

Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien

50. Band, 1957

S. 389—430, 1 Tafel

---



*Ernst*

## Josef Stiny

### Zur Geschichte der technischen Geologie

Am 28. Jänner 1958 ist in einem Wiener Krankenhause Hochschulprofessor i. R. Dipl.-Ing. Dr. phil. Dr. techn. h. c. Josef Stiny, Ehrenmitglied der Geologischen Gesellschaft in Wien und Träger ihrer Eduard Sueß-Medaille, kurz vor Vollendung seines 78. Lebensjahres gestorben. Josef Stiny \*) wurde am 20. Februar 1880 in Wappoltenreith in Niederösterreich geboren. Nach seinen Gymnasialstudien absolvierte er die Hochschule für Bodenkultur in Wien und hörte dann an der Grazer Technischen Hochschule ergänzende Vorlesungen aus dem Bauingenieurfach. Später, schon neben seinem Ingenieurberufe, studierte er Geologie an der Universität Graz bei Hoernes und Hilber. Besonders dem letzteren hat er zeitlebens ein dankbares Andenken bewahrt. Der seltene Umstand, daß er über das Wissensgut von drei Hochschulen verfügte, war die Grundlage dafür, daß er der bedeutendste Vertreter eines vor ihm wenig betretenen Niemandslandes, des Grenzgebietes zwischen Geologie und Bauwesen, wurde. Nach kurzer Betätigung auf den Besitzungen des Fürsten Schwarzenberg in Böhmen trat Stiny in den staatlichen Wildbachverbauungsdienst, für den er hauptsächlich in Tirol arbeitete. 1911 wurde er als Fachreferent der politischen Behörde zugewiesen und war dort bis Anfang 1915 tätig. Während des ersten Weltkrieges war er von 1915 an als Landsturmingenieur mit vielen technischen Bauvorhaben, besonders der Raabregulierung, betraut.

Von 1919 bis Anfang 1925 wirkte er als Professor für naturwissenschaftliche Fächer an der Höheren Forstlehranstalt in Bruck an der Mur. 1924 habilitierte er sich als Privatdozent für Geologie an der Universität Graz und erhielt bald darauf den Titel eines a. o. Hochschulprofessors. Schon mit 1. März 1925 wurde er als ordentlicher Professor der Geologie an die Technische Hochschule Wien (also als Nachfolger von Rosival) berufen und wirkte als solcher offiziell bis zu seiner auf eigenes Ansuchen erfolgten vorzeitigen Pensionierung (1943); tatsächlich mußte er aber, da sein Nach-

\*) Er hat sich seit 1942 Stini geschrieben, diese Änderung der Namensschreibung aber nicht behördlich durchführen lassen. Mit Rücksicht auch auf den Umstand, daß sein Name durch 250 Arbeiten in der alten Schreibweise bekanntgeworden ist, wird sie hier beibehalten.

folger mit kriegswirtschaftlichen Aufgaben betraut war, die Lehrkanzel noch bis Ende 1944 und dann nach Kriegsende 1945 bis 1947 supplieren.

Das Ende der Lehrtätigkeit bot ihm die Gelegenheit, womöglich noch eifriger zu arbeiten, und er hat dies ohne Rücksicht auf seine Gesundheit buchstäblich bis zu seinen letzten Lebenstagen getan.

Stiny ist also von der Technik her zur Geologie gekommen. Er hat durch viele „rein“ wissenschaftliche geologische und petrographische Arbeiten sich in jeder Weise bewährt. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit lag aber doch bei jenen Fragen, die sich mit technischen Eingriffen in den Bergleib befassen und so im vollsten Sinne des Wortes tiefer in die Erde eindringen als die bloße Aufnahmsgeologie. Die Naturwissenschaft und die Technik haben eine sehr verschiedene Denkweise und Sprache, setzen wahrscheinlich ganz verschiedene Begabungen voraus. Stiny hatte in beiden Disziplinen geistige Staatsbürgerschaft. Die Beobachtung konnte ihm gar nie genau genug sein, bis in kleinste Einzelheiten hinein, die oft nicht der Beachtung wert schienen. Auf der andern Seite stand das Bemühen, immer wieder zu messen und in greifbaren Zahlen Beobachtungstatsachen schwarz auf weiß nach Hause zu tragen. Natürlich war er als Techniker mit Formeln vertraut und hat sie selbst verwendet. Sie durften ihm aber nie auf Kosten der lebendigen Anschauung gehen, die tatsächliche Mannigfaltigkeit zu weit vereinfachen, nur um Berechnungen zu ermöglichen.

Vielleicht fiel sein Leben in eine gerade für dieses Grenzfach glückliche Zeit. Seine Arbeit als junger Ingenieur erfolgte während einer Spitzentätigkeit der Wildbachverbauungen. Die Wasserkraftanlagen eroberten in den Zwanzigerjahren das Hochgebirge und schnitten eine Unzahl von neuen Fragen an. Das gleiche gilt vom Straßenbau (Glocknerstraße!). Es waren Entwicklungen, die ihn getragen haben und die er selbst wieder gefördert hat. Was aber den Wissenschaftler vom reinen Empiriker scheidet, ist das Vorstoßen vom gegebenen Einzelfalle ins Allgemeine, ins Gesetzmäßige, und dessen erklärende Darstellung.

Damit sind schon zwei Drittel von Stiny's Lebenswerk gekennzeichnet: Als technisch-geologischer Sachverständiger hat er unzählige Gutachten abgegeben und ist mit seiner Arbeit stets gewachsen; gerade in dieser Richtung hat er auch bei allen ernst zu nehmenden Fachleuten große Anerkennung gefunden, auch amtliche, als geologischer Sachverständiger der Obersten Wasserrechtsbehörde, als Mitglied der Staubeckenkommission, Beirat der Bundeshöhlenkommission usw. Diese Arbeiten sind in ihrer ursprünglichen Form nie über den engsten Kreis der damit beschäftigten Fachleute hinausgedrungen.

Nur wer selbst vor ähnlichen Aufgaben stand, kann das tiefe Verantwortungsgefühl, die peinliche Genauigkeit der Arbeit bis in vermeintlich

trivialste Einzelheiten, aber auch den Mut zur Abgabe einer klar formulierten eigenen Meinung richtig einschätzen.

Der technische Wissenschaftler aber hat mit einer unerschöpflichen Arbeitskraft immer wieder versucht, in Veröffentlichungen das bisher Erreichte klar auszuarbeiten, das noch zu Erstrebende aufzuzeigen. Mehrfach wird im Abstand von wenigen Jahren die gleiche Frage wieder aufgenommen, neue Ansichten werden am bisherigen Erfahrungsschatz überprüft, eigene werden verbessert und erweitert. Die übersichtliche Besprechung der rund 340 Schriften wird ja den Hauptteil dieser Rückschau bilden. Sie sind ein Stück Geschichte der Technischen Geologie.

Aus den frühen bescheidenen Anfängen ist das Bewußtsein eines eigenständigen Grenzgebietes erwachsen, der Technischen Geologie oder Ingenieurgeologie, wie sie später genannt wurde. Es entstand auch das Bedürfnis nach einem eigenen Organ, und so hat Stiny die Zeitschrift „Geologie und Bauwesen“ begründet, die einzige dieses Inhalts im ganzen deutschen Sprachgebiet. Mit großen Opfern hat er sie drei Jahre lang im Selbstverlag herausgegeben, bis sie dann vom Springer-Verlag übernommen wurde. Zur Zeit von Stinys Tod lagen 23 Bände vor.

Die dritte und nicht geringste Seite seiner Lebensarbeit war sein Wirken als Hochschullehrer. Die Einzelheiten werden später angeführt. Das Entscheidende daran war die Umstellung des Lehrstoffes wie der Lehrweise auf die tatsächlichen Bedürfnisse der künftigen Bauingenieure. Bei aller selbstverständlichen Genauigkeit des Grundlagenwissens wurde doch dem in ganz anderen Denkbezirken beheimateten Techniker in seiner Sprache die naturwissenschaftliche Anschauungsweise vermittelt, so daß jeder Hörer bald einsah „tua res agitur“. Die in früheren Zeiten gebräuchliche Stoffauswahl vorwiegend paläontologisch-stratigraphischer Richtung wurde — dem Lehrziel der Technischen Hochschule gemäß — mehr auf das Gebiet der Allgemeinen Geologie verschoben; denn Technische Geologie ist ja nichts anderes als angewandte Allgemeine Geologie. Gleichzeitig wurde der Unterricht nahezu ausschließlich durch Vorführung von Lichtbildern begleitet, da sich das optische Erlebnis, die Anschauung, in der Geologie durch das gesprochene Wort nicht restlos ersetzen läßt.

Der stille und feine Gelehrte ist stets hinter seiner Arbeit bescheiden zurückgetreten. Gerade diese Bescheidenheit trug ihm manche Kränkung ein. Gab es doch sogar Leute, die meinten, an Stinys Gutachten könne nicht viel dran sein, weil er gar so wenig dafür verlange. Erst spät an seinem Lebensabend setzten einige öffentliche Anerkennungen ein: das Ehrendoktorat der Technischen Hochschule Graz, die Eduard Sueß-Medaille der Geologischen Gesellschaft, die Haidinger-Medaille der Geologischen Bundesanstalt, die goldene Ehrenmünze des Österreichischen Ingenieur- und

Architektenvereins, die Ehrenmitgliedschaft bzw. Ernennung zum Korrespondenten des Naturhistorischen Museums in Wien, der meisten naturwissenschaftlichen Vereine, des Vereins der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs usw.

Stinys stille und bescheiden zurückgezogene Natur war zwangsläufig mit einer gewissen Überempfindlichkeit gegen die Rauigkeit des Lebens und Teilnahmslosigkeit seiner Arbeit gegenüber verknüpft. Mehrfach hat er mit Bitterkeit gemeint, umsonst gearbeitet, ins Leere gesprochen, seine Arbeiten „in den Rauchfang geschrieben“ zu haben. Damit hat er sich selbst am meisten Unrecht getan. Denn — mitten in der Entwicklung stehend — hat er nicht mehr überblickt, wie hoch schon seine eigene Saat aufgegangen war. Nicht umsonst hatte er fünf Jahrzehnte gearbeitet, fast 30 Jahre an der Hochschule den werdenden Bauingenieuren die naturwissenschaftliche Betrachtungsweise und ihre Amalgamierung mit der technischen Arbeit vermittelt. Wenn heute in Österreich nicht nur die genaueste geologische Vorbereitung und dann die Betreuung des Baues bei jedem großen Wasservorhaben selbstverständlich geworden ist, sondern wenn ausnahmslos alle großen Wasserkraftgesellschaften mindestens einen ständigen eigenen geologischen Berater haben, übrigens auch die meisten Landesbauämter, wenn viele junge Geologen dieser neuen Richtung ihre Lebensstellung verdanken, so ist dies sein Verdienst. Viele der von ihm vor Jahrzehnten angeregten Fragen, z. B. die der Kluftmessung mit allen ihren Folgerungen, sind in lebhafter Entwicklung und haben eine große Entfaltung erfahren. Wer immer heute auf diesem Gebiet arbeitet, ist sein Schüler, auch wenn er nicht gerade sein Hörer war. Wir alle sind ihm zu tiefstem Danke verpflichtet.

### Opus impressum

#### Wildbach- und Lawinenverbauung

Als junger Ingenieur hatte sich Stiny besonders mit Wildbachverbauungen im Ötz- und Zillertal zu befassen und arbeitete besonders im Märzengrunde, am Ederbache und an der Sautenser Mure. Es ist ungemein bezeichnend für den Arbeitsdrang des jungen Wissenschaftlers, daß er schon in den ersten Jahren größere zusammenfassende Arbeiten allgemeinen Inhalts schreiben konnte. So schon 1908 „Über die Berasung und Bebuschung des Odlands im Gebirge“ (2), die er „als wichtige Ergänzung getroffener technischer Maßnahmen und auch für sich betrachtet“ wissen wollte. Nach einer kurzen Einführung in die Voraussetzungen zu einer Begrünung oder Wiederbegrünung des „bedingten Odlandes“ und ihrer Auswirkung auf den Hochgebirgsboden werden sehr ausführlich die einzelnen Pflanzen und ihre An-

passungsfähigkeit an die jeweiligen Standortsverhältnisse behandelt. Als Gegenstück zu dieser vorwiegend forstbotanischen Arbeit erscheint nach einem kleinen Vorbericht (1) und Beschreibung örtlicher Katastrophen (8 und 9) schon zwei Jahre später das Buch „Die Muren, Versuch einer Monographie mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in den Tiroler Alpen“ (11); diese schon im Geologischen Institut der Universität Graz ausgearbeitete Studie ist ein Musterbeispiel einer technisch-geologischen Darstellung, die die Erfahrungen der Praxis in den Rahmen des geologischen Geschehens einbaut.

Die technischen Maßnahmen gegen die Muren sind immer ein Lieblingsthema von Stiny geblieben. Neben einigen kleineren späteren Arbeiten über Geschiebeherde (32), über die Verbauung von Feilenanbrüchen (120), über die örtliche Verteilung von Rutschungsanbrüchen (132) hat er seine Erfahrungen vor allem in dem Buche über „Die geologischen Grundlagen der Verbauung der Geschiebeherde in Gewässern“ (133) zusammengefaßt, mit einer feingegliederten Systematik der Anbrüche. Alle diese Studien erstreben das Ziel einer „Naturnahen Wildbachverbauung“ (237). Noch 1943 behandelt er (266) die Wildbachverbauungen in der Gegend des Donaudurchbruches von Orsova.

Die vorwiegend forstlichen Fragen werden auch in der Wiener Zeit Stiny's weiter verfolgt; er hat übrigens zeitweise auch über dieses Gebiet Vorlesungen an der Technischen Hochschule Wien gehalten. Standortfragen (60) sowie überhaupt die Zusammenhänge von Forstwirtschaft und Geologie (139, 267) beschäftigten ihn andauernd ebenso wie die immer wieder erweiterten Erfahrungsberichte und Anleitungen über die so schwierige Begrünung im hochgelegenen Ödland (165, 174), die sich wenn möglich bis zu Bewaldung, also Aufforstung steigern sollte (226). Die Eigenschaften der Pflanzen zur Festigung von Haldenböschungen werden auch von der rein mechanischen Seite betrachtet, so in dem Aufsatz über die Zugfestigkeit von Pflanzenwurzeln (275). Das Wachstum der Bäume wird auch nach der Breite der Jahresringe beurteilt und diese werden mit den Niederschlägen in Zusammenhang gebracht (187), auf Grund umfangreicher eigener Messungen im Jauntal (Kärnten). Auch die technische Durchführung der Lawinenverbauung, z. B. die Bewährung von Schneezäunen (144), gehören zu dieser Fragengruppe; sie ist so umfassend, weil sie ja nicht nur den Forstingenieur beschäftigt, sondern auch den Bauingenieur beim Straßenbau im Hochgebirge (88) und beim Bau der hochalpinen Wasserkraftanlagen. Von den Bodenbewegungen im Hochgebirge, z. B. vom Verhältnis „Talzuschub und Wildbachverbauung“ (302), wird später die Rede sein. Schließlich hat er noch eine Gesamtdarstellung der Geologie für ein Taschenbuch

für Wildbachverbauungs-Ingenieure (333) geschrieben, das bis jetzt noch nicht gedruckt ist.

### Wirkung des fließenden Wassers

Die Wildbäche und ihre verheerende Tätigkeit sind nur ein Sonderfall der Wirkung des fließenden Wassers. So hat sich Stiny auch schon sehr frühzeitig mit dem Wesen der Erosion beschäftigt (12). Das Vorhandensein von Strudeltöpfen auch in weichen Tegeln beweist seiner Meinung nach, daß die Auswirbelung (Evorsion Geinitz) ein wesentlicher Bestandteil des Tiefenschurfes ist und die allgemeine Eintiefung der Sohle durch Abschleifen übertrifft. Die Studie „Fortschritte des Tiefenschurfes in der Gegenwart“ (15) bringt weitere Beobachtungstatsachen für die starke Wirkung der Auskolkungen. Immer wieder werden einzelne Erosionsformen beschrieben, z. B. Gletschertöpfe aus Südtirol (6).

Das Bemühen zur genauen Erfassung solcher Erosionsvorgänge führt auch zu Versuchen über den Wassergehalt von Muren (27) und über die Bildung der Flußbaustufen (40); diese Versuche — die späteren Arbeiten von Wasserbaulaboratorien vorwegnehmend und leider wenig beachtet geblieben — erzeugten Erosionsgebilde in einer aus Lehm und Sand aufgebauten Landschaft, die durch einen oder mehrere Heber aus einem großen Vorratsgefäß gleichmäßig mit Wasser beschickt wurden. Untersucht wurde besonders der Einfluß der Geschiebeführung auf die Aufschüttung und die darauf folgende Wiedereintiefung, des Wechsels der Wassermenge, der Absenkung oder Hebung der Erosionsbasis sowie der Senkung eines Unterlaufstückes usw. So kommt Stiny zu einer sehr anschaulichen Darstellung des feinen und empfindlichen Reagierens eines Wasserlaufes auf verschiedene Umweltsänderungen und der Auswirkung dieser Reaktion auf das Landschaftsbild. Aus dem Ergebnis dieser Versuche wird u. a. der Schluß gezogen, daß die Schotterfluren der Alpentäler und des Alpenvorlandes zum überwiegenden Teil infolge von Schollenbewegungen entstanden sind, daß sie im großen und ganzen eine allgemeine gemeinsame Ursache haben. Dieser Gedanke wird an zahlreichen Beobachtungen an alpinen Flüssen und Bächen weiter ausgesponnen. Das Ineinanderspiel von Schurf und Aufschüttung wird dann in einer wenig später erschienenen Arbeit (49) ganz allgemein formuliert und übersichtlich dargestellt. Natürlich können Talstufen auf eine sehr verschiedene Weise entstehen. Schon 1911 hatte Stiny die Talstufe von Mareit (Hintergrund des Ridnauner Tales, Südtirol) eingehend beschrieben (13) und sie als Aufstau durch einen Bergsturz erklärt. Eine eigenartige Erosionsform sind die „Tiefenrinnen“ im Felsgrunde von Flußläufen (279). Stiny hat solche besonders beim Bau einiger Kraftwerke

im Drauß im verschütteten Zustande aufgefunden und erörtert die Möglichkeiten ihrer Entstehung.

Nur am Rande sei auch eine kleinere Arbeit über Gletschererosion (89) erwähnt. Die paradoxe Beobachtung, daß örtlich begrenzte dünne Eisdecken oft stärkere Eintiefungen erzeugen als mächtige Eismassen, stimmt gut überein mit den Stiny erst später bekanntgewordenen und gleichzeitig (1925) veröffentlichten Ansichten von Högbom, der dem Ausbrechen und Splintern größeren Einfluß zuschreibt als dem bloßen Abschleifen.

Eine der wichtigsten Wirkungen des Wassers ist die Denudation, die in neuerer Zeit unter der Bezeichnung Bodenabschwemmung (Soil erosion) wieder stark in den Vordergrund der Betrachtung gestellt wurde. Auch Stiny hat dazu in einem gemeinverständlichen Aufsatz (162) und in einem Sammelreferat (192) das Wort ergriffen.

Eine der Folgen dieser Bodenabschwemmung ist die Geschiebe- und Schlammführung der Gewässer. Schon anlässlich seiner Leitung der Regulierung des Flusses Raab (Oststeiermark) hatte Stiny eingehende Messungen von Geschiebe- und Schlammförderung vorgenommen (30), ein Beispiel für seine Bemühungen, alle derartigen Naturvorgänge so weit als möglich zahlenmäßig zu erfassen. Zu Vergleichszwecken wurden dann auch an anderen steirischen Gewässern die Mengen der Sinkstoffe gemessen (43). Die Auswertung solcher Studien für die Frage der Wasserkraftausnützung, vor allem für die Verlandung der Stauräume, bringt eine weitere Studie (45), wie alle Arbeiten Stinys durch reiches Zahlenmaterial belegt. Besonders betont wird die Abhängigkeit der Abschwemmung bzw. der Schwebstoffe von den Böden des Einzugsgebietes. Ein Nachtrag zu diesen Studien ist dann noch ein Aufsatz über den „Schweb“ der Mur (68).

Eine andere Seite desselben Problems ist der Absatz der Bachschotter in Schwemmkegeln (die als Bildungen des fließenden Wassers von den im wesentlichen „trocken“ entstandenen Schuttkegeln unterschieden werden sollen). Auch hier wieder wird die Naturbeobachtung durch Versuche ergänzt (23). Schon in seiner Arbeit über die Muren (11) hatte Stiny eine neue, von den bis dahin herrschenden Auffassungen französischer Forscher abweichende Erklärung der Schwemmkegel (Neiloide) entwickelt. Die Modellversuche wurden so angeordnet, daß Murmaterial, also Gemenge von Sand und Riesel in verschiedenen Verhältnissen, durch ein langes Holzgerinne (das ungefähr einer Klamm entspricht) über eine Steilstufe hinabgeschwemmt wurde. Dabei ließen sich deutlich drei Abschnitte der Kegelentstehung mit ganz bezeichnenden Formen unterscheiden. Diese Versuche ließen in vielen Einzelheiten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, das Verhalten des Murbreies, den Transport sehr großer Blöcke, die auffallenden konvexen Formen usw. besser verstehen.



Die Neigungswinkel von Schutthalden (73) haben ihn dauernd interessiert. In ähnlicher Weise hat er viel später auch die Entstehung und die Böschungswinkel trockener Schüttungen, also z. B. vulkanischer Auswurfsmassen, versuchsweise nachgeahmt (127 und 148). Schließlich hat Stiny mit großem Arbeitsaufwand Daten über Unwetterkatastrophen (einschließlich Rutschungen usw.) zusammengetragen und von Zeit zu Zeit darüber berichtet (78, 119, 134, 142, 163). Begreiflicherweise ist dabei auch die Frage aufgetaucht, ob sich in diesen Katastrophen eine Periodizität erblicken lasse (219); viel ist dabei nicht herausgekommen: Stiny glaubt daran, daß Gesetzmäßigkeiten vorhanden seien, wenngleich sie aus den bisherigen Daten noch nicht zwingend hervorgehen.

### Grundwasser und Quellen

Seit etwa 1930 stand in Stinys Studien die Untersuchung des Wassers in allen seinen Erscheinungsformen im Vordergrund. In unzähligen Messungen von Wärme, Härte, Schüttung verfolgte er die Quellen und konnte so im Laufe der Jahre aus diesem unüberschaubar großen Material allgemeine Gesetzmäßigkeiten ableiten.

Es mögen die Arbeiten zur Methodik der Quelluntersuchung vorangestellt werden. Die Wärme der Quellen (147, 170) wird in ihren Schwankungen, in ihrer Abhängigkeit nicht nur von der Jahreszeit, sondern von ihrer ganzen geologischen Lage, dem Gestein, der wechselnden Schüttung usw. aufgezeigt. Es ist daher nicht gleichgültig, wann man sie mißt (153, 170). Wenn lange Meßreihen nicht möglich sind, so können doch Messungen zu gewissen (je nach der Höhenlage verschiedenen) Zeitpunkten annähernd brauchbare Jahresmittel liefern. Auch die Härtemessung wird ausführlich behandelt (170). Wiederholt werden Anleitungen zur richtigen Beobachtung von Quellen gegeben (198, 201, 306).

Wichtig ist natürlich auch das Studium der Klüfte, denen die Quellen mindestens ihren Austritt verdanken (63, 214). Besonders die Heilquellen (Thermal- und Mineralquellen) werden in mehreren Arbeiten immer wieder mit bestimmten Kluftsystemen in Zusammenhang gebracht (214, 216, 225, 317, 318, 319). Die Wärmemessung gestattet übrigens auch gewisse Schlüsse auf Zusammenhänge von Quellen untereinander und mit offenen Gerinnen (278).

Nicht zu unterschätzen ist auch die Schurfleistung der Quellen, die besonders an ihrem Austritt durch die Bildung von Quellmulden und Nischen sichtbar wird (186, 223, 268), aber auch aus dem Innern, z. B. eines Schotterkörpers, erhebliche Massen abtragen kann (223).

Starke Schüttungsschwankungen (327) sind ein Kennzeichen für Verkarstung; gleichmäßige Schüttungen aber schließen eine Verkarstung nicht

aus, weil unterirdische „Wasserkeller“ die Schwankungen abdämpfen können (z. B. die Quellen von Innsbruck-Mühlau).

Die sehr verschiedenen geologischen Verhältnisse gestatten eine Einteilung der Quellen, die schon in einer früheren Arbeit (143) versucht und dann 1933 in dem grundlegenden großen Buche (255 Seiten) über die Quellen (155) ausführlichst dargelegt wurde. Dessen Inhalt kann hier nicht referiert werden; übrigens bestehen einige kurze gemeinverständliche Übersichten (143, 157, 166, 324). Auf viele der in dem Buche behandelten Teilfragen ist Stiny in späteren Arbeiten ausführlicher zurückgekommen, hat sie auch durch Einführung neuer Begriffe verfeinert; z. B. jenes der „Quellgruppen“ (182), deren Zusammengehörigkeit auf Grund zahlreicher Härtebestimmungen festgestellt wird (vgl. 170). Auch die jahreszeitlichen Schwankungen von Wärme, Härte, Wasserstoffjonziffer usw. werden durch zahlreiche neue Messungen aufgezeigt (170, 177). Auf gleiche Weise werden auch die Hochgebirgsquellen besonders charakterisiert (178).

Einige Arbeiten beschäftigen sich mit der sozusagen inneren Mechanik der Quellen, mit der Bewegung in Haarröhrchen (146) und mit dem Austritt des Wassers aus solchen (152), eine andere z. B. mit der natürlichen Seihung des Wassers auf seinem Wege durch das Gestein (264). Andere behandeln regional die Quellen und überhaupt die Wasserführung bestimmter Gebiete, so von der Hochfläche von Rückersdorf, Karawankennordrand (172), dem Jauntal (176), ferner die Ausfällung des Kalkgehaltes dieser Quellen in den dortigen Seen (179). Wieder andere die Quellen des Flyschgürtels (209, 228) und deren Auswirkungen auf die Besiedlungsfähigkeit (252). Eine kleine Studie überprüft mit Hilfe genauer Messungen die volkstümliche Ansicht, daß Brunnenkresse gutes Trinkwasser anzeige und kommt zu ihrer Bestätigung (183); eine andere (300) behandelt die Grenzen der Anwendung von Ranney-Brunnen.

Schließlich ist noch der Thermalquellen zu gedenken; Stinys Vorstellungen von ihrer Entstehung sind teils von bestimmten Quellen (Badgastein 291, 306; Warmbad Villach 208, 216, 218; Baden bei Wien 317), teils in allgemeinen Arbeiten (318, 319) niedergelegt.

### Karsterscheinungen

Die Karsterscheinungen spielen eine große Rolle in der Ingenieurgeologie, einerseits bei allen mit ihnen zusammenhängenden Fragen der Wasserversorgung, andererseits besonders auch bei der Planung von Wasserkraftanlagen in Kalkgebirgen. So hat sich Stiny oft und ausführlich mit dieser Fragengruppe beschäftigt. Zunächst schon bei seinen Untersuchungen über Quellen (u. a. auch in seiner Monographie über die Quellen Lit. 155,

aber auch in Arbeiten über Kluftmessung (z. B. Lit. 26), über die in einem anderen Abschnitt berichtet wird. Ein Überblick über diese Fragen bilden schon die beiden Aufsätze über Ingenieurgeologie und Höhlenkunde (199 und 218) und jener über die Entstehung der Quellen (143).

Die genaue Kartierung der Umgebung von Warmbad Villach (196) gab Anlaß zu eingehenden Untersuchungen und Messungen der Quellen in dem stark verkarsteten Ostende der Villacher Alpe und besonders auch der Thermalquelle von Warmbad. Seine Auffassung läuft im wesentlichen darauf hinaus, daß unterirdische Kaltwässer durch juveniles Wasser bzw. heiße Dämpfe geheizt werden. Eine genauere Darstellung der zum Teil periodisch auftretenden Warmwasseraustritte läßt sich als ein sehr kompliziertes Zusammenspiel der jahreszeitlich bedingten Karstquellen mit dem tieferen Warmwasser auffassen, indem das viskose Kaltwasser das leichter bewegliche Warmwasser vor sich herdrängt, es aufstaut, stellenweise aber auch abkühlt (216, 218). Einem Teil dieses Karstgebietes im Wettersteinkalk bei Warmbad, dem sog. Gräflach, ist eine eigene Studie gewidmet (207), in der der Verlauf der Höhlen mit dem dortigen Kluftnetz in Beziehung gebracht wird. Die Karsthydrographie, besonders die Frage der gespannten Wässer, wurde auch in späteren Arbeiten behandelt (z. B. 308). Auch ausländische Höhlen wurden behandelt, z. B. die des Gebietes von Orsova (266).

Welche Gefahren die Verkarstung des Kalkgebirges für die Talsperrenbauten und Speicherbecken birgt, wird sehr ausführlich dargestellt (283); die vielen Mißerfolge zwingen zur Vorsicht, doch sind jung gehobene Kalkgebirge vielfach erst bis zu einer geringen Tiefe verkarstet, so daß große Wasserkraftanlagen dort durchaus möglich sind (vgl. z. B. das Salzkraftwerk). Für eine richtige Beurteilung der Gesamtlage ist also eine weit- ausgreifende geologisch-morphologische Untersuchung unentbehrlich.

In den Karsthohlformen der Oberfläche ist eine Wasserspeicherung durchaus möglich (298, 307), da sie teils natürliche Abdichtung besitzen, teils künstlich gedichtet werden können. Noch die letzte zu Stinys Lebzeiten erschienene Arbeit (330) versucht, die weitverbreiteten mißverständlichen Auffassungen über die Wasserdichtheit verschiedener Gesteine durch genaue Begriffsdefinitionen zu klären und die Vorstellungen zu verfeinern. Eine andere seiner späten Arbeiten, die „Randbemerkungen zur Frage der Entstehung der Höhlen“ (293) versucht die Summe aus den Erfahrungen zu ziehen, wobei er vom Gebirgsdruck ausgeht und neben den bekannten Erosions- und Auslaugungserscheinungen auch die Verstürze in der ihnen zukommenden Bedeutung hervorhebt und überhaupt der mehr mechanischen Betrachtung der Höhlenrohre das Wort redet. Die Höhlen würden es übrigens gut ermöglichen, an voraussichtlich noch in Gang befindlichen Verwerfungs- klüften Marken anzubringen und diese wiederholt einzumessen (323). Stiny

war Beirat der Bundeshöhlenkommission und hat sich an deren Referaten lebhaft beteiligt.

### Gletscherkunde und Glazialgeologie

Ein Großteil der Oberflächenformen, besonders im Hochgebirge, die meisten Seen, sehr viele von den Kleinformen, der heutige vielfach epigene-tische Verlauf von Bächen und Flüssen sind ein Erbe der Eiszeit. Die Moränen und fluvioglazialen Schotter sind erst zum kleineren Teil abge-schwemmt. Wo immer der Techniker in den Alpen baut, hat er es mit diesen Dingen zu tun, im Hochgebirge bewegt er sich im periglazialen Bereich, und so nehmen diese Erscheinungen in Stinys Schaffen breitesten Raum ein. Schon die Tätigkeit bei der Wildbachverbauung gab vielfachen Anlaß, sich mit dem Formenschatz wie auch mit den Lockermassen als Geschiebeherden zu befassen (6, 11, 28, 75, 133). Die Talstufen, die „ostalpinen Eiszeit-schotterfluren“ werden im wesentlichen auf ruckweise Hebungen zurück-geführt (40), die glaziale Ausformung des tektonisch angelegten Millstätter Sees (66) ist eine von vielen Einzeldarstellungen.

In der Frage der Glazialerosion kam Stiny unabhängig von Högbom zum Ergebnis, daß das Herausreißen von Kluftkörpern eine größere Wirkung hat als das reine Abschleifen im engeren Sinne (89). Der Straßenbau im Hochgebirge hat sich fortwährend mit den Glazialgebilden, besonders mit den höchst unangenehmen Moränen, zu befassen, wovon an anderer Stelle die Rede ist. Die Hochgebirgsböden, Bildungen des periglazialen Bereiches, werden mehrfach untersucht (171, 173, 185, 210, 243), ebenso auch die langsamen Bodenbewegungen in ihnen (180, 193) verfolgt.

Mehrfach werden die Beziehungen von Eiszeit und Bauwesen übersichtlich dargestellt (189, 190, 215). Daß bei allgemein morphologischen Darstellungen einer Landschaft auch deren glaziale Elemente behandelt wurden, ist selbst-verständlich (204, 217, 245, 294, 325). Auch der Einfluß der alpinen Gletscher auf den Wasserhaushalt der Flüsse (288) wird in einer eigenen Studie besprochen.

### Landwirtschaftliche und technische Bodenkunde

Die Bodenkunde im weitesten Sinne des Wortes, von der landwirt-schaftlich-forsttechnischen Betrachtung bis zur rein technischen, als Bau-grund, als mehr oder minder dichter Untergrund von Staubecken, im be-sonderen dann die Ausbildung im Hochgebirge, ihre Untersuchung, ihre Kennzeichnung, ihre technische Bewertung, dies alles waren Gruppen von Fragen, die Stiny von früheren Anfängen an beschäftigten und zu denen er in mehr als zwanzig Arbeiten Beiträge erbracht hat. Dabei hat er sich einerseits immer mehr der in diesem Zeitraum entstehenden Erdbaumechanik

angenähert, anderseits aber doch nie den Standpunkt der Geologie als einer beschreibenden und damit naturnah bleibenden Naturwissenschaft verlassen. Die älteste seiner Arbeiten auf diesem Gebiete kennzeichnet Verwitterungsböden der Mürztaler Grobgnese (24), eine spätere die Böden der Nördlichen Kalkalpen (31); die Verwitterungsböden der einzelnen Schichtglieder bzw. Gesteinsarten werden hinsichtlich ihres Verhaltens zum Waldwuchs ausführlich besprochen, anhangsweise auch die Schwemmkegel, Schutthalden, Moränen und Bergsturzmassen. Viele seiner Aufnahmen hatten einzelne bodenkundliche Entdeckungen als Nebenergebnis, etwa über eiszeitliche Frostböden in Kärnten (210), über Blutlehm am Wörtherseeufer (76), über Flugsand im Hochgebirge (171), nämlich aus der berühmten Gamsgrube in der Nähe des Pasterzengletschers, mit ausführlichen Korngrößenanalysen. Die Hochgebirgsböden fanden überhaupt Stinys besonderes Interesse; auf Grund jahrelanger Aufsammlungen und Untersuchungen wurden ihre physikalischen und biologischen Eigenschaften dargestellt (173, 185); diese sind ja die Grundlagen für die Begrünung von Ödland (165, 174).

Schon 1923 war der „Leitfaden der Bodenkunde“ (44) erschienen, der vorwiegend für Land- und Forstwirte bestimmt war.

Allmählich verschob sich seine Arbeitsrichtung von der land- und forstwirtschaftlichen Bodenkunde immer mehr auf das Gebiet der technischen Bodenkunde mit ihren Anwendungen für Baugrund, für dichte Auskleidung von Staubecken und dgl. Bezeichnend für Stinys Arbeitsweise steht am Anfang wieder eine systematische Übersicht und eine Klärung der Nomenklatur, ein „Versuch einer Einteilung der Böden im technischen Sinne“ (100). Es folgen Entwicklungen verschiedener Untersuchungsverfahren, die er schon in seinen Studien über den Einfluß der Kolloide (27) begonnen hatte, teils neue, teils Versuche zur Verbesserung der damals bestehenden Methoden. So über das Absauge- (Pipettier-) Verfahren (140), über Schlammverfahren (87, 125); ein von ihm entwickeltes Gerät mit 3 m hohen Schlammröhren ist zwar etwas langwierig zu bedienen, liefert aber Korngrößentrennungen von bisher unerreichter Genauigkeit. Weitere Arbeiten behandeln Schubfestigkeit der Böden (99), Stoßstauchungen des Baugrundes (10) usw. Einen Gesamtüberblick über die damaligen Untersuchungsverfahren brachte ein Aufsatz aus einem gegebenen Anlaß (110).

Eine Gruppe von Arbeiten behandelt die technisch so entscheidende Frage, ob der Boden bzw. Untergrund eines Gebietes wasserdicht sei bzw. ob und durch welche Mittel er wasserdicht gemacht werden könne, so daß man das Gelände als Speicherraum für eine Wasserkraftanlage verwenden kann. Den Anlaß boten immer praktische Fragestellungen, z. B. die Planung eines Pumpspeicherbeckens auf der Gahns (einem zwar verkarsteten, aber durch eine Lehmdecke abgedichteten Kalkhochgebirge mit einer weiträumigen

Mulde, der Bodenwiese); sehr rasch griffen aber diese Untersuchungen ins Allgemeine aus (184 und 188). Ein Mittel zu diesen Untersuchungen waren natürlich immer wieder Durchlässigkeitsversuche (191). Dazu kamen ausgedehnte Untersuchungen über Hohlrauminhalt (Porenvolumen) von verschiedenen Kugelpackungen. Sie sollten zum besseren Verständnis der sogenannten Gerüstböden (d. s. solche mit Grobgut, größer als 2 mm, zwischen dem volle oder leere Zwickel bleiben) dienen (141); ferner Versuche über die tatsächlichen Strömungen in Haarröhrchen (146). Allen diesen Arbeiten liegt das Bestreben zugrunde, die verschiedenen errechneten Formeln für solche Naturvorgänge durch Versuche an realen Objekten zu überprüfen bzw. ihren Geltungsbereich abzugrenzen.

Die tonigen Dichtungsstoffe boten natürlich Anlaß, den damaligen Stand der Kenntnisse von Tonmineralen und Tongesteinen übersichtlich darzustellen (221). In kritischen Literaturzusammenstellungen brachte er „Grundsätzliches über den Baugrund“ (121), d. h. seine eigenen Ansichten dazu. Ergänzend waren Hinweise auf die Anisotropie von Gesteinen und Böden (102).

Man kann heute — nach über 20 bis 25 Jahren — diesen Arbeiten nur gerecht werden, wenn man ihre Entstehungszeit berücksichtigt, jene Jahre also, in denen die heute sehr allgemein verbreiteten Untersuchungsverfahren der Erdbaumechanik erst in Entwicklung waren. Manche grundlegende Gedanken Stinys sind später von anderen weiter ausgebaut worden. So wurde die Korngrößenbestimmung von Aufschlämmungen durch Aräometer über seine Anregung von einem Mitarbeiter neu aufgegriffen (A. Kiener in *Geologie und Bauwesen* 3, 65—68, Wien 1931). Manche dieser Gedanken haben sich weiter entwickelt, andere sind von neueren Verfahren überholt worden. Immer wieder münden dann die verallgemeinerten Forschungsergebnisse in die praktisch technische Anwendung, so z. B. die Folgerungen der technischen Bodenkunde für das Straßenwesen (88). Vom Wasserkraftbau wird noch die Rede sein. Begreiflicherweise fehlen nicht einzelne Darstellungen des Baugrundes bestimmter Gebiete. So jenes von Wien (200) oder von Bruck a. d. Mur (290). Von großem technischen Interesse war der Baugrund des riesigen (144.000 m<sup>3</sup>) Wasserbehälters im Lainzer Tiergarten, südlich von Wien; er macht durch seine sehr verschiedenen Gesteine die Fundierung des Bauwerks überaus schwierig; durch die Auffindung höchst sonderbarer pikritischer Eruptiva löste dieser „Vulkan vor den Toren Wiens“ sehr interessante geologische Fragen aus (202, 206, 207).

#### Massenbewegungen

Die Kenntnis der langsamen oder raschen Massenbewegungen ist für den Bautechniker von höchster Bedeutung. Er muß solche in Gang befindliche

Bewegungen bereits aus den Landformen erkennen und daraus die nötigen Folgerungen ziehen. Dies beginnt schon bei der Auswahl der Fixpunkte für die Vermessungen. Überall, besonders aber im Hochgebirge, muß er die möglichen Auswirkungen natürlicher Bewegungen auf sein Bauvorhaben abschätzen und sich davor hüten, durch unüberlegte rücksichtslose Eingriffe in den Boden oder Fels Bewegungen auszulösen oder mindestens vorzubereiten, vielmehr muß er immer eine möglichst formschonende Bauweise (234, 235) anwenden. Zu allen diesen Fragen hat Stiny wiederholt Stellung genommen. Die einzelnen Arten von Bewegungen mögen etwa in der Reihenfolge eines vom Verfasser entworfenen Schemas betrachtet werden:

Schema der (vorwiegend trockenen) Massenbewegungen (nach Kieslinger)

		langsam	rasch
		$v=[\text{mm}/\text{Jahr}]$	$v=[\text{cm bis m}/\text{sec}]$
Feste Felsgesteine	Einzelne Blöcke	Blockwandern	Steinschlag, Bergschlag (plötzliche Spannungsauslösungen, besonders im Steinbruch u. Tunnelbau)
	Große Felsmassen	Bergzerreißung (= Talzusub), „Rutschung unter Wahrung des Schichtverbandes“	Bergschliff (gleitend) Bergsturz (fliegend, frei fallend)
Lockergesteine (einschließlich zerrütteter Felsmassen)		Rasewandern, Gekrieche, Schuttwandern, Hakenwerfen, Bodenfließen	Rutschungen

Zu jeder der hier angeführten Arten von Massenbewegungen hat Stiny Wesentliches vorgebracht, teils durch genaueste Einzelbeschreibung und Messung, teils durch referierendes Zusammenfassen (74, 119, 163), das vielfach ins Allgemeine vorstößt und immer die praktische Nutzenanwendung für den Bauingenieur bringt (z. B. 91, 299).

Das langsame Blockwandern wurde durch wiederholtes genaues Einmessen von Blöcken in Höhenlagen über 2000 m verfolgt (180, 193); es ergaben sich Bewegungen von wenigen Millimetern, seltener von einigen Zehnern von Millimeter/Jahr. An steilen Hängen kann die Bewegung zu raschem Steinschlag ausarten, der dann die Schutthalden bildet (159) und der die Straßen und die Baustellen gefährdet (303). Der Anschnitt steiler Felsböschungen oder gar ihre Unterschneidung (in „Balmern“) kann, wenn das Gestein stark zerklüftet ist bzw. die Klüftflächen ungünstig zum Hang liegen, zu langsamen Felsablösungen führen, die dann in Felsstürze ausarten können (159). Die plötzlichen Spannungsauslösungen im Stollen werden im Abschnitt Gebirgsdruck und Tunnelbau behandelt.

Von besonderer technischer Bedeutung ist die vor allem in unseren Alpentälern so häufige Erscheinung, daß die übersteilen Felsböschungen in einem sehr langsamen Abwärtsgleiten begriffen sind. Diese Bewegungen greifen aber sehr tief (vielleicht bis zu etwa 200 m) in den Fels hinein, sind also von einer ganz anderen Größenordnung als die oberflächennahen Schuttbewegungen. Unter Umständen kann dann die langsame Bewegung in Bergsturz ausarten. Liegt also ein Triebwasserstollen oder Druckstollen eines Kraftwerks in diesem Bereich, so kann er schwerste Schäden erleiden. Stiny hat diese Erscheinung „Talzuschub“ genannt. Annähernd zur gleichen Zeit hat auch sein Freund Otto Ampferer die gleiche Erscheinung unter dem Namen „Bergzerreißung“ ebenfalls in mehreren Arbeiten beschrieben. Es scheint, daß sich der zweite Name im Sprachgebrauch mehr durchsetzt. Stiny's Beschreibungen (253, 256, 265, 299, 301) betonen die technische Wichtigkeit dieser Erscheinung für das Bauwesen, übrigens auch für die Lawinenverbauung (302). Diese langsam sich entwickelnden Felsbewegungen arten schließlich in echte Bergstürze aus. Solche hatten schon in seinem Südtiroler Arbeitsgebiet eine Rolle gespielt (4), wurden auch später mehrfach beschrieben (72). Eine geringfügige Bausteingewinnung in der „Walchslängen“ bei Langen am Arlberg löste einmal einen Felssturz von immerhin über 2000 m<sup>3</sup> aus (131). Das Ereignis wurde sorgfältig untersucht und sogar durch einen Modellversuch nachgeahmt.

Die großen Blockmassen im Maurach im Ötztal, die durch das Vorkommen von Bimsstein so berühmt geworden sind, deutet Stiny übrigens (230) nicht als gewöhnlichen „echten“ Bergsturz, sondern als ein steiles Einrutschen von Felsmassen in die durch eine Absenkung vertiefte Felssohle. Das Ausbrechen und Abgleiten großer Felsmassen (Felschlipf) wird natürlich durch die Klufflächen begünstigt. An der Vintschgauer Bundesstraße z. B. ist im dortigen Quarzphyllit infolge der Unterschneidung der Straße ein Felskeil von etwa 5000 m<sup>3</sup> ausgebrochen (145); ähnliche Fälle hat Stiny auch aus anderen Gegenden beschrieben (257) und dabei die erschreckend geringe „Gebirgsfestigkeit“ zerklüfteten Gesteins aufgezeigt, also eine dringende Mahnung zur „formschonenden Bauweise“ (234, 235, 341).

Bergsturzhalde können unter Umständen für Triebwasserleitungen verschiedene Schwierigkeiten bieten. Ein merkwürdiger Einzelfall aus der Gegend von Mixnitz, Steiermark, erweckte vorübergehend Bedenken (129).

Die Lockergesteine mit ihrer verhältnismäßig geringen Kohäsion sind natürlich den Massenbewegungen ungleich mehr ausgesetzt. Auch ein zerklüftetes und durch Verwitterung noch mehr aufgelockertes Gestein muß zu den Lockergesteinen gerechnet werden, die den bekannten lang-



samen Fließbewegungen (Singer 1902) mit Hakenwerfen und ähnlichen Begleiterscheinungen unterliegen; im Hochgebirge werden diese Erscheinungen noch durch die Frostwirkung besonders gesteigert. Stiny hat — abgesehen von den zusammenfassenden Arbeiten über Bauen im Hochgebirge und über Eiszeit und Bauwesen — besonders bei seinen jahrelangen Studien im Glocknergebiet diese Erscheinung beobachtend und messend verfolgt. Dieses „Rasenwandern“ (159, 180, 193), dessen Geschwindigkeit im Hochgebirge mit durchschnittlich 15 mm/Jahr gemessen wurde, ist durch seinen Druck auf Stützmauern usw. besonders für den Straßenbau wichtig. Die Buckelwiesen (243) der tieferen Hänge seien aber in der Hauptsache dem Windwurf zuzuschreiben.

Im Vordergrund der Aufmerksamkeit stehen die raschen Bewegungen der Lockermassen, die unbeschadet der Möglichkeit einer feineren Unterteilung unter dem Begriff „Rutschungen“ zusammengefaßt werden können. Bis zu einem gewissen Grade gehören hierher auch die „Anbrüche“, örtliche Aufreißungen des Bodens, die zu „Blaiken“ führen. Sie wurden schon bei den Wildbacherscheinungen besprochen. Stiny hat wiederholt einzelne bemerkenswerte Rutschungen beschrieben (3, 7, 69, 70, 78, 124, 224), öfter nach dem jeweiligen Stande des Wissens allgemeine Darstellungen über das Wesen der Rutschungen und Möglichkeiten zu ihrer Bekämpfung gebracht (91, 106, 159, 227, 229). Versuche über Standfestigkeit von Sanden und Tongesteinen setzen schon früh ein (27). Die Betrachtung der Schubfestigkeit von solchen Lockergesteinen führt zu einer einheitlichen Beurteilung von Massenbewegungen, Erddruck und Gebirgsdruck (91); mehrere Arbeiten dieser Richtung wurden bereits bei der technischen Bodenkunde behandelt (99, 100, 101, 110). Die Entwässerung tonreicher Schichtstöße (105) ist nicht immer leicht zu lösen. Die Erforschung der so wichtigen Tongesteine wird laufend verfolgt (221). Der zulässige Böschungswinkel bindiger Erdstoffe ist von der Höhe der Böschung abhängig (106); in der gleichen Arbeit werden Formeln für den Erddruck auf Stützmauern entwickelt. Die Rutschflächen (181) fangen oft an wasserführenden, meist tektonischen Klüften an. Die letzte Arbeit Stiny's über diese Frage — 1952 — bietet die derzeit beste kurze Übersicht über unsere Kenntnisse in dieser Fragengruppe (299). Die vielfache Beschäftigung mit Rutschungen hat Stiny schon vor 30 Jahren zu der Auffassung gebracht, daß manche großtektonische Vorgänge wie Gleitfaltung und Gleitüberschiebung im Grunde auch nichts anderes seien als Rutschungen größten Maßstabes (109). Anhangsweise erwähnt seien zwei kleinere Notizen über die Auswirkungen des Erdbebens von Schwadorf, N.-O. (95, 96).

### Technische Gesteinskunde

Das Kerngebiet der Technischen Geologie ist die technische Gesteinskunde, die natürlich von der rein wissenschaftlichen Petrographie ausgeht, dann aber doch vielfach eigene Wege geht. Vor allem darf sie nicht im Beschreibenden allein verbleiben, sondern muß das Gestein im Kraftfeld der verschiedenen Einflüsse aufzeigen, sein Verhalten gegenüber der tektonischen Pressung, der Verwitterung, sein je nach der Art der Beanspruchung sehr verschiedenes anisotropes und in jeder Weise bedingtes Festigkeitsverhalten. Worauf es in der technischen Praxis ankommt, ist weniger die ganz genaue Einordnung in die zahllosen sehr fein unterschiedenen Unterarten der rein wissenschaftlichen Gesteinskunde als vielmehr das Gefüge des Gesteins (mit allen seinen so wichtigen Anisotropien) und sein „Gesundheitszustand“ in mechanischer und chemischer Richtung, also der Grad seiner allfälligen Vorpressung und Klüftung und Verwitterung.

Zur rein wissenschaftlichen Ausgangsstellung sei erwähnt, daß Stiny von den beiden bekannten Taschenbüchern von E. Weinschenk, dem „Petrographischen Vademecum“ und dem „Polarisationsmikroskop“, die 3. u. 4. bzw. 5. u. 6. Auflage bearbeitet hat (48 und 59). Einzelfragen, z. B. die der Tiefenstufen (90), haben ihn mehrfach beschäftigt. Eine „Darstellung von Analyseergebnissen mittels der Summenlinie“ (41) ist recht anschaulich, aber doch nur für eine erste grobe Übersicht ausreichend. Sehr viele und gerade die ungewöhnlicheren Gesteine hat er aus seinem Kartierungsgebiet im steirischen Kristallin beschrieben. Davon wird bei der topographischen Geologie die Rede sein.

Eine angewandte „praktische Gesteinskunde“ war meines Wissens zum ersten Male von Rinne versucht worden (1. Aufl. 1901). 1919 erschien die erste Auflage von Stinys „Technischer Gesteinskunde“ (29), die bald vergriffen war und der dann 10 Jahre später die wesentlich erweiterte 2. Auflage (111) folgte; auch sie fand trotz des für diese Zeit hohen Preises raschen Absatz. Leider nur der mineralogische Teil dieses Buches ist 1952 selbständig als „Mineralogie für Ingenieure des Tief- und Hochbaues und der Kulturtechnik“ (295) neu aufgelegt worden. Dieses umfangreiche Werk (die 2. Auflage hat 550 Seiten) bringt — weit über Rinne hinausgehend — neben der Petrographie im engeren Sinne die technischen Eigenschaften bzw. Auswirkungen der einzelnen Minerale wie der ganzen Gesteine und ihre versuchstechnische Erfassung. Besonders verdienstlich erscheint die Behandlung der Lockersedimente, die noch bis in die Gegenwart herein in einigen Lehrbüchern nicht der Aufnahme gewürdigt werden; und doch hat der Bauingenieur täglich mit ihnen zu tun.

Sehr eindringlich wird auf die technisch so bedeutsame Richtungsbedingtheit (Anisotropie) der Gesteinseigenschaften hingewiesen (102), ferner auf

die örtliche schwere Zerstörung durch Zerrüttungsstreifen (98, 103), eine Hauptsorge im Wasserkraftbau. Die „Festigkeit“ darf nicht einfach — wie es so oft geschieht — der Würfeldruckfestigkeit gleichgestellt werden; vielmehr wird sie durch die Zerklüftung auf die viel kleinere „Gebirgsfestigkeit“ herabgedrückt (118); das ist genau jene, mit der wir es in der Wirklichkeit zu tun haben. Von der Klüftung und Kluftramessung wird in einem eigenen Abschnitt noch gesondert die Rede sein. Eine sozusagen mechanische Petrographie, das Verhalten der Gesteine im Tunnelbau, wird in der „Tunnelbaugeologie“ (289, S. 272—298) gebracht.

Die Untersuchung von Gesteinsvorkommen für Bauzwecke (86) muß natürlich alle diese Dinge berücksichtigen, die Auswahl des Gesteins im Steinbruch (122) kann gar nicht sorgfältig genug erfolgen und für anspruchsvollere Bauvorhaben ist eine Bausteinübernahme (108) unbedingt nötig. Wie man im einzelnen die für einen bestimmten Verwendungszweck geeigneten Steine sucht und findet, wird an zahlreichen Beispielen immer wieder aufgezeigt (vor allem 260). Einzelne Gesteine werden besonders herausgegriffen, so die Kalkglimmerschiefer der Schieferhülle in den Hohen Tauern (254), die dem Straßenbau (Großglockner-Hochalpenstraße!) ebenso Schwierigkeiten bereitet haben wie den großen Kraftwerksbauten.

Ein eigenes Büchlein von immerhin 141 Seiten behandelt die „Auswahl und Beurteilung der Straßenbaugesteine“ (168). Diese bei aller Gediegenheit auch für den Praktiker leicht lesbare Darstellung wurde später von dem Agramer Professor Dr. Luka Marić ins Kroatische übersetzt (280).

Studienreisen nach Italien, die hauptsächlich den dortigen Rutschungen (frane) galten, hatten als hübsches Nebenergebnis eine Überschau „Ingenieurgeologisches aus Sardinien“ (104) und die kleine Monographie über die Bausteine der Stadt Orvieto (116); einige Materialprüfungszahlen über einen Grestener Sandstein aus der Slowakei (151) lassen den Kenner viel herauslesen: die starke Abhängigkeit der Druckfestigkeit von der Würfelgröße, die Abnahme der Festigkeit und Zunahme der Wasseraufnahme bei der Verwitterung usw. Eine andere kleine Notiz bringt ein gutes Beispiel für Rostsprengung (130). Besonders bemerkenswert erscheint die große Arbeit über die „Anlage von Steinbrüchen und Baustoffgruben“ (117), die eine wirkliche Steinbruchgeologie im echten Sinne des Wortes darstellt (während das gleichnamige Buch von Hermann im wesentlichen doch eine Gesteinskunde ist).

Eine kleine Notiz (309) weist auf die Enttäuschungen hin, die man bei der Beschürfung von Ganggesteinen erfahren hat: die vielen Lesesteine der schwer verwitterbaren Gesteine täuschen eine größere Mächtigkeit vor; daher ist trotz der langen streichenden Erstreckung die Anlage leistungsfähiger Steinbrüche meist nicht möglich.

## Regional-geologische Arbeiten

Stiny hat in den Ferialzeiten seines Hauptberufes „nebenbei“ als reiner Aufnahmsgeologe eine so große Leistung erbracht, daß sie sich mit der so mancher hauptberuflich der Aufnahmsgeologie beflissenen Geologen durchaus messen kann. In den Jahren seiner Tätigkeit in Bruck a. d. Mur und in der ersten Zeit seiner Wiener Professur widmete er sich hauptsächlich dem nordsteirischen Kristallin, d. i. dem geologischen Kartenblatt Bruck an der Mur und dem Kristallin des nördlich anstoßenden Blattes Eisenerz—Wildalpe—Aflenz. Das erste so besonders schwierige Blatt ist erst 1933 (156), das zweite (zusammen mit E. Spengler) schon 1926 erschienen (79), leider nur zu diesem auch die Erläuterungen (80). Zu beiden Blättern gibt es eine Reihe von Aufnahmeberichten (33, 35, 38, 51, 58, 62, 85, 92, 113, 115, 137). Einzelne aus irgend einem Grunde besonders bemerkenswerte Gesteinsgruppen wurden in kleineren petrographischen Arbeiten behandelt: Mürztaler Grobgnais (18), seine Verwitterungsböden (24), Diopsidfels von Mixnitz (19), neue und wenig bekannte Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur (20 und 21), Basaltglas von Feldbach (21), Porphyroide von Bruck (22), Granitgnais von Birkfeld (25), Gesteine vom Steinberg bei Feldbach, also Basalte, mit drei neuen Analysen (21 a, 39), dazu eine Reihe mineralogischer Einzelheiten (42), auch gelegentliche Funde tertiärer Fossilien bei Feldbach (47), Dioritporphyrite bei Bruck (169), hochkristalline Anteile der Grauwackenzone (195).

Ebenso wurden auch einzelne bemerkenswerte tektonische Ergebnisse herausgegriffen, so das Karbon bei Bruck (17), die Parschluger Senke (18), das Tertiär der Waldheimat (34), die Pölslinie (128), die südliche Fortsetzung der Weyerer Bögen (136). Viele Jahre später hat er als Beitrag zu einer Heimatkunde von Bruck a. d. Mur noch einmal die Geologie des dortigen Stadtgebietes dargestellt (290). Was wir aber schmerzlich vermissen, das ist eine große zusammenfassende Arbeit über den Raum des Kartenblattes Bruck oder wenigstens Erläuterungen zu dem so wichtigen Kartenblatt. Zu nennen ist ferner eine gemeinverständliche Geologie der Steiermark (57) im Rahmen einer Heimatkunde.

Nach Erscheinen der beiden steirischen Kartenblätter verlagern sich die Aufnahmen nach Kärnten, wo Stiny von etwa 1930 an große Teile des Nordrandes der Karawanken bzw. ihres Vorlandes bearbeitet und mit Karten 1:25.000 veröffentlicht hat. Hieber gehören die Arbeiten über die Hollenburger Senke und das Keutschacher Seental (126), über die Hochfläche von Rückersdorf (158) und deren Quellen (172), über Gewässerkundliches aus dem Jauntale (176), dann die Geologie der Umgebung von Warmbad Villach (196) mit mehreren anschließenden Arbeiten über die dortigen Warmquellen und die Verkarstung und Höhlenbildung (208, 216,

225), die Umgebung von Miklauzhof, Jauntal (211), ferner über Deckenbau und Ostwestschub im Obirgebirge (203) und schließlich über das Durchbruchstal der Drau (262). Andere Kärntner Arbeiten betreffen den Millstätter See (66) und sonstige Ausschnitte, mit denen er sich anlässlich von Vorstudien für Wasserkraftplanungen befaßte, z. B. die Klüfte und Geländeformen der Reisseckgruppe (77), eine Querstörung im Mölltal (154) und bei anderen technisch-geologischen Arbeiten, z. B. beim Bau des Loibl-tunnels (271). Zahlreiche Kärntner Beispiele finden sich in seinen Arbeiten über Straßenbau im Hochgebirge, besonders die Glocknerstraße (z. B. 159, 160, 161, 164, 171, 173), über Massenbewegungen, über Wasserkraftbauten, über Quellenuntersuchungen und Kluftrmessungen. Von den morphologischen Arbeiten wird noch getrennt die Rede sein. Vor, nach und neben diesen geologischen Aufnahmen mehr oder minder zusammenhängender Gebiete liegen viele Einzeluntersuchungen, die an einen gegebenen Anlaß anknüpften. So kleinere geologische und petrographische Berichte aus Südtirol (10, 28) und aus dem Ötztal (5), über das viel besprochene Maurach (230); aus dem nördlichen Niederösterreich (Buchberg bei Mailberg, Lit. 94), über Gesteine des Strudengaus (112), über eine junge Störung in der Enns-Ybbs-Platte (150), über die pikritischen Eruptiva im Untergrunde des Lainzer Großwasserbehälters (202, 206, 207), über Funde in Bad Tatzmannsdorf (281), wo Stiny die Fassung der dortigen Kohlesäurequelle zu beurteilen hatte. Sehr ausführlich wird die Geologie der Umgebung von Orsova behandelt (266), besonders die Abhängigkeit der Täler von Störungstreifen.

Weitaus am wichtigsten in wissenschaftlicher wie in technischer Hinsicht erwies sich die Studie über jugendliche Krustenbewegungen im Wiener Becken (138), die die Entdeckung u. a. der Mitterndorfer Senke enthält, eines quartären Grabenbruches, dessen lose Schotter einen riesigen Grundwasservorrat bergen. Eine sehr umfangreiche Studie ist ferner die technisch-geologische Darstellung der Radstätter Tauern (245, 249).

#### Landformenkunde

Die Morphologie als sichtbarer Ausdruck der Wechselwirkung von endogenen und exogenen Kräften ist die Grundlage nicht nur der Vermessung und Kartendarstellung (welche die Landformen nur dann richtig wiedergeben kann, wenn sie verstehend erschaut sind), sondern auch jeder einigermaßen anspruchsvollen technischen Planung. Der mit einer technischen Fragestellung befaßte Geologe darf sich nicht auf die Untersuchung einer engeren Baustelle beschränken, sondern muß weit ausgreifen, um den Einzelfall als Glied eines großen Ganzen richtig einstuft und beurteilen zu können. So hat Stiny nicht nur während seiner Hochschulzeit eine gesonderte Pflichtvorlesung über Landformenkunde für die Studienrichtung

Vermessungskunde gehalten, sondern auch seine eigenen geologisch-morphologischen Beobachtungen in zahlreichen Arbeiten niedergelegt. Ein Jahr (1925/26) hat er zusammen mit A. Aigner auch die Zeitschrift für Geomorphologie herausgegeben.

Das Interesse an den durch exogene Kräfte geschaffenen Formen scheint schon in den ersten Arbeiten über Erosion auf (12), aus denen über die Taltröge (14) und die Talstufen als Teile einer „Taltreppe“, die ihm von seinem Lehrer V. Hilber nahegebracht worden war (40). Sie bilden ja jene Stufen, die von unseren Wasserkraftwerken ausgewertet werden, so zum Beispiel Kaprun (294, 325). Daß die Morphologie, im engeren Falle die Stufenbildung, eine der Grundlagen des Wasserkraftbaues ist, wurde auch in anderen Arbeiten mehrfach hervorgehoben (267, 273, 326).

Daß tektonische Vorgänge im großen wie im kleinen Maßstab auch die Talbildung beeinflussen, ist ein schon früh aufgegriffenes (34) und später mehrfach behandeltes Thema (50, 67). Daß die Klüftung auch für die kleineren Geländeformen maßgeblich ist (77), daß umgekehrt eben diese Formen die besonders für den Wasserkraftbau so unendlich wichtigen Klüfte, Störungstreifen u. dgl. erkennen lassen, ist eine Gedankenkette, die in mehreren Arbeiten immer wieder auftritt (53, 67, 77 usw.). Auch großräumige Verbiegungen, Hebungen und Senkungen werden in ihrer Auswirkung auf die Landformen und damit letzten Endes auch auf technische Bauwerke behandelt (61, 65, 67). Die Kleinformen der Erosion durch Quellen wurden schon in anderem Zusammenhang besprochen (186, 223, 268).

Besonders die Arbeiten im steirischen Kristallin zwangen zur Auseinandersetzung mit den hochgelegenen Altlandschaften, z. B. auf der Gleinalpe (135) bzw. im Teigitschgebiete (71) und am Ostalpenrande überhaupt (93) und auch manche Berichte aus anderen Landschaften sind vorwiegend den Landformen gewidmet, so die über das Glocknergebiet (161), wo ihn der Straßenbau mehrfach beschäftigte (159, 160, 164).

Die Hohlformen der Erosionsgebilde werden in den schon behandelten Arbeiten über Wildbäche und Muren mit der darin enthaltenen Systematik der „Anbrüche“ ausführlich dargestellt. Ein Nebenergebnis ist ein kleiner Bericht über „Erdpyramiden“ (75).

In dieses intensive Bemühen um das Verständnis der Landformen gehören auch seine Versuche und Messungen zur Nachahmung der Erosionsformen (12, 40), zur Böschung von Schwemmkegeln (11, 23), von Schutthalden (73, 239), von Sandschüttungen (127) bzw. auch von ausgeblasenen Körnungen als Modelle von Tuffvulkanen (148). Ein „Doppelgrat“ (Paschinger) aus der Kraubatheckgruppe, Steiermark, wird durch Schuttrutschungen erklärt, ein anderer benachbarter durch das Zusammen-

fallen von Kluffstreichen und Kammstreichen (81); auf jeden Fall also können Doppelgrate sehr verschiedene Ursachen haben.

Die Studien der Quellen im Flyschgebiet (209, 228) veranlaßten ihn auch zu einer Darstellung der Oberflächenformen des Wienerwaldes (194), gelegentliche Fahrten auch zu Bemerkungen über Oberösterreich (204). Von den durch Massenbewegungen geschaffenen Oberflächenformen ist in einem anderen Abschnitt die Rede.

### S t r a ß e n b a u

Der Straßenbau stellt eine Belastung des Baugrundes, vielfach einen Einschnitt ins Gelände dar, der vorhandene Gleichgewichte stört und dadurch den Folgen dieser Störungen, wie Rutschungen, Felsstürzen, Frostschäden usw. ausgesetzt ist. Ganz besonders gilt dies vom Straßenbau im Hochgebirge. Der Bau der Großglockner-Hochalpenstraße mit allen seinen keineswegs immer erwarteten Schwierigkeiten hat besonders viel Erfahrungsmaterial erbracht und war die äußere Veranlassung zu mehreren Aufsätzen.

Wenn auch beim Straßenbau alle Gebiete der technischen Geologie und Gesteinskunde, also auch jene Fragen der Massenbewegungen, Lawinen, der Glazialgeologie, der Bodenkunde usw. zu Wort kommen, so hat Stiny doch eine Reihe von Arbeiten dem Straßenbau im engeren Sinne gewidmet.

Der „Baugrund“ der Straße wird in gemeinverständlichen Arbeiten dargestellt, aus denen die unbedingte Notwendigkeit vorheriger Untersuchungen hervorgeht (84, 88, 164); besonders steigern sich alle Schwierigkeiten im Hochgebirge (159, 160), wo schon die erste Planung dem Wesen des Gebirges und seiner Gefahren Rechnung tragen muß. Gerade die Nordrampe der Glocknerstraße z. B. ist ein Musterbeispiel einer guten Lösung: sie überwindet den steilen und durch Felssturz und Lawinen gefährdeten Neubaustreifen mit Kehren so rasch als möglich und entwickelt sich erst auf den hochgelegenen Verebnungsflächen. Eingriffe ins Gelände müssen gerade im Gebirge so rasch als möglich begründet werden (165, 174, 226), sollen daraus nicht gefährliche Geschiebeherde entstehen. Der Ingenieur muß die langsamen Bewegungen des Hochgebirgsbodens (180, 185, 193, 299) rechtzeitig erkennen und ihnen bei der Trassierung Rechnung tragen. Er muß sich davor hüten, durch unüberlegtes Anschneiden der Felsböschungen Massenbewegungen, Felsausbrüche u. dgl. auszulösen (257, 303), vielmehr muß er eine möglichst „formschonende Bauweise“ (234, 235) anwenden; die Beobachtung der Lagerungsverhältnisse, besonders der Klüftung, die Erkenntnisse von der Anisotropie aller Felsgebilde, bewahren ihn vor den Fehlern früherer Jahrzehnte, unüberlegt und rücksichtslos vorzugehen; diese geologisch-technische Schau führt ihn vielmehr zu einem „naturnahen Bauen im Fels“ (241). Mehr Schwierigkeiten als erwartet macht gewöhnlich die

Bausteinbeschaffung (260); bei der Glocknerstraße z. B. hatte man gehofft, im Zuge der Trasse genügend „Stein“ zu finden. Tatsächlich aber boten die Kalkglimmerschiefer (254) und andere tektonisch stark mitgenommene Gesteine bittere Enttäuschungen. Von den Straßenbaugesteinen wird hinsichtlich mechanischer Festigkeit, Wetterbeständigkeit usw. besonders viel verlangt. Stinys Buch über „Auswahl und Beurteilung der Straßenbaugesteine“ (168), das später ins Kroatische übersetzt worden ist (280), ist hier ein Führer. Auf jeden Fall bedarf die Planung des Straßenbaus immer verlässlicher technisch-geologischer Kenntnisse, bzw. einer geologischen Beratung (222).

### Bergbaugologie

So vielseitig die Arbeiten Stinys sind, so spielen doch bergbaugologische Veröffentlichungen im engeren Sinne darunter eine ziemlich geringe Rolle. Viel wichtiger für den Bergbau sind seine regionalgeologischen Aufnahmen bergmännisch wichtiger Gebiete in der Obersteiermark, seine Studien über Gebirgsdruck und Kluftrichtung (davon eine, Lit. 63, über Kluftrichtung und Erdölgeologie, die in anderem Zusammenhang besprochen wird). Seine Arbeiten im nordoststeirischen Kristallin führten auch zur Behandlung der darin befindlichen tektonischen Senken, in denen zum Teil kohleführendes Tertiär erhalten ist. Getrennt veröffentlicht (neben Aufnahmeberichten) wurde die Parschluger Senke (16) sowie überhaupt die Entstehung von Kohlenmulden (50), was auch zu Auseinandersetzungen mit anderen Verfassern führte (82, 83). Ein Teilergebnis der Arbeiten in der Oststeiermark während des 1. Weltkrieges ist die Beschreibung der Lignite der Umgebung von Feldbach (26) mit besonders vielen Bohrprofilen. Die ersten Studien über Gebirgsdruck mußten auch die Bergbauschäden einbeziehen (91).

Eine weitere Studie ist den Gipslagerstätten bei Opponitz, N.-Ö. (213) gewidmet. Diese hatten durch ihre Gipswässer Schäden an Stollen der 2. Hochquellenleitung hervorgerufen. Die Gipslagerstätten sind also nicht nur vom bergmännischen, sondern auch vom baugelogischen Standpunkt aus sehr wichtig, was in einer anderen Arbeit (258) ausführlicher dargestellt wird.

### Bau von Wasserkraftanlagen

Kein anderes Teilgebiet der technischen Geologie hat Stiny von frühesten Anfängen bis in seine letzten Lebenstage so beschäftigt wie die Geologie der Wasserkraftanlagen. An seinen Aufgaben wachsend, ist er der bedeutendste geologische Fachmann unseres Landes für diese Fragen geworden, und er hat als solcher auch allgemeine Anerkennung gefunden. Er war der geologische Sachverständige bei der obersten Wasserrechtsbehörde und Mitglied der Staubeckenkommission.



Schon 1923 erschien die erste einschlägige Veröffentlichung (45). Alle Fragen wurden in vollstem Sinne des Wortes „von Grund auf“ behandelt, also schon beginnend mit den tektonischen und morphologischen Grundlagen, die überhaupt erst die Voraussetzungen für den Bau einer Wasserkraftanlage darstellen. Sehr eindringlich wird die Notwendigkeit der Mitarbeit des Geologen bei der Planung und auch noch beim Bau der Kraftwerke begründet und gefordert (52). Wir wollen unseren Überblick nach den einzelnen Teilen der Anlagen gliedern:

Die Speicherbecken selbst müssen neben der richtigen und wirtschaftlich möglichst günstigen Lage (274) hinsichtlich des nutzbaren Gefälles, vor allem eine verlässliche Undurchlässigkeit von Flanken und Grund darbieten. Ihre Dichtheit also oder die Möglichkeit ihrer künstlichen Abdichtung wird in jahrelangen Beobachtungen und Laborversuchen geprüft und in einer Gruppe von Arbeiten dargestellt (107, 184, 188, 233). Ein Sonderfall sind Speicherbecken im Kalkgebirge (233, 274, 233, 298, 307). Verkarstete Gebirge können manchmal eine Anlage gänzlich unmöglich machen, andere wiederum sind oberflächlich derart abgedichtet, daß sie — mit geringen zusätzlichen Maßnahmen — durchaus Speicherbecken darbieten. Entscheidend ist auch die tektonische Vorgeschichte: jung gehobene Gebirge z. B. sind noch nicht auf große Tiefe verkarstet.

Die Gefahr einer Verlandung des Speicherraumes setzt Untersuchungen über Geschiebe- und Schlammführung der Zubringer voraus. In Fortsetzung früherer Arbeiten (30, 32, 43) wird der Einfluß der Schlammführung ganz allgemein behandelt (45), mit vielen Meßwerten aus der Mur; später wird diese Frage noch einmal aufgegriffen (68).

In einer gedankentiefen Arbeit (263) werden ganz allgemein die Beziehungen zwischen Speicherraum, Wassermengen, Schlammführung usw. aufgezeigt und die Änderungen des früheren Gleichgewichtes dadurch, daß die Schwerstoffe im Speicherbecken zurückgehalten, dem Unterlauf des Flusses entzogen werden. Das Verhältnis „Mensch und Talbildung“ ist ein fortwährender Kampf. Der Betrieb der Speicherkraftwerke bringt zwangsweise Spiegelabsenkungen in den Becken (97), die erhebliche Auswirkungen auf die Ufer haben können.

Die Sperren. Die Wahl der Stelle für das Abschlußbauwerk ist zunächst von den morphologischen Verhältnissen abhängig und damit von der ganzen Geschichte einer Landschaft, besonders auch von der Tektonik (233, 317 a). So werden u. a. auch Durchbruchsstrecken großer Flüsse (Enns, Drau, Donau) ganz allgemein betrachtet (262). Bevorzugt sind Stellen größter „Reliefenergie“.

Die Abschlußbauwerke, bei uns vorwiegend Talsperren, stellen an Untergrund und Flanken die höchsten Ansprüche hinsichtlich Standsicherheit und

Wasserundurchlässigkeit. Die erste Frage ist also die nach der Lage des Felsuntergrundes (46, 220, 232, 233, 238, 246); die letzten Jahrzehnte haben uns mit der Übertiefung der Alpentäler, mit ihren Epigenesen usw. bekanntgemacht; dadurch haben sich so manche sonst günstig erscheinende Abschlußstellen als unverwendbar herausgestellt.

Die nächste Frage gilt nun der Güte des Felsens (233, 255, 286). Starke Verwitterung (255) und Zerklüftung (diese Gruppe von Arbeiten über Klüfte und Kluftrichtung werden in einem getrennten Abschnitt besprochen) setzen die Festigkeit (die „Gebirgsfestigkeit“ im Gegensatz zur „Gesteinsfestigkeit“) stark herab. Stark zerklüftete Felsen sind nicht in der Lage, die Auflagerkräfte mit hinreichender Sicherheit aufzunehmen. Daraus folgt u. a., daß auch die Wahl der Bauweise (Schwergewichtsmauer, Bogenmauer usw.) nicht frei steht, sondern weitgehend von der Felsbeschaffenheit abhängt (276, 286). Verwerfungen erzeugen Störungsstreifen, die sorgfältigst beschürft werden müssen (229), oft schon an der Färbung kenntlich sind (103) und manchmal zu einer Verschiebung der Sperrenstelle zwingen; sind sie aber einmal genau bekannt, dann stellen sie kein unüberwindliches Hindernis dar, wie die Hierzmannsperre im Teigtischtale beweist (317 a und 331). Die Bewegungen an solchen Störungen wie überhaupt die Tektonik können bis in die Gegenwart hereinreichen und damit u. U. gefährlich werden, was daher ebenfalls untersucht werden muß (67, 331).

Eine der Grundlagen für die Standfestigkeit wie auch für die Sicherheit gegen Umläufigkeit des Wassers ist die Lage der Schicht- oder Schieferungsbänke. Besonders ungünstig ist das Talauwärtsfallen, das deswegen mehrfach behandelt wurde (273, 297, 315). Baugrund und Staumauer erfahren durch den Wechsel des Staubeckendruckes sehr verschiedene Verformungen. Der Elastizitäts-Modul des Felsuntergrundes ist großen Schwankungen ausgesetzt, übrigens auch infolge des Einflusses der Klüftigkeit schwer zu schätzen. Je nach dem Verhältnis des E-Moduls von Beton und Fels entstehen nun in den unteren Teilen der Staumauer sehr verschiedene Spannungen, die bei gefülltem Staubecken bei harten Gesteinen sehr ungünstig verlaufen (Tölke); es ergibt sich also ein eigenartiger Widerspruch, daß nämlich der Statiker möglichst „weiche“, der Geologe möglichst „harte“ Gesteine wünscht. In einer ausführlichen Studie (312) hat Stiny diese verschiedenen Gesichtspunkte einander gegenübergestellt und die Einflüsse von Ausmaß und Richtung der Klüfte, von der Verbesserung des Felsens durch Injektionen, von der Tiefe des Einbindens der Mauer in den Fels usw. erörtert. In gleicher Weise wird auch die Querdehnung behandelt, die ebenfalls stark schwankt. Man kann bei so verwickelten Verhältnissen nicht mehr einfach von der „Tragfähigkeit“ des Baugrundes sprechen. Sie hängt ja nicht nur vom Gestein, sondern unter sonst gleichen Umständen in hohem

Grade von der Gründung und Einbindung des Sperrenkörpers und seiner einzelnen Teile ab, nicht zuletzt auch von seiner Höhe. Noch schwieriger werden die Verhältnisse bei „Mischstößen“, d. i. der besonders im Kristallin so häufigen Wechsellagerung von Gesteinen mit sehr verschiedenem elastischem Verhalten.

Bei Dämmen tritt Stiny mit vielen Gründen dafür ein, daß man ihre Dichtung nicht als Innenkern, sondern wasserseitig anbringt (250). Eine solche Abdichtung ist besonders auch bei Bergsturz-Stauriegeln am Platze, die auf diese Weise als natürliche Dämme verwendet werden können. Die Dichtung kann u. U. durch Seetone erfolgen, die man wasserseitig in die Bergsturzmasse einschlämmt. Auf diese Weise können Staubecken verwertet werden, die anders in wirtschaftlicher Weise nicht für Wasserkraftanlagen benützt werden könnten.

Die Triebwasserleitungen, d. i. die Zuleitung des Wassers zum Krafthaus, sind in allen ihren Formen (offene Gerinne, Hangkanäle, Freispiegel- und Druckstollen) besonders im Gebirge im höchsten Maße von den örtlichen geologischen Verhältnissen abhängig. Die Lehnstollen (261, 289) müssen in genügendem Abstand von der Geländeoberfläche angelegt werden, es muß genügend „Fleisch“ gelassen werden, weil ja mit einer „Auflockerungsschwarte“ von 20—40 m Mächtigkeit gerechnet werden muß. Besonders stark kann die Auflockerung in vorstehenden Felsrippen werden.

Zwei Arbeiten behandeln sehr ausführlich die höchst bemerkenswerten Felsgrundbrüche, die sich an der Druckrohrleitung eines niederösterreichischen Kraftwerkes ereignet haben (328, 329), und erweitern die Erfahrungen ins Allgemeine. Eine posthum erschienene Arbeit (332) behandelt auch das Kluftwasser seitlich einer Sperre nach den gleichen Gesichtspunkten, insbesondere der sogenannten Walch'schen Regel. Die Anzapfung von Seen wird in der Tunnelbaugeologie (289, S. 300 ff) ausführlich behandelt.

Druckschächte, meist in Form von schrägen (tontägigen) Schächten, müssen ebenso wie die Lehnstollen (261, 289) tief in den Hang hinein verlegt werden, auch wenn sie längerer Fensterstollen bedingen. Sie müssen unter sorgfältigster Berücksichtigung der so vielsagenden Kleinformen des Geländes angesetzt werden (240). Natürlich sind sie im höchsten Maße vom tektonischen Zustand des Gebirges wie auch von der Raumstellung der Ablösungs- (Schicht-, Schieferungs-, Kluft-) Flächen abhängig.

Krafthaus. Gerade die hochalpine Lage vieler Kraftwerke läßt es oft nicht zu, sie auf dem Talboden unterzubringen, sondern zwingt zur Auswahl einer vor Lawinen und Steinschlag geschützten Stelle; dies führt immer mehr dazu, diese Bauten mindestens in tiefere Nischen, womöglich aber in Kavernen in den Berg selbst hinein zu verlegen; dabei ist die Berück-

sichtigung der Gesteinszerklüftung von entscheidender Bedeutung (231, 259, 289).

Zusammenfassendes. Alle diese vielen Umstände zusammen bilden die geologischen Grundlagen der Wasserkraftnutzung, die wiederholt teils in streng fachlichen, teils in gemeinverständlichen Arbeiten vor dem Leser ausgebreitet werden (233, 273, 276, 286), zum Teil geradezu in Statistiken (242) nach Gesteinen, Tiefenlage der Felssohle, Schichtlagerung, Entstehung der Hohlformen usw. Ebenso wird mehrfach ein Überblick über die geologischen Grundlagen der großen österreichischen Wasserkraftwerke geboten (232, 238, 242, 246, 282), zuletzt in einem ausführlichen kleineren Buche (326), das einen unentbehrlichen Behelf darstellt.

Eine Betrachtung über „neuzeitlichen Talsperrenbau in kleineren Staaten“ (283 a) betont besonders eindringlich die Notwendigkeit, den Geologen schon von Anfang an zur Vorbereitung des Bauvorhabens, dann während des Baues zur laufenden Beratung heranzuziehen. Die Geologearbeit kann durch die des „Geotechnikers“ nicht ersetzt werden.

In zwei Beiträgen zu den beiden Festschriften über Kaprun wurden die Geologischen Verhältnisse in der Hauptstufe (294) und im Staubecken Moserboden (325) dargestellt.

### Kluf t m e s s u n g

Die geologischen Vorarbeiten für das Teigitschkraftwerk und andere Aufgaben führten frühzeitig zur Messung und zeichnerischen Darstellung der Klüfte, damals noch in Form von Klüftrosen (53, 54, 55), und zum Versuch einer Aufteilung nach der Art ihrer Entstehung und zur Darstellung ihrer Rolle auf den verschiedensten Teilgebieten der technischen Geologie (90 a). Die Klüfte bedingen die Kleinformen der Landschaft, besonders deutlich im Hochgebirge, wie am Beispiel der Reißeckgruppe aufgezeigt wird (77); sie sind entscheidend für die Quellenkunde (63), besonders für die Heilquellen (214, 225) und für die Erdölgeologie (64), denn sie gestatten die Verfolgung schwacher Krustenverbiegungen (65), oft eher als unmittelbare Fallwinkelmessungen auf den Schichtflächen. Selbstverständlich sind die Klüfte auch für die Steinbruchgeologie entscheidend wichtig (86). Auch Lockergesteine weisen Klüfte auf, deren Einmessung baueologisch wichtig ist (287).

Einer von Stinys Dissertanten, Leopold Müller, hat sehr überzeugend die Vorteile der Kluftdarstellung in Kugelprojektion, nach dem Vorschlag von Walter Schmidt, dargelegt (Untersuchungen über statistische Kluf tmessung, Geologie und Bauwesen 5, 185—255, Wien 1933); ein anderer von Stinys Schülern hat später am Beispiel der kühnen Hierzmansperre (Teigitschwerk) gezeigt, wie man in diese Projektionen auch die Auflagerkraft-

richtungen eintragen und so ihr Verhältnis zu den Hauptkluftstellungen sehr anschaulich machen kann (R. Fill, Kluftrichtung und Talsperrenlage. Geologie und Bauwesen 17, 113—125, Wien 1949). Stiny selbst hat diese Darstellung meines Wissens bei der Beschreibung der Heilquellen des Vellachtales zum ersten Male verwendet (214), dann auch für Gastein (292).

Die Technik des Messens wurde später noch einmal vorgeführt (292), verbunden mit der Darstellung der Kluftabstände bzw. Kluftröhren. Empfohlen werden verschiedene Tabellen, in denen die Messungen in Gruppen zu 5 oder 10 Grad eingetragen werden. Diese Tabellen lassen selbst schon verschiedene Regelmäßigkeiten erkennen, dienen im übrigen als Grundlage für die zeichnerische Darstellung in Kluftröhre oder Kugelprojektion. Letztere Darstellung kann in einer für bautechnische Zwecke zulässigen Weise vereinfacht werden, indem nicht die einzelnen Punkte aufgetragen und später ausgezählt werden, sondern indem man aus den genannten Tabellen gleich die Häufigkeiten in die entsprechenden Kästchen des Gradnetzes einträgt.

### Geomechanik, Gebirgsdruck und Tunnelbau

Die Kluftrichtungen sind natürlich nicht Selbstzweck, sondern nur einer der Wege zu einem näheren Verständnis der erzeugenden Kräfte. Dabei müssen immer mehr die Begriffe und Theorien der Elastizitätslehre verwendet werden, weil „Tektonik nichts anderes als angewandte Mechanik ist“ (L. Müller 1933). Das Bemühen um eine exakte rechnerische Erfassung zwingt aber zu idealisierenden Modellvorstellungen, die sich manchmal durch ihre Vereinfachungen weiter von der Natur entfernen, als dem Geologen tragbar erscheint. Im Mittelpunkt aller dieser Fragen steht immer wieder „der“ Gebirgsdruck, der sich bei näherem Studium als eine nicht sehr glückliche Sammelbezeichnung für sehr verschiedene Dinge herausgestellt hat. Leider besteht bis heute noch nicht annähernd eine Einheitlichkeit der Begriffsdefinitionen und der Nomenklatur. Am sinnfälligsten und technisch bedeutsamsten wird der Gebirgsdruck im Stollen- und Tunnelbau. Stiny hat sich Zeit seines Lebens um diese Fragen bemüht; sie stecken schon in den älteren Arbeiten über Kluftrichtungen und werden später immer bewußter herausgestellt.

Eine ältere Übersicht der geologischen Grundlagen des Tunnelbaus (269) unterscheidet bereits 6 Arten von Gebirgsdruck, was dann in einer eigenen Monographie (270) ungemein ausführlich im einzelnen begründet wird. Unterschieden werden:

- a) Überlagerungsdruck (= Belastungsdruck = Schweredruck).
- b) Umwandlungsdruck: durch physikalische oder chemische Vorgänge, zum Beispiel Wasseraufnahme.
- c) Gleitungs-, Rutschungs-, Bewegungs-, Wanderdruck: durch langsame oberflächennahe Massenbewegungen.

- d) Gebirgsdruck im engeren Sinne = tektonischer Druck, von noch aktiven tektonischen Vorgängen (oder deren Restspannungen).  
 e) Auflockerungsdruck: der von den in den Hohlraum hinein sich auflockernden Gesteinsmassen auf den Einbau ausgewirkte Druck.  
 f) Lösungsdruck = Zerschließungsdruck, hauptsächlich durch Sprengarbeit hervorgerufen.

Alle diese „Unterarten“ des Gebirgsdruckes greifen in höchst verwickelter, von zahlreichen örtlichen Faktoren beeinflusster Weise ineinander, bis sie als „wirksamer Bergdruck“ dem Stollenbauer störend entgegentreten. Die beiden miteinander im Streit liegenden Auffassungen einer gewölbeartigen Verspannung des Gebirges über dem Hohlraum oder aber einer Plattenwirkung, sind nebeneinander je nach den Gesteinsverhältnissen beide berechtigt. Stiny selbst hat später die Abtrennung dieser Unterarten von Gebirgsdruck und ihre Gruppierung etwas geändert. So 1950 in seiner Tunnelbaugeologie (289) und dann noch einmal 1955 (322); es würde viel zu weit führen, auf diese Unterschiede hier im einzelnen einzugehen. Ebenso kann auf seine Auseinandersetzung mit Kastner über den „echten Gebirgsdruck“ (305) hier nicht eingegangen werden; sowohl Rabcewicz als Stiny als Kastner verstehen etwas anders unter dieser Bezeichnung.

In der Schätzung oder gar Berechnung des Gebirgsdruckes zeigt sich auch in Stinys Arbeiten deutlich die Entwicklung der Vorstellungen in den letzten 15—20 Jahren. Noch 1944 ist er (270) überaus skeptisch. Die Beurteilung der in einem Tunnel auftretenden Drucke müsse bis auf weiteres „dem Gefühl und der Erfahrung“ überlassen werden (a. a. O. S. 108). Immerhin führt die sorgfältige Abwägung aller geologischen Beobachtungen, gesteinskundlichen und technologischen Prüfungen und natürlich die Erfahrungen im Richtstollen zu einer für den vorliegenden Fall zweckmäßigen Auswahl unter den verschiedenen Formeln.

In einer sehr ausführlichen Arbeit (284, auszugsweise in 285) wird wieder davon ausgegangen, daß alle Berechnungs- und Modellversuche von der nicht zutreffenden Annahme eines homogenen Gebirges ausgehen. An Hand vieler Bilder wird nun gezeigt, wie es „wirklich“ ist, d. h. welche Druckwirkungen bei verschiedenen Gesteins-, Lagerungs- und Klüftungsverhältnissen zu erwarten sind und welche Formeln (meist in Anschluß an Terzaghi) im Einzelfalle zuständig sind. Der Abschnitt über die Anschätzung des wirksamen Bergdruckes in Stinys gleichzeitig erschienener Tunnelbaugeologie (289) stimmt inhaltlich überein, bringt aber doch schon mehr Formeln und Zahlen. Zwei Jahre später liefert eine weitere Studie über „Gebirgsdruck und seine Berechnung“ (296) in Erweiterung der vorherigen Arbeiten viel ausführlicher Formeln und Zahlenwerte, wenn auch die Berücksichtigung der Anisotropie des Gesteins und der Wunsch nach Großversuchen wiederholt wird. Verhältnismäßig leicht ist manchmal die Reibung (genauer gesagt ihr Mindestwert) an Gesteinsbänken festzustellen, die

infolge einer Unterschneidung abgleiten (311) und ähnlich auch an sonstigen Felsunterschneidungen.

Der Tunnelbau im engeren Sinn wird in vielen Einzelfragen gesondert behandelt, so z. B. in einer ausführlichen Studie über die Vorausbestimmung der Erdwärme (149), über die vorhin genannten Gebirgsdruckfragen usw. Eine besondere Behandlung erfahren auch größere Hohlrumbaute (272), die während des Krieges im Vordergrund des Interesses gestanden waren; sie werden in einer sehr interessanten Weise mit den Verhältnissen in Naturhöhlen verglichen. Wie immer bildet das reiche Zahlenmaterial eine Fundgrube für alle späteren Forscher. Einzelerfahrungen werden getrennt beschrieben (Loibl-Tunnel 271). Auch die große Studie über die Radstätter Tauern (245) ist eigentlich eine Vorstudie zu einem geplanten Straßentunnel. Einer kleineren Darstellung des Standes um 1943 (269) folgt dann 1950 das große (366 Seiten) Buch über Tunnelbaugeologie (289). Es bringt die Zusammenfassung der bisherigen Einzelarbeiten, aber darüber hinaus ausgedehnte technische Abschnitte über das Lösen des Gebirges, über das Wasser im Stollenbau, über die Vortriebsweisen, über das technische Verhalten der Gesteine, über Seeanstiche, über besondere unterirdische Hohlräume usw. Hinter jeder Zeile spürt man die lebendige Anschauung des naturnahen Geologen, die reife Erfahrung des Praktikers. Jeder Abschnitt ist mit reichlichen Literaturangaben versehen, ein ausführlicher Anhang behandelt den neueren amerikanischen Tunnelbau. Wer immer mit Felshohlrumbaue zu tun hat, wird aus diesem grundlegenden Werke reichste Belehrung schöpfen.

### Technische Geologie

1922 war Stinys Buch „Technische Geologie“ (37) erschienen. Es war mehr ein Programm, ein Versprechen, denn nur der letzte Hauptabschnitt behandelt auf 80 Seiten das, was wir heute — gerade durch Stinys Lebenswerk — uns unter „Technischer Geologie“ vorstellen; der Hauptteil des Buches ist aber doch allgemeine, sehr gemeinverständlich geschriebene Grundlagenwissenschaft, also mehr eine „Geologie für Techniker“. Stiny selbst hat durch seine 300 nachher erschienenen Arbeiten so viel wie kaum ein anderer Geologe die einzelnen Abschnitte jener angewandten Wissenschaft gefördert und weiter entwickelt. Wenn auch die Bücher über Quellen, Straßenbaugesteine, Technische Gesteinskunde, Tunnelbaugeologie usw. ganz wesentliche Teile davon sind, so vermischen wir es doch überaus schmerzlich, daß gerade er nach der Überschau und reifen Erfahrung einer Arbeit von über fünf Jahrzehnten nicht mehr dazugekommen ist, uns ein zusammenfassendes Lehr- oder Handbuch der Technischen Geologie zu schenken und zu hinterlassen.

## Spä n e

Die Tätigkeit als Herausgeber und Schriftleiter seiner eigenen Fachzeitschrift „Geologie und Bauwesen“ gab Anlaß zu einer großen Zahl von Referaten und kleinen Notizen, die nicht im folgenden Schriftenverzeichnis aufgenommen werden konnten. Ebenso wurde ein näheres Eingehen auf einige Nachrufe (Diwald 251, Ampferer 277, Ascher 316, 320) sowie auf unwesentliche kleinere Kritiken unterlassen.

## Der Hochschullehrer

Die Unterrichtstätigkeit an der Technischen Hochschule Wien ist nach außenhin am wenigsten in Erscheinung getreten und hat doch durch die unmittelbare Ausbildung einer Generation von Bauingenieuren am meisten dazu beigetragen, die naturwissenschaftliche, geologische Betrachtungsweise in das technische Denken einzugliedern. Wenn Stiny wiederholt mit Bitterkeit festgestellt hat, wie gering die Resonanz seiner Bemühungen bei damaligen Alters- und Berufsgenossen war, so hat er übersehen, wie schön die Saat unter der Jugend aufgegangen ist und wie die Notwendigkeit der geologischen Mitarbeit an technischen Aufgaben stillschweigend, aber nicht minder wirkungsvoll, eine Selbstverständlichkeit geworden ist.

Seine Hauptvorlesung seit 1925/26 (Geologie I und II) wurde schon nach 2 Jahren als „Technische Geologie“ bezeichnet, also gleichlautend mit seinem schon 1922 erschienenen Lehrbuch (37); seit 1940/41 hat er sie „Ingenieurgeologie“ genannt. Eine zweite Hauptvorlesung war die über Landformenkunde für die Hörer des Vermessungswesens. 1929/30 wird die geschichtliche Geologie als Nebenvorlesung aus dem Hauptunterricht abgegliedert. Daneben laufen zahlreiche Sondervorlesungen, z. B. durch 10 Jahre über Grundwasser und Quellenkunde, ferner über Grundzüge der Forstwirtschaft, über technische Bodenphysik. Seit 1941/42 beschränkt er sich auf die Ingenieurgeologie und Landformenkunde. In der Zeit vor dem zweiten Weltkriege haben eine Reihe von Bauingenieuren bei Stiny das technische Doktorat erworben. Mehrfach hat Stiny zur Methodik des Unterrichtes in Ingenieurgeologie Stellung genommen. Er berichtet über den von ihm gehandhabten Vorlesungsplan für Tiefbauingenieure (212), er beschreibt eindringlichst die Wichtigkeit der ingenieurgeologischen Arbeit und der dazu erforderlichen Ausbildung (236), die für den „Baugeologen“ zum Teil eine andere sein muß als der Universitätsunterricht in seiner Einstellung auf reine Wissenschaft (244, 247, 248). Eine letzte Arbeit (310) versucht noch einmal, das Ineinandergreifen der Technik und Naturwissenschaft, die ganz verschiedene Begabungen voraussetzen, aufzuzeigen. Eine erfolgreiche Tätigkeit könnte eigentlich nur durch ein Doppelstudium verwirklicht werden. Ein Ingenieurgeologe müßte nach seinen vollen Ingenieur-



studien noch 2—3 Jahre an einer Universität studieren, womöglich noch das Doktorat erwerben. Für große Aufgaben wird eine Zusammenarbeit von Fachgeologen und „Geologingenieur“ zweckmäßig sein. Auch zur „Wehrgeologie“ hat er zusammen mit O. Kühn einen Beitrag gebracht (205).

A. Kieslinger

#### Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

(G. u. B. = Geologie und Bauwesen, herausgegeben und redigiert von J. Stiny;  
Band 1—3: Selbstverlag, ab Band 4: Springer-Verlag, Wien)

1907:

1. Das Murenphänomen. Mitt. Deutsch. naturwiss. Ver. beider Hochschulen, Heft 1, 7—22. Graz.

1908:

2. Die Berasung und Bebuschung des Ödlandes im Gebirge als wichtige Ergänzung getroffener technischer Maßnahmen und für sich betrachtet. 155 S., 4 Taf. Selbstverlag Graz.
3. Der Erdschliff im Schmaleckerwalde (Zillertal). Mitt. geol. Ges. 1, 408—412. Wien.
4. Über Bergstürze im Bereich des Kartenblattes Rovereto—Riva. Verh. geol. Reichsanst. 320—326. Wien.
5. Epidotamphibolit aus dem Ederbache bei Oetz (Oetztal). Mitt. Deutsch. naturwiss. Ver. beider Hochschulen, Heft 2. 4 S. Graz.
6. Über einige wenig bekannte Gletschertöpfe in der Umgebung von Nago in Südtirol. Mitt. Deutsch. naturwiss. Ver. beider Hochschulen, Heft 2. 2 S. Graz.
7. Die Erdschlipfe und Murbrüche bei Kammern. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 45, 264—273, Graz.

1909:

8. Die Ursachen der vorjährigen Vermurung im Zillertale. Mitt. geol. Ges. 2., 213—226. Wien.
9. Die jüngsten Hochwässer und Murbrüche im Zillertale. Österr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst, Heft 7. 4 S. Wien.

1910:

10. Perm bei Campill. Verh. geol. Reichsanst. 385—389. Wien.
11. Die Muren. Versuch einer Monographie mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in den Tiroler Alpen. 139 S. Verl. Wagner Innsbruck.

1911:

12. Zur Erosionstheorie. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 47, 83—88. Graz.
13. Die Talstufe von Mareit. Mitt. geograph. Ges. 54, 114—126. Wien.

1912:

14. Taltröge. Petermanns Mitt. 58, 247—252, 330. Gotha.
15. Fortschritte des Tiefenschurfes in der Gegenwart. Geol. Rundschau 3. 166—169. Stuttgart.
16. (zus. mit K. Gaulhofer) Die Parschluger Senke. Mitt. Geol. Ges. 5, 324—344, Wien.

1913:

17. (mit K. Gaulhofer) Die geologischen Verhältnisse am Ostende des Karbonzuges Bruck a. d. M. — Graschnitzgraben. Verh. geol. Reichsanst. 397—403. Wien.

1914:

18. Zur Kenntnis des Mürztaler Granitgneises. Verh. geol. Reichsanst. 305—312. Wien.
19. Diopsidfels (Malakolithfels) von Mixnitz. Zentralbl. f. Min. usw. 745 f. Stuttgart.

## 1915:

20. Neue und wenig bekannte Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. M. Neues Jahrb. f. Min. usw. I, 91—111. Stuttgart.

## 1917:

21. Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. M. 59 S. Selbstverl. Feldbach.  
21 a. Basaltglas vom Steinberg bei Feldbach. Zentralbl. f. Min. usw. 128—134. Stuttgart.  
22. Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung von Bruck a. d. M. Zentralbl. f. Min. usw. 407—414. Stuttgart.  
23. Versuche über Schwemmkegelbildung. Geol. Rundschau 8, 189—196. Stuttgart.  
24. Die Verwitterungsböden der Mürztaler Grobgnese. Wiener landwirtschaftl. Ztg. Nr. 64 v. 11. VIII.

## 1918:

25. Granitgneis von Birkfeld. Zentralbl. f. Min. usw. 22—29. Stuttgart.  
26. Die Lignite der Umgebung von Feldbach in Steiermark. Bergbau und Hütte, Heft 10/11. 14 S.  
27. Einige Beziehungen zwischen Kolloidchemie, Geologie und Technik. Jahrb. geol. Bundesanst. 68, 259—284. Wien.

## 1919:

28. Zur Eiszeitgeologie von Predazzo und Primör. Verh. geol. Bundesanst. 302—304. Wien.  
29. Technische Gesteinskunde (1. Auflage). 335 S. Verl. Waldheim-Eberle, Wien.

## 1920:

30. Die Schlammförderung und Geschiebeführung des Raabflusses. Mitt. geogr. Ges. 63, 3—11. Wien.

## 1921:

31. Böden unserer nördlichen Kalkalpen. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 47, 317—335. Wien.  
32. Die Geschiebeherde der Wildbäche. Mitt. geol. Ges. 14, 275 (Vortragstitel). Wien.  
33. Jahresbericht, betreffend Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Reichsanst. 1921, 20—22. Wien.

## 1922:

34. Beziehungen zwischen Talnetz und Gebirgsbau in Steiermark. S. B. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. 131, 187—198. Wien.  
35. Jahresbericht, betreffend Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Bundesanst. 1922, 24—26. Wien.  
36. Beziehungen des Tertiärs der Waldheimat zum Aufbau des Nordostsporns der Alpen. Zentralbl. f. Min. usw. 49—57. Stuttgart.  
37. Technische Geologie. 789 S., 1 Karte. Verl. F. Encke, Stuttgart.

## 1923:

38. Jahresbericht, betreffend Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Bundesanst. 1923, 26—27. Wien.  
39. Gesteine vom Steinberg bei Feldbach. Verh. geol. Bundesanst. 132—140. Wien.  
40. Die ostalpinen Eiszeitschotterfluren. Ein Beitrag zur Aufklärung ihrer Entstehung. Allgemeine Versuche und Betrachtungen. Zentralbl. f. Min. usw. 202—213, 234—245. Stuttgart.  
41. Darstellung von Analyseergebnissen mittels der Summenlinie. Zentralbl. f. Min. usw. 392—393. Stuttgart.  
42. Mineralogisches aus der Oststeiermark. 1. Blaueisenerde vom Steinberge bei Feldbach. 2. Neue Einschlüsse aus dem Basalttuffe von Weißenbach bei Feldbach und der Basaltfelsbomben des Tuffes von Unterweißenbach. Tschermaks min.-petrogr. Mitt. 36, 93—96.  
43. Die Schlammführung einiger steirischer Gewässer. Z. österr. Ing. u. Arch. Ver. Heft 19/20, 2 S. Wien.  
44. Leitfaden der Bodenkunde. 203 S. Verl. C. Gerold, Wien-Leipzig.

45. Wasserkraftausnutzung und Schlanenführung der Gewässer. Wasserwirtschaft, S. 152 f., 169—171. Wien.

46. Über die Lage des Felsuntergrundes bei Talsperrengründungen. Wasserwirtschaft, S. 25—27. Wien.

1924:

47. Neue Fundorte tertiärer Mollusken in der Umgebung von Feldbach. Jahrb. geol. Bundesanst. 74, 75—96. Wien.

48. Neubearbeitung von Ernst Weinschenk, Petrographisches Vademecum. 3. und 4. Aufl. 1 Taf., 104 Textabb., XII, 236 S. Verlag Herder, Freiburg.

1924:

49. Randbemerkungen zur Schurf- und Aufschüttungsfrage. Mitt. geol. Ges. 16, 273—285. Wien.

50. Zur Entstehung von Kohlenmulden. Mitt. geol. Ges. 16, 286—294. Wien.

51. Jahresbericht, betreffend Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Bundesanst. 1924, 27—28. Wien.

52. Die Mitarbeit des Geologen beim Baue von Wasserkraftanlagen. Wasserwirtschaft Nr. 2. 4 S. Wien.

1925:

53. Gesteinsklüfte und alpine Aufnahmegeologie. Jahrb. geol. Bundesanst. 75, 97—127. Wien.

54. Gesteinsklüftung im Teigitschgebiet. Tschermaks min.-petrogr. Mitt. 38, 464—478. Wien.

55. Die Ausführung der Kluftrichtung. Der Geologe Nr. 38, 873—877. Leipzig.

56. Randbemerkungen zum Schrifttum über das Tertiär der Stoderalpe. Zentralbl. f. Min. usw. 393—398. Stuttgart.

57. Geologie und Mineralogie. In: Heimatkunde der Steiermark, Heft 8. 86 S., 3 Taf. Verl. Haase Wien.

58. Aufnahmebericht über Blatt Bruck a. d. M. und Wildalpe—Eisenerz. Verh. geol. Bundesanst. 1925, 13. Wien.

59. Neubearbeitung von Ernst Weinschenk. Das Polarisationsmikroskop. 5. und 6. Aufl. 217 Abb., VIII, 160 S. Verlag Herder Freiburg.

60. Standortliches aus den österreichischen Uralpen und Schieferbergen. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen 51, 396, Wien 1925.

61. Hebung oder Senkung? Petermanns Mitteilungen 70, 205—209.

1926:

62. Aufnahmebericht über Blatt Bruck a. d. M. Verh. geol. Bundesanst. 1926, 10—11. Wien.

63. Kluftrichtung und Quellenkunde. Internat. Z. f. Bohrtechn., Erdölbau und Geol. 34, 97—100. 1 Karte. Wien.

64. Kluftrichtung und Erdölgeologie. Internat. Z. f. Bohrtechn., Erdölbau und Geol. 34, 137—138. Wien.

65. Geometrisches über Krustenverbiegungen. Der Geologe Nr. 40, 952—957, 2 Taf. Leipzig.

66. Zur Geschichte des Millstättersees. Die Eiszeit 3, 9—20. Leipzig.

67. Bewegungen der Erdkruste und Wasserbau. Wasserwirtschaft Heft 7—17. 24 S. Wien.

68. Der „Schweb“ der Mur. Z. f. Geomorphologie 1, 49—53. Leipzig.

69. Die Erdbeben des Jahres 1924 bei Monachil in Spanien. Z. f. Geomorphologie 1, 54—58. Leipzig.

70. Die Erdbewegungen bei Amalfi. Z. f. Geomorphologie 1, 58. Leipzig.

71. Zur heutigen Oberflächenformung im Teigitschgebiete. Z. f. Geomorphologie 1, 58—60. Leipzig.

72. Bergsturz bei Gnigl. Z. f. Geomorphologie 1, 60. Leipzig.

73. Neigungswinkel von Schutthalde. Z. f. Geomorphologie 1, 60—61. Leipzig.

74. Massenbewegungen in den Alpen. Z. f. Geomorphologie 1, 156. Leipzig.

75. Erdpyramiden im Ötztale. Z. f. Geomorphologie 1, 156—157. Leipzig.

76. „Blutlehm“ am Wörtherseeufer. Z. f. Geomorphologie 1, 157. Leipzig.

77. Einiges über Gesteinsklüfte und Geländeformen in der Reißbeckgruppe. Z. f. Geomorphologie 1, 254—275. Leipzig.

78. Unwetterwirkungen in Österreich während des Sommers 1925. Z. f. Geomorphologie **1**, 296—298. Leipzig.
79. (mit E. Spengler) Blatt Eisenerz, Wildalpe und Aflenz der geologischen Spezialkarte 1:75.000. Wien, Geolog. Bundesanstalt.
80. (mit E. Spengler) Erläuterungen zur geol. Spezialkarte Blatt Eisenerz, Wildalpe und Aflenz. Wien, Geolog. Bundesanstalt.
81. Zur Frage der „Doppelgrate“. Z. f. Geomorphologie **1**, 299—301. Leipzig.
82. Das Kohlenbecken von Köflach-Voitsberg und seine Umgebung (Erwidernung an Herrn Oberbergrat Dr. L. Waagen). Verh. geol. Bundesanst. 1926, 107—108. Wien.
83. Nochmals das Kohlenbecken von Köflach-Voitsberg und seine Umgebung (Entgegnung an Herrn Oberbergrat Dr. L. Waagen). Verh. geol. Bundesanst. 1926, 183—184. Wien.

1927:

84. Straßenbau und Baugrundgeologie. „Reichspost“ Wien 3. Jänner 1927.
85. Aufnahmebericht betreffend Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Bundesanst. 1927, 36—39. Wien.
86. Die Untersuchung von natürlichen Gesteinsvorkommen für Bauzwecke und die Klüftigkeit der Felsarten. Steinbruch und Sandgrube **26**, 587—589, 611—613, 635—637. Halle a. d. Saale.
87. Eine Abänderung des Wiegnerschen Schlammverfahrens. Fortschr. d. Landwirtschaft **2**, 810—811. Wien-Berlin.
88. Straßenwesen und Baugrundgeologie. Der Straßenbau **13**, 354—356. Halle a. d. Saale.
89. Zur Frage des Gletscherschurfes. Der Geologe Nr. **41**, 1018—1021. Leipzig.

1928:

90. Zur Frage der „Tiefenstufen“ bei der Gesteinsumprägung. Verh. geol. Bundesanst. 1928, 204—205. Wien.
- 90 a. Gesteinsklüftung und Technik. Mitteil. Wiener Mineralog. Ges. Nr. 90, 1—3. Wien.
91. Rutschungen, Gebirgsdruck, Bergbauschäden und Baugrundbelastung. Internat. Z. f. Bohrtechn., Erdölbau und Geol. **36**, 66—72. Wien.
92. Aufnahmebericht über Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Bundesanst. 1928, 36—38. Wien.
93. Zur Morphologie des Ostalpenrandes. Entgegnung an A. Winkler. Z. f. Geomorphologie **3**, 62. Leipzig.
94. Geologisches vom Buchberg bei Mailberg. Verh. geol. Bundesanst. 1928, 227—229. Wien.
95. Die Lehren der Schwadorfer Erdbeben. „Reichspost“ 28. Jänner 1928 Wien.
96. Das Erdbeben von Schwadorf. Matériaux pour l'étude des Calamités 1928, Heft 18.

1929:

97. Einige Folgeerscheinungen der Spiegelabsenkung von Speicherbecken; Wege zu ihrer Voraussicht und ihrer Abschätzung. G. u. B. **1**, 51—59. Wien.
98. Zerrüttungstreifen und Steinbruchbetrieb. G. u. B. **1**, 60—62. Wien.
99. Zur Schubfestigkeit der Böden. G. u. B. **1**, 62—67. Wien.
100. Versuch einer Einteilung der Böden im technischen Sinne. G. u. B. **1**, 67—69. Wien.
101. Über Stoßstauchung des Baugrundes. G. u. B. **1**, 70—73. Wien.
102. Richtungsbedingtheit der Gesteinsfestigkeit und der Bodeneigenschaften. G. u. B. **1**, 120—123. Wien.
103. Zur Färbung von Zerrüttungstreifen. G. u. B. **1**, 171—175. Wien.
104. Ingenieurgeologisches aus Sardinien. G. u. B. **1**, 157—170. Wien.
105. Zur Frage der Entwässerung tonreicher Schichtstöße. G. u. B. **1**, 123—125. Wien.
106. Zur Kenntnis und Abwehr der Rutschungen. G. u. B. **1**, 190—202. Wien.
107. Zur Frage der Abdichtung der Speicherbecken. G. u. B. **1**, 239—240. Wien.
108. Ist eine Bausteinübernahme nötig? G. u. B. **1**, 240—241. Wien.
109. Faltungen und Überschiebungen durch Gleitung (Rutschungen größten Maßstabes). Zentralbl. f. Min. usw. B, 116—125. Stuttgart.

110. Neuzeitliche Untersuchung des Bodens für Gründungen. Festschrift zum 50jährig. Bestand der Städt. Prüfanstalt f. Baustoffe 1879—1929, 112—117. Wien.
111. Techn. Gesteinskunde 2. Aufl., 550 S., 1 Taf. Verl. Springer, Wien.
112. Kritische Bemerkungen zur Arbeit von R. Grengg und F. Müller: Petrographische, chemische und bautechnische Charakteristik der böhmischen Masse zwischen Ardagger, Grein, Ybbs und Amstetten. Verh. geol. Bundesanst. 1929, 199—200. Wien.
113. Aufnahmebericht über Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Bundesanst. 1929, 33—34. Wien.
114. Tertiäre Verwitterungsböden in den zentralen Ostalpen. Geol. Rundschau 20, 76. Berlin.

1930:

115. Aufnahmebericht über Blatt Bruck a. d. M.—Leoben. Verh. geol. Bundesanst. 1930, 41—43. Wien.
116. Die Bausteine Orvietos und ihre Verwitterung. G. u. B. 2, 147—187. Wien.
117. Die Anlage von Steinbrüchen und Baustoffgruben. G. u. B. 2, 1—75. Wien.
118. Zum Begriff „Festigkeit“ bei natürlichen Gesteinen. Z. f. prakt. Geol. 38, 59—60. Halle a. d. Saale.
119. Schäden durch Naturgewalten in Österreich im Jahre 1929. G. u. B. 2, 134—136. Wien.
120. Zur Verbaung der Feilenanbrüche in den Wildbacheinzugsgebieten. G. u. B. 2, 208—217. Wien.
121. Grundsätzliches über den Baugrund. G. u. B. 2, 217—228. Wien.
122. Die Auswahl des Gesteins im Steinbruche. G. u. B. 2, 236—237. Wien.
123. Lebenszeichen an Mutter Erde. G. u. B. 2, 237. Wien.
124. Der jüngste Erdbeben in Lyon. G. u. B. 2, 237—239. Wien.
125. Ein für bodentechnische Zwecke geeignetes Schlammverfahren. G. u. B. 2, 233—236. Wien.

1931:

126. Zur Kenntnis der Hollenburger Senke und des Keutschacher Seentales. Verh. geol. Bundesanst. 1931, 207—230. Wien.
127. (mit M. Winkler) Die Böschungswinkel geschütteter trockener Sande und ihr Durchfluß durch Öffnungen. G. u. B. 3, 12—20. Wien.
128. Zur Kenntnis der Pölslinie (Obersteier). Zentralbl. f. Min. usw. B. 527—538. Stuttgart.
129. Eine merkwürdige Einlagerung in einer Bergsturzmasse. G. u. B. 3, 227—230. Wien.
130. Steinsprengung durch rostendes Metall. G. u. B. 3, 230—231. Wien.
131. Ein nicht gewöhnlicher Felssturz bei Langen am Arlberg. G. u. B. 3, 148—150. 2 Abb. Wien.
132. Zur örtlichen Verteilung von Rutschungsanbrüchen auf Steilhängen. G. u. B. 3, 143—148. Wien.
133. Die geologischen Grundlagen der Verbaung der Geschiebeherde in Gewässern. 121 S., 40 Abb., Verl. Springer, Wien.
134. Schäden durch meteorologische und geologische Naturgewalten in Österreich im Jahre 1930. Matériaux pour l'étude des calamités 1, Nr. 45, S. 48.
135. Zur Oberflächenformung der Altlandreste auf der Gleinalpe. Zbl. Min. B. 49, 97. Stuttgart 1931.
136. Zur südlichen Fortsetzung der Weyrer Bögen. Verhdg. d. G. B. A. 1931, S. 220—230.
137. Aufnahmebericht über Blatt Bruck a. d. M.—Leoben (5054). Verh. G. B. A. 1, 38—39. Wien.

1932:

138. Zur Kenntnis jugendlicher Krustenbewegungen im Wiener Becken. Jahrb. geol. Bundesanst. 82, 75—102. Wien.
139. Forstwirtschaft und geologischer Aufbau von Niederösterreich. Österr. Vierteljahrsschr. f. Forstwesen, Heft 3, 16 S.
140. Das Absaugeverfahren in der technischen Bodenkunde. G. u. B. 4, 283—284. Wien.
141. Der Hohlrauminhalt tatsächlicher Bodengerüste. G. u. B. 4, 145—148. Wien.

142. Schäden durch Naturgewalten in Österreich während des Jahres 1931. G. u. B. 4, 91—100. Wien.
143. Altes und Neues über Entstehung und Einteilung der Quellen. G. u. B. 4, 52—91. Wien.
144. Die Bewährung von Schneezäunen bei der Lahnenverbauung. G. u. B. 4, 105—106. Wien.
145. Ein Felsschliff an der Vintschgauer Bundesstraße. G. u. B. 4, 101—104. Wien.
146. Zur Wasserbewegung in Haarröhrchen. G. u. B. 4, 149—154. Wien.

## 1933:

147. Zur Frage der Wärme von Quellen. G. u. B. 5, 27—46. Wien.
148. Zur äußeren Gestaltung der Feuerberg-Auswurfmassen. Zentralbl. f. Min. usw. B, 379—389. Stuttgart.
149. Zur Vorausbestimmung der Erdwärme im Bauwesen, besonders in Stollen und Tunnels. G. u. B. 5, 77—123. Wien.
150. Eine jugendliche Störung in der Enns-Ybbs-Platte. Verh. geol. Bundesanst. 1933, 130—131. Wien.
151. Technisches Verhalten der Verwitterungsschwarte von Sandstein. G. u. B. 5, 47. Wien.
152. Austritt des Wassers aus Haarröhrchen am Munde von Quellen. G. u. B. 5, 124—125. Wien.
153. Wann sollen wir Quellen messen? G. u. B. 5, 264—268. Wien.
154. Eine Querstörung im Mölltal. Verh. geol. Bundesanst. 1933, 115—116. Wien.
155. Die Quellen. Die geologischen Grundlagen der Quellenkunde für Ingenieure aller Fachrichtungen sowie für Studierende der Naturwissenschaften, 255 S., 154 Abb., Verl. Springer, Wien.
156. Blatt Bruck a. d. M.—Leoben, geol. Spezialkarte 1:75.000 der Republik Österr.

## 1934:

157. Unsere Quellen. Wiener allgem. Forst- und Jagdzeitung 52, Nr. 32.
158. Zur Kenntnis der Hochfläche von Rückersdorf (Kärnten), Jahrb. geol. Bundesanst. 84, 1—12.
159. Geologie und Bauen im Hochgebirge. G. u. B. 6, 24—30, 33—65. Wien.
160. Geologische Randbemerkungen zum Verkehrswegebau im Hochgebirge. Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 86, 171—174. Wien.
161. Zur Landformenkunde des Glocknergebietes. Geol. Rundschau 25, 378—383. Berlin.
162. Bodenabschwemmung — eine Weltgefahr. Wiener landwirtschaftl. Zeitung 84, Nr. 6537.
163. Schäden durch Naturgewalten in Österreich in den Jahren 1932 und 1933. Matériaux pour l'étude des calamités Nr. 33, 74 ff.
164. Geologische Randbemerkungen zum neuzeitlichen Straßenbau. Wiener Neueste Nachrichten 16. Juni 1934, Nr. 3192. 2 Sp.
165. Die Begrünung von Böschungen und anderen technischen Ödflächen im Hochgebirge. G. u. B. 6, 134—140. Wien.
166. Die österreichischen Quellen. Die Reichspost 24. Juni 1934.
167. Randbemerkungen zur Systematik und Methodik der Baugrundwissenschaft. Z. f. prakt. Geol. 42, 110. Halle a. d. Saale.

## 1935:

168. Die Auswahl und Beurteilung der Straßenbaugesteine. 141 S., Verl. Springer, Wien.
169. Die „Dioritporphyrite“ der Umgebung von Bruck. Verh. geol. Bundesanst. 1935, 58—60. Wien.
170. Neue Beobachtungen an österreichischen Quellen. Mitt. geol. Ges. 28, 92—102. Wien.
171. Flugsand im Hochgebirge. Zentralbl. f. Min. usw. A, 280—284. Stuttgart.
172. Die Quellen der Hochfläche von Rückersdorf. Carinthia II, Canaval-Festschrift, 91—96. Klagenfurt.
173. Zur physikalischen Kenntnis der Hochgebirgsböden. Bodenkundl. Forschungen 4, 356—362.

174. Die Begrünung von sehr hoch gelegenen Anbrüchen in Wildbacheinzugsgebieten. Wiener Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 53, Nr. 12 u. 14. Wien.
175. Trocknet die Erde aus? Wiener Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 53, Nr. 18. Wien.
176. Gewässerkundliches aus dem Jauntale, Kärnten. Wasserwirtschaft u. Technik, Heft 18/20 u. 21/22.
177. Zur Kenntnis der Quellen. G. u. B. 7, 10—21. Wien.
178. Zur Kenntnis der Hochgebirgsquellen. G. u. B. 7, 91—98. Wien.
179. Sind alle Seen Kalkfallen? G. u. B. 7, 99—110. Wien.
180. Zur Kenntnis der Geschwindigkeit langsamer Bodenbewegungen im Hochgebirge. G. u. B. 7, 111. Wien.
181. Zur Kenntnis der Rutschflächen. G. u. B. 7, 120—121. Wien.
182. Zur Kenntnis der Quellgruppen. G. u. B. 7, 122—136. Wien.
183. Zeigt die Brunnenkresse gutes Trinkwasser an? G. u. B. 7, 137—141. Wien.
184. (mit K. Kuhn) Zur Frage der Abdichtung von Speicherbecken. G. u. B. 7, 117—119. Wien.
185. (mit K. Kuhn und A. Winter) zur Kenntnis der Hochgebirgsböden. G. u. B. 7, 22—29. Wien.
- 1936:
186. Zur Kenntnis der Formenentwicklung von Quellaustritten. Z. d. Ges. f. Erdkunde, 26—42. Berlin.
187. Jahrringbreite und Niederschläge. Wiener Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 19. Wien.
188. Zur Frage der Dichthaltung und künstlichen Abdichtung von Speicherbecken. Wasserwirtschaft und Technik 3, 24/25. Wien.
189. Eiszeit und Bauwesen in Österreich. G. u. B. 8, 62—66. Wien.
190. Eiszeit und Bauwesen in Österreich. Verhandl. d. III. Internat. Quartärkonferenz Wien, September 1936, 1. 3 S.
191. Über einen Durchlässigkeitsversuch. G. u. B. 8, 68 f. Wien.
192. Neueres Schrifttum über Bodenabschwemmung und die Wald-Wasser-Frage. G. u. B. 8, 69 f. Wien.
193. Die Geschwindigkeit des Rasenwanderns im Hochgebirge. G. u. B. 8, 96. Wien.
- 1937:
194. Zur Entstehung der Oberflächenformen des Wienerwaldes. Mitt. geol. Ges. 29, 455—472. Wien.
195. Berichtigung zu L. Hauser, Petrographische Begehungen in der Grauwackenzone der Umgebung Leobens. Verh. geol. Bundesanst. 1937, 127. Wien.
196. Zur Geologie der Umgebung von Warmbad Villach. Jahrb. geol. Bundesanst. 87, 57—110, Taf. 3. Wien.
197. Entfällt.
198. Beobachtungen und Untersuchungen an Quellen. Berichtsheft II der „Tagung für Elektrizitäts- und Gaswirtschaft in Graz“, 8 S.
199. Ingenieurgeologie und Höhlenkunde. G. u. B. 9, 139—142. Wien.
200. Der Baugrund von Wien. Allgem. Bauzeitung 14, Nr. 623 und 624. Wien.
201. Über die Anstellung einiger wasserkundlicher Beobachtungen und Untersuchungen an Quellen. Z. d. Ver. Gas- u. Wasserfachm. 77, 148—156. Wien.
202. (mit A. Köhler und A. Marchet) Bericht über die Besichtigung der Baugrube für den Großwasserbehälter im Lainzer Tiergarten bei Wien. Mitt. Wiener Mineralog. Ges. Nr. 103—105. Min.-Petrogr. Mitt. 49, 465—470. Wien.
203. Deckenbau und Ost-West-Schub im Obirgebirge. Akad. Anz. Nr. 25, 2 S. Wien.
204. Bericht über die Studienfahrt vom 27. bis 29. Juni 1936 zu Barockstiften Oberösterreichs. Landformenkundliche Beobachtungen. Mitt. geogr. Ges. 80, 36—40. Wien.
205. (mit O. Kühn) Notwendigkeit und Aufgaben einer Wehrgeologie in Österreich. Militärwiss. Mitt. 68, 905—913. Wien.
206. Ein vorgeschichtlicher Feuerberg bei Wien. Wiener Ztg. Nr. 234 vom 25. 11. 1937.
- 1938:
207. (mit F. Trauth) Der Baugrund des neuen Wasserbehälters im Lainzer Tiergarten. Jahrb. geol. Bundesanst. 88, 35—48, Taf. 5. Wien.
208. Das Gräflach bei Warmbad Villach, seine Höhlen und Karsterscheinungen. Mitt. geograph. Ges. 81, 141—158. Wien.

209. Die Quellen des Flyschgürtels, insbesondere jene des Wienerwaldes. *Jahrb. f. Landeskunde v. Niederösterreich*, **27**, 278—288. Wien.
210. Eiszeitliche Frostböden in Kärnten. *Carinthia II*, **128**, 26 f. Klagenfurt.
211. Zur Geologie der Umgebung von Miklauzhof (Jauntal). *Carinthia II*, **128**, 34—50. Klagenfurt.
212. Anforderungen an die geologische Ausbildung der Tiefbauingenieure. *Z. deutsch. geol. Ges.* **90**, 159—161. Berlin.
213. Zur Geologie der Gipslagerstätten bei Opponitz. *Montanist. Rundschau* **30**, Nr. 7, 1—4. Wien.
214. Gesteinsklüftung und Heilquellen. *Bohrtechniker-Zeitung* **56**, 4—11. Wien.
215. Eiszeit und Bauwesen in Österreich. *Verh. III. Internat. Quartär-Konf.* 164—167. Wien.
216. Zur Kenntnis der Heilquellen von Warmbad Villach. *Intern. Mineralquellen-Zeitung* **1**, 2—6. Wien.
217. Exkursionsbericht: Die Strecke Salzburg—Innsbruck—Ötztal. *Verh. III. Intern. Quartär-Konf.* 357—365. Wien.
218. Ingenieurgeologie und Höhlenkunde II. Zur Kenntnis der Höhlenwässer. *G. u. B.* **10**, 1—8. Wien.
219. Über die Regelmäßigkeit der Wiederkehr von Rutschungen, Bergstürzen und Hochwasserschäden in Österreich. *G. u. B.* **10**, 9—31, 33—48. Wien.
220. Die Lage des Felsuntergrundes in unseren Alpentälern. *G. u. B.* **10**, 54—58. Wien.
221. Sammelbericht: Neuzeitliche Erkenntnisse betreffend die Natur und die technischen Eigenschaften der Tonminerale und Tongesteine. *G. u. B.* **10**, 59—62.
222. Die geologische Beratung bei Neuanlagen des Straßenbaues mit besonderer Berücksichtigung der Ostmark. *G. u. B.* **10**, 88—97. Wien.
223. Abtrag durch Tiefquellen. *G. u. B.* **10**, 101—103. Wien.
224. Die heurigen Rutschungen im Grüntale (Gau Wien). *G. u. B.* **10**, 104—109. Wien.
225. Anwendung der Kluftrnessung auf Heilquellen. *Mitt. Wiener Miner. Ges.* Nr. 104 (Titel), Wien, 1938.
226. Aufforstungen in Hochlagen sind jetzt zeitgemäß. *G. u. B.* **10**, 110—112. Wien.
227. Die Rutschgefährlichkeit des Baugeländes und seine Untersuchung. *G. u. B.* **10**, 113—123. Wien.
228. Zur Kenntnis der Wässer des Flyschgürtels. *G. u. B.* **10**, 123—139. Wien.
229. Die Beschürfung von Zerrüttungsstreifen beim Talsperrenbau. *G. u. B.* **10**, 140—145. Wien.

1939:

230. Gedanken über das Maurausen—Köfels—Längenfeld. *Zentralbl. f. Min. usw. B.* 209—216. Stuttgart.
231. Geologische Randbemerkungen zum neuzeitlichen Bau von Krafthäusern. *Mitt. geol. Ges.* **32**, 139—147. Wien.
232. Die geologische Lage der ostmärkischen Wasserspeicherbecken. *G. u. B.* **11**, 4—21. Wien.
233. Die Gründung von Stauwerken und die Wahl der Baustelle. *G. u. B.* **11**, 22—23, 50—54, 57—93. 21 Abb. Wien.
234. Formschonendes Bauen. *G. u. B.* **11**, 94—95. Wien.
235. Formschonendes Bauen. *Die Straße* **6**, 333—335.
236. Ingenieurgeologie und ingenieurgeologischer Unterricht. *G. u. B.* **11**, 121—139. Wien.
237. Naturnahe Wildbachverbauung. *G. u. B.* **11**, 140—151. Wien.
238. Ostmärkische Kraftwerkspeicher und ihre geologische Grundlage. *Die Bauindustrie* Nr. 17, 1—5, 5 Abb. Berlin.

1940:

239. Zur Landformenkunde Kärntens:  
1. Zur Talbildung im Iselgebiete. 2. Zur Kenntnis der Quellen des Hochgebirges.  
3. Einige durch Schnee bedingte Kleinformen des Hangschuttes in den Hohen Tauern. *Carinthia II*, **130**, 16—45. Klagenfurt.
240. Geologische Grundlagen des Baues von Druckschächten. *G. u. B.* **12**, 7—14. Wien.
241. Naturnahes Bauen im Fels. *G. u. B.* **12**, 15—29, 12 Abb. Wien.



242. Statistische Untersuchungen über Geologie und Stauseebau in den ostmärkischen Alpen. G. u. B. **12**, 66—89. Wien.  
 243. Zur Frage der Entstehung der Buckelwiesen. G. u. B. **12**, 90—91. Wien.  
 244. Wie stärken wir das Ansehen des Baugeologen? G. u. B. **12**, 92—95. Wien.  
 245. Zur technisch-geologischen Kenntnis der Radstädter Tauern. G. u. B. **12**, 97—175. Wien.  
 246. Geolog. Grundlagen des Talsperrenbaues in den östlichen deutschen Alpen. Deutsche Wasserwirtschaft **11**, 350—360, 385—388.

1941:

247. Baugeologischer Unterricht. Z. deutsch. geol. Ges. **93**, 40—42. Berlin.  
 248. Zur baueologischen Vorbildung. Z. deutsch. geol. Ges. **93**, 45. Berlin.  
 249. Zur Geologie der Radstädter Tauern (Vortragsbericht). Z. deutsch. geol. Ges. **93**, 316—317. Berlin.  
 250. Innenkern oder wasserseitige Dichtung bei Dämmen? Die Bautechnik **18**, 541—543. Berlin.  
 251. Karl Diwald †. G. u. B. **13**, 14—16. Wien.  
 252. Geologisch-gewässerkundliche Betrachtungen über die Besiedlungsfähigkeit des Wienerwaldes. G. u. B. **13**, 60—70. Wien.  
 253. Unsere Täler wachsen zu. G. u. B. **13**, 71—79. Wien.  
 254. Kalkglimmerschiefer und Bauwesen. G. u. B. **13**, 80—87. Wien.  
 255. Felsverwitterung und Talsperrenbau. G. u. B. **13**, 88—96. Wien.

1942:

256. Talzuschub und Bauwesen. Die Bautechnik 1942.  
 257. Abbrüche von Felskeilen. G. u. B. **13**, 107—110. Wien.  
 258. Das Gipsgebirge in der Ostmark und sein Nachweis. G. u. B. **13**, 111—116. Wien.  
 259. Geologische Randbemerkungen zum Krafthausbau. G. u. B. **13**, 117—122. Wien.  
 260. Einige Worte über Bausteinbeschaffung. G. u. B. **13**, 123—130. Wien.  
 261. Lehnstollen und Lehmentunnel. G. u. B. **13**, 131—133. Wien.  
 262. Drei Durchbruchstrecken (Enns, Drau, Eisernes Tor). G. u. B. **13**, 134—137.  
 263. Wasserbauliche Gedankenspiele eines Geologen. G. u. B. **13**, 138—147. Wien.  
 264. Beitrag zur Frage der natürlichen Seihung des Wassers. G. u. B. **13**, 148—150. Wien.  
 265. Nochmals der Talzuschub. G. u. B. **14**, 10—14. Wien.

1943:

266. Gewässerkundliches aus der Gegend von Orsova (Eisernes Tor). G. u. B. **14**, 15—16, 54—72. Wien.  
 267. Die Geologie als eine der Grundlagen der Wasserwirtschaft, der Wildbachverbauung und des Wasserbaues überhaupt. G. u. B. **14**, 73—82. Wien.  
 268. Zur Kenntnis der Quellen und ihrer Schurfleistung. G. u. B. **14**, 111—124. Wien.  
 269. Die geologischen Grundlagen des Tunnelbaues. Überblick über den gegenwärtigen Stand der einschlägigen Fragen, insbesondere den Gebirgsdruck betreffend. Fortschr. u. Forschungen im Bauwesen, Reihe A, Heft 13. 12 S. Berlin.

1944:

270. Über Gebirgsdruck. G. u. B. **15**, 51—148. Wien.

1946:

271. Baugeologisches vom Loibl-Tunnel. Österr. Bauzeitschr. **1**, 7—10. Wien.  
 272. Baugeologische Randbemerkungen zu den Hohlraumbauten der letzten Jahre in Österreich. G. u. B. **16**, 1—45. Wien.

1947:

273. Die erdkundlichen Grundlagen der Wasserkraftnutzung. Natur und Technik **1**, 56—59. Wien.  
 274. Talsperrenbauten und Speicherbecken im Kalkgebirge. Allgem. Bauzeitung **2**, Nr. 18/19 u. 20. Wien.  
 275. Die Zugfestigkeit von Pflanzenwurzeln. G. u. B. **16**, 70—75. Wien.  
 276. Staumauerbauweise und Baugrund. Österr. Bauzeitschr. **2**, 97—106. Wien.

1948:

277. Hofrat Dr. Ampferer †. G. u. B. **16**, 81—85. Wien.

278. Die Wasserwärmemessung als Hilfsmittel bei der Bestimmung von Zusammenhängen zwischen Quellen und offenen Gerinnen. G. u. B. 16, 92—95. Wien.  
 279. Zur Kenntnis der Tiefenrinnen. G. u. B. 16, 96—105. Wien.  
 280. Izbor kamen za gradenje cesta. Verlag Nakladni Zavod Hrvatske, Zagreb.

1949:

281. (mit O. Kühn) Vorzeitliche Funde in Bad Tatzmannsdorf. Natur und Technik 3, 126. Wien.  
 282. Wasserkraft aus Riesenspeichern. Methodik und Grenzen des österr. Talsperrenbaues. Die Warte Nr. 37. S. 2—3. Wien.  
 283. Talsperrenbauten und Speicherbecken im Kalkgebirge. Protokoll der 3. Vollversammlung der Bundeshöhlenkommission S. 66—76. Wien.  
 283 a. Einige Gedanken über den neuzeitlichen Talsperrenbau in kleineren Staaten. G. u. B. 17, 143—151, Wien.

1950:

284. Neuere und ältere Vorschläge zur Anschließung des Gebirgsdruckes im Tunnelbau. Mit 33 Textabbildungen. Österr. Bauzeitschrift 5, 143—149, 171—174. Wien.  
 285. Neuere und ältere Vorschläge zur Anschließung des Gebirgsdruckes. Auszugsweise in „Internationale Gebirgsdrucktagung“, Leoben 1950. S. 41, Urban-Verlag, Wien.  
 286. Baugeologische Randbemerkungen zum neuzeitlichen Talsperrenbau. G. u. B. 18, Heft 1. Wien.  
 287. Haben Klüftmessungen in Lockermassen Sinn? G. u. B. 18, Heft 1. Wien.  
 288. Der Einfluß der alpinen Gletscher auf den Wasserhaushalt der deutschen Flüsse. Österr. Wasserwirtschaft 2, Heft 11. Wien.  
 289. Tunnelbaugeologie. 366 S., 192 Abb. Springer-Verlag. Wien.

1951:

290. Der Boden von Bruck a. d. Mur und seine Entstehung. 16 S., 3 Abb. In R. Antauer Bruck a. d. Mur, Ein Heimatbuch, Selbstverlag Schmerzeck & Co., Bruck a. d. Mur.  
 291. Beiträge zur Frage der Bildung der Gasteiner Heilquellen. Badgasteiner Badeblatt Nr. 36, Bad Gastein.  
 292. Baugeologische Fallwinkelmessungen und ihre Auswertung. G. u. B. 18, 65—82. Wien.  
 293. Randbemerkungen zur Frage der Entstehung der Höhlen. Geologie und Bauwesen 18, 228—235. Wien und Protokoll d. Vollvers. Höhlenkomm. 1950 in Peggau, 160—170. Wien.  
 294. Die landformenkundlichen und die geologischen Verhältnisse der Hauptstufe des Kapruner Werkes, Die Hauptstufe Glockner-Kaprun, Tauernkraftwerke A. G., 29—36. Zell am See.

1952:

295. Mineralogie für Ingenieure des Tief- und Hochbaues und der Kulturtechnik. Wien, Springer-Verlag. 78 Textabb. Wien.  
 296. Der Gebirgsdruck und seine Berechnung. G. u. B. 19, 165—200, Wien.  
 297. Talauwärtsfallende Schichten und Talsperrenbau. G. u. B. 19, 254—257. Wien.  
 298. Wasserspeicherung in Karsthohlformen. G. u. B. 19, 258—273. Wien.  
 299. Neuere Ansichten über „Bodenbewegungen“ und über ihre Beherrschung durch den Ingenieur. G. u. B. 19, 31—54. Wien.  
 300. Die Grenzen der Anwendung des Ranney-Verfahrens. G. u. B. 19, Kl. Mitteilung, S. 66. Wien.  
 301. Ein „Talzuschub“ im Burgenlande. G. u. B. 19, 137. Wien.  
 302. Talzuschub und Wildbachverbauung. G. u. B. 19, 135—136. Wien.  
 303. Maßnahmen zur Sicherung von Bauarbeiten und Baustellen gegen Steinschlaggefahr. G. u. B. 19, 231—232. Wien.  
 304. Wichtigere Veröffentlichungen im weniger leicht zugänglichen Schrifttume. G. u. B. 19, 238—239. Wien.  
 305. Bemerkungen zur neuesten Veröffentlichung Kastners über den echten Gebirgsdruck. G. u. B. 19, 240—241. Wien.  
 306. Vom Messen der Gasteiner Heilquellen. Bad Gasteiner Badeblatt 12, Nr. 3. Bad Gastein.

307. Zur Frage der Aufspeicherung von Wasser in Karsttrichtern und Karstwannen. Mitt. d. Höhlenkommission b. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Protokoll d. 7. ordentl. Vollvers. v. 14.—17. Oktober 1952 in Obertraun, O.-Ö.).  
 308. Gespannte Wässer im Gebirge. Österr. Wasserwirtschaft **4**, 211—215. Wien.  
 309. Ganggestein und Bauwesen G. u. B. **19**, 276—277. Wien.

1953:

310. Ingenieurgeologe oder Geologingenieur? G. u. B. **20**, 28—33. Wien.  
 311. Behelfsmäßige Untersuchungen der Gebirgsfestigkeit. G. u. B. **20**, 34—36. Wien.  
 312. Statik und Talsperrengeologie. G. u. B. **20**, 88—110. Wien.  
 313. Bildung einer Internationalen Vereinigung der Hydrogeologen. G. u. B. **20**, 123. Wien.  
 314. Deutsche Normen. G. u. B. **20**, 123. Wien.  
 315. Talauwärtswasser von Schichten und Talsperrenbau. G. u. B. **20**, 123—124. Wien.  
 316. Hofrat Dr. techn. Hans Ascher †. G. u. B. **20**, 120—122. Wien  
 317. Zur Kenntnis der Herkunft der Badener Heilquellen. Skizzen zum Antlitz der Erde. Geologische Arbeiten, herausgeg. aus Anlaß des 70. Geburtstages von Prof. Dr. L. Kober, Universität Wien, 315—322. Wien.  
 317 a. Verwerfungen und Talsperrenbau. G. u. B. **20**, 152—166. Wien.

1954:

318. Gedanken über die Bildung von Warmquellen (Thermen). G. u. B. **20**, 212—228. Wien.  
 319. Wie entstehen warme Quellen? Bad Gasteiner Baderblatt Nr. 42 und 43. Bad Gastein.  
 320. Hofrat Dr. Ing. Hans Ascher (Nachruf). Mitt. Geol. Ges. Wien **45**, 223—226. Wien.

1955:

321. Gebirgsgeologie. Grundbau Taschenbuch 1, 216—220. Verlag v. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.  
 322. Die Begriffsbildung in der Gebirgsdrucklehre. G. u. B. **21**, Heft 4, 169—177. Wien.  
 323. Die Messung von gebirgsbildenden Vorgängen in Höhlen. Mitt. d. Höhlenkommission beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft 1953, Heft 2. Wien.  
 324. Die Geologie des Quell- und Grundwassers. Mitt. d. Österr. Sanitätsverwaltung **56**, Heft 10. Wien.  
 325. Die geologische Lage des Staubeckens Mooserboden und seiner Abschlußwerke. Festschrift „Die Oberstufe des Tauernkraftwerkes Glockner-Kaprun der Tauernkraftwerke A. G., 214—216.  
 326. Die baueologischen Verhältnisse der österreichischen Talsperren. Die Talsperren Österreichs, Heft 5, Selbstverlag des Österr. Wasserwirtschaftsverbandes, Wien.

1956:

327. Spiegeln die Schüttungsschwankungen der Quellen im Kalkgebirge die Güte des Trinkwassers wieder? G. u. B. **22**, 69—73. Wien.  
 328. (Unter weitgehender Mitarbeit von Dr. H. Petzny), Wassersprengungen und Sprengwasser. G. u. B. **22**, 141—169. Wien.  
 329. Felsgrundbrüche im Baugelände von Wasserkraftanlagen. G. u. B. **22**, 224—245. Wien.

1957:

330. Zur Frage des Berggrundwassers und des Karstwassers. Österr. Wasserwirtschaft **9**, 225—230. Wien.  
 331. Verwerfungen und Talsperrenbau. G. u. B. **23**, 52—54. Wien.

1958:

332. Soll die baueologische Geländeaufnahme auch eine eingehende Untersuchung der Kluftwasserverhältnisse im Felsgebirge einschließen? G. u. B. **24**, 31—36. Wien.

Noch ungedruckt:

333. Geologie (der Wildbachverbauung). Taschenbuch für Wildbachverbauungs-Ingenieure.