

Die Oberjura-Breccien des Aalbachtals östlich Tegernsee.

Von Kurt Leuchs.

1. Vorkommen und stratigraphische Stellung.

Im obersten Aalbachtal fand DACQUÉ (1) die roten kalkig-kieseligen Aptychenschichten mit Hornsteinbänken übergehend in hellgrüngraue Aptychenkalke, die mit konglomeratischen Bänken wechsellagern. Er bezeichnete diese obere Schichtreihe als Neocom und stellte sie auch östlich des Schliersees hinter Hohenwaldeck fest, wo ein Belemnitenbruchstück darin gefunden wurde.

Westlich des Tegernsees wies BODEN (2) im Scheibengraben gleichartige Gesteine nach, die er ebenfalls zunächst zum Neocom rechnete. Später (3) konnte er jedoch ihr oberjurassisches Alter feststellen und damit ergab sich für die Schichtenreihe im Aalbachtal das gleiche, eine Meinung, der sich auch DACQUÉ (briefl. Mitt.) angeschlossen hat. Zugleich wurden solche konglomeratische und sandige Lagen auch im obersten Scheibengraben, Gscheigraben, Baumgartengraben und an einigen anderen Stellen des Gebietes westlich des Tegernsees gefunden.

Während die konglomeratische Fazies des Oberjura westlich des Tegernsees von BODEN genauer untersucht und beschrieben wurde, fehlte für das Vorkommen östlich vom Tegernsee bisher eine solche Untersuchung. (Ausnahme s. p. 4, 3. Absatz). Deshalb sammelte auf meine Bitte hin Kollege DACQUÉ eine Reihe von Handstücken, die er mir zur Untersuchung überließ, wofür ich ihm auch hier herzlichen Dank ausspreche.

Die Lagerungsverhältnisse sind nicht mit völliger Klarheit zu ermitteln. Sicher ist jedoch die wiederholte Wechsellagerung von kieseligen Aptychenkalken mit den grobklastischen Bänken und die Einordnung dieser Schichtfolge in die höhere Abteilung des Oberjura (Tithon).

2. Beschreibung der Handstücke.

Es wurden 11 Handstücke untersucht. Von diesen gehören zwei zu den normalen Aptychenschichten.

1. Das erste ist ein roter, schwach toniger Kalkstein von ziemlich dichter Beschaffenheit. Im Anschliff tritt bereits bei zehnfacher Vergrößerung eine Masse von rundlichen bis elliptischen, auch unregelmäßigen aus Kieselsäure bestehenden Körnern hervor. Dazu treten wenige größere, z. T. nadel- und stäbchenförmige Körner.

Bei dreißigfacher Vergrößerung lassen sich in manchen dieser Körner konzentrische und schalige Strukturen erkennen und es zeigt sich, daß diese Körner mehr oder weniger gut erhaltene Radiolarien sind.

2. Konkordant über dem roten liegt ein grüngrauer Kalkstein mit noch geringerem Tongehalt. Durch Behandlung mit Salzsäure wurde festgestellt, daß schätzungsweise 75 % des Gesteins aus Calciumcarbonat bestehen. Der verbleibende Rest ist fast ausschließlich aus Radiolarien zusammengesetzt, die durch die Auflösung des Kalkes als isolierte glasklare Kugeln übrigblieben. Viele dieser Kugeln sind mit Punkten besetzt, die sich bei stärkerer Vergrößerung als die Stümpfe der abgebrochenen Nadeln erwiesen. Der Gehalt an Radiolarien ist in diesem Stück wesentlich größer als in dem ersten.

3. Es folgt ein hellgrünes feinkörniges geschichtetes Konglomerat mit ziemlich großem Kalkgehalt. Seine Komponenten sind teils rundlich, teils eckig und bestehen aus verschiedenen Kalken, Dolomit und viel Quarz, sowie Glimmerminerale (brauner und gebleichter Biotit, grüner Chlorit). Bei Dolomit und Quarz überwiegt die eckige Ausbildung, die Korngröße aller Komponenten geht über 0,2 mm Durchmesser nicht hinaus. Einzelne Radiolarien sind vorhanden.

Ein anderes Stück aus dieser Lage ist hellgrün, zeigt schon makroskopisch konglomeratisch-brecciöse Beschaffenheit, erreicht Korngrößen bis zu 1 mm Durchmesser und enthält neben den anderen Komponenten eine Anzahl feinkristallinischer roter Kalkbrocken.

4. Darüber liegt eine Breccie mit den gleichen Komponenten wie die vorher beschriebenen Gesteine. Jedoch besteht ein erheblicher Unterschied in der Größe der Komponenten, die im allgemeinen bis zu 5 mm Durchmesser erreichen. Sie sind alle eckig und kantig und es finden sich außerdem Brocken von kalkig-dolomitischem Feinkonglomerat und größere Stücke von lichtem Aptychenkalk und rotem Hornstein darin.

5. Andere Ausbildung zeigt eine Breccie mit rotem, teilweise kieseligem Bindemittel. Die Komponenten von 0,5—1 mm Durchmesser bestehen aus Kalk, Dolomit, glasklaren Quarzen und den verschiedenen Glimmerminerale. Im Bindemittel finden sich auch wieder Durchschnitte durch Radiolarien, sowie eine Menge von flachgewölbten kleinen Schalenbruchstücken, deren genauere Bestimmung nicht möglich war.

6. Wechsellagernd mit allen bisher beschriebenen Gesteinen findet sich eine grobe Breccie, deren Komponenten (es handelt sich wieder um die sämtlichen bisher erwähnten Arten) meist Durchmesser von 0,5—1 mm haben, vereinzelt bis 5 mm erreichen, außerdem aber als wesentlich größere Brocken von Kalkstein, Dolomit, Kalkmergel und Feinkonglomerat in der Hauptmasse unregelmäßig eingelagert sind. Radiolarien und andere unbestimmbare rundliche Organismen sind spärlich vorhanden.

7. Die unregelmäßigste Ausbildung besitzen Breccienlagen, deren Komponenten 0,5—5 mm Durchmesser haben. Dazu treten große Brocken und Fetzen (bis 4 cm lang) von rotem und grünem Kalkstein und Mergel, sowie Feinkonglomerat, größere grüngraue Quarzite und ein kleines Stück heller Glimmerschiefer. Auch eine rote verkieselte Partie findet sich, so daß diese Breccie eine sehr mannigfaltige Zusammensetzung sowohl bezüglich Größe und Form, als auch Art der Komponenten hat.

8. Ähnlich der oben besprochenen roten Breccie mit verkieseltem Bindemittel tritt im Anschluß an Nr. 3 eine dunkelgraue auf, die zahlreiche glasklare bis milchige Radiolarien enthält. Gleichfalls reich an Radiolarien ist

9. der rote Hornstein, der in dem groben Konglomerat liegt.

10. Verkieselung tritt auch in einer anderen mittelkörnigen Breccie auf (rot und grau), in der sich neben den anderen Bestandteilen hellgrüne Kalkmergel vorfinden.

Die mikroskopische Untersuchung der Handstücke wurde vorwiegend mit Hilfe von Anschliffen unter dem LEITZ'schen Universalmikroskop durchgeführt, wobei Vergrößerungen bis zu 150fach, teilweise schon schwächere Vergrößerungen die Zusammensetzung der Gesteine in dem für den Zweck der Untersuchung nötigen Genauigkeitsgrad feststellen ließen. Die Methode der Anschliff-Untersuchung bietet gerade bei grobklastischen Gesteinen gegenüber der Untersuchung von Dünnschliffen außerordentliche Vorteile, da sie die zumeist nur zufällige Erfassung der verschiedenen Gesteinskomponenten im Dünnschliff bis zu einem ziemlich hohen Grade ausschließt. Außerdem erfordert sie wesentlich geringere Herstellungskosten und Arbeitszeit, so daß dieser Methode eine viel häufigere Anwendung als bisher zu wünschen ist.

3. Ergebnis und Folgerungen.

Das auffallendste Ergebnis der Untersuchung dieser Breccien (die Bezeichnung „Konglomerat“ muß wegen der eckigen Komponentenformen aufgegeben werden) ist der Nachweis der massenhaften „exotischen Komponenten“. Dazu tritt die regellose Mischung der verschiedenen kalkalpinen Komponenten und als weiteres bezeichnendes Merkmal der Gehalt an größeren Brocken der Feinbreccien in den Grobbreccien. Es bestehen also die Breccien aus Dolomit, verschiedenen Kalksteinen und Mergeln des Lias, Oberjura und Tithons, so daß anscheinend Hauptdolomit und Gesteine der sämtlichen Jurstufen darin enthalten sind. Zu diesen im ganzen als ortsnah zu bezeichnenden Gesteinen der Kalkalpenzone treten die kristallinen Gesteine (Glimmerschiefer, Quarzit) bzw. die durch ihre Zerlegung frei gewordenen Quarze und Glimmermineralien.

Besonders bemerkenswert ist der Unterschied gegenüber den Breccien des Oberjura westlich des Tegernsees. Denn dort sind alle Komponenten, abgesehen vielleicht von den kleinen Quarzkörnern, kalkalpinen Ursprungs und BODEN nahm deshalb für diese Breccien Materialzufuhr von einem gehobenen südlichen, noch innerhalb der Kalkalpenzone liegenden Gebiete an, später (1925) erklärte er die Breccienbildung durch Aufbereitung von ortsnahem kalkalpinem Material bzw. des im N auftauchenden älteren Untergrundes.

Für die Breccien des Aalbachtals mit der Menge und Größe der kristallinen Komponenten kann nur ein nördliches Landgebiet in Betracht kommen. Diese Tatsache ist an sich nicht besonders überraschend, denn das Gebiet der kalkalpinen Vorzone lag in geringer Entfernung vom südlichen vindelizischen Rücken in der nördlichen Küstenzone des Oberjurameeres. Das muß nach allem, was heute schon über die Art und Verbreitung des Oberjurameeres bekannt ist, als sicher angenommen werden und damit lassen sich alle Einzelheiten der Aalbachbreccien genügend erklären. Sie sind demnach entstanden durch Einschwemmung vom Lande unter gleichzeitiger Aufarbeitung von gewissen Teilen des Meeresbodens.

Was nun die zeitliche Reihenfolge der einzelnen Lagen betrifft, so dürfte durch die Untersuchung erwiesen sein, daß sich diese Breccien erst in der oberen Abteilung der Aptychenschichten einstellen. Sie liegen demnach näher dem Neocom als den roten knolligen Lagen des unteren und mittleren Malm, eine Ansicht, die schon DACQUÉ (briefl. Mitt.) ausgesprochen hat. Da aber die Breccienlagen nicht nur über, sondern auch zwischen und unter normalen Aptychenschichten liegen, muß der ganze Schichtenstoß noch zum Oberjura gerechnet werden und dürfte dessen oberste Abteilung darstellen.

Die Erklärung der Bestandsverschiedenheiten zwischen den Breccien östlich und westlich des Tegernsees, die 9—11 km voneinander entfernt, aber alle im gleichen Zonelement, dem Nordteil der kalkalpinen Vorzone, liegen, muß demnach auf verschieden wirkende Ursachen zurückgeführt werden. Im Westen, wo die exotischen Komponenten zurücktreten, ist die Breccienbildung verursacht durch Aufarbeitung der in nächster Nähe oder doch keinesfalls sehr weit entfernt anstehenden Gesteine, und es ist keine nennenswerte Zufuhr vom Nordlande dazugekommen. Dagegen ist im Osten außer der Aufbereitung von ortsnahen Gesteinen auch ortsfremdes Material eingespült worden. Die Größe dieser exotischen Komponenten läßt nun deutlich erkennen, daß sie im Vergleich zu den kalkalpinen Komponenten einen längeren Weg zurückgelegt haben. Denn unter diesen finden sich, besonders in den Grobbreccien, in geringerem Maße aber auch in den Feinbreccien, wesentlich größere Stücke mit ganz regellosen Umrissen, nicht nur Kalke und Mergel der Aptychenschichten, sondern auch andere Oberjura- und Liaskalke

und, wenn auch zumeist kleiner als die Juragesteinsbrocken, Dolomitstücke, die aus dem norischen Hauptdolomit stammen.

Dagegen finden sich unter den exotischen Komponenten nur ganz selten kleine Stücke von Gesteinen (ein Glimmerschiefer, zwei Quarzite), während im übrigen nur Einzelminerale der weitgehend verwitterten und in ihre Bestandteile zerlegten Gesteine vorkommen, von denen die Quarze teilweise abgerundet sind.

Nachträglich wurde ich von Kollegen BODEN dankenswerterweise auf die von ihm ausgeführte Untersuchung einer Feinbreccie aus dem Aalbachtale aufmerksam gemacht, die mir entgangen war, da der Titel der sie enthaltenden Arbeit (16) nicht darauf schließen ließ.

Diese Breccie besteht aus ähnlichen Komponenten, wie die von mir untersuchten Stücke, also aus kalkalpinen und kristallinen (Quarze, Glimmer, chloritische Körner, einige Feldspäte, sowie je ein Stückchen von Glimmerschiefer und Gneis).

In der gleichen Arbeit werden auch weitere Breccienstücke aus dem Gebiete westlich Tegernsee beschrieben, wobei außer den schon früher bekannten Komponenten auch das Chloritmineral nachgewiesen wurde.

Für die Bildung grobklastischer mariner Sedimente kommen, allgemein betrachtet, folgende Möglichkeiten in Frage:

- Strandbildungen durch Brandung an Felsenküsten, durch fluviale Zufuhr oder durch beides zusammen,
- submarine Aufarbeitung älterer Gesteine und bereits \pm verfestigter, kurz vorher gebildeter Sedimente im Flachmeergebiet,
- submarine Rutschungen,
- tektonische Bewegungen.

Die Annahme eines gegen das Ende der Jurazeit im ganzen seichter werdenden Meeres, worauf die Ausbildung des Neocoms schon hindeutet, macht auch das Einsetzen von tektonischen Störungen wahrscheinlich, die eine Unterbrechung der \pm gleichmäßigen abwärtigen Epirogenese hervorrufen. Dadurch werden aber neben Hebungen im Jurameer auch Hebungen in den Küstengebieten entstehen und deren Folge ist dann eine verstärkte Materialzufuhr vom Lande in das Meer.

Dieser Fall ist eingetreten bei der Bildung der Aalbachbreccien, die durch eine Mischung vindelizischen und kalkalpinen Materials entstanden sind. Sie stellen eine küstennahe Flachwasserbildung dar, mit geringer Seigerung der Komponenten. Sie sind aber wesentlich verschieden von den grobklastischen Bildungen westlich des Tegernsees. Damit erhebt sich die Frage, ob sie wirklich altersgleich sind mit den Vorkommen im Scheiben- und Gscheigraben. Es liegen zwar alle Vorkommen im Nordteil der kalkalpinen

Vorzone, aber das Vorkommen im Scheibengraben liegt südlicher als die beiden anderen und könnte deshalb als küstenferner und frei von vindelizischen Komponenten bezeichnet werden. Jedoch versagt diese Erklärung für das Vorkommen im Gscheigraben, das noch näher dem Flyschrande liegt als die Aalbachbreccie.

Bei der Stärke der tektonischen Bewegungen in der kalkalpinen Randzone läßt sich indessen keine Sicherheit darüber gewinnen, ob im Westen etwa die Zone der Aalbachbreccie aus tektonischen Gründen fehlt.

Denkbar wäre natürlich auch, daß die Zufuhr vindelizischen Grobmaterials nicht längs der ganzen Küste, sondern nur an einzelnen Stellen, etwa durch dort mündende Flüsse oder Bäche, stattgefunden hat. Es sind das Fragen, die sich wegen der Lückenhaftigkeit der Funde nicht mit Sicherheit entscheiden lassen.

Dagegen möchte ich an der Annahme tektonischer Bewegungen als Vorbedingung für die Bildung der Breccien festhalten. Denn andernfalls bliebe unverständlich, worauf die plötzliche Unterbrechung der normalen Oberjura-sedimentation zurückzuführen wäre. Die durchaus episodische Zufuhr des vindelizischen Materials verlangt mit Notwendigkeit eine Änderung der gleichmäßigen Sedimentationsbedingungen, und diese Änderung läßt sich am besten durch tektonische Bewegungen erklären, die eine stärkere Hebung des Küstengebietes hervorbrachten.

Ähnlich zusammengesetzte, genetisch gleichartige Breccien und Konglomerate sind auch von anderen Stellen der Nordzone bekannt [östliches Allgäu: Achental zwischen Pfronten und Fallmühle nach M. RICHTER (4), Hohenschwangauer Alpen nach BÖSE (5)], so daß die Annahme vorausgegangener tektonischer Hebung des nördlichen Küstengebietes dadurch gestützt wird.

Aus südlicheren Zonen des Oberjura waren solche polymikte Konglomerate und Breccien bisher nicht bekannt. Es ist deshalb von Wichtigkeit, daß TRUSHEIM in der großen Karwendelmulde zwischen Mittenwald und Achensee außer einem Horizont mit monomikten Breccien und Konglomeraten auch einen solchen mit polymikten nachweisen konnte, der 50 m stratigraphisch höher liegt als jener. Seine exotischen Komponenten bestehen aus Quarz und Glimmer, auch ein Quarzit wurde festgestellt. Näheres darüber wird TRUSHEIM in seiner demnächst erscheinenden Arbeit (6) bringen. Es sei deshalb nur diese Tatsache erwähnt und die sich daraus ergebende Frage: besteht eine nähere Beziehung zwischen den polymikten Breccien am Nordrande und in der Mitte der kalkalpinen Zone derart, daß auch in den Zwischengebieten solche Breccien abgelagert wurden, oder sind die Breccien des mittleren Gebietes durch Materialzufuhr von der Südküste (zentralalpines Gebiet) entstanden?

Die Beantwortung dieser Frage muß dahingestellt bleiben, bis in Zwischengebieten Fehlen oder Vorkommen solcher exotischer

Einschwemmungen im Oberjura geklärt ist. Die bisherigen Untersuchungen haben dort zwar noch keine Beweise für ihr Vorhandensein gegeben, aber es ist dabei zu bedenken, daß gerade südlich der Tegernsee—Schlierseer Vorzone in der Hauptzone der Kalkalpen nur kleine Reste von Oberjura bzw. Tithon erhalten sind. Die Mittenwalder Karwendelmulde liegt aber ungefähr in der Mitte der kalkalpinen Zone, so daß eine Einschwemmung von Süden ebenso weite Verfrachtung erfordern würde wie von Norden.

Die Hornsteinbreccie des Sonnwendgebirges, die hier noch herangezogen werden könnte, enthält nach den Untersuchungen von WÄHNER (7) und AMPFERER (8) nur kalkalpines Material, allerdings bis herab zum Plattenkalk, so daß sie trotz ihrer zweifellos durch vorausgegangene tektonische Bewegungen ermöglichten Bildung hier nicht unmittelbar zum Vergleich benützt werden kann. Sie könnte allerdings, gerade wegen des Fehlens exotischer Komponenten in ihr, dazu dienen, in den anderen Vorkommen deren Herkunft von Norden wahrscheinlich zu machen.

In der östlichen Fortsetzung der Karwendelmulde ist bei Landl durch FURLANI (9) eine Transgression von roten Aptychenmergeln des Tithons über rote Cephalopodenkalke des Mittellias nachgewiesen, und in den hangenden grauen Aptychenkalken mit Radiolarien sind sandige Schichten mit Glimmer eingeschaltet. Auch weiter nach Osten sind Beweise für Transgression bekannt. In der Kammerkergruppe und im Saalachgebiet transgrediert der oberjurassische Radiolarit nach HAHN (10, 11) über verschiedene Stufen des Ober- und Mittellias, auch Breccien, teils zweifelhafter Stellung, teils dem Neocom zugerechnet, sind nachgewiesen. Auch an die Tithontransgression am Göll bei Berchtesgaden, die KÜHNEL (12) festgestellt hat (Oberalmschichten über Dachsteinkalk), sei erinnert.

Es ist nicht meine Absicht, hier alle Anzeichen für tektonische Bewegungen im Oberjura der bayrisch-nordtiroler Kalkalpen aufzuführen. Die erwähnten Beispiele genügen schon, um das Auftreten dieser j u n g k i m m e r i s c h e n P h a s e dort zu beweisen.

Zugleich zeigt sich immer deutlicher, daß die Bewegungen das ganze Gebiet zusammen mit dem Vorlande ergriffen haben, denn sie sind in den verschiedenen Zonen nachzuweisen.

Die Zahl der grobklastischen Einschaltungen in die mesozoische Schichtenfolge der nördlichen Kalkalpen ist in den letzten Jahren beträchtlich vermehrt worden. Mit der zunehmenden Erforschung werden die Nachweise von Unterbrechungen der normalen marinen Sedimentation immer häufiger und damit ergibt sich für den kalkalpinen Sedimentationsraum und seine Gestaltung in den verschiedenen Zeitabschnitten vor der mittelcretacischen Orogenese starker Wechsel.

Untersuchungen solcher grobklastischer Einschaltungen sind deshalb vor allem nötig zur Klärung der Paläogeographie, dann aber

auch als Grundlage für die Aufhellung der Tektonik, besonders für die Frage nach der Möglichkeit und Notwendigkeit von weiten Deckenbewegungen zur Erklärung des heutigen Baues.

Die 1927 angeführten entsprechenden Vorkommen (13) konnten inzwischen noch vermehrt werden durch den Nachweis rhätischer Konglomerate und Breccien (14). Dazu treten die Breccien und Konglomerate im Lias und Oberjura, die Nachweise von Transgression des Tithons, die Neocomtransgression im Habersauer Tal des Kaisergebirges (15), sowie die vielfach beobachteten grobklastischen und sandigen Einschaltungen im Neocom.

Damit erhebt sich die Bedeutung dieser Bildungen über die von rein örtlichen, auf die Küstenzonen beschränkten und erfordert andere weiter reichende Ursachen zu ihrer Entstehung. Diese können aber nur in tektonischen Bewegungen größeren Ausmaßes, wenn auch ohne nennenswerte Faltung, gesucht werden.

Zusammenfassung.

Die Untersuchung der von DACQUÉ erstmalig festgestellten grobklastischen Einschaltungen im Oberjura des Aalbachtals östlich Tegernsee (bayrische Voralpen) ergab einen beträchtlichen Anteil dieser Breccien an „exotischen Komponenten“: Quarze, Glimmermineralien, Chloritkörner, Feldspäte, seltener Quarzite und Glimmerschiefer sowie Gneis. Die kalkalpinen Komponenten bestehen aus Dolomit (der norischen Stufe), verschiedenen Kalksteinen und Mergeln des Lias und Oberjura, sowie Stücken aus tieferen Lagen der Breccien selbst.

Das exotische Material stammt vom südlichen vindelizischen Rücken, die episodische Einschaltung der Breccien wird auf vorausgegangene tektonische Bewegungen zurückgeführt, die im kalkalpinen Sedimentationsraum und in seinem Randgebiet wirksam waren und dieses für verstärkte Erosion zugänglich machten. Die Breccien sind demnach eine küstennahe Flachwasserbildung. Der starke Anteil exotischer Komponenten unterscheidet sie von anderen Oberjurabreccien der Rand- und Mittelzone der Kalkalpen. Jedoch sind Breccien mit exotischen Komponenten auch in der Mittelzone neuerdings (durch TRUSHEIM) gefunden worden, bei denen Zufuhr von Norden wahrscheinlich ist.

Eine (nicht vollständige) Übersicht über weitere Nachweise grobklastischer Einlagerungen und von Tithontransgression erhärtet das Auftreten der jungkimmerischen Phase in den nördlichen Kalkalpen. Im ganzen ist in der letzten Zeit starke Vermehrung des Nachweises grobklastischer Bildungen im kalkalpinen Mesozoicum (vor der mittelcretacischen Orogenese) erfolgt (altkimmerische Phase u. a.), ihre Entstehung ist nicht auf Küstenzonen beschränkt und erfordert stärkere tektonische Bewegungen.

Literatur.

1. DACQUÉ: Geologische Aufnahme des Gebietes um den Schliersee und Spitzingsee. Mitt. Geogr. Ges. München. Bd. 7. 1912.
 2. BODEN: Geologische Aufnahme der Tegernseer Berge im W der Weißach. Geognost. Jh. Bd. 27. 1915.
 3. — Geologische Untersuchungen am Geigerstein und Fockenstein etc. Geognost. Jh. Bd. 28. 1916.
 4. M. RICHTER: Beobachtungen am Nordrand der oberostalpinen Decke im Allgäu. Verh. öst. geol. B.-A. 1923.
 5. BÖSE: Geol. Monographie der Hohenschwangauer Alpen. Geognost. Jh. Bd. 6. 1894.
 6. TRUSHEIM: Die Mittenwalder Karwendelmulde. Beiträge zur Lithogenese und Tektonik der nördlichen Kalkalpen. Wiss. Erg. Hefte des D.-Ö. A.-V. 1930.
 7. WÄHNER: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. Deuticke, Leipzig-Wien 1903.
 8. AMPFFERER: Studien über die Tektonik des Sonnwendgebirges. Jb. öst. geol. R.-A. Bd. 58. 1908.
 9. FURLANI: Zur Stratigraphie der Jura- und Neocom-Schichten der Karwendelmulde bei Landl in Nordtirol. Sitz.-B. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 1921.
 10. HAHN: Geologie der Kammerker—Sonntagshorn-Gruppe. Jb. öst. geol. R.-A. Bd. 60. 1910.
 11. — Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. Jb. öst. geol. R.-A. Bd. 63. 1913.
 12. KÜHNEL: Geologie des Berchtesgadener Salzberges. N. Jb. f. Min. etc. Beil.-Bd. LXI. Abt. B. 1929.
 13. LEUCHS: Bayrische Alpen (Geologie von Bayern. 2. Teil). Handbuch der Geologie u. Bodenschätze Deutschlands. II 3. 1927.
 14. — Polygene Konglomerate im nordalpinen Rhät und die altkimmerische Phase. Geol. Rundschau. Bd. 19. 1928.
 15. — Geologische Zusammensetzung und Geschichte des Kaisergebirges. Z. Ferdinandeum. Innsbruck 1907.
 16. BODEN: Das Flyschgebiet zwischen Isar und Loisach bei Tölz in Oberbayern. Geognost. Jh. Bd. 38. 1925.
-