© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Aus dem Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Graz

140 Jahre geologische Forschung im Grazer Paläozoikum

Ein Beitrag zum Erzherzog-Johann-Jahr 1959

Von Helmut Flügel, Graz

Mit 1 Beil.-Tafel (VIII) und 2 Tabellen als Beilagen

„Man muß mit der Natur langsam und läßlich verfahren, wenn man ihr etwas abgewinnen will."

J. W. von Goethe, Gespräche 1. Oktober 1828.

Manchmal erscheint es nötig, das Augenmerk kritisch auf den historischen Werdegang unserer Erkenntnis zu lenken. Dabei können bisher unter dem Schutt konventioneller Anschauungen verborgene Zusammenhänge, Überlegungen und Schlußfolgerungen plötzlich neues Leben gewinnen und kaum geahnte Bedeutung erlangen. Dergestalt kann es geschehen, daß eine Art Reinigungsprozeß eingeleitet wird, bei dem schädliche und unfruchtbare Ideen abgestoßen, nicht tragfähige Stützen entfernt und beschädigte Kettenglieder ersetzt werden können.

Wie gerade die Erforschung des Grazer Paläozoikums zeigt, werden nur gar zu oft einmal angenommene Ansichten und Meinungen sehr schwer verlassen, sodaß es rückschauend den Anschein erweckt, als würden der Forschung durch die frühen und frühesten Anschauungen Schranken gesetzt, die zu überschreiten man sich nur ungerne anschickt. Dadurch wird die Forschung von ihrer geraden Bahn abgedrängt und schlägt einen Weg ein, der einer Spirale gleicht, die sich zwar höherschraubend über ihr Fundament erhebt, wobei jedoch ihr Umfang nicht größer wird. Dieser Vergleich drängt sich noch stärker auf, wenn wir beobachten, wie die Erkenntnis immer wieder auf ältere Ansichten zurückkommt, wobei diese nur modifiziert und dem inzwischen erreichten höheren Standpunkt angepaßt werden.

Gleichzeitig lehrt die historische Betrachtung der Erforschungsgeschichte eines Raumes, daß diese nicht aus sich heraus allein verstanden werden kann: Andernorts gewonnene Erfahrungen können, — oft viel später und ohne daß man es direkt merkt —, plötzlich wichtig und fruchtbar werden, wodurch sich neue Aspekte auftun, die nunmehr ihrerseits die weitere Forschung fördern. Diesen Strahlungen nachzuspüren, wäre eine ebenso reizvolle, wie wichtige Aufgabe. Sie kann hier nur angedeutet werden.

DIE ERFORSCHUNG DER STRATIGRAPHIE DES GRAZER PALÄOZOIKUMS.

1. Das Fundament (1818—1894).

1811 schuf Erzherzog Johann in Graz das nach ihm benannte Institut und gab damit der Steiermark ein naturwissenschaftliches Zentrum, welches nicht

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

allein die Aufgabe eines Museums, sondern darüber hinaus die der Forschung und Verbreitung des Wissensgutes haben sollte. Dies war umso notwendiger geworden, als durch die 1782 erfolgte Umwandlung der Universität Graz in ein Lyceum in dieser Hinsicht eine Lücke entstanden war.

Als erster Professor für Mineralogie wirkte hier bis zu seiner Berufung nach Freiburg i. Sachsen MOHS. Unter seinen Hörern seien nur zwei, die für die weitere Entwicklung der geologischen Forschung in Österreich größte Bedeutung erlangen sollten, genannt: HAIDINGER, welcher 1849 erster Direktor der eben gegründeten Geologischen Reichs-Anstalt wurde, und THIENFELD, der als Minister für das Bergwesen viel zur Gründung dieser Anstalt beigetragen hatte.

1818 trat mit dem Scheiden von MOHS M. ANKER seine Nachfolge als Custos am Joanneum an. Damit begann die Erforschung der Geologie des Grazer Raumes erstmals greifbare Formen anzunehmen. Bereits 1819 sehen wir ihn zusammen mit L. v. BUCH die Lagerung der Schloßbergdolomite[1]) — welche sie für Kalke ansahen — untersuchen. Zehn Jahre später, 1829, kann er den ersten Entwurf einer geologischen Karte der Steiermark vorlegen (Taf. VIII, Abb. 1). Sie erschien mit leichten Änderungen, die z. T. mit einer Vereinfachung der Ausscheidungen zusammenhängen, im Jahre 1832. Im Raume von Graz unterschied ANKER, den stratigraphischen Allgemeinkenntnissen seiner Zeit folgend, nur zwischen „Übergangskalken" und „Übergangsschiefern". Wie seine ein Jahr früher erschienenen „Geognostischen Andeutungen über die Umgebung von Grätz" (1828) zeigen, bildet jedoch diese Karte keinesfalls sein tatsächliches Wissen ab. So nannte er in seiner Arbeit von Plabutsch und Steinberg Kalke, während die Karte „Übergangsschiefer" verzeichnet. Eine in der Karte überhaupt nicht zum Ausdruck kommende Gesteinsart stellen die Sandsteine dar, welche „nordwestlich von Grätz, als bey Gösting und am Plabutsch" eine große Verbreitung besitzen und hier mit Kalken (gemeint sind wohl Dolomite) wechsellagern.

Wieder ein Jahrzehnt später, 1840, wurde HAIDINGER in Wien an die Leitung der „Mineralien-Sammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen" berufen. Er hatte von 1812 bis 1817 in Graz bei MOHS Mineralogie gehört, war diesem nach Freiberg i. S. gefolgt und dort bis 1822 geblieben. Die folgenden Jahre brachten für HAIDINGER Reisen durch fast ganz Europa und ab 1827 die technische Führung einer von seinen Brüdern betriebenen Porzellanfabrik. Eine seiner ersten Taten in seiner neuen Stellung an der k. k. Hofkammer war die 1845 erfolgende Herausgabe der ersten geologischen Karte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie (Taf. VIII, Abb. 2). Die Darstellung des Grazer Raumes, den er ja in seiner Jugend kennengelernt hatte, zeigt gegenüber der von ANKER bereits große Fortschritte. Im Westen sind die Grenzen gegen das Kristallin in großen Zügen bereits richtig erkannt, ebenso wie die Verteilung der Kalk- bzw. Schieferareale sich hier bereits den wahren Gegebenheiten nähert. Völlig unbekannt scheint für HAIDINGER noch der Raum nordöstlich von Passail gewesen zu sein, obgleich er erstmals das dort auftretende Kohlenmiozän darstellt.

Das Jahr 1843 bringt für die geologische Kenntnis unseres Raumes neue, starke Impulse. Zu der im September dieses Jahres stattfindenden 21. Versamm-

[1]) Übrigens verdanken wir L. v. BUCH die erste Mitteilung über das Grazer Paläozoikum. In seiner Arbeit: „Über einige Berge der Trapp-Formation bey Grätz", erschienen in den Abh. der Preuß. Akad. der Wissenschaften, Berlin 1819, berichtet er nämlich: „Am Fuße des Gneiß-Gebirges erscheint Thonschiefer, und über diesen in ziemlich bedeutenden Bergen, feinkörniger weißer Kalkstein". Damit ist bereits die große Trennung in einen tieferen Schieferkomplex und einen höheren, vorwiegend kalkig ausgebildeten Anteil umrissen.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

lung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Graz war von SCHREINER ein Buch über „Grätz" herausgebracht worden, in welchem der inzwischen als Professor für Zoologie und Geologie an das Joanneum berufene F. UNGER einen mit einer geologischen Karte der näheren Umgebung der Stadt versehenen Beitrag über die geologischen Verhältnisse veröffentlichte. In dieser Arbeit finden wir auch die erste Fossilliste. Sie geht auf eine Aufsammlung zurück, die im gleichen Jahr v. PARTSCH — zu jener Zeit Custos am Hofmuseum in Wien — am Plabutsch durchgeführt hatte. Auf Grund dieser Fossilliste verglich UNGER die Schichten des Grazer Paläozoikums, die bis dahin zur „Übergangsformation" gestellt worden waren, mit dem erst vier Jahre früher (1839) von MURCHISON & SEDGWICK aufgestellten „Devon". Wenn man in Erwägung zieht, daß erst 1842 von diesen beiden Forschern erkannt wurde, daß die Kalke der Eifelmulde dieser Formation angehören, dann kann das Verdienst von UNGER gar nicht hoch genug gewertet werden. Dazu kommt, daß UNGER ja eigentlich Medizin studiert hatte und sich in erster Linie mit paläobotanischen Problemen befaßte.

Die Versammlung selbst vereinte zahlreiche berühmte Geologen ihrer Zeit in den Mauern von Graz. Leopold v. BUCH, COTTA, HAIDINGER, MERIAN, PARTSCH und mancher andere waren erschienen und „wie stets, so zeigte sich auch hier der Hauptnutzen dieser Versammlung Deutscher Naturforscher in den gemeinsamen Vergnügen, die die Persönlichkeit näher rückt und zum Austausch mancher kleiner Beoachtungen und Bemerkungen Anlaß gibt." (B. v. COTTA 1850).

Auf Grund späterer Berichte über diese Tagung taucht in der Literatur gelegentlich die Ansicht auf, daß im Rahmen einer unter der Leitung von UNGER und von Erzherzog JOHANN stattgehabten Exkursion ein Orthoceraskalkvorkommen bei Baierdorf hinter dem Schloß Eggenberg besucht wurde. Dies wäre insoferne wichtig, als aus dieser Gegend später keinerlei sichere Nachrichten mehr über ein derartiges Kalkvorkommen bekannt wurden. Wie das Tagungsprogramm jedoch zeigt, handelt es sich hier um eine Fundortsverwechslung durch ortsfremde Teilnehmer. L. v. BUCH hatte in Graz als Gehsteigplatten Orthocerenkalke bemerkt und, obwohl dergleichen nicht vorgesehen war, der Versammlung den Vorschlag unterbreitet, die diese Platten liefernden Steinbrüche aufzusuchen. So fand am Nachmittag des 20. September 1843 eine „geognostische Exkursion nach St. Jakob und den Steinbergen" statt. Über ihr Resultat liegt ein Vortragsbericht von UNGER, den er zwei Tage später lieferte, vor. Auch hier wird nur vom Besuch der orthocerasführenden Kalke des Steinberges gesprochen. Es handelt sich somit um die oberdevonischen Steinberg-Kalke ROLLES, 1856. Dasselbe ergibt sich auch aus einem Brief des Berliner Geographen Carl RITTER an seinen Bruder, in dem er über seine Eindrücke bei dieser Tagung berichtet (G. KRAMER, Carl RITTER. Ein Lebensbild 1870:307).

Bereits einige Monate vorher, im Juli 1843, war ein anderes, für die geologische Erforschung der Steiermark äußerst wichtiges Ereignis eingetreten, nämlich die durch Erzherzog JOHANN angeregte Gründung des „Geognostisch-montanistischen Vereines für Innerösterreich und das Land ob der Enns". Seine erste und vordringlichste Aufgabe war — satzungsgemäß — die Erstellung einer geologischen Karte der Steiermark. Zu diesem Zweck sollten eigene „Begehungs-Commissäre" eingestellt werden. So kam es, daß schon sechs Jahre vor Gründung der Geologischen Reichs-Anstalt in der Steiermark durch bezahlte Aufnahmsgeologen Begehungen durchgeführt werden konnten. Der erste dieser „Commissäre" war MORLOT, der bereits 1847, ein Jahr nach seiner Einstellung, auf Grund seiner Begehungen eine Übersichtskarte vorlegen konnte (Taf. VIII,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 3). Sie zeigt vor allem im Hochlantschbereich und im Weizer Bergland gegenüber der nur um zwei Jahre älteren Darstellung HAIDINGERS beachtenswerte Fortschritte.

Die Vorgänge des Jahres 1848, die Abordnung Erzherzog JOHANNS zur Frankfurter Nationalversammlung, sowie finanzielle Schwierigkeiten verzögerten die Weiterarbeit. Dazu kam 1850 das Ausscheiden von MORLOT als „Begehungs-Commissär". Inzwischen hatte die, 1849 gegründete, Geologische Reichs-Anstalt unabhängig von Graz mit Kartierungen in den nördlichen Landesteilen begonnen.

1851 kam es zu einer Aufsplitterung des Zentralvereines in mehrere Provinzialvereine, von denen 1853 der „Geognostisch-montanistische Verein für Steiermark", K. ANDRAE und F. ROLLE als „Aufnahms-Commissäre" in die Steiermark berief. Während im gleichen Jahr ANDRAE den Ostteil des Grazer Paläozoikums kartierte, beendete ein Jahr später ROLLE die Aufnahmen im westlichen Bereich. Damit war für Graz die Unterlage geschaffen, die uns in der Karte von D. STUR 1865 entgegentritt.

Die folgenden Jahre nach 1854 brachten die Fertigstellung der Aufnahmen in der Steiermark, sodaß 1861 Th. v. ZOLLINKOFER mit der Zusammenzeichnung und den Abschlußbegehungen beginnen konnte. Er versprach die Beendigung dieser Arbeiten bis 1863, starb jedoch im Herbst des Jahres 1862. Das begonnene Werk wurde von K. PETERS fortgesetzt. Bereits einige Monate später mußte er, zufolge seiner Abberufung aus Graz, ebenfalls die Arbeit unvollendet aus der Hand geben. Mit Einverständnis des Geognostisch-montanistischen Vereines übernahm nun D. STUR die endgültige Fertigstellung. STUR hatte als Geologe der Reichs-Anstalt bereits 1852 und 1853 in der Nordsteiermark gearbeitet. Ihm gelang es endlich, das 1846 begonnene Werk nach fast zwanzigjähriger Arbeit abzuschließen: 1865 konnte er der Steiermärkischen Landesregierung die ersten, handkolorierten Entwürfe vorlegen. Die Karte selbst gelangte jedoch erst 1867 zur Auslieferung. Der erläuternde Text hierzu liegt in dem umfangreichen Werk „Geologie der Steiermark" 1871 vor. Damit war für den Grazer Raum eine Darstellung gegeben, die bereits in sehr vielen Details an das heutige Bild herankam und durch lange Jahre unübertroffen bleiben sollte (Taf. VIII, Abb. 4).

Inzwischen war K. PETERS aus Wien bzw. Budapest zurückgekehrt und 1864 mit dem Lehrstuhl für Geologie und Mineralogie betraut worden. Es sei an dieser Stelle zur besseren Charakteristik der damaligen Verhältnisse kurz skizziert, wie es überhaupt zur Entwicklung einer eigenen Lehrkanzel für Geologie an der Grazer Universität kommen konnte.

Nach der Restauration der Universität 1827 wurden die naturwissenschaftlichen Fächer Zoologie, Botanik, Geologie und Mineralogie von den Lehrkräften am Joanneum betreut, wobei sich der größte Teil der Hörer — ein naturwissenschaftliches Fachstudium gab es damals noch nicht — aus Medizinstudenten frequentierte. Erst 1846 wurde, vorläufig nur nominell, ein eigener Lehrstuhl für Naturgeschichte an der Universität Graz errichtet, dieser jedoch von der Physik bzw. Mathematik betreut. Sechs Jahre später, 1851, sah man die Unhaltbarkeit dieses Zustandes ein und bereitete ihr durch die Ernennung eines Zoologen zum Professor für Naturgeschichte ein Ende. Inzwischen zeigte sich aber bereits immer mehr, daß der Fachumfang nicht von einer einzigen Lehrkanzel bewältigt werden konnte und es kam 1852 zur Errichtung von selbständigen Lehrkanzeln für Botanik und Mineralogie. Sie blieben jedoch lange unbesetzt. Erst 1864 beginnt die kontinuierliche Folge mit der Ernennung von PETERS zum Professor für Mineralogie und Geologie. Bis zu seinem Tode 1882 hatte er

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

diesen Lehrstuhl inne, wenngleich bereits 1876 die de-jure-Trennung in eine geologische und eine mineralogische Lehrkanzel erfolgte. Aber erst mit dem Tode von PETERS konnte R. HOERNES, welcher bis dahin als Extra-Ordinarius die Geologische Abteilung verwaltete, diese Trennung auch de facto vollziehen.

Bald nach Beginn seiner Tätigkeit stellte PETERS einem seiner Schüler, C. CLAR, die Aufgabe, eine detaillierte Untersuchung über die Schichtfolge des Grazer Paläozoikums durchzuführen. C. CLAR war damals bereits Dr. der Philosophie und studierte eben Medizin. Bereits 1866, knapp vor Ausbruch des Deutschen Krieges konnte er Eduard SUESS, der von Wien nach Graz gekommen war, seine ersten Ergebnisse vorlegen. (Dabei geschah es, daß man SUESS, als er am Plabutsch die Karten studierte, als preußischen Spion verhaften wollte!) Das Ergebnis dieser Begehungen und Unterredungen finden wir in der Veröffentlichung von SUESS „Über die Äquivalente des Rotliegenden in den Alpen" aus dem Jahre 1867 (vergl. Tab. 1). Die hier gebrachte Gliederung stellte eine direkte Weiterführung der von MORLOT 1847 erarbeiteten Vorstellungen dar. Hatte dieser eine liegende Schieferfolge, eine mittlere Sandsteinserie — wir erinnern uns der alten Angaben von ANKER aus dem Jahre 1828 — und die hangende „Übergangskalkgruppe" unterschieden, zu denen noch, in einer ungeklärten Stellung, die Kalke des Steinberges kamen, gliederte nunmehr SUESS die Letzteren dem Oberdevon an — er folgte dabei den Angaben von HAUER 1850 und ROLLE 1856 — die Übergangskalkgruppe teilte er in die tieferen, dunklen, reichlich fossilführenden Kalke des Gaisberges und die höheren, ungeschichteten Kalke des Kollerberges. (Erst 1937 sollte KUNTSCHNIG diese Trennungsmöglichkeit wieder aufgreifen!) Beide stellte SUESS in das Mitteldevon. Die Quarzite und dolomitischen Kalke, welche im Liegenden der dunklen Kalke des Gaisberges auftreten, verglich er mit den rheinischen Spiriferensandsteinen, eine Gegenüberstellung, der CLAR jedoch nicht folgen wollte (PETERS 1867). Er kannte auch bereits den bedeutendsten Fossilfundpunkt in dieser Serie, nämlich den in den dunklen Dolomiten (von SUESS irrtümlich für Kalke gehalten) des Jungfernsprunges bei Gösting, von welchem HERITSCH 1919 *Favosites ottiliae* (UGP. 489)[2]) *„Pachypora polymorpha"* (UGP. 491) und *„Pachypora"* cf. *orthostachys* (UGP. 490) bekanntmachen konnte. Die Liegendtonschiefer MORLOTS löste er in die kalkigen, krinoidenführenden „unteren Grauwackenschiefer" und die sie unterlagernden grünen Schiefer auf.

Diese Gliederung war ausschließlich auf lithologischen Gesichtspunkten aufgebaut. Es fehlte zwar nicht an Versuchen, die einzelnen Stufen auf Grund ihrer Faunen zu definieren, aber sie mußten zwangsläufig scheitern, gehorchen doch Bio- und Petrostratigraphie verschiedenen Gesetzen. Wie wir sehen werden, sind die folgenden 90 Forschungsjahre nichts als eine ununterbrochene Auseinandersetzung mit dieser Gliederung, die dem kartierenden Geologen sehr entgegenkam, jedoch den wirklichen Gegebenheiten nicht gerecht werden konnte.

Gegenüber dieser von E. SUESS gegebenen Gliederung stellt die von C. CLAR 1874 veröffentlichte nur zum Teil eine Weiterentwicklung dar. Während er auf der einen Seite im Liegenden der „Semriacher Schiefer" (= „grüne Schiefer" von E. SUESS) noch zwei weitere Gesteinsglieder, Schöckelkalk und Grenzphyllit, unterscheiden konnte, dehnte er anderseits die im Hangenden der Quarzite (= Dolomitstufe + Diabastuffe) folgenden Korallenkalke sehr bedeutend aus. Er rechnete ihnen nicht allein die Kalke des Gaisberges und die darüberliegenden hellen Kalke zu, sondern auch die oberdevonischen Clymenien-

[2]) Die Nummern beziehen sich auf die Aquisition im Typenkatalog des Geol.-Pal. Institutes der Universität Graz.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

kalke. Dieser Folge stellte er den massigen grobbankigen, lichtblaurötlichen Hochlantschkalk als ein in seiner stratigraphischen Reihung „nicht vollkommen sichergestelltes" Schichtglied gegenüber. Die Unsicherheit ergab sich daraus, daß die Hochlantschkalke nach C. CLAR durch einen mächtigen Diabaszug von der tieferen Dolomitstufe getrennt werden und damit eine Stellung einnehmen, die im Süden dem Korallenkalk zukommt. Damit ergibt sich eine stratigraphische Schwierigkeit, die — der Gedanke an die Möglichkeit einer faziellen Differenzierung liegt noch ferne — A. PENECKE 1889, 1894 dadurch lösen zu können glaubte, daß er die Kalke des Hochlantschgebietes, welche er in die basalen Kalke der Hubenhalt, die Calceolaschichten und die eigentlichen Hochlantschkalke i. e. S. mit „*Cyathophyllum quadrigeminum*" an der Basis gliederte, in das Mitteldevon stellte, während er die über der Dolomitstufe von Graz folgenden Kalke als oberstes Unterdevon auffaßte, über denen, bei völligem Ausfall des Mitteldevons im südlichen Grazer Raum, direkt die oberdevonischen Clymenienkalke des Steinberges transgredieren sollten. Diese hoch-unterdevonen Kalke bezeichnete er nach der in ihnen sehr häufig auftretenden Koralle *Heliolites barrandei* als „Barrandei-Schichten" oder als „Zone des *Heliolites barrandei*". Er glaubte sie lithologisch in eine untere Folge, bestehend aus dunklen, bituminösen Kalken mit reichlichen Einschaltungen von graphitischen Schiefern, und eine obere mit reichlicher Fossilführung, welche er als Pentameruskalke bezeichnete, gliedern zu können. Er betonte dabei jedoch mit Nachdruck, daß nach seinen paläontologischen Erfahrungen (er stützt sich hierbei auf die Korallenfaunen) eine faunistische Trennung nicht möglich sei.

Diese Anschauung eines unterdevonen Alters der „Barrandei-Schichten" stand in schroffem Gegensatz zu der älteren Einstufung dieser Kalke in das Mitteldevon, für welche sich auch einer der besten Kenner mitteldevonischer Korallenfaunen, F. FRECH, 1887 nach Untersuchung des Grazer Materials ausgesprochen hatte. Die Lösung dieses Gegensatzes und damit die Klärung der Natur des Mitteldevons in der Umgebung von Graz sollte erst über dreißig Jahre später erfolgen.

Hier muß noch ein völlig anders gearteter Versuch zur Klärung der Stratigraphie erwähnt werden. Er stammt von STACHE 1871, 1874, 1884, welcher als Aufnahmsgeologe der Reichsanstalt viel im Silur der Karawanken und Karnischen Alpen gearbeitet hatte. In Überbewertung dieser Formation glaubte er, die basalen Quarzite in das Silur einstufen zu können, während er den darüberfolgenden „Korallenkalk" C. CLARS weitgehend aufgliederte. Neben unter-, mittel- und oberdevonischen Anteilen unterschied er auch, dem damaligen Gebrauch folgend, ein „Übersilur" (= Stufe F+G von BARRANDE). Gegen diese auf Faunenfehldeutungen zurückzuführende Gliederung nahm bereits 1885 HOERNES Stellung.

2. „Die neue Stratigraphie" (1894—1953).

Wenn wir die Forschung bis 1894 betrachten sehen wir, daß durch sie eine für den ganzen Raum einheitliche petrostratigraphische Gliederung geschaffen wurde, wobei ein Teil dieser lithologischen Horizonte auch biostratigraphisch definiert schien. Dies verleitete zur Ansicht, daß Schichtglieder, die in einem Raum fehlen, in einem anderen vorhanden sind und umgekehrt. Doch waren bereits 1880 Ansätze zu einer völlig neuen Erklärung gegeben. In diesem Jahr hatte R. HOERNES 1880, 1886 bei Vorlage seiner Manuskriptkarte von Graz eine Gliederung aufgezeigt, die zwar, C. CLAR folgend, über den Quarziten und Diabasen eine nicht weiter unterteilte Folge von Korallen-, Pentamerus- und

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Goniatitenkalken ausschied (die er inklusive der Kalke des Steinberges als Unterdevon auffaßte), jedoch erstmalig diese Folge den Hochlantschkalken als fazielle Vertretung gegenüberstellte. Dieser Gedanke einer Faziesdifferenzierung wurde jedoch — in diesem weiten Sinne mit Recht — von PENECKE 1889, 1894 zurückgewiesen und dadurch für einige Zeit eine, wie sich später zeigen sollte, fruchtbare Idee zurückgedrängt. Aber bereits 1906, 1907 sah sich VACEK gezwungen, die Calceola-Kalke des Hochlantsch als ein fazielles Äquivalent der grauen Korallenkalke, die im Hangenden der „Osserkalke" im südlichen Grazer Becken auftreten, zu betrachten. Diese Anschauung wurde mit anderen von VACEK vertretenen von HOERNES und dessen Schüler F. HERITSCH in mehreren Arbeiten heftig bekämpft.

VACEK hatte 1890/91 als Aufnahmegeologe der Geologischen Reichsanstalt im Raume von Graz gearbeitet und seine Ergebnisse in einigen Berichten (1891, 1892) niedergelegt. Seine Beobachtungen deutete er dahingehend, daß die Ablagerung nicht kontinuierlich vor sich gegangen sein konnte, sondern daß die einzelnen „Schichtgruppen" durch Sedimentationsunterbrechungen voneinander getrennt sind. In diesen Zeiten fehlender Sedimentation kam es seiner Ansicht nach zur Bildung eines Reliefs, in welches die jüngeren Sedimente eingelagert wurden. Dieser Theorie der „Unkonformen Lagerung" stand die Ansicht eines Großteils seiner Zeitgenossen gegenüber, daß die Sedimentation durch lange Zeiträume hindurch kontinuierlich vor sich geht. Wir dürfen bei einer Beurteilung der Ansicht von VACEK nicht übersehen, daß zu jener Zeit gebirgsbildende Phasen in der Gedankenwelt der Geologen noch keineswegs eine so große Rolle spielten, wie sie es heute zumeist tun und daß die Möglichkeit nichtorogen begründeter Sedimentationslücken, Abtragung und Reliefbildung, wie wir sie aus rezenten Meeren kennen, selbst heute noch kaum durchgedrungen ist.

Diese Ansicht einer Kontinuität der Sedimentation vertraten auch HOERNES und HERITSCH und schon aus diesem Grunde standen sie dem Gedanken, daß das Grazer Paläozoikum aus unkonform sedimentär übereinandergestapelten „Schichtgruppen" aufgebaut sei, ablehnend gegenüber. Dazu kam noch, daß VACEK auf Grund sedimentologischer Vergleiche den Hochlantschkalk in die Trias stellte. Diese Frage konnte HERITSCH einige Jahre später durch Fossilfunde zugunsten der alten Ansicht devonischen Alters entscheiden. Schließlich erkannte VACEK, daß die „Semriacher Schiefer" CLARS nicht nur im Hangenden des Schöckelkalkes auftreten, sondern daß sich auch in seinem Liegenden ein den „Semriacher Schiefern" vergleichbarer Schieferkomplex findet. Für eine tektonische Deutung dieses Phänomens, die erst 1925 durch SCHWINNER erfolgte, war 1891 die Zeit noch nicht reif (1884—1901 beginnt erst durch die Arbeiten von BERTRAND, SCHARDT und LUGEON der Gedanke tektonischer Horizontalverfrachtungen größeren Ausmaßes im Westen langsam Fuß zu fassen) und da „nicht sein kann, was nicht sein darf", kämpften viele Jahre hindurch HERITSCH und HOERNES in diesem Punkt auf verlorenem Posten (vgl. S. 68).

Diese Meinungsverschiedenheiten brachten jedoch einen großen Vorteil mit sich: jede neue Schrift, gleichgültig von welcher Seite sie kam, stützte sich auf zahlreiche neue Geländebeobachtungen. Als eine der bedeutungsvollsten ist die von HERITSCH 1906 zu nennen, die zu dem Ergebnis führte, daß sowohl im Hochlantschgebiet (— was bereits HOERNES 1880 erkannte, aber noch nicht richtig deuten konnte —), als auch im Plesch-Mühlbacherzug westlich der Mur, Kalkschiefer die „Semriacher Schiefer", die Krinoidenkalke (Kalkschiefer-Stufe) und die Quarzite des Unterdevons faziell vertreten können. Er bezeichnete 1911

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

diese Vertretung als „Kalkschieferstufe im weiteren Sinn", um sie dadurch bereits begrifflich von den Kalkschiefern im engeren Sinn unterscheiden zu können. In dieser Arbeit gab er auch der bis dahin sehr unterschiedlich bezeichneten Folge von Quarziten, Dolomiten und Diabastuffen des unteren Unterdevon den Namen „Dolomit-Sandsteinstufe".

Diese Arbeit kann als eine Art Vorbericht zu den großen zusammenfassenden Darstellungen des Grazer Paläozoikums durch HERITSCH 1915 und 1917 gewertet werden. Diese fassen das Ergebnis von mehr als zehn Geländejahren und der Bearbeitung reicher Neuaufsammlungen zusammen in der Erkenntnis, daß „eine gesunde Tektonik nur auf Grund einer gesicherten Stratigraphie möglich ist — die gesicherte Stratigraphie nur auf paläontologischem Boden erwachsen" kann (F. HERITSCH 1943:338).

Die wesentlichsten neuen Erkenntnisse (vgl. Tab. 2) stellen einerseits die Auffindung von roten Orthocerenkalken im Niveau der Kalkschieferstufe i. e. Sinn, am Rand der Tertiärbucht von Tal westlich von Graz, dar — die HERITSCH mit dem Silur[3] der Karnischen Alpen vergleicht —, anderseits die Beobachtung, daß im Raume des Plesch die Kalkschiefer i. w. Sinn nur die Krinoidenkalke und die Dolomit-Sandsteinstufe vertreten, während sie im Hochlantschraum auch noch tiefere Stufen umfassen können; ferner der Nachweis, daß die Barrandei-Schichten nicht nur im Sinne von PENECKE 1889 oberes Unterdevon vertreten, sondern, zumindest teilweise, die Grenze zum Mitteldevon überschreiten, wobei ihre Oberkante als Erosionsrand aufgefaßt wurde. Für den Hochlantschstock, von dem HERITSCH zahlreiche neue Faunen untersuchen und miteinander vergleichen konnte, ergab sich, daß hier eine starke fazielle Verzahnung der einzelnen Schichtglieder gegeben ist, wodurch Magnafaziesräume (CASTER 1934) zur Entwicklung gelangen, d. h. die Zeitgrenzen schräg von den Schichtgrenzen geschnitten werden.

Die folgenden Jahre brachten, vor allem aus der Feder von F. HERITSCH (der inzwischen die Nachfolge von HOERNES als Vorstand des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Graz angetreten hatte) 1918, 1919a, b, c, 1920, 1921, 1922, 1925, 1926, 1927 zahlreiche kleinere Arbeiten, die jedoch in stratigraphischer Hinsicht keine entscheidenden Fortschritte brachten. Wieder waren es Geländeaufnahmen, die eine Stagnation verhinderten und richtungsweisend für die folgenden 30 Jahre werden sollten. Die Anregungen kamen diesmal von tektonischer Seite. 1925 versuchte SCHWINNER, das Problem „Schökkelkalk und Semriacher Schiefer" durch die Annahme einer tektonischen Verdoppelung der Schichtfolge und devonischen Alters für den Schöckelkalk zu lösen (vgl. S. 69).

Die Konsequenz, die sich daraus in stratigraphischer Hinsicht ergab, zog HERITSCH 1927, in dessen neuem Konzept die drei untersten Stufen der Gliederung von C. CLAR nicht mehr aufscheinen, sondern die Schichtfolge mit Sandsteinen und mürben Schiefern eingeleitet wird, welche HERITSCH auf Grund lithologischer Vergleiche mit den Karnischen Alpen in das Ordovicium (Caradoc) stellen zu müssen glaubte. Diese Gesteine werden nach ihm von Grünschiefern und Phylliten unterlagert, die denen der Platte entsprechen und daher „Obere Schiefer" (= „Semriacher Schiefer" partim = „Taschenschiefer" nach SCHWINNER 1925), d. h. Schiefer, die den Schöckelkalk t e k t o n i s c h überlagern, darstellen. Eine weitere Änderung gegenüber der Zusammenfassung von 1917 ergab sich durch die Auffindung mitteldevonischer Goniatitenkalke durch E.

[3]) Unter „Silur" wird in dieser Arbeit, dem anglo-amerikanischen, französischen und russischen Gebrauch folgend, nur das Obersilur verstanden.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

CLAR und HERITSCH am Raacherberg zwischen Gösting und Judendorf. Durch diesen Fund wurde die bis dahin zwischen Unterdevon und Oberdevon in der näheren Umgebung von Graz bestehende Schichtlücke ausgefüllt. Dazu kam noch der Nachweis, daß in den Clymenienkalken nicht nur oberes, sondern auch unteres Oberdevon vertreten ist. Somit stellen die Goniatitenkalke ein fazielles Äquivalent der mitteldevonischen Korallen- und Riffkalkentwicklung am Hochlantsch dar.

Die Vormacht tektonischer Gedankengänge brachte jedoch einen Rückschritt im Hinblick auf das Auftreten der Kalkschieferstufe i. w. Sinn im Raume des Hochlantsch mit sich. Diese werden nun nicht mehr als die normale stratigraphische Unterlage der Barrandei-Schichten und des Mitteldevons aufgefaßt, sondern als eine eigene, tiefere tektonische Devoneinheit.

Aber auch in anderer Hinsicht zeigte die „Neue Stratigraphie" einige Mängel: Es ist hier vor allem die gewaltige stratigraphische Reichweite der „Goniatitenkalke" zu erwähnen. Auch wenn man, HERITSCH 1917 folgend, annahm, daß die Barrandei-Schichten örtlich noch etwas in das Mitteldevon hineinreichen, so mußten zwangsläufig doch die Goniatitenkalke den weitaus größten Teil des Mitteldevons einnehmen. E. CLAR 1929 zeigte jedoch, daß diese Annahme einer längerdauernden Goniatitenkalk-Fazies im Mitteldevon nicht aufrechterhalten werden konnte, sondern daß zwischen den tief-oberdevonischen Kalken mit *Manticocers galeatum* (UGP. 492) und den Barrandei-Kalken helle, graue und gelbe Flaserkalke und Dolomite eingeschaltet sind, die nicht nur unbestimmbare Goniatitenreste, sondern an zahlreichen Stellen auch mitteldevonische Korallen lieferten. 1941 stellten dann F. HERITSCH und SCHOUPPÉ auf der Kanzel, d. h. in der streichenden Fortsetzung des Raacherberges, helle, Favositen-führende Kalke, Kalksandsteine und Dolomite mit vereinzelten Lagen von Aschentuffen fest, die von gelben Flaserkalken überlagert werden. Sie lieferten Korallen der Sparganophyllum-Stufe, also des hohen Mitteldevons. Über den Flaserkalken liegen geringmächtige, rötliche Goniatitenkalke, die noch dem obersten Mitteldevon angehören. Sie werden von gelblichen Flaserkalken mit *Pharciceras* cf. *lunulicosta* (UGP. 496 = Oberdevon I) überlagert. Damit war bewiesen, daß die Fazies der Goniatitenkalke nur einen geringen Bruchteil der Mitteldevon-Entwicklung einnimmt, während der größte Teil — wie im Hochlantschgebiet — von Korallen-Biostromen, bzw. seltener -Biohermen aufgebaut wird.

Während so zur Klärung der Verhältnisse im oberen Mitteldevon wichtige Beiträge geliefert wurden, konnte SOLLE 1934 bei der Bearbeitung des *„Pentamersu petersi"* aus den Barrandei-Schichten feststellen, daß es sich bei den unter dieser Bezeichnung laufenden Formen zumeist um das im unteren Mitteldevon des Harzes leitend auftretende *„Conchidium hercynicum* HALFAR" handelt. Daraus ergab sich weiter, daß die Mitteldevon-Unterkante mit der Basis der „Pentameruskalke" zusammenfällt. Diese Erkenntnis brachte HERITSCH 1935, in Weiterverfolgung seiner Anschauungen von 1917, zu einer Aufgliederung der Barrandei-Schichten in einen tieferen, „Pentamerus"-freien „Korallenkalk", der noch in das oberste Unterdevon gehört und stellenweise Tonschieferlagen mit Choneten führt, und in die hangenden „Pentameruskalke", welche bereits in das Mitteldevon zu stellen sind.

Aber nicht allein das Mitteldevon der näheren Umgebung von Graz erfuhr in dieser Zeit eine Aufgliederung, auch hinsichtlich der unter der Dolomit-Sandsteinstufe liegenden Gesteinsglieder wurden wertvolle Erkenntnisse gewonnen. 1930 entdeckten HABERFELNER und METZ (HERITSCH-HABERFELNER) in Plan-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

kenwart und bei Stiwoll in den mürben gelben, ockerigen Sandsteinen, in denen HERITSCH bereits 1927 Caradoc vermutet hatte, und aus denen ROLLE 1856 schon den Fund von Fossilresten gemeldet hatte, Korallen, Brachiopoden und Trilobiten. Die Ergebnisse ihrer Bearbeitung schienen eine Bestätigung der von HERITSCH geäußerten Vermutung ordovicischen Alters für diese Schichten zu bringen und damit einen Kronzeugen in der Kontroverse mit L. WAAGEN. Dieser hatte im Auftrag der Geologischen Bundesanstalt 1924 mit Kartierungen auf den Blättern Köflach-Voitsberg und später Graz begonnen und war dabei zu einer stark von der Stratigraphie der Grazer Schule abweichenden Vorstellung gekommen (vgl. Tab. 2). Hier gilt das, was bereits in Hinblick auf den wissenschaftlichen Streit mit VACEK gesagt wurde: Jeder der beiden Streitpartner war bis zu einem gewissen Grad im Recht. Das starre Festhalten an vorgegebenen Meinungen verhinderte jedoch jegliche Annäherung, was der Wissenschaft nicht zum Nutzen gereichte. Heute wissen wir, daß beide Teile an dem Problem der faziellen Differenzierung, die viel bedeutender ist, als jemals angenommen wurde, — scheiterten und d a m a l s s c h e i t e r n m u ß t e n!

Die Gliederung von WAAGEN in ihrer letzten Fassung von 1937 zeigt, daß er schon damals in viel stärkerem Maße als HERITSCH an eine fazielle Aufsplitterung, auch der südlichen und westlichen Räume des Grazer Paläozoikums, dachte. So vermutete er, was erst KRÖLL 1948 durch Fossilfunde beweisen konnte, daß die Kalkschiefer innerhalb der Kalkschieferstufe i. w. Sinn bedeutend höher hinaufreichen, als HERITSCH 1911 angenommen hatte. Wie wir heute wissen, vertreten sie auch noch die „Barrandei-Schichten", möglicherweise noch hohe Anteile des Mitteldevons. Auch die heute wieder aktuell werdende Einstufung der „Oberen Kalkschiefer", bzw. „Falbenschiefer" in das Unterdevon, ihren Übergang und ihre Vertretung durch Gesteine der Dolomit-Sandsteinstufe beschrieb schon WAAGEN (vgl. S. 63). Begreiflicherweise mußte er damals mit dieser Annahme in Widerspruch zur Grazer Schule geraten, lag doch auf der Hand, daß die „Falbenschiefer" von WAAGEN nichts anderes sind als die „Caradocsandsteine" von HERITSCH, und die Kalkschiefer den Krinoidenkalken, die HERITSCH 1930 auf Grund von Fossilfunden in das obere Silur stellen zu können glaubte, entsprechen. Auch in einigen anderen Punkten müssen wir heute WAAGEN beipflichten — wenn er z. B. die Fossilfunde, die HERITSCH 1932 aus dem Schöckelkalk beschrieb, auf tektonische Einschaltungen zurückführte (FLÜGEL-MAURIN-NEBERT 1949), oder wenn er die Lagerung Schöckelkalk-Übergangsschichten-Taschenschiefer im Sinne etwa von C. CLAR 1871 und HERITSCH 1906 als sedimentäre Aufeinanderfolge deutete (FLÜGEL-MAURIN 1958), wobei freilich heute der Begriff „Taschenschiefer" historisch geworden ist, da er sehr Heterogenes umfaßt. Somit brachten diese Episoden keine Änderung des stratigraphischen Kurses der durch die „Neue Stratigraphie" festgelegt war, denn die auf Grund reiner Aufnahmsgeologie gewonnenen Erkenntnisse L. WAAGENS, die durch keinerlei neue Fossilfunde unterbaut wurden, und daher Wahres mit Gedachtem mengten, konnten nicht ausreichen, das zäh erkämpfte, klare Bild dieser „Neuen Stratigraphie" zu stürzen.

Weitere Stationen waren die bereits erwähnte Auffindung von Korallen im Schöckelkalk (HERITSCH 1929, 1932), der Fund eines *Rastrites* sp. (UGP. 67) in Lyditen des Heuberggrabens bei Mixnitz (HERITSCH 1931), sowie ordovicischer Graptolithen in Schiefern der Platte bei Graz (UGP. 207) und von Kehr bei Gratwein (PELTZMANN 1940, KNEBEL 1938), von Korallen des oberen Ludlow (e-gamma) bei Gösting und Plankenwart (HERITSCH 1930, UGP. 97, 99, 99a, 102, 204—206), bzw. aus der „Grenzzone" am Ostabfall des Schöckels (E. CLAR

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

1933), die stratigraphische Gliederung der Kalkschieferstufe durch KRÖLL (1949), die Auffindung von Goniatiten des Oberdevon II (FLÜGEL 1947, UGP. 74—78) und von Visé (SCHOUPPÉ 1946), transgredierend über dem Oberdevon des Steinberges. KAHR 1949 beschrieb Archeocyathinen und Tentaculiten (UGP. 900, 901) aus dem Caradoc von Stiwoll, SEELMEIER 1944 gab den Fund einer *Septatrypa deflexa* aus Plattenkalken des Ludlow bekannt. KRÖLL 1949 (UGP. 101), SCHIPPEK 1949 (UGP. 96, 98), SCHOUPPÉ 1954 (UGP. 96—103), HERITSCH 1943 (UGP. 153) und FLÜGEL 1956 (UGP. 300—324) beschrieben Korallen aus der gleichen Stufe, FLÜGEL fand 1952 in einem wohl aus dem Grazer Paläozoikum stammenden Lyditgeröll in der Kainacher Gosau einen Graptolithenrest des tieferen Silur (UGP. 66), HERITSCH 1930 konnte den Nachweis führen, daß in der näheren Umgebung von Graz Tonschiefer und dunkle Kalke auftreten (UGP. 71—73, 247), die dem Karbon angehören und die, wie E. CLAR 1930, SCHLÖGL 1943, MEGGENDORFER 1944 und FLÜGEL 1948, 1950 zeigen konnten, über Devon transgredieren. Dazu kamen zahlreiche Neuaufnahmen, die ebenfalls wertvolle Erkenntnisse für den Ausbau der Stratigraphie brachten (CLAR 1933: Schöckel; CLAR 1934: Rannach; CLAR 1928: Übelbach—Deutsch-Feistritz; SEELMEIER 1944: Übelbach—Deutsch-Feistritz; KUNTSCHNIG 1937: Plabutsch; KUNTSCHNIG 1927: Weizer Bergland; CLAR u. a. 1929: Hochlantsch; SCHÄFER 1937: Buchkogel; PELTZMANN 1949: Trötsch, sowie unveröffentlichte Aufnahmen von ERHART-SCHIPPEK, KRÖLL, UNTERWELZ, JESENKO u. a.). Gleichzeitig wurde durch die Revision und Neubearbeitung der alten Korallenfaunen (SCHOUPPÉ 1949, KROPFITSCH-SCHOUPPÉ 1954) eine neue Periode paläontologischer Forschung eingeleitet.

Bereits 1943 wollte F. HERITSCH eine Gesamtdarstellung der bis dahin erzielten Ergebnisse vermitteln. Leider ist sein Werk fast zur Gänze in den Brandnächten von Berlin vernichtet worden, sodaß sich die Notwendigkeit einer neuerlichen zusammenfassenden Darstellung der stratigraphischen Verhältnisse des Grazer Paläozoikums ergab (FLÜGEL 1953). In konsequenter Weiterführung des von SUESS 1867 und C. CLAR 1871 eingeleiteten, von HOERNES 1880 mit Einführung des Faziesbegriffes erweiterten Weges, zeigt sich eine Gliederung in drei große Faziesbereiche: Rannach, Peggau und Hochlantsch, die selbst wieder — zumindest was das Devon betrifft, — starke lokale Aufsplitterung in Subfaziesräume zeigen, wobei jedoch alles im Lichte der „Neuen Stratigraphie" von HERITSCH gesehen wird.

3. Umbruch der Stratigraphie.

In dieser 1953 publizierten Arbeit schien die Stratigraphie des Grazer Paläozoikums in großen Zügen geklärt und wohl niemand ahnte, daß uns nicht nur ein „schwarzer Freitag" bevorstehen sollte. Und doch hatte unbemerkt bereits 1952 eine Neuordnung, die eine heute noch keineswegs abgeschlossene Entwicklung einleiten sollte, begonnen, unsere überkommenen Vorstellungen Schritt für Schritt zu verdrängen. Diese geistige Umstellung und der Bruch mit manchen uns lieb gewordenen Gedankengängen ist uns keineswegs leicht gefallen, — vor allem auf Grund unserer persönlichen Gefühle für Vater Heritsch —, zeigte es sich doch, daß aus der Umwertung eines Wertes, der zur Zerbrechung eines Gliedes in der Kette einer Schlußfolgerung führte, diese meist ganz aufgegeben werden mußte, was sogleich lawinenartig andere Weiterungen nach sich zog.

Der Beginn dieses Umbruchs in der Stratigraphie fällt in das Jahr 1952, als FLÜGEL-MAURIN-NEBERT nochmals kritisch die Frage der Fossilien im Schöckel-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

kalk überprüften und erkennen mußten, daß diese teilweise tektonischen Einschaltungen, teils ihn tektonisch unterlagernden Schichten — wie die Bohrungen von Peggau (SEELMEIER 1944) zeigten — entstammen. Damit war der Schöckelkalk erneut zu einem Objekt stratigraphischer Spekulationen geworden. Gleichzeitig jedoch klärte sich die Stellung des „Grenzphyllites" von C. CLAR 1871. Es konnte nachgewiesen werden, daß die genannten Fossilien eben diesem Horizont entstammen und er daher als eine Devonfazies aufgefaßt werden muß, die FLÜGEL 1953 als „Tonschieferfazies" bezeichnete. GRÄF 1958 gelang der Nachweis, daß dieser Serie, welche überwiegend aus Tonschiefern aufgebaut ist, im Nordosten des Grazer Paläozoikums, in der Unterlage der Hochschlagkalke, große Bedeutung zukommt. Sie besitzt dort — verknüpft mit Spiliten — eine Mächtigkeit von einigen hundert Metern, wobei ein Fossilfund (*Thamnophyllum stachei*, UGP. 529) zeigte, daß auch hier in diesen dunklen, zum Teil kalkigen Tonschiefern Devon steckt.

Die neuerliche Altersunsicherheit des Schöckelkalkes veranlaßte PLESSMANN 1953 zu zeigen, daß sich im Raume von Köflach die mächtigen Bänderkalke mit Phylliten und Grünschiefern, die er auf Grund der älteren Erkenntnisse im Grazer Raum in das Ordovicium stellte, verzahnen.

Aber diese neuen Anschauungen ließen sich immer noch mit dem Vorstellungsbild der „Neuen Stratigraphie" in Einklang bringen. Auch der Nachweis, daß die Sandsteinentwicklung teilweise bis in das hohe Mitteldevon hinaufreichen kann (FLÜGEL 1956), stellt nur eine Erweiterung und Vertiefung der Erkenntnis fazieller Zersplitterung des Grazer Devons dar, bringt aber noch keine Änderungen hinsichtlich seines Umfanges.

1957 mußten jedoch in dieser Hinsicht die ersten Revisionen der überlieferten Anschauungen durchgeführt werden. Die Untersuchung von Conodontenfaunen aus den Kalken des Steinberges durch W. ZIEGLER, Marburg (FLÜGEL-ZIEGLER 1957) brachte zwei Überraschungen: zum ersten die, daß sämtliche Oberdevonstufen (to I—to VI) im Grazer Devon vertreten sind, während man bisher mit SCHOUPPÉ 1946 annahm, daß über dem Oberdevon V das Visé transgrediere. Die zweite Erkenntnis war jedoch viel umwälzender: In völlig gleicher Fazies, lithologisch nicht vom Devon abtrennbar, fanden sich Kalke des Cu II gamma und des Cu III, also des Visé, wobei die Grenze am Steinberg leider eine tektonische ist, sodaß über ihre Natur nichts weiter ausgesagt werden kann. Eine Ergänzung und Erweiterung dieser Feststellung ergab sich aus dem Nachweis von oberdevonischen Phosphoriten durch HÖLLER 1958.

Die auf Grund dieser Ergebnisse angeregten Conodonten-Untersuchungen durch HOSCHEK-MÜHLHEIM (unver.) zeigten, daß das vollkommene Oberdevonprofil des Steinberges eine Ausnahme darstellt, daß vielmehr meist Lücken gegeben sind und Zonen ausfallen, ohne daß dafür tektonische Gründe herangezogen werden könnten und daß auch das Tournai einer derartigen Lücke entspricht. Es hat den Anschein, daß diese Lücken „Unkonformitäten" im Sinne VACEKS, also Sedimentationsunterbrechungen mit Reliefbildung darstellen, wobei höchstens synorogene, jedoch keine strukturprägenden tektonischen Bewegungen eine Rolle spielten.

Während durch diese Neufunde die Oberkante des Schichtprofiles angeschlagen worden war, wurde im Frühsommer 1957 die Unterkante durch die Auffindung einer reichen Korallen-Trilobiten-Brachiopoden- und Bryozoenfauna betroffen. Diese Fauna fand sich in unmittelbarer Nachbarschaft des locus typicus der „Caradocsandsteine" von Stiwoll in völlig gleichartigen mürben, gelben, ockrigen Sandsteinen (FLÜGEL-MAURIN 1958). Im ersten Augenblick

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

wurde sie daher gleichfalls für Ordovicium gehalten, bis Formen auftauchten, deren Zuweisung zum Ordovicium nicht möglich war (*Syringaxon* sp.). Wir nahmen daher an, daß es sich um eine Gotlandfauna handeln müsse. In dieser Annahme wurden wir durch den bereits 1956 erbrachten Nachweis bestärkt, daß die (damals als Gotland angesprochenen) Krinoidenkalke durch sandige Schiefer und Sandsteine, die sich in keinem Merkmal von den „Caradocsandsteinen" unterscheiden, faziell vertreten werden können (FLÜGEL 1956). Eine weitere Untersuchung ließ jedoch auch diese Einstufung zweifelhaft erscheinen. Heute wissen wir — obwohl die zusammen mit Herrn Prof. ERBEN, Bonn, und Herrn Prof. SIMON, Berlin, durchgeführte Bearbeitung des reichen, leider etwas verdrückten Steinkernmateriales noch nicht abgeschlossen ist — daß wir es ziemlich sicher mit einem Unterdevon (Emsium?), welches in Fazies und Fauna dem des Rheinischen Schiefergebirges oder Thüringens (DAHMER 1939, WEISSERMEL 1941) entspricht, zu tun haben.

Damit wurde die Frage nach dem Alter jener Schichten aufgeworfen, die bisher als Ordovicium, bzw. Silur angesprochen wurden. Die Kartierung zeigte, daß der neue Fundpunkt eine Position einnimmt, die man bisher nur für die Schichten des Caradoc kannte, nämlich im Liegenden von Crinoidenkalken, die ihrerseits von Dolomiten überlagert werden, während sich andererseits die Sandsteine mit Tuffen und Tuffiten lateral verzahnen. Die daraufhin gleichfalls in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. ERBEN und Herrn Prof. SIMON vorgenommene Neubearbeitung der alten Caradoc-Aufsammlungen ergaben, daß die alten Bestimmungen nicht aufrecht zu halten sind und es keine einzige Form gibt, die eine Einstufung in das Ordovicium rechtfertigen würde. (Eine eingehendere Darstellung ist nach Abschluß der Revisionen und Neubearbeitungen vorgesehen).

Es blieb noch die Frage offen, ob wenigstens die tieferen Grünschiefer mit ihren stellenweise auftretenden Lyditbänken dem Ordovicium angehören. Aus diesen Lyditen wurden von zwei Stellen Graptolithen bekanntgemacht. Leider ist von diesen nur mehr der Fund von der Platte vorhanden und überprüfbar (UGP. 207), während die von Kehr beschriebenen Stücke 1945 in Prag in Verlust gerieten. Letztere scheiden, da ihre Bestimmung nicht mehr nachprüfbar ist, als Grundlage für eine gesicherte Stratigraphie aus. Aber auch der Graptolith von der Platte kann nicht als stratigraphisches Beweisstück herangezogen werden, da es sich nach übereinstimmender Ansicht mehrerer Fachkollegen, denen er vorgelegt wurde, um einen völlig undefinierbaren Rest, dessen organische Natur überhaupt zweifelhaft erscheint, handelt.

Es muß also zusammenfassend festgestellt werden, daß im Grazer Paläozoikum derzeit keine Beweise für das Auftreten ordovicischer Gesteine gegeben sind, sondern daß zumindest ein Teil der bisher dieser Formation zugeordneten Sedimente und Vulkanite dem Unterdevon angehören dürfte.

Welches Alter besitzen nun die tieferen Teile des bisher als „grüne Schiefer", „Semriacher Schiefer", „Taschenschiefer" oder „obere Schiefer" bezeichneten Schichtkomplexes? Die Zuweisung der Caradocsandsteine zum Unterdevon macht es wahrscheinlich, daß zumindest seine Hangendteile dem Unterdevon angehören. Auf der anderen Seite liegen Angaben über silurische, graptolithenführende Kieselschiefer vor (HERITSCH 1931, FLÜGEL 1952), wie auch über das Auftreten von Lyditbänken in den Grünschiefern (PELTZMANN 1940). Wenngleich der Rastritesfund aus dem Heuberggraben nur mit Vorbehalt herangezogen werden kann, so spricht allein der sichere Fund des Silurgerölles (vgl. S. 61) dafür, daß wir entsprechend den Verhältnissen in der Grauwackenzone, bzw. in den Karnischen Alpen, auch im Grazer Paläozoikum mit einer Kiesel-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

schieferentwicklung im Silur rechnen müssen. Wie die Verhältnisse im Heuberggraben zeigen, finden sich hier die Lydite zusammen mit Tonschiefern und grünen Gesteinen (Diabasen, Tuffen und Tuffiten FRIEDRICH 1930), was wieder an das angebliche Ordovicium von Kehr und von der Platte erinnert. Dazu kommen bei Laufnitzdorf braune Kalke mit einer Conodontenfauna des Silur S. 68). Dies läßt vermuten, daß die tieferen Anteile der „Oberen Schiefer-Serie" dem Silur (= Obersilur = Gotlandium) zuzurechnen sind. Über die Lage der Grenze Silur/Devon kann heute ebensowenig ausgesagt werden, wie über ihre Natur und über die Mächtigkeit und Detailausbildung des Silurs. Ebensowenig können natürlich Aussagen über seinen stratigraphischen Umfang (sicher ist ja derzeit nur das Auftreten von Zone 17/18, d. h. also tieferem Silur) getroffen werden, bzw. über die Beschaffenheit der Unterkante des Silurs. Letztere festzustellen wäre von großer Wichtigkeit, da wir uns seit 1948 auf der Grundlage der „Neuen Stratigraphie" bemühten, sie durch die takonische Phase zu erklären. Unsere Vorstellungen bedürfen jedoch in dieser Hinsicht einer Revision: Wir kennen im Grazer Paläozoikum keine Tatsache, die es uns mit einiger Berechtigung gestatten würde, die takonische Phase als orogenes oder synorogenes Moment anzunehmen! (Auch in den Karnischen Alpen und der Grauwackenzone scheinen mir die Argumente für ihr Vorhandensein nicht ganz überzeugend.)

Die Neueinstufung der „Oberen Schiefer" ließ die Frage der „Schöckelkalke" von Köflach und damit das Altersproblem dieses Schichtkomplexes in neuem Lichte erscheinen. PLESSMANN konnte hier 1953 zeigen, daß sich diese Kalke faziell mit den „Oberen Schiefern" verzahnen, wobei die — noch nicht überprüfte — Wahrscheinlichkeit besteht, daß letztere sich mancherorts direkt in die „Tonschieferfazies" des Devons fortsetzen. Im Raume von Weiz konnten FLÜGEL und MAURIN 1956, 1957, 1958 feststellen, daß entsprechend alten Vorstellungen, wie wir sie z. B. bei HERITSCH 1906 finden, die aber später, von den tektonischen Theorien überlagert, in den Hintergrund treten mußten, ein normaler vertikaler Übergang aus dem Schöckelkalk in eine hangende Tonschieferentwicklung gegeben ist. Dies hatte bereits MOHR 1914 erkannt und diese hangende Tonschieferserie mit der Bezeichnung „Klammserie" belegt. Sandsteine, dunkle Dolomite und Kalke mit *Striatopora suessi* (UGP. 905—908), sowie graphitische Schiefer bilden die „Übergangsschichten". Wir werden hier an die Vorstellung von L. WAAGEN 1937 (Tab. 2) erinnert!

Diese Hangendserie kann auf Grund des Auftretens mitteldevonischer Korallen in ihren Basisanteilen, sowie des von FLÜGEL und GRÄF entwickelten Vorstellungsbildes über die Tonschieferfazies, dem Mitteldevon zugeordnet werden (während WAAGEN diese Serie und damit auch den Schöckelkalk in das Silur einstufte). Es drängt sich somit im Weizer-, wie auch im Köflacher Raum die Vermutung auf, daß der Schöckelkalk trotz seiner Fossilleere zumindest in seiner überwiegenden Masse dem Unterdevon zugerechnet werden kann. Ob Teile noch in das Silur, bzw. Mitteldevon hineinreichen, entzieht sich unserer Kenntnis. Er entspricht somit dem Hangendteil der „Oberen Schiefer" in ihrer hier erörterten stratigraphischen Neufassung. Aus dieser Umgruppierung ergab sich die Frage, wohin dann manche der bisher als silurisch betrachteten Krinoidenkalke (= untere Grauwackenschiefer = untere Krinoidenkalke = Kalkschieferstufe i. e. S.) zu stellen sind. Ihr Auftreten über dem Unterdevon von Stiwoll ließ Zweifel an der Richtigkeit ihrer Einstufung aufkommen. Die Schwierigkeit der Eingliederung dieser Kalke trotz ihrer relativ reichlichen Fossilführung hat mehrere Gründe. Einerseits bestehen die Faunen zum größten Teil aus tabula-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

ten Korallen. Gerade innerhalb dieser Gruppe ist jedoch in den letzten zwanzig Jahren eine derartige Vermehrung der Artenzahl eingetreten, daß sie heute — so paradox dies klingen mag — ohne vorherige Kenntnis des Alters der Schichten kaum sicher bestimmbar sind und auch dann bereitet die geringe Zahl ihrer taxionomischen Merkmale einerseits, ihre starke Variabilität anderseits, größte Schwierigkeiten, denen man sich leider immer wieder durch die Aufstellung neuer Arten entzieht. Dadurch wird wohl der gordische Knoten durchschlagen, aber nicht gelöst! Wenn nicht umfassende Revisionen der einzelnen Familien mit radikaler Zusammenziehung der gegebenen Arten zu straffen, stratigraphisch verwertbaren und klar definierten, wenigen Gruppen einsetzen, wird man bald die meisten Tabulata als Indexformen streichen müssen. Demgegenüber ist die Zahl der Rugosa bedeutend geringer. Eine ihrer wichtigsten Formen stellt für die Grazer Faunen *Syringaxon* dar, eine Gattung, die zu einer Zeit, als HERITSCH 1930 die Einstufung in das e-gamma vollzog, aus devonischen Ablagerungen noch kaum bekannt war. Erst die Arbeiten von PRANTL 1938 und WEISSERMEL 1941 brachten hier den Wandel. Der dritte Grund liegt schließlich darin, daß wir aus dem Unterdevon überhaupt fast keine vergleichbaren Korallenfaunen kennen. Nur einige wenige Angaben aus dem Rheinischen Schiefergebirge und dem Harz, die Beschreibungen von SOSHKINA aus der UdSSR, fragliche Formen aus den Karnischen Alpen, die jedoch in ihrer Einstufung nicht ganz klar sind, bieten sich zum Vergleich an. Die große Blütezeit der Devonkorallen fällt ja erst in das Mitteldevon! Dazu kommt, daß die unterdevonischen Korallenfaunen den silurischen noch nahestehen. Was nun die Korallenfaunen aus den Krinoidenkalken betrifft, so zeigen sie sicher einen völlig anderen Charakter, als die reichen Faunen der Barrandeischichten.

Die noch nicht abgeschlossene Revision zeigt bereits, daß z. T. Fehlbestimmungen, z. T. Überbewertungen des stratigraphischen Charakters einzelner Formen vorliegen. So handelt es sich bei nahezu allen bisher aus dem Grazer Paläozoikum beschriebenen *Syringaxon*-Formen nicht um die silurischen Arten „*nanus*" und „*perfectus*", sondern um *Syringaxon zimmermanni* WEISSERMEL 1941, welches von diesem aus dem Unter- bzw. Mitteldevon Thüringens beschrieben wurde. Weiters fand sich in diesen Kalken ein Vertreter der Stromatoporengattung *Rosenella* (Best. Dr. Erik FLÜGEL, Wien). Er gewährt leider keine sicheren stratigraphischen Anhaltspunkte, da diese Gattung vom Silur bis zum Oberdevon reicht (UGP. 909).

Wichtig sind dagegen die zahlreichen Crinoidenreste, deren Bearbeitung in dankenswerter Weise Frau Dr. SIEVERTS-DORECK übernommen hat. Sie teilte mir mit (Brief vom 31. Mai 1958), daß es sich hierbei um Angehörige der mitteldevonischen Familie *Lecythocrinidae* handelt und daß sie die Kalke dem Eiflium zurechnen würde.

Damit wurde erneut die Grenze Unter/Mitteldevon aktuell. SOLLE und HERITSCH hatten sie in die Barrandei-Schichten hineinverlegt, wobei entsprechend den Verhältnissen am Schalker Teich (Harz) das erste Auftreten von *Conchidium hercynicum* maßgebend war. Ein Schönheitsfehler dieser Grenzziehung lag in dem Auftreten von *Amphipora ramosa*, einer wichtigen Leitform des Mitteldevons (vgl. E. FLÜGEL 1958), die jedoch in Graz im Liegenden der in das Unterdevon gestellten Korallenkalke i. e. S. aufgefunden wurde. Im Sommer 1957 gelang die Auffindung einer *Conchidium*-führenden Bank an der Basis der Korallenkalke im Typus-Profil des Plabutsch. Damit rückte schlagartig die Grenze Unter/Mitteldevon tiefer, zeigte dieser Fund doch, daß die gesamten Barrandei-Schichten — im Sinne der Auffassungen von SUESS 1867 und FRECH

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

1887 — in das Mitteldevon zu stellen sind. Dadurch wurde es möglich, die unterlagernden Dolomite mit *Amphipora ramosa* noch dem Mitteldevon zuzurechnen.

Die Dolomit-Sandsteinstufe gliedert sich nach KUNTSCHNIG 1937 lithologisch in basale Dolomitsandsteine, darüber folgen mehrere Tuff- und Tuffitbänder, die wieder von hellen, bzw. dunklen Dolomiten überlagert werden. Letztere gehören zufolge des erwähnten Auftretens von *Amphipora ramosa* noch in das Mitteldevon.

Aus den tieferen Anteilen kennen wir nur sehr wenige Fossilien. HERITSCH hatte 1919 vom Jungfernsprung bei Gösting aus einer schon SUESS bekannten Korallenbank einige Formen beschrieben. Neuaufsammlungen durch H. HADITSCH (unver.) zeigten, daß es sich ohne Ausnahme um mitteldevonische Formen handelt, die nicht aus sicherem Unterdevon anderer Lokalitäten bekannt sind. Der Fundpunkt liegt wenige Zehnermeter unter den Tuffbänken. Dies blieb jedoch nicht der einzige Hinweis auf ihr mitteldevonisches Alter. Schon vor Jahren gelang es, im Raume von Gratkorn im unmittelbar Hangenden der dort auftretenden Diabase eine kleine Orthocerenfauna in Dolomiten zu finden. Bei der Präparation des Materiales kamen einige kleine Brachiopoden zutage. Herr Dr. W. STRUVE, Senckenberg-Museum, Frankfurt a. M., hatte die Liebenswürdigkeit, mir daraus eine *Septalaria* cf. *ascendens* (STEININGER) (UGP. 250) zu bestimmen. Hierzu stellte Herr Dr. STRUVE fest (briefliche Mitteilung vom 22. April 1958): „Bei den vorliegenden Stücken würde ich, wenn ich mich für etwas entscheiden müßte, auf Mitteldevon tippen."

Einen weiteren Fund aus dieser Stufe stellt ein von HOERNES aufgesammelter, von PENECKE 1894 und HERITSCH 1934 beschriebener Fischrest dar (UGP. 69). Auch für diesen schien im Hinblick auf die gestellte Frage eine Neubearbeitung wünschenswert. Herr Prof. GROSS, Berlin, unterzog sich freundlicherweise dieser Mühe (1958) und konnte feststellen, daß es sich um eine bisher unbekannte Arthrodirengattung handelt, die daher als solche nichts über das Alter aussagt, jedoch in ihrer Entwicklungshöhe in das Devon, ja „eher in das Mitteldevon" gestellt werden könnte.

Einen umstrittenen Fund stellt der „*Pentamerus* cf. *pelagicus*" aus den Dolomiten von Seiersberg dar (UGP. 182). Der genaue Fundort steht leider nicht fest und es läßt sich daher auch nicht sagen, ob es sich um einen Dolomit aus dem Liegenden oder dem Hangenden der dort auftretenden Tuffe handelt. Die Neubearbeitung dieses Stückes konnte noch nicht erfolgen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß im Normalprofil von Graz die Unter/Mitteldevongrenze, soweit es sich gegenwärtig beurteilen läßt, in die Dolomitsandsteine im Liegenden der Diabastuffe oder unter die Krinoidenkalke fallen dürfte (Taf. VIII, Abb. 6).

Welche Auswirkungen diese Neufestlegung der Grenze Unter/Mitteldevon für die Hochlantschfazies haben wird, ist derzeit noch nicht geklärt. Die neuaufgesammelten Faunen aus diesem Raum sind alle eindeutiges Mitteldevon. Sie lassen hoffen, daß durch ihre Bearbeitung die Grenze Eiflium-Givetium exakter erfaßbar wird, als dies bisher möglich war. In der „Neuen Stratigraphie" wird diese im Liegenden der „*Cyathophyllum quadrigeminum*"-Bank angenommen. Wie die Untersuchung dieser Art aus dem Grazer Devon durch K. SCHIMUNEK 1958 jedoch ergeben hat, tritt das echte „*Cyathophyllum*" *quadrigeminum* hier nicht auf. Bei den in älteren Faunenlisten genannten Funden handelt es sich, ebenso wie bei den neuaufgesammelten Formen durchwegs um die von GLINSKI 1956 aus dem Eiflium beschriebene *Hexagonaria amanshauseri* (UGP. 761—773).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Damit taucht die Frage auf, ob diese Schichten nicht in das hohe Eiflium zu stellen sind.

DIE ERFORSCHUNG DES TEKTONISCHEN BAUES.

Wir haben bereits mehrmals gesehen, wie innig im Grazer Raum tektonische und stratigraphische Forschung miteinander verquickt sind, wie Erkenntnisse auf der einen Seite jeweils befruchtend auf die andere wirkten.

In den das Grazer Paläozoikum behandelnden Arbeiten des 19. Jahrhunderts findet sich nur sehr selten ein Hinweis auf den Bau dieses Raumes. Noch steht die stratigraphische Forschung im Vordergrund. Die tektonische setzt erst mit der Arbeit von HERITSCH 1905 ein, wobei er annimmt, daß die paläozoischen Ablagerungen transgressiv einen bedeutend älteren und bereits kristallin gewordenen Untergrund überlagern. Der Baustil wird von Falten und Brüchen beherrscht, wobei die das Paläozoikum im Südwesten überdeckende Gosau von Kainach die Trennung eines vorgosauischen oder altalpidischen Baues von einem tertiären, der mit starker Bruchtektonik verknüpft ist, ermöglicht.

An dieser Ansicht wurde auch in der Folgezeit bis 1925 festgehalten. In diesem Jahre tauchte erstmals, von H. P. CORNELIUS geäußert, die Frage auf, ob nicht auch eine ältere Faltung erkennbar sei, wobei er an eine takonische dachte. Inzwischen war jedoch unter dem Einfluß der damaligen Versuche, den Alpenbau durch Decken aufzulösen, auch im Grazer Raum dieser ortsgebundenen Tektonik von HERITSCH ein Großdeckenbau gegenübergestellt worden. Er knüpfte an die Verhältnisse der Breitenau, also der nördlichen Hochlantschvorlage, an.

Hier findet sich eine Gesteinsserie aus braunen Tonschiefern, Sandsteinen, Kieselschiefern und Kalkschiefern, sowie Magnesiten (RUMPF 1876). M. VACEK 1891 hatte erstmals die Vermutung ausgesprochen, daß es sich bei dieser Folge in Analogie mit den Verhältnissen, wie sie in der Grauwackenzone vorliegen, um Karbon handeln könnte. Diese Ansicht blieb nicht unwidersprochen (F. HERITSCH 1905, 1906, 1910), wobei VACEK 1891, 1906 in H. MOHR 1911 einen Bundesgenossen fand. MOHR konnte nämlich feststellen, daß die Gesteine der Breitenau den Hochlantschkalk unterlagern und im Süden, im Heuberggraben bei Mixnitz, unter diesem wieder hervorkommen. Diese Serie nimmt somit dieselbe Stellung ein, wie der „Grenzphyllit" von C. CLAR, d. h. beidemale handelt es sich — in der Vorstellung von MOHR — um das Basisglied des Paläozoikums. Um den Vergleich vollkommen zu machen, betrachtete er den Schöckelkalk als ein Äquivalent des Magnesitkarbons der Grauwackenzone. Übrigens scheint dieser Einstufungsversuch damals in der Luft gehangen zu sein, denn 1910 sehen wir V. HILBER ebenfalls Grenzphyllit und Schöckelkalk als ein mögliches Karbon ansprechen. Bei dieser Annahme ist man jedoch gezwungen — entsprechend den Verhältnissen, wie sie KOBER 1912 für die Grauwackenzone beschrieb — eine tektonische Zweiteilung des Grazer Paläozoikums vorzunehmen. F. HERITSCH hat bereits 1911 auf diese Konsequenz hingewiesen, sie jedoch, trotzdem er die Möglichkeit des Auftretens karbonischer Gesteine im Raume von Breitenau ins Auge faßte, abgelehnt. Ein Jahr später kam er nochmals auf diese Frage zurück, wobei er unter Anerkennung der lithologischen und lagerungsmäßigen Ähnlichkeiten der Gesteinsserie mit dem Karbon der Grauwackenzone, erneut auf die sich daraus ergebende Notwendigkeit der Annahme einer mächtigen Devondecke über dem Karbon aufmerksam machte, eine Annahme, wofür seiner Meinung nach kein Hinweis gegeben ist. Erst L. KOBER 1911, 1912 tat den letzten Schritt. Antiklinal das Karbon der Grauwacken-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

zone mit dem von Breitenau verbindend, faßte er dieses als eine tiefere Großeinheit unter dem oberostalpinen Altpaläozoikum von Serkogel, Wolfeck und Hochlantsch auf. Hierbei gliederte er auch die karbonisch aufgefaßten Schöckelkalke der tieferen Einheit an. Dagegen 1914 scharf Stellung nehmend betonte HERITSCH 1917, daß zwar die Möglichkeit des Auftretens oberkarboner Gesteine im Raum der Breitenau gegeben sei, wobei diese (1921) dem Altpaläozoikum nur als Kern einer Synklinale eingelagert sein dürften. Die Kartierung des Hochlantschstockes durch E. CLAR u. a. 1929 zeigte jedoch, daß die von MOHR und KOBER vertretene Ansicht hinsichtlich der Lagerung der fraglichen Gesteinsserie zu Recht besteht. Anderseits ergab sich, daß in dieser Serie auch Gesteine stecken, welche man nicht gut in das Karbon stellen konnte (Lydite, rote Kalkschiefer etc.). Dies führte zur Vorstellung, daß hier — wie man es auch für die Hochwipfelschichten der Karnischen Alpen annahm — eine Mischungsserie silurischer und karboner Gesteine vorliegt. Diese Folge sei in den Schuppen- und Stockwerkbau des Hochlantsch-Nordabfalles miteinbezogen. Das Zusammentreten verschieden alter Gesteine — wobei das Karbon nur durch lithologische Vergleiche erschlossen war — wurde hierbei auf eine Transgression über einen älteren Bau zurückgeführt. Diese Anschauung finden wir auch in den späteren Arbeiten (E. CLAR 1935, E. SY 1957) vertreten.

Eine Bestätigung dieses Mischungscharakters schien durch die Auffindung eines Graptolithenrestes im Heuberggraben (F. HERITSCH 1931) gegeben. Dazu kamen dort grüne und rote Diabase und Tuffe, welche man kaum dem Karbon zuordnen konnte. JESENKO 1949 hat diesen Schichtkomplex im Raume von Laufnitzdorf—Rötelstein näher studiert. Auch er denkt an eine stratigraphische Aufgliederung desselben in silurische und karbone Anteile, wobei er ersterem dunkle Lydite, braune Tonschiefer und Flaserkalke, letzterem helle Lydite, Streuglimmergesteine und dunkle Tonschiefer zuweist. In den letzten Tagen konnte durch die Auffindung der ersten silurischen Conodonten aus dem Grazer Paläozoikum in den braunen bis rötlichen Flaserkalken (Bestimmung G. HOSCHECK-MÜHLHEIM) eine teilweise Bestätigung für diese Einstufung erbracht werden.

Damit taucht aber die Frage auf, ob eine derartige Trennung wirklich berechtigt ist. Nach einer entgegenkommenden Mitteilung von Herrn Prof. Dr. K. METZ anläßlich einer gemeinsamen Exkursion, gleicht diese Serie weitestgehend der von HABERFELNER 1935 als Unterkarbon, von METZ 1953 als ordovicisch-silurisch gedeuteten sandigen Schieferserie von Eisenerz. Auch dort finden wir streuglimmerführende Sandsteine, Tonschiefer, Tonflaser- und Knollenkalke, helle und dunkle Lydite (HIESSLEITNER 1929), wobei niemand auf die Idee kam, hierin eine Mischserie zu erblicken. Es wird eine der wichtigsten Aufgaben der nächsten Jahre sein, diese Frage einer Lösung zuzuführen.

Mit den Arbeiten von MOHR und KOBER wurde der erste Schritt von der durch F. HERITSCH vertretenen Ansicht gebundener Tektonik zur Erklärung durch Horizontalverfrachtungen („freier Transport") gemacht. So finden wir bei STAUB 1924 die Anschauung vertreten, daß das Grazer Paläozoikum einen Fremdkörper über den ostalpinen Decken darstelle. Zusammen mit den paläozoischen Ablagerungen von Murau, Paal und der Stangalpe bezeichnete er denselben als „Steirische Decke". Auch THURNER 1943 hat, wenn auch von ganz anderen Voraussetzungen und Überlegungen ausgehend, die Frage aufgeworfen, ob nicht das Grazer Paläozoikum als Ganzes eine Schubmasse darstellen könnte, hatten doch inzwischen SCHWINNER 1925, KUNTSCHNIG 1927 und CLAR 1935 nachgewiesen, daß sich auf weite Strecken tatsächlich zwischen Kristallin und Paläozoikum ein kräftiger Bewegungshorizont einschaltet. Bereits R. SCHWINNER hatte

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

— wenngleich zunächst nur in einem kleinen Raum — zeigen können, daß auch die Kartierungsergebnisse die bisherigen theoretischen Vorstellungen über einen Deckenbau im Grazer Paläozoikum unterstützen, wenn auch in anderer Form, als es KOBER oder STAUB angenommen hatten. Er unterschied vier große tektonische Einheiten, von denen jeweils zwei der ursprünglichen sedimentären Abfolge entsprachen:

1a) Autochthone Phyllite (= „Untere Schiefer" HERITSCH 1927 = „Semriacher Schiefer" partim VACEK 1891)

1b) Schöckelkalk als ein halbmetamorphes Devon

2a) Taschenschiefer (= „Semriacher Schiefer" C. CLAR 1874 = „Obere Schiefer" HERITSCH 1927)

2b) Rannachdecke als eine normale Devonentwicklung.

Zwischen Devon und Karbon soll die primäre Folge durch eine nordvergente Großscherfläche auseinandergerissen und die unter (2) genannten Glieder über (1) befördert worden sein. Eine spätere Verformung schuf dann die sekundären Ablösungsflächen parallel den alten Unstetigkeitsgrenzflächen Schiefer-Devon.

Dieses Grundkonzept, welches sich letzten Endes auf der noch keineswegs bewiesenen Ansicht aufbaute, daß der Schöckelkalk ein devonisches Alter besitzt, wurde zum Ausgangspunkt für sämtliche späteren tektonischen Vorstellungen. Im Grund genommen stellen diese nichts anderes dar, als eine dem fortschreitenden Kenntnisstand entsprechende Modifikation der SCHWINNERschen Theorie.

Hatte bereits SCHWINNER angenommen, daß es sich hierbei um einen variscischen Deckenbau handle, so konnte 1929 E. CLAR in der Dult b. Graz transgredierendes Oberkarbon (HERITSCH 1930) feststellen, welches zeigte, daß wir im Grazer Paläozoikum sicher eine präwestfale Faltung haben. Der inzwischen geführte Nachweis, daß in diesem Raum auch Visé in kalkiger Fazies auftritt bestärkt die Vermutung (FLÜGEL 1952), daß es sich hier um die sudetische Phase handelt.

Die Aufnahmen im Hochlantsch (CLAR etc. 1929), im Schöckel (CLAR 1933) und auf der Rannach (CLAR 1934), wo der Nachweis einer über der Rannachdecke SCHWINNERS liegenden höheren Deckscholle gelang, waren mit die Grundlage für einen erneuten Versuch der Auflösung der Tektonik (CLAR 1935). An die Stelle eines einfachen, nordvergenten Überschiebungsbaues, wie er von SCHWINNER angenommen worden war, trat im südlichen Bereich, als Ergebnis der Schöckelkartierung, die Vorstellung eines Überfaltungsbaues (vgl. Taf. VIII, Abb. 5), welcher den Schöckelkalk scharnierartig gegen Norden zusammenklappte und dabei zur Auflagerung der „Taschenschiefer" führte. Im Norden nahm CLAR dagegen an, daß hier der Faltungsbau in aufrechte Schuppungen übergehe. Diese könnten vielleicht die Anlage des Stockwerkbaues, wie er in diesem Raume gegeben scheint, darstellen. Diese „Hauptüberschiebung" dürfte — CLAR legte sich hier nicht fest —, im Vergleich mit den von GAERTNER festgestellten Bewegungen in den Karnischen Alpen (1934) sudetisches Alter besitzen. Von ihr trennte er als vermutlich jungalpidisch die „diskordanten Überschiebungen" ab. Es handelt sich hierbei um Verfrachtungen einzelner Schollen, z. T. in Form von Reliefüberschiebungen, wobei ihr Innenbau durch die Schubfläche diskordant von dem der Unterlage abgetrennt wird. Wenn auch in erster Linie Teile der Rannachdecke von diesen jüngeren Bewegungen betroffen wurden, so zeigt nach CLAR auch die tiefere Schöckelkalkmasse Anzeichen für eine jüngere Verfrachtung mit

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

bereits nahezu fertigem Innenbau. Jünger als beide Vorgänge ist eine Bruchzerstückelung. Sie reicht im wesentlichen wohl in die steirische Phase hinein. Jedoch zeigen gerade die Untersuchungen von V. MAURIN 1954 in der Lurgrotte von Peggau, daß diese Störungen teilweise bis in die jüngste geologische Vergangenheit aktiv gewesen sind.

Obgleich aus kriegs- und nachkriegsbedingten Gründen die 1938/39 von H. BOIGK durchgeführten Untersuchungen erst 1951 erscheinen konnten, schließen sie doch eng an die von CLAR entwickelten Gedankengänge an und müssen daher bereits an dieser Stelle genannt werden. Er trennt einen älteren nordgerichteten, von einem jüngeren südvergenten Bewegungsvorgang ab. Seine Vorstellungen bezüglich der älteren Deformation zeigt Taf. VIII, Abb. 5: Über den das Kristallin im Norden und Nordwesten, die Heilbrunner Phyllite im Nordosten überschiebenden Hochlantschdecken folgen im Süden die Passailer Phyllite. Sie stellen eine Aufquetschung der basalen Teile des Paläozoikums dar und bilden die normale Basis des Schöckelkalkes. Dadurch werden das Devon des Hochlantsch und das des Schöckelkalkes ursprünglich benachbart abgelagerte Devonentwicklungen. Eine dritte Fazies liegt in den Rannachdecken vor. Sie schloß im Sedimentationsraum im Süden an das Schöckelkalkdevon an. Damit werden aber auch Heilbrunner Phyllite, Passailer Phyllite (= Untere Schiefer) und Taschenschiefer zu stratigraphisch gleichwertigen Ablagerungen, welche nur verschiedene tektonische Position besitzen. Über diese tieferen Decken greift als eigentliche Überschiebungsdecke das Rannachdevon hinweg.

Diesem nach BOIGK vorgosauischem und wohl variscischem Bau stellt er kleinere, lokale, gegen Süden gerichtete Schuppungen und Faltungen gegenüber. Auch sie sind älter als die Ablagerung der Gosau, wobei BOIGK jedoch offen läßt, ob sie ihre Entstehung nur einer einzigen Phase verdanken.

Ohne diese Arbeit zu kennen, versuchte auf Grund seiner Kartierungserfahrungen im Raume westlich von Peggau-Deutschfeistritz F. ERHART-SCHIPPEK 1949 den Bau durch die Annahme von vier übereinanderliegenden, verfalteten Stockwerken zu erklären. Diese Stockwerke unterscheiden sich nach ihm sehr deutlich in der Fazies. Gemeinsam sind ihnen nur als hangendes Schichtglied dunkle Tonschiefer und dunkle Kalke. Diese verglich er mit dem Oberkarbon der Dult. Es war dies damals die einzige Möglichkeit. Erst 1952 sollten FLÜGEL-MAURIN-NEBERT erkennen, daß eine derartige Entwicklung für das Devon ganz charakteristisch ist (Tonschieferfazies).

Vergleicht man die Profile von ERHART-SCHIPPEK mit dem von BOIGK entworfenen Bild, dann sieht man, daß sie sich diesem gut einordnen lassen (Taf. VIII, Abb. 5): Zuoberst finden wir bei beiden eine normale Devonentwicklung. Sie wird als „Rannachdecke" bezeichnet und überlagert eine von ERHART-SCHIPPEK dem Ordovicium zugerechnete Schieferserie. Dann kommen bei BOIGK bereits Schökkelkalke, während ERHART-SCHIPPEK zwischen beiden noch ein schmales Band von Karbon verzeichnet. Dieses Band, eingezeichnet in das Bild von BOIGK, muß theoretisch, nach Umrundung des Schöckelkalkscharnieres (vergl. die Vorstellung von E. CLAR), im Liegenden des Schöckelkalkes zum Vorschein kommen. Damit erreicht es aber eine Position, die wir aus den Profilen von ERHART-SCHIPPEK kennen. In diesen bildet es das Hangende seines zweiten Stockwerks. Dieses unterscheidet sich seiner Ansicht nach von den drei anderen durch das Fehlen devonischer Gesteine. Daher kommt es, daß die direkte Unterlagerung der schwarzen Tonschiefer nunmehr erneut ordovicische Schiefer darstellen. Diese entsprechen nach Ansicht von BOIGK den „Passailer Phylliten", welche hier tektonisch den Hochlantschdecken aufgeschoben sind. Diese Hochlantschdecken

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

stellen jedoch nichts anderes dar, als das „Kalkschieferstockwerk" von ERHART-SCHIPPEK.

Ist dieses von BOIGK gegebene Bild richtig — und gerade die Ergebnisse von ERHART-SCHIPPEK scheinen dies anzudeuten — dann ergibt sich aus der Umdeutung des „Karbon" in Devon, daß diese „Hauptüberschiebung" nicht einphasig vor sich gegangen sein kann. Wie die von SEELMEIER 1944 beschriebenen Bohrungen von Peggau zeigen, wird hier der Schöckelkalk von Devon unterlagert, und zwar handelt es sich hierbei bereits um Mitteldevon. Darunter folgt in großer Mächtigkeit das Äquivalent der „Passailer Phyllite". Der Schökkelkalk der Tanneben kann somit nicht — wie es BOIGK 1951 annahm — in diesem Raum das normale Hangende dieser Phyllite darstellen. Das normale Hangende stellt — zumindest hier — die devonische Tonschieferfazies dar. Das bedeutet — immer unter der Voraussetzung der Richtigkeit der Vorstellungen von CLAR, BOIGK, ERHART-SCHIPPEK, — daß der Schöckelkalk in einer ersten „Hauptüberschiebungsphase" dieser Tonschieferentwicklung aufgeschoben worden sein muß und daß es erst dann, in einer zweiten Phase, zu einer Überfaltungstektonik im Sinne von E. CLAR gekommen sein kann.

Daß es sich beim tektonischen Aufbau des Grazer Paläozoikums um ein vielaktiges Geschehen handelt, wobei sich die einzelnen Strukturen durchdringen und überlagern, zeigten auch die Ergebnisse der Gefügeanalysen (H. FLÜGEL 1951, 1952, 1954; H. MENSINK 1953). Sie lassen bei trikliner Gesamtsymmetrie des Grazer Paläozoikums deutlich mehrere Deformationsakte ablesen. Auf dieses komplexe Geschehen aufmerksam zu machen versuchte H. FLÜGEL 1952 in einer kurzen Darstellung der damaligen Auffassung über den tektonischen Bau. Es wurde dabei die Ansicht vertreten, daß die Hauptüberschiebung — die noch einphasig gedeutet wurde — altalpidisch sei (im Gegensatz zu SCHOUPPÉ 1952, der sie mit GAERTNER 1934 asturisch machte) und daß diesen vorgosauischen Bewegungen jüngere, meridional streichende Querwellungen gegenübergestellt werden können, die selbst von NO-streichenden Strukturen zeitlich und räumlich überlagert werden.

Der Umbruch in unseren stratigraphischen Vorstellungen läßt es jedoch heute bereits als sicher erscheinen, daß ihm auch einer in tektonischer Hinsicht folgen wird.

STRAHLUNGEN.

Jeder geologische Bereich ist von Anbeginn an mit der Entwicklung seiner Nachbarbereiche direkt oder indirekt auf das Innigste verbunden. Vorausgehende Geschichte, gleichzeitiges Geschehen und späteres Schicksal verknüpfen auf mannigfache Weise untrennbar unsere Krustenteile zu einer natürlichen Einheit. Das bedeutet aber, daß gleich der Wasserfläche die — gebrochen und verzerrt — ein aufgenommenes Bild reflektiert, die Forschung nicht auf den eigenen, engen Raum beschränkt bleiben darf, sondern daß sie aus anderen Bereichen Anregungen aufnehmen muß, welche, verarbeitet mit den eigenen Gegebenheiten und Erkenntnissen, in geänderter Form wieder zurückstrahlen müssen. Dabei befruchten sie nunmehr ihrerseits jene Arbeiten, indem sie neue Blickpunkte aufzeigen können. Diesem Ziel seien die folgenden Ausführungen gewidmet.

Die Forschungen im Grazer Paläozoikum haben gezeigt, daß — entsprechend den Verhältnissen heutiger Meere und den Erkenntnissen, die z. T. anderswo schon vor längerer Zeit gewonnen worden waren — auf engem Raum starke Faziesdifferenzierungen gegeben sein können, wobei häufig der Fall eintritt,

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

daß die Zeitstufen unserer chronologischen Gliederung schräg von den Faziesgrenzen durchbrochen werden, wodurch das Bild einer Magnafazies im Sinne von CASTNER 1934 entsteht. Weiters ergab sich, daß sich die Mächtigkeiten sprunghaft ändern können, wodurch die Erkenntnis starker synsedimentärer Bewegungen entstand. So kam immer mehr die Anschauung zum Durchbruch, daß das einfache, klassische Bild der Stratigraphie, wie es von Eduard SUESS 1867 entworfen worden war, nur einen kleinen Teilausschnitt der wirklichen Evolution des Raumes in paläozoischer Zeit darstellt.

Diese Ergebnisse dürften auch für die Nachbarräume von einigem Belang sein.

Die stratigraphische Gliederung der fossilfreien paläozoischen Serien der Ostalpen wird seit langem von der Ansicht beherrscht, daß die großen, z. T. leicht metamorphen Schieferareale nur ein kambro-ordovicisches oder ein unterkarbones Alter besitzen können, wobei dann die weitere Einstufung meist von dem Auftreten (Kambro-Ordovic) oder Fehlen (Karbon) von Grüngesteinen abhängig gemacht wird. Die große Masse der Kalke und Dolomite dagegen wird — sieht man von den Gebieten ab, wo durch Fossilfunde Anderes bewiesen wurde — dem Silur-Devon zugerechnet. Man vergleiche einmal daraufhin kritisch die stratigraphischen Arbeiten der letzten dreißig Jahre! Diese Ansicht stützt sich nicht zuletzt auf die Verhältnisse, wie sie im Grazer Paläozoikum, bzw. in den Karnischen Alpen gegeben schienen. Im Raume von Graz konnte jedoch bereits 1953 das Auftreten einer devonischen Tonschieferfazies erkannt werden, welche nach den Untersuchungen von E. FLÜGEL 1957 und W. GRAEF 1958 besonders im Nordosten des Paläozoikums bedeutende Mächtigkeit besitzt und hier außerdem mit grobkörnigen Spiliten verbunden ist. Was liegt daher näher als die Frage, ob diese devonische Schieferserie nicht in der mächtigen Entwicklung der Grauwackenschiefer im weitesten Sinne Vertreter haben könnte. Dies scheint umso leichter denkbar, als die Überprüfung der steirischen Graptolithenfunde aus dieser Serie zeigte, daß mit Ausnahme der silurischen — nicht ordovicischen — Formen des Eisenerzer Raumes, keine dieser Angaben aufrecht gehalten werden kann. Damit verliert der N a c h w e i s eines kambro-ordovicischen Alters dieser Schieferserie seine stärkste Stütze. Anderseits würde bei der Annahme, daß örtlich in dieser Serie auch devonische Anteile verborgen sein können, manches leichter verständlich, was bisher sonderbar erschien. Vor allem bereitet das sporadische Auftreten von mitteldevonischen Korallen-Biostromen — als Riffe sind diese Gebilde kaum ansprechbar — in einem ansonst „sedimentleeren" Raum große Schwierigkeit. (Die Annahme einer Abtragung der Zwischenstücke reicht zur Erklärung dieses Phänomens kaum aus.) In diesem Zusammenhang sei auf die Analogie in der Erstreckung dieser Biostrome zwischen Grauwackenzone und Graz hingewiesen: Sowohl hier wie dort besitzen sie N—S-Anordnung, was als Persistenz der sedimentären Anlage, als „Riffgürtel" gedeutet werden kann. Im Raume von Graz erwäge ich, ob diese primäre Anlage nicht die sogenannten „bretonischen Strukturen" vortäuscht, welche ich einstens beschrieben habe. Dazu führen mich einerseits die Tatsache, daß die Untersuchung der Devon/Karbon-Grenze keinerlei Hinweise auf das Auftreten einer stärkeren tektonischen, d. h. strukturprägenden Bewegung erbracht hat und anderseits die Überlegung, daß eine bereits primär N—S streichende Biostrom-Kalkplatte, welche sich beiderseits mit Schiefern verzahnt, immer wieder, ganz gleich welche tektonischen Verformungen späterhin angreifen, diese primäre Richtung erkennen lassen muß. Sollten vielleicht auch die bretonischen Relikte in der Grauwackenzone in dieser Weise deutbar sein?

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Mit dieser stratigraphischen Fragestellung wird auch die nach dem Alter der „Blasseneckporphyroide" erneut aufgerollt, welche ja von Tirol bis zum Semmering zumeist eine merkwürdig hohe Position, — vorwiegend im Liegenden der mitteldevonischen Kalke — einnehmen.

Die Forschungen des Grazer Institutes haben in den letzten Jahren gezeigt, daß bei Ausschöpfung aller heute zur Verfügung stehenden Methoden und bei genügender Ausdauer, auch in bisher als fossilfrei geltenden Gesteinsserien sicherere Alterskriterien gefunden werden konnten, als es Mächtigkeit, Gesteinsbestand, tektonische Stellung oder die Verknüpfung mit vulkanischen Gesteinen sind. Es scheint mir daher völlig sicher, daß in absehbarer Zeit auch die große Masse der Grauwackenschiefer Fossilien liefern wird, die uns klarere Aufschlüsse über ihren stratigraphischen Umfang werden geben können.

Auch die stratigraphische Forschung im Mittelkärnter Raum und im Paläozoikum von Murau und Neumarkt steht, soweit sie bisher an die Verhältnisse des Grazer Paläozoikums anknüpfte, vor neuen Problemen.

Die „Magdalensbergserie" (KAHLER 1954) Mittelkärntens wurde bisher auf Grund einer Brachiopodenfauna mit dem „Ordovicium" von Graz verglichen (MURBAN 1938, SEELMEIER 1938, 1940). Sie baut sich aus einer tieferen, sandigen Folge und einer höheren, mächtigen Diabas- und Diabastuffserie auf. Die Brachiopodenreste des Christophberges sind leider derart schlecht erhalten (verdrückte Abdrücke zum Teil), daß sie kaum eine sichere Basis für die Stratigraphie abgeben können. (Die Taxionomie der Brachiopoden ist heute bereits derart diffizil, daß mit dem Material nicht viel angefangen werden kann. Doch zeigt dieser Fund, daß hier systematische Suche sicher günstigere Faunen liefern wird.) Vorerst muß daher die „Magdalensbergserie" als eine altpaläozoische, altersunsichere Folge angesehen werden, wobei sogar die theoretische Möglichkeit gegeben ist, daß der Vergleich mit dem Grazer Paläozoikum stimmt, wodurch sie — ganz oder teilweise — in das Unterdevon rücken würde.

Im Murauer Paläozoikum folgen nach den Feststellungen von A. THURNER 1958 im Hangenden der „Murauer Kalke" Metadiabase. Erstere wurden mit dem Schöckelkalk verglichen. Dabei ergab sich die große Schwierigkeit, daß sie von einer Diabasserie überlagert werden, welche nach den allgemeinen Vorstellungen nur in das Ordovicium gehören kann. A. THURNER faßte diese Serie auf Grund ihrer Lagerung als eine unterdevonische Folge auf, während er die Murauer Kalke in das Silur stellte. Auf Grund der neuen Ergebnisse im Grazer Raum scheint die — bisher stark bekämpfte — Einstufung der Metadiabase in das Unterdevon in den Bereich der Möglichkeit gerückt, wobei es mir gar nicht so undenkbar erscheint, daß auch die Murauer Kalke teilweise noch in das Unterdevon gehören könnten. Wir dürfen heute nicht mehr in den leider oft begangenen Fehler verfallen, einerseits in einem Gesteinswechsel, anderseits in der Mächtigkeit zeitliche Hinweise zu sehen.

Das Murauer Paläozoikum wirft aber noch eine weitere, ebenfalls eng mit den Verhältnissen des Grazer Raumes verknüpfte Frage auf. Zwischen die Murauer Kalke und die Metadiabasserie schaltete sich auf der Stolzalpe eine Serie aus Dolomiten, Rauchwacken und „Quarzkeratophyren" ein, bei denen es sich aber auch um Serizitquarzite handeln könnte. Diese Folge wurde von A. THURNER zeitweilig als ein Äquivalent der zentralalpinen Trias angesehen. Aus dieser Perspektive gesehen, wären die Beziehungen zwischen Murauer Kalk und Metadiabasserie tektonisch zu deuten.

Dieser Gesteinsserie des Murauer Paläozoikums entspricht im Raume von Graz weitestgehend eine Folge, welche A. KUNTSCHNIG 1927 im Weizer Bergland

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

erstmals erkannte und als „Grenzzone" bezeichnete. (FLÜGEL-MAURIN 1957 haben diesen mit tektonischen Vorstellungen belasteten Begriff durch die neutralere Bezeichnung „Raasberg-Serie" ersetzt.) Begriff und Definition entstanden unter dem Eindruck der Arbeit von R. SCHWINNER 1925, d. h. unter der Annahme großer horizontaler Gesteinsverfrachtungen im Grazer Paläozoikum. A. KUNTSCHNIG gelangte dabei, dem tektonischen Konzept von R. SCHWINNER folgend, zu der Annahme, daß auch im Weizer Bergland Decken vorhanden sind, wobei er das gesamte Paläozoikum als mehr oder weniger ortsfremd dem Kristallin aufruhend betrachtete und glaubte, daß sich zwischen letzterem und der „Schöckelkalk-Decke" ein Großtektonit in Form einer Zermalmungszone devonischer Gesteine einschalte. Diese Riesenmylonitzone bezeichnete er als „Grenzzone".

Dieses Konzept scheint auch heute noch bis zu einem gewissen Grad in seinen Grundzügen Gültigkeit zu haben. Vor allem die von V. MAURIN 1957 im Raume von Köflach-Voitsberg entdeckten Vorkommen gelblicher Dolomite, Rauchwacken, Serizitschiefer usw., welche völlig der „Raasberg-Serie" von Weiz entsprechen, ordnen sich gut in dieses Vorstellungsbild ein und zeigen gleichzeitig seine regionale Bedeutung für den Bau des Grazer Paläozoikums. Auch hier liegt diese Serie als Bewegungshorizont zwischen dem basalen Kristallin und den klotzigen Massen des Schöckelkalkes am Zigöller Kogel.

Auf der anderen Seite aber tauchten bei der Neukartierung des Weizer Raumes Zweifel an der Richtigkeit der stratigraphischen Zuweisung dieser bis heute fossilleer gebliebenen „Raasberg-Serie" zum Devon auf (FLÜGEL-MAURIN 1956, 1957). Die große Mächtigkeit von mehreren hundert Metern schließt aus, daß wir ihren auffallenden Habitus zur Gänze tektonisch erklären können. Wir müssen vielmehr annehmen, daß wir es hier mit einer Entwicklung zu tun haben, die bereits in ihrem sedimentären Aufbau stark von dem abwich, was wir gewohnt sind als Paläozoikum (Devon) zu erklären. Trotzdem würden wir wohl kaum die Frage erhoben haben, ob diese Serie denn wirklich in dieses einzustufen ist, oder ob sie nicht in zeitlicher Hinsicht einer ganz anderen Fazies angehören könnte, würde nicht — kaum vierzig Kilometer nördlich des Raasberges im Raume von Fischbach, im Hangenden mächtiger Quarzite, die im Raasberg in dieser Ausbildung fehlen — eine ebensolche, wenn auch geringer mächtige Gesteinsfolge auftreten, die sich weder im Handstück, noch im Profil von der des Raasberges, bzw. der von Köflach-Voitsberg unterscheiden läßt. Dort wird sie jedoch allgemein als zentralalpines Mesozoikum betrachtet. Wenn auch von R. SCHWINNER 1936, 1948 Zweifel an der Richtigkeit der Einstufung dieser Quarzite von Fischbach erhoben wurden, so hat auch dieser scharfe Kritiker niemals einen Zweifel am mesozoischen Alter der „Camgite" geäußert.

Wir stehen mit dem Problem der Einstufung dieser im östlichen Ostalpenraum weit verbreiteten Serie nicht allein: P. PLOTENY 1957 hat eine ähnliche Serie im Raume von Neumarkt gefunden, wo bereits HABERFELNER durch sie an die Trias erinnert wurde, A. THURNER hat schon seit langem von einer fraglichen Trias bei Murau gesprochen, STOWASSER 1956 hat manches als Mesozoikum erklärt, was bis vor kurzem noch in das Paläozoikum eingestuft wurde, K. METZ 1948 glaubt ähnliche Gesteine innerhalb der Grauwackenzone als westliche Fortsetzung des Semmering-Mesozoikums auffassen zu können, F. KAHLER 1956 hat für Mittelkärnten in dieser Hinsicht neue Überlegungen gebracht. Aber nirgendwo ließ sich bisher ein Fossil finden, welches uns einen sicheren Altershinweis geben würde. Diese Unsicherheit wiegt umso schwerer, als sich bei Annahme eines mesozoischen Alters weitreichende Schlüsse hinsichtlich Tek-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

tonik und Metamorphose ergeben würde. Es wird daher gut sein, wenn wir, ehe wir sie ziehen, jederzeit dieser Altersunsicherheit eingedenk sind. Es besteht nach wie vor die Möglichkeit, daß es sich hierbei um eine uns noch völlig unbekannte altpaläozoische Faziesentwicklung handelt. Gerade die Forschungen im Grazer Paläozoikum haben uns in dieser Hinsicht bereits reichlich Überraschungen geboten. Würde sich jedoch letztere Möglichkeit als richtig erweisen, dann wäre umgekehrt manches „Semmering-Mesozoikum" erneut auf seine Richtigkeit zu überprüfen.

Obgleich, damit der Boden sicherer, oder wenigstens weitgehend sicherer Erkenntnisse verlassen und ein Bereich, erfüllt von in vieler Hinsicht unklaren Vorstellungen betreten wird, in welchem der Autor auch kaum über eigene Erfahrungen verfügt, muß zur Abrundung der Darstellung unseres derzeitigen Kenntnisstandes, soweit er den Grazer Raum mitbetrifft, hier doch noch auf das Problem des „metamorphen Paläozoikums" eingegangen werden. Dies hat nicht zuletzt historische Gründe, war es doch H. Mohr 1914, 1923, 1924, der bereits vor mehr als vierzig Jahren diesem Gedankengang nachging und dabei die unangenehme Frage aufwarf, ob nicht in der Unterlage des Grazer Paläozoikums metamorphes Devon stecken könnte. Er hatte dabei die Verhältnisse im Gebiet von Köflach-Voitsberg vor Augen. Hier konnte er feststellen, daß eine Gesteinsserie, die er auf Grund ihres Bestandes und ihrer Lagerung in das Paläozoikum stellen mußte, deutlich eine Mineralneubildung (Fuchsit, Pennin, Tremolit und Dravit) erkennen läßt.

1953 fanden diese Arbeiten durch W. Plessmann eine Fortsetzung. Er konnte das lokale Eingreifen einer leichten Metamorphose in die basalen Schichten des Grazer Beckens feststellen, wobei er die Ansicht vertrat, daß die paläozoische Sedimentation eine bereits metamorph gewordene, pegmatitisch durchaderte Gesteinsfolge überdeckte. Nachdevonisch — seiner Meinung nach noch variscisch — sei es dann zu einer zweiten Metamorphose gekommen, welche lokal auch in das Devon eingegriffen hätte. Dieser zweiten Metamorphose gehören auch die von Mohr beobachteten Kristallsprossungen an.

Es scheint dem Autor, als ob die Zuweisung dieser zweiten Kristallisation zur variscischen Ära noch keine endgültige wäre. Die Überlagerung der geringmetamorphen Gesteine durch die Sedimente der Kainacher Gosau zeigt, daß sie mit Sicherheit vorgosauisch ist. Anderseits muß sie jedoch jünger als die metamorph gewordenen Gesteine sein. Mohr und Plessmann betrachteten diese als devonisch, Flügel und Maurin 1957 diskutierten dagegen die Möglichkeit, daß es sich hierbei auch um älteres Mesozoikum handeln könnte (vgl. oben). Trifft dies zu, dann würde die Kristallisation zeitlich mit der Tauernkristallisation (altalpidisch) zusammenfallen. Vielleicht könnte dafür auch die Mineralparagenese ein Indiz liefern. Wir müssen jedenfalls den weiteren Untersuchungen von Freund Maurin in diesem Raum erwartungsvoll entgegensehen.

Während das Paläozoikum bei Köflach, wie bereits oben gezeigt werden konnte, unter Zwischenschaltung der „Raasberg-Serie" tektonisch dem Kristallin aufruht, finden wir weiter im Norden, zwischen Geisttal und dem Eywegg-Graben nördlich der Breitenau eine andere, vermutlich bedeutend jüngere, mehrere hundert Meter mächtige, fast senkrechte Störungszone. Ihr Alter hängt von der Einstufung des Gamskonglomerates ab, welches noch mit in die Störung einbezogen ist und dessen Einstufung heute zwischen Gosau und Tertiär schwankt. Diese Zone ist derzeit im Ratlosgraben durch den Bau eines Güterweges schön studierbar. Es zeigt sich auch hier, daß sie diskordant den Innenbau des spitzwinkelig dazu streichenden Gleinalm-Kristallins abschneidet (Flü-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

GEL 1952). Diese Störung begründete die Annahme eines deutlichen Metamorphosesprunges an der Grenze Kristallin-Paläozoikum und damit das hohe Alter des ersteren. Bereits an anderem Ort konnte gezeigt werden, daß diese Schlußfolgerung nicht zutreffen muß. Im Raum von Stanz ist zufolge dieser Amputationszone das Gleinalm-Rennfeldkristallin bereits auf wenige hundert Meter reduziert. Östlich von Stanz stellt es nicht mehr die Unterlage des Paläozoikums dar, sondern wird hier von einer höhermetamorphen Gesteinsserie überlagert. Diese bildet erst nördlich von Gaasen die Basis des Grazer Paläozoikums. Entgegen den älteren Annahmen zeigt sich somit, daß die Auflagerungsfläche des Grazer Paläozoikums auf seiner Unterlage ebenso ungleichwertig ist, wie die Basis selbst. Diese höhermetamorphe Serie wurde von W. GRAEF 1958 „Stanzberg-Serie" genannt. Sie entspricht teilweise dem, was F. HERITSCH 1927 „Phyllite von Gaasen" nannte. Sie stellt sich als eine epizonale in Epidot-Amphibolit-Fazies vorliegende Folge von Serizitschiefern und -quarziten mit Granat-, Biotit- und stellenweiser Albitführung dar. In sie sind Grüngesteine in Form von Chlorit-Hornblendeschiefer, karbonatführende Chloritschiefer und Amphibolite eingeschaltet.

Ohne im Gelände erkennbare Grenze leitet diese Folge in die von R. SCHWINNER 1936 westlich von Birkfeld ausgeschiedenen Glimmerschiefer über und wird hier von Marmoren, Dolomiten und Rauckwacken (tektonisch?) unterlagert. SCHWINNER hat dieselben streckenweise als Mesozoikum, streckenweise als Marmore des „Angerkristallins" ausgeschieden. (Im Raume nordwestlich von Kogelhof entspricht die Darstellung dieser Züge bei F. HERITSCH 1927 besser den tatsächlichen Gegebenheiten als bei R. SCHWINNER 1936.)

Darunter liegt die von SCHWINNER als „Raabalpenkristallin" zusammengefaßte Folge diaphthoritischer Granatglimmerschiefer (Tommerschiefer, Birkfelder Phyllite) mit ihren zahlreichen „granitischen" Körpern, welche nach G. FRASL 1953, 1954 eine ältere, vormesozoische, hochtemperierte und eine jüngere, alpidische, tieftemperierte Phase durchschritten haben sollen.

Die Gesteine der Stanzberg-Serie werden im Nordosten des Grazer Paläozoikums südlich von Stanz konkordant von den „Tonschiefern des Weitzbauer" (E. FLÜGEL 1957) überlagert. Das Auftreten von *Thamnophyllum stachei* zeigt, daß zumindest Teile derselben in das Mitteldevon gestellt werden müssen. Eine Chloritoidführung der Gesteine macht sich — ebenso wie im Raume von Weiz — stellenweise bemerkbar.

Das Alter der liegenden Stanzberg-Serie ist vorläufig unbekannt und wir sind hier auf Vermutungen und Möglichkeiten angewiesen. Nach den Beschreibungen scheint es mir, als ob mineralfaziell Anklänge an Teile der durch die Untersuchungen von K. METZ 1938, 1940, 1953 bekanntgewordenen „Fötteleck-Mölbegg-Serie" gegeben sein könnten. (Wie Herr Prof. METZ mir entgegenkommender Weise mitteilte, ist ihm bereits im Gelände die Ähnlichkeit beider Serien aufgefallen.)

Eine weitere Vergleichsbasis bildet die tektonische Stellung der genannten Folge. Im Raume östlich von Stanz liegt sie nach unveröffentlichten Feststellungen von Herrn G. HOSCHEK-MÜHLHEIM nicht allein über der reduzierten und ausgequetschten, östlichen Fortsetzung des Rennfeldkristallins, sondern es schalten sich stellenweise zwischen beide noch Späne von „Semmeringmesozoikum" ein. Damit hat dieses „Mesozoikum" die gleiche Position im Liegenden der „Stanzberg-Serie", wie sie die Marmore von Kogelhof haben, aber auch die gleiche Stellung, wie die von HOMANN 1955 beschriebene Schichtfolge des Meiseleck im Mürztal. Bereits HOMANN verglich die dortige Schieferserie mit den

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

„Quarzphylliten", die H. P. CORNELIUS 1952 auf Blatt Mürzzuschlag ausschied, bzw. den Schiefern des Raumes um Birkfeld, welche von R. SCHWINNER 1936 beschrieben wurden. Anderseits hat bereits 1953 K. METZ diese Serie des Meiseleck mit der des Traidersberg bei Leoben verglichen, womit der Anschluß an die „Fötteleck-Mölbegg-Serie" gegeben ist. Auch in diesem Raume liegt die genannte Folge — wenn auch unter Einbeziehung von Karbon — über der von METZ als Fortsetzung des Semmering-Mesozoikums betrachteten Rannachserie, die ihrerseits das Hangende des von Graniten durchwobenen Kristallins bildet.

Dieser Vergleich ist als Anregung für die weitere Arbeit, die damit bereits die engeren Grenzen des sicheren Paläozoikums von Graz überschritten hat, gedacht. Gleichzeitig wurde damit versucht, über den gegen Osten abtauchenden und im Südosten durch die oben genannte Amputationszone abgeschnittenen Rennfeldsporn die Verbindung zur Grauwackenzone zu gewinnen.

Bei allen diesen Überlegungen bleibt eine Erklärung für die oben gezeigte Erkenntnis, daß die Unterlage des Grazer Paläozoikums nicht gleichwertig ist, völlig offen. Es scheint, daß wir bei Auflösung dieses Rätsels noch manche Überraschungen erleben werden!

Schrifttum:

(Das folgende Verzeichnis umfaßt nur Arbeiten, welche in:

CLAR E. 1935. Vom Bau des Grazer Paläozoikums östlich der Mur. — N. Jb. Min. Geol. Pal. Abt. B, Beil. Bd. **74**:1-39, 1 Karte.

FLÜGEL H. 1953. Die stratigraphischen Verhältnisse des Paläozoicums von Graz. — N. Jb. Geol. Pal., Mh., 55-92.

HERITSCH F. 1917. Untersuchungen zur Geologie des Paläozoikums von Graz, Teil II, III und IV. — Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl. **94**: 53-112, 313-374.

nicht angeführt sind.)

FLÜGEL E. 1957. Neuaufnahmen im Grazer Paläozoikum 1955/1956: 1. Der Hochschlagstock östlich von St. Erhard (Breitenau). — Anz. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl., 113-115.

— 1958. Revision der Hydrozoen des Grazer Devons. — Mitt. Geol. Ges. Wien **49**:129-172, 6 Taf., 4 Tab.

FLÜGEL H. 1954. Die Deformationspläne des Grazer Paläozoikums östlich der Mur. — Tscherm. min. petr. Mitt. **4**:7-17, 1 Karte, 11 Diagr.

— 1956a. Die Sandsteinfazies des Mitteldevons von Graz. — Anz. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl., 45-57.

— 1956b. Neue Korallenfaunen aus dem Unterludlow von Graz. — Mitt. naturw. Ver. Stmk. **86**:32-57, 1 Kartenskizze, 2 Texttaf.

FLÜGEL H. & MAURIN V. 1956. Aufnahmen 1955 auf Blatt Graz (164). — Verh. Geol. B. A. Wien, 27-33.

— 1957a. Aufnahmen 1956 auf den Blättern Graz (164), Weiz (165), Passail (134) und Birkfeld (135). — Verh. Geol. B. A. Wien, 18-22.

— 1957b. Triasverdächtige Gesteine am Südrand des Grazer Paläozoikums. — Der Karinthin **34/35**:198-206, 1 Karte.

— 1958. Aufnahmen 1958 auf Blatt Graz Umgebung 1:100.000. — Verh. Geol. B. A. Wien (im Druck).

FLÜGEL H. & ZIEGLER W. 1957. Die Gliederung des Oberdevons und Unterkarbons am Steinberg westlich von Graz mit Conodonten. — Mitt. naturw. Ver. Stmk. **87**:25-60, Taf. I-V.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

GRAEF W. 1958. Neuaufnahmen im Grazer Paläozoikum 1956/57: Der Raum zwischen Stanzbachtal und Hochschlag. — Anz. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl. (im Druck).

HABERFELNER E. & HERITSCH F. 1930. Caradoc bei Stiwoll (Grazer Bergland). — Verh. Geol. B. A. Wien, 165-167.

HERITSCH F. 1918. Die Fauna des unterdevonischen Korallenkalkes von Mittelsteiermark nebst Bemerkungen über das Devon der Ostalpen. — Mitt. naturw. Ver. Stmk. **54**:7-51.

— 1919a. Korallen vom Göstinger Jungfernsprung. — Mitt. naturw. Ver. Stmk. **55**:87-92.

— 1919b. Neue Fossilfunde im Hochlantschgebiet. — Mitt. naturw. Ver. Stmk. **55**:93-95.

— 1919c. Über den Pentamerus pelagicus von Seiersberg bei Graz. — Mitt. naturw. Ver. Stmk. **55**:96-98.

— 1921. Geologie der Steiermark. — Mitt. naturw. Ver. Stmk. **57**:1-224, 1 Karte.

— 1922. Geologische Karte der Umgebung von Graz, Bl. 1: Maria Trost — Plabutsch. — Graz.

— 1926. Geologischer Führer durch die Zentralalpen östlich von Katschberg und Radstädter Tauern. — Sammlg. geol. Führer XXXII, 156 Seiten, Berlin.

— 1934. Ein Panzerfisch aus dem Paläozoikum von Graz. — Jb. Geol. B. A. Wien, **84**:55-58, Taf. 2.

— 1935. Oberstes Unterdevon und unterstes Mitteldevon bei Graz. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl. Abt. I, **144**:187-197.

HERITSCH F. & SCHWINNER R. 1932. Versteinerungen aus dem Schöckelkalk. — Verh. geol. B. A. Wien, 149-152.

KROPFITSCH M. & SCHOUPPÉ A. 1953. Revision der Tabulaten aus dem Paläozoikum von Graz. — Mitt. naturw. Ver. Steiermark. **83**:90-117. Taf. 1.

MAURIN V. 1953. Über jüngste Bewegungen im Grazer Paläozoikum. — Verh. geol. Bundesanst. Wien, 216-220.

— 1954. Das Paläozoikum im Raum zwischen Deutschfeistritz und Semriach. Mitt. naturw. Ver. Steiermark. **84**:81-102, Taf. 8, 9.

MENSINK H. 1953. Eine tektonische Detailuntersuchung im Raum nördlich Gratkorn. — Mitt. naturw. Ver. Steiermark. **83**:123-129.

SCHOUPPÉ A. 1954a. Die Korallenfauna aus dem ef des Paläozoikums von Graz. — Mitt. naturw. Ver. Steiermark. **84**:159-172, Taf. 2.

— 1954b. Revision der Tabulaten aus dem Paläozoikum von Graz. Die Favositiden. — Mitt. Mus. Bergbau etc. Graz, **12**:1-40, Taf. 1, 2.

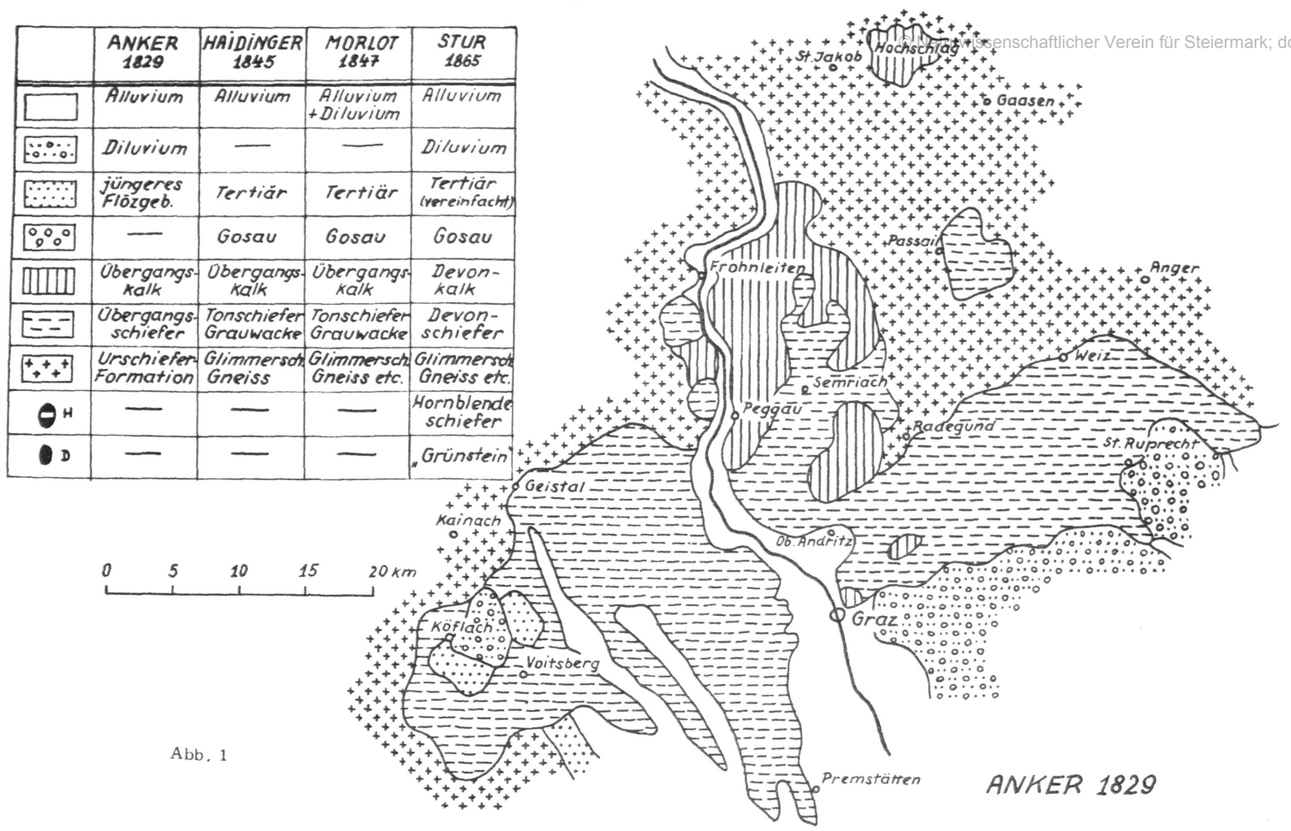
SOLLE G. 1934. Conchidium hercynicum HALFAR und die Stellung der Pentamerenkalke im Grazer Devon. — Senckenbergiana **16**:110-126.

SY E. 1957. Neuaufnahmen im Grazer Paläozoikum 1955/56: 2. Paläozoikum und Kristallin nördlich vom oberen Breitenauer Tal. — Anz. Akad. Wiss. Wien. 115-120.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Dozent Dr. Helmut FLÜGEL, Geol.-Pal. Institut d. Universität Graz.

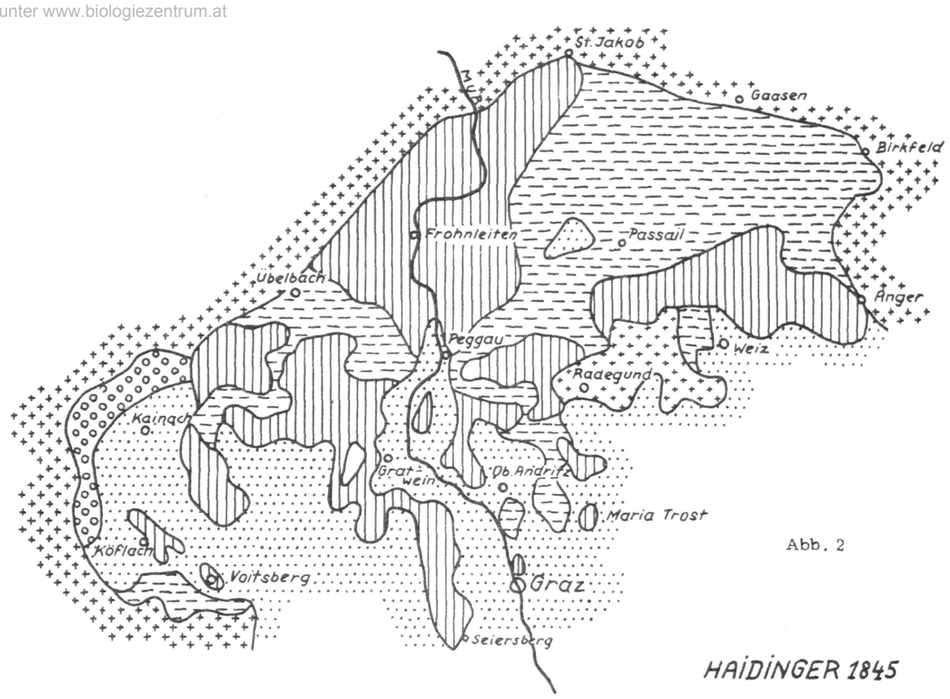
© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

	ANKER 1829	HAIDINGER 1845	MORLOT 1847	STUR 1865
	Alluvium	Alluvium	Alluvium + Diluvium	Alluvium
	Diluvium	—	—	Diluvium
	jüngeres Flözgeb.	Tertiär	Tertiär	Tertiär (vereinfacht)
	—	Gosau	Gosau	Gosau
	Übergangs-kalk	Übergangs-kalk	Übergangs-kalk	Devon-kalk
	Übergangs-schiefer	Tonschiefer Grauwacke	Tonschiefer Grauwacke	Devon-schiefer
	Urschiefer-Formation	Glimmersch. Gneiss	Glimmersch. Gneiss etc.	Glimmersch. Gneiss etc.
H	—	—	—	Hornblende schiefer
D	—	—	—	„Grünstein"



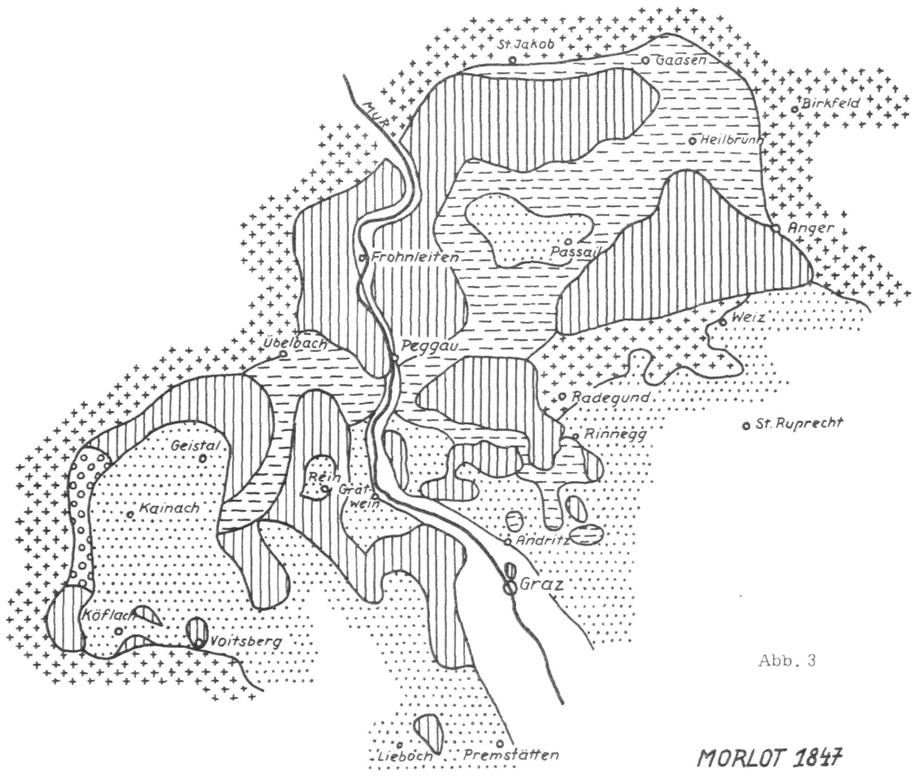
ANKER 1829

Abb. 1



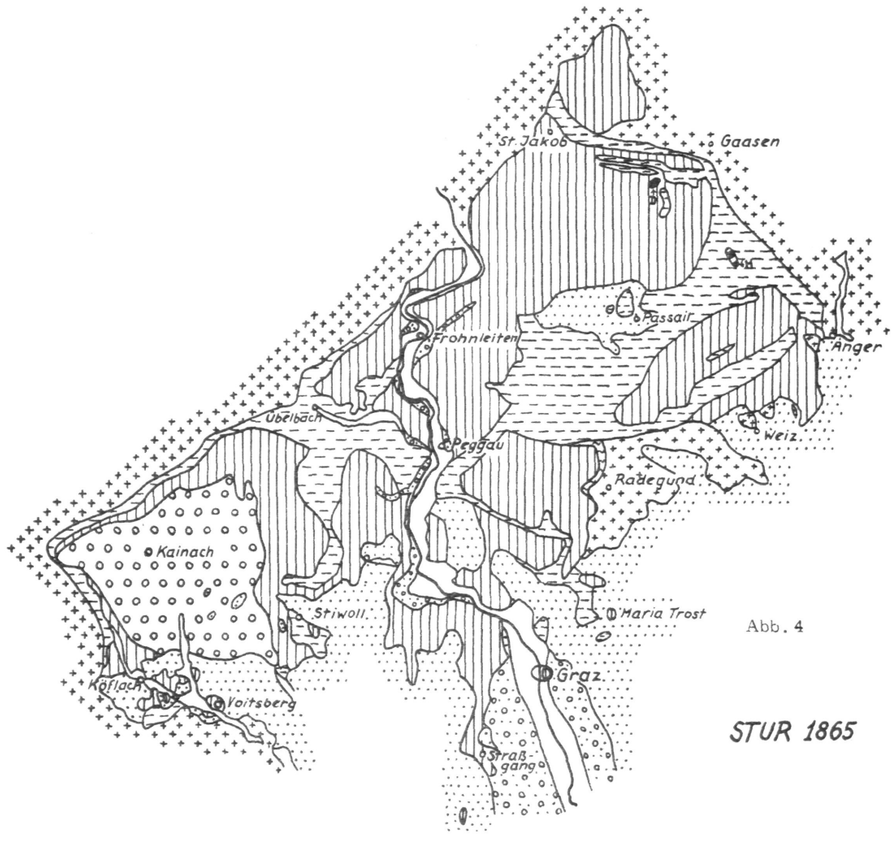
HAIDINGER 1845

Abb. 2



MORLOT 1847

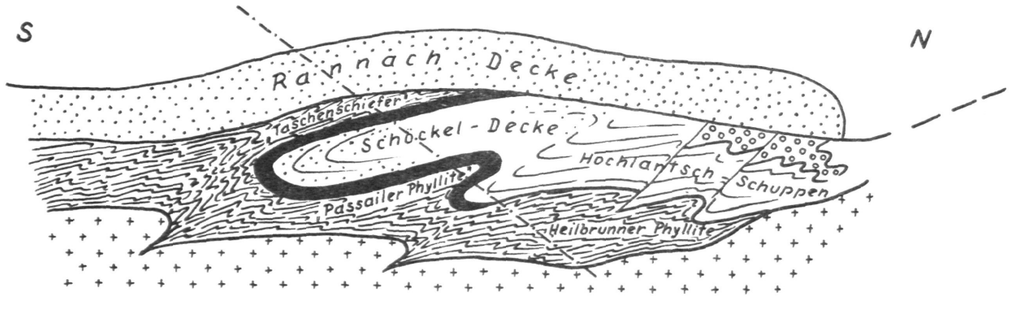
Abb. 3



STUR 1865

Abb. 4

Der nordvergente Deckenbau im Grazer Paläozoikum nach BOIGK (1951) kombiniert mit den Vorstellungen des Stockwerkbaues von ERHART- SCHIPPEK (1949).

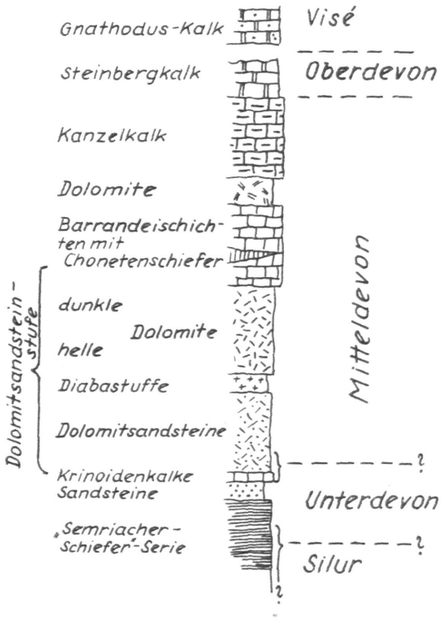


Kristallin
Ordovicium
Devon
Karbon der Breitenau
„Karbon" in der Deutung von E.-SCHIPPEK

Profilschnitt westlich der Mur, der zur Deutung d. Stockwerkbaues von E.-SCHIPPEK führte

Abb. 5

Normalprofil (Plabutsch)



Unter-/Mitteldevon-Grenze nach:

PENECKE 1889
HERITSCH 1917
HERITSCH 1935
SÖLLE 1934
SUESS 1866
FLÜGEL 1958

Abb. 6

FLÜGEL H.
Tafel VIII

Mitt. naturw. Ver. Steiermark, Bd. 88, 1958.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

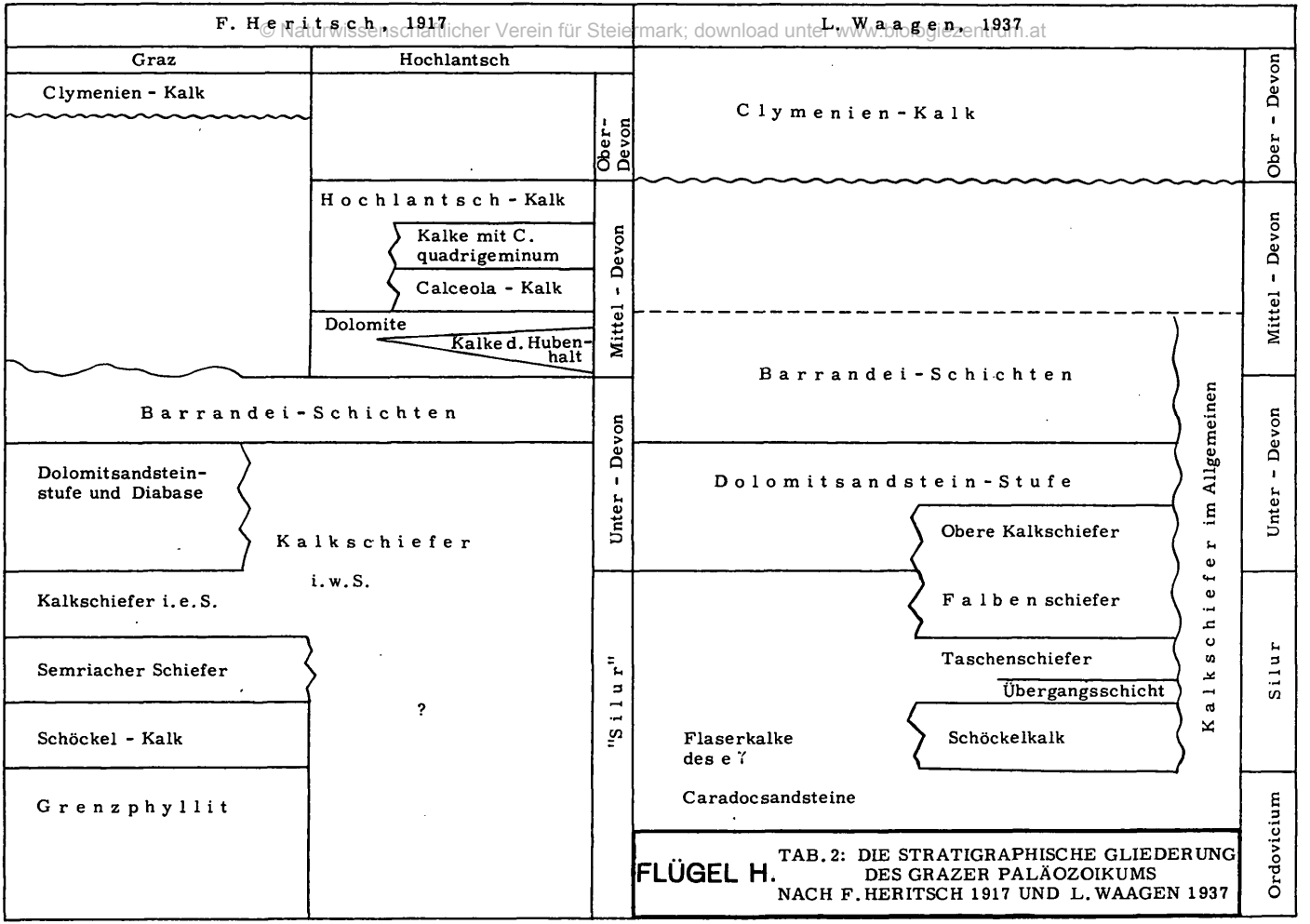
© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

E. Suess 1867		C. Clar 1874	G. Stache 1884		R. Hoernes 1880, 1886		A. Penecke 1889, 1894			H. Vacek 1891, 1907		
					Graz	Hoch-Lantsch	Graz	Hochlantsch		Graz	Hochlantsch	
Clymenien-Kalk	Ober-Devon	Korallen-Kalk	Clymenien-Kalk	Ober-Devon	Goniatiten-, Pentamerus- und Korallen-Kalke	Hochlantsch-Kalk	Clymenien-Kalk		Ober - Devon	Clymenien-Kalk	Hochlantsch-Kalk	Trias
												Ober-Devon
Helle Kalke	Mittel-Devon		Pentamerus- u. Korallen-Kalk	Mittel-Devon				Hochlantsch-Kalk Calceola - Sch. Kalke d. Hubenhalt	Mittel-Devon	Graue Kalke mit Korallen	Calceola - Schichten	Mittel-Devon
			Choneten-Schiefer	Unter-Devon			Pentamerus-Kalk Schichten von Baierdorf	Horizont des Heliolites barrandei	Unter-Devon	Osser Kalk		Unter-Devon
Kalke des Gaisbergs			Korallen-Kalk	Über-Silur						Quarzit-Dolomit-Stufe		
Quarzite	Unter-Devon	Diabas - Stufe Dolomit - Stufe	Kalke und Quarzite	Silur	Quarzite und Diabase		Dolomit-Stufe					
Untere Grauwacken-schiefer		Kalkschiefer-Stufe	Krinoiden-Kalke	Ordovicium	untere Krinoiden-Kalke		Kalkschiefer		Silur	Kalkschiefer		Silur
Grüne Schiefer		Semriacher - Schiefer					Semriacher - Schiefer			Semriacher Schiefer partim		
		Schöckel-Kalk					Schöckelkalk			Schöckelkalk		
		Grenzphyllit					Grenzphyllit			Semriacher Schiefer partim		

FLÜGEL H. TAB. 1: DIE GLIEDERUNG DER PALÄOZISCHEN ABLAGERUNGEN VON GRAZ ZWISCHEN 1867 UND 1907

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at



FLÜGEL H. TAB. 2: DIE STRATIGRAPHISCHE GLIEDERUNG DES GRAZER PALÄOZOIKUMS NACH F. HERITSCH 1917 UND L. WAAGEN 1937

Mitt. naturw. Ver. Steiermark, Bd. 88, 1958.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: 88

Autor(en)/Author(s): Flügel Helmut Walter

Artikel/Article: 140 Jahre geologische Forschung im Grazer Paläozoikum. 51-78