

Zur Stratigraphie und Ammonitenfauna der Cassianer Schichten von Cassian (Dolomiten/Italien)

MAX URLICHS*)

6 Abbildungen und 1 Tafel

Zusammenfassung

Vom Typgebiet der Cassianer Schichten südlich von St. Cassian werden vier Detailprofile durch die Oberen Cassianer Schichten abgebildet und die darin enthaltenen Ammonitenfaunen aufgeführt. In den meisten Horizonten ist die typische Fauna des Cordevol mit *Trachyceras aon* nachgewiesen; nur in dem obersten kommt *Trachyceras subaon* vor, das auf Jul hindeutet. Die Unteren Cassianer Schichten enthalten *Protrachyceras archelaus* und *Frankites regoledanus*, durch die Langobard nachgewiesen ist. Als Typlokalität für die Cassianer Schichten wird das Quellgebiet des Picolbaches südlich von St. Cassian und als Stratotyp für das Cordevol das Profil Stuoeres Wiesen vorgeschlagen.

Summary

From the type-area of the Cassian Beds south of St. Cassian four detailed sections of the Upper Cassian Beds are figured and the ammonites they contain are listed. The typical fauna of the Cordevol with *Trachyceras aon* is found in most levels; only in the uppermost level does *Trachyceras subaon* occur, and this indicates Jul. The Lower Cassian Beds contain *Protrachyceras archelaus* and *Frankites regoledanus*, by which Langobard is proved. The source of the Picolbach south of St. Cassian is proposed as the type locality of the Cassian Beds, and the section Stuoeres pastures as the stratotype of the Cordevol.

Einleitung

Die Fauna von St. Cassian (Dolomiten, Italien) zählt zu den artenreichsten der Ostalpen. Durch die Monographien von MÜNSTER 1834, 1841, KLIPSTEIN 1843—1845, LAUBE 1869, MOJSISOVICS 1882 ist die Ammonitenfauna vollständig erfaßt; sie ist jedoch revisionsbedürftig.

Profile und stratigraphische Verbreitung der Ammoniten an der Typlokalität der Cassianer Schichten sind bis jetzt nicht bekannt. Durch Detailaufnahme und mehrjährige Aufsammlungen konnte ein einigermaßen vollständiges Bild erarbeitet werden.

Die Anregung zu vorliegender Arbeit verdanke ich Prof. B. Ziegler (Stuttgart), der mir außerdem sein horizontiertes Material übergab und mich in jeder Hinsicht unterstützte. Für Ausleihe von Material bedanke ich mich herzlich bei: Prof. E. Kuhn-Schnyder (Zürich), Dr. L. Krystyn, Dr. H. Lobitzer, Dr. H. Summesberger (alle Wien), Dr. G. Schairer (München) und Prof. F. Westphal (Tübingen). Für Diskussionen und fachliche Hinweise danke ich Dr. H. Buratti (Trient), Dipl.-Geol. G. Dietl (Ludwigsburg), Dr. L. Krystyn, Prof. H. Rieber (Zürich), Dr. J. Wendt und Prof. J. Wiedmann (Tübingen) sowie Prof. B. Ziegler. Für finanzielle Unterstützung danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

*) Dr. M. URLICHS, Museum für Naturkunde Stuttgart, D-714 Ludwigsburg, Arsenalplatz 3

Abgrenzung des Cordevol und der Cassianer Schichten

Auf einen historischen Überblick kann verzichtet werden, da hierüber bereits mehrmals berichtet worden ist, und zwar von RICHTHOFEN (1860, S. 72—83), OGILVIE (1893, S. 4—12), ARTHABER (1906, S. 272—273, 295) und PIA (1937, S. 84—94). Auch die Zugehörigkeit des Cordevol zum Karn ist von JACOBSHAGEN (1961), ALLASINAZ (1964) und OTT (1972) ausführlich diskutiert worden. Hierfür sind zwei Gründe ausschlaggebend: Der Erstautor MOJSISOVICS (1869) hat die Cassianer Schichten zum Karn gerechnet. Dann hat er 1882 die aon-Zone¹⁾ aufgestellt, die er später (MOJSISOVICS 1895, S. 1298) als Stratotyp für die unterkarnische Unterstufe Cordevol benannte. Außerdem kommen etwa ein Drittel der Cassianer Ammoniten auch in der aonoides-Zone vor. Auf diese Übereinstimmung wiesen bereits MOJSISOVICS (1874, S. 89, 1893, S. 816), ARTHABER (1906, S. 292) und JACOBSHAGEN (1961, S. 480) hin. In der archelaus-Zone waren bis jetzt nur drei Arten, die auch in der aon-Zone vorkommen, bekannt, und zwar *Lecanites glaucus*, *Megaphyllites jarbas* und *Badiotites eryx* (letzteren konnte ich im Langobard nicht wieder finden). Zwischen Langobard und Cordevol ist demnach ein markanter Faunenschnitt vorhanden, nicht jedoch zwischen Cordevol und Jul. Deshalb ist es sinnvoll, das Karn, d. h. die Obertrias, mit dem Cordevol beginnen zu lassen. Die Untergrenze wird wie von TOZER (1967) und KRZYSTYN (1973) mit dem Einsetzen von *Trachyceras* s. str. gezogen. Sie ist bis jetzt noch nicht profilmäßig nachgewiesen.

Die Abgrenzung der Cassianer Schichten stößt jedoch auf Schwierigkeiten, da Ober- und Untergrenze recht willkürlich gezogen worden sind. Der namengebende Autor WISSMANN²⁾ (in: MÜNSTER & WISSMANN 1841) ist auf die Begrenzung der Cassianer Schichten nicht eingegangen. Er bezeichnete die Mergel um den Piz Stuoeres und den Picolbach als Cassianer Schichten (siehe S. 217). Auch RICHTHOFEN (1860) äußerte sich unklar, denn er hielt nur die fossilreichen Mergel der Stuoereswiesen für Cassianer, die linsenförmig in Wengener Schichten eingelagert sein sollen.

Untergrenze: Als erste hatten STUR (1868, S. 551) und MOJSISOVICS (1874, S. 89) klare Vorstellungen. Sie rechneten alle Tuffitsandsteine zu den Wengener und die Mergel zu den Cassianer Schichten. Später wurde die Untergrenze von OGILVIE (1893, S. 44,

¹⁾ Statt der aon-Zone wird von KOZUR (1972, S. 385) die nordamerikanische obesum-Zone „provisorisch als Standard-Zone übernommen“. Dieser Vorschlag muß abgelehnt werden, denn er schafft nur weitere Verwirrung, da der stratigraphische Umfang der obesum-Zone bis jetzt unsicher ist. Hierzu schreibt auch TOZER (1967, S. 31), der die obesum-Zone eingeführt hat: „The presence of *Trachyceras* s. s. in the Obesum-Zone suggests that correlatives occur in the *Trachyceras* aon Zone of the Italian Tyrol or in the *Trachyceras aonoides* Zone of Austria, or as an alternative, in both of these European zones.“ KRZYSTYN (1973, S. 124) hält die obesum-Zone für ein Synonym der aon-Zone.

²⁾ WÖHRMANN (1893, S. 618) und KLEBELSBERG (1928, S. 54) nennen MÜNSTER (1834) als den namengebenden Autor für die Cassianer Schichten. MÜNSTER (1834) schreibt jedoch nur von dem „Kalkmergel-Lager von St. Cassian“, und es wird weder begründet, ob es sich um ein selbständiges Schichtglied handelt, noch wo dieses „Lager von St. Cassian“ vorkommt. Das ist auch nicht weiter verwunderlich, da Münster zu der Zeit den Fundort nicht persönlich kannte. LEONARDI (1967, S. 291) und ACCORDI (Lexique stratigraphique Vol. 1, fasc. 11, S. 118) geben HAUER (1858) als Erstautor an. Das kann aber nicht zutreffen, da ältere Autoren, z. B. EMMRICH 1844, KLIPSTEIN 1843—1845, MERIAN 1852, 1854 und KÖCHLIN-SCHLUMBERGER 1855 bereits von Cassianer Schichten bzw. Formation de St. Cassian schreiben.

20 und auch OGILVIE-GORDON 1927, PIA 1937) definiert: „Which I identify with the first bed of Cipit Limestone on the Seiser Alpe.“ Diese Definition ist unbrauchbar, da zwischen Seiser Alm und dem Cassianer Gebiet keine exakte Parallelisierung möglich ist, und da das Auftreten von Tschipitblöcken davon abhängig ist, wann das Riffwachstum einsetzt. Am zweckmäßigsten wird sie wie von OGILVIE-GORDON (1929) und MUTSCHLECHNER (1933) mit dem Zurücktreten der Tuffit-Sandsteine und mit dem Auftreten von Mergeln und Mergelkalken gegeben.

Obergrenze: Die Cassianer Schichten werden normalerweise von Schlerndolomit überlagert. Daneben soll an folgenden Stellen der Schlerndolomit auskeilen, und die Raibler Schichten sollen unmittelbar über den Cassianer Schichten liegen: Frombach auf der Seiser Alm, Pian de Sass an der Ostseite der Sella, Pizberg bei Corvara, Nordseite des Settsass-Massivs im Stuores-Wald und im Valparola-Bach, bei Heiligkreuz, sowie an der Falzarego-Straße bei Cortina d'Ampezzo. Demnach soll die Beckenfazies der Cassianer Schichten neben der Riff-Fazies des Schlerndolomits bis an die Grenze der Raibler gereicht haben.

Im einzelnen sind folgende Beobachtungen gemacht worden: Als erster hat RICHTHOFEN (1860, S. 96) das Nebeneinander von Riff-Fazies des Schlerndolomits und von Beckenfazies der Cassianer Schichten beobachtet und er meinte, daß die Pachycardientuffe im Frombach mit den Raibler Schichten gleichaltrig seien. Hieraus leitete er ab, daß im Frombach die Raibler unmittelbar auf den Cassianer liegen. MOJSISOVICS (1875, S. 72) widersprach jedoch und stufte die Pachycardientuffe als Wengener Schichten ein. Die Fauna der Pachycardientuffe wurde von ZITTEL (1899, S. 352), BROILLI (1904, S. 224, 1907, S. 134) und BLASCHKE (1905, S. 162) mit der Cassianer und Raibler Fauna verglichen und auf Grund der prozentualen Ähnlichkeit mit beiden Faunen als Zwischenglied, als altersmäßig dazwischenliegend, betrachtet. Hierzu ist zu bemerken, daß es sich bei den beschriebenen Arten um Lamellibranchiaten, Gastropoden, Brachiopoden und Echinodermen handelt, die sicher über mehrere Ammonitenzonen hinweg vorkommen und somit als nicht beweiskräftig angesehen werden können. KOKEN (1911, S. 562, 1913, S. 16) versuchte die Pachycardientuffe mit Hilfe von Ammoniten einzustufen: „Eins möchte ich aber auch hier wieder betonen, daß die Pachycardientuffe der Seiser Alm zweifellos in die Raibler Schichten gehören . . .“ (Soweit die Belege zu ZITTEL 1899 und KOKEN 1911, 1913 noch vorhanden sind, wurden die Bestimmungen überprüft, siehe S. 215).

Weiterhin nannte RICHTHOFEN (1860, S. 96) vom Piz-Berg bei Corvara Raibler Schichten mit *Joannites joannisaustriacae*. Da diese Art genauso in den Cassianer Schichten vorkommt, kann sie nicht zur Datierung verwandt werden. Außerdem schrieb bereits STUR (1868, S. 551), daß er diese Schichten nicht wieder gefunden habe.

Am Pian de Sass an der Ostseite der Sella sollten nach MOJSISOVICS (1875, S. 729, 1879, S. 234) Raibler direkt auf Cassianer Schichten liegen. ROTHPLETZ (1894, S. 55) meinte, daß die angeblichen Raibler noch zu den Cassianern gehörten, und daß somit keine unmittelbare Überlagerung vorläge. REITHOFER (1928, S. 548) hielt dies Profil für umstritten.

Bei Heiligkreuz beschrieb ebenfalls RICHTHOFEN (1860, S. 219, Taf. 3, Profil 18) als erster und dann DOELTER (1873, S. 5), MOJSISOVICS (1874, S. 89) und OGILVIE-GORDON (1893, S. 24, 1928, S. 221) die unmittelbare Überlagerung der Cassianer durch Raibler Schichten. ROTHPLETZ (1894, S. 57) jedoch vermutete eine Störung zwischen den beiden Schichtgliedern. Nach BOSELLINI & LARGAIOLLI (1965) handelt es sich bei den Heiligkreuz-Schichten (im Sinne von WISSMANN 1841) an ihrer Typokalität

(70 m östlich der Kirche) um oberste Cassianer Schichten. Darüber folgen geringmächtiger Schlerndolomit und dann Raibler Schichten. (KOKEN 1913 hat unter Heiligkreuz-Schichten den gesamten Schichtenkomplex verstanden.)

Am Nord- und Ostrand des Settsass-Massivs im Valparolabach und im Stuoresswald hat als erster RICHTHOFEN (1860) auf seiner Karte keinen Schlerndolomit eingezeichnet, und dann haben MOJSISOVICS (1875, S. 728) und OGILVIE-GORDON (1928, S. 27, 1929, S. 402) die unmittelbare Überlagerung beobachtet. Auf der geologischen Karte von MUTSCHLECHNER (1933) ist nur im Eisenofenbach ein unmittelbarer Übergang eingezeichnet. Nach eigener Anschauung handelt es sich im Eisenofenbach bei den Schichten unter typischen Raiblern um dickbankige graubraune bis graue Dolomite mit geringmächtigen grauen Tonzwischenlagen, die in der gleichen Ausbildung an der Westseite des Settsass zwischen massigem Schlerndolomit und Raiblern vorkommen; d. h. es handelt sich im Eisenofenbach um obersten Schlerndolomit. Im Stuoresswald schaltet sich zwischen Cassianer und Raibler Schichten ebenfalls Schlerndolomit ein. Bei den von MUTSCHLECHNER (1933) als Hauptdolomit kartierten Schuppen bei P. 2147 und P. 1976 handelt es sich um Schlerndolomit. Außerdem konnte ich unterhalb P. 2178 ein Profil von Cassianer Schichten bis zum Hauptdolomit finden: Über Cassianern folgen 70 m mächtiger gebankter bis massiger Schlerndolomit, 20 m stark verquetschte rote dolomitische Tone der Raibler Schichten und dann Dachsteindolomit. Die Beobachtung von Richthofen ist demnach zu korrigieren. Wohl nimmt die Mächtigkeit des Schlerndolomits von 300 m am Settsass-Gipfel auf 100 m bei P. 2349 und auf 70 m bei P. 2178 ab. Er keilt jedoch nicht völlig aus (siehe Abb. 1).

An der Falzarego-Straße hat KLEBELSBERG (1928, S. 256, 289) folgendes beobachtet: „An der Westseite der Talweitung von Cortina . . . schließen nahe über den obersten Häusergruppen (um 1300 m) an die Cassianer unmittelbar die Raibler Schichten an . . . Schlerndolomit fehlt . . .“. OGILVIE-GORDON (1928, S. 100) vermutet geringmächtigen Schlerndolomit, und auf den Karten von OGILVIE-GORDON (1934) und LEONARDI (1967, Taf. 64) ist an dieser Stelle keine unmittelbare Überlagerung eingezeichnet.

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden: Der unmittelbare Kontakt Cassianer — Raibler Schichten ist nirgends in den Dolomiten feststellbar. Es ist immer Schlerndolomit, manchmal in geringer Mächtigkeit, dazwischengeschaltet. Theoretisch wäre es denkbar, daß er fehlt, da örtliche Mächtigkeitsreduktionen des Schlerndolomits darauf schließen lassen. Die Faziesdifferenzierung hält außerdem noch bis in das Raibler Niveau an, jedoch nur schwach ausgeprägt (HOFMANN 1972, Taf. 2). So sind die Raibler Schichten in den Massiven z. B. im Innern der Sella geringmächtiger und dolomitischer als an ihren Rändern ausgebildet (REITHOFER 1928, S. 546).

Mächtigkeit und Petrographie der Cassianer Schichten

Die Cassianer Schichten bei St. Cassian sind etwa 500 m mächtig und lassen sich nach OGILVIE-GORDON (1929) in Untere Tuffit-führende und Obere Tuffit-freie Schichten untergliedern. Die unteren sind 250—270 m und die oberen 230—250 m mächtig. Die Unteren bestehen aus einer Wechsellagerung von mehrere Meter mächtigen grünlichen Tuffitsandsteinen, grauen bis ockerbraunen Tonmergeln bis Mergeln und hellgrauen bis ockerbraunen Mergelkalken. Etwa bei Profilmeter 200 ist eine 10—15 m mächtige Lage von Tschipitblöcken, die aus hellgrauen Kalken bis ockerbraunen Ferrodolomiten bestehen, vorhanden. Diese Lage ist vom Castello-Kamm rund um die Pralongia bis zum Piz Sorega hin zu verfolgen.

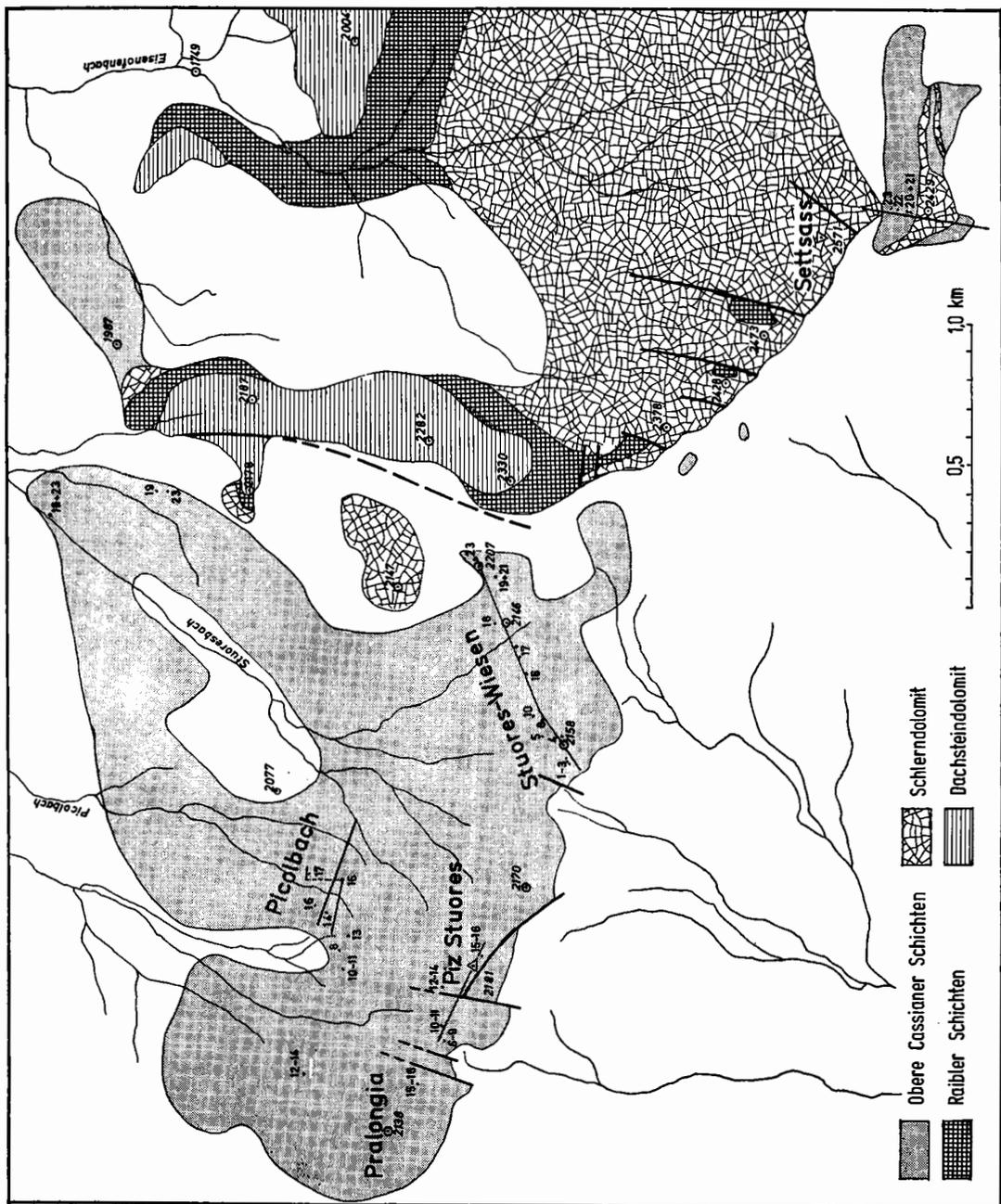


Abb. 1. Verbreitung von Oberen Cassianer Schichten, Schlerndolomit und Raibler Schichten im Typ-Gebiet der Cassianer Schichten südlich von St. Cassian / Abteital-Dolomiten, Italien.

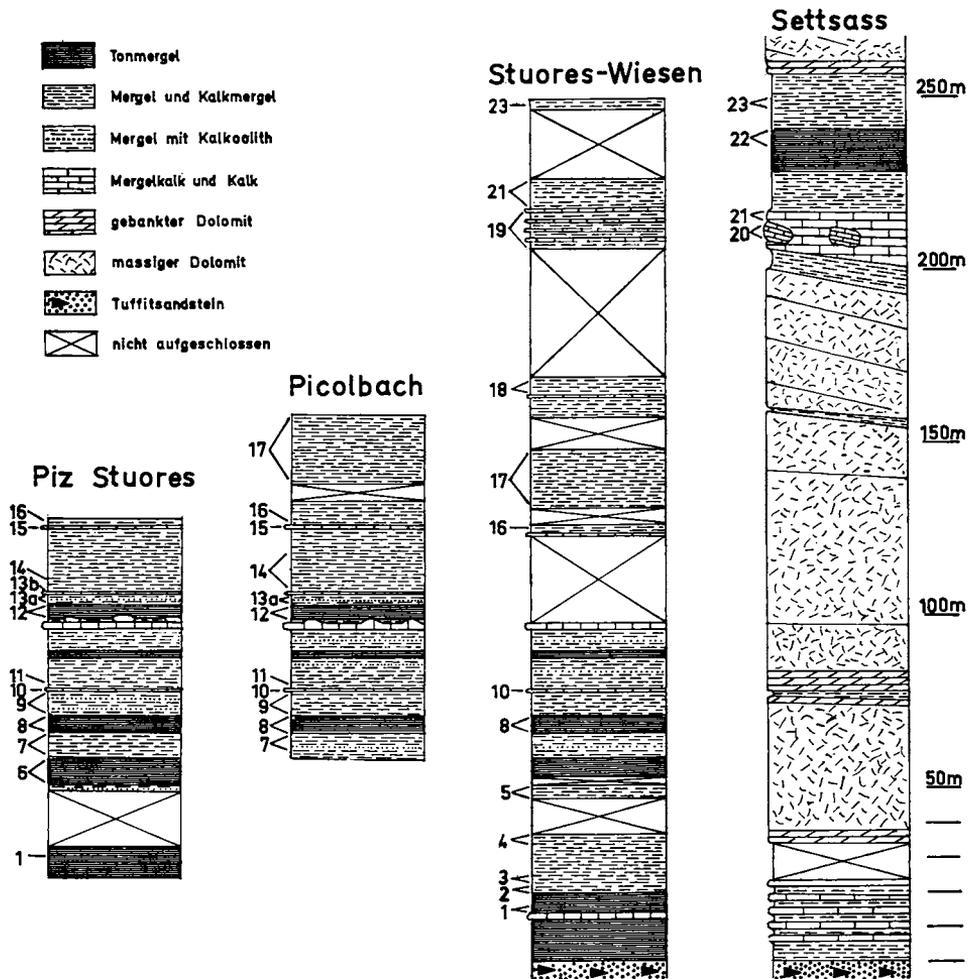


Abb. 2. Detailprofile durch die Oberen Cassianer Schichten südlich von St. Cassian. Das Profil Picolbach wird als Typ-Profil der Cassianer Schichten vorgeschlagen.

Die Oberen Cassianer Schichten setzen sich in ihrem unteren Teil zusammen aus Mergeln und Tonmergeln, in die einige geringmächtige Oolithkalkbänke und Mergelkalkbänke zwischengeschaltet sind und im oberen Teil aus einer Wechsellagerung von Mergeln, Mergelkalken und Kalken. Am Südfuß des Settsass-Massivs ist in die Oberen Cassianer Schichten das berühmte Richthofenriff, eine linsenförmige Riffzunge, eingeschaltet. Tschipit-Blöcke sind zwei Lagen beobachtet, und zwar bei Profilmeter 100 im Gebiet um Piz Stuores und um Pralongia und eine weitere 15 m über der Oberkante des Richthofenriffs. In den Oberen Cassianer Schichten konnten vier Teilprofile (Abb. 2) aufgenommen werden, die sich miteinander mit Hilfe von Faunenspektren parallelisieren lassen; d. h. Faunen mit gleicher prozentualer Zusammensetzung werden als zeitgleich angesehen. Diese Parallelisierung wurde daneben durch lithofazielle Vergleiche der Profile untermauert. Insgesamt sind 23 Faunen-

horizonte nachgewiesen, wovon sich 2 (Fauna 13a u. b, 16a u. b) nach Erhaltung und Größe noch unterteilen lassen, im Gelände jedoch nicht auseinandergehalten werden können. Je nachdem, wie rasch die Beschaffenheit des Sediments wechselt, handelt es sich um 0,5 bis 15 m mächtige Faunenhorizonte.

Vorkommen der Ammoniten in den Cassianer Schichten

Seit langem ist bekannt, daß die Cassianer Fauna kleinwüchsig ist. Die meisten Autoren nehmen echten Zwergwuchs an; jedoch einige meinen, daß die Fauna normalwüchsig sei. (Zusammenstellungen hierüber finden sich bei HÄBERLE 1908 und BONI 1942). Tatsächlich konnte ich recht beträchtliche Größenunterschiede zwischen den einzelnen Faunen nachweisen, aber nur in einem Fall bei *Paralobites pisum* sind die Adult-Merkmale so deutlich ausgeprägt, daß statistische Untersuchungen der Endgröße adulter Exemplare möglich sind (Abb. 3). *Paralobites* hat im Adultstadium eine Ausbauchung der Wohnkammer und eine kapuzenförmige, verengte Mündung. Auf der linken Seite der Abb. 3 ist in 2 Histogrammen die Endgröße von *Paralobites* dargestellt. Innerhalb einer Fauna ist die Abweichung vom Mittelwert gering, so daß man bei einer geringen Anzahl von Meßwerten auch diesen Mittelwert (Abb. 3 rechts) als einigermaßen zuverlässig ansehen kann. Bei *Paralobites* haben danach die Zwerge 0,9 cm und die normalwüchsigen 1,2 bis 1,4 cm Enddurchmesser. Die zwergwüchsigen stammen aus Tonmergeln und die normalwüchsigen aus Mergeln bis Kalkmergeln.

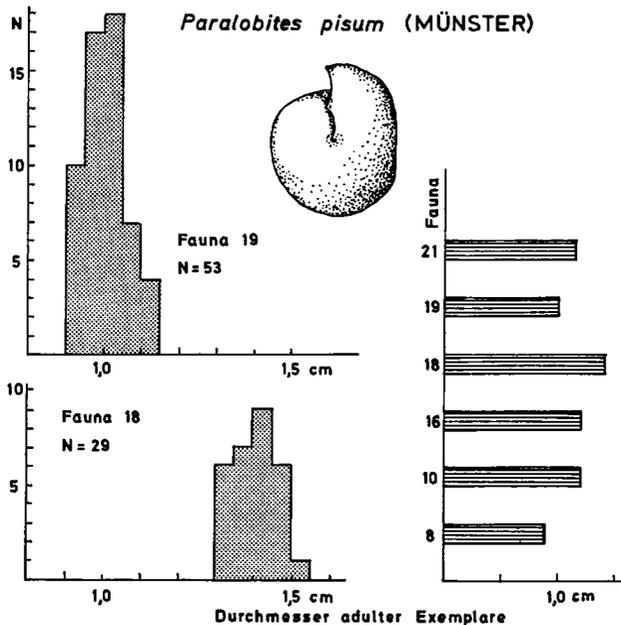


Abb. 3. Adult-Größenverhältnisse von *Paralobites pisum* in verschiedenen Faunen.

Verstärkt wird der Größenunterschied zwischen den einzelnen Faunen dadurch, daß in normalwüchsigen Faunen 75—80% der Individuen adult sind und in den zwergwüchsigen nur knapp die Hälfte (Abb. 4). Die normalwüchsigen stammen aus Mergeln bis Kalkmergeln und die zwergwüchsigen aus Tonmergeln. Bei den juvenilen Exemplaren aus den Zwergfaunen handelt es sich größtenteils um Exemplare mit Wohnkammer und nicht um Innenwindungen von adulten. Eventuell sind in den Zwergfaunen Jugendexemplare häufiger, da hier wegen schlechter Lebensbedingungen die Sterblichkeit sicher größer war. Das kann jedoch nicht mit Sicherheit behauptet werden, da für eine derart detaillierte Untersuchung die Sammelmethode wenig geeignet ist. Es könnte nämlich sein, daß die juvenilen Individuen aus den Mergeln z. T. nicht gefunden worden sind.

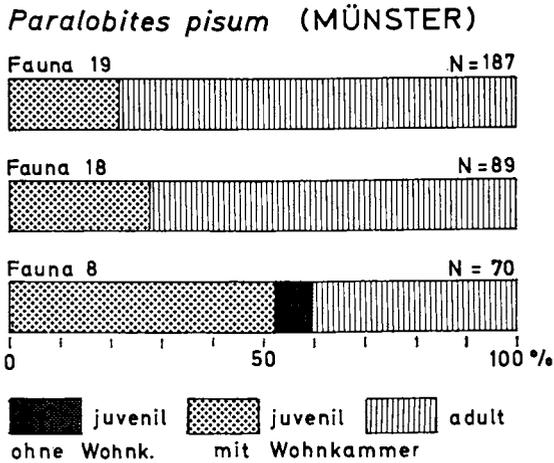


Abb. 4. Verteilung adulter und juveniler Exemplare von *Paralobites pisum* in einigen Faunenhorizonten.

Ein großes Hindernis bei der Bestimmung war, daß die Ammoniten seit MOJSISOVIC (1882) nicht mehr bearbeitet sind. Besonders bei den Trachyceraten gehen die Meinungen über die Art-Abgrenzung sehr weit auseinander. So ist unter *Trachyceras aon* z. B. bei MOJSISOVIC der echte *aon* mit *Tr. muensteri*, *Tr. armatocingulatus* und *Tr. brotheus* zusammengefaßt worden. Diese Schwierigkeiten konnten nur durch Vergleich der Typen beseitigt werden. Zur Bestimmung stand der größte Teil der Originale von MÜNSTER, LAUBE und MOJSISOVIC zur Verfügung. Um nicht nur Faunenlisten aufzuführen, sind die wichtigsten Ammoniten auf Tafel I abgebildet.

Die Unteren Cassianer Schichten haben in ihrem Typgebiet bis jetzt nur sehr wenige bestimmbare Ammoniten geliefert. Am Sief-Sattel konnte ich 20—30 m über der Untergrenze *Protrachyceras archelaus* finden. Das bedeutet, daß die *archelaus*-Zone noch in die Cassianer Schichten hineinreicht. Bis auf einen Einzelfund von *Lobites cf. ellipticus* am Castello-Kamm konnten in den darüberliegenden 200 m keine bestimmmbaren Ammoniten gefunden werden. Darüber liegen die 250 m mächtigen fossilreichen Oberen Cassianer Schichten, die die altbekannte Ammonitenfauna der *aon*-Zone enthalten. Irgendwo dazwischen muß also die Grenze Langobard-Cordevol, d. h. die Grenze zwischen

Mittel- und Obertrias liegen. Bisher nicht nachgewiesen ist das Äquivalent der nordamerikanischen sutherlandi-Zone, die noch zum Ladin gerechnet wird. Sie könnte in der Schicht ohne Ammonitenfunde enthalten sein.³⁾

Aus den Unteren Cassianer Schichten wurde am Col da Oj (Ostseite des Fanesplateaus) außerdem *Lobites* cf. *ellipticus* und *Daxatina rutorana* gefunden. Etwa in dies Niveau gehört auch ein Teil der Fauna der Pachycardientuffe der Seiser Alm. Ein Teil der Belegstücke zu ZITTEL (1899) und KOKEN (1911, 1913) konnte neu bestimmt werden. Überraschenderweise konnte das julische Alter, das Koken so entschieden vertreten hat, nicht bestätigt werden, denn die hierfür typischen Arten *Mojsisovicsites*, *Margarites*, *Buchites* aff. *modesto* und *Anatomites* aff. *burmeisteri* sind nicht mehr vorhanden. Die Neubestimmung des in München und Tübingen befindlichen Materials ergab: *Protrachyceras* cf. *ladinum*, *Anolcites doleriticus*, *Muensterites helenae*, *Maclearnoceras*, *Celtites epolensis*, *Lobites* cf. *ellipticus*, *Lecanites glaucus* und *Nannites bittneri*. Sämtliche Ammoniten sind bis auf *Lecanites glaucus*, der noch ins Karn reicht, auf das obere Ladin beschränkt. Nach dem Vorkommen von *Maclearnoceras* ist diese Fauna etwa gleichaltrig mit der nordamerikanischen maclearni-Zone. Damit müssen die Pachycardientuffe der Seiser Alm mit den Unteren Cassianer Schichten bei St. Cassian parallelisiert werden.

Die stratigraphische Verbreitung der Ammoniten aus den Oberen Cassianer Schichten ist in Abb. 5 dargestellt. (Fauna 6 und 20 sind nicht aufgeführt, da sie keine Ammoniten enthalten.) Bereits in der Fauna 1 tritt *Trachyceras aon* auf und es reicht bis in die Fauna 21. Damit ist die aon-Zone etwa 200 m mächtig. Im unteren Teil bis in den Horizont 9 kommen Faunenelemente vor, die bezeichnend für Ladin sind, wie *Daxatina*, *Nannites*, *Asklepioceras* und ?*Protrachyceras mandelslohi*, d. h. es handelt sich um einen Übergangsbereich, in dem karnische und ladinische Faunenelemente vermischt sind. Daneben sind für den unteren Teil der aon-Zone (bis Fauna 15) *Trachyceras brotheus* und *Trachyceras armatocingulatus* typisch. Mit diesem einen profilmäßigen Nachweis kann jedoch noch nicht nachgewiesen werden, ob es sich um eine selbständige Subzone handelt. Zwischen Fauna 21 und 23 ist ein Faunenschnitt vorhanden, der sich dadurch auszeichnet, daß zahlreiche Ammoniten verschwinden, unter anderem *Trachyceras aon* und *Tr. muensteri*. Sicher ist das zum Teil ökologisch bedingt, denn über den Mergelkalken der Fauna 21 folgen Schwamm-Mergel, in denen Ammoniten nur ganz vereinzelt vorkommen. Es tritt jedoch in der Fauna 23 eine Art neu auf, und zwar *Trachyceras subaon*. Sie ist bis jetzt nur in der aonoides-Zone gefunden worden. Mit diesem Einzelfund kann die aonoides-Zone nicht sicher belegt werden. Eventuell setzt diese Art bereits im Cordevol ein. Zumindest wird damit die Beobachtung von BITTNER (1895) bestätigt, daß die Fauna der Settsass-Scharte sich faunistisch von den übrigen Cassianern unterscheidet, und daß sie eventuell bereits ins Jul gehört.

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden: Die Unteren Cassianer Schichten gehören ins Langobard. Im unteren Teil der Oberen Cassianer (Fauna 1—9) kommen neben *Trachyceras* s. str., d. h. gesichertem Cordevol, auch Faunenelemente

³⁾ Nach Abschluß vorliegender Arbeit konnte ich im Profil Stuores Wiesen 70 m unter Fauna 1 und 55 m unter der Grenze Untere/Obere Cassianer Schichten *Frankites regoledanus*, *Klippsteinia* sp. und *Lobites* cf. *ellipticus* finden. Durch den Nachweis von *Frankites* ist das Äquivalent der sutherlandi-Zone nachgewiesen und die Grenze Ladin/Karn ist einigermaßen genau festgelegt. Danach gehören die unteren Cassianer Schichten ins Ladin, die oberen ins Karn und die Grenze fällt ungefähr mit der Grenze Untere/Obere Cassianer Schichten zusammen.

vor, die typisch für Langobard sind, wie *Daxatina*, *Nannites* und *Asklepioceras*. Im oberen Teil (Fauna 17–23) ist der Anteil an Arten, die auch aus dem Jul bekannt sind, besonders hoch.

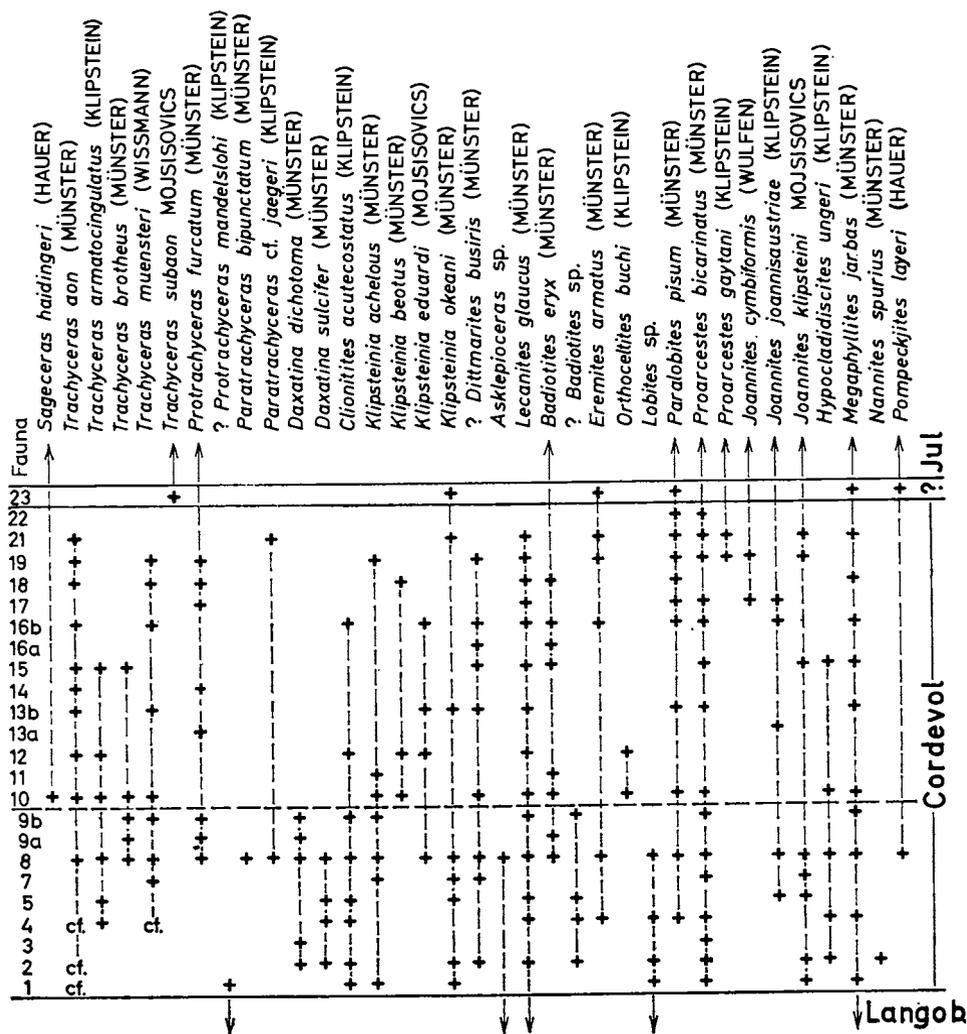


Abb. 5. Vorkommen der verschiedenen Ammonitenarten im Profil der Oberen Cassianer Schichten. Durch Pfeile ist jeweils die Verbreitung über das Cordevol hinaus gekennzeichnet.

Wie aus Abb. 6 zu entnehmen ist, kommen viele Ammoniten nur in bestimmten Faunenhorizonten vor. Aber auch die Häufigkeit der verschiedenen Gattungen ist von der Fazies abhängig (Abb. 6): *Paralobites* und *Lobites* kommen in Kalkmergeln mit *Halobia* besonders häufig zwischen 50 und 70% Individuenanteil vor. In den übrigen Faunen sind sie selten, nur in einem Prozentanteil von 5–20%. In Kalkmergeln mit

Gastropoden und Nuculiden ist *Trachyceras* die häufigste Gattung. In Tonmergeln mit Gastropoden und Nuculiden dagegen ist *Badiotites* die dominierende Gattung. Diese Faziesabhängigkeit ist der Grund, warum *Badiotites* nur in den Cassianer Schichten von Südtirol häufig vorkommt. In anderen Gebieten finden sich in etwa gleichaltrigen Schichten meist nur Kalke mit *Halobia* und *Daonella*, in denen *Badiotites* nur ganz vereinzelt gefunden worden ist. Die Verarmung der Faunen 19–21 ist ebenfalls auf ökologische Ursachen zurückzuführen.

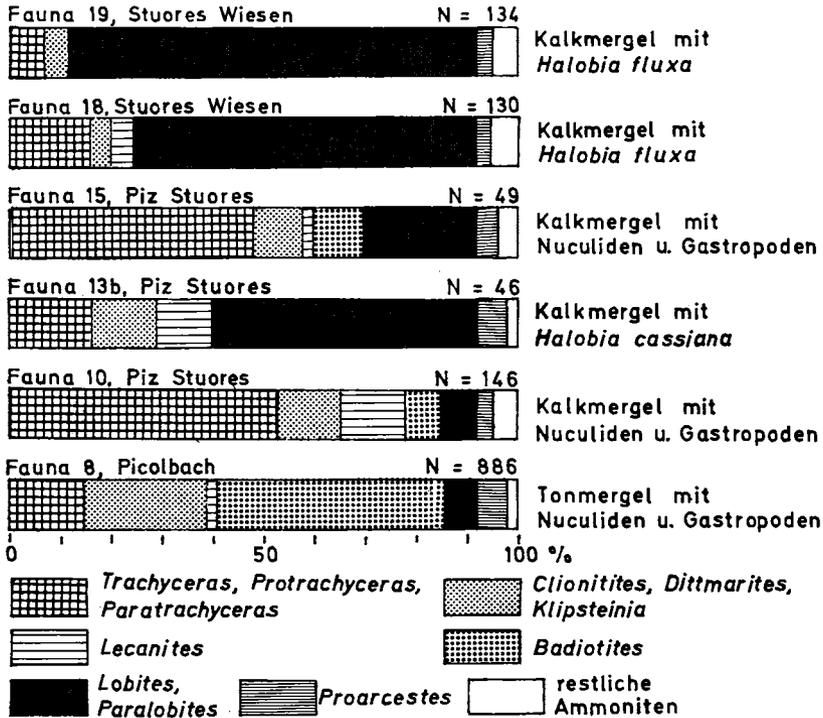


Abb. 6. Häufigkeit der verschiedenen Ammonitengattungen in Abhängigkeit von Substrat und von anderer wichtiger Invertebratenfauna. Alle dargestellten Faunen stammen aus der aon-Zone.

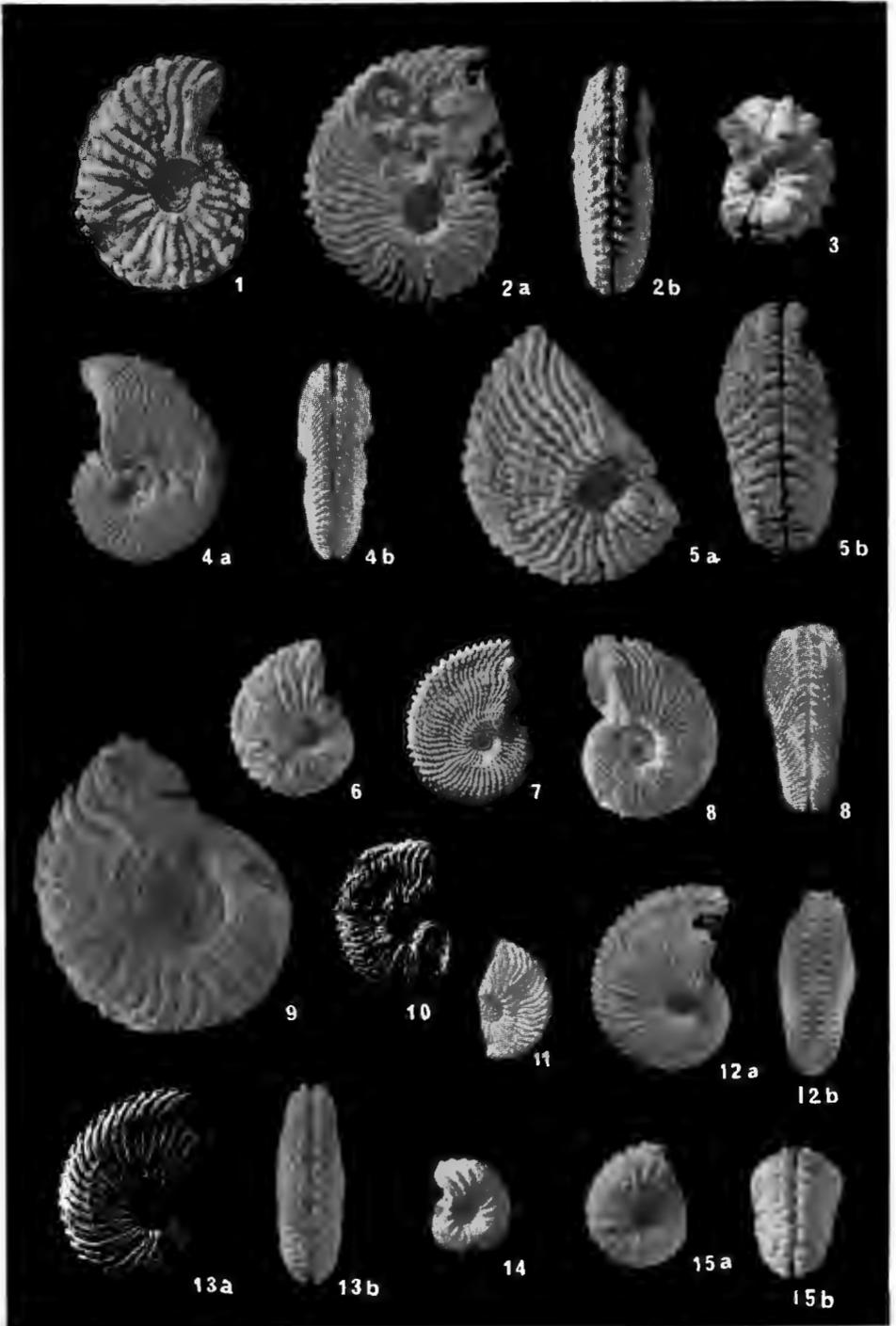
Typlokalität der Cassianer Schichten und Stratotyp des Cordevol

Erstmals schreibt WISSMANN (in: MÜNSTER & WISSMANN 1841, S. 3 u. 16) von „Schichten von St. Cassian“: „Ich habe mich daher in meinem Streben, für die Erkennung der Flözgebilde des südöstlichen Thirols etwas zu thun, für einzelne Theile derselben neuer Namen bedient, welche von Lokalitäten entnommen sind, wo sie sich entwickelt zeigen“ ... und ... „Auf der Alpe südwestlich von St. Cassian (etwa 1½ Stunden von der Kirche entfernt) befindet sich die Lagerstätte der Petrefacten. Es sind mehrere bis zu 200' hohe von Nordost nach Südwest laufende, durch einige auf den feuchten Weideplätzen sich zusammenfindende Bäche veranlaßte Abstürze.“ Damit sind die Aufschlüsse am Picolbach und seinem östlichen Seitenbach und an der Westseite des Piz Stuores

gemeint. In diesem Gebiet wurden zwei Detailprofile aufgenommen (Abb. 1—2). Besonders fossilreich, aber in den letzten Jahren stark abgesammelt, ist das Profil Piz Stuoeres (entlang dem Kamm südlich Refugio Pralongia zum Gipfel des Piz Stuoeres). Hier sind die Faunen 6 bis 16 von den insgesamt 23 nachgewiesen. Leider sind die einzelnen Faunenhorizonte zum Teil miteinander vermengt und das unmittelbar Anstehende ist nur im untersten und obersten Profilabschnitt aufgeschlossen. Außerdem ist das Profil zum Teil durch eine Nord-Süd streichende Abschiebung verdoppelt, deren Tiefscholle nach W abgesunken ist. Dies Profil eignet sich als Typlokalität nicht. Besser geeignet ist das Profil im Quellgebiet des Picolbaches. Und zwar ist der untere Teil am besten an dem Absturz südlich einer Verwerfung aufgeschlossen. Das Profil setzt sich nach Osten bis zu dem Seitenbach des Picolbaches fort. Hier sind die Faunen 8—17 nachgewiesen. Es hat jedoch den Nachteil, daß nur die Faunen 10—17 im Anstehenden aufgesammelt werden können und daß die Faunen 8—9 zum Teil in Hangschlipfen etwas miteinander vermischt sind. Hier ist jedoch die reichste Ammonitenfundstelle, die Fauna 8. Im Laufe von 10 Jahren konnten hier annähernd 900 Ammoniten gesammelt werden. Deshalb schlage ich dieses Profil als Typ-Profil für die Cassianer Schichten vor. Eventuell kann man auch das gesamte Gebiet vom Piz Stuoeres bis zum Picolbach als Typ-Gebiet erklären.

Die Cassianer Schichten in ihrem Typgebiet sind von MOJSISOVIC (in: WAAGEN & DIENER 1895, S. 1298) zum Stratotyp für das Cordevol erklärt worden. Da jedoch die Untergrenze des Cordevol nicht festgelegt werden kann, wird vorerst auf die Aufstellung eines Stratotyp-Profiles verzichtet.⁴⁾

⁴⁾ Da nach Abschluß vorliegender Arbeit die Grenze Ladin/Karn im Profil Stuoeres Wiesen einigermaßen genau festgelegt werden konnte, wird dies Profil als Stratotyp-Profil vorgeschlagen. Es ist das einzige einigermaßen vollständige Profil durch die Oberen Cassianer Schichten, in dem immerhin von den 23 Faunenhorizonten 13 nachgewiesen sind.



Tafel 1

- Aufbewahrungsorte: BSTM = Bayerische Staatssammlung für Paläontologie München, MNS = Museum für Naturkunde Stuttgart; NMW = Naturhistorisches Museum Wien.
- Fig. 1. *Trachyceras aon* (MÜNSTER). Verdrücktes Schalenexemplar auf Pyritsteinkern, Holotyp zu MÜNSTER 1834, Taf. 1, Fig. 4, Cordevol, „St. Cassian“, BSTM AS VII 424, Lateralansicht, 2/1.
- Fig. 2. *Trachyceras aon* (MÜNSTER). Schalenexemplar mit Wohnkammer, Cordevol, Pralongia Fauna 15, MNS, 2 a Lateralansicht, 2b Externansicht, 1/1.
- Fig. 3. *Trachyceras brotheus* (MÜNSTER). Schalenexemplar auf Pyritsteinkern, Holotyp zu MÜNSTER 1834, Taf. 2, Fig. 6a—c, 1841, Taf. 15, Fig. 18b—c, Cordevol, „St. Cassian“, BSTM AS VII 431, Lateralansicht, 3/1.
- Fig. 4. *Trachyceras brotheus* (MÜNSTER). Schalenexemplar mit Wohnkammer, Cordevol, Profil Piz Stuores Fauna 10, MNS, 4a Lateralansicht, 4b Externansicht, 1/1.
- Fig. 5. *Trachyceras armatocingulatum* (KLIPSTEIN). Gekammertes Schalenexemplar, Cordevol, Profil Piz Stuores Fauna 10, MNS, 5a Lateralansicht, 5b Externansicht, 1/1.
- Fig. 6. *Trachyceras muensteri* (WISSMANN). Pyritsteinkern mit Schalenresten, Holotyp zu WISSMANN (in: MÜNSTER & WISSMANN) 1841, Taf. 15, Fig. 21, Cordevol, „St. Cassian“, BSTM AS VII 416, Lateralansicht, 3/1.
- Fig. 7. *Trachyceras muensteri* (WISSMANN). Schalenexemplar auf Pyritsteinkern, Cordevol, Profil Picolbach Fauna 8, MNS, Lateralansicht, 1/1.
- Fig. 8. *Trachyceras muensteri* (WISSMANN). Schalenexemplar, Cordevol, 8a: Profil Stuores Wiesen Fauna 18, Lateralansicht, 8b: Profil Piz Stuores Fauna 10, Externansicht, 1/1.
- Fig. 9. *Protrachyceras furcatum* (MÜNSTER). Schalenexemplar, Cordevol, „St. Cassian“, MNS, Lateralansicht, 1/1.
- Fig. 10. *Trachyceras subaon* MOJSISOVICS. Schalenexemplar, Cordevol-Jul?, Sasso di Stria Fauna 23, Lateralansicht, 1/1.
- Fig. 11. *Paratrachyceras* cf. *jaegeri* (KLIPSTEIN). Schalenexemplar, Cordevol, Profil Stuores Wiesen Fauna 21, MNS, Lateralansicht, 1/1.
- Fig. 12. *Paratrachyceras bipunctatum* (MÜNSTER). Schalenexemplar, Cordevol, Profil Picolbach Fauna 8, MNS, 13a Lateralansicht, 13b Externansicht, 2/1.
- Fig. 13. *Daxatina dichotoma* (MÜNSTER). Schalenexemplar, Cordevol, „St., Cassian“, NMW, 13a Lateralansicht, 13b Externansicht, 1/1.
- Fig. 14. *Daxatina sulcifer* (MÜNSTER). Schalenexemplar auf Pyritsteinkern, Holotyp zu MÜNSTER 1841, Taf. 15, Fig. 22, BSTM AS VII 417, Lateralansicht, 2/1.
- Fig. 15. *Daxatina sulcifer* (MÜNSTER). Schalenexemplar auf Pyritsteinkern, Cordevol, St. Cassian, NMW, 15a Lateralansicht, 15b Externansicht, 2/1.

Literatur

- ALLASINAZ, A. (1964): Sulla nomenclatura stratigrafica del Carnico. — Riv. ital. Paleontol., 70, 3—14, 1 Abb., Mailand.
- ARTHABER, G. v. (1906): Die alpine Trias des mediterranen Gebietes. — In: FRECH, F.: Lethaea Geognostica, (II) 1, Trias, S. 223—472, Stuttgart (Schweizerbarth).
- BACCELLE, L. (1965): Contributo alla conoscenza petrografica sedimentologica degli Strati di S. Cassiano nelle Dolomiti. — Studi Trentini Sci. natur., Sez. A, 42, 255—273, 6 Abb., Trento.

- BITTNER, A. (1895): Lamellibranchiaten der alpinen Trias. I. Teil: Revision der Lamellibranchiaten von St. Cassian. — Abh. geol. Reichsanst., 18, 1—235, 24 Taf., Wien.
- BLASCHKE, F. (1905): Die Gastropodenfauna der Pachycardientuffe der Seiser Alpe in Südtirol nebst einem Nachtrag zur Gastropodenfauna der roten Raibler Schichten vom Schlernplateau. — Beitr. Paläontol. u. Geol. Österreichs-Ungarns u. Orient, 17, 161—222, Taf. 19—20, Wien-Leipzig.
- BONI, A. (1942): Faune pigmee triassiche. Contributo alla Paleontologia del Nanismo di fauna marine. — Bol. Soc. geol. Italiana, 36, 228—272, Rom.
- BOSELLINI, A. & LARGAIOLLI, T. (1965): Contributo all conoscenza degli Strati di S. Croce (Val Badia — Dolomiti). — Studi Trentini Sci. natur., Sez. A, 42, 5—12, 2 Abb., 3 Taf., Trento.
- BROILI, F. (1904): Die Fauna der Pachycardientuffe der Seiser Alp (mit Ausschluß der Gastropoden und Cephalopoden). — Paläontographica, 50, 145—227, Taf. 17—27, Stuttgart.
- (1907): Die Fauna der Pachycardientuffe der Seiser Alp. Scaphopoden und Gastropoden. — Paläontographica, 54, 69—138, Taf. 6—11, Stuttgart.
- DIENER, C. (1915): Cephalopoda triadica. — Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 8, 369, S., Berlin.
- DOELLNER, C. (1873): Geologische Notizen aus Südtirol. — Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien, 1873, 4—6, Wien.
- EMMICH, H. (1844): Über die Schichtenfolge der Flözgebirge des Gadertales, der Seiser Alp und St. Cassian. — N. Jb. Mineral. Geogn. u. Petrefactenk., 1844, 791—803, Stuttgart.
- FUCHS, W. (1844): Über die Gebirgsablagerungen im Abteithal. — Amtl. Ber. 21. Versamml. deutsch. Naturforsch. u. Ärzte, Graz 1843, 141—146, Graz.
- GIEBEL, H. (1853): Über das Alter der berühmten Ablagerungen von St. Cassian. — Halle'sche Z. gesamte Naturwiss., 1853/1, 34—35, Halle.
- HÄBERLE, D. (1908): Paläontologische Untersuchungen triadischer Gastropoden aus dem Gebiet von Predazzo. — Verh. naturhist.-med. Ver. Heidelberg, N. F., 9, 247—631, 5 Taf., 24 Abb., Heidelberg.
- HAUER, F. (1858): Erläuterungen zu einer geologischen Übersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardei. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 9, 445—496, 1 geol. Karte, Wien.
- HOFMANN, W. (1972): Zur Lithofazies und Paläogeographie der Raibler Schichten in den Südtiroler Dolomiten und den östlichen angrenzenden Karnischen Alpen (Italien). — Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud., 21, 225—234, 2 Taf., Innsbruck.
- JACOBSSHAGEN, V. (1961): Zur Gliederung der mediterranen Trias, I. Die Grenze Ladin/Karn. — N. Jb. Geol. u. Paläontol., Mh., 1961, 477—483, 2 Tab., Stuttgart.
- KLEBELSBERG, R. v. (1928): Geologischer Führer durch die Südtiroler Dolomiten. — Samml. geol. Führer, 33, VIII u. 362 S., 16 Abb., 3 Taf., Berlin (Borntraeger).
- KLIPSTEIN, A. v. (1843—1845): Beiträge zur geologischen Kenntnis der östlichen Alpen. — Band 1, 311 S., 20 Taf., Gießen (Heyer).
- KÖCHLIN-SCHLUMBERGER, M. (1855): Sur la formation de St. Cassian dans le Vorarlberg et dans le Tirol septentrional. — Bull. Soc. géol. France, 2. Sér., 12, 1045—1065, Paris.
- KOKEN, E. (1911): Zur Geologie Südtirols. — Cbl. Geol. Mineral. u. Paläontol., 1911, 561—572, Stuttgart.
- (1913): Beiträge zur Kenntnis der Schichten von Heiligkreuz (Abteital, Südtirol). — Abh. k. k. geol. Reichsanst. 16/4, 43 S., 6 Taf., Wien.

- KOZUR, H. (1972): Vorläufige Mitteilung zur Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias sowie einiger Bemerkungen zur Stufen- und Unterstufengliederung der Trias. — Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud., 21, 361—412, 1 Taf., Innsbruck.
- KRYSTYN, L. (1973): Zur Ammoniten- und Conodonten-Stratigraphie der Hallstätter Obertrias (Salzkammergut, Österreich). — Verh. geol. Bundesanst., 1973, 113—153, 7 Abb., 5 Taf., Wien.
- KUTASSY, A. (1932): Cephalopoda triadica. — Fossilium Catalogus, I: Animalia, Pars 56, 832 S., Berlin.
- LAUBE, G. C. (1864): Bemerkungen über die MÜNSTER'schen Arten von St. Cassian in der Münchener paläontologischen Sammlung. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 14, 402—412, Wien.
- (1869): Die Fauna der Schichten von St. Cassian, V. Abteilung. Cephalopoden-Schluß. — Denkschr. kais. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 30, 49—106, Taf. 36—43, Wien.
- LEONARDI, P. & POLO, C. (1952): La fauna cassiana di Cortina d'Ampezzo. Parte IIa: Cefalopodi. — Mem. Inst. geol. mineral. Univ. Padua, 17, 27 S., 5 Taf., Padua.
- LEONARDI, P. (1967): Le Dolomiti, Geologia dei Monti tra Isarco e Piave. — 2 Bände, 1019 S., 519 Abb., 73 Taf., Trento (Cons. nat. Recherche).
- MERIAN, P. (1852): Über das Vorkommen der St. Cassian-Formation am Comer See. — Verh. naturforsch. Ges. Basel, 10, 156, Basel.
- (1854): Über die St. Cassian-Formation in Vorarlberg und Nordtirol. — Z. deutsch. geol. Ges., 6, 642—646, Berlin.
- MOJSISOVICS, E. v. (1869): Über die Gliederung der oberen Triasbildungen der östlichen Alpen. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 19, 91—149, 2 Taf., 1 Tab., Wien.
- (1873—1902): Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke, I u. II. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., 6/1, I—X, 1—82 (1873), 83—174, Taf. 1—70 (1875), Supplement: 175—356, Taf. 1—23 (1902), 6/2, I—X, 1—835, Taf. 71—200 (1893), Wien.
- (1874): Die Faunengebiete und Faciesgebiete der Triasperiode in den Ostalpen. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 24, 81—134, Wien.
- (1874): Über die Pelecypodengattungen *Daonella* und *Halobia*. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., 7/2, 1—37, Taf. 1—5, Wien.
- (1875): Über die Ausdehnung und die Structur der südtirolischen Dolomitstöcke. — Sitzungsber. k. k. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 71, 719—736, Wien.
- (1879): Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien. — 552 S., 140 Abb., Wien (Hölder).
- (1882): Die Cephalopoden der mediterranen Trias. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., 10, 1—320, Taf. 1—94, Wien.
- MOJSISOVICS, E. v., WAAGEN, W. & DIENER, D. (1895): Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 104, Abt. I, 1—32, Wien.
- MÜNSTER, G. v. (1834): Über die Kalkmergel-Lager von St. Cassian in Tyrol und die darin vorkommenden Ceratiten. — N. Jb. Mineral. Geogn. u. Petrefactenk., 1834, 1—15, Taf. 1—2, Stuttgart.
- MÜNSTER, G. v. & WISSMANN, H. L. (1841): Beiträge zur Geognosie und Petrefactenkunde des südöstlichen Thirols, vorzüglich der Schichten von St. Cassian. — Münster Beitr. Petrefactenk., 4, 1—152, 16 Taf., Bayreuth (Buchner).
- MUTSCHLECHNER, G. (1933): Geologie des Gebietes zwischen St. Cassian und Buchenstein (Südtiroler Dolomiten). — Jb. geol. Bundesanst., 83, 199—232, Taf. 6, 4 Abb., Wien.

- OGILVIE, M. (1893): Contributions to the Geology of Wengen and St. Cassian Strata in Southern Tyrol. — Quart. J. geol. Soc. London, 49, 1—78, 17 Abb., London.
- OGILVIE-GORDON, M. M. (1900): Über die Cassianerzone an der Falzaregostraße. — Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1900, 306—322, Wien.
- (1900): On the Fauna of the upper Cassian zone in the Falzarego Valley, South Tirol. — Geol. Magaz., N. S., 4. Dec., 7, 337—349, London.
- (1927): Das Grödener-, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten. I—III. — Abh. geol. Bundesanst., 24/1, 376 S., 26 Taf., 63 Abb., 24/2, 89 S., 13 Taf., Wien.
- (1929): Geologie des Gebietes von Pieve (Buchenstein), St. Cassian und Cortina d'Ampezzo. — Jb. geol. Bundesanst., 79, 357—424, Taf. 8—11, 17 Abb., Wien.
- (1928): Geologisches Wanderbuch der westlichen Dolomiten. — 258 S., 3 Taf., 97 Abb., Wien (Freitag & Berndt).
- (1935): Geologie von Cortina d'Ampezzo und Cadore. — Jb. geol. Bundesanst., 84, 59—215, 21 Taf., 53 Abb., Wien.
- OTT, E. (1972): Die Kalkalgen-Chronologie der alpinen Mitteltrias in Angleichung an die Ammoniten-Chronologie. — N. Jb. Geol. u. Paläontol., Abh., 141, 81—115, 2 Abb., 1 Tab., Stuttgart.
- PIA, J. (1937): Stratigraphie und Tektonik der Pragser Dolomiten in Südtirol. — 248 S., 14 Taf., 17 Abb., Wien (Selbstverlag).
- REITHOFER, O. (1928): Geologie der Sellagruppe (Südtiroler Dolomiten). — Jb. geol. Bundesanst., 78, 529—579, 13 Abb., 1 geol. Karte, Wien.
- RIGHTHOFEN, F. v. (1860): Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alpe in Süd-Tyrol. — 327 S., 5 Taf., Gotha (Perthes).
- (1874): Über Mendola-Dolomit und Schlern-Dolomit. — Z. deutsch. geol. Ges., 26, 225—256, Taf. 4, Berlin.
- ROTHPLETZ, A. (1894): Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. — 268 S., 2 Taf., 115 Abb., Stuttgart (Schweizerbarth).
- SILBERLING, N. J. & TOZER, E. T. (1968): Biostratigraphic classification of the Marin Triassic in North-America. — Geol. Soc. America, Spec. Pap., Nr. 110, 1—63, 1 Taf., 1 Abb., Boulder.
- SPATH, L. F. (1934, 1951): The Ammonoidea of the Trias. — Catalogue of the fossil Cephalopoda in the British Museum (Natural History), Part IV, 521 S., 160 Abb., 18 Taf., Part V, 228 S., London.
- STUR, D. (1868): Eine Exkursion in die Umgegend von St. Cassian. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 18, 529—568, 1 Abb., 2 Taf., Wien.
- TOZER, E. T. (1967): A standard for Triassic time. — Geol. Surv. Canada, Bull. 156, 103 S., 10 Taf., 23 Abb., Ottawa.
- (1971): Triassic Time and Ammonoids: Problems and Proposals. — Canadian J. Earth Sci., 8, 989—1031, 1 Abb., 3 Tab., Ottawa.
- WAAGEN, L. (1907): Die Lamellibranchiaten der Pachycardientuffe der Seiser Alp nebst vergleichend paläontologischer und phylogenetischer Studien. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., 18/2, 180 S., 10 Taf., 19 Abb., Wien.
- WÖHRMANN, S. F. v. (1893): Die Raibler Schichten nebst kritischer Zusammenstellung ihrer Fauna. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 43, 617—768, Taf. 8, Wien.
- ZITTEL, K. A. v. (1899): Über die Entwicklung der Wengener-, St. Cassianer- und Raibler Schichten auf der Seiser Alp in Tirol. — Sitzungsber. Akad. Wiss. München, math.-phys. Kl., 29, 341—359, München.