT  
FÜR GRUNDBAU UND BODENMECHANIK  
Technische Universität München

Mitteilungen aus dem  
Institut für Grundbau und Bodenmechanik  
der Technischen Universität München

1974

## Vorwort

Der vorliegende Bericht soll einen Einblick in die Entwicklung, die Aufgaben und Tätigkeitsbereiche sowie die Einrichtungen des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik an der Technischen Universität München vermitteln. Die Veröffentlichung erfolgt zu einem Zeitpunkt, in dem die Ausstattung des 1. Neubauabschnittes in Pasing weitgehend abgeschlossen ist und das Haus interessierten Kreisen vorgestellt werden kann.

Bedeutsamer Anlaß für das Erscheinen des Heftes ist vor allem die 20. Wiederkehr der Berufung von Professor Dr. R. Jelinek zum Ordinarius und Institutsdirektor und die Vollendung seines 60. Lebensjahres.



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Das Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik	1
II. Geschichtlicher Rückblick	4
III. Zur Person von Professor Dr. Richard Jelinek	7
IV. Entwicklung des Institutes unter Professor Dr. Richard Jelinek	11
V. Personalstruktur und finanzielle Grundlage	20
VI. Aufgaben des Institutes	24
VII. Planung des neuen Institutes	31
VIII. Das neue Institut	34
IX. Besondere Versuchseinrichtungen des Hauses	41
X. Versuchseinrichtungen für Felduntersuchungen	48
XI. Vorausschau auf die künftige Entwicklung des Institutes	53
XII. Schlußwort	60
Bilder 1 bis 34	62 - 81



## I. Das Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik

Vom Bauingenieur wird erwartet, daß er Bauwerke plant und als sichere Konstruktionen erstellt. Er muß Verschiebungen, die Bauwerkslasten im Boden bewirken, abschätzen, die Kräfte, die vom Boden auf Bauwerke übertragen werden (Erddruck), richtig in Ansatz bringen. Er muß das Grundwasser von seiner Baugrube fernhalten und schädliche Einflüsse des Grundwassers vom Bauwerk abwenden und muß den Boden als Baustoff beherrschen können. Diese und ähnliche Fragestellungen haben zur Entwicklung der Bodenmechanik als selbständiger Disziplin geführt. Die Aussagen der Bodenmechanik werden benötigt zur Beurteilung und Bewertung von Gründungsverfahren, deren Entwurf einschließlich der gründungsbezogenen Techniken und Technologien dem "Grundbau" als eigenständigem Fachgebiet zusteht.

Wie es der Name erwarten läßt, werden in der Bodenmechanik Methoden und Erkenntnisse der technischen Mechanik, insbesondere der Festigkeitslehre und der Hydromechanik auf den Boden angewandt. Es müssen hierzu nur die Namen Coulomb (Erddruck), Boussinesq (Spannungsausbreitung im Halbraum), Mohr, Kötter und Prandtl (Brucherscheinungen im Boden), Darcy (Fließgesetz) etc. etc. genannt werden, deren Forschungsergebnisse wesentliches Handwerkszeug für die Bodenmechanik lieferten. Mit Terzaghi (1883 - 1963) beginnt eine intensivere Erforschung des Materials "Boden", insbesondere der Verhaltensweisen, mit denen der Boden auf Beanspruchungen reagiert, sowie die Versuche, diese Verhaltensweisen zu erklären und mathematisch zu beschreiben. Es werden neue Untersuchungsverfahren zur Prüfung des Bodens begründet, andere aus der Praxis der Bodenkunde übernommen und die Kapillarphysik wird für die Bodenmechanik nutzbar gemacht.

Das ingenieurmäßige Rüstzeug zur Vorhersage der Wechselwirkungen zwischen Baugrund und Bauwerk wird auf der Grundlage der linearen Elastizitätstheorie sowie der Plastizitätstheorie erweitert. Mehr als aus der Untersuchung kleinmaßstäblicher Modelle schöpft die Forschung der Terzaghi-Schule aber aus der Beobachtung der Phänomene, die in natürlichem Maßstab studiert werden können, aus Messungen in der Natur und am Bauwerk. Sie findet hierin nicht nur neue Impulse, sondern auch die Kontrolle ihrer theoretischen Arbeitsergebnisse.

Das Material "Boden" unterscheidet sich von Stahl, Kunststoff und Beton, also von allen synthetischen Baustoffen, wesentlich darin, daß es, ohne Zutun des Menschen, allein durch die Kräfte der Natur unter sehr wechselhaften Bedingungen in kaum überschaubarer Vielfalt entstanden ist und abgelagert wurde. Seine maßgeblichen Eigenschaften wie Korngrößenverteilung, Durchlässigkeit, Zusammendrückbarkeit, Festigkeit etc. schwanken demzufolge je nach Ausbildung des Bodens in sehr weiten Grenzen. Um die Erkenntnisse der Bodenmechanik im konkreten Fall anwenden zu können, muß der Boden in seiner Art und Schichtung und im Bezug auf seine Inhomogenitäten im Einflußbereich der Baumaßnahme bekannt sein. Die Entwicklung von Methoden zur Erkundung der Untergrundverhältnisse ist daher eine wesentliche Aufgabe. Der Fortschritt auf diesem Sektor hinkte stets dem Erkenntnisstand des Fachgebietes Bodenmechanik nach. Da Bodenaufschlüsse immer nur stichprobenartig vorgenommen werden können, sind für ihre Deutung vielfach geologische Vorkenntnisse, für ihre Verarbeitung stets statistische Überlegungen notwendig. Darüberhinaus verlangt die Frage, in welchem Maße Bodeneigenschaften bei der Probenentnahme oder bei Untersuchungen in situ durch die Erstellung des Bohrloches und den Untersuchungsvorgang selbst gestört



werden, Erfahrung und ein fachlich geschultes Urteilsvermögen. Ebenso verlangt die Idealisierung des Bodenprofils und die zutreffende Formulierung der Fragestellungen Kenntnisse, deren Fehlen zu unrichtigen Anwendungen bodenmechanischer Erkenntnisse und damit zu irrigem Schlußfolgerungen führen kann. Nur die Berücksichtigung aller Komponenten und eine an Bauwerksbeobachtungen geschulte Bewertung des physikalischen Verhaltens von Böden, deren Schichtung und Lagerungsverhältnisse nach geologischer Situation, nach Aufschlüssen und den Ergebnissen gezielter Untersuchungen richtig abgeschätzt wurde, kann zu einer befriedigenden ingenieurmäßigen Lösung der in diesem Fachgebiet gestellten Fragen führen. In diesem Sinne darf die Entwicklung der Bodenmechanik niemals einseitig, z.B. an der Entwicklung von Rechentechniken oder an der Entwicklung von Labortechniken oder allein an der Weiterentwicklung der Aufschlußverfahren gemessen werden, da keine dieser Komponenten für sich, sondern nur ihre integrale Auswertung die Lösung der ingenieurmäßig gestellten Aufgaben ermöglicht.

## II. Geschichtlicher Rückblick

Im Jahre 1938 wurde der an der Technischen Hochschule München bestehende Lehrstuhl für Städtisches Ingenieurbauwesen in einen Lehrstuhl für Straßenbau und Bodenmechanik umgewandelt. Das seit 1926 bestehende Institut für Straßenbauforschung wurde 1939, also 1 Jahr später, als Institut für Straßenbau dem neugeschaffenen Lehrstuhl angeschlossen. Gleichzeitig wurde dem Lehrstuhl für Straßenbau und Bodenmechanik ein zweites Institut, das Erdbauinstitut, angegliedert, das aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus, des Bundes der Freunde der Technischen Hochschule und Münchner Bauunternehmungen finanziert werden konnte. Die damals von der Bayerischen Straßenbauverwaltung eingerichtete Bodenprüfstelle wurde aufgelöst. Das Erdbauinstitut der Technischen Hochschule München übernahm das dort beschäftigte technische Personal sowie die gesamte Laboreinrichtung.

1943 wurde das Erdbauinstitut weitgehend nach Argelsried in die Nähe des Flugplatzes Oberpfaffenhofen verlagert. Es entstand ein behelfsmäßiges Bürogebäude nahe der heutigen B 12. Ein Laborraum konnte im Anschluß an die vorhandene Ziegelei errichtet werden. Die Institutsräume im Stammgelände der Technischen Hochschule wurden durch Luftangriffe im Jahre 1944 vollständig zerstört. Aber auch das ausgelagerte Institut blieb infolge seiner Lage nahe dem Flugplatz Oberpfaffenhofen von Kriegseinwirkungen nicht verschont. Bei einem Bombenangriff im Februar 1945 wurde das Bürogebäude vernichtet.

Nach dem Einmarsch amerikanischer Truppen wurde Professor K. Hetzel mit der kommissarischen Leitung des Institutes betraut. Seinem persönlichen Einsatz ist es zu verdanken, daß

wenigstens die ausgelagerten Geräte und Versuchseinrichtungen aus dem nicht zerstörten Laborraum gerettet und in einem Keller des noch erhaltenen Bauteiles im Stammgelände der Technischen Hochschule sichergestellt werden konnten.

1946 wurde im Erdbauinstitut von insgesamt 3 Personen (Betriebsleiter und 2 Laboranten) die Arbeit wieder aufgenommen. Der damalige Betriebsleiter Dr. Schiel begann noch im selben Jahr die Vorlesungen über Bodenmechanik. Das Fachgebiet Grundbau wurde von Professor Hetzel gelesen, der die kommissarische Leitung des Erdbauinstitutes bis 1949 behielt.

Da der Erdbau, der in den Vorlesungen ab 1947 von Professor Halter vertreten wurde, gegenüber den bodenmechanischen und gründungstechnischen Aufgaben immer mehr zurücktrat, wurde noch unter der Leitung von Professor Hetzel das Erdbauinstitut im Jahre 1949 in "Institut für Grundbau und Bodenmechanik" umbenannt. Dies geschah auch im Sinne einer Anpassung an die Bezeichnung, die inzwischen die an anderen Technischen Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland geschaffenen Lehrstühle und Institute im gleichen Aufgabengebiet erhalten hatten. Die Betriebsleitung des Institutes sowie den Lehrauftrag über Bodenmechanik übernahm 1948 Dr. Jelinek, dem ab 1949 auch der Lehrauftrag über Grundbau erteilt wurde. Mit dem Sommersemester 1950 ging die kommissarische Leitung des Institutes an Professor Dr. Rucker über. Der beantragte Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik wurde 1954 vom Bayerischen Ministerium für Unterricht und Kultus genehmigt. Noch im selben Jahr wurde Dr. Jelinek zum Ordinarius berufen und gleichzeitig zum Direktor des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik bestellt.



### III. Zur Person von Professor Dr. Richard Jelinek

Im Herbst des Jahres 1948 hatte Dr. Richard Jelinek die Betriebsleitung des Erdbauinstitutes der Technischen Hochschule München und zugleich einen Lehrauftrag für Bodenmechanik an der Technischen Hochschule München übernommen. Seitdem ist sein Name und seine Tätigkeit mit dem Institut und der Lehre des Fachgebietes eng verbunden geblieben.

Dr. Jelinek war das Institut nicht fremd, da er bereits im Jahr 1944 hierher dienstverpflichtet worden war, um Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Erdbaues auszuführen.

Für die Arbeit, die auf ihn nach 1948 hier wartete, brachte er beste Voraussetzungen mit, hatte er doch bereits 1939 die Aufgabe, an der Technischen Hochschule Karlsruhe ein neues Institut für Bodenmechanik, Grundbau und Baugrunderforschung zu organisieren und auszustatten. Außerdem brachte er auch Geist und Erfahrung aus dem Wiener Institut von Professor Karl von Terzaghi mit, bei dem er bereits während seines Studiums Hilfsassistent war und wo er nach seinem Bauingenieurdiplom eine Assistentenstelle angetreten hatte.

Von Anfang an dem Wesen der Ingenieurarbeit verbunden, holte er aus dieser die Anregungen zu seiner Dissertation, die er bei Terzaghi's Nachfolger in Wien, Professor Fröhlich, einreichte, sowie für zahlreiche weitere theoretische Arbeiten der ersten Nachkriegsjahre. Sie befaßten sich mit Fragen der Böschungstabilität und mit Einflüssen verschiedener Parameter auf die Spannungsausbreitung im Halbraum. Sie waren u.a. wesentliche Beiträge zu der Sammelveröffentlichung, die in dem besiegten, zur internationalen Tagung über Grundbau und Bodenmechanik in Rotterdam 1948 nicht

zugelassenen Deutschland anlässlich dieses Kongresses herausgegeben wurde.

Die Aufgabe der Institutsleitung brachte auch eine enge Verknüpfung mit der Praxis. Die Wiederbelebung des Wirtschaftslebens nach der Währungsreform führte zu einer Flut von wichtigen Aufgaben. Daneben galt es, der Wissenschaft und Forschung wieder neue Impulse zu geben. Als Gutachter privater und öffentlicher Bauherren wurde er intensiv mit aktuellen Problemen aus allen Gebieten des Grundbaues konfrontiert. Die hierbei gewonnene reiche praktische Erfahrung fließt ständig in die anspruchsvollen Vorlesungen über Bodenmechanik und Grundbau ein. Sie wurde in Arbeitsgremien der Forschungsgesellschaft für Straßenwesen sowie der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau, aber vor allem auch bei seinen Schülern und Mitarbeitern sowie in seinem ganzen weiten Wirkungsfeld fruchtbar.

Mit der Neugründung des Lehrstuhles für Grundbau und Bodenmechanik im Jahr 1954 wurde Dr. Jelinek zum Lehrstuhlinhaber berufen und zum Direktor des Institutes ernannt. Die Lehrtätigkeit gewinnt durch die Berufung zum Ordinarius an Gewicht und weitet sich später durch das an der Technischen Universität München eingeführte Vertiefungsstudium aus. Professor Jelinek fühlt sich dieser Tätigkeit verantwortlich verpflichtet wie selten ein akademischer Lehrer: Vorlesungsverpflichtungen haben Vorrang vor allen anderen Aufgaben.

In den nun folgenden Jahren weitet sich die Tätigkeit aus. Herr Professor Jelinek bildet einen rasch wachsenden Mitarbeiterstab heran, der ihm meist über lange Jahre verbunden ist und ihn bei der Arbeit in Lehre, Forschung, wie auch dem praxisbezogenen Sektor der Institutsaufgaben unterstützt.

Sein umfassendes Ingenieurwissen und stetige Bereitschaft zur gründlichen Lösung fachlicher Problemstellungen aller Art führen ebenso wie persönliche Aufgeschlossenheit und unermüdlische Schaffenskraft zu einer breiten Frequenz des Tätigkeitsfeldes und der Beziehungen zu Wissenschaft und Praxis. Dogmatische, enge Auslegungen des Aufgabenbereiches sind ihm fremd und weichen dem weiten Blick und der ziel-sicheren Vorstellungskraft eines Ingenieurs im besten Sinn. Die klare Erkenntnis des jeweils Wesentlichen und der nie erlahmende Drang, fundierten fortschrittlichen Ideen zum Durchbruch zu verhelfen, verhindern das Abgleiten in unfruchtbare, hemmende, einseitige Spezialisierung. Die wissenschaftliche Leistung wird von Professor Jelinek sowohl am Gewicht der Problemstellung als auch an der Qualität der Lösung gemessen. Sein vielseitiges Interesse spiegelt sich auch in Schwerpunkten forschender und wissenschaftlicher Tätigkeiten wieder. Fragen des Straßenbaues und der Bodenverbesserung wurden ebenso intensiv wie Entwicklungen der Verankerungstechnik, Schlitz- und Bohrpfahlwandbauweise betreut. Richtungsweisende Behandlungen der Probleme des Fangedammes gehören ebenso wie unkonventionelle Lösungen bei der Errichtung tief in das Grundwasser einbindender Großbauwerke zu jenen Leistungen, die nur von umfassendem Wissen und reicher Erfahrung, aber auch vom Willen zur Übernahme persönlicher Verantwortung getragen werden. Daneben gilt sein Augenmerk in besonderem Maße der bodenphysikalischen Grundlagenforschung ebenso wie der theoretisch-mathematischen Behandlung schwieriger Kapitel der Bodenmechanik. Allzu groß ist die Palette seines Wirkungsbereiches und Schaffens, um hier auf Einzelheiten eingehen zu können. Seine Kraft ist weniger in den Dienst der literarischen Veröffentlichungen, als in den der Allgemeinheit, des Problemstudiums und Fortschrittes seines Fachgebietes gestellt. Die anregende Wirkung seiner Persönlichkeit liegt sowohl in der wissenschaftlichen Präzi-

sion als auch im vielseitig integrierenden Verständnis größerer Zusammenhänge.

Vielfältige Verbindungen zur internationalen Fachwelt führen Professor Jelinek immer wieder zu Kongressen im In- und Ausland, wobei auch jene Fachtagungen sein Interesse finden, die nicht im Brennpunkt seines Spezialistentums der Bodenmechanik stehen, sondern wesentliche Aspekte des Fachgebietes im Zusammenhang mit anderen Aufgabebereichen, beispielsweise des Wasser- und Straßenbaues, behandeln. Seiner Anregung ist es zu danken, daß so international hervorragende Wissenschaftler wie Professor Fröhlich, Wien, und Professor de Beer, Gent, die Ehrendoktorwürde der Technischen Universität München verliehen werden konnte. - Sein stetiges Bemühen gilt auch der Öffentlichkeits- und Fortbildungsarbeit, was nicht nur im Abhalten von Seminaren und Kursen für die Praxis, sondern auch in seiner 10jährigen Tätigkeit als Obmann des Arbeitskreises Bauingenieurwesen im Verein Deutscher Ingenieure in München zum Ausdruck kommt.



#### IV. Entwicklung des Institutes unter Professor Dr. Richard Jelinek

Das "Erdbauinstitut" mußte nach seiner Rückführung aus der Evakuierung im stark reduzierten Raumbestand der Hochschule untergebracht werden. So mußte es 1947 bis 1952 mit dem "Institut für Straßenbau" einen Kellerraum teilen.

Auch in den ersten Neubauten der Hochschule war ihm 1952 bis 1970 nur eine Notunterkunft beschieden. Es erhielt Räume, die von der Planung her als Brausebad für Studenten gedacht waren und weder in der Belüftung noch in der Raumhöhe dem entsprachen, was einem ständigen Arbeitsraum angemessen wäre.

Trotz dieser räumlichen Beengung wurden dem Institut bereits in den 50er Jahren bedeutende Aufgaben zugewiesen. Dies liegt nicht zuletzt darin begründet, daß dieses Hochschulinstitut bis zur Gründung des Grundbauinstitutes der Landesgewerbeanstalt in Nürnberg im Jahre 1955 die einzige Einrichtung dieses Fachgebietes in Bayern war und somit mit allen bedeutenden Bauaufgaben konfrontiert wurde, die in diesem Land bodenmechanische Probleme aufwarfen. Später haben verschiedene Behörden des Freistaates Bayern Dienststellen und Institute eingerichtet (Geologisches Landesamt, Oberste Baubehörde - Autobahnamt, Wasserwirtschaftsamt), die zwar das Institut der Technischen Hochschule für den Bereich öffentlicher Bauten entlasteten, aber auch von manchem ursprünglichen und wesentlichen Aufgabenbereich und Problembereich abschnitten.

Unmittelbar nach dem Krieg galt es, Zerstörtes mit sparsamsten Mitteln wieder aufzubauen. Hierzu gehörte vorrangig der Industrie- und Wohnungsbau, der überwiegend

auf Trümmergrundstücken erfolgte, und der die immer wiederkehrende Frage der Wiederverwendbarkeit alter Fundamente bei veränderter Grundrißgestaltung und zum Teil auch veränderten Baustoffen aufwarf. Auch die Frage nach der Beurteilung von homogenisierenden Verdichtungsmaßnahmen (Steinskelettgründungen in Nürnberg) wurden gestellt.

Nach dem Wiederaufbau beginnt sich der Mangel an Grund und Boden bald abzuzeichnen, Flächen, die wegen schlechten Untergrundes bis dahin als für Bebauungen ungeeignet erschienen, wie z.B. die ehemaligen Kiesgruben im Münchner Bereich oder die weichen Böden an den Oberbayerischen Seen (z.B. im Chiemseegebiet und nördlich des Starnberger Sees), aber auch am Bodensee und im Rheintal oder an Hängen, mußten für die Bebauung mit herangezogen werden. Maßnahmen zur Bodenverbesserung durch Tiefenverdichtung nach dem Rütteldruckverfahren, das Bauen auf teilweisem Bodenersatz oder auch die schwimmenden Gründungen und in diesem Zusammenhang die Frage nach der Sohldruckverteilung unter ausgesteiften Bauwerken wurden weiterentwickelt und verstärkt angewandt.

Das Bestreben, das unzureichende Straßennetz mit möglichst geringen Mitteln zu erneuern, führte zu Versuchsstrecken mit mechanischer Bodenstabilisierung, die das Institut in verschiedenen Gebieten Bayerns betreute, womit eine im Krieg begonnene Forschungsrichtung erneuert wurde. Ähnliche Versuche wurden später im Wirtschaftswegebau und im Forstwegebau auf Stabilisierungen mit Kalk und Zement ausgedehnt. An Versuchen für Betonfahrbahnen sowie an Versuchen auf Betonpisten von Flugplätzen war das Institut Anfang der 50er Jahre bundesweit tätig. Es hat auch an der Dimensionierung der Start- und Rollbahnen zahlreicher neuer deutscher und ausländischer Flugplätze mitgewirkt. Die-

ser Themenkreis hat in verschiedenen theoretischen Arbeiten noch Jahre hindurch Nachhall gefunden.

Die Fragestellung der Frostwirkung im Straßenuntergrund sowie die Beschäftigung mit der Gründung von Kunsteisbahnen und Kühlhäusern veranlaßte das Institut bereits Ende der 50er Jahre zur Konstruktion eines zweikammrigen Klimaschranks. Er wurde in den 60er Jahren auch für Untersuchungen im Zusammenhang mit Gefriergründungen und bei der Frage nach der Lagerung von Flüssiggas mit Erfolg eingesetzt.

Neben der Bewältigung der Verkehrsprobleme hat der in den 50er Jahren akute Ausbau der Bayerischen Wasserkräfte zu einem vielfachen Einsatz an Inn, Isar, Lech, Main und Donau, aber auch im Bayerischen Wald und im Bodenseegebiet geführt. Aus der Mitarbeit am Projekt Jochenstein resultierten verschiedene Untersuchungen über Zellen- und Kastenfangedämme. Die Vorarbeiten für den Erddamm am Sylvenstein regten zu mannigfaltigen Forschungsarbeiten an. Ein Teil befaßte sich mit der Beeinflußbarkeit des Grundwasserstromes durch Ausgleichsbecken sowie mit der Frage der Entwässerung von Dammstützkörpern bei sinkendem Stauspiegel. Andere Aufgabenbereiche bezogen sich auf die Erforschung der Kompressibilität und Scherfestigkeit von "Mischböden" - das sind für den Erddambau künstlich aufbereitete Korngemische aus Kies-Sand und Ton oder die im Voralpenraum verbreitet anstehenden Moränenböden. Ebenfalls durch die Bauarbeiten an der Sylvenstein-Sperre wurden Forschungsarbeiten über die Injizierbarkeit von Lockergesteinen angeregt, wobei zunächst die Eigenschaften von Tonen und Ton-Zementsuspensionen, dann aber auch die Injizierbarkeit unterschiedlicher Korngemische untersucht wurden. Seit Mitte der 50er Jahre standen zur Förderung dieser Vorhaben Mittel der

Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung, die die Grundlagenforschungen des Institutes bis heute in dankenswerter Weise unterstützt. Mit dieser Hilfe konnten z.B. Großgeräte zur Untersuchung von Mischböden entwickelt und beschafft werden, die bis heute den Anforderungen genügen.

Daß der Wiederaufbau und Neuausbau der Verkehrswege auch zur Beteiligung an der Gründung zahlreicher Brücken führte, die die unterschiedlichsten Fundierungsprobleme aufwarfen, braucht kaum betont zu werden. Ebenso kamen auf das Institut die verschiedensten Fragen im Zusammenhang mit der Errichtung von Industriebauten zu, wobei Probleme auftraten, die mitunter bereits am Rande der "Bodenmechanik" stehen, wie z.B. das Gründen auf Schlammhalden und Rückständen der chemischen Industrie. Auch die Fundierung von Freileitungsmasten sowie die Gründung von Rundfunk- und Fernsehantennen gehören hierher. Schließlich ist das Studium und die Sanierung von Rutschungen in freiem Gelände, besonders im Isartal, oder bei Kunstbauwerken (Autobahn- und Eisenbahndämme) oder solcher, die durch Eingriffe von Menschenhand ausgelöst wurden, ein weitläufiges Aufgabengebiet dieser Jahre geworden. Zur Bewältigung seiner Aufgaben stand dem Institut ein in seiner Ausstattung ständig ergänztes Labor und seit Mitte der 50er Jahre auch ein leistungsfähiges Außendienstteam zur Verfügung, das sich den örtlichen Gegebenheiten anpassend auch besonders der in der Bundesrepublik neu entwickelten Rammsonden bediente.

Entsprechend der wirtschaftlichen Entwicklung nehmen auch die Aufträge für das Institut in den 60er Jahren beträchtlich zu. Neben Wohngebäuden, Schulen und Krankenhäusern treten in dieser Zeit Aufgabenstellungen bei Baugrunduntersuchungen für Lagergebäude, Silos, Wasserbehälter, Fernmeldetürme, sowie Kläranlagen, Schwimmbäder, Industrieanlagen und -erweiterungen und große Wohnanlagen am Stadtrand von München in den Vordergrund.

Im Zuge der Errichtung der Raffinerien und Tanklager in Ingolstadt und Burghausen wurden zur Erfüllung behördlicher Auflagen für den Grundwasserschutz die Möglichkeiten zur Abdichtung größerer Flächen mit feinkörnigen Bodenarten untersucht. Das Institut entwickelte geeignete Prüfgeräte und -methoden zur laufenden Überwachung der Dichtigkeit.

Als außergewöhnliche Aufgaben fielen in diese Zeit auch als Fortsetzung der Beratung für die äußerst setzungsempfindliche Beschleunigeranlage DESY in Hamburg die Untersuchung für einen (allerdings nicht zur Ausführung gekommenen) Beschleunigerring im Ebersberger Forst und die Beurteilung des Untergrundes und der Gründung für die Erdfunkstelle (Satellitenantennen) bei Raisting am Ammersee.

Im innerstädtischen Bereich setzte neben der Entwicklung zu höheren Baukörpern (Hochhäuser, Türme etc.), bedingt durch den steigenden Verkehrsausbau, auch eine intensive Tendenz zum "Bauen in die Tiefe" ein. Die Zeit der tiefen Baugruben und des unterirdischen Hohlraumbaus beginnt. Von den eigentlichen Gründungsproblemen verlagern sich die Hauptaufgaben des Institutes auf die Sicherung der angrenzenden Bebauung. Bei der Erprobung und Einführung neuer Verfahren der Baugrubenumschließung (Pfahlwand 1957, Schlitzwand 1961) ist das Institut eingeschaltet und es steht Pate bei der Entwicklung der Erdanker, die das Erscheinungsbild von Baugruben grundlegend verändern.

Die Erforschung des Tragverhaltens von Erdankern wird auf Jahre hinaus zum vordringlichsten Forschungsobjekt. Es waren vornehmlich die Einflüsse des Durchmessers und der Länge des Verpreßkörpers sowie des Verpreßdruckes auf das Tragverhalten sowie das Kriechverhalten von Erdankern in verschiedenen Böden zu untersuchen. Das Institut ist an

der Entwicklung der einschlägigen Bauvorschriften maßgeblich beteiligt und wirkt bei der Beurteilung und Zulassung von Ankersystemen weit über die Grenzen Bayerns hinaus mit.

Zur Unterfangung bestehender Bauwerke kommen unter Mitarbeit des Institutes in dieser Zeit dünne Verpreßpfähle (Wurzelpfähle) in Deutschland erstmals zur Anwendung.

Für die neuen Arten der Baugrubenumschließung sowie der mittelbaren und unmittelbaren Gebäudeunterfangung werden Ausführungsrichtlinien und Lastannahmen ausgearbeitet und durch Spannungs-, Kraft- und Verformungsmessungen überprüft.

Für die tiefliegenden Baugrubensohlen und auch die tief in den Untergrund einbindenden Bauwerke werden als vorübergehende und dauernde Sicherung gegen Auftrieb neue Wege zur Entspannung der unteren Grundwasserstockwerke gesucht. Die erste erfolgreiche Anwendung im großen Ausmaß erfolgte im Jahre 1964 beim Stachus-Bauwerk im Zentrum von München.

Das "Bauen in die Tiefe" begünstigt die systematische Erkundung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse im Münchner Stadtgebiet, insbesondere die Erforschung der bis dahin weniger erschlossenen tertiären "Flinzschichten". An dieser Arbeit ist das Institut führend beteiligt.

Im Zuge des U- und S-Bahn-Baues sowie des innerstädtischen Verkehrsausbaues sind für die Unterfahrung von Gebäudeteilen und einzelner Bauwerke, wie z.B. das Prinz-Carl-Palais, aber auch ganzer Häuserzeilen, in Zusammenarbeit mit den Behörden und ausführenden Firmen Bauweisen zur Vermeidung größerer Verformungen und entsprechende Berechnungs-

methoden zu suchen. Zu diesen Arbeiten setzt ab 1967 im Olympia-Gelände spontan die Planung und alsbald eine rege Bautätigkeit ein. Hier muß neben vielfältigen üblichen Bauaufgaben vor allem für die Zeltdachverankerung das Problem der dauerhaften Aufnahme großer Zugkräfte im Untergrund gelöst werden.

Beim bisher größten Sperrenbauwerk Bayerns in Mauthaus (Trinkwassertalsperre zur Versorgung des Nordbayerischen Raumes) wird das Institut zur Untersuchung der Dammbaustoffe sowie zur Überprüfung von Standsicherheitsnachweisen herangezogen.

Nicht zu vergessen sind an dieser Stelle auch die Arbeiten in Österreich, Luxemburg, Frankreich, Belgien, Italien, Griechenland, der Türkei und Jordanien, Marokko, Kenia, Gabun und im Kongo sowie in Korea, die hauptsächlich im Zuge des Auf- und Ausbaues der Industrie bzw. von Verkehrswegen in diesen Ländern anfielen.

Außerdem erfolgte eine laufende Einschaltung zur Klärung schwieriger Streitfragen und Schäden auf dem Gebiet des Grundbaues.

Unbedingt erwähnenswert sind auch die mit der Erschließung für Touristik und Freizeitgestaltung am Fuß der Alpen immer häufiger werdenden felsmechanischen Arbeiten, d.h. Felssicherungen, Seilbahnbau und Bau von Skisprungschanzen, die in der Skiflugschanze von Oberstdorf vorerst ihren Höhepunkt fanden.

Neben der Fortführung bereits erwähnter Forschungsrichtungen, insbesondere auf dem Gebiet des Tragverhaltens von Erdankern, sind in den letzten Jahren am Institut auch verschiedene Grundlagenforschungen über die Festigkeitseigenschaften von Böden durchgeführt worden.

Seit über 10 Jahren werden Spannungs-Verformungsbeziehungen bei verdichteten bindigen Böden untersucht. Nach dem Studium der Veränderung des Porenanteils bzw. des Porenwasserdruckes in Proben im Triaxialgerät wird derzeit vor allem der Einfluß der Verdichtungsarbeit auf die Anisotropie von Böden erforscht. Durch Anwendung eines nicht linearen, anisotropen Stoffgesetzes sollen hierbei die Stoffkonstanten ermittelt und mit denjenigen eines isotropen Stoffgesetzes verglichen werden. Die im Rahmen dieser Untersuchungen entwickelten Programme mit Finiten Elementen können auch bei anderen axial-symmetrischen Problemen, z.B. zur Untersuchung des Tragverhaltens von Ankern, herangezogen werden.

Intensive Untersuchungen werden dem Kriechverhalten bindiger Böden gewidmet. Durch Versuche mit mineralogisch unterschiedlichen Tonen in speziellen Kreisringschergeräten sollen vor allem die chemisch-physikalischen Ursachen des Kriechens festgestellt werden.

Neuerdings wurde das Institut auch mit Problemen der dynamischen Beanspruchung des Untergrundes von Eisenbahngleisen durch die geplante Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten bis zu 300 km/h konfrontiert. Hierfür werden zur Zeit sowohl dynamische Triaxialversuche als auch Messungen an schnell befahrenen Versuchsstrecken durchgeführt.



Charakteristisch für die Arbeit des Institutes unter der Leitung von Professor Dr. Jelinek ist die große Vielfalt der zu bewältigenden Aufgaben. In der Zeit bis 1973 wurden neben den laufend zu bearbeitenden Projekten, welche die stattliche Anzahl von 7300 erreichten, 20 verschiedene Forschungsaufträge durchgeführt und von Professor Dr. Jelinek selbst 32 Dissertationen betreut.

Außerdem wurden zahlreiche Lehrlinge ausgebildet und laufend Berufsfremde für den eigenen Betrieb und fremde Institutionen umgeschult.

Das folgende Leistungsdiagramm, welches als Spiegelbild der abgewickelten Aufträge und Roheinnahmen des Institutes angesehen werden kann, zeigt deutlich eine steigende Tendenz mit einer kurzen rückläufigen Entwicklung in der Zeit zwischen 1966 und 1968 und ein noch stärkeren Anwachsen zwischen 1970 und 1972. Im Jahre 1973 wird wiederum eine beginnende Abwärtsbewegung erkennbar. Dieser Kurve ist auch die enge Verknüpfung mit dem Wiederaufbau und der Entwicklung der Landeshauptstadt München wie auch des Landes und allgemein eine relativ große Abhängigkeit von der jeweiligen Wirtschaftslage zu entnehmen. In etwa vergleichbar zum Leistungsdiagramm verläuft die Kurve des Personalstandes. Von 3 Personen Ende der 40er Jahre vergrößert sich der Personalstand des Institutes ohne Lehrstuhlangehörige, durch Forschungsmittel Finanzierte und vorübergehend Beschäftigte (in der Forschung Tätige sowie Diplomanden, Doktoranden etc.) bis zum Jahre 1960 entsprechend den wachsenden Aufgaben auf 15 und bis zum Jahr 1973 auf den bisherigen Höchststand von 46 Personen.

## V. Personalstruktur und finanzielle Grundlage

Die beschriebenen mannigfaltigen Aufgaben und Tätigkeitsbereiche wurden von einem anfangs nur kleinen Mitarbeiterkreis unter Leitung von Professor Dr. Jelinek zu Beginn der 50er Jahre bereits wahrgenommen und in der Folgezeit unter langsamer Vergrößerung des Personalstandes wesentlich ausgedehnt. Die finanzielle Lage war dazu von jeher schwierig. Vom Gesamtpersonal (Lehrstuhl und Institut einschließlich Forschung) werden z.Zt. aus Landesmitteln 14%, aus Einnahmen der Prüftätigkeit sowie aus Drittmitteln 86% der Stellen finanziert. - Insgesamt beträgt der Anteil des wissenschaftlichen Personals derzeit etwa 30% der Gesamtzahl der Beschäftigten. Die übrigen 70% gliedern sich in Ingenieure, Techniker, Zeichner, Verwaltungsangestellte, Schreibkräfte, Laboranten im Innen- und Außendienst sowie Werkstättenpersonal.

Der Lehrstuhlinhaber ist zugleich auch Direktor des Institutes. Im Sinne einer stets aktuellen und möglichst vollständigen Wissensvermittlung an einer Technischen Universität wurde von jeher darauf Wert gelegt, daß das wissenschaftliche Personal zum größten Teil sowohl in der Forschung und anwendungsbezogenen Institutsarbeit als auch in der Lehre tätig ist. Ausgenommen hiervon bleiben nur jene Personen, die aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert werden und zeitlich begrenzt an einer speziellen Themenstellung arbeiten.

Unmittelbare Ausbildungsmöglichkeiten für alle an der Bauingenieur-Abteilung der Technischen Universität Studierenden gibt es am Institut nicht. Hierfür stehen Räume

und Versuchsgeräte im Stammgelände der Technischen Universität zur Verfügung. Die Einrichtungen des Pasinger Institutes sollen aber im Rahmen des vertieften Studiums insbesondere bei Diplomarbeiten dem Ziele einer anspruchsvolleren Ausbildung an einer Technischen Universität dienen.

Die Erfüllung der umfangreichen Aufgaben stellt nicht nur hohe Anforderungen an eine straffe Leitung, sondern vor allem auch an den persönlichen Einsatz der Mitarbeiter des Institutes. Die Organisation und der Einsatz des technischen Personals lassen eine verhältnismäßig klare sachbezogene Gliederung zu. Demgegenüber wird beim wissenschaftlichen Personal von jeher wegen der, aus der behandelten Materie resultierenden, außerordentlich breiten Palette der Problemstellungen, auf möglichst universelles Fachwissen sowie auf vielseitige Kooperation besonderer Wert gelegt. Daneben werden verschiedene Spezialgebiete von den einzelnen Mitarbeitern schwerpunktmäßig vertreten. In der Folge eines fruchtbaren Informationsflusses wird so eine möglichst umfassende Bearbeitung von Aufgabenstellungen in Forschung, Prüftätigkeit und Lehre möglich.

Ein besonderes Merkmal des Fachgebietes ist die Feststellung, daß die Steuerung und Behandlung von Schwerpunktaufgaben in den meisten Fällen eine breite Erfahrungs- und Wissensgrundlage voraussetzt. Dementsprechend sind die Einarbeitungs- und Anlaufzeiten beim wissenschaftlichen Personal relativ ausgedehnt. Der eigenverantwortlichen Übernahme selbständiger Tätigkeit geht im allgemeinen eine Ausbildung voraus, die durch die verschiedenen Sparten des Institutes und Lehrbetriebes führt. Eine Ausnahme hiervon bilden lediglich jene, die, mit der Behandlung spezieller Forschungs- oder Doktoratsthemen befaßt, das Haus von außen kommend nur vorübergehend frequentieren. Als Ergebnis dieser

Übung stehen dem Haus heute einige besonders erfahrene und qualifizierte langjährige Mitarbeiter zur Verfügung, denen in Aufbau und Leistung des Fachgebietes Grundbau und Bodenmechanik an der Technischen Universität München entscheidende Funktionen zukommen.

Zur Bewältigung der Aufgabenstellung sind nicht nur erhebliche Mittel für die ständig steigenden Personalkosten, hauptsächlich aus dem Bereich der Prüftätigkeit und zweckgebundenen Forschung aufzubringen, sondern auch laufende Sach- und Nebenkosten zu bestreiten. Hierfür liegt die staatliche Grundfinanzierung derzeit in der Größenordnung von 15 bis 20%. Für den Erwerb des Grundstückes sowie für die Einrichtung und Grundausstattung des neuen Institutes wurden entsprechend der bedeutenden Aufgabe im Dienste der Öffentlichkeit beträchtliche Mittel aus den Haushalten des Bundes und des Landes Bayern zur Verfügung gestellt. Aus Spenden des Bayerischen Bauindustrieverbandes, des Bundes der Freunde der Technischen Universität, der Vereinigten Haftpflichtversicherung Hannover und fallweise auch einzelner Firmen können dankenswerterweise immer wieder spezielle Untersuchungseinrichtungen und -geräte angeschafft werden.

Die Hauptlast der Betriebsfinanzierung muß jedoch nach Maßgabe staatlicher Verwaltungsgrundsätze sowie unter Aufsicht der Hochschulverwaltung und des Kultusministeriums durch Bereitstellung von Eigenmitteln getragen werden. Hierfür stehen bisher Aufträge der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie fallweise einige Aufträge von Bundesministerien und -behörden zur Verfügung. Der weitaus größte Teil wird jedoch aus zweckgebundener Prüf- und Forschungstätigkeit für Industrie und Wirtschaft aufgebracht. Für die zukünftige

Entwicklung wäre es vor allem wünschenswert, wenn sich die öffentliche Hand bei der Bewältigung ihrer Bau- und Entwicklungsaufgaben verstärkt spezieller Möglichkeiten des Institutes bedienen würde. Hier können bei konzentriertem und gezieltem Einsatz auf der Grundlage einer fruchtbaren Verbindung von Theorie und Praxis Aufgaben im Interesse der Allgemeinheit und der Forschungs- und Bildungsfunktion der Hochschule im besonderen wahrgenommen werden.

## VI. Aufgaben des Institutes

Das Institut für Grundbau und Bodenmechanik ist eines der traditionsreichen Prüfinstitute der Ingenieur fakultäten der Technischen Universität München. Die Prüftätigkeit auf dem Gebiet des Grundbaues und der Bodenmechanik bezieht sich auf den naturgegebenen Boden, der in unendlicher Vielfalt ansteht und in Zusammenhang mit konkreten Bauaufgaben auch bei sich wiederholenden Fragestellungen eine objektbezogene, individuelle Bearbeitung der jeweiligen Problemstellung verlangt. Sie ist voll auf die Baupraxis ausgerichtet. Als eine Institution der Technischen Universität kann das Prüfinstitut nur bestehen, wenn es auch der Lehre und der Forschung zugeordnet ist.

Nicht weniger als in den medizinischen Wissenschaften sind auch auf dem Gebiet der Bodenmechanik und des Grundbaues Lehre, Forschung und Praxis einander verpflichtet und haben sich gegenseitig zu dienen. Insbesondere die Lehre kann auf diesem Gebiet ohne den ständigen Kontakt zur Praxis nicht bestehen und auch die Forschung erhält aus der Rückbindung zur Praxis ihre fruchtbarsten Impulse. Das Institut für Grundbau steht mit seiner Arbeit als Prüfinstitut am Kreuzungspunkt der drei Pole Lehre, Forschung und Praxis und sieht als Universitätseinrichtung eine wesentliche Aufgabe darin, zwischen diesen zu vermitteln.

Die hier allgemein skizzierten Aufgaben des Institutes sind auf einem Fachgebiet zu vollbringen, das als Grundwissenschaft des Bauwesens mit den wichtigsten Sparten der Bauingenieurwissenschaften verbunden ist: Konstruktiver Ingenieurbau, Wasser-, Erd- und Straßenbau sowie die Betriebswissenschaft bauen bei grundsätzlichen Erwägungen auf Ergebnissen der Bodenmechanik und des Grundbaues auf

und stellen in vielen praktischen Einzelfällen besondere Fragen an dieses Fachgebiet. Zu den wesentlichsten dieser Fragestellungen gehört

die Feststellung und die Bewertung vorhandener Untergrundverhältnisse als Baugrund

die Beurteilung der Eignung von Böden als Baustoff

die Beurteilung des Verhaltens von Böden unter Eigenlast und äußeren Lasteinflüssen

die Ermittlung von Kraftwirkungen, die vom Boden auf Bauwerke ausgehen

die Beurteilung der Wirkungsweise und der Tragfähigkeit in den Boden eingebetteter Konstruktionen

Fragen der Grundwasserbewegung und seiner Beschaffenheit

Im Zusammenhang mit diesen Fragestellungen stellen sich dem Institut folgende Aufgaben:

1. Methoden zur Erkundung des Bodens im Felde sind unter Berücksichtigung der besonderen geologischen Bedingungen des engeren und weiteren Einzugsbereiches zu prüfen und weiter zu entwickeln. Das Institut sieht seine Aufgabe darin, die Entwicklung von Bohr- und Probenentnahmetechniken durch Anregungen zu fördern, Sondiermethoden und geophysikalische Untersuchungsverfahren den örtlichen geologischen Bedingungen anzupassen und durch geeignete Kombination der angewandten Verfahren optimale Auskünfte zu begünstigen.

2. Methoden zur Beschreibung und Klassifizierung von Böden zu verfeinern und typische Bodenarten unter Berücksichtigung ihrer gebietsmäßigen Verbreitung und geologischen Vorgeschichte abzugrenzen und in ihrer natürlichen Variation zu erfassen, sowie statistisch zu beschreiben. Das Ziel dieser Tätigkeit ist nicht die Verfeinerung bestehender geologischer Kenntnisse, sondern eine Beschreibung, Abgrenzung und Typisierung der bautechnischen Eigenschaften und Verhaltensweisen der erfaßten Bodenvorkommen.
3. Prüfverfahren zur Untersuchung der Spannungs-Verformungs-Beziehungen an Böden des näheren und weiteren Einzugsgebietes zu entwickeln und die charakteristischen Verhaltensweisen dieser Böden festzustellen. Da die Böden des Voralpenraumes durch besonders starken Grobkornanteil gekennzeichnet sind, werden hierzu Großgeräte benötigt.
4. Die Wirkungen von Böden auf Bauwerke (Erddruckfragen) sowie von Bauwerken auf Böden und das Zusammenwirken von Baukonstruktionen mit Böden (z.B. Fangedamm- und Ankerkonstruktionen) im Modellmaßstab zu untersuchen und diese Aufgaben aufgrund theoretischer Überlegungen auch rechnerisch zu verfolgen. Die Schwierigkeiten, die durch besondere Randbedingungen sowie durch die verwickelten Spannungs-Verformungs-Beziehungen von Böden verursacht werden, verlangen dabei die Anwendung numerischer Rechenverfahren unter Einsatz modernster technischer Hilfsmittel.
5. Kraftwirkungen von Böden auf Bauwerke und die Verhaltensweisen von Bauwerken, die auf Böden auflagern oder mit dem Boden in kraft-verformungsmäßiger Wechselbeziehung stehen, durch Messungen in der Natur



zu verfolgen. Im einzelnen handelt es sich um die Beobachtung von Setzungen am Bauwerk und im Boden, das Verhalten von Baugrubenumschließungen, von Ankern, Pfählen, etc.

6. Beratung bei der Entwicklung von Spezialverfahren im Erd- und Grundbau. Hierher gehört die Entwicklung neuer Verfahrenstechniken, z.B. bei der Verankerung von Konstruktionen, bei der Sicherung von Gebäuden, beim Trockenhalten von Bauwerken, die in das Grundwasser einbinden, beim Bau unterirdischer Verkehrsanlagen. Hierzu zählen auch alle Verfahren, die eine Verbesserung von bautechnischen Bodeneigenschaften zum Ziele haben, wie der Technik zur Verdichtung des Bodens, Maßnahmen zur Untergrundinjektion sowie Verfahren zur mechanischen oder chemischen Stabilisierung von Böden.
7. Das Mitwirken bei praktischen Bauaufgaben aller Art im Stadium der Vorplanung, der Planung und der Ausführung fällt dem Institut im Zusammenhang mit Fragestellungen des Bauherrn oder im Zusammenhang mit Fragestellungen der Bauausführenden zu. Die betroffenen Objekte reichen von Bauwerksgründungen und -aufstockungen, Industrieanlagen, insbesondere Kraftwerksanlagen, Problemen tiefer Baugruben vielfach im Zusammenhang mit innerstädtischen Verkehrsanlagen, bodenmechanischen Fragen der Verkehrswege, Probleme des Erdbaues, Dammbaues, über Fragen von Böschungsrutschungen und sonstigen Standsicherheitsproblemen, bis zu Fragen des Untertagebaues (Tunnel und Stollenprobleme) sowie von Erschütterungen und Schwingungen im Untergrund.

8. Durch den Standort in München bedingt, hat sich das Institut auch den Fragestellungen der Felsmechanik in Zusammenhang mit der Stabilität von künstlichen und natürlichen Felsböschungen und Fragen der Stand- sicherheit von auf Fels gegründeten Bauwerken (z.B. Seilbahnen o.ä.) zu widmen. Nicht selten müssen da- bei Einflüsse von Auslaugungen und natürlichen Hohl- räumen berücksichtigt werden.

Auch mit Fragen des Felshohlraumbaues und mit Fels- verankerungen hat sich das Institut zu beschäftigen und selbst Bergsenkungsproblemen muß sich das Insti- tut in seinem näheren Arbeitsgebiet zuwenden. Diese Aufgabenstellungen regten dazu an, daß die Disziplin der Felsmechanik als Lehrgebiet innerhalb einer Bau- ingenieurabteilung in der Bundesrepublik Deutschland erstmalig an der Technischen Hochschule München (1960) angeboten wurde. Auch für die Probleme der Schnee- und Eismechanik ist es von seinem Standort her als einziges Hochschulinstitut im Bundesgebiet angesprochen.

9. Das im Untergrund strömende Grundwasser stellt das Institut vor hydrogeologische Aufgaben. Es sind Metho- den der Grundwasserhydrologie anzuwenden und zu ver- feinern und Methoden zur besseren Abschätzung des Ein- flusses verschiedener Baumaßnahmen (Grundwasserabsen- kungen und -stau, Dichtungsschürzen etc.) auf den Grundwasserstrom und die Grundwasserstände zu erarbei- ten. Die zu behandelnden Grundwasserfragen umfassen auch die Ermittlung und bautechnische Beurteilung der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers und dessen Veränderungen durch bautechnische Eingriffe sowie Fra- gen und Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers vor Ver- unreinigungen (Umweltschutz).

10. Über diese Fragen hinaus ist das Institut verpflichtet, bei Schadens- und Streitfällen seine Fachkenntnisse und Untersuchungsmöglichkeiten im Dienste einer gerechten Entscheidung zur Verfügung zu stellen. Auch diese Fälle, bei denen die Auswirkungen der Nichtbeachtung von Grundsätzen offenkundig werden, oder bei denen sich die Grenzen der Anwendung von Verfahren zeigen, sind für Lehre und Forschung besonders anregend.
11. Viele Fragestellungen verdichten sich zu Forschungsschwerpunkten, denen sich das Institut seit Jahren verpflichtet weiß. Zu diesen gehören u.a.:

Probleme des Bodenfrostes, der Einfluß verschiedener Randbedingungen (Temperaturgradient, Frost-Tau-Wechsel, Wassernachschub etc.) auf die Frostgefährdung, Entwicklung von Verfahren zur Beurteilung der Frostgefährdung von Böden und Beeinflussung der Frostgefährdung durch chemische Mittel, schließlich die Beurteilung des Einflusses, den der Spannungszustand auf die Frostgefährdung von Böden hat.

Die Spannungs-Verformungs-Beziehungen sowie die Festigkeitseigenschaften von Mischböden (Böden, die Fein- und Grobkorn enthalten) als Funktion des Kornaufbaues und der Art von Feinkorn und Grobkorn.

Die Tragfähigkeit und das Tragverhalten von Erdankern, insbesondere das Studium des Einflusses von Durchmesser und Länge des Verpreßkörpers sowie des Verpreßdruckes auf das Tragverhalten, das Dauer- und Schwellastverhalten sowie das Kriechverhalten von Erdankern. Statistische Auswertung von Eignungs- und Grundsatzprüfungen sowie die Stabilität durch Erdanker gesicherter Baukonstruktionen.

Fragen der Scherfestigkeit bindiger Böden, der Einfluß der Verdichtungsarbeit auf die Scherfestigkeit, Fragen der versuchstechnischen Bestimmung der Scherfestigkeit sowie das Kriechverhalten von scherbeanspruchten bindigen Böden.

Probleme, die durch Schwingungsbeanspruchung unter schnellem Schienenverkehr im Untergrund auftreten können. Diese Fragen werden sowohl durch Messungen im Gelände als auch durch Untersuchungen im Prüfstand einer Klärung zugeführt.

Entwicklung von Meßverfahren und Meßgeräten zur Beobachtung von Verschiebungen und Verformungen im Untergrund sowie in den Untergrund eingebetteter Baukonstruktionen und Forschungen, die sich auf die Beobachtung von Untergrundverformungen unter Bauwerken bei ständiger Last und bei Windlast beziehen.

12. Schließlich leitet sich aus der Tätigkeit des Institutes die Forderung zur Mitarbeit in Fachgremien, der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau, der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen sowie des Fachnormenausschusses Bauwesen ab. Sie dient einerseits dem Erfahrungsaustausch, andererseits aber auch der Nutzbarmachung der gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse in technischen Richtlinien, Vorschriften und Normen, die für die Baupraxis von wesentlicher Bedeutung und auch auf die Lehre nicht ohne Einfluß sind.

## VII. Planung des neuen Institutes

Wie bereits erwähnt, war das Institut seit 1952 nur in einer Notunterkunft in Kellerräumen untergebracht. Bereits Mitte der 50er Jahre konnte es sich in weitere Räume des Stammgeländes im 3. Obergeschoß ausdehnen und in den 60er Jahren vermochte es seinen Aufgaben sogar nur durch Anmieten eines auswärtigen Probenlagers sowie von Laborräumen in München-Pasing angemessen nachkommen. Nachdem der Wiederaufbau der Hochschule so weit fortgeschritten war, daß neue Institutskomplexe erstellt werden konnten, sollte auch das Institut für Grundbau und Bodenmechanik eine endgültige und ausreichende Unterkunft erhalten. Die erste Planung in dieser Richtung bezog sich auf das Gelände der Türkenkaserne. Im Jahre 1955 wurden für einen Raumbestand von  $1900 \text{ m}^2$  die ersten Ideenentwürfe gezeichnet, die einen T-förmigen Institutsgrundriß vorsahen. Das Objekt wurde fallengelassen, da es wegen Mietverträgen, die auf dem alten Baubestand der Türkenkaserne lasteten, vor 1962 nicht hätte in Angriff genommen werden können.

Nun waren jahrelang verschiedene Bauobjekte im Gespräch: Der geplante U-Trakt im Nordgelände der Technischen Hochschule, eine Unterbringung in der geplanten Verlängerung des Materialprüfamtens für Bauwesen, ein weiterer Komplex im Nordgelände und schließlich auch ein Projekt in Obermenzing. Der Raumbedarf mußte inzwischen auf  $2900 \text{ m}^2$  angesetzt werden. Durch den auf Betreiben von Professor Dr. Meier vollzogenen Ankauf des Bundesbahn-Grundstückes in Pasing entschied sich 1963 der heutige Standort des Institutes.

Die Planung des Institutes ist im Vorstadium, im Vorprojekt wie im Detailprojekt unter ständiger Mitwirkung des Institutes vom Bauamt der Hochschule entwickelt und von diesem durchgeführt worden. Von Seiten des Institutes waren für die Planung folgende grundsätzliche Gesichtspunkte maßgebend:

1. Bedingt durch die örtliche Trennung des Institutes vom Stammgelände können Lehrstuhl sowie die Praktikantenräume nicht im Neubau untergebracht werden.
2. Die Laborräume müssen für Prüftätigkeit und Forschungstätigkeit optimal ausgelegt sein. Sie müssen in einer funktionsbedingten räumlichen Anordnung stehen.
3. Für die aus räumlichen Gründen bislang nur eingeschränkt mögliche experimentelle Forschungsarbeit sind Einrichtungen zu schaffen, die vor allem die Forschungen auf den bisher gepflegten Hauptanwendungsgebieten: der Bodenmechanik im Erd- und Straßenbau, in der Frostforschung, im Wasserbau und in der Injektionstechnik verwirklichen lassen, aber hinreichend variabel sind für künftige Entwicklungen und Aufgabenstellungen.
4. Es ist eine Halle für Großversuche mit Versuchsgrube vorzusehen.
5. Es sind eigene kleinere Räume für individuelle experimentelle Arbeiten sowie Sonderlabors (Chemie, Mineralogie etc.) zu erstellen.
6. Das Institut muß für den Bau von Geräten und Modellen ausgerüstet sein und daher vielseitige Werkstätten besitzen.

7. Lagerräume für Proben sowie abzustellende Modelleinrichtungen müssen in ausreichendem Maß vorhanden und gut zugänglich sein.
8. Die Entwicklung der Untersuchungsmethoden im Felde ist kaum abzusehen. Für diese Arbeiten sind Bereitschaftsräume notwendig.

Das Institut wurde mit einer Nutzfläche von ca. 3150 m<sup>2</sup> geplant. Im Rahmen des 1. Bauabschnittes der Institutsneubauten in Pasing wurde jedoch nur die Errichtung eines Bauwerkes auf 2/3 der geplanten überbauten Grundfläche genehmigt. Um spätere Nutzungsänderungen auf ein Minimum zu beschränken, mußte im Bauvolumen des 1. Bauabschnittes auf so manches Notwendige verzichtet werden: so blieb der Flächenanteil der Sachbearbeiterzimmer auf Kosten von Laborräumen zu klein und auch die Räume für Außendienstaufgaben konnten nicht im notwendigen Umfang verwirklicht werden. Der Trennungsschnitt zwischen 1. und 2. Bauabschnitt ließ vor allem von der geplanten Versuchshalle nur einen Torso übrig. So wird erst das durch den 2. Bauabschnitt ergänzte Bauvolumen ein harmonisches Ganzes darstellen.

### VIII. Das neue Institut

Das im November 1970 bezogene neue Institutsgebäude liegt in München-Pasing, Paul-Gerhardt-Allee 2, zusammen mit dem Institut für den Bau von Landverkehrswegen und dem - derzeit im Projektstadium befindlichen - Institut für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung. Es weist bei einer Grundrißfläche von 36 x 37 m Keller- und Erdgeschoß, ein Obergeschoß und ein Dachgeschoß (von 9 x 18 m) als Installationsgeschoß auf und bietet dabei eine gesamte Nutzfläche von etwa 2400 m<sup>2</sup>. Als Stahlbeton-Skelettbau mit einer Fassade, die durch Fensterbänder und Waschbetonplatten gestaltet ist, stellt es ein auf Zweckmäßigkeit und Sachlichkeit ausgerichtetes modernes Gebäude dar. Die aus Einzelelementen bestehenden Zwischenwände und die großen Deckenspannweiten gestatten eine flexible und anpassungsfähige Raumausnutzung. Durch zwei Treppenhäuser, eine hydraulische Hebebühne und einen Kleinaufzug werden die Verkehrsbeziehungen innerhalb des Hauses abgewickelt. Von außen stehen drei Zugänge zur Verfügung: der Haupteingang für Personal und Besucher, ein Tor für Probenanlieferung und eine direkte Zufahrt zur Versuchshalle.

Wie aus den schematisierten Grundrißplänen auf den Bildern 1, 2 und 3 zu ersehen ist, enthält das Kellergeschoß im wesentlichen das Erdbaulabor, Aufenthaltsräume für das Personal, Lagerräume und zu einem großen Teil technische Betriebsräume. Das Erdgeschoß umfaßt verschiedene bodenmechanische Laborräume, zwei Klimaräume, die Versuchshalle, Werkstätten und den Außendienstraum. Im Obergeschoß befinden sich Sonderlaboratorien, Büroräume sowie das Archiv und die Bibliothek. Das Bild 4 zeigt eine Außenansicht des neuen Institutsgebäudes.



Aufgrund seiner Funktion als Versuchs-, Forschungs- und Materialprüfungsanstalt lassen sich verschiedene Arbeitsbereiche abgrenzen. Sie sind eng verflochten und durch unterschiedliche funktionelle Beziehungen miteinander verbunden. Zum besseren Verständnis sollen nachfolgend die wesentlichsten zusammengehörigen Räume und ihre Funktionen beschrieben werden.

#### Bodenmechanische Laborräume

Diese nehmen erwartungsgemäß den größten Teil des Gebäudes in Anspruch und befinden sich im wesentlichen im Keller- und Erdgeschoß. Die Bearbeitung der zu untersuchenden Bodenproben beginnt im Probeneingang; Klassifizierungsuntersuchungen werden im allgemeinen Arbeits- und dem anschließenden Sedimentationsraum durchgeführt. Neben weiteren Standardversuchen wird hier auch die Vorbereitung von Proben zum Einbau in Geräte zur Prüfung der Formänderungs- und Festigkeitseigenschaften vorgenommen, die in dem angrenzenden Geräteraum untergebracht sind. Dieser ist klimatisiert und entspricht damit auch den Anforderungen für Langzeitversuche.

Für Durchlässigkeitprüfungen dient das anschließende Strömungslabor, in dem Standrohrhöhen bis zu 7,5 m ausgenutzt werden können. Ein weiteres Strömungslabor ist für Modelluntersuchungen (Grundwasserströmung) und zur Untersuchung von Injektionsproblemen eingerichtet.

Die Erdbaulabors, die der Untersuchung von Materialien für Erd-, Damm- und Straßenbau gewidmet sind (Bodenverdichtung, Bodenstabilisierung etc.) wurden im Untergeschoß untergebracht, damit der durch Stampfgeräte erzeugte Körperschall in andere Teile des Gebäudes möglichst wenig übertragen wird.

## Klimaräume und Sonderlabors

Diese vor allem für Grundlagenforschungen in der Bodenmechanik wichtigen Räume liegen, soweit sie der Untersuchung größerer Probenmengen gewidmet und in ihrer Funktion anderen Laborräumen zugeordnet sind, im Erdgeschoß. Es sind dies die beiden Klimaräume: der Feuchtraum von  $22 \text{ m}^3$  Nutzraum gestattet Untersuchungen bei Temperaturen von  $+5^\circ$  bis  $+60^\circ \text{ C}$  und Luftfeuchtigkeiten bis 98%. Der Klimaraum mit  $44 \text{ m}^3$  Rauminhalt ist in einem Temperaturbereich von  $-30^\circ$  bis  $+70^\circ$  steuerbar und kann, ebenso wie der Feuchtraum, durch die Programmsteuerung mit Wechselklimaverhältnissen gefahren werden. Beobachtungsfenster und Durchführungen dienen zu Messungen und zur Überwachung von außen.

Im Obergeschoß sind ein Chemielabor zur Untersuchung des Chemismus von Boden und Wasser sowie zur Bearbeitung mineralogisch-petrografischer Probleme, und zwei für experimentelle Arbeiten voll ausgestattete kleinere Arbeitsräume untergebracht.

## Große Versuchshalle

Diese nimmt bereits im 1. Bauabschnitt einen großen Teil des Erdgeschosses ein und enthält für die Durchführung von großmaßstäblichen Versuchen Großgeräte (Triaxial- und Kompressionsgeräte) und die zugehörigen Aufbereitungsanlagen.

## Außendienstraum

Dieser ist derzeit provisorisch neben der Versuchshalle untergebracht und dient zur Lagerung und Einsatzvorbereitung von Außendienstgeräten.

## Lagerräume

Diese Räume befinden sich im Kellergeschoß. Für die Lagerung von Einzelproben steht z.Zt. eine im 2. Bauabschnitt zu erweiternde platzsparende Gleitregalanlage zur Verfügung, während die Kisten für Bohrkerne in einem eigenen Lager auf Paletten untergebracht sind. Zu diesen Räumen zählen auch eine Siloanlage für die Lagerung großer Bodenmengen mit angeschlossener Aufbereitung (Fraktionierung), ein Chemikalienlager und ein Metall- und Holzlager.

## Werkstätten

Im Erdgeschoß und im Keller sind die sehr gut ausgestatteten Werkstätten untergebracht, die für den Bau von selbst entwickelten Geräten sowie für die Überholung, den Umbau und die Verbesserung von käuflichen Apparaten unentbehrlich sind. Aufgrund der sehr vielfältigen Aufgaben sind Werkstätten für Feinmechanik, Grobmechanik, Blechbearbeitung, Schweißarbeiten und Lackierarbeiten sowie Holzbearbeitung (Modellbau) vorhanden.

## Büroräume

Der größte Teil des Obergeschosses wird durch Büroräume genutzt. Außer den Zimmern für die Institutsleitung und die Sachbearbeiter sind Räume für die Schreib- und Verwaltungskräfte sowie ein Zeichen- und Auswertungssaal und zwei Besprechungszimmer vorhanden.

## Archiv, Bibliothek und Fotolabor

Eine wichtige Funktion im Institutsbetrieb erfüllen auch das Archiv für über 10 000 Akten, in denen die Untersuchungs-, Prüf- und Meßergebnisse abgelegt sind und die

Institutsbibliothek mit über 3000 Bänden, Schriftenreihen und Einzelveröffentlichungen. Daneben befindet sich im Obergeschoß auch ein Fotolabor zur Bewältigung der umfangreichen dokumentarischen Aufgaben.

Um zum Abschluß dieses Kapitels einen Überblick über die Ausführung und Einrichtung der wichtigsten Räume des Neubaus zu geben, seien diese in der Form eines Rundganges durch die einzelnen Geschosse im folgenden kurz beschrieben, wobei dem Eindruck der Bilder der Vorzug gegeben werden soll.

Die zahlreichen zur Untersuchung ankommenden Bodenproben werden im Probeneingang (Bild 5) geordnet, registriert, soweit erforderlich nachbehandelt und gewogen sowie bodenmechanisch angesprochen. Anschließend werden sie mit der Hebebühne in das Kellergeschoß befördert und im Probenlager (Bild 6 Gleitregalanlage) oder im Kernkistenlager (Bild 7) bis zur eigentlichen Untersuchung aufbewahrt. Zwischen diesen beiden Lagern liegen die 3 Räume des Erdbaulabors, in dem sozusagen die gröberen Arbeiten der bodenmechanischen Untersuchungen abgewickelt werden. Bei allen staubentwickelnden Geräten befinden sich Absaugeinrichtungen. Bild 8 vermittelt einen Blick in den nördlichen Raum mit seinen Einrichtungen.

Ebenfalls im Kellergeschoß liegt die Modellschreinerei (Bild 9). Für Groß- und Reihenuntersuchungen befindet sich daneben eine Siloanlage mit einer Taumelsiebmaschine zur Fraktionierung (Bild 10). Die Garderoben für das Personal und der Aufenthaltsraum (Bild 11) beschließen den Rundgang im Keller. Der größte Teil dieses Geschosses, im Inneren gelegen, wird von Technikräumen eingenommen, über

deren umfangreiche Installation das Bild 12 einen kleinen Eindruck vermitteln soll.

Im Erdgeschoß werden die zu Standarduntersuchungen ausgewählten Bodenproben im allgemeinen Arbeitsraum (Bild 13) untersucht und für weitere Versuche vorbereitet. Die Siebtische sind mit Staubabsauganlagen ausgerüstet, die Trockenschränke haben eigene Wärmeabsaughauben. Die Labortische sind mit Anschlüssen für Heiß- und Kaltwasser, vollentsalztes Wasser, Gas, Strom, Druckluft und Vacuum ausgestattet. Der Geräteraum (Bild 14) enthält neben den kompliziertesten bodenmechanischen Geräten auch umfangreiche elektronische Anlagen zur automatischen Steuerung und Abfragung von Versuchsabläufen, auf die jedoch in einem späteren Abschnitt näher eingegangen wird. Das Bild 15 zeigt Geräte im danebenliegenden Strömungslabor für die Untersuchung von Durchlässigkeitsproblemen.

Einen Eindruck von der umfangreichen Ausstattung der Werkstätten, die sich aber als unentbehrlich erwiesen hat, vermitteln die Bilder 16 und 17.

Der bereits bestehende Teil der Versuchshalle, die über zwei Geschosse reicht, ist mit einem Laufkran von 5 Mp Tragkraft bestückt. In ihr befinden sich die für die Bodenmechanik unerläßlichen Großgeräte, vor allem für Großtriaxial- und Großkompressionsversuche mit den dazugehörigen Aufbereitungs- und Einbauanlagen sowie eine 100-Mp-Prüfpresse (Bild 18). Im Inneren des Erdgeschosses liegen die beiden Klimakammern, von denen eine in Bild 19 mit ihren umfangreichen Schalteinrichtungen dargestellt ist.

Im Obergeschoß des Institutsneubaues liegen die Büroräume der Sachbearbeiter, von denen Bild 20 einen Eindruck vermitteln soll. Im Zeichensaal (Bild 21) werden auch die Auswertung und zeichnerische Darstellung der Laborversuche und bodenmechanische Berechnungen mittels einer elektronischen Tischrechenanlage vorgenommen (Bild 22). Den Rundgang im Obergeschoß des Institutes beendet ein Blick in das Chemielabor (Bild 23) und in einen Besprechungsraum (Bild 24).

Im Dachgeschoß sind umfangreiche Belüftungseinrichtungen untergebracht, von denen Bild 25 einen kleinen Eindruck vermittelt.

## IX. Besondere Versuchseinrichtungen des Hauses

Aus den Einrichtungen des Institutes sollen im folgenden Abschnitt einige Geräte beschrieben und die zugehörigen Versuchsmöglichkeiten angedeutet werden. Die Geräte wurden in Zusammenarbeit mit den Herstellerfirmen im Hinblick auf spezielle Forschungsaufgaben entwickelt. Sie können aber auch für Reihenuntersuchungen verwendet werden. Bei den meisten Versuchseinrichtungen ist es möglich, einen Anschluß an eine prozessorientierte gesteuerte Datenerfassungsanlage (Bild 26) vorzunehmen, um eine lückenlose Aufzeichnung aller Meßwerte zu erhalten.

Folgende Geräte und Einrichtungen werden angesprochen:

Rahmenscheranlage

Prüfpresse

Triaxialgeräte verschiedener Durchmesser

Kreisringschergerät

Großkompressionsgerät

Datenerfassungsanlage

Druckdurchlässigkeitsgerät

Viskosimeter

Silo- und Grobsiebanlage

Differentialthermoanalyse und Polarisationsmikroskop

In den nachfolgenden Abschnitten wird auf die wesentlichen Merkmale und einige Anwendungsmöglichkeiten dieser Versuchseinrichtungen eingegangen.

## Einrichtungen für Rahmenscherversuche

Zur Bestimmung der Scherparameter wird eine Anlage mit Rahmenschergeräten nach Casagrande benützt (siehe Bild 14). Die Scherkraft wird auf jeweils 4 Proben weggesteuert mit Hilfe eines in Stufen regulierbaren Getriebes aufgebracht. Die Scherkraft und die Veränderung der Probenhöhe werden mit elektrischen Meßwertgebern erfaßt und mit Hilfe eines Meßverstärkers sowie einer Meßschaltgruppe einem Punktdrucker zur Registrierung zugeführt.

## Prüfpresen

Verschiedene motorisierte mechanische Prüfpresen von 3 bis 5 Mp Druckkraft sowie eine hydraulische Presse für einaxiale Druckversuche sind mit konstanter Vorschub- bzw. Stauchungsgeschwindigkeit zu betreiben; eine hydraulische Presse mit 100 Mp Tragkraft (Bild 18) ist dank ihrer elektronisch-hydraulischen Regelung für beliebige Zeit-Kraft- oder Zeit-Weg-Programme bis 0,5 Hz zu fahren.

## Triaxialgeräte bis 50 mm Probendurchmesser

Zum Studium des Verformungs- und Scherverhaltens von feinkörnigen Böden wurden zwei Versuchsstände mit insgesamt 8 triaxialen Druckzellen für Probendurchmesser von 36 und 50 mm und variable Probenhöhen (Bild 27) beschafft. Für Untersuchungen, bei denen eine genaue Erfassung der Volumenänderung der Probe erforderlich ist, stehen doppelwandige Druckzellen zur Verfügung, wobei die Volumenänderung der Probe an der verformungsfreien Innenzelle gemessen wird. Zur Wassersättigung der Proben dient eine "backpressure"-Einrichtung. Der Zellendruck wird über ein pneumatisches Drucksystem aufgebracht. Die verwendeten Zellen



eignen sich für isotrope und anisotrope Konsolidation. Die Steigerung der axialen Hauptspannung wird über ein stufenweise einstellbares Getriebe weggesteuert vorgenommen. Die Druckzellen müssen hierzu nicht in einen eigenen Versuchsstand umgesetzt werden, es ist vielmehr möglich, die Proben in allen 8 Zellen gleichzeitig mit der gleichen Vorschubgeschwindigkeit zu beaufschlagen. Eine Zusatzeinrichtung ermöglicht auch ein stufenweises lastgesteuertes Fahren des Gerätes. Alle Meßgrößen (Zellendruck, Axialkraft, Porenwasserdruck und Vorschub) können mit mechanischen Meßgeräten beobachtet oder mit Hilfe von elektrischen Meßwertaufnehmern der Datenverarbeitungsanlage zugeführt werden. Die Axialbelastung wird in diesem Fall über eine in den Sockel des Gerätes eingebaute Druckmeßdose beobachtet, so daß Meßfehler infolge Reibung des Belastungskolbens in der Stopfbüchse ausgeschaltet werden.

Triaxialgeräte bis 150 mm Probendurchmesser

Für die Untersuchung von größeren Proben mit einem Durchmesser bis zu 150 mm stehen drei Triaxialgeräte englischer Herkunft zur Verfügung (Bild 28). Zwei dieser Geräte sind zur Verminderung der Reibungsverluste mit rotierender Stopfbüchse ausgestattet. Die größeren Probenabmessungen gestatten verschiedene Messungen (z.B. des Porenwasserdruckes) in größerem Umfang und mit gesteigerter Genauigkeit. Das Abscheren der Probe erfolgt mit konstantem Vorschub. Die lotrechte Belastung wird mittels Dynamometer, der Vorschub mechanisch mittels Meßuhren kontrolliert. Ein Umbau zur Verwendung von elektronischen Druck- und Weggebern ist geplant.

## Großtriaxialgeräte

Um das Verformungsverhalten von grob- und gemischtkörnigen Böden studieren zu können, wurde bereits seit 1956 ein Großtriaxialgerät entwickelt und 1958 beschafft, das bei zahlreichen Forschungsvorhaben und bei der Beratung von größeren Projekten, z.B. bei Staudämmen, eingesetzt wurde (Bild 29). Der Probendurchmesser beträgt 30 cm, die Probenhöhe 70 cm. Der Zellentdruck kann bis  $8 \text{ kp/cm}^2$  gesteigert werden.

1972 wurde ein weiteres Gerät in Betrieb genommen, das einen maximalen Zellentdruck von  $16 \text{ kp/cm}^2$  zuläßt (Bild 30). Um vorzeitige Formänderungen zu vermeiden, wird die Probe bei diesem neuen Gerät mit dem zum Einbau erforderlichen Stützzyylinder in die Druckzelle gebracht. Der Stützzyylinder wird nach Aufbringen des Zellentdruckes bzw. bei weichen Proben nach Ablauf der Konsolidierung von außen gelöst. Ein exakt regelbares hydraulisches Getriebe mit elektronischer Kontrolle sorgt für konstanten Vorschub. Die vertikale Belastung wird durch 3 Maihak-Druckgeber an der Kopfplatte gemessen, so daß außer der Größe auch die Lage der Kraftresultierenden feststellbar ist.

## Kreisringschergeräte

Ein älteres Kreisringschergerät von Tiedemann dient heute nur als historisches Ausstellungsstück, wurde aber noch in den vergangenen Jahren benutzt. 1969 wurden moderne Kreisringschergeräte nach Hvorslev (Bild 31) beschafft und im Zuge einer Forschungsarbeit grundlegend umgebaut. Der Außendurchmesser der Proben beträgt nun 120 mm, der Innendurchmesser 80 mm. Die Probenhöhe ist je nach Material und Fragestellung variabel. Eine Thermostateinrich-

tung ermöglicht Versuchsdurchführungen bei beliebigen Temperaturen zwischen  $+2^{\circ}$  und  $+50^{\circ}$  C. Das Studium gilt in Langzeitversuchen dem Verformungsverhalten bzw. den rheologischen Eigenschaften bindiger Böden.

### Großkompressionsgeräte

Zur Untersuchung des Zusammendrückungsverhaltens von grob- und gemischtkörnigen Böden wurden drei Großkompressionsgeräte entwickelt (Bild 32). Der Probendurchmesser beträgt 30 cm, die Probenhöhe bis zu 20 cm. Die Belastung der Proben erfolgt pneumatisch über einen Kolben. Sie kann bis  $16 \text{ kp/cm}^2$  gesteigert werden. Die Geräte sind prinzipiell für alle Böden geeignet, die Versuche können mit festem oder schwebendem Ring durchgeführt werden. Wegen der im Vergleich zum Probendurchmesser relativ großen Probenhöhe wird die Wandreibung am Probenring durch eine spezielle Meßeinrichtung erfaßt und bei der Auswertung berücksichtigt.

### Datenerfassungsanlage

Die kontinuierliche Registrierung aller durch elektrische Meßwertgeber erfaßbaren Größen besorgt bei den beschriebenen Geräten die von einem frei programmierbaren 16-K-Prozeßrechner gesteuerte Datenerfassungsanlage COMPULOG TWO, Intercole System, England (Bild 26).

Neben frei wählbarem Zugriff zu den bis auf 100 ausbaubaren Meßstellen werden über den Prozeßrechner u.a. der jeweils erforderliche Meß- und Verstärkungsbereich, der notwendige Geberabgleich und der Abfragerhythmus gesteuert.

Die erfaßten Daten können über Lochstreifenstanzer, Drucker und Kompensationsschreiber ausgegeben werden.

#### Druckdurchlässigkeitsgerät

Die auf Bild 15 abgebildete Versuchseinrichtung wurde am Institut ursprünglich zur Bestimmung der Durchlässigkeit von gleichkörnigen, dicht gelagerten Fein- bis Mittelsanden entwickelt und kann allgemein für feinkörnige Proben herangezogen werden. Die Druckzellen lassen einen Probendurchmesser von 75 mm und eine Höhe bis zu 50 mm zu. Durch den Einbau der Proben in eine Gummihülle werden störende Randeinflüsse ausgeschlossen. Die Proben werden, nach dem "back-pressure"-Prinzip gesättigt, der Durchlässigkeitsprüfung unterworfen, so daß eine Verfälschung des  $k$ -Wertes durch Lufteinschlüsse vermieden wird.

#### Viskosimeter

Zur Untersuchung von Stütz- und Spülflüssigkeiten stehen verschiedene Viskosimeter, u.a. auch Rotationsviskosimeter zur Verfügung. Sie gestatten die Messung rheologischer Konstanten sowie der Thixotropie.

#### Silo- und Siebanlage für große Probenmengen

Für Großversuche und Reihenuntersuchungen stehen aufnahmefähige Silos (Fassungsvermögen  $10 \text{ m}^3$ ) sowie eine leistungsfähige Aufbereitungsanlage zur Verfügung (siehe Bild 10). Das Probenmaterial wird über horizontale Förderbänder und einen Steigförderer einer Taumelsiebmaschine zugeführt. Es können Siebe von 0,2 mm bis 30 mm Maschenweite verwendet werden. Mischungen aus verschiedenen Kornfraktionen werden in einem Zwangsmischer hergestellt (Bild 18).

## Einrichtung für chemische und mineralogische Untersuchungen

Um chemisch-mineralogische Einflüsse auf das bodenphysikalische Verhalten von Böden besser beurteilen zu können, wurde eine Anlage für Differential-Thermo-Analysen (DTA) eingerichtet (Bild 33). Beim Erhitzen von Mineralien und Mineralgemischen auftretende exotherme und endotherme Reaktionen werden in einem Meßdiagramm erfaßt. Sie lassen qualitative und quantitative Schlüsse auf die Zusammensetzung von Mineralgemischen und das Vorhandensein der verschiedenen Arten von Tonmineralien zu.

Durch Untersuchungen im Polarisationsmikroskop (Bild 33), das mit monochromatischem polarisiertem Licht arbeitet, ist es möglich, die Ergebnisse der DTA-Analysen zu bestätigen bzw. zu erweitern. Durch die Phasen-Kontrast-Einrichtung werden die Beobachtungen über Interferenzerscheinungen bei der Spiegelung des Lichtes an Mineralflächen zusätzlich verdeutlicht.

Das chemische Labor des Institutes ermöglicht außerdem Analysen von Boden- und Wasserproben für zahlreiche Detailfragestellungen bei laufenden Forschungsarbeiten. Auch Fragestellungen aus praktischen Anwendungsgebieten, beispielsweise bei Problemen der chemischen Bodenverfestigung oder möglicher schädlicher Einwirkungen chemischer Substanzen auf Grundbauwerke oder das Grundwasser sind hier zu beantworten.

## X. Versuchseinrichtungen für Felduntersuchungen

Das Institut benötigt zur Erfüllung seiner Aufgaben neben umfangreichen Laboreinrichtungen auch sehr verschiedenartige Versuchsgeräte für Messungen und Untersuchungen "in situ". Diesem Tätigkeitsfeld kommt vor allem in den letzten Jahren im ganzen Fachgebiet eine immer größer werdende Bedeutung zu. Im folgenden werden einige Geräte und ihre Anwendungsmöglichkeiten herausgegriffen.

### Probenentnahme

Die Durchführung von Aufschlußbohrungen sowie die zugehörige Entnahme von Bodenproben obliegt entsprechend ausgerüsteten Fachfirmen. Aufgabe des Institutes ist es, sich an der Entwicklung und Überwachung spezieller Arbeitsmethoden zu beteiligen und den Qualitätsanforderungen vor allem auch im Bereich der Probengewinnung und -behandlung immer wieder Geltung zu verschaffen. Das Institut verfügt zwar nicht über eine eigene Bohranlage, stellt jedoch geeigneten Firmen verschiedene Entnahmegeräte zur Gewinnung von Sonderproben zur Verfügung.

Im Zusammenhang mit der in letzter Zeit zunehmenden Verwendung schwerer Rammsonden wird eine speziell für diese Geräte konstruierte Entnahmevorrichtung für Proben aus feinkörnigen Bodenarten erprobt.

Schließlich sind noch verschiedene Geräte im Einsatz, die der Gewinnung von Sonderproben aus Schürfgruben dienen.

## Sonden

Die im süddeutschen Raum häufig vorkommenden grob- und gemischtkörnigen Bodenarten haben vor allem den Einsatz von Rammsonden gefördert. Diese wurden im Laufe der Zeit ständig verbessert, so daß das Institut heute über verschiedene leistungsfähige Sonden mit Maschinenantrieb verfügt. Einige dieser Geräte können mit wenigen Handgriffen fallweise auf leichte, mittelschwere und schwere Rammsonde umgerüstet werden (Bild 34). Von Hand betätigte Sonden werden nur noch in speziellen Fällen zum Einsatz gebracht.

Geräte zur Bestimmung der Dichte, des Spannungs-Verformungsverhaltens, der Scherfestigkeit und Durchlässigkeit im Felde

Hierher gehören zunächst die Geräte zur Dichtebestimmung nach den verschiedenen gebräuchlichen Volumenersatzmethoden (flüssigkeitsgefüllte Gummiblase, Sand-, Bitumen-, Bentonitersatz usw.). Sowohl die Dichte als auch der Wassergehalt des Bodens können auf indirektem Wege mit Hilfe einer Isotopsonde bestimmt werden.

Zur Ermittlung der Scherfestigkeit, besonders von weichen, feinkörnigen Böden, stehen Flügelsonden verschiedener Abmessungen und Konstruktion zur Verfügung. Sie können sowohl zu Untersuchungen von der Oberfläche als auch von Schürfgruben- und Bohrlöchern aus eingesetzt werden. - Für die Beantwortung spezieller Fragen ist es auch möglich, Großversuche zur Überprüfung des Scher- und Verformungsverhaltens von Böden durchzuführen. Die Versuchseinrichtungen werden der jeweiligen Problemstellung angepaßt.

Das Spannungs-Verformungs-Verhalten des Untergrundes, insbesondere von verdichteten Schüttungen, kann durch Plattendruckversuche mit Plattendurchmessern verschiedener Größe überprüft werden. Für tiefenmäßig begrenzte Bestimmungen der Verformungseigenschaften feinkörniger Böden steht ein Kleinpressiometer zur Verfügung.

Mit der Errichtung von Raffinerien im Raume Ingolstadt waren vor allem Probleme der Abdichtung der Tankfelder zum Schutze des Grundwassers zu lösen. Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der verschiedentlich aus bindigem Boden hergestellten Oberflächendichtungen wurde vom Institut ein besonderes Gerät entwickelt. Damit ist es möglich, die Eindringtiefe des Rohöls bzw. seiner verschiedenen leichteren Destillate in Abhängigkeit von Druckhöhe und Zeit zu messen.

Daneben verfügt das Institut auch über verschiedene Geräte, um Wasserspiegellagen selbst in großen Tiefen genau messen zu können. Weiterhin wurden Geräte zur Entnahme von Wasserproben aus Bohr- und Pegellöchern entwickelt.

#### Verformungsmessungen an Bauwerken

Vielseitig ist auch die Ausstattung des Institutes mit Geräten zu Verformungsbeobachtungen. Dazu gehört zunächst das umfangreiche und besonders wichtige Aufgabengebiet der Setzungsmessungen mit dem Ziel, künftighin für wirtschaftliche und sichere Gründungen zutreffende Vorhersagen über das tatsächliche Zusammendrückungsverhalten des Untergrundes geben zu können. Präzisionsnivellierinstrumente mit Invarlatte gehören zur Grundausrüstung. Soweit Meßpunkte für das Nivellement schwer zugänglich sind, steht eine Präzisionsschlauchwaage zur Verfügung.



Die Messung von Bauwerksschiefstellungen erfolgt mechanisch mit Hilfe von Klinometern, die auf besondere Meßpunkte aufgesetzt werden. Die Geräte können auch zu Neigungsmessungen an zugänglichen Punkten von Baugrubenwänden sowie zur Messung der Pfahlkopfverdrehung bei Pfahlbelastungsversuchen mit horizontalem Kraftangriff eingesetzt werden. Zur Beobachtung der Verformung von im Boden eingebetteten Schlitzwänden und Pfählen wurde ein optisches Meßgerät entwickelt. Zur laufenden Überwachung von Horizontalverschiebungen verschiedener Bodenschichten, insbesondere rutschgefährdeter Hänge oder Kriechbewegungen, steht eine Plantema-Sonde zur Verfügung.

Zur Messung der Setzungsanteile verschiedener Bodenschichten innerhalb eines größeren Tiefenbereiches werden fest installierte Geräte verwendet, die auf einem mechanischen Meßprinzip (Invardraht mit Getriebe und Umlenkeinrichtung) beruhen. Ähnlichen Aufgabenstellungen dienen auch noch Radiosonden, bei denen Lageveränderungen von im Boden eingebrachten Metallkörpern auf induktivem Wege gemessen werden können.

Daneben werden vom Institut bei verschiedenen, besonders interessanten Projekten Anleitungen und technische Hilfen für Entwicklung, Einbau und Überwachung von Meßstellen im Untergrund gegeben.

Im Rahmen der Beweissicherungsaufgaben beim Bau der U- und S-Bahn München war die Überwachung von vorhandenen Bauwerksrissen mit Hilfe von Gipsmarken und ähnlichem zu ungenau, so daß vom Institut besondere Setz-Dehnungsmeßgeräte entwickelt und eingesetzt wurden.

Die maßgebliche Beteiligung des Institutes an der Entwicklung der Verpreßanker sowie der zugehörigen Prüfmethoden führte zu einer reichhaltigen Ausstattung für diesen Aufgabenbereich. Neben Pressen unterschiedlicher Größe stehen Kraftmeßdosen verschiedener Bauarten mit den dazugehörigen Meßwert-Empfangsgeräten und verschiedene Verschiebungsmeßinstrumente zur Verfügung. Das Institut verfügt aber auch über ein Lastkonstanthalte-Gerät, das während des Prüfvorganges bei den verschiedenen Laststufen den Pressendruck auf gleicher Höhe hält. Das augenblicklich vorzugsweise bei Ankerprüfungen eingesetzte Gerät kann aber auch für andere Zwecke, insbesondere bei den zahlreich vom Institut durchgeführten Pfahlbelastungsversuchen verwendet werden.

#### Dienstfahrzeuge

Dem Institut stehen derzeit drei Kombifahrzeuge zur Verfügung, die für den Transport leichterer Versuchsgeräte, insbesondere auch der Sonden, ausreichen.

## XI. Vorausschau auf die künftige Entwicklung des Institutes

### Gebäude

Die bereits von Anfang an vorgesehene und inzwischen dringend notwendige Erweiterung wird im 2. Bauabschnitt vorgenommen, der sich bereits in einem fortgeschrittenen Planungsstadium befindet. Der Institutsbau wird nach Süden um 6 Achsen verlängert (Bild 1 bis 3). Außerdem werden ein eigenes Garagengebäude und ein Wohnhaus für den Hausmeister neu errichtet. Dadurch wird sich die Nutzfläche um insgesamt ca. 800 m<sup>2</sup> vergrößern.

Die wichtigste Veränderung bzw. Ergänzung durch den 2. Bauabschnitt wird die große Versuchshalle erfahren, die die dreifache Größe erhalten soll und in der die Versuchsgrube für großmaßstäbliche Versuche vorgesehen ist. Auf diese wird später noch genauer eingegangen. Neben 12 weiteren Büroräumen im Obergeschoß werden auch zahlreiche Lager Räume im Kellergeschoß neu geschaffen. Der Prüfgeräteraum und die Silo- und Materialaufbereitungsanlage werden erweitert.

Für den Außendienst ist im 2. Bauabschnitt der bereits dringend benötigte Geräteraum vorgesehen, der durch ein eigenes Tor direkt von außen erreichbar ist und in dem die Feldversuchseinrichtungen aufbewahrt, gewartet und bereitgestellt werden. Durch einen Kleinlastenaufzug wird eine kurze Verbindung zu den Lagern im Kellergeschoß ermöglicht.

Die immer umfangreicher und komplizierter werdende elektronische Meßtechnik erfordert die Erweiterung des Meßtechnikraumes, der in der Nähe der Versuchsgrube untergebracht werden soll.

#### Freifeldversuchsgelände

Dem Institut für Grundbau und Bodenmechanik steht nach Fertigstellung des Erweiterungsbaues ein unmittelbar angrenzendes Freigelände zur Verfügung, auf dem Versuche verschiedenster Art in situ durchgeführt werden sollen.

Auf diesem Gelände ist u.a. die Einrichtung eines Versuchsfeldes geplant, in dem Untersuchungen an Verpreßankern in natürlicher Größe ausgeführt werden können. Die Grube soll sowohl das Ausführen von Grundsatzprüfungen an Ankersystemen als auch das Durchführen von Forschungsarbeiten über das Tragverhalten von Erdankern ermöglichen. Auch Untersuchungen über die Tragfähigkeit von Pfählen bei lotrechter und waagrechter Belastung sollen hier ermöglicht werden sowie Versuche über die Wirkungsweise von Bodenverdichtungsgeräten bei unterschiedlichen Schüttmaterialien.

#### Versuchsgrube für großmaßstäbliche Untersuchungen

Im Zuge der Erweiterung der Versuchshalle für Großversuche ist ebenfalls der Bau einer Versuchsgrube vorgesehen. Die Grube kann folgenden Messungen dienen:

Grundbruch- und Tragverhalten von Einzel-, Block- und Mastfundamenten an Böden unterschiedlicher Dichte.

Erddruckverteilung auf Wände unterschiedlicher Bauweise.

Einleitung von Zugkräften in den Untergrund mit unterschiedlichen Konstruktionen.

Eindringwiderstände standardisierter Sonden in verschiedenen Bodenarten in Abhängigkeit von der Dichte des Bodens und des Wasserstandes.

Daneben muß die Grube durch Unterteilungsmöglichkeiten auch für die gleichzeitige Behandlung von verschiedenen Aufgabenstellungen geeignet sein.

Bei der Konzipierung der Grube fand die Mannigfaltigkeit der Probleme, die darin untersucht werden sollen, weitestgehende Berücksichtigung. Aus den gestellten Anforderungen ergaben sich Grubenabmessungen von ca. 6 m Breite, 12 m Länge und 4 m Tiefe. Ein Teil der Grube muß für die Sondier- und Pfahlversuche 8 m tief ausgebildet sein. Eine Fluteinrichtung soll die Einstellung eines Wasserspiegels in jeder Höhenlage ermöglichen.

Die Belastungseinrichtung soll auf Kräfte bis zu 200 Mp je Auflager von vertikaler bis horizontaler Richtung schwenkbar ausgelegt werden. Zur Versuchsgrube gehören außerdem eine Aufbereitungsanlage für das Bodenmaterial und Einrichtungen für die Beschickung und Leerung der Grube. Zur Meßwerterfassung bei Versuchen in der Grube ist die bereits beschriebene prozeßrechner-gesteuerte

Datenerfassungsanlage vorgesehen. Sie ist über Software an beliebige Versuchsarten anpassungsfähig und vermag mehrere gleichzeitig ablaufende Vorgänge zu steuern.

#### Anschluß an das Leibniz-Rechenzentrum

Durch die Verlegung von 3 Instituten aus dem Stammgelände der Technischen Universität nach München-Pasing ist die Benutzung der Großrechenanlage Tr 440 des Rechenzentrums außerordentlich erschwert. Es wird daher erforderlich sein, Programme und Dateien auf peripheren Speichermedien im Leibniz-Rechenzentrum abzulegen, um sie bei Bedarf kurzfristig abrufen zu können. Zu diesem Zweck wird demnächst ein 8-Kanal-Fernschreiber installiert und über eine Standleitung an das Leibniz-Rechenzentrum angeschlossen.

Der Fernschreiber soll als gemeinsame Einrichtung allen Pasinger Instituten zur Verfügung stehen.

#### Zusätzliche Geräte für Untersuchungen im Gelände

Ein weiterer Schwerpunkt in der zukünftigen Entwicklung des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik wird in der Erweiterung der Möglichkeiten für Untersuchungen im Gelände liegen. Dies kann sich selbstverständlich nicht nur auf die Beschaffung neuer Geräte beschränken, sondern bedarf in vielen Fällen auch umfangreicher und sorgfältiger Entwicklungsarbeit, um auf dem Markt befindliche Geräte den speziellen Erfordernissen anzupassen oder neue Geräte zu entwickeln.

Insbesondere sollen "in-situ"-Untersuchungen im Bohrloch intensiviert werden, um die Festigkeits- und Formänderungseigenschaften der Böden im Bodenprofil möglichst kontinuierlich zu erhalten. Dieses Bestreben erfordert noch umfangreiche Entwicklungsarbeiten und verlangt die Ausrüstung des Institutes mit einem geeigneten Bohrgerät.

Der Gerätepark des Institutes an Sonden soll weiter ausgebaut werden. Der langjährigen Erfahrung des Institutes mit Rammsonden folgend, ist die Beschaffung und Weiterentwicklung einer überschweren Rammsonde geplant. Darüberhinaus soll für den Einsatz in Böden mit geringem Grobkornanteil auch eine Drucksonde vorgesehen werden.

Zur Ergänzung von Bohraufschlüssen, vor allem bei großräumigen Untersuchungen, muß sich das Institut in Zukunft in verstärktem Maße auch geophysikalischer Untersuchungsmethoden bedienen (Geoelektrik, Hammerschlag-Seismik etc.). Im Zusammenhang mit den geodynamischen Untersuchungen ist weiterhin geplant, stärker als zuvor die Auswirkungen von Erschütterungen auf Gründungen zu studieren. Die Ausstattung des Institutes muß deshalb auch in dieser Richtung erweitert und ergänzt werden.

Auch soll die Ausstattung des Institutes so erweitert werden, daß künftig die Untersuchung von Grundwasserströmungen vor allem im Zusammenhang mit tiefen Baugruben und bei Wasserbauprojekten möglich ist.

Um die weitgespannten Absichten verwirklichen zu können, wird schließlich ein Meßwagen erforderlich. Dieser muß in seiner Ausstattung so eingerichtet sein, daß er für alle beabsichtigten Untersuchungen universell eingesetzt werden kann. Die Planung wird sich deshalb über einen längeren Zeitraum erstrecken, um den gestellten Anforderungen gerecht werden zu können.

## Zukünftiger Aufgabenbereich

In der Zeit der stürmischen Entwicklung der Wirtschaft konnte den am Institut mannigfaltig bearbeiteten Projekten nicht immer bis in die Einzelheiten nachgegangen werden. Dies war einerseits durch die räumliche Einschränkung bis 1970, andererseits durch den Mangel an Geräten und Personal, besonders aber durch den ständigen Zeitdruck, unter dem die Bearbeitung großer Projekte erfolgen mußte, bedingt.

Die durch den Neubau geschaffenen günstigeren Arbeitsbedingungen sollen dazu beitragen, daß Erfahrungen durch Messungen am Bauwerk im Wirkungsbereich des Institutes in Zukunft in größerem Umfang gesammelt und ausgewertet werden. Gedacht ist an eine vermehrte Beobachtung der Setzungen von flach und auf Pfählen gegründeten Bauwerken, an Kurz- und Langzeitmessungen an Erdankern und Messungen verschiedenster Art an tiefen Baugruben. Großmaßstäbliche Reihenversuche könnten bei diesen Arbeiten einzelne Parameter systematisch abgrenzen und die Übertragung der Erkenntnisse auf die Anwendung beschleunigen. Die Ergebnisse werden für die spezifischen Bodenverhältnisse des bayerischen Raumes möglicherweise Auswirkungen auf die Bauweisen haben und bei unseren oft guten Untergrundverhältnissen zweifellos zu günstigeren Bemessungen und auch wirtschaftlicheren Ausführungen zukünftiger Projekte führen.

Eine weitere Zukunftsaufgabe des Institutes liegt in einer vermehrten statistischen Auswertung vorliegender und zukünftig noch zu erarbeitender Bodenkennwerte. Dabei sollen die Parameter der geologischen Vorgeschichte, der mineralogischen Beschaffenheit und chemischer Veränderungen durch Diagenese oder Verwitterung, welche das Verhalten der Böden maßgebend beeinflussen, besonders berücksichtigt werden.



Diese Aufgaben setzen den verstärkten Einsatz der Datenverarbeitung auch für alle Routineuntersuchungen voraus.

Darüberhinaus besteht im neuen Institut endlich die Möglichkeit, durch Serienversuche einen Beitrag zu neuen Methoden für die Herstellung des Unterbaues von Verkehrswegen, für Dammbauten oder Einpreßarbeiten zu leisten. Auch können Strömungsprobleme einer systematischen Untersuchung unterzogen werden. In Zukunft werden in Verbindung mit hydrologischen auch hydrochemische Untersuchungen zum Schutz des Grundwassers von Bedeutung sein.

Durch die touristische Erschließung des Gebirges und Hochgebirges wird es erforderlich sein, in Zukunft für die Sicherheit vermehrt fels- und schneemechanische Untersuchungen in die Institutsarbeit mit einzubeziehen.

Die laufenden Forschungsarbeiten sollen weitergeführt werden und schwerpunktmäßig intensiviert werden, insbesondere die Grundlagenforschung zur Erarbeitung nicht linearer und anisotroper Stoffgesetze, die Untersuchungen über das Kriechverhalten der Böden, über den Einfluß des Frostes und den Einfluß dynamischer Beanspruchungen auf den Untergrund sowie die Langzeitversuche an Verpreßankern. Die Forschung soll auch weiterhin aus den Problemstellungen der praktischen Tätigkeit fruchtbar angeregt werden.

Die enge Bindung des Institutes an die Lehre ermöglicht es, wie bisher die neuen Erkenntnisse unmittelbar in das Wissen der Studierenden einfließen zu lassen. Mehr als bisher sollte eine intensive Weitergabe der Erkenntnisse durch Vorträge, Diskussionen und Kurse zur Information der fachlich interessierten Öffentlichkeit führen und als Grundlage zu einem Erfahrungsaustausch und zu einer verstärkten Zusammenarbeit mit anderen Institutionen des In- und Auslandes dienen.

## XII. Schlußwort

Die Ausführungen dieser Publikation veranschaulichen, daß sowohl bauliche Ausgestaltung als auch technische Ausstattung und Einrichtung des Institutes großzügig konzipiert und sorgfältig ausgeführt wurden. Dank gebührt vor allem dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus unter Leitung der Kultusminister Dr. Huber und Professor Dr. Maier, daß die Dringlichkeit dieses Projektes anerkannt wurde und die Verwirklichung in der beschriebenen Form als förderungswürdige Baumaßnahme erfolgen konnte.

Dies war nur dank der Unterstützung und Befürwortung durch die Organe der Technischen Universität München unter den Rektoren Professor Dr. Dr. Patat, Professor Dr. Netz, Professor Dr. Albers, Professor Dr. Engerth, Professor Dr. Schmidtke und Professor Dr. Grigull möglich, die in Abwägung gegenüber anderen Bedürfnissen der Technischen Universität München den Bau dieses Institutes in hohem Maße förderten. Für tatkräftige Hilfe sei auch der Hochschulverwaltung unter Leitung von Frau Kanzler Molitoris besonders gedankt.

Die Mittel für den Bau des Institutes hat der Bayerische Landtag bewilligt. Der Verpflichtung, die investierten Steuermittel zum Wohl der Allgemeinheit optimal zu nutzen, ist sich das Institut bewußt.

Ein besonderer Dank gebührt auch dem Bauamt der Technischen Universität München unter den leitenden Baudirektoren Orlamünder und Löwenhauser, dessen Referat III den Neubau in erfreulicher Zusammenarbeit mit dem Nutznießer geplant und abgewickelt hat. In den Dank sollen auch all jene ein-

bezogen werden, die hier nicht im einzelnen genannt werden können, obwohl sie bei der Errichtung und Ausstattung des Neubaus maßgeblich beteiligt waren.

Bereits durch Errichtung des 1. Bauabschnittes sind dem Institut unvergleichlich bessere Wirkungsmöglichkeiten geboten worden. Bei der bestmöglichen Nutzung seiner Einrichtungen ist das Institut auf Unterstützung von Außen durch Aufträge sowie durch die Finanzierung von Forschungsarbeiten angewiesen. In diesem Zusammenhang gilt der ganz besondere Dank jenen, die dem Institut vom Beginn an ihr Vertrauen schenkten, es mit wichtigen Aufgaben laufend betrauten und heute noch betrauen. Der Dank schließt auch jene ein, die an das Institut fachliche Problemstellungen zur Bearbeitung herantragen und damit dessen Entfaltung fördern.

Das Institut verdankt dem Bund der Freunde der Technischen Universität München wiederholte Zuwendungen zur Anschaffung spezieller Versuchsausrüstungen für Forschungsarbeiten, deren Durchführung durch Spenden des Bayerischen Bauindustrieverbandes und der Vereinigten Haftpflichtversicherung Hannover ermöglicht wurde.

Von den Institutionen, die durch ihre Zuschüsse umfangreiche Forschungsarbeiten gefördert haben, sei an erster Stelle die Deutsche Forschungsgemeinschaft genannt, die den Beginn der Forschungstätigkeit ermöglicht und insbesondere die kontinuierliche Fortführung der Grundlagenforschung unterstützt hat. Der Dank gilt ebenso dem Bundesministerium für Städtebau und Wohnungswesen, dem Bundesministerium für Verkehr, der Deutschen Bundesbahn, dem Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen, dem Hauptverband der Deutschen Bauindustrie und nicht zuletzt den zahlreichen Firmen, die diese Forschungsaufgaben in selbstloser Weise durch verständnisvolle Mitarbeit und finanzielle Unterstützung gefördert haben.

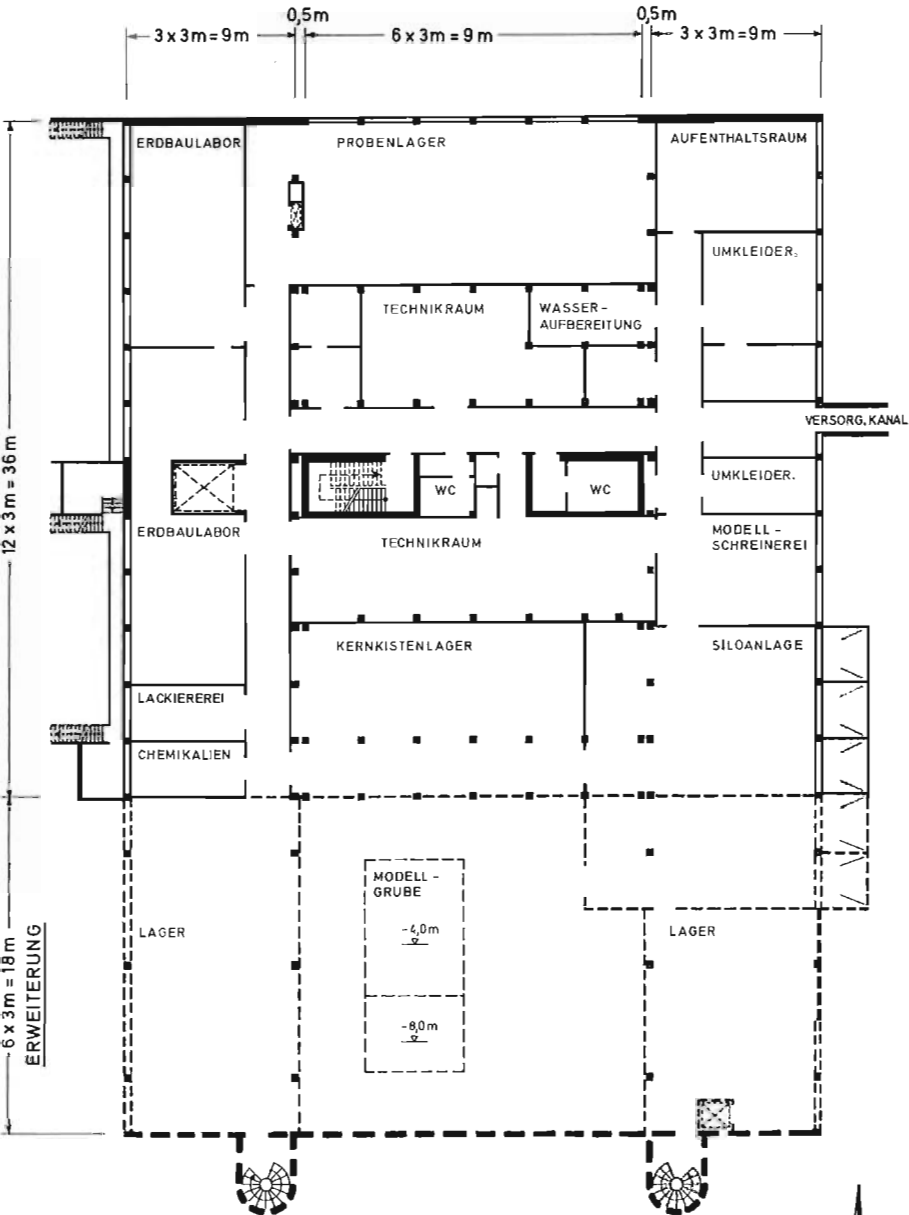


Bild 1 Kellergeschoß

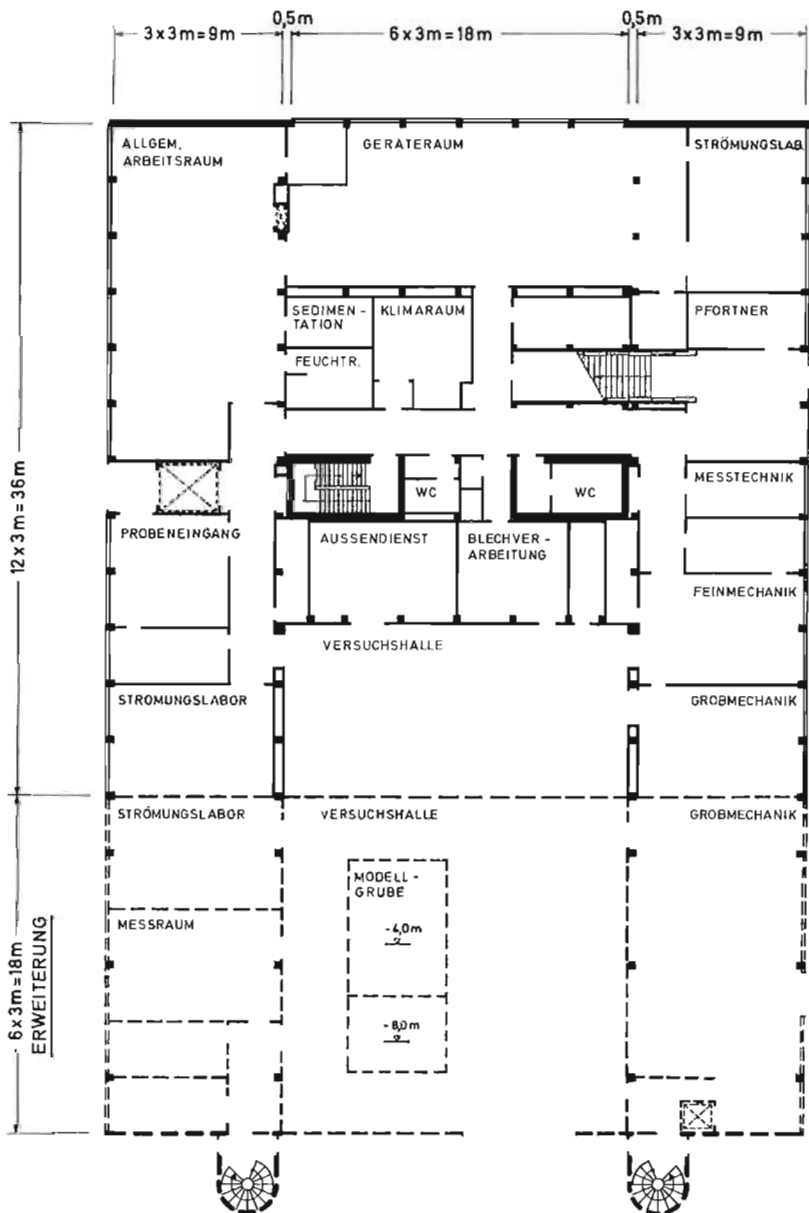


Bild 2 Erdgeschoß



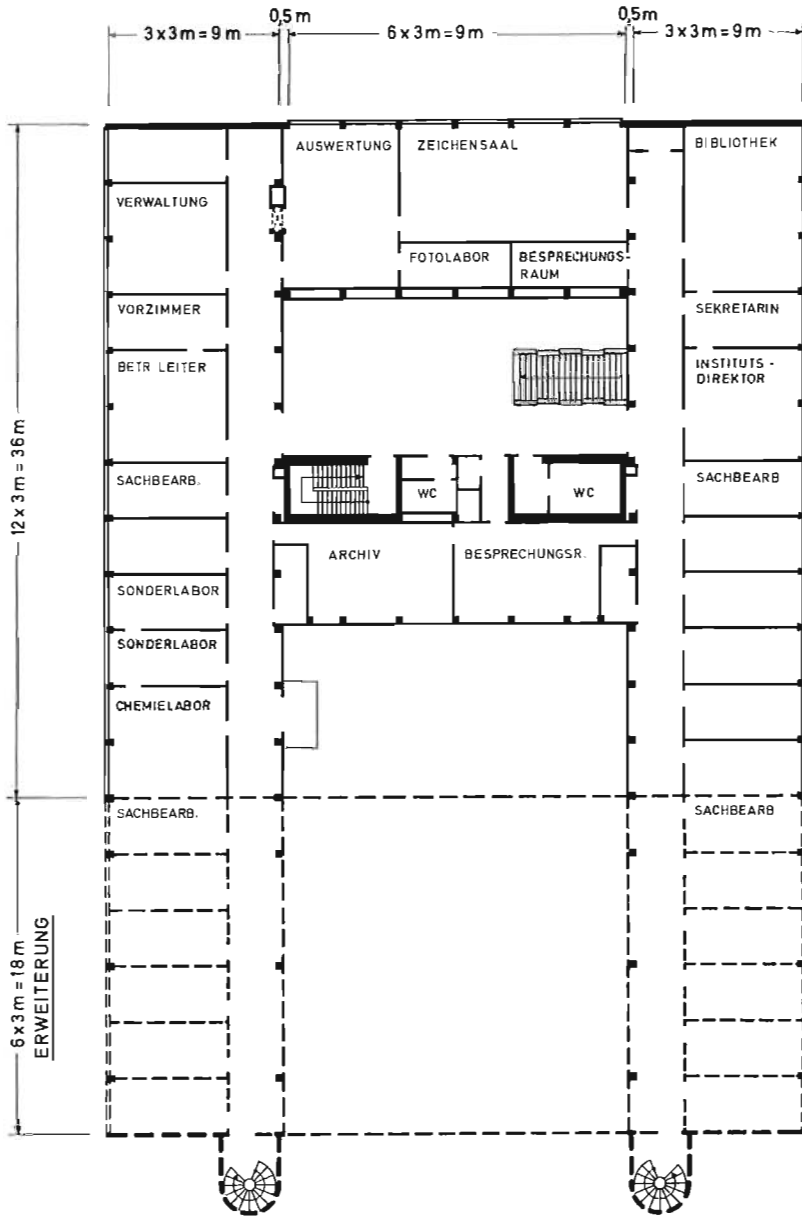


Bild 3 Obergeschoss





Bild 4 Westansicht des Institutsgebäudes



Bild 5 Probeneingang



Bild 6 Probenlager (Gleitregalanlage)



Bild 7 Kernkistenlager





Bild 8 Erdbaulabor mit Aufbereitungsgeräten

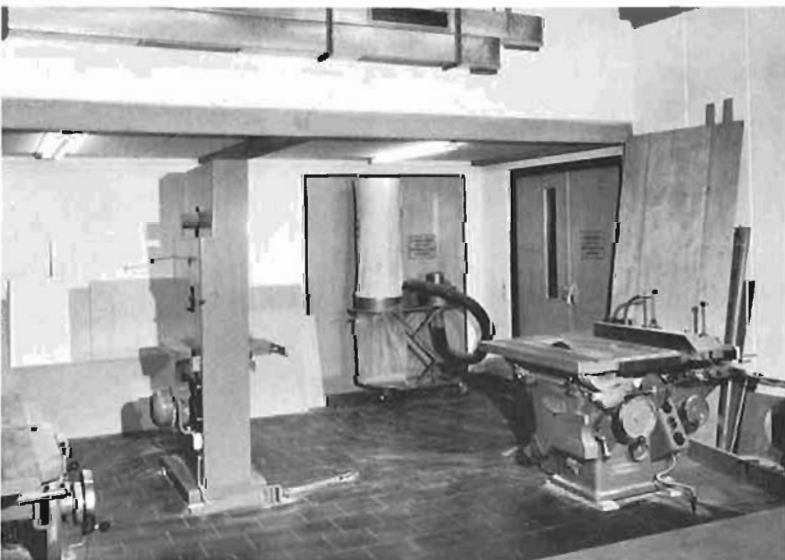


Bild 9 Modellschreinerei

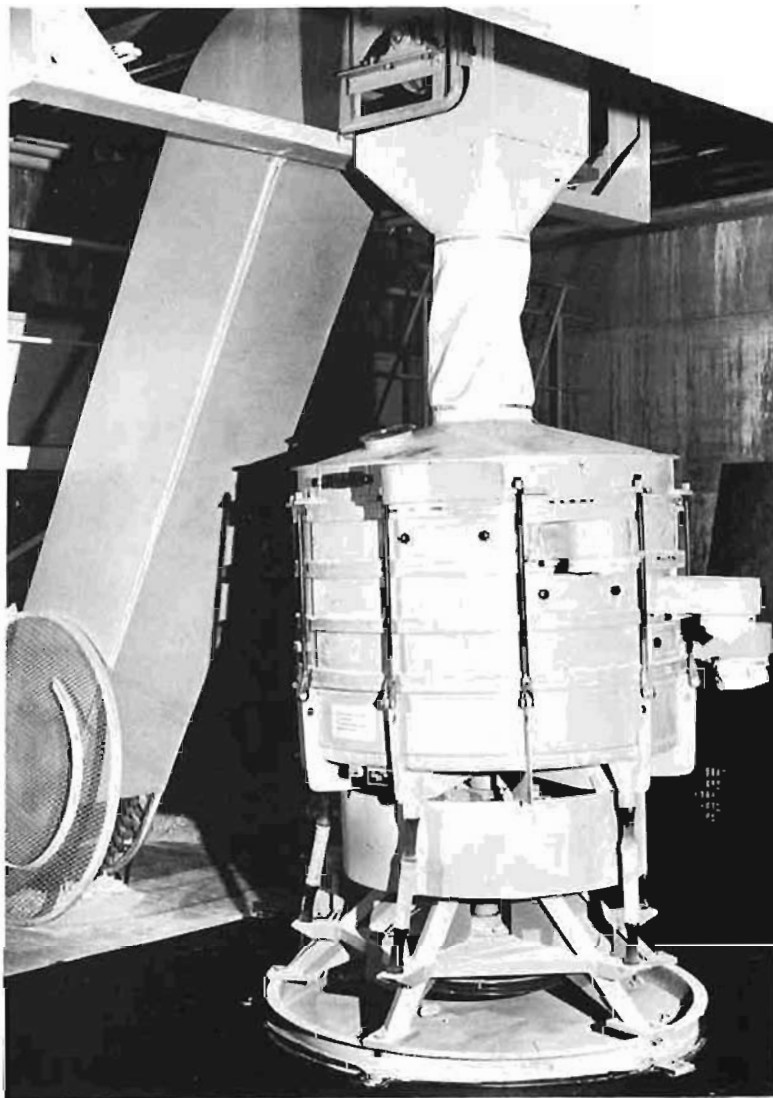


Bild 10 Fraktionierungsanlage  
(Taumelsiebmaschine)



Bild 11 Aufenthaltsraum

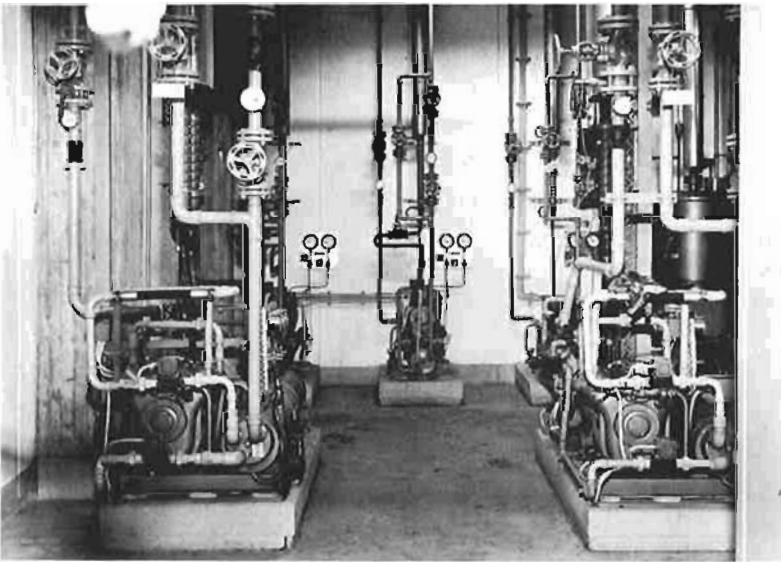


Bild 12 Technikraum

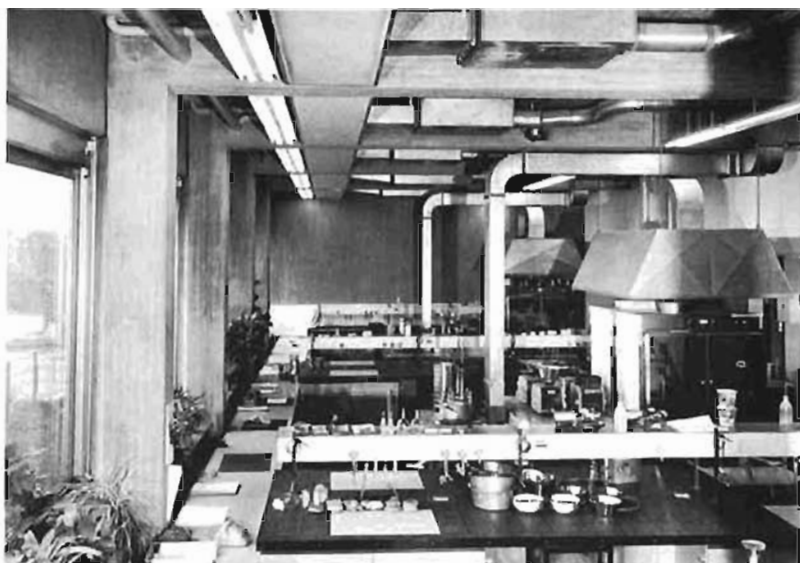


Bild 13 Allgemeiner Arbeitsraum mit Labor-  
tischen, dazwischen Siebtische und  
Trockenschränke

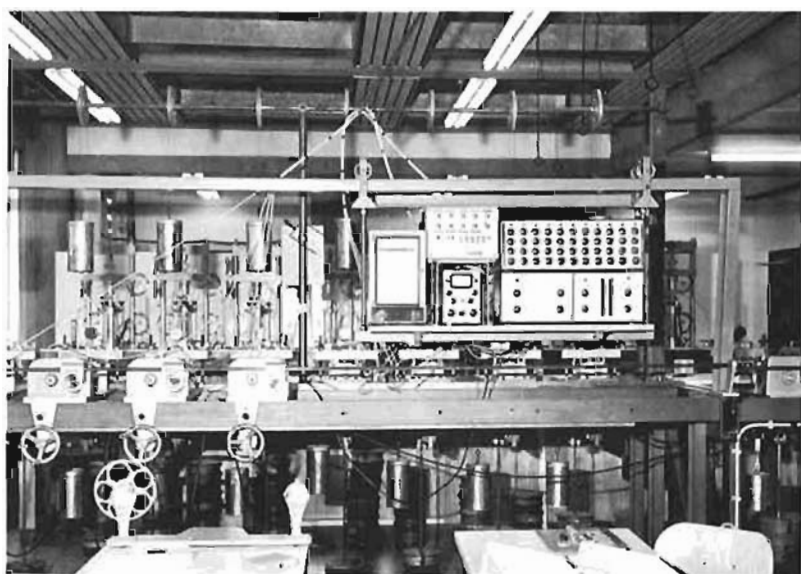


Bild 14 Geräteraum: Automatische Anlage  
für Rahmenscherversuche

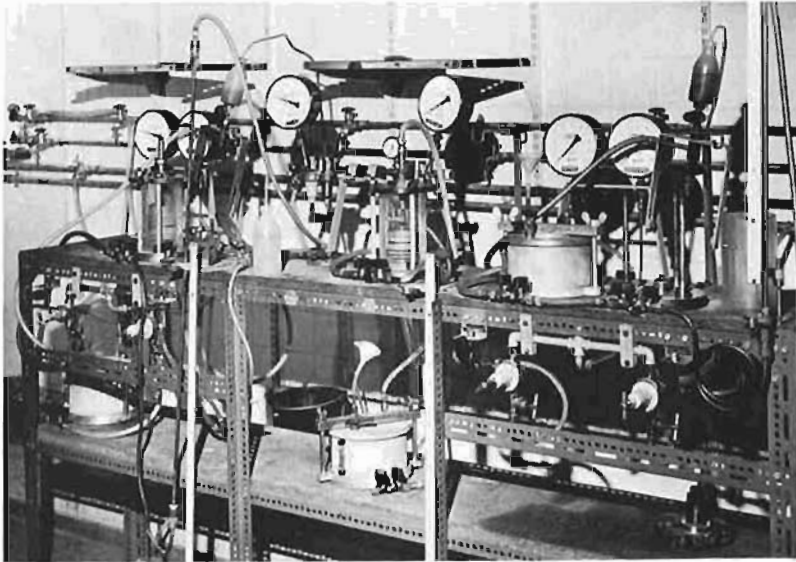


Bild 15 Strömungslabor:  
Druckdurchlässigkeitsgeräte



Bild 16: Werkstatt: Grobmechanik



Bild 17 Werkstatt: Feinmechanik

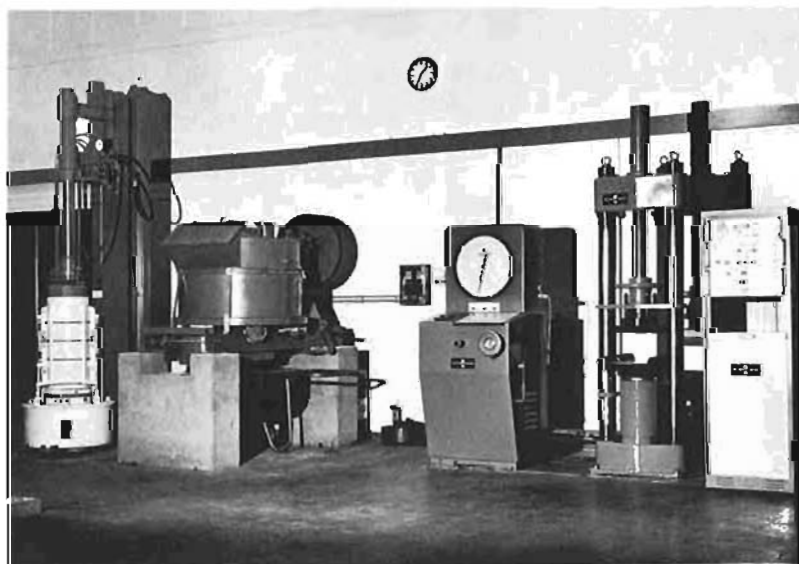


Bild 18 Versuchshalle: Stampfgerät und Zwangsmischanlage, 100-Mp-Prüfpresse

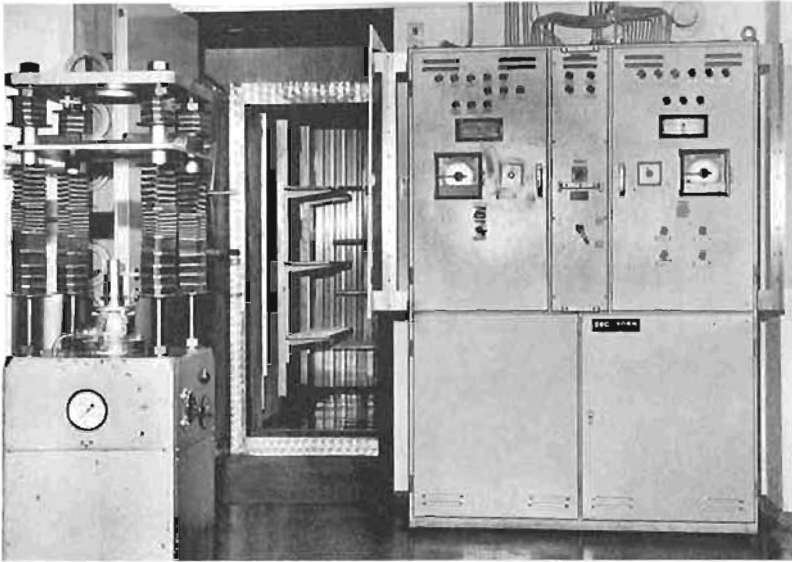


Bild 19 Feuchtraum mit Schalttafel  
links Probenauspreßgerät



Bild 20 Büroraum

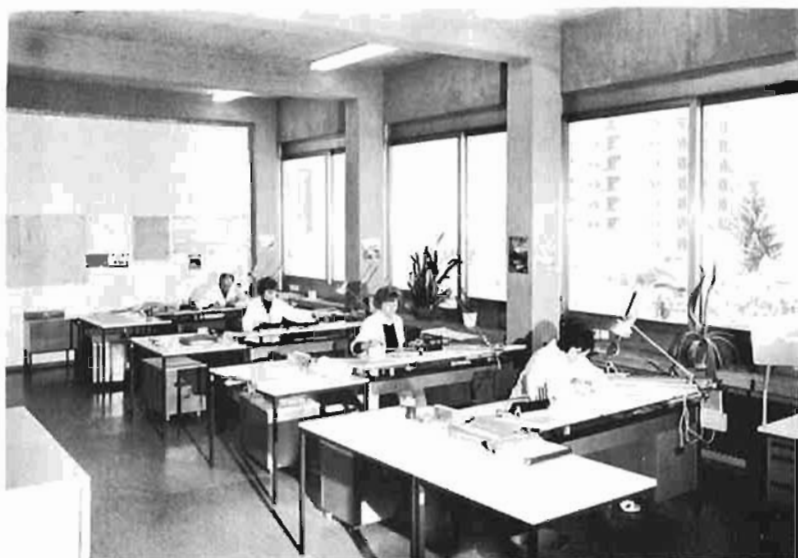


Bild 21 Zeichensaal



Bild 22 Elektronische Tischrechenanlage



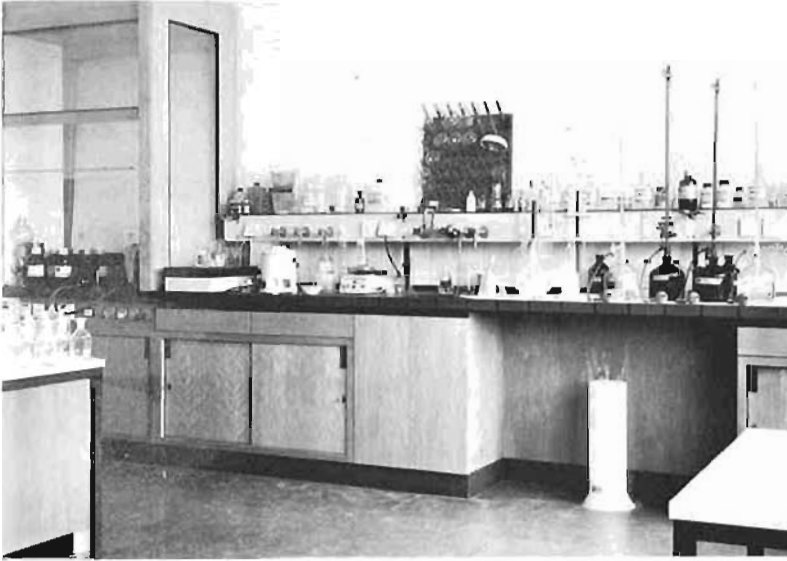


Bild 23 Chemielabor

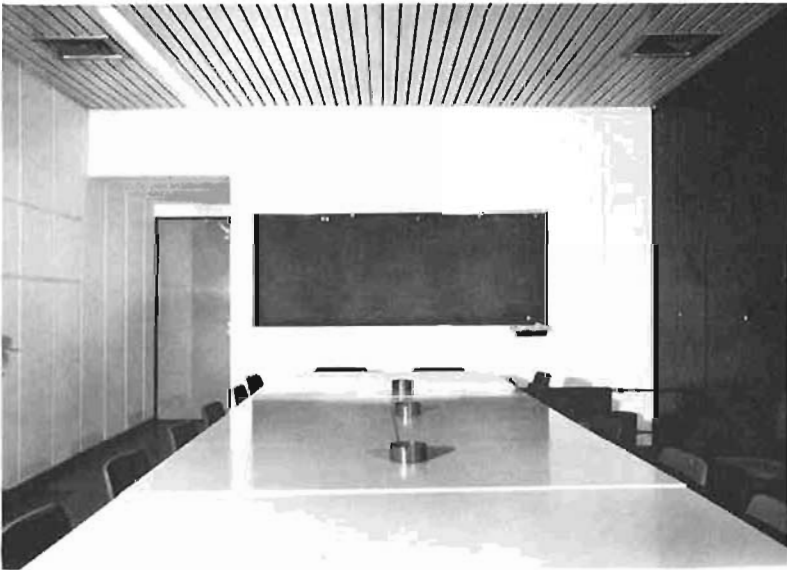


Bild 24 Besprechungsraum



Bild 25 Luftabsauganlage

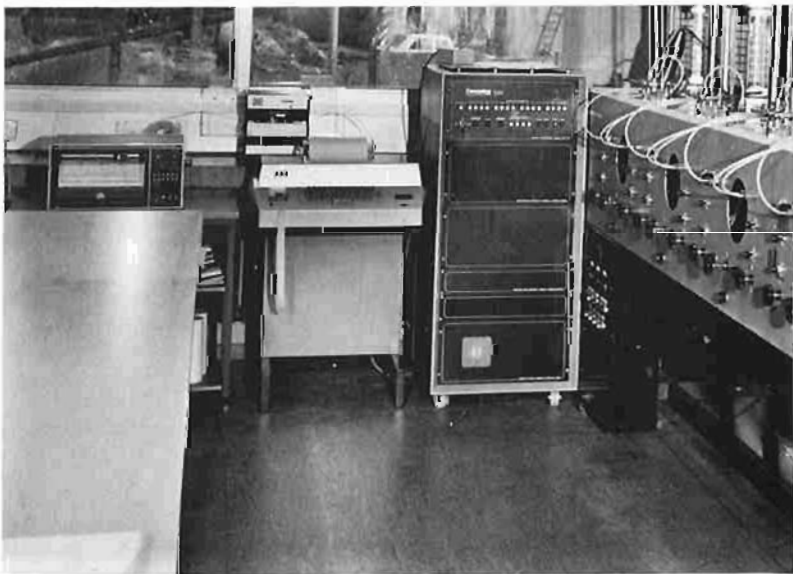


Bild 26 Datenerfassungsanlage

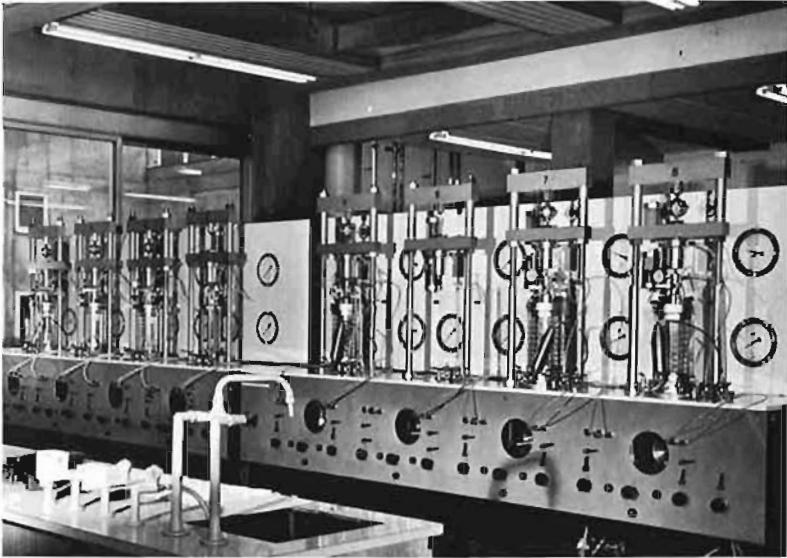


Bild 27 Anlage für Triaxialgeräte  
bis 50 mm Probendurchmesser

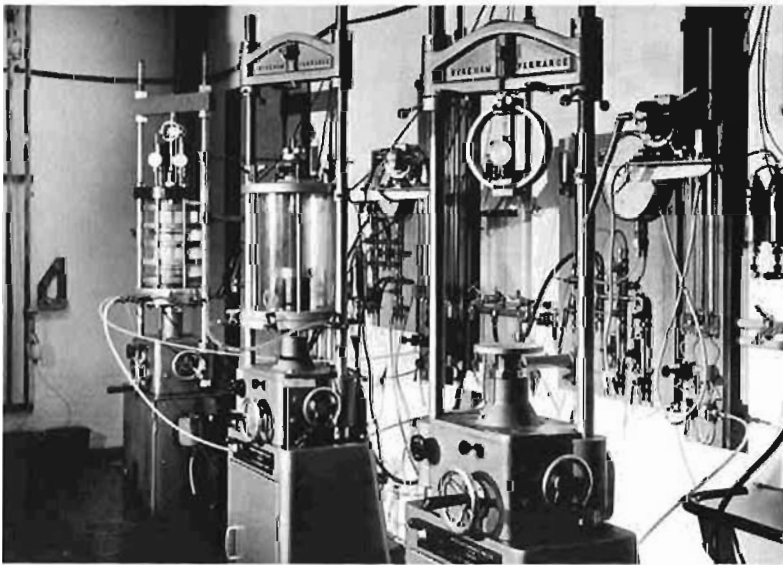


Bild 28 Anlage für Triaxialgeräte  
bis 150 mm Probendurchmesser

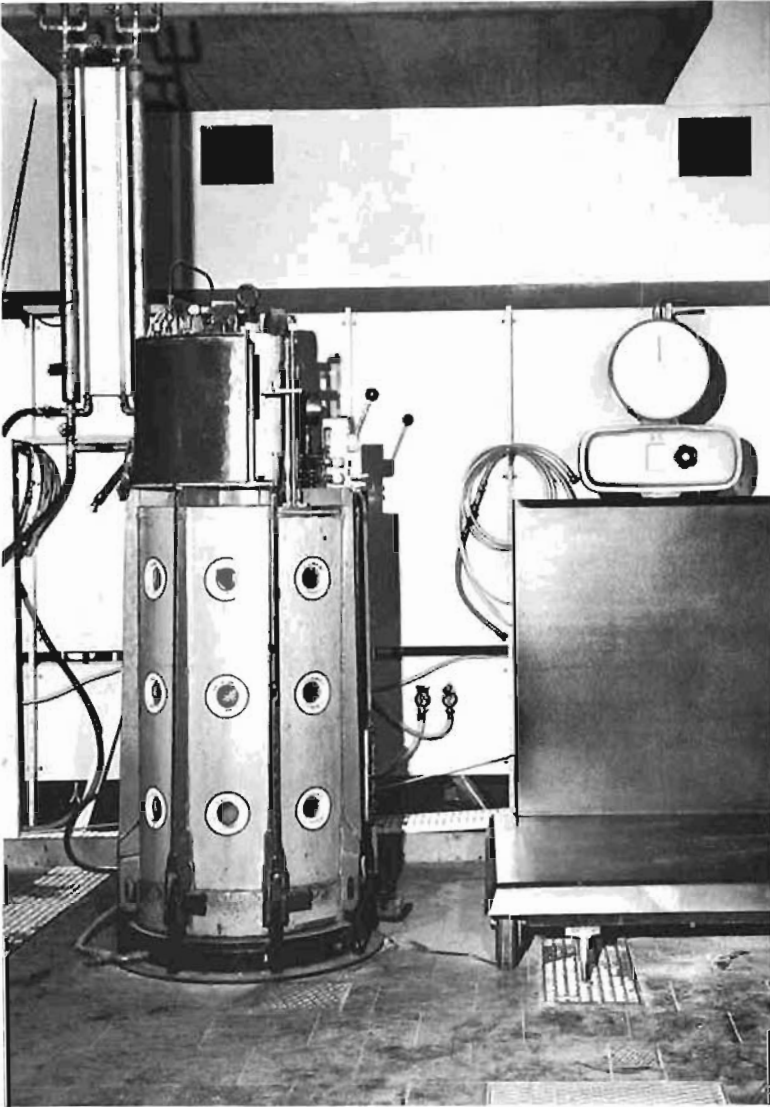


Bild 29 Großtriaxialgerät für 30 cm Probendurchmesser (erstes Modell) und Großwaage

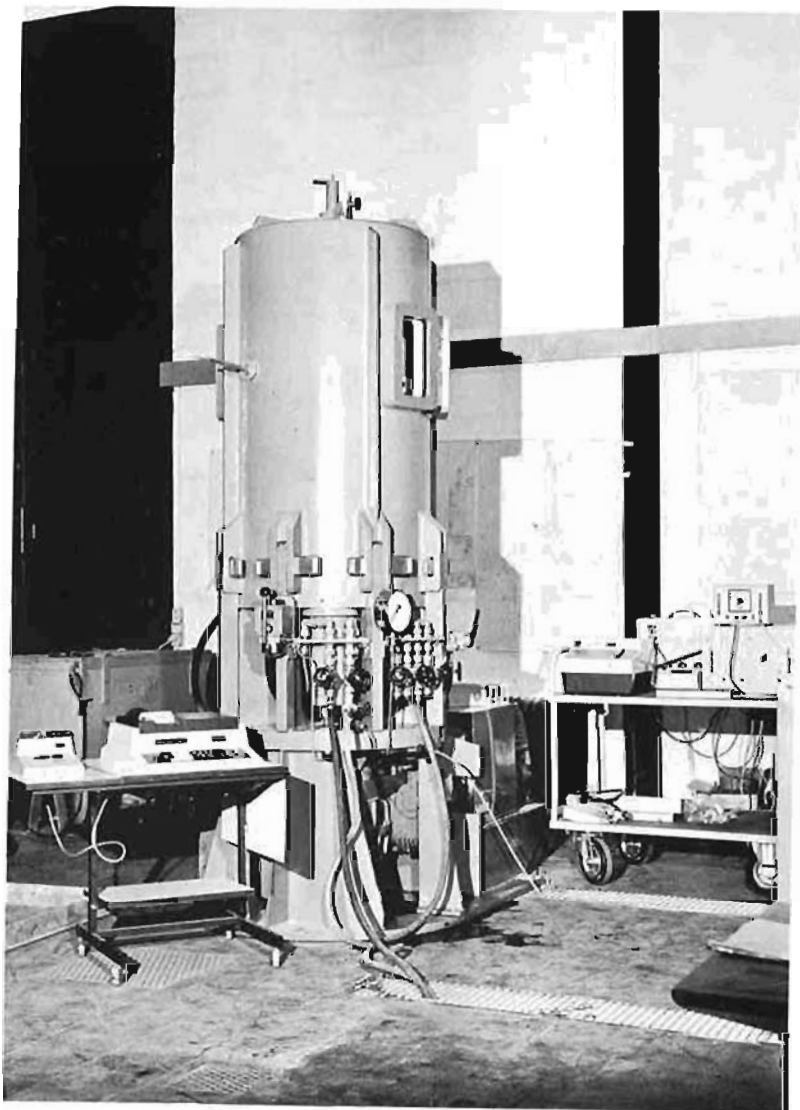


Bild 30 Neues Großtriaxialgerät  
mit elektronischer Datenerfassung

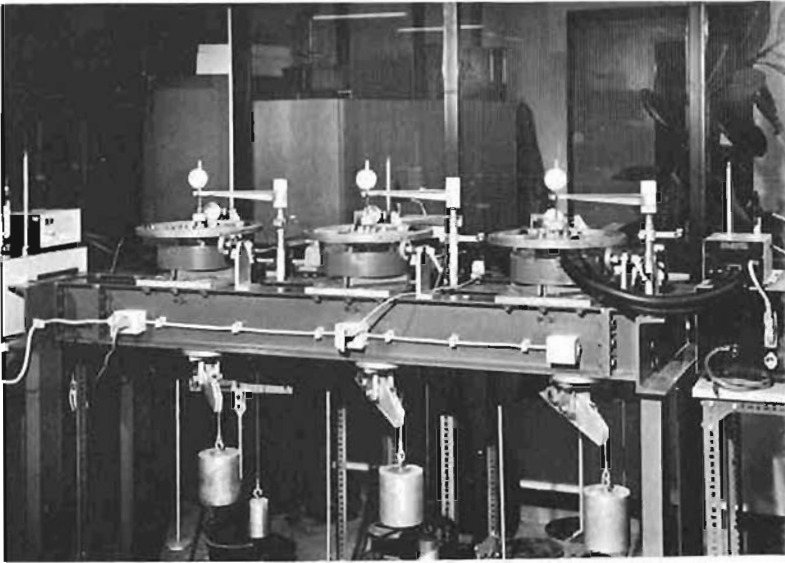


Bild 31 Kreisringschergerät



Bild 32 Großkompressionsgeräte

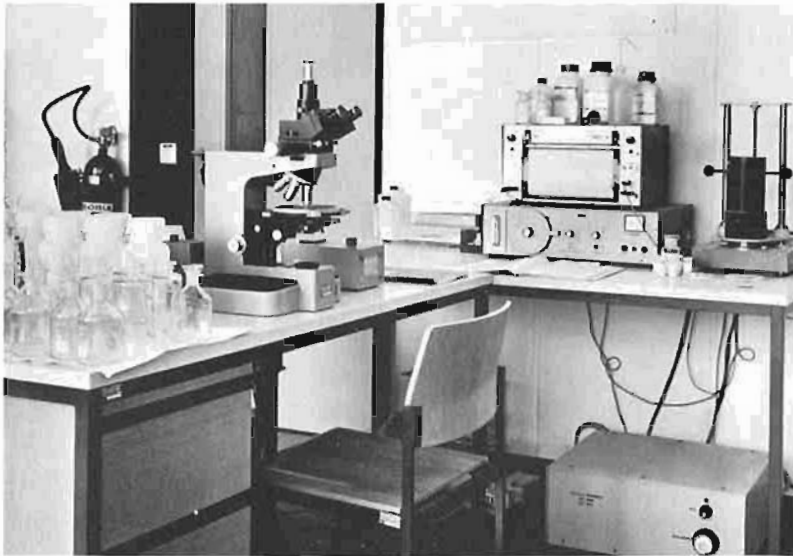


Bild 33 Polarisationsmikroskop und DTA-Anlage



Bild 34 Leichte und schwere Rammsonden

