

Faziesfragen des nordalpinen Mesozoikums

VON HELMUTH ZAPPE *)

Die Geologen des klassischen Abschnittes in der geologischen Erforschung der Kalkalpen im vorigen Jahrhundert haben sich vielfach mit Faziesfragen der von ihnen untersuchten kalkalpinen Gesteine in einer für ihre Zeit sehr gründlichen Weise auseinandergesetzt. Sie waren oft auch auf paläontologischem Gebiete hervorragend tätig und haben über die marinen Lebens- und Ablagerungsräume, aus denen die kalkalpinen Gesteine hervorgingen, sehr abgerundete Vorstellungen gehabt. Hier seien nur einige Namen genannt, wie STUR, STOLICZKA, FUCHS, vor allem aber MOJSISOVICS mit seinem berühmten Werk über die Korallenriffe der Dolomiten. Einen kritischen Überblick über alle diese älteren Vorstellungen bieten die „Grundzüge der Biostratigraphie“ von DIENER (1925).

Inzwischen haben sich Veränderungen vollzogen, die für die Beurteilung dieser Fragen von wesentlicher Bedeutung sind. Zunächst haben sich die Vorstellungen vom Bau der Alpen grundlegend geändert. Die von DIENER noch 1925 (S. 186) geforderte Anordnung der Fazies in den nördlichen Kalkalpen als *autochthone* Zonen, parallel zum Rande einer zentralalpiner Insel, läßt sich mit der heute geltenden Lehrmeinung vom Bau der Alpen nicht mehr vereinbaren. Neben der Wandlung der tektonischen Auffassungen ist aber eine sehr rasche Vertiefung der Kenntnis rezenter mariner Ablagerungsräume und der Meeresökologie gegangen. Besonders in den Vereinigten Staaten ist das Interesse für diese Forschungsgebiete in den letzten Jahrzehnten rapid angewachsen und hat eine umfangreiche Literatur hervorgebracht, die nur mehr schwer überblickt werden kann (vgl. LADD, 1957; HEDGPETH, 1957). Ripplemarks in großen Wassertiefen, Tiefseesande, Turbidity currents usw., all das sind Begriffe, die den alten Geologen noch unbekannt waren. So sind vielfach ganz neue Grundlagen entstanden, um die Lebensräume fossiler Faunen und die Entstehung der sie einschließenden Gesteine zu beurteilen. Eine Untersuchung unserer kalkalpinen Gesteine und Faunen unter diesen neuen Gesichtspunkten aber ist noch kaum erfolgt. Wohl finden wir in jüngeren Arbeiten bei LEUCHS, besonders aber bei PIA, wertvolle neue Erkenntnisse eingestreut, vor allem im Zusammenhang mit der Kalkalgenforschung. Sie sind aber neben den stratigraphischen Forschungsergebnissen oft übersehen worden und unbeachtet geblieben.

Aus der Vielzahl der nordalpinen Faziesprobleme sollen nur einige wenige Beispiele herausgegriffen werden. Sie sollen zeigen, daß wohl sehr viele Fragen ungelöst sind, daß aber eine Untersuchung unter neueren Gesichtspunkten erfolgversprechend und geeignet ist, wieder Grundlagen für moderne Auffassungen von den kalkalpinen Fazies zu schaffen.

Diese drei Beispiele sind: die fossilarmen, geschichteten Kalke und Dolomite, die Cephalopodenfazies und die Riffe.

Die Riff-Fazies, besonders in der südalpiner Trias, ist die am längsten in ihrem Wesen eindeutig erkannte Fazies. Der Reichtum an Korallen ermöglichte gut begründete Rückschlüsse auf die bathymetrischen Verhältnisse. Trotzdem sind mit den Korallenriffkalken eine Reihe ungelöster Fragen verknüpft. So verfügen wir noch über keine erschöpfende und moderne Bearbeitung der Fauna und Algenflora eines nordalpinen Riffes, etwa des Dachstein-Riffkalkes. Wir wissen nichts über das quantitative Verhältnis der verschiedenen Riffbildner in

*) Anschrift des Verfassers: Naturhistorisches Museum, Wien I, Burgring 7.

einem Riff. Dazu kommt die eigenartige Erscheinung, daß wir in den Nordalpen wohl gut erhaltene Riffe der Obertrias kennen, während in der Mitteltrias gut bestimmbare Korallenreste fast ganz zu fehlen scheinen. Aus dem ladinischen Wettersteinkalk werden wohl unbestimmbare Korallen verschiedentlich erwähnt, für das Anis sucht man aber in der Literatur vergeblich. Die Dasycladaceenkalken der Mitteltrias werden oft unzutreffend als „Riffe“ bezeichnet. Die Frage der Riffbildung in der nordalpinen Mitteltrias bedarf daher noch einer Prüfung. — Andererseits zeigen Korallenriffe der Obertrias bisweilen sehr anschauliche Faziesbeziehungen. Als Beispiel sei hier das Riff des Gosaukammes im Dachsteingebiet angeführt. Dieses Riff gehört zu den bedeutendsten der nordalpinen Obertrias und besteht aus norischen und rhätischen Riffkalken. Dieses Riff zeigt, vielleicht als einziges in den Nordalpen, sowohl im Osten den Übergang in die geschichtete Lagunenfazies des Dachsteinkalkes als auch auf seiner Westseite den Übergang in die Beckenfazies der Zlambachmergel. Die kleinen, isolierten Riffkalkmassen westlich des Törleck-Sattels (Kesselwand und Schefferbergwald) scheinen in den Zlambachschichten zu stecken, wie die Cipitalken der großen südalpinen Riffe in den Cassianer Mergeln, worauf ROSENBERG erstmalig hingewiesen hat (in GANSS, KÜMEL, SPENGLER, 1954, S. 29). Die korallenreichen Zlambachmergel in den Gräben um das Törleck stoßen an die Riffhalde. Die von SPENGLER mehrfach erwähnten Zlambachmergel mit *Choristoceras* würden schon den riff-ferneren Teil der Beckenfazies kennzeichnen. Während anscheinend bei den meisten nordalpinen Riffbildungen der Zusammenhang mit der Beckenfazies tektonisch abgerissen ist, findet sich hier noch ein Rest im Zusammenhang. Auch wäre noch zu untersuchen, ob die auffällige schräge Westabdachung der Donnerkögel nicht mit einer Riffhaldenstruktur in Zusammenhang gebracht werden darf. Es liegt hier zweifellos ein wichtiger Punkt für die Erforschung der Fazilogie des nordalpinen Mesozoikums, der auch im Hinblick auf seinen Fossilreichtum eine eingehende moderne Untersuchung verdienen würde.

Die Cephalopodenfazies des nordalpinen Mesozoikums hat besondere wissenschaftliche Bedeutung, insofern sie die berühmten triadischen Ammonitenfaunen geliefert und auch wichtige Ammonitenfundstellen des alpinen Jura umfaßt. Auch diese Fazies bietet zahlreiche ungelöste Probleme und Aufgaben. Es fehlen vielfach noch moderne Bearbeitungen der Ammonitenfaunen des nordalpinen Jura. Die Frage der Zusammenhänge der Cephalopodenfazies mit den Nachbarfazies ist mit wenigen Ausnahmen über ganz allgemeine Annahmen noch nicht hinausgekommen. Die Auffassungen über die bathymetrischen Verhältnisse der Bildung der Cephalopodenkalken sind noch immer geteilt und auch in modernen Handbüchern werden die Hallstätterkalken wieder als Ablagerungen großer Wassertiefe gedeutet (GIGNOUX, 1955, S. 303). — Unter Berücksichtigung neuerer Beobachtungen zeichnen sich aber auch Möglichkeiten ab über die Ablagerungsbedingungen nordalpiner Cephalopoden-Vorkommen zu einer erweiterten Einsicht zu gelangen. Die Cephalopodenfazies der Trias sollen dabei im Vordergrund dieser kurzen Betrachtung stehen. Ammoniten finden sich im nordalpinen Mesozoikum in a) Mergeln, besonders Fleckenmergeln, b) in bituminösen, zum Teil ultrabituminösen Kalken und Schiefnern, c) in roten und grauen bis grünen oder bunten Cephalopodenkalken. — Daß es sich bei den Mergeln und Fleckenmergeln um die Beckenfazies handelt, ist schon nach den oben skizzierten Verhältnissen am Riff des Gosaukammes wahrscheinlich. Die bekannten Liasfleckenmergel entwickeln sich z. B. im Großen Zlambachgraben

bei Goisern konkordant aus den rhätischen *Choristoceras*-Mergeln der Zlambachschichten, wie die von KITTL (1903, S. 55) beschriebene fossilbelegte Schichtfolge beweist. In den Zlambachmergeln, in den oberrhätischen *Choristoceras*-Mergeln des Kendelbachgrabens bei St. Wolfgang und in dem weitverbreiteten jurassischen Fleckenmergeln kommt gelegentlich Verkiebung der Ammoniten vor, was auf mangelnde Durchlüftung der Bodenschichten in diesen Becken hinweist. Angaben über die bathymetrischen Verhältnisse sind jedoch vorläufig noch nicht möglich. — Die bituminösen Cephalopodenkalke spielen in der Mitteltrias eine wichtige Rolle. Als Beispiele seien die bituminösen Ammonitenkalke der Reiflinger Schichten des Rahnbauerkogels bei Groß-Reifling angeführt. Es finden sich braune Bitumenhäute auf Ammoniten und in Klüften, sowie daumennagelgroße Asphalteinschlüsse im Kalk. Für die Ermittlung der bathymetrischen Verhältnisse bieten sich vorläufig keine Anhaltspunkte. Hingegen scheinen die bituminösen Kalke Hinweise auf das Zustandekommen der Fossilanhäufung in den sonst fossilarmen, lichten, knolligen Reiflinger Kalken zu geben. Besonders eindrucksvoll erscheint in diesem Zusammenhang das Profil der oberanisischen Ammonitenfundstelle im Ofenbachgraben bei Saalfelden. Man sieht hier den hellen, grauen Steinalmkalk mit *Dasycladaceen* in einen rötlichgrauen Crinoidenkalk übergehen. Dieser wird an einer scharfen Schichtfläche, ohne jeden Übergang, von einer 10—30 cm starken Bank eines tiefschwarzen bituminösen Kalkes überlagert, die neben anderen Mollusken vorwiegend eine reiche Ammonitenfauna (92 Arten) geliefert hat (SCHNETZER, 1934). Über der Hauptfossilbank folgen dünnbankige, dunkle Knollenkalke, die nach oben in den roten knolligen Schusterbergkalk übergehen (ROSENBERG, 1955, S. 210). Es wird an dieser Stelle in besonders anschaulicher Weise sichtbar, wie der Fossilreichtum und die Anhäufung der Cephalopoden mit einem abrupten Fazieswechsel zusammenfallen. Auf das gut durchlüftete Milieu der Steinalmkalke und des Crinoidenkalkes folgt unvermittelt die Ablagerung der tiefschwarzen Kalkbank, auf die nach oben ein Übergang zu einem normalen, in den roten Schusterbergkalken wohl gut durchlüfteten Meeresboden stattfindet. Die Annahme liegt nahe, daß der Fossilreichtum mit dem scharfen Fazieswechsel und vielleicht mit einer H_2S -Vergiftung oder dem Auftreten giftigen Phytoplanktons zusammenhängt. Über die Ablagerungstiefe gibt dieses Beispiel nur insofern Auskunft, als knapp im Hangenden der *Dasycladaceen*kalke (Seichtwasserbildung) nach dem Gesetz von der Korrelation der Fazies noch keine Ablagerung großer Wassertiefe zu erwarten ist. — Ganz anders liegen die Verhältnisse in den bunten Cephalopodenkalken. Die Farbe dieser Gesteine ist durch Eisenoxyde bedingt und die Annahme, daß die Rotfärbung mit der Einschwemmung lateritischer Verwitterungsprodukte aus trockenliegenden Riff- und Kalkgebieten zusammenhängt, ist von LEUCHS und UDLUFT (1926) gut begründet worden. Es muß sich, wie aus verschiedenen Beobachtungen zu erschließen ist, um Gebiete feiner und zeitweise schneller Sedimentation gehandelt haben, in denen sich der feinste eingeschwemmte und eingewehte rote Staub niedergeschlagen hat. An solchen Stellen können auch die flottierenden leeren Ammonitengehäuse niedergesunken sein. Die interessante Frage, inwieweit die Ammoniten als aktive Schwimmer derartige Räume aufgesucht und bevorzugt haben könnten, wäre allerdings noch zu untersuchen. Mit der Ablagerungstiefe der Hallstätterkalke haben sich viele Autoren beschäftigt. Ursprünglich als Ablagerungen großer Wassertiefe gedeutet, hat schon DIENER (1925) ihren vorwiegend neritischen Charakter betont und dabei vor allem auf die Gastropodenfauna im Unteren Nor des Milibrumkogels

bei Goisern hingewiesen. Auch LEUCHS hat verschiedentlich eine ähnliche Auffassung vertreten (u. a. 1925 a, b). Neuerdings ist SCHWARZACHER (1946) auf Grund sedimentpetrographischer Erwägungen zu einer Maximaltiefe von 200 m gelangt. — Es ist interessant, daß gewisse biologische Indikatoren, sowohl von DIENER als auch späteren Bearbeitern dieser Frage unbenützt blieben: Aus dem unterkarnischen Hallstätterkalk des Feuerkogels bei Aussee beschreibt DITTMAR (1866) ein *Rhizocorallium*. Wenn diese Lebensspur auch kein sicheres bathymetrisches Kriterium darstellt, so gelten die Rhizocorallien in der Trias doch als kennzeichnend für Ablagerungen geringerer Wassertiefe (Germanischer Muschelkalk). Weiters ist das Vorkommen der Stockkoralle *Palaeastraea kokeni* im norischen Hallstätterkalk des Sommeraukogels unerwähnt gelieben, die einer häufigen Zlambachkoralle nächst verwandt, sicher kein Tiefwasserbewohner war. Am ausschlaggebendsten ist jedoch das Auftreten von Dasycladaceen im oberanisischen Han Bulog-Kalk Bosniens, der den nordalpinen Hallstätterkalken absolut analog auch die oft als Zeichen großer Ablagerungstiefe gedeuteten Mangankrusten zeigt. Es ist von KITTL (1904, S. 703) und vor allem von PIA (1920 und 1936, S. 13) eingehend beschrieben worden. PIA hat auch auf die grundsätzliche Bedeutung der *Diplopora clavaeformis* für die Ablagerungstiefe roter Cephalopodenkalke mehrmals ausdrücklich hingewiesen. Die maximale Tiefenverbreitung der Dasycladaceen ist nach PIA (1936) und CLOUD (1952) mit etwa 100 m anzunehmen. Da die Meinungen über die bathymetrische Stellung der alpin-mediterranen Cephalopodenkalke immer noch geteilt sind, sollen die obigen, bisher wenig beachteten Befunde wieder in Erinnerung gebracht werden. — Auch für die roten Ammonitenkalke des nordalpinen Lias hat SCHMIDT (1939) einen neritischen Ablagerungsraum wahrscheinlich gemacht. Für einen neritischen Ablagerungsraum der roten Cephalopodenkalke des Lias im Bakony tritt KOVACS ein. Er betrachtet auch die in roten Cephalopodenkalcken auftretenden Mangankrusten und -knollen als Erscheinungen neritischer Bildungen, wobei den zerfallenden organischen Substanzen der Cephalopoden bei der Fällung der Manganverbindungen eine wesentliche Rolle zugewiesen wird (KOVACS, 1956 a). Auch spricht sich derselbe Autor dafür aus, daß die fossilen Cephalopoden häufig in ihren ursprünglichen Lebensräumen fossil wurden und oft als faziesgebunden betrachtet werden dürfen (KOVACS, 1956 b). Diese Auffassungen, die vorwiegend auf Beobachtungen an Gesteinen und Faunen beruhen, die den alpinen Ammonitenvorkommen ähnlich sind oder entsprechen, sind für die kalkalpine Fazieskunde sehr bedeutsam.

Obwohl das Thema der Cephalopodenfazies mit den obigen Ausführungen nur flüchtig gestreift wurde, soll nun die Fazies der hellen Kalke und Dolomite kurz zur Erörterung kommen. Jeder auswärtige Geologe, der erstmalig auf Exkursionen in die Nordalpen kommt, wird von der Fossilarmut der weitverbreiteten weißen und grauen Dolomite und Kalke der Mittel- und Obertrias beeindruckt sein. Nicht alle diese Dolomite sind hinsichtlich ihrer Entstehung, des Vorganges und Zeitpunktes der Dolomitisierung einigermaßen klar. Die einzigen örtlich häufigen Fossilien, die Megalodontiden, sind aus den Nordalpen noch nie zusammenfassend bestimmt und beschrieben worden. Ähnlich verhält es sich mit den Gastropoden und die Mikrofauna dieser Fazies ist praktisch unbekannt. Nur die sedimentpetrographischen Verhältnisse haben durch SANDER (1936) eine ausführliche Darstellung gefunden. Verschiedene problematische Strukturen im Dachsteinkalk harren noch ihrer Deutung. Unter den „Kräuselschichtungen“ (SANDER) mögen sich auch stromatolithische Strukturen befinden und auch die

Möglichkeit des Auftretens stockbildender Foraminiferen in eigenartig struierten Lagen des Dachstein- bzw. Plattenkalkes wäre noch zu prüfen. —

Für die verbreitetsten dieser Gesteine, den geschichteten Dachsteinkalk und Hauptdolomit der Obertrias, wird seit jeher eine Entstehung in geringer Wassertiefe angenommen. Für die Dasycladaceenkalke des Anis und Ladin besitzen wir in den Dasycladaceen die besten bathymetrischen Anzeiger und dürfen eine Ablagerung in ganz geringer Wassertiefe für sehr wahrscheinlich halten. Was jedoch die Fossilarmut anlangt, war man bei den Dolomiten gerne geneigt, diese der Diagenese anzulasten. Daß dies nicht zutrifft, beweisen u. a. Megalodontenbänke, die ich bei Vöslau, bei Obertraun (Oberösterreich) und am Flexenpaß (Vorarlberg) im norischen Hauptdolomit beobachtete (ZAPPE, 1950). Die örtlichen Massenvorkommen der Megalodonten im Dachsteinkalk sind lange bekannt. Obwohl im Dachsteinkalk gelegentlich auch andere Fossilien vorkommen, erscheint er doch meist in großen Flächen und Aufschlüssen als ein makroskopisch fossilarmes Gestein. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Armut dieser Gesteine an Großfossilien eine primäre ist. Um sie zu erklären, muß man die pliozänen und rezenten großen Kalkablagerungsgebiete ins Auge fassen. Die große Bahamabank wird als das größte Kalkablagerungsgebiet der Gegenwart bezeichnet. Wenngleich in der umfangreichen Literatur über die Genese der rezenten Kalksedimente oft verschiedene Auffassungen vertreten werden, so enthält sie doch sehr viele Beobachtungen, die für die Beurteilung kalkalpiner Gesteine wichtig sind. Kalkschlamm wird auf der Bahamabank in kleineren Flächen, Kalksande in sehr großen Bereichen abgelagert. Rezente Kalksedimente bilden sich auch in der Florida-Bay. Vom subfossilen und pliozänen Oolith der Bahamabank wird seine auffällige Fossilarmut betont (NEWELL und Mitarbeiter, 1951, S. 12). Aus dem Flachseebereich hinter den Florida-Keys berichten verschiedene Arbeiten von der Armut des benthonischen Tierlebens infolge der raschen Kalksedimentation, der Aufwirbelung des Kalkschlammes durch Stürme und dem das benthonische Leben erstickenden Niederschlag der Trübe (Voss, 1955; DUNBAR, 1941). Man spricht von der Erscheinung des „milky water“, die auch das Eindringen des Lichtes in tiefere Wasserschichten erschwert und damit das Pflanzenwachstum verringert. Gewiß können wir nicht erwarten, in der Gegenwart ein genaues Abbild der Sedimentation, etwa des Dachsteinkalkes, wiederzufinden. Aber es ergeben sich wesentliche Gesichtspunkte für die Erklärung mancher Eigentümlichkeiten unserer alpinen, geschichteten, hellen Kalke und Dolomite. Es handelt sich bei diesen um Gesteine ausgeprägterer und größerer Kalkschlamm-Sedimentationsbereiche als sie heute von der Bahamabank beschrieben werden. Die rasche Sedimentation, die Wassertrübe und die wahrscheinlich sehr weiche Konsistenz des seichten Meeresbodens scheint in der Regel ein reiches benthonisches Tierleben verhindert zu haben. Dazu kommt die Nährstoffarmut des weißen Kalkschlammes. Nur stellenweise kommt es zu Dasycladaceenrasen, die als Unterlage schon ein etwas festeres Substrat verlangen, die vom Sediment stets wieder überdeckt und erstickt wurden. Dasycladaceen haben im Anis und besonders im Ladin ihre Hauptverbreitung. Sie finden sich aber auch im Nor (Dachsteingebiet unveröffentlicht, Tennengebirge KAMPTNER, 1956). Im Nor und Rhät spielen in diesen Kalkschlammgründen örtlich Massenvorkommen der Megalodontiden eine Rolle. Meist sitzen diese Muscheln mit geschlossenen Schalen im Gestein, wie sie durch die Sedimentation erstickt wurden (ZAPPE, 1957). Das ausschließliche gehäufte Vorkommen einer Muschelart macht nicht den Eindruck eines normalen marinen Biotopes. Es erinnert an die

Massenvorkommen bestimmter Mollusken im Brackwasser. Für einen Brackwassereinfluß in den sehr ausgedehnten Lagunenbereichen des Dachsteinkalk-Seichtmeeres lassen sich nicht die paläogeographischen Voraussetzungen nachweisen. Man könnte nur an die atmosphärischen Niederschläge denken. Hingegen ist eine Hypersalinität in manchen Teilen der ausgedehnten Lagunenflächen unter einem warmen Klima vorstellbar. Derartige Verhältnisse würden den verbreiteten Mangel an Makrofossilien in diesen Gesteinen ebenfalls erklären helfen. Die Megalodontiden müssen deshalb aber nicht immer als Indikatoren abnormer Salinität gelten und mögen euryhalin gewesen sein, wie verschiedene Mollusken der Gegenwart. Jedenfalls waren diese Bivalven in bestimmter Art an das Leben auf weichen Kalkschlammböden angepaßt und die relative Dünnschaligkeit vieler Megalodontiden steht damit im Einklang. Nur das ausschließliche Massenvorkommen in bestimmten Bänken des Hauptdolomites und Dachsteinkalkes berechtigt dazu, besondere Verhältnisse der Salinität zu vermuten.

Wir sehen so den Plattenkalk, Dachsteinkalk und Hauptdolomit als Seichtwassersediment aus Bereichen zeitweise rascher Kalkschlammablagerung, die in der Regel nur ein geringes benthonisches Leben aufkommen ließ. Nur auf günstigen Flächen härterer Böden siedeln sich Kalkalgen oder die bankbildenden Megalodontiden an, deren örtliches ausschließliches Vorkommen den Einfluß abnormer Salinität wahrscheinlich macht. Die makroskopische Fossilarmut eines großen Teiles dieser Gesteine kann somit als primär gelten und kann aus der Art ihrer Entstehung erklärt werden.

Die vorstehend skizzierten Beispiele zeigen, daß allein schon die Benützung und Auswertung der in der neueren Literatur enthaltenen reichen meeresgeologischen und -ökologischen Beobachtungen und die zahlreichen im alpin-geologischen Schrifttum der letzten Jahrzehnte verstreuten Feststellungen palökologischer Art Erkenntnisse über die Fazies im Mesozoikum der Nordalpen ermöglichen. Eine Zusammenfassung unseres heutigen Wissensstandes über die kalkalpinen Fazies unter möglichster Berücksichtigung aller neueren Beobachtungen und der modernen Literatur wäre daher sicher erstrebenswert. Darüber hinaus aber können nur detaillierte monographische Untersuchungen an geeigneten aufschlußreichen Punkten der Kalkalpen einen Wissensfortschritt bringen. Als derartiges Gebiet wurde das obertriadische Riff des Gosaukammes bei Gosau, O.-Ö., in Aussicht genommen. Die Untersuchung der Fauna und Faziesbeziehungen dieses Rifffes wurde durch eine an der Geologisch-Paläontologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien gebildete Arbeitsgemeinschaft begonnen.

Literatur

- CLOUD, P. E.: Facies relationship of organic reefs. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, 36, Tulsa 1952.
- DIENER, C.: Grundzüge der Biostratigraphie. — Wien 1925.
- DIITMAR, A. VON: Zur Fauna der Hallstätter Kalke. Nova aus der Sammlung des Herrn Hofrathes Dr. von Fischer in München. — München 1866.
- DUNBAR, C. O.: Permian Faunas: a Study in Facies. — Bull. Geol. Soc. Amer., 52, New York 1941.
- GANSS, O., KÜMEL, F. und SPENGLER, E.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe. — Wiss. Alpenvereinshefte, H. 15, Innsbruck 1954.
- GIGNOUX, M.: Stratigraphic Geology. — San Francisco 1955.
- HEDGPETH, J. W. (und Mitarbeiter): Treatise on Marine Ecology and Paleöecology, Vol. 1, Ecology. — Mem. Geol. Soc. Amer., 67, New York 1957.

- KAMPTNER, E.: Über ein Vorkommen der Dasycladaceen-Spezies *Griphoporella curvata* (Gümbel) Pia in der Obertrias der nördlichen Kalkalpen. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1956.
- KITTL, E.: Geologische Exkursionen im Salzkammergut. — In: Exkursionen in Österreich, IX. Internationaler Geologenkongreß, Wien 1903.
- KITTL, E.: Geologie der Umgebung von Sarajevo. — Jahrb. Geol. R.-A., 53, Wien (1903) 1904.
- KOVÁCS, L.: Manganerzausscheidungen in den jurassischen Ammonitenmeeren. — Mitt. d. Fakultäten f. Berging. u. Geo-Ing. Techn. Univ.-Fakultäten, 19, Sopron 1956 a.
- KOVÁCS, L.: Die charakteristischen Züge der Lebensweise der Ammoniten mit Hinsicht auf die Faziesbestimmung. — Mitt. d. Fakultäten f. Berging. u. Geo-Ing. Techn. Univ.-Fakultäten, 19, Sopron 1956 b.
- LADD, H. S. (und Mitarbeiter): Treatise on Marine Ecology and Paleocology. Vol. 2, Paleocology. — Mem. Geol. Soc. Amer., 67, New York 1957.
- LEUCHS, K.: Lithogenetische Untersuchungen in den Kalkalpen. — Centralbl. f. Min., etc. Abt. B, Jahrg. 1925, Stuttgart 1925 a.
- LEUCHS, K.: Neue Probleme der Alpengeologie. — Senckenbergiana, 7, Frankfurt/M. 1925 b.
- LEUCHS, K. und K. UDLUFT: Entstehung und Bedeutung roter Kalke der Berchtesgadener Alpen. — Senckenbergiana, 8, Frankfurt/M. 1926.
- NEWELL, N. D., RIGBY, K. J., WHITEMAN, A. J. und BRADLEY, J. S.: Shoal-water Geology and Environments, Eastern Andros Island, Bahamas. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 97, New York 1951.
- PIA, J.: Die Siphoneae vertillatae vom Carbon bis zur Kreide. — Abh. zool.-botan. Ges. Wien, 11, Wien 1920.
- PIA, J.: Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernen Meeres bei Saalfelden mit besonderer Rücksicht auf die Diploporengesteine. — Sitzber. Österr. Ak. d. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, 132, Wien 1923.
- PIA, J.: Algen als Leitfossilien. — Problems of Paleontology, 1, Moscow 1936.
- ROSENBERG, G.: Das Profil des Rahnbauerkogels bei Großreifling. — Verh. Geol. B.-A. Wien 1953.
- ROSENBERG, G.: Einige Ergebnisse aus Begehungen in den Nördlichen Kalkalpen. — Verh. Geol. B.-A. Wien 1955.
- SANDER, B.: Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge. (Rhythmische Kalke und Dolomite aus der Trias.) — Min. u. Petrograph. Mitt. NF. 48, Leipzig 1936.
- SCHMIDT, H.: Bionomische Probleme des deutschen Lias-Meeres. — Geologie der Meere und Binnengewässer, 3, Berlin 1939.
- SCHNETZER, R.: Die Muschelkalkfauna des Ofenbachgrabens bei Saalfelden. — Palaeontographica (A), 81, Stuttgart 1934.
- SCHWARZACHER, W.: Sedimentpetrographische Untersuchungen kalkalpiner Gesteine. — Jahrb. Geol. B.-A., 91, Wien 1946.
- VOSS, G. L. and N. A.: An Ecological Survey of Soldier Key, Biscayne Bay, Florida. — Bull. Marine Sci. Gulf and Caribbean, 5, Miami 1955.
- ZAPFE, H.: Megalodontiden aus der Obertrias des südlichen Wienerwaldes. — Österr. Ak. d. Wiss., Anz. Nr. 10, Wien 1950.
- ZAPFE, H.: Dachsteinkalk und „Dachsteinmuscheln“. — Natur und Volk, 87, Frankfurt/M. 1957.