

Verh. Geol. B.-A.	Sonderheft G	S. 171—183	Wien, Oktober 1965
Z. deutsch. geol. Ges. Jahrgang 1964	Band 116 2. Teil	S. 427—439	Hannover, Oktober 1965

Zur Paläogeographie der Raibler Schichten in den westlichen Nordalpen ¹⁾

Von H. JERZ ²⁾, München

Mit 9 Abbildungen

Zusammenfassung

Auf Grund von Profilaufnahmen der Raibler Schichten, sedimentpetrographischen Ergebnissen und Faziesuntersuchungen wird für die westlichen Nordalpen ein Bild der Paläogeographie im Karn entworfen.

1. Der nordalpine, karnische Sedimentationsraum bildete im Untersuchungsgebiet eine eigenständige, geographische Einheit. Das Sedimentationsbecken hatte Trogcharakter. Die Achse größter Senkungstendenz verlief durch die zentral gelegenen Gebiete.

2. Nach der Lithofazies können 3 Faziesräume unterschieden werden: Raibler Schichten in nördlichen und westlichen Vorkommen sind küstennahe, in zentralen Bereichen küstenfernere Bildungen. Überraschend zeigen auch die südlichen Profile Merkmale einer Randfazies.

3. Nach der Biofazies lassen sich 2 Faziesräume unterscheiden: Eine fossilarme „Nordfazies“ und eine fossilreichere „Südfazies“.

4. Die Verbreitung der terrigenen Sedimente, ihre Mineralfazies und ihr Kornaufbau weisen auf nördliche und südliche Liefergebiete mit verschiedenen Ausgangsgesteinen hin. Sandsteine der stratigraphisch höheren Horizonte wurden von Süden und Südwesten (und ? Westen) in den Ablagerungsraum eingeschüttet.

5. Weitere Hinweise für küstennahe Bereiche geben relative Anhäufungen von Pflanzenresten bzw. Kohleflözchen, Einschwemmungen von Hydrargillit und das Auftreten von Evaporiten.

6. Gegen eine Untergliederung des ostalpinen Faziesraumes in „voralpin“ für den Nordrand und in „hochalpin“ für den Südrand der Nördlichen Kalkalpen spricht der Randfaziescharakter der südlichen Raibler Vorkommen. Zusätzlich bestehen fazielle Beziehungen der Raibler Vorkommen diesseits des Inn zu den Raibler Schichten der Kalkkögel (Stubai Mesozoikum).

„Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen)“ war das Thema einer Dissertation (JERZ 1964), die von Herrn Professor Dr. P. SCHMIDT-THOME angeregt und am Institut für Geologie der Technischen Hochschule München durchgeführt wurde³⁾. Da eine Veröffentlichung der gesamten Arbeit vorbereitet wird⁴⁾, ist es möglich, sich auf einen Teil der paläogeographischen Ergebnisse zu beschränken. Den einzelnen Darstellungen liegen Raibler Spezialprofile zugrunde, die in dem Abschnitt der Nördlichen Kalkalpen aufgenommen wurden, der vom Kalkalpenrand im Norden, vom Lech im Westen und vom Inn im Süden und Osten begrenzt wird. Weitere interessante Vorkommen im Allgäu, in Vorarlberg, sowie südlich und östlich des Inn wurden in die Untersuchungen einbezogen. Die Aussagen stützen sich ferner auf sedimentpetrographische Ergebnisse und auf Faziesuntersuchungen.

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der 116. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 17. September 1964 in Wien.

²⁾ Anschrift des Autors: Dr. Hermann JERZ, Bayerisches Geologisches Landesamt, 8 München 22, Prinzregentenstraße 28.

³⁾ Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. P. SCHMIDT-THOME, München, sowie Herrn Dipl.-Geol. H. BÖGEL, München, bin ich für ihre Anregungen und Ratschläge bei meinen Untersuchungen zu großem Dank verpflichtet. Herrn Direktor Dr. F. BREYER, Hannover, danke ich für die finanzielle Unterstützung durch die Preussische Bergwerks- und Hütten-A. G.

⁴⁾ In „Geologica Bavarica“, Schriftenreihe des Bayerischen Geologischen Landesamtes München.

Mächtige Ablagerungen mit mehreren tausend Meter Sediment kennzeichnen die geosynklinale Blütezeit der ostalpinen Tethys während der Trias.

Im Karn, der tieferen Obertrias, erreichen die Schichtmächtigkeiten bei weitem nicht die Ausmaße der älteren ladinischen Bildungen (> 1000 m) und der jüngeren norischen Gesteinsserien (> 2000 m). Statt dessen sind sie ausgezeichnet durch eine für die Trias-Geosynklinale sonst untypische Folge detritischer Sedimente wie Schiefertone und Sandsteine, ferner durch Karbonatgesteine besonderer Art (z. B. Rauhwacken) sowie durch das Auftreten von Evaporiten.

Ihr ursprünglicher Ablagerungsbereich hat im heute aufgeschlossenen, nordalpinen Bereich nirgends eine natürliche Begrenzung. Die alpidische Tektonik hat die Schichten nicht nur verfaltet und gebietsweise überschoben, sondern den Kalkalpenkörper als Ganzes im Norden und im Süden tektonisch reduziert.

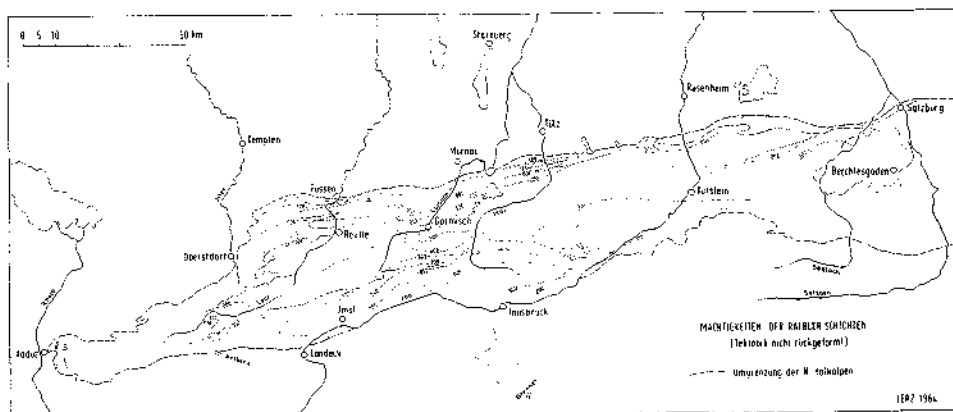


Abb. 1: Gesamtmächtigkeiten der Raibler Schichten, dargestellt in Linien gleicher Mächtigkeit (Isopachen). Faltung nicht rückgeformt.

Die im folgenden diskutierten Verhältnisse können daher nur ein ungefähres Bild des Sedimentationsraumes im Karn vermitteln.

Die größten Gesamtmächtigkeiten der Raibler Schichten werden im Zentralgebiet der untersuchten Nördlichen Kalkalpen angetroffen (Abb. 1). Im Bereich der östlichen Wetterstein-Mulde und der Wamberger Sattelzone sind die Raibler Sedimente 400 bis 550 m mächtig. Überdurchschnittlich mächtig sind die Raibler Profile ferner im zentralen und südwestlichen Karwendel (350 bis 380 m), an der Heiterwand (300 m) und im Kaiser-Gebirge (280 bis 300 m)⁴⁾. Die „Tiefenbezirke“ im Wettersteinvorland und im Karwendel sind durch eine „Untiefe“ getrennt, die im Puitental westlich Leutasch in den nur 160 m mächtigen Raibler Schichten besonders zur Geltung kommt, nach Osten jedoch an Einfluß verliert. Möglicherweise hat diese Zone eine indirekte Fortsetzung in den Vorkommen im Vorkarwendel (220 m) und im Achensee-Gebiet (150 bis 200 m).

Weitere Mächtigkeitsminima finden sich in einer Zone, die sich vom Benediktenwand-Gebiet (u. a. Latschen-Kopf mit 45 m mächtigen Raibler Schichten) über

⁴⁾ Für das Rauschberg-Gebiet (Östliche Chiemgauer Alpen) geben ANGERMEIER, PÖSCHL & SCHNEIDER (1963, S. 93, Abb. 3) rund 300 m mächtige Raibler Schichten an.

die Ammergauer Alpen (u. a. Laber-Gebirge, 40 m; Hochplatte, 50 bis 60 m) bis in die Vilser Alpen (rd. 70 m) verfolgen läßt. Nach Süden und auch nach Norden nehmen die Mächtigkeiten zu, so daß sich in dem Verlauf der Isopachen eine ungefähr West—Ost streichende „Schwellenzone“ abzeichnet. Sie drückt sich nicht nur in den geringmächtigen und wenig differenzierten Profilen aus, sondern sie wird auch in der Lithofazies deutlich: In den klastischen Sedimenten sind die stabilen Minerale angereichert, die vorwiegend dolomitischen Karbonatgesteine führen häufig Sedimentärbreccien, kalkige Rauhwacken treten zurück. Weitere Raibler Profile mit geringen Gesamtmächtigkeiten sind im nördlichen Randbereich im Wendelstein- und Heuberg-Gebiet (80 bis 130 m).

Eine kontinuierliche Abnahme der Mächtigkeiten ist von den Zentralgebieten nach Süden zu verzeichnen, und zwar einerseits vom Südflügel der Wetterstein-

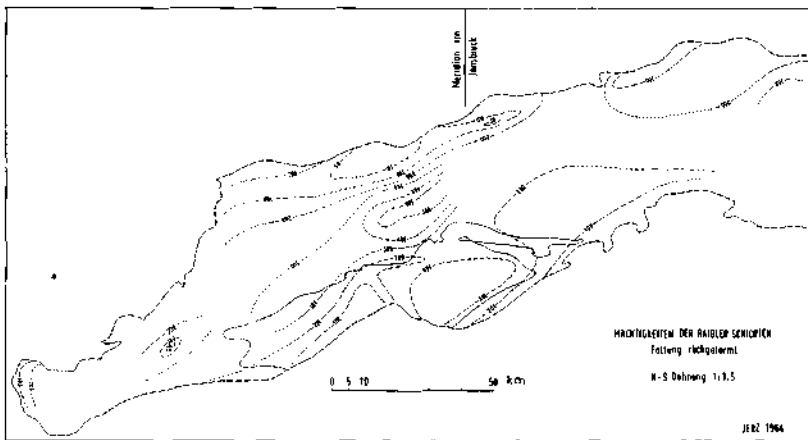


Abb. 2: Gesamtmächtigkeiten der Raibler Schichten. Faltung rückgeformt (Nord-Süd-Dehnung 1 : 1,5).

Mulde (400 bis 300 m) und der Heiterwand (300 m) über das Mieminger Gebirge (200 bis 100 m) und den Tschirgant-Zug (60 m) zu den Vorkommen bei Imst (< 50 m), andererseits vom zentralen Karwendel (max. 380 m) zu den Raibler Profilen südlich der Innsbrucker Nordkette (200 bis 150 m). In den Vorkommen südlich des Inn (Rattenberg—Wörgl) ist vergleichsweise eine starke Mächtigkeitsreduzierung der *Cardita*-Schichten nachgewiesen. Eine genaue Mächtigkeit der Torer Schichten ist in den überlagernden karnisch-norischen Dolomiten nicht zu ermitteln. Das gleiche gilt für die Raibler Vorkommen der Kalkkögel.

Gegen das Westende des rekonstruierten Ablagerungsraumes werden die Raibler Profile ebenfalls geringer mächtig. Westlich Lech am Arlberg umfassen sie noch rd. 200 m, in Liechtenstein nehmen die Mächtigkeiten nach Angaben von BLASER (1952, S. 172) und SCHAETTI (1951, S. 75 ff.) von Osten (200 bis 160 m) nach Westen (100 bis 70 m) ab⁵⁾.

In Abb. 2 wurde versucht, die Faltenstrukturen der westlichen Nordalpen auszuglätten und die Isopachen entzerrt wiederzugeben. Auf Grund von Profil-

⁵⁾ Eine Untersuchung der Raibler Schichten in Vorarlberg, Liechtenstein und im Rätikon wird z. Z. von Dipl.-Geol. W. HARSCH, München, durchgeführt.

ausmessungen wurde mit einer mittleren Ausweitung auf das 1,5fache der tektonischen Einengung gerechnet. Die gesamte Einengung durch die Faltung beträgt nicht mehr als ein Drittel. Überschiebungsstrukturen bleiben Unbekannte und wurden nicht berücksichtigt. Die Mächtigkeitsmaxima bezeichnen im karnischen Sedimentationsraum Bereiche größter Senkungstendenz. Die Achse maximaler Senkung nahm im Karn eine SW—NE-Richtung ein. Darüber hinaus deuten sich in Isopachen natürliche Grenzen des Ablagerungsraumes an. Lediglich zwischen dem südlichen Karwendel und den Kalkkögeln fehlt ein größerer Bereich.

Besonders bemerkenswert ist ein isoliert auftretendes, kondensiertes Schichtprofil (rd. 50 m) östlich von Lech am Arlberg. Es wurde zuerst von STENGEL-RUTKOWSKI (1960, S. 29 ff.) beschrieben. In den westlichen Nordalpen ist dies die einzige bekannte, transgressive Auflagerung der Raibler Schichten auf ihrer Unterlage. In diesem inselförmigen Vorkommen setzen die Raibler Sandsteine mit einem Transgressionskonglomerat ein (Abb. 3).

Im weiteren Untersuchungsgebiet konnte keine präkarnische Regression bis zu einer völligen Emersion festgestellt werden. So gibt es in den westlichen Ammergauer Alpen (Hochplatte, Oberer Pöllat-Bach) im Gegensatz zu KOCKEL, RICHTER & STEINMANN (1931, S. 14 ff.) keine Anhaltspunkte für eine präkarnische Festlandszeit mit tiefgründiger Verkarstung des Wettersteinkalkes. Nach WALDVOGEL (1964) und eigenen Untersuchungen handelt es sich bei den feinklastischen Einschaltungen im Oberen Wettersteinkalk nicht um eine Verfüllung von Karrentaschen mit Raibler Sandsteinen, sondern es sind schichtparallel eingeschaltete Sandkalken, die sich wesentlich von den dort auftretenden Raibler Arkose-Sandsteinen unterscheiden (Abb. 4 und 5). Nicht selten ist ein Auskeilen der Sandkalkbänke festzustellen. Gleichzeitig ändert sich ihr Stoffbestand, der Anteil an karbonatischem Detritus wird höher.

Auch im Benediktenwand-Gebiet ist im Gegensatz zu LEUCHS & MOSEBACH (1936, S. 1 ff.) und MÜLLER-DEILE (1940, S. 10 f.) eine spätladinische Trockenlegung nicht zu beweisen. Dasselbe gilt für eine entsprechende Vermutung OSSWALD's (1928, S. 18) für das Wendelstein-Gebiet. Ebenso ist die von ERHARDT (1931, S. 18) aus dem Staufen-Gebiet beschriebene „schwache Diskordanz“ nach ANGERMEIER, PÖSCHL & SCHNEIDER (1963, S. 91) nicht festzustellen. Eindeutig ist nach SCHULZ (1955, S. 103 ff.) und eigenen Beobachtungen im Untertageaufschluß von Lafatsch (Karwendel)⁶⁾ die konkordante Auflagerung der Raibler

⁶⁾ Für die Erlaubnis einer Befahrung des Stefanie-Stollens im Blei-Zink-Bergwerk von Lafatsch danke ich Herrn Direktor Dr. H. HOLLER, Klagenfurt.

Abb. 3: Transgressionskonglomerat der Raibler Schichten von Lech am Arlberg. Dünnschliff Nr. 292602 (Balkenmaßstab = 2 mm). Bei der Lokalität „Auf den Kluppen“ transgredieren die Raibler Sandsteine auf Mergelkalken der Arlberg-Schichten. Das matrixreiche Konglomerat enthält neben wenig gerundeten Quarz- und Feldspatmineralen Dolomitgesteinsbruchstücke und Fetzen feingeschichteter Mergelkalken.

Abb. 4: Sandkalk im Oberen Wettersteinkalk vom oberen Pöllat-Bach (Westliche Ammergauer Alpen). Dünnschliff Nr. 392801 (Balkenmaßstab = 0,2 mm). Mittelkörniger, matrixreicher, stark sandiger Kalk, mit sehr schlechter Sortierung. (Die Integration des gesamten Schliffes ergab u. a. 10% Quarz und 7% Feldspat.)

Abb. 5: Arkose-Sandstein der Raibler Schichten vom oberen Pöllat-Bach (Westliche Ammergauer Alpen). Dünnschliff Nr. 190102 (Balkenmaßstab = 0,2 mm). Mittelkörniger, matrixarmer, kieseliges Arkose-Sandstein, mit schlechter Sortierung (Quarz 33%, Feldspat 23%).

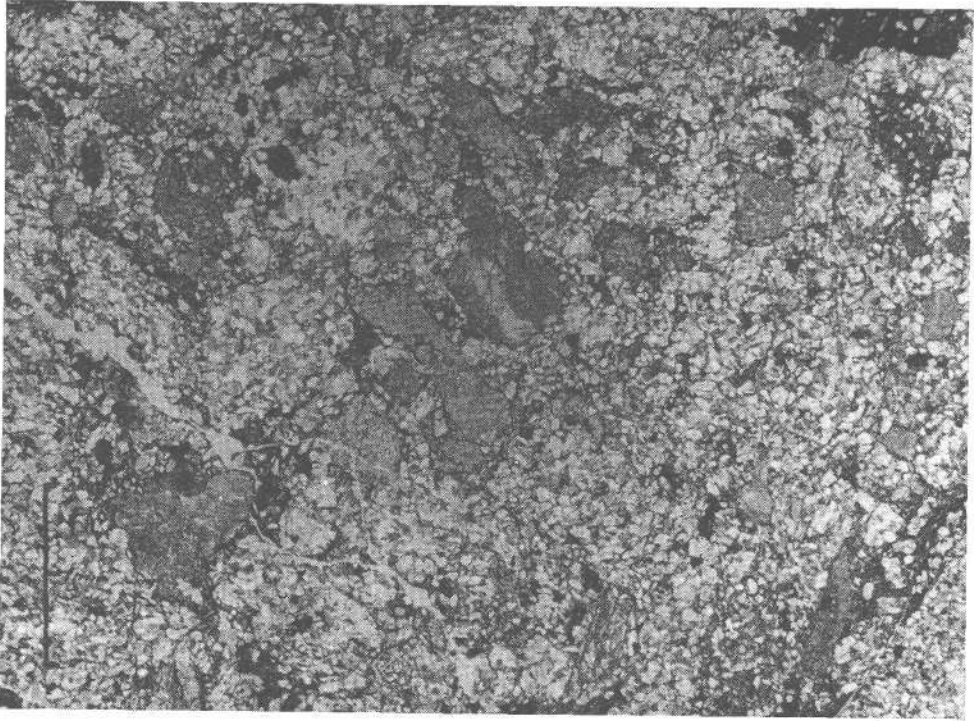


Abb. 3

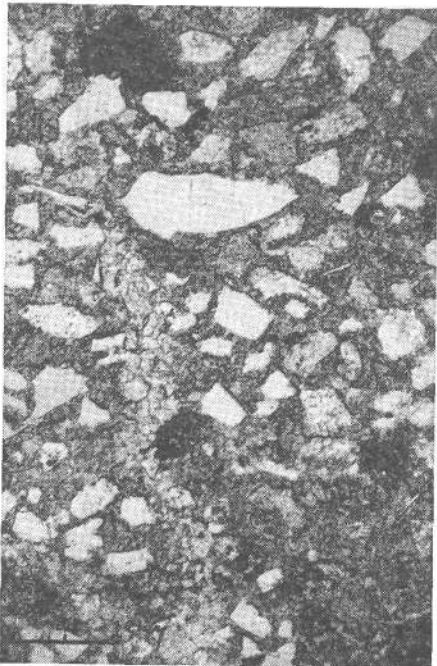


Abb. 4

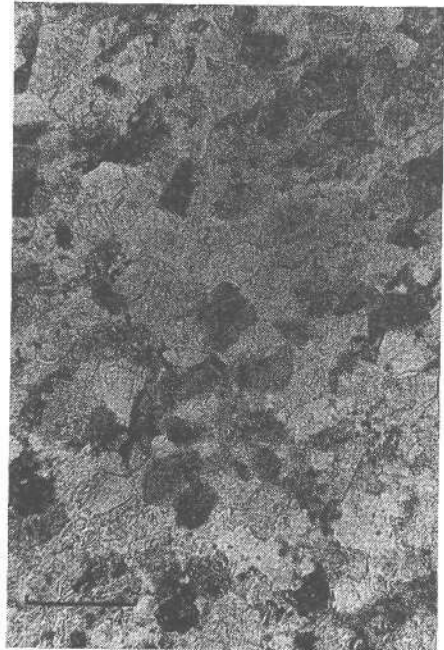


Abb. 5

Schiefertone auf den Wettersteinkalk.

Eine Reihe schematisierter Raibler Profile ist in Abb. 6 dargestellt. Die Säulenprofile beziehen sich auf Vorkommen im Mittelabschnitt des Untersuchungsgebietes.

Das linke Säulenprofil veranschaulicht die Gliederung nach v. WÖHRMANN 1889, 1893). Das Schema nach ANGERMEIER (1960) gilt für die östlichen Chiemgauer Alpen. Zum Vergleich sind diesen Schemata vereinfachte Profile folgender Gebiete (von Norden nach Süden) gegenübergestellt: Benediktenwand-Gebiet (Tennenalm; S Hennenkopf); Östliches Wetterstein-Gebirge (Umgebung von Klais; Zirbelkopf); Südwestliches Karwendel-Gebirge (Zirler Klamm); Südliches Mieminger Gebirge (Kochen-Tal, NE Telfs; Stettl-Bach, N Barwies) und Tschirgant (W Mötz); Kalkalpine Trias südlich des Inn (E Rattenberg) und Kalkkögel (N Saile). Neben den wechselnden Mächtigkeiten kommen deutlich

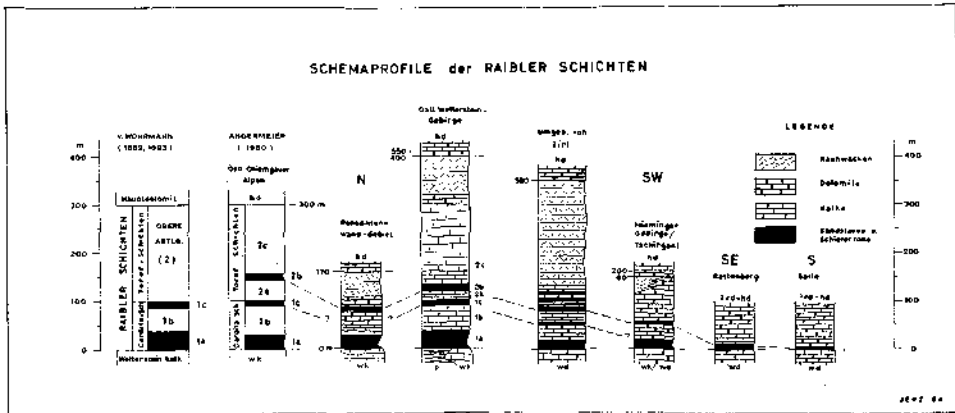


Abb. 6: Säulenprofil-Serie der Raibler Schichten etwa im Meridian von Innsbruck. (wk) Wettersteinkalk; (wd) Wettersteindolomit; (p) Partnach-Schichten; (rd) Raibler Dolomit; (hd) Hauptdolomit.

Gliederung nach v. WÖHRMANN (1889, 1893):

(1) Untere Abteilung: Cardita-Schichten: Horizont 1 a: Unterer Mergelzug, Horizont 1 b: Dolomitischer und kalkiger Zug, Horizont 1 c: Oberer Mergelzug. (2) Obere Abteilung: Torer Schichten im allgemeinen: Kalk- und Mergelbänke, Rauhwacken und Dolomite (Horizont der *Ostrea montis caprillis* KLIPST.).

Gliederung nach ANGERMEIER (1960):

(1) Cardita-Schichten: Horizont 1 a: Untere Schiefertone-Folge, Horizont 1 b: Untere Kalk-Dolomit-Folge, Horizont 1 c: Mittlere Schiefertone-Folge. (2) Torer Schichten: Horizont 2 a: Mittlere Kalk-Dolomit-Folge, Horizont 2 b: Obere Schiefertone-Folge, Horizont 2 c: Obere Kalk-Dolomit-Folge.

die Unterschiede in der Fazies-Differenzierung zum Ausdruck. Außerdem zeigt sich, daß sich nicht alle Raibler Profile in obige Schemata einfügen lassen. Teils müßten sie erweitert, teils eingeschränkt werden.

Von besonderer Bedeutung für paläogeographische Aussagen sind die Einschaltungen terrigener Sedimente. Im Profil der Zirler Klamm — hier sind die Raibler Schichten am vielfältigsten entwickelt — sind fünf charakteristische Schiefertonehorizonte ausgebildet. Sandsteine treten in vier dieser Horizonte auf. Der Horizont 1 c führt schwach kalkige Schiefertone. Eine ver-

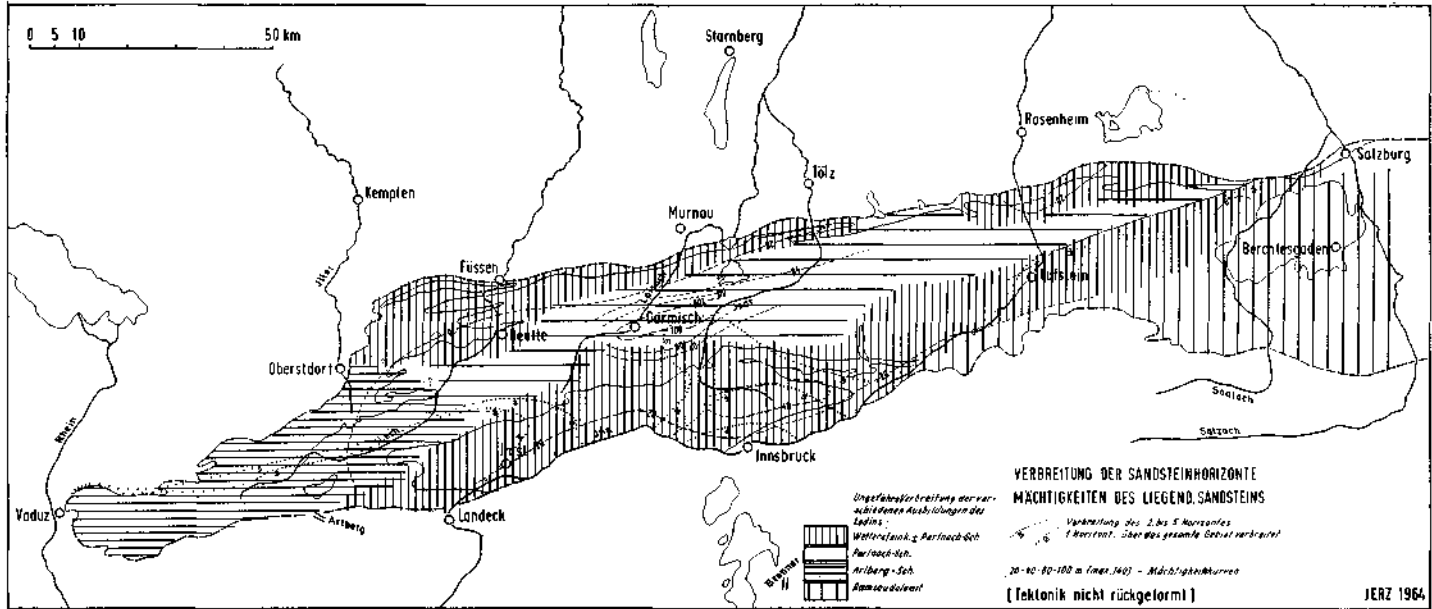


Abb. 7: Paläogeographische Karte der westlichen Nordalpen mit (a) Faziesbildungen im Ladin, (b) Mächtigkeiten der liegenden Raibler Sandsteine, (c) Verbreitung der stratigraphisch höheren Sandsteinhorizonte (Horizont 2—5).

Zur Paläogeographie der Raibler Schichten in den westlichen Nordalpen

gleichbare Schichtenfolge zeigen die Profile im Karwendel und Wettersteingebirge. Unterschiede sind auf die Torer Schichten beschränkt. In den Profilen des zentralen Karwendels sind im 4. Horizont an Stelle von Sandsteinen nur noch schwach sandige Schiefertone entwickelt. Im Wettersteingebirge und -vorland sowie im Vorkarwendel sind nur die drei untersten Schiefertonzonen nachgewiesen. Zwei davon führen Sandsteine (Horizont 1 a und 2 b). Im Benediktenwand-Gebiet wie in allen nördlichen Raibler Vorkommen führt nur der liegende Horizont (1 a) Sandsteine. Die Mergelzonen im höheren Profilmiveau sind Äquivalente der höheren Sandsteinzonen südlicher und zentraler Vorkommen.

In Profilen südlicher Randgebiete ändern sich auch die Cardita-Schichten rasch in ihrer Fazies. Im östlichen und mittleren Mieminger Gebirge und im Tschirgant-Zug sind zwei Schiefertonzonen (1 a und 2 b) mit Sandsteinen vorhanden. Vermutlich sind die Horizonte 1 b und 1 c im Horizont 1 a kondensiert.

Eine weitere Mächtigkeitsreduzierung ist in den Profilen östlich Rattenberg zu beobachten. Sie drückt sich besonders in den geringmächtigen Cardita-Schichten aus (vgl. Abb. 6). Im Profil nördlich der Saile ist ihre Abtrennung von den Torer Schichten nicht möglich. Die Grenze dürfte meines Erachtens im untersten Schiefertonzonen- und Sandsteinhorizont liegen.

Im liegenden Raibler Schiefertonzonenhorizont sind Sandsteine im gesamten Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Am mächtigsten sind sie im zentralen Teil des Ablagerungsraumes (Abb. 7). In der Wamberger Sattelzone erreichen sie maximal 140 m. Im zentralen Karwendel sind sie rund 45 m mächtig. Im Durchschnitt umfassen sie im untersuchten Gebiet 25—30 m. Am geringsten mächtig sind sie im Heuberg-Gebiet (15—20 m), am Tschirgant (15 m) und in den Vorkommen südlich des Inn (6—12 m).

In den stratigraphisch höheren Raibler Serien sind terrigene Einschaltungen nur im Süden und Südwesten verbreitet (Abb. 7). Der Gehalt an detritischen Mineralkörnern nimmt nach Norden rasch ab. Ein deutlicher Sandgehalt ist nur bis in die zentralen Gebiete festzustellen.

Sedimentpetrographische Untersuchungen ergaben Hinweise auf wachsende Festlandeinflüsse von der Trogmitte nach Süden und nach Norden. Untersucht wurde u. a. die erste Sandsteinlage des liegenden Schiefertonzonenhorizontes (1 a, vgl. Abb. 6). Die Mineralanalysen zeigen eine Zunahme der kompositionellen Reife der Sedimente von den randlichen Gebieten zur Trogmitte: Bei den Leichtmineralen verschiebt sich das Quarz-Feldspat-Verhältnis zugunsten von Quarz. Gleichzeitig nimmt der Gehalt an Gesteinsbruchstücken ab. Die relativ beständigen Schwerminerale Zirkon, Rutil und Turmalin sind gegenüber Granat und Apatit angereichert. In Richtung der zentralen Bereiche nehmen von Norden und von Süden die Korngrößen⁷⁾ und der Matrixgehalt ab, in gleicher Weise nimmt der Grad der Sortierung zu.

Für die stratigraphisch höheren Sandstein-Horizonte gilt Entsprechendes nur in der Richtung von Süden nach Norden.

Zusätzliche Unterschiede bestehen in der Mineralfazies der nördlichen und südlichen Sandstein-Vorkommen (s. u.).

Bemerkenswert ist in einigen südlichen und zentralen Raibler Vorkommen (Abb. 8) ein 5—20 cm mächtiger Anreicherungszone mit Hydrargillit. In

⁷⁾ Raibler Sandsteine des Horizonts 1 a haben in Vorkommen nördlicher und südlicher Randgebiete ihr Korngrößenmaximum zwischen 112—200 μ , Sandsteine in zentralen Gebieten haben ihr Maximum zwischen 36—63 μ (JERZ 1964, S. 54).

der Zirler Klamm und im Kochen-Tal NE Telfs liegt er 10—20 cm, im Karwendel (Halleranger) und Wetterstein (Zirbelkopf) 60—80 cm über der Wettersteinkalk-Obergrenze. Der Hydrargillit ist vermutlich detritischer Herkunft, entstanden unter kurzzeitigen allitischen Verwitterungsbedingungen auf dem Festland.

Dieses Tonmineral wurde zuerst von PICHLER (1867, S. 51) als „Thonerdehydrat“ beschrieben. Er benannte es (1871, S. 57) nach den Vorkommen in der Umgebung von Zirl als „Zirlit“.

Pflanzenreste, meist in Form von Pflanzenhäcksel, sind in allen Sandsteinführenden Horizonten mehr oder weniger häufig vorhanden. Relative Anhäufungen (Abb. 8), teils mit bestimmbareren Stammstücken und Blattresten, teils als

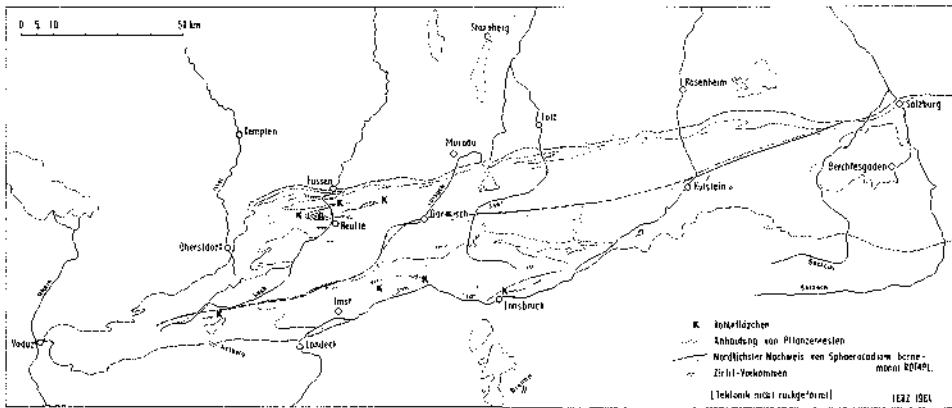


Abb. 8: Paläogeographische Karte mit (a) Kohleflözchen (K) und Anhäufung von Pflanzenresten in den Raibler Sandsteinen, (b) „Zirlit“-Vorkommen im liegenden Raibler Schieferthonhorizont, (c) nördlichstem Nachweis von *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL.

dm-mächtige Kohleflözchen, sind auffällig häufig in den nördlichen und südlichen Randgebieten.

Karbonatgesteine (Kalke und Dolomite) sind am mächtigsten entwickelt im Gebiet des Wettersteinvorlandes (maximal 275 m) und im zentralen Karwendel (220—240 m).

Rauhwacken — sie sind als Sedimentärbreccien aufzufassen (JERZ, 1964, S. 72 ff.) — erlangen in den zentralen Gebieten (Abb. 9) beträchtliche Mächtigkeiten (bis 200 m). In der kalkalpinen Randzone machen sie mit den ihnen genetisch verwandten Mürbgesteinen den Hauptanteil der Raibler Karbonatgesteine aus. In Zonen, die auf Untiefen im karnischen Ablagerungsraum schließen lassen, sind die Rauhwacken gering mächtig oder können ganz fehlen.

Salinare Faziesbildungen (Gips und Anhydrit) sind in den nördlichen und westlichen Randgebieten weit verbreitet (Abb. 9). Für sie waren im höheren Karn paläogeographische und klimatische Voraussetzungen gegeben. Warmarides Klima bewirkte eine Ausfällung von Meeressalzen in einer Reihe von flachen Einzelbecken. Der Wasseraustausch war jedoch noch so stark, daß es nur zur Sulfatabscheidung kam. Chloride wurden entweder vor Erreichen ihres Sät-

tigungswertes wieder dem Meer zugeführt oder in festlandsnäheren Gebieten, die heute nicht aufgeschlossen sind, ausgefällt. Die bekannten Vorkommen sind teils tektonisch disloziert, teils sind sie noch im ursprünglichen Schichtverband mit dolomitischen Gesteinen. Stratigraphische Beziehungen der einzelnen Vorkommen untereinander bestehen nicht.

Aus dem Auftreten terrigener Sedimente, nach den sedimentpetrographischen Untersuchungsergebnissen und nicht zuletzt auch auf Grund der unterschiedlichen Ausbildung und Mächtigkeit der Sedimentfolgen, werden im Norden und im Süden Festlandsgebiete angenommen, die zur Zeit des Karn Abtragsgebiete waren. Deutliche Unterschiede in der Mineralfazies der klastischen Gesteine erlauben Rückschlüsse auf teilweise verschiedene Ausgangsgesteine im Norden und im Süden.

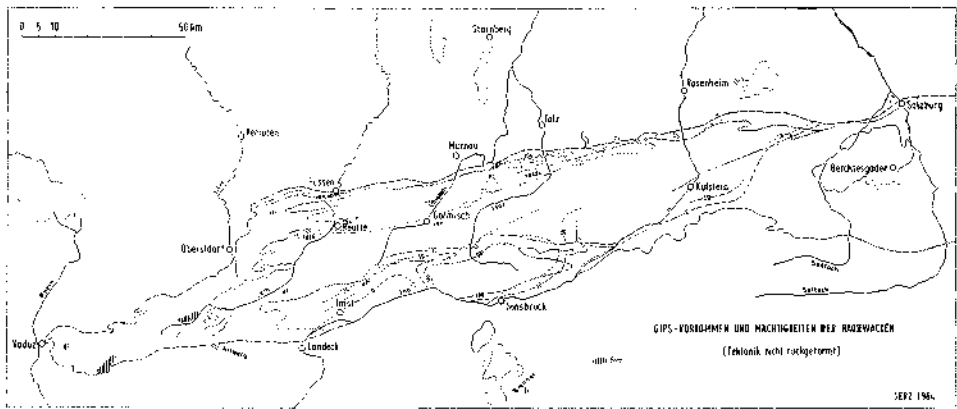


Abb. 9: Gips-Vorkommen und Mächtigkeiten der Rauhewacken.

Für die Raibler Sandsteine nördlicher Vorkommen wurden folgende charakteristische Merkmale ermittelt: Der Quarzanteil überwiegt immer den Feldspatgehalt. Die Feldspäte setzen sich vorwiegend aus Orthoklas und unverzwilligten Feldspäten zusammen. Bei den Schwermineralen ist der Granatanteil meist sehr hoch. Relativ zahlreich sind Gesteinsbruchstücke von Chloritquarziten, quarzitischen Glimmerschiefern und Gneisen. Karbonatgesteinsbruchstücke fehlen. Die Sandsteine zeigen überwiegend bis ausschließlich kieseliges Bindemittel. Als Ausgangsgesteine kommen vorwiegend Metamorphite (u. a. Gneise, Glimmerschiefer, Quarzite), untergeordnet Magmatite in Betracht.

Raibler Sandsteine südlicher Vorkommen zeichnen sich aus durch: Hohen Feldspatgehalt, der regional den Quarzanteil deutlich übertrifft. Auffallend hoch ist der Prozentsatz an verzwilligten Plagioklasen (bis 50%). Häufig ist Apatit kennzeichnendes Schwermineral. Bezeichnend sind granitische und karbonatische Gesteinsbruchstücke sowie Kieselschiefer. Quarzite sind auch hier häufig. Das Bindemittel der Sandsteine ist überwiegend kalkig.

Die wichtigsten Ursprungsgesteine sind: Metamorphe und magmatische Gesteine (Granite, Granodiorite) und Karbonatgesteine.

Während im Norden das Abtragsgebiet im Kristallin des Moldanubikums beheimatet war, sind im Süden vermutete Festlandsgebiete nicht nachgewiesen.

Für den karnischen Ablagerungsraum der westlichen Nordalpen lassen sich nach der Lithofazies drei Faziesräume unterscheiden:

1. Ein nördlicher und westlicher, küstennaher, gebietsweise seichter Bereich mit zeitweise salinaren Faziesbildungen.
2. Ein mittlerer, küstenfernerer Trogbereich, u. a. mit hohen Gesamtmächtigkeiten.
3. Ein südlicher, küstennaher Faziesraum.

Nach der Biofazies können zwei Faziesbezirke unterschieden werden. Die Faziesgrenze verläuft etwa parallel der Trogachse und deckt sich ungefähr mit der Linie, die in Abb. 8 den nördlichsten Nachweis von *Sphaerocodium bornemanni* ROTHPL. angibt. (Diese Linie verläuft nördlich der Heiterwand — nördlich des Wettersteingebirges — nördlich des Kaisergebirges.) Während nördlich dieser Faziesgrenze nur wenige Faunenelemente auftreten — meines Erachtens ist dies durch das hypersalinare Milieu bedingt —, sind südlich davon Lammellibranchiaten, Gastropoden, Echinodermen und Schalen- bzw. Skelettreste umwachsene Algen (Sphaerocodien) in bestimmten Horizonten sehr häufig und weit verbreitet. In den südlichen Randgebieten ist der Fossilinhalt wieder geringer, Sphaerocodien sind jedoch überall nachgewiesen.

Die Faziesgrenzen und -lineamente sind durch tektonische Struktur­grenzen nicht verschoben oder gar unterbrochen. Benachbarte Vorkommen verschiedener „tektonischer Einheiten“ zeigen keine „Faziessprünge“. Abweichungen in den Sedimentfolgen und Änderungen in der Faunengesellschaft vollziehen sich allmählich. Ferner halten sich die Verbreitungslinien der höheren Sandsteinhorizonte (vgl. Abb. 7) nicht an fragliche Deckengrenzen. In diesen feinklastischen Sedimenten, deren Einschüttung von Süden und Südwesten erfolgt ist, wirken sich bereits geringe Transportweiten im Kornaufbau und im Mineralbestand aus. Folglich müßten hier Änderungen längs Deckenüberschiebungen besonders deutlich zum Ausdruck kommen.

Zur Stellung des nordalpinen Faziesraumes im Karn: Im Untersuchungsgebiet, im Westabschnitt des nordalpinen Faziesraumes, kann generell eine „Nord-Fazies“ von einer „Süd-Fazies“ abgetrennt werden. Letztere zeigt in den südlichen Vorkommen in starkem Maße den Charakter einer Randfazies. Demzufolge muß der Untergliederung TOLLMANN's (1963, S. 169) in „voralpin“ für den Nordrand und „hochalpin“ für den Südrand der Nördlichen Kalkalpen widersprochen werden.

Darüber hinaus bestehen im Süden fazielle Beziehungen zu den Vorkommen bei Rattenberg (mit Tendenz zur Berchtesgadener Fazies) und lithologische Anklänge zu den Raibler Schichten der Kalkkögel. Eine lithologische Verwandtschaft kommt im Vergleich des gesamten Triasprofils nördlich der Saile und diesseits des Inn noch stärker zum Ausdruck. Das Stubai­er Mesozoikum zeigt demnach weitaus größere fazielle Beziehungen zum Südrand der Nördlichen Kalkalpen als zu deren Nordrand. Somit ergibt sich ein wesentlicher Einwand gegen die Einordnung des Stubai­er Mesozoikums als „Mittelostalpin“ (TOLLMANN, 1963, S. 148 ff.).

Gegen die ursprüngliche Ablagerung des Mittelostalpin nördlich des Oberostalpin, den heutigen Nördlichen Kalkalpen, sprechen auch die Ergebnisse der Mineralanalysen. Im Vergleich zu Vorkommen nördlicher Randgebiete fehlt in den Raibler Sandsteinen der Saile der Granat fast ganz (< 0,5%; dagegen im

Norden durchschnittlich $> 40\%$), außerdem sind wie in allen Sandsteinen südlicher Vorkommen der Plagioklasanteil sehr hoch und granitische Gesteinsbruchstücke relativ häufig. Ferner treten bezeichnenderweise in den Kalken Sphaerocodien auf. Sie fehlen in der gesamten „Nord-Fazies“, dem „Voralpin“ TOLLMANN'S. Mit Ausnahme in der Hallstätter Fazies sind Sphaerocodien in allen südlich anschließenden Vorkommen nachgewiesen (u. a. im Brenner-Mesozoikum, im Berchtesgadener Fazies-Gebiet, in den Gailtaler Alpen, in den Lienzer Dolomiten, am Schlern).

Über die paläogeographische und damit auch über die tektonische Stellung der gesamten Nördlichen Kalkalpen, die als oberostalpin gelten gegenüber den Südlichen Kalkalpen wie auch gegenüber der unterostalpinen Trias beiderseits des Tauernkristallins, kann nichts Sicheres ausgesagt werden.

Die ostalpine Geosynklinale hatte ihre Nord- und Westbegrenzung an der Südküste des Vindelicischen Festlandrückens, der vom Anis bis ins Rät eine Fazieschwelle zwischen der Tethys und dem germanischen und helvetischen Faziesraum bildete.

Zwischen den Raibler Schichten in Niederösterreich, in der Steiermark und in Kärnten und den Vorkommen im Untersuchungsgebiet bestehen deutliche Faziesbeziehungen. Dagegen zeigen die Südtiroler Vorkommen in lithologischer Hinsicht eine grundsätzlich andere Ausbildung. Daher kann für die Zeit der karnischen Stufe — unabhängig von der Lage des primären Ablagerungsraumes der Nördlichen Kalkalpen — ein direkter Anschluß des nordalpinen Faziesraumes nördlich des Raumes mit südalpiner Fazies (TOLLMANN, 1963, S. 173; S. 174, Abb. 19) nicht gutgeheißen werden. Nach TOLLMANN sind beide Räume auf Grund des hochmarinen Charakters der Faunen als zentral gelegene Teile der Geosynklinale aufzufassen. Hingegen weist die Mineralfazies und der Kornaufbau der Raibler Sandsteine stratigraphisch verschiedener Horizonte auf ein südlich des nordalpinen Faziesraumes gelegenes Abtragungsgebiet hin, das sich im Gesteinscharakter vom Vindelicischen Land im Norden deutlich unterschied (s. o.) und als Hochgebiet (Insel oder Schwelle) zwischen den beiden Faziesräumen gelegen haben muß. Vermutlich bestanden Meeresverbindungen, die einen Austausch der Faunenelemente ermöglichten.

Die diskutierten Verhältnisse in ihrer Gesamtheit lassen vermuten, daß der nordalpine Sedimentationsraum in seinem Westabschnitt wenigstens für die Zeit des Karn eine eigenständige geographische Einheit bildete.

Schriften

- ANGERMEIER, H. O.: Der geologische Bau des Rauschberg-Gebietes in den Chiemgauer Alpen. Ungedr. Dipl. Arb. Univ. München 1960.
- ANGERMEIER, H. O., PÖSCHL, A., & SCHNEIDER, H. J.: Die Gliederung der Raibler Schichten und die Ausbildung ihrer Liegendgrenze in der „Tirolischen Einheit“ der östlichen Chiemgauer Alpen. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 3, S. 83—105, München 1963.
- BLASER, R.: Geologie des Fürstentums Liechtenstein. Im Selbstverlag des Hist. Vereins für das Fürstentum Liechtenstein, Vaduz 1952.
- BÖGEL, H.: Zur Geologie des Gebietes zwischen Puiten-Tal und Buchener Sattel im Süden des Wetterstein-Hauptkammes (Tirol). Ungedr. Dipl. Arb. Techn. Hochsch. München 1958.
- ERHARDT, W.: Der Staufeu. Geologische Aufnahme der Berge zwischen Reichenhall und Inzell. — Wiss. Veröff. D. Ö. A. V., 11, 90 S., Innsbruck 1931.

- JERZ, H.: Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). Diss. Techn. Hochsch. München 1964.
- KOCKEL, C. W., RICHTER, M., & STEINMANN, H. G.: Geologie der Bayerischen Berge zwischen Lech und Loisach. — Wiss. Veröff. D. Ö. A. V., 10, 231 S., Innsbruck 1931.
- LEUCHS, K., & MOSEBACH, R.: Die Spätladinische Hebung. — Zbl. Mineral. usw. 1936, Abt. B, S. 1—12, Stuttgart 1936.
- MEIKNER, H.: Über den „Zirlit“ (= Gibbsit, = Hydrargillit) von Zirl, Tirol. — Der Karinthin, Folge 42, S. 148—153, Klagenfurt 1961.
- MÜLLER-DEILE, G.: Die spätladinische Hebung und Vererzung in den bayerischen Alpen. — Zbl. Mineral. usw. 1937, Abt. B, S. 97—100, Stuttgart 1937.
- OSSWALD, K.: Die Wendelsteingruppe. — Mitt. Geogr. Ges. München, 21, H. 2, S. 1—124, München 1928.
- PICHLER, A.: Beiträge zur Geognosie Tirols. VI. Keuperpflanzen der „oberen Cardita-Schichten“; VII. Tonerdehydrat von Zirl. — Verb. k. k. geol. R. A., Jg. 1867, S. 50—51, Wien 1867.
- PICHLER, A.: Beiträge zur Mineralogie Tirols. — N. Jb. Mineral. usw. Jg. 1871, S. 52—57, Stuttgart 1871.
- SCHAETTI, H.: Geologie des Fürstentums Liechtenstein. Im Selbstverlag des Historischen Vereins für das Fürstentum Liechtenstein. Vaduz 1951.
- SCHMIDT-THOME, P.: Paläogeographie und tektonische Strukturen im Alpenrandbereich Südbayerns. — Z. deutsch. geol. Ges., 1961, 113, S. 231—260, Hannover 1962.
- SCHNEIDER, H. J.: Lagerstättenkundliche Untersuchungen am Oberen Wettersteinkalk der bayerischen Kalkalpen östlich der Loisach. Diss. Univ. München 1953.
- SCHULZ, O.: Ein neuer Aufschluß der stratigraphischen Grenze Wettersteinkalk — Raibler Schichten. — Berg- u. Hüttenmänn. Mh. 100, S. 103—108, Wien 1955.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Die Geologie der Umgebung von Lech (Vorarlberg). Diss. Univ. Marburg 1960.
- TOLLMANN, A.: Ostalpensynthese. Wien 1963.
- WALDVOGEL, F.: Erzführung und spezielle Faziesentwicklungen des oberen Wettersteinkalkes im Westlichen Ammergebirge. Ungedr. Dipl. Arb. Univ. München 1964.
- V. WÖHRMANN, S.: Die Fauna der sog. Cardita- und Raibler Schichten in den Nordtiroler und bayrischen Alpen. — Jb. k. k. geol. R. A., 39, S. 181—258, Wien 1889.
- V. WÖHRMANN, S.: Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. — Jb. k. k. geol. R. A., 43, S. 617—768, Wien 1893.