

Jb. Geol. B. A.	Bd. 108	S. 1—114	Wien, Juni 1965
-----------------	---------	----------	-----------------

Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein

Von Volker JACOBSHAGEN (Marburg/Lahn) *)

(Mit 3 Abbildungen, 2 Tabellen, 5 Phototafeln und 8 Tafeln)

Zusammenfassung

In den Nördlichen Kalkalpen westlich vom Wetterstein-Gebirge wurden die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) nach dem Vorwiegen kalkiger oder mergeliger Gesteine durchweg in drei Abteilungen gegliedert:

- A. Ältere Allgäu-Schichten (Unter- bis Mittellias), kalkreich.
- B. Mittlere Allgäu-Schichten (unterer Oberlias), mergelreich.
- C. Jüngere Allgäu-Schichten (oberer Oberlias und Dogger), kalkreich.

Diese Abteilungen konnten gebietsweise jedoch noch in mehrere Gruppen unterteilt werden.

Die in der Schichtfolge beobachteten Faziestypen werden kurz charakterisiert und genetisch gedeutet. Nach Mächtigkeits- und Fazies-Verteilung wird dann ein paläogeographischer Überblick für die einzelnen Abteilungen entworfen. Fragen der Großtektonik, unter anderem das Problem Deckenbau oder gebundene Tektonik, können daran überprüft werden. Abschließend werden die Beziehungen der Allgäu-Schichten zum mediterranen und mitteleuropäischen Jura behandelt.

Inhalt

Vorwort	2
I. Erforschungsgeschichte	3
II. Stratigraphie	5
Zur Nomenklatur	5
Die Gliederung	6
Schichtenfolge	6
A. Ältere Allgäu-Schichten	7
1. Rätikon, Davenna-Gruppe	8
2. Lechtaler Alpen	10
3. Nördliche Vorarlberger Kalkalpen	25
4. Allgäuer Alpen	28
5. Hohenschwangauer und Ammergauer Alpen	38

*) Adresse des Autors: Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Marburg/Lahn, Deutschhausstraße 10.

B. Mittlere Allgäu-Schichten	40
1. Rätikon, Davenna-Gruppe	43
2. Lechtaler Alpen	43
3. Nördliche Vorarlberger Kalkalpen	46
4. Allgäuer Alpen	46
5. Hohenschwangauer und Ammergauer Alpen	50
C. Jüngere Allgäu-Schichten	50
1. Rätikon, Davenna-Gruppe	51
2. Lechtaler Alpen	51
3. Nördliche Vorarlberger Kalkalpen	55
4. Allgäuer Alpen	56
5. Hohenschwangauer und Ammergauer Alpen	62
D. Biostratigraphische Übersicht	63
III. Paläogeographie	66
A. Mächtigkeitsverteilung	68
1. Ältere Allgäu-Schichten	68
2. Mittlere Allgäu-Schichten	71
3. Jüngere Allgäu-Schichten	71
4. Überblick	72
B. Die Fazies der Allgäu-Schichten	72
1. Fleckenmergel s. str.	72
2. Ungebankte Mikrofossilkalke	75
3. Kieselgesteine	76
4. Mangan- und Bitumenschiefer	76
5. Echinodermen-Spatkalke	77
6. Klastische Einlagerungen	78
C. Allgäu-Schichten und Flysch	79
D. Die Ablagerungstiefe der Allgäu-Schichten	79
E. Die paläogeographische Gliederung des Lias- und Dogger-Meeres im West- abschnitt der Nördlichen Kalkalpen	81
1. Unterlias	81
2. Mittellias	82
3. Unterer Oberlias	84
4. Oberster Lias und Unterdogger	84
5. Mittel- und Oberdogger	85
6. Übersicht	86
F. Paläogeographie und Tektonik	87
G. Die Stellung der Allgäu-Schichten im mediterranen Jura	89
Schriftenverzeichnis	91
Anhang: Profile durch die Allgäu-Schichten	98

Vorwort

Nachdem es im Rahmen einer regionalgeologischen Arbeit gelungen war, den Mergeljura in der Allgäuer Hauptmulde bei Oberstdorf nach charakteristischen Gesteinsvergesellschaftungen in Serien aufzugliedern (JACOBS-HAGEN 1958), ließen anschließende Begehungen in benachbarten Gebieten den Wunsch aufkommen, den vorwiegend mergelig entwickelten unteren und mittleren Jura in den Nördlichen Kalkalpen westlich von Ammergau, Wettersteingebirge und Fernpaß im Zusammenhang stratigraphisch und faziell zu untersuchen. Einerseits hat bereits SCHRÖDER (1925) enge Fazies-Beziehungen zwischen den Jura-Fleckenmergeln der Allgäuer und Lechtaler Alpen angedeutet, andererseits sind in diesem Bereich mit Ausnahme des äußersten Westens jurassische Sedimente besonders weit verbreitet, so daß

zugleich Aussicht auf hinreichend sichere paläogeographische Verknüpfung der einzelnen Teilgebiete bestand.

Die Geländeuntersuchungen für die vorliegende Arbeit wurden im Herbst 1958 aufgenommen und in den folgenden Sommern bis 1961 ausgeführt. Dabei konnte der Verfasser stellenweise von neuen Spezialkartierungen ausgehen, bei denen u. a. auch eine Fleckenmergel-Gliederung angestrebt war (HAMANN 1956, HUCKRIEDE 1956, K. E. KOCH 1959, HENKEL 1960, HÜCKEL 1960, STENGEL-RUTKOWSKI 1960). Wertvoll waren ferner die umfangreichen Ammoniten-Faunen aus den Fleckenmergeln des Tannheimer Tales, die BESLER 1959 beschrieben hat.

Herrn Prof. Dr. C. W. KOCKEL (Marburg) sei für sein reges Interesse an dieser Arbeit und freundliche Beratung herzlich gedankt, den Herren Dr. H. MILLER und Dr. W. ZACHER (beide München) für Hinweise und Führungen in ihren Arbeitsgebieten. Die Herren Prof. Doktor R. DEHM (München), Prof. Dr. W. HEISSEL (Innsbruck) und Dr. h. c. S. FUSSEN-EGGER (Dornbirn) gestatteten dankenswerterweise die Verwendung von Fossilmaterial aus den ihnen unterstehenden Sammlungen. Frau Dr. I. KÖWING-STURZ (Neugermering) und Herrn Dr. W. BARTHEL (München) verdanke ich einige Fossilbestimmungen, den Herren Prof. Dr. B. BREHLER (Clausthal) und Dr. H. v. PLATEN (Göttingen) röntgenographische Mineralbestimmungen. Für freundliche Auskünfte und Hinweise habe ich den Herren Doktor W. BESLER (Innsbruck), Dr. P. BITTERLI (Rijswijk), Dr. F. GRAMANN (Hannover), Prof. Dr. H. HÖLDER (Münster), Dr. K. HOFFMANN, Dr. B. HÜCKEL und Dr. K. E. KOCH (alle Hannover), Prof. Dr. A. SEILACHER (Tübingen), Dr. W. STENGEL-RUTKOWSKI und Dr. R. VILLWOCK (Wiesbaden) und Doz. Dr. O. H. WALLISER (Marburg) zu danken. Der Direktion des Koninklijke/Shell Exploratie en Productie Laboratorium in Rijswijk bin ich für die Überlassung einer chemischen Analysenreihe, der Deutschen Forschungsgemeinschaft für finanzielle Unterstützung sehr zu Dank verpflichtet.

I. Erforschungsgeschichte

Der stratigraphischen Erforschung des kalkalpinen Jura, insbesondere der Allgäu-Schichten, standen anfangs — um die Mitte des 19. Jahrhunderts — außergewöhnliche Schwierigkeiten im Wege. Galt es doch, meist fossilarme Sedimente eines tektonisch extrem gestörten Gebirges in ein eben erst im Entstehen begriffenes Zeitsystem einzuordnen, dessen Leitfossilien obendrein einer anderen Faunenprovinz entnommen waren. Dementsprechend ist es mühsam, die Wege und Umwege der Erkenntnis vom heutigen Wissensstande her zu entflechten. Hier seien nur die wesentlichsten Schritte skizziert:

Wohl auf einer Bemerkung von FLURL (1792, S. 146) fußend, hat Leopold v. BUCH 1831 zum erstenmal Lias-Sedimente (in Fleckenmergel-Fazies) in den Nördlichen Kalkalpen bei Bergen nachweisen können. 1846 entdeckte SCHAFFHÜTL an verschiedenen Stellen der bayrischen Alpen liasische Mergelschiefer mit Fukoiden im Hangenden roter „Marmore“. Diese Schichten beschrieb er 1847 (S. 804 f.) eingehender vom Profil „Im Klamme“ (heute „Roßstallblöße-Graben“) südlich der Reischberger Hütte bei Buching (Ammergau) und benannte sie nach den enthaltenen Ammoniten als „Amaltheen-Mergel“. In späteren Veröffentlichungen (1851 a und b, 1861) verwandte er auch die Ausdrücke „Amaltheen-Fleckenmergel“ oder „Fleckenmergel“ allein, letzteren aber stets mehr lithofaziell als stratigraphisch innerhalb seiner „Lias-Schiefer“ (vgl. auch die Tabelle bei ESCHER v. d. LINTH 1853).

1855 schied C. W. v. GÜMBEL innerhalb des für Flysch gehaltenen Gesteinskomplexes eine „kieselkalkreiche Schieferzone voll fleckig gezeichneter Gesteine“ mit Ammoniten und Fukoiden, „welche jene fleckige Zeichnung verursachen“, aus und stellte sie als „Obere Alpen-Schiefer“ in den Oberlias. Schon im Folgejahr (1856, S. 8 ff.) trennte er diese Schichten, die er aus dem Hinteren Bregenzer Wald schilderte, vom Flysch ab und nannte sie „Allgäuschiefer“. Ihre Stellung „über dem rothen Marmor von Adneth“ hatte er klar erkannt. In die Serie der „Allgäuschiefer“ schloß er auch die Radiolarite und Aptychenschichten heutiger Fassung ein. F. v. RICHTHOFEN 1859 änderte die Schichtbezeichnung zweckmäßig in „Allgäuschichten“ ab und beschrieb die darin enthaltenen Gesteine näher (außer gefleckten Mergelkalken nannte er verschiedene graue Kalke, kieselige Kalke, Hornsteinknauer-Kalke, Hornsteine und dunkle Mergelschiefer). In seiner Fassung waren auch noch die Radiolarite, Aptychen-Schichten und die Lechtaler Kreideschiefer enthalten; doch nahm RICHTHOFEN bereits an, daß man aus diesem Komplex den „Jura“ (gemeint waren Radiolarite und Aptychen-Schichten) abtrennen könne (1859, S. 111).

Dies hat GÜMBEL 1861 getan. Für den bei seinen Allgäuschiefern verbliebenen Rest benutzte er nunmehr auch die Ausdrücke „Lias-Fleckenmergel“ oder nur „Fleckenmergel“, hier zum erstenmal als stratigraphische Bezeichnung. Dieser Name hat allmählich die für einen lithologisch so mannigfaltigen Schichtkomplex sinnvollere neutrale Bezeichnung „Allgäuschichten“ überwogen, ohne sie jedoch ganz verdrängen zu können. In jüngster Zeit ist jene sogar wieder neu belebt worden (BORNHORST 1958; HUCKRIEDE 1959, 1960; ZACHER 1960; MILLER 1962). Auch in der Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Bl. Pfronten und Füssen, ist er bevorzugt worden.

Schon früh hatte man erkannt, daß die Allgäu-Schichten einen größeren Zeitraum als den höheren Lias vertreten. Einerseits stellte vor allem ZITTEL 1868 am Profil des Bernhardstals bei Elbigenalp fest, daß ein großer Teil davon in den Mittellias gehört (vgl. auch OPPEL 1862, S. 138) und sogar Unterlias spärlich vertreten ist (unterliassische Ammoniten waren schon seit L. v. BUCH 1831 aus Allgäu-Schichten bekannt, aber nie ausgewertet worden). Andererseits hatte schon MOJSISOVICS (in SUESS & MOJSISOVICS 1868) in der Osterhorn-Gruppe einen Dogger-Anteil der „Fleckenmergel“ vermutet, der dann von SCHLOSSER 1895 erstmals am Heuberg im Unterinntal nachgewiesen wurde, nachdem man zwischendurch eine Sedimentationslücke im Dogger angenommen hatte (z. B. FRAAS 1892). Gestützt auf das Fossilmaterial zahlreicher geologischer Spezialkartierungen und auf eingehende Vorarbeiten (vor allem BOESE 1894 und HAHN 1911 a und b) konnte schließlich SCHRÖDER (1925, 1926/27) einen umfassenden Überblick über die Fauna und den stratigraphischen Umfang der „Fleckenmergel“ in den bayrischen Alpen geben.

Dagegen kamen Versuche, die Allgäu-Schichten auch lithostratigraphisch zu gliedern, wegen der Ähnlichkeit der Gesteine, mangelhafter Aufschlußverhältnisse oder nicht übersehbarer interner Tektonik lange Zeit nicht über wertvolle Einzelbeobachtungen hinaus (z. B. REISER 1920; M. RICHTER 1923 a und b, 1924; KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931). Auch den jüngsten Arbeiten von WISSNER 1958, BESLER 1959 und KUCKELKORN 1960 war in dieser Hinsicht kein Erfolg beschieden. Nichtsdestoweniger hat

AMPFERER seit 1911 innerhalb der Allgäu-Schichten die bereits von GÜMBEL 1861 erwähnten und von REISER 1920 in den Lias epsilon eingestuft den Manganschiefer auskartiert, ebenso auf Bl. Lechtal 1:75.000 (1914) den von ROTHPLETZ 1886/87 in den Vilser Alpen entdeckten „Dogger-Spatkalk“.

Indessen konnte HAMANN 1956 nordwestlich vom Hochvogel im Allgäu die Allgäu-Schichten lithologisch in 3 Abteilungen gliedern („Ältere Fleckenmergel“ kalkreich, „Mittlere Fleckenmergel“ mergelig, „Jüngere Fleckenmergel“ kalkreich); er bestätigte damit eine — im Hornbachtal allerdings nicht berechnete — Vermutung KOCKELS (1953, S. 352). Von HAMANNs Ergebnissen ausgehend, hat der Verfasser 1958 für die südöstlichen Allgäuer Alpen eine Feingliederung in 10 Schichtserien veröffentlicht, die inzwischen auch in anderen Teilen der Allgäuer (HENKEL 1960, HÜCKEL 1960) und in den Lechtaler Alpen (K. E. KOCH 1959, STENGEL-RUTKOWSKI 1960) trotz lokaler Abweichungen mit Erfolg angewandt worden ist.

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse und Meinungen zu Fazies und Paläogeographie der Allgäu-Schichten werden später im Text besprochen.

II. Stratigraphie

Zur Nomenklatur

Der bisher für die Mergelfazies des nordalpinen Lias und Dogger übliche Ausdruck „Fleckenmergel“ ist mit so verschiedenem Akzent gebraucht worden, daß er im Interesse eindeutiger Aussagen neu gefaßt werden muß. Entsprechend seinem ursprünglichen Inhalt bei SCHAFHÄUTL (siehe oben) soll er fortan lediglich die Fazies vorwiegend dunkler, gebankter Mergel bis Kalk-Sedimente mit Fukoiden bezeichnen.

Im stratigraphischen Gebrauch ist „Fleckenmergel“ mehrdeutig, da schon in den Nördlichen Kalkalpen gebietsweise Aptychenmergel des Neokoms darunter verstanden werden (z. B. FURLANI 1922); außerdem wird dieser Ausdruck nach HUCKRIEDE 1960 noch in der Zechstein-Stratigraphie Norddeutschlands verwandt. Daher soll hier — neueren Arbeiten von BORNHORST, HUCKRIEDE und ZACHER folgend — der alte Name „Allgäu-Schichten“ (RICHTHOFEN nach GÜMBEL 1856) wieder eingeführt werden. Er möge für Schichtfolgen des Lias und Dogger in Fleckenmergel-Fazies gelten, in die in wechselndem Umfang Lagen von Echinodermen-Spatkalken, Kieselkalken und Hornsteinen eingeschlossen sein können. Als Liegendes kommen im hier behandelten Gebiet roter Unterlias-Kalk, Rhätolias-Kalk oder Kössener Schichten in Betracht; die Obergrenze ist mit dem Einsetzen der oberjurassischen Radiolarite gegeben.

Dementsprechend werden die vom Verfasser seither benutzten stratigraphischen Bezeichnungen

Ältere Fleckenmergel (Fä)	in Ältere Allgäu-Schichten (Alä),
Mittlere Fleckenmergel (Fm)	in Mittlere Allgäu-Schichten (Alm),
Jüngere Fleckenmergel (Fj)	in Jüngere Allgäu-Schichten (Alj)

umgewandelt.

Die chronologische Einstufung folgt dem System von ARKELL 1956. Die Stufennamen wurden in englischer Schreibweise angegeben, um die nicht immer glücklichen Abgrenzungen ARKELLs nicht durch die Latinisierung als endgültig zu präjudizieren.

Die Gliederung

Die Aufteilung der Allgäu-Schichten muß sich nach lithologischen Gesichtspunkten richten. Dies liegt schon im Interesse des kartierenden Geologen und ist zudem die einzige Möglichkeit, weil — über ein weites Gebiet betrachtet — leitende Fossilien nicht genügend häufig, in den oberen Partien sogar außerordentlich selten sind. Mikrofaunistische Datierung ist nur in Ausnahmefällen möglich. Der allergrößte Teil der Gesteine ist zu stark verfestigt, um sich noch auf kalkschalige Mikroorganismen aufbereiten zu lassen. Zudem sind die in Dünnschliffen beobachteten Foraminiferen und Ostrakoden fast immer stark deformiert und umkristallisiert, so daß selbst generische Bestimmungen selten in Frage kommen.

Da außer den Manganschiefern Leitgesteine fehlen, vielmehr alle Gesteinstypen überall in der Schichtenfolge vorkommen können, hat der Verfasser 1958 für die südöstlichen Allgäuer Alpen eine Seriengliederung nach bestimmten Gesteinsvergesellschaftungen ausgearbeitet. Später hat sich dann gezeigt, daß dieses Prinzip in größerem Rahmen nicht streng angewandt werden kann, da die Gesteinsvergesellschaftungen zu sehr variieren. Statt dessen hat sich herausgestellt, daß die zyklische Folge von kalkreichen und kalkarmen Schichtgruppen innerhalb der Allgäu-Schichten im ganzen Gebiet die gleiche ist und daher als stratigraphische Gliederung genutzt werden kann, ähnlich wie im Oberkarbon und Perm der Karnischen Alpen (HERITSCH 1936). Dieses Ergebnis wurde im lithologischen Vergleich gut aufgeschlossener Profile gewonnen und konnte durch Ammonitenfunde weitgehend gesichert werden.

Die Gliederung in drei Abteilungen (Ältere, Mittlere und Jüngere Allgäu-Schichten), von denen die Mittlere kalkarm, die beiden anderen kalkreich sind, hat sich im gesamten Untersuchungsgebiet bewährt und wird den folgenden Ausführungen zugrunde gelegt. Auch die Unterteilung der Jüngeren Allgäu-Schichten in 4 Gruppen wie im südöstlichen Allgäu war meistens möglich, jedenfalls bei guten Aufschlüssen. Gebietsweise ergaben sich gegenüber den Verhältnissen in den Allgäuer Alpen jedoch größere Abweichungen. Die Älteren und Mittleren Allgäu-Schichten können nur örtlich weiter aufgespalten werden, da Stufenkalk bzw. Epsilon-Kalk nicht durchgehend ausgebildet sind. Im Falle des Epsilon-Kalkes muß überdies offenbleiben, ob die jeweils so angesprochenen Kalke streng altersgleich sind.

Schichtenfolge

Nachstehend werden die Allgäu-Schichten in ihre drei Abteilungen gesondert dargestellt. Die Größe des behandelten Gebirgsabschnitts erfordert es, jeweils nach einer einleitenden Übersicht die Untersuchungsergebnisse gebietsweise getrennt wiederzugeben. Um für den Leser die räumliche Kontinuität möglichst zu wahren, wird das Arbeitsgebiet von SW nach NE fortschreitend besprochen, wenngleich es auch manche Vorteile böte, die Änderungen der Schichtprofile vom Beckenzentrum zu den Rändern zu verfolgen. Auch die Abgrenzung der Teilgebiete soll mehr die topographische Einordnung des Stoffes erleichtern, als fazielle Einheiten umreißen. Aus dem gleichen Grunde wurde im stratigraphischen Teil die jeweilige tektonische Stellung der einzelnen Jura-Vorkommen nicht berücksichtigt; dies ist einem besonderen Kapitel vorbehalten (S. 87). Die im Text verwandten Ortsbezeichnungen beziehen sich auf die einschlägigen geologischen Spezialkarten.

Dennoch richtet sich die Reihenfolge der Teilbereiche in der Beschreibung zugleich nach der paläogeographischen Großgliederung des Arbeitsgebietes: Zunächst wird der

Schwellenbereich am Kalkalpen-Südrand betrachtet (1.—2. b), der hier Zürser Schwelle genannt sei. Darauf folgen das zentrale Allgäu-Außerferner Becken (2. c—4. b) und schließlich die durch Teilschwellen gegliederten Randgebiete im N und NE (4. c—5.).

Als Beleg und Ergänzung der stratigraphischen Beschreibung sind anhangsweise Profile aus den verschiedenen Teilen des Arbeitsgebietes detailliert angeführt, auf die fallweise verwiesen wird. Sedimentpetrographische Einzelbeobachtungen, vor allem Dünnschliff-Untersuchungen, werden ebenfalls in einem gesonderten Abschnitt mitgeteilt, um die Darstellung der regionalen Stratigraphie möglichst zu straffen.

A. Ältere Allgäu-Schichten

Von den drei Abteilungen der Allgäu-Schichten ist die älteste am weitesten verbreitet und besonders mächtig. Reich an Kalken, baut sie anscheinliche Gipfel auf, z. B. Linkerskopf (2455 *m*) und Rauheck (2380 *m*) im Allgäuer Hauptkamm, die Bleispitze bei Berwang (2227 *m*), die Elmer und die Bsclaber Kreuzspitze in den Lechtaler Alpen (2482 bzw. 2497 *m*) und viele andere mehr. Alle diese Berge haben eine auffallend ebennmäßige, breite Pyramidenform gemein und sind bis in die Gipfelregionen begrünt.

Trotz erheblich schwankender Mächtigkeiten (vgl. Tafel 1) sind die Älteren Allgäu-Schichten im gesamten Arbeitsgebiet faziell sehr gleichförmig. Typisch sind mittel-(1—3 *dm*-) bankige, graue Fukoidenkalke (Phototafel 1, Fig. 4), in denen Mergelschiefer-Zwischenlagen weit zurücktreten (Phototafel 1, Fig. 1).

Bei der Verwitterung nehmen diese Fleckenkalke gewöhnlich eine schmutzig-gelbbraune Farbe an (Oxydation von fein verteiltem Pyrit). Dünnschliffe zeigen Schwammnadeln und Radiolarien, beide oft in Calcit-Erhaltung (Phototafel 1, Fig. 2). Als Einschaltungen kommen häufig schaumig anwitternde Kieselkalke und braune Hornsteine in Knauern, Linsen oder Lagen vor, seltener Echinodermen-Spatkalke und gelegentlich auch Konglomerate. Quarzsand führende Gesteine sind äußerst selten. Fossilien sind nur als Steinkerne erhalten, bisweilen in Pyrit, der außerdem auch in unregelmäßig geformten Konkretionen in den Gesteinen stecken kann.

Die einengende Tektonik hat in den hoch teilbeweglichen Kalken der Älteren Allgäu-Schichten Falten aller Größenordnungen geformt, die in der Literatur oft erwähnt worden sind. Häufig sind die einzelnen Bänke auch boudiniert, zerwalzt oder aufgeflasert, manchmal sogar schichtparallel verschieft worden.

Im Gebiet der größten Mächtigkeiten, zwischen Oberstdorf, Lech, Holzgau und Elmen, wird die Folge der Älteren Allgäu-Schichten meist durch ein 5—20 *m* mächtiges Band dickbankiger bis massiger, gewöhnlich etwas kieseliger Kalke unterteilt, das sich im Gelände in Felsrippen oder Steilabstürzen zu erkennen gibt und vom Verfasser seit 1957 als Stufenkalk bezeichnet worden ist (Tafel 4). Es wird im Liegenden stets von resedimentären Konglomeraten begleitet, deren Gerölle 10 *cm* im Durchmesser erreichen können.

Stratigraphisch lassen sich die Älteren Allgäu-Schichten durch verhältnismäßig häufige Fossilfunde — meist Ammoniten — sicher einstufen. Sie setzen im Unterlias über Rotem Unterliaskalk, Rhätoliaskalk oder Kössener Schichten ein und umfassen noch den gesamten Mittellias. Der Stufenkalk

gehört der *margaritatus*-Zone des oberen Pliensbachian an. Die Obergrenze der Älteren Allgäu-Schichten ist durch den Fazieswechsel in die kalkarmen Mittleren Allgäu-Schichten (Unterer Oberlias) festgelegt und wird mit dem Einsetzen mächtiger Mergelpakete gezogen.

1. Rätikon, Davenna-Gruppe

Im Oberostalpin des Rätikon sind jurassische Ablagerungen auf die Schesaplana-Mulde und die Zimba beschränkt. Die Fleckenmergel-Fazies ist nur in Älteren Allgäu-Schichten vertreten (eine sehr ähnliche Ausbildung haben nach ARNI 1933 und SCHMIDEGG 1955 auch Teile der Kössener Schichten, vor allem die höheren). An Stelle der Mittleren und Jüngeren Allgäu-Schichten kommen rote Schwellen-Sedimente vor (siehe unten).

Lithologisch sind die Allgäu-Schichten des Rätikon besonders einförmig. Nur ausnahmsweise sind die Fleckenkalk-Folgen mit dünnen Mergelschiefer-Zwischenlagen noch andere Gesteinstypen eingelagert.

Am Osthang des Wildbergs bei der Straßburger Hütte finden sich über massigem Rotem Unterliaskalk 70 m mittel- bis dickbankige (bis 1 m) Fleckenkalke mit Belemniten-Bruchstücken, die von 30 m dünner gebankter Fukoidenkalken überlagert werden. Im Hangenden folgen dann ziegelrote Mergelkalke (Profil 1). Etwa 10 m unter den roten Schichten fand sich ein

? *Arietoceras*.

Die von ARNI 1926, S. 60, angegebene Mächtigkeit von 150 m („1500 m“ ist wohl ein Druckfehler) wird im Südflügel der Wildberg-Mulde tektonisch vorgetäuscht.

Die Schichtenfolge der Roten Wand bei der Schattenlagent-Alpe südlich Brand hat ARNI 1926, S. 65 ff., schon beschrieben. Die Allgäu-Schichten — bis 20 m mächtig — liegen hier auf Rhätoliaskalk (Roter Unterliaskalk wurde nur an einer Stelle in losen Blöcken angegeben) und wurden von ARNI durch

Arietites ceras (GIEBEL)

in den Unterlias eingestuft. Der in ihrem Hangenden folgende massive Kalk, graugelb mit roten Flammen (1. bei ARNI), dürfte in den Mittellias gehören, wenn man die intensiv roten, mergeligen Kalke darüber (2.) mit der Ziegelrot-Serie in der Schwellenfazies des Jura in den südlichen Lechtaler Alpen (HUCKRIEDE 1956, 1959; KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959) gleichsetzen und in das Toarcian einreihen darf (vgl. auch S. 43 f.). Leitende Fossilien fehlen leider in den roten Gesteinen dieses Profils.

Am Osthang der Wasenspitze im Sarotla-Tal findet man entgegen der Kartierung von LEUTENEGGER 1928 kein durchgehendes Jura-Profil. Die Allgäu-Schichten scheinen hier eine Mulde zu bilden, sie werden jedenfalls im S ebenso wie im N von Rhätoliaskalk begrenzt. Im stratigraphisch tieferen Teil herrschen dickbankige, mittelgraue Kalke mit muscheligen Bruch vor, die selten Flecken führen und Kössener Kalken sehr ähneln. Die Mergelschiefer-Lagen zwischen den Kalkbänken können annähernd 10 cm stark werden. Die wahre Mächtigkeit der Allgäu-Schichten ließ sich hier nicht abschätzen, dürfte aber nur einen Bruchteil der von LEUTENEGGER (S. 50) angenommenen 300 m ausmachen.

Dagegen schließt ein östlicher Ast des Sarotla-Bachs zwischen der Unteren und der Oberen Sarotla-Alpe (erstere ist heute verfallen) in einer Schlucht ein ungestörtes Profil durch Ältere Allgäu-Schichten — zirka 70 m Fleckenkalke — auf. Diese überlagern hier direkt den Rhätoliaskalk; erst weiter östlich schiebt sich am Valbon-Kopf noch Roter Unterliaskalk ein. Das Hangende der Allgäu-Schichten bilden auch hier rote Kalke.

Aus den Allgäu-Schichten des Sarotla-Tals hat Dr. FUSSENEGGER (Dornbirn) eine größere Ammonitenfauna geborgen. Die Funde (27 Stücke) sind zwar nicht näher lokalisiert, enthalten aber nur Unter- und Mittellias-Formen, wie nach der lithofaziellen Diagnose „Ältere Allgäu-Schichten“ zu erwarten. Nach den Bestimmungen von Dr. K. W. BARTHEL (München) handelt es sich um

- | | | |
|---------------|---|---|
| a) Unterlias | <i>Arnioceras</i> cf. <i>tardescens</i> (HAUER) | Untere
Sarotla-Alpe,
Valbona-Kopf |
| | <i>Vermiceras francisci</i> FUCINI | |
| | <i>Vermiceras</i> sp. | |
| | <i>Juraphyllites</i> cf. <i>gigas</i> FUCINI | |
| | <i>Vermiceras aequivocum</i> SCHRÖDER | |
| | <i>Vermiceras</i> sp. | Obere
Sarotla-Alpe,
Wildberg |
| | <i>Epammonites</i> cf. <i>parthenope</i> (REYNES) | |
| | <i>Epammonites</i> aff. <i>parthenope</i> | |
| | <i>Leptechioceras</i> cf. <i>nodotianum</i> (d'ORBIGNY) | |
| b) Mittellias | <i>Androgynoceras</i> cf. <i>capricornu</i> | Untere
Sarotla-Alpe,
Valbona-
Kopf |
| | (SCHLOTHEIM) | |
| | <i>Epideroceras steinmanni</i> HUG | |
| | <i>Cruciloboceras</i> cf. <i>armatum</i> (SOWERBY) | |
| | <i>Juraphyllites diopsis</i> (GEMMELARO) | |
| | <i>Inoceramus ventricosus</i> (SOWERBY) = | Obere
Sarotla-Alpe,
Wildberg |
| | <i>I. Falgeri</i> MERIAN, (s. S. 22) | |
| | ? <i>Oistoceras</i> | |
| | ? <i>Acanthopleuroceras</i> | |
| | <i>Microderoceras</i> cf. <i>nothum</i> (MENEHINI) | |
| | <i>Microderoceras</i> sp. | |
| | <i>Phylloceras capitanei</i> CATULLO | |

SIEBER 1961 (A 108) nennt dazu noch aus der gleichen Sammlung

Psiloceras planorbis (SOWERBY)

Echioceras raricostatum (ZIETEN)

sowie Belemniten aus dem Unterlias (das in der „Vorarlberger Naturschau“ (Dornbirn) ausgestellte „*Psiloceras planorbis*“ (Sammlungs-Nr. A 3), auf das sich SIEBER bezogen haben dürfte, lag mir vor. Es handelt sich dabei jedoch nicht um ein *Psiloceras*, sondern um ein verdrücktes Exemplar von

Androgynoceras capricornu (SCHLOTHEIM).

GUßLER 1927 fand in den Allgäu-Schichten des Sarotla-Tals ebenfalls einige unter- und mittelliassische Fossilien.

An der Zimba liegen nach LEUTENEGER 1928 durchschnittlich 100 m Fleckenkalke zwischen dunkelvioletten Schiefern, die hier den Roten Unterliaskalk vertreten, und den Oberlias- und Dogger-Gesteinen des auffälligen roten Ringes unter dem Gipfel.

Vom Sarotla-Tal gegen NE verlieren die Allgäu-Schichten an Mächtigkeit und werden nordöstlich von Kennerberg gänzlich durch wenige Meter rote Kalke ersetzt (GUßLER 1927, S. 59).

Im Aufschluß der Vorarlberger Zementwerke Lorüns A. G. nördlich Lorüns war 1961 ein Profil durch eine komplette, insgesamt nur 25 m mächtige Jura-Folge aufgeschlossen (Profil 2), in der 6 m grüngaue, gelegentlich auch rosagraue Mergelkalke, mittelbankig, an Allgäu-Schichten erinnern.

Dünnschliff: Grünlichgrauer, pelitischer Kalk, der neben Echinodermen-Bruch (in der Mehrzahl Crinoiden-Stielglieder) Schwammnadeln und Radiolarien enthält.

Aus dem Liegenden dieser Schichten dürften die in rotem Kalk schlecht erhaltenen Echioceraten stammen, die in der Betriebsleitung des Werkes aufbewahrt werden, ebenso die von SIEBER 1961 genannten Arietitiden. Die hangenden Rotkalke haben vermutlich SIEBERS Oberlias- und Dogger-Funde geliefert. Bei dem von SIEBER genannten „*Grammoceras* cf. *normanianum*“ aus rotem Kalk, welches in der „Vorarlberger Naturschau“ aufbewahrt wird, handelt es sich um *Harpoceras* sp. aus der Verwandtschaft von *H. mulgravi* (YOUNG & BIRD).

Ein ähnliches Profil hat GUBLER 1928, S. 59 f., von der gleichen Lokalität beschrieben, wobei ihm allerdings eine tektonische Schichtwiederholung entgangen ist; denn seine 25 m graue Kalke (2) sind wiederum Rhätoliaskalk. Seine Schicht 5, „2—3 m calcaire gris passant aux calcaire rouge“, entspricht den Allgäu-Schichten. Etwas weiter östlich, bei Stallehr, hat GUBLER darin auch Fossilreste gefunden, die er mit Vorbehalt den Gattungen *Echioceras* und *Grammoceras* zuordnete.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Älteren Allgäu-Schichten im Rätikon auf Rotem Unterliaskalk oder Rhätoliaskalk auflagern. Im NE, bei Bludenz—Lorüns, werden sie faziell durch rote Kalke geringer Mächtigkeit ersetzt, anscheinend auch im NW an der Roten Wand, jedenfalls im höheren Teil.

2. Lechtaler Alpen

a) Klostertaler Alpen

In diesem Abschnitt seien die Älteren Allgäu-Schichten um die Rote Wand am Formarin-See und in der Spullersee-Mulde westlich des Flexenpasses besprochen. Die Jura-Profile liegen zum großen Teil im Bereich der Zürser Schwelle und sind daher wechselvoll.

In der Umgebung von Formarin- und Spuller-See werden die Älteren Allgäu-Schichten von roten Kalken unterlagert, welche namentlich um den Formarin-See oft mächtiger sind, als man es vom Roten Unterliaskalk kennt. Aus Fossilfunden von Dr. S. FUSSENEGGER (Dornbirn) ergibt sich, daß die Grenze zwischen Rotem Unterliaskalk und Älteren Allgäu-Schichten um Formarin- und Spuller-See innerhalb der *jamesoni*-Zone des Pliensbachian liegt:

Profil	Jüngstes aus Rotem Unterliaskalk	Ältestes aus Allgäu-Schichten
Eingemauerte	<i>Phylloceras</i> cf. <i>meneghinii</i> GEMMELARO	<i>Uptonia jamesoni</i> (SOWERBY), <i>Platyleuroceras</i> cf. <i>brevispina</i> (SOWERBY)
Rothorn	<i>Echioceras raricostatum</i> (ZIETEN)	<i>Uptonia jamesoni</i> (SOWERBY)

Formaletsch	<i>Tropidoceras actaeon</i> (d'ORBIGNY)	—————
Goppel-Spitze	<i>Inoceramus ventricosus</i> (SOWERBY), <i>Holcoteuthis</i> <i>virgata</i> (MAYER)	<i>Uptonia jamesoni</i> (SOWERBY)

Demnach reicht der Rote Unterliaskalk hier stratigraphisch bis in den tiefsten Mittellias und damit etwas höher hinauf als gewöhnlich (*raricostatum*-Zone). Am Osthang des Rothorns, südwestlich der Roten Wand, verzahnen sich die auf der Südseite dieses Berges sehr mächtigen Rotkalke (hier dürfte GUBLER 1927 die auf S. 61 genannten 40 m gemessen haben) auf mehr als 30 m Mächtigkeit mit Fleckenkalken der Älteren Allgäu-Schichten (Abb. 1; vgl. GUBLER S. 62).

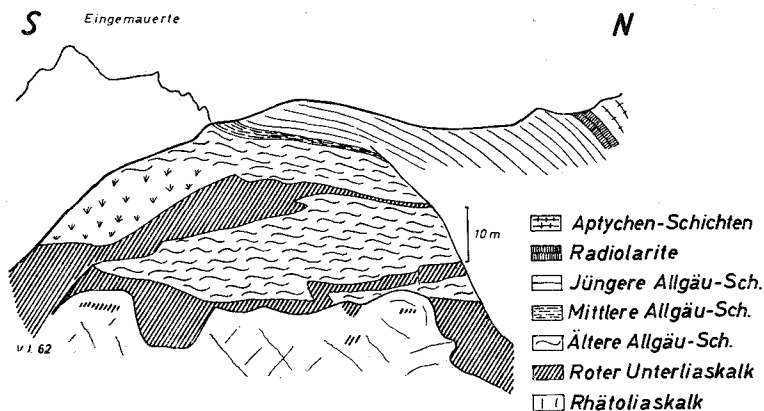


Abb. 1: Verzahnung von Rotem Unterliaskalk und Älteren Allgäu-Schichten am Osthang des Rothorns am Formarin-See, Lechtaler Alpen

Westlich der Ravensburger Hütte herrschen in den Älteren Allgäu-Schichten überall mittel- bis dickbankige Fukoidenkalke vor. In ihren tieferen Teilen können die Flecken sehr zurücktreten, so am Westhang des Madratsch bei der Oberen Laguz-Alpe. Südwestlich vom Pongertle-Kopf (Gehren-Grat) besteht die Basis der Allgäu-Schichten aus z. T. griffelig verschieferten Mergelkalken. Auf der Südostseite des Gehren-Grates trifft man auch Kalke mit Hornsteinbändern oder -schnüren (Profil 7). Hornsteinanreicherungen haben bereits AMPFERER & ASCHER 1925, S. 375 und Abb. 4 bis 6, in den tiefsten Allgäu-Schichten zwischen Gehren-Grat und Spuller-See erwähnt.

Die Obergrenze der Älteren Allgäu-Schichten markiert in der Umgebung des Formarin-Sees ein geringmächtiges, violettrotes Mergelband, das den Mittleren Allgäu-Schichten entspricht (S. 43). Nur südwestlich vom Pongertle-Kopf (Profil 5) fehlt es; die Fleckenkalke der Älteren Allgäu-Schichten werden dort von fossilereen Kieselkalken und Hornsteinen überlagert (S. 43). Zwischen Gehren-Grat und Ravensburger Hütte konnte die Obergrenze der Älteren Allgäu-Schichten in den durchgehend aufgeschlossenen Profilen bei Klösterle Schütz (Profil 7) und an der Goppel-Spitze (Profil 8) zwar mit einiger Sicherheit gezogen werden, doch sind in diesem

Gebiet die Fazies-Gegensätze zwischen den kalkreichen Älteren und den kalkarmen Mittleren Allgäu-Schichten nicht groß. Beim Kartieren dürfte es hier kaum möglich sein, ohne Fossilfunde Grenzen innerhalb der Allgäu-Schichten zu ziehen, was schon KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959 am Pfaffenegg (Nordende des Gehren-Grates) feststellen mußten.

Eigene Fossilfunde liegen nur am Westhang der Goppel-Spitze vor. Dort fanden sich etwa 5 m über den obersten, rosagrauen Kalken des Liegenden bereits oberes Pliensbachian mit

Protogrammoceras curionii (MENEHINI) und

Protogrammoceras cf. *curionii* (MENEHINI),

5–10 m darüber

? *Arietoceras*.

Dagegen hat Dr. S. FUSSENEGGER hier auch mehrere Exemplare von *Uptonia jamesoni* (SOWERBY) gefunden. Der untere Mittellias ist demnach zwar vertreten, aber stark komprimiert.

Aus dem Hangschutt der Älteren Allgäu-Schichten wurden ferner aufgesammelt:

Protogrammoceras normanianum (d'ORBIGNY)

Protogrammoceras curionii (MENEHINI)

Protogrammoceras cf. *curionii* (MENEHINI)

Eoderoceratidae gen. et sp. indet.

Juraphyllitidae gen. et sp. indet.

Bisiphytes sp.

? *Ausseites*.

Außerdem hat Herr Dr. S. FUSSENEGGER (Dornbirn) sowohl an der Goppel-Spitze als auch um Eingemauerte und Rothorn (südwestlich der Roten Wand) größere Faunen aufgesammelt, die aber nicht näher lokalisiert sind und daher für die Detailstratigraphie nicht ausgewertet werden können. Hier sei lediglich vermerkt, daß nach den Bestimmungen von Dr. K. W. BARTHEL (München) von der Goppel-Spitze außer einer unter- bis mittelliassischen *Lima* (*Plagiostoma*) cf. *gigantea* (SOWERBY) 35 Ammoniten des oberen Mittellias und einige oberliassische Formen vorliegen; die letztgenannten stammen aus einem schwärzlichen, mergeligen Fleckenkalk. Die Fauna von Rothorn und Eingemauerte ist zum großen Teil bei WISSNER 1958 aufgeführt worden.

Die Mächtigkeitsverteilung der Älteren Allgäu-Schichten in den Klostertaler Alpen ist Tafel 1 zu entnehmen. Die geringsten Werte liegen auf der Linie Ravensburger Hütte—Pongertle-Kopf—Rothorn. Von da wachsen sie nach N, gegen das Große Walsertal, und S (vgl. z. B. Radona-Tobel, Profil 6 b) an.

Östlich und nordöstlich der Spüllers-Alpe hat AMPFERER 1932 auf Blatt Klostertaler Alpen als tieferen Teil der Allgäu-Schichten „hornsteinreiche Fleckenmergel“ ausgeschieden. Es handelt sich dabei um dünn- bis mittelbankige, graue oder braungraue Kalke mit braunen oder gelbbraunen Hornsteinen in Knauern oder Linsen, die partienweise stark angereichert sein können. Diese entwickeln sich entweder aus Rhätoliaskalk, wie es STENGEL-RUTKOWSKI 1960, S. 60, von der Oberen Wildgruben-Spitze beschrieben hat (vgl. auch AMPFERER 1932, S. 36), oder aus gleichfalls hornsteinführendem Rotem Unterliaskalk, wie z. B. am Spüllers Gümple (siehe unten).

Die stratigraphische Reichweite der hornsteinreichen Allgäu-Schichten muß in diesem Gebiet offenbleiben, da in ihnen bisher keine Fossilien gefunden worden sind. Westlich vom Mahdloch-Joch werden sie direkt von

Aptychenspatkalken und Kreideschiefern überlagert (KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 185). Bei der Brazer Staffel gehen sie zum Hangenden in Fleckenkalke mit wenigen Hornsteinen über, die man noch für Ältere Allgäu-Schichten halten möchte; zu einer sicheren Einstufung reichten aber die Aufschlüsse nicht aus.

STENGEL-RUTKOWSKI 1960 (vgl. auch KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 185 und 195 sowie Abb. 4) hat mitgeteilt, daß die „hornsteinreichen Fleckenmergel“ über gefaltete Obertrias bis auf obernorische Kalke herab transgredieren. Eine Neubegehung ergab jedoch, daß der vermeintliche Plattenkalk STENGELS (unmittelbar unterhalb des Weges, südöstlich HP 2345) tief zerschratteter, massiger Rhätoliaskalk ist. Zwischen diesem und den hornsteinreichen Allgäu-Schichten wurde mehrfach Roter Unterliaskalk mit gelbbraunen oder roten Hornsteinknuern beobachtet; als Beispiel ein Profil

- oben: d) Mittelbankige, graue Kalke ohne Flecken, reich an Hornsteinen
- c) 2 m rosagrauer Kalk mit gelbbraunen oder roten Hornsteinlinsen
- b) 1-5 m grauer Kalk mit roten oder gelben Schlieren, ohne Schichtfugen hervorgehend aus
- unten: a) massigem Rhätoliaskalk.

Bisweilen kann man allerdings auch beobachten, wie hornsteinführende graue Kalke in Taschen in den Rhätoliaskalk eingreifen. An einer solchen Stelle dürfte STENGEL die angegebene Winkeldiskordanz von 20° gemessen haben. Nach diesen Beobachtungen besteht kein Grund mehr, eine Faltung zwischen Rhät und Allgäu-Schichten anzunehmen. Man kommt mit der Vorstellung aus, daß während des Unterlias auf einem rhätischen Riff nur stellenweise sedimentiert worden ist, während andere Teile verkarsteten und erst später, zur Zeit der hornsteinreichen Allgäu-Schichten, abgesunken und zusedimentiert worden sind.

Wie KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959 gezeigt haben, gehen die hornsteinreichen Allgäu-Schichten vom Mahdloch-Joch gegen den Zürser See seitlich in wenige Meter rote, mergelige oder spätiige Kalke mit einzelnen endostratischen Geröll-Lagen über (Profil 3 der genannten Autoren; vgl. auch AMPFERER 1930, S. 109 und Fig. 3). Auch an der Hasenfluh finden sich nach STENGEL-RUTKOWSKI 1958 zwischen Rhät und Kreideschiefern nur rote Schwellensedimente mit bunten Konglomeraten (aufgearbeitete Obertrias!). Wir stehen damit im Kern der Zürser Schwelle, wo Jura und Unterkreide nur durch geringmächtige, oft lückenhafte Rotsedimente vertreten werden.

Nur wenig weiter südöstlich bzw. östlich, im Steinbruch am Südausgang von Zürs, wurden wenigstens im tiefsten Jura wieder geringmächtige Fleckenkalke mit Arieten, Belemniten und Seeigel-Resten abgelagert (KRAUS 1949, S. 53). Derzeit sind dort keine Fleckenkalke mehr aufgeschlossen.

Auch im N, am Wildhorn nordöstlich vom Zürser See (KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 185 f.) stellen sich sehr bald wieder Allgäu-Schichten ein. Hier folgen auf Roten Unterliaskalk oder Rhätoliaskalk etwa 50 m Fleckenkalke mit dem typischen Habitus der Älteren Allgäu-Schichten (die Einstufung der darüberfolgenden 20 m des Profils bis zur Radiolarit-Vertretung ist unsicher). STENGEL-RUTKOWSKI fand darin Ammoniten des Lias β , vielleicht auch noch von α_3 (Bestimmungen von Dr. K. HOFFMANN, Hannover). Aus dem Anstehenden stammen „etwa 20 m über der Basis:

<i>Vermiceras</i> sp. oder <i>Paltechioceras</i> sp.	Lias α_3 bis β
etwa 30 m über der Basis:	
<i>Echioceras</i> (<i>Paltechioceras</i>) sp. cf. <i>boehmi</i> (HUG)	Lias β_2
<i>Echioceras</i> (? <i>Leptechioceras</i>) sp.	Lias β_3

<i>Leptechioceras</i> sp.	Lias β_3
? <i>Paltechioceras</i> sp.	Lias β_3 „

Außerdem erwähnten KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI (S. 186) von dort ein Bruchstück einer parkettierenden Weidespur.

Gegen das Omeshorn bei Lech werden die Allgäu-Schichten noch mächtiger, ohne daß eine klare Gliederung des Profils auszumachen ist. KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI nennen vom Südhang dieses Berges folgende Fauna, die wie alle Fossilien in dieser Veröffentlichung von K. HOFFMANN bestimmt worden ist:

? <i>Arnioceras</i> sp. (<i>geometricum</i> -Gruppe)	um Lias α_3
<i>Vermiceras</i> oder <i>Echioceras</i> sp.	Lias α_3 bis β_3
<i>Echioceras</i> sp. (wohl <i>Leptechioceras</i>)	Lias β_3
<i>Echioceras</i> (<i>Leptechioceras</i>) sp. aff. <i>nodotianum</i> (d'ORBIGNY)	Lias β_3

10—30 m über der Basis:

<i>Echioceras raricostatum</i> (ZIETEN) cf. var. <i>costidomum</i> (QUENSTEDT)	um Lias β_3
<i>Oxynticeras</i> oder <i>Eparietites</i> , cf. <i>Eparietites collenotis</i> (d'ORBIGNY)	Lias α_3 bis β_3

b) Südliche Lechtaler Alpen

Die Älteren Allgäu-Schichten und ihre Äquivalente im Bereich der Zürser Schwelle östlich vom Flexenpaß werden hier nach den detaillierten Untersuchungen von HUCKRIEDE (1956, 1959 a und b), KOCH 1959 und KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959 in einer kurzen Zusammenfassung geschildert. Verfasser hat nur wenige Profile dieses Gebietes neu begangen und fand die Angaben der genannten Arbeiten bestätigt. Weitere Einzelheiten sind dort nachzulesen.

Auf der Ostseite der Flexenpaß-Furche liegt der Scheitel der Zürser Schwelle offenbar zwischen Rüfi-Kopf und Monzabon-Alm. Hier fehlt der Jura zwischen Obertrias und Kreideschiefern entweder ganz (nicht sedimentiert oder vor der Transgression der Kreideschiefer wieder abgetragen?) oder ist nur in wenigen Dezimetern roter Kalke vertreten wie z. B. am Monzabon-Grat, wo in 50 cm roten Knollenkalken vielleicht auch Mittellias neben Oberlias und Unterdogger enthalten ist (vgl. die Faunenliste bei KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI, S. 190).

Südlich der Wöster-Spitze trifft man über Rotem Unterliaskalk wieder auf wenige Meter Fleckenkalke mit Hornsteinen, die wenig weiter östlich, im obersten Bockbach-Tal, bereits um 25 m mächtig sind. Sie werden dort von oberliassischen Rotsedimenten mit *Hildoceras* cf. *bifrons* (BRUGUIÈRE) überlagert und weisen sich damit als Ältere Allgäu-Schichten aus. Zu ihrer Ablagerungszeit dürfte also etwa dort der Nordrand der Zürser Schwelle gelegen haben. Hier schließt man wohl am besten das Profil der Peischelwänd im mittleren Krabach-Tal, nahe dem Nordende der Krabach-Masse, an. Zwischen Rotem Unterliaskalk und roten Mergeln, die wohl die Radiolarite vertreten, liegen dort nur einige Meter dunkelgrauer, dm-bankiger Kalke mit Hornsteinen, die den Allgäu-Schichten entsprechen dürften (KOCH 1959, S. 57 f.).

Südlich davon, bei der Furmesgump-Alpe im oberen Krabach-Tal, findet man hingegen nur rote Jura-Sedimente. Den Älteren Allgäu-Schichten entsprechen hier zeitlich nach Profil 11 bei KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI etwa 8 m rote Kalke im Liegenden der Ziegelrot-Serie (S. 44), die teilweise Hornsteine führen.

Auf der Südflanke der Zürser Schwelle verzahnen sich die Allgäu-Schichten in einer ziemlich breiten Zone mit Rotsedimenten. Bei der Tritt-Alm östlich Zürs liegt ein besonders übersichtliches und gut fossil-belegtes Jura-Profil, das bei KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 187 ff., wiedergegeben ist. Auf Rhätoliaskalk (stellenweise auch etwas Roten Unterliaskalk) folgen zunächst etwa 15 m „Fleckenmergel“. Diese werden von Schwellensedimenten des Lias α überlagert, sind also in den tiefsten Lias einzustufen. Dem höheren Unterlias und dem Mittellias gehören etwa 7 m vorwiegend rote Kalke an, in die im tieferen Teil rote Mergellagen eingeschaltet sind.

Von der Tritt-Alm nach S nimmt die Mächtigkeit der Allgäu-Schichten zu. Die untersten 10—15 m sind reich an Hornsteinen; sie gehen aus Rotem Unterliaskalk oder Rhätoliaskalk hervor, wobei sie sich stellenweise mit den Riffkalken verzahnen (Koch & STENGEL-RUTKOWSKI, Abb. 2). Um den Tritt-Kopf erreichen die Allgäu-Schichten mit 80 m eine beachtliche Mächtigkeit, zumal es sich nur um Ältere Allgäu-Schichten zu handeln scheint.

An der Rogg-Spitz hat KOCH (1959, Beil. 5 und S. 68) unter einem seitlich auskeilenden, dunkelroten Mergelschiefer-Band 40 m olivfarbenen anwitternden Fleckenmergel genannt. Ein ganz entsprechendes Profil erwähnen KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI, S. 194, südlich vom Pazi-Joch. Da die beiden Autoren die roten Mergelschiefer im Hangenden dieser Fleckenmergel sicher zu Recht mit der oberliassischen Ziegelrot-Serie (S. 44) vergleichen, sind die Fleckenmergel darunter jeweils als Ältere Allgäu-Schichten anzusprechen. Daraus würde sich dann wiederum ergeben, daß die Fleckenmergel-Fazies hier — wie gewöhnlich — auch bereits den Mittellias umfaßt.

Folgt man der Zürser Schwelle weiter nach E, so findet man von der Weißschrofen-Spitze bis über die Leutkircher Hütte hinaus Jura und Unterkreide als mehr oder weniger mächtigen, hellen Massenkalk, der Partien von rosafarbenen oder roten, z. T. knolligen Kalken enthalten kann. Eine stratigraphische Untergliederung dieses Komplexes war HUCKRIEDE 1959 nicht möglich. Östlich vom Murmental (südlich der Fallesin-Spitze) bis zum Malatschkopf am Kaiserjoch wird der Massenkalk wieder durch geschichtete, rote Kalke ersetzt. Südlich dieses Schwellenabschnitts steht in den Kalkalpen nirgends mehr Jura an. Ein kleines Vorkommen von Rotkalk-Entwicklung zwischen Rhätoliaskalk und Mittleren Allgäu-Schichten entdeckte kürzlich D. BANNERT an der Feuer-Spitze im obersten Sulzeltal, umgeben von Älteren Allgäu-Schichten (freundliche mündliche Mitteilung).

Zwischen den Schwellenkernen bei Furmesgump und im oberen Almejur-Tal scheint keine Verbindung bestanden zu haben, da KOCH 1959 nicht nur im Inneren der Krabach-Masse, sondern auch in schmalen Schuppen unter ihrem Außenrand — vor allem im oberen Almejur-Tal — Jura-Fleckenmergel nachgewiesen hat, die die Verbindung zwischen dem großen Allgäu-Außerferner Becken im N und den Allgäu-Schichten in der Umgebung des Pazi-Tals am Flexenpaß herstellen. Die Zürser Schwelle war demnach kein gleichmäßig durchlaufendes Element, sondern bestand aus mehreren Teilschwellen.

Mit der Zürser Schwelle sind wohl auch die Jura-Folgen der Eisen-Spitze im Stanzer Tal zu verknüpfen, wie dies bereits HUCKRIEDE 1959 angedeutet hat. Wahrscheinlich wurden sie am Nordrand der Schwelle abgelagert. Dafür spricht jedenfalls, daß im Westteil des Eisenspitz-Massivs, zwischen „Schindeln“ und „Schwarzköpf“, die Fazies bunter, ungebankter Breccien aus dem Oberrhät bis an die Manganschiefer der Mittleren Allgäu-Schichten hinaufreicht (vgl. HUCKRIEDE 1959 b, S. 422), sich weiter im E aber mit Fleckenkalken der Älteren Allgäu-Schichten verzahnt.

Als Bestandteile dieser Breccien nennt HUCKRIEDE vornehmlich Hauptdolomit, daneben bis *m*-große Blöcke von Rhätoliaskalk mit Korallen, Belemnitenbruch und Hornsteinknuern sowie Lumachelle-Kalk, die auf Kössener Schichten hindeuten. Stellenweise schließen die Breccien auch schieferige Partien dunkler Allgäu-Schichten ein.

Im Ostteil des Eisenspitz-Stockes, südlich von Eisenkopf und Feuerköpfen, fielen HUCKRIEDE (1959 b, S. 420) in Älteren Allgäu-Schichten Einlagerungen eines scheinbar massigen, hellen Kalkes auf, die er wegen der Ähnlichkeit mit Rhätoliaskalk für „Riffklötze“ hielt. Bei näherer Betrachtung zeigen diese Partien jedoch immer wieder *dm*-Bankung, z. B. östlich vom Hexenbödele (Profil 9). Im Dünnschliff erweist sich das Gestein als feinschichtiger, feinpelitischer Mikrofossilkalk, den man faziell mit Stufenkalk (siehe unten) vergleichen kann. Abgesehen von der undeutlichen Bankung, ergaben sich auch im Gelände keine Anzeichen für Riff-Entstehung.

In der östlich anschließenden Parseierspitz-Gruppe zeigen die Älteren Allgäu-Schichten keine Schwelleneinflüsse mehr.

Hier sei schließlich noch ein Jura-Vorkommen auf der Südseite des Inntals bei Imst erwähnt: Oberhalb Imsterberg sollten nach SCHMIDEGG 1959 an der neuen Forststraße südöstlich Höflein Allgäu-Schichten mit dolomitischen Bänken aufgeschlossen sein. Leider zeigte der Straßeneinschnitt schon 1961 in der fraglichen Gegend nur mächtigen Gehängschutt, aus dem dann bei 1110 *m* über N.N. etwa 12 *m* schlecht mittel- bis dickbankige, graue Kalke mit roten Schlieren und Nestern auftauchen. Einzelne Lagen sind konglomeratisch (graue Kalkgerölle in roter Grundmasse), andere bestehen aus Crinoidenkalk. Hangaufwärts schließen sich bei inverser Lagerung 15 *m* Rhätoliaskalk und dann Kössener Schichten an. Der Rhätoliaskalk ist in ganzer Mächtigkeit von Karstspalten durchsetzt, die von den roten Kalken ausgefüllt sind.

Ob die roten Kalke nur dem Roten Unterliaskalk entsprechen oder — wie auf der Zürser Schwelle — einen größeren stratigraphischen Umfang haben, kann ohne Fossilfunde nicht entschieden werden.

c) Zentrale Lechtaler Alpen

Als Zentrale Lechtaler Alpen seien die Kalkalpen südlich der Holzgaulermooser Mulde und nördlich der Zürser Schwelle bezeichnet.

Unmittelbar nördlich der Zürser Schwelle sind Allgäu-Schichten in der Umrandung der Krabach-Masse (KOCH 1959) und um die Fallesin-Spitze (HUCKRIEDE 1959 a) nur spärlich vertreten. Kleinräumige Verschuppung und intensive tektonische Durcharbeitung erlauben keine befriedigende stratigraphische Gliederung.

Das ändert sich nahe dem Kalkalpensüdrand erst von der Parseierspitz-Gruppe nach E.

Südwestlich des Zammer Parseier, am Gießmutte-Kopf, könnte man nach der Kartierung AMPFERERS zwar größere Profile durch Allgäu-Schichten erwarten. Eine Begehung zeigte jedoch, daß es sich bei den östlich vom Verborgenen Kar eingetragenen „Fleckenmergeln“ und Manganschiefern um Aptychen-Kalke und Kreideschiefer handelt. Letztere bilden sogar den Gipfel dieses Berges.

Die gewaltige Westwand der Parseier Spitze wird allein von den Jüngeren Allgäu-Schichten aufgebaut. Östliches Achsensteigen bewirkt, daß die Älteren Allgäu-Schichten vornehmlich auf der Ost- und Südseite dieses Bergmassivs zutage treten:

Am Bocksgarten-Kopf im Gasilltal (westlich der Augsburger Hütte) werden die Älteren Allgäu-Schichten von Rotem Unterliaskalk unterlagert. Hornsteinreiche Fleckenmergel, wie von AMPFERER kartiert, kommen weder hier noch in dem nördlich anschließenden Profil der Bocksgarten-Spitz vor. Nur gelegentlich sind Hornstein- oder auch Pyrit-Knollen in die Fleckenkalke eingestreut.

Aus dem unteren Viertel des Profils am Bocksgarten-Kopf muß seiner Fundlage nach ein Fallstück von

Uptonia jamesoni (SOWERBY)

stammen, aus (40 ± 10) m über der Basis eine Platte mit mehreren Exemplaren von

Amaltheus sp.

Bei etwa 60 m über der Basis wurden mehrere Holzreste in Fleckenkalken gefunden.

Wenig weiter oberhalb im Gasilltal setzen nördlich einer steilen Unterverschiebung an der Bocksgarten-Spitz erneut Ältere Allgäu-Schichten ein, die trotz der kurzen Entfernung die doppelte Mächtigkeit (300 m) aufweisen, wie am Bocksgarten-Kopf. Die großen Wandaufschlüsse zeigen klar, daß tektonische Anhäufung auszuschließen ist. Aus Rhätoliaskalk gehen hier bei 2380 m über N.N. mittel- bis dickbankige Fleckenkalke mit Mergel-Zwischenlagen bis zu 10 cm Dicke hervor. Oberhalb 2550 m am Wege zur Parseier Spitze werden die Bänke bis 1 m mächtig. Bei 2730 m lieferten sie

Pleuroceras spinatum (BRUGUIERE)

aus dem obersten Mittellias. Darüber folgen bis zu den Mittleren Allgäu-Schichten des Grinner Ferners weitere 50 m Fleckenkalke und schließlich 20 m schmutzigbraune Mergelkalke und Kalke.

Im Nordhang des Gatschkopfs bestehen die Älteren Allgäu-Schichten aus sehr fukoidenreichen Kalken, in die sich nahe den Mittleren Allgäu-Schichten reichlich Mergelschiefer einschalten.

Nordöstlich vom Plankenhorn sind die Allgäu-Schichten sehr stark tektonisch beansprucht und vielfach fast bis zu Kalkphylliten metamorphisiert. Die Kalkbänke sind schichtparallel aufgeblättert und in kleinen Knickfalten intensiv gefaltet (Phototafel 2, Fig. 1). Dennoch ist im Profil der Hinteren Frauenpleis die gewohnte lithologische Gliederung der Schichtfolge deutlich zu erkennen (Profil 10). Auf die Älteren Allgäu-Schichten entfallen hier

etwa 80 m Kalke mit dünnen Mergellagen. Noch weiter im E, gegen die Silberspitze, fehlt es an stratigraphisch auswertbaren Profilen.

Dagegen findet man an der Plankenspitze im Medrioltal (südlich vom Württemberger Haus) über Rhätoliaskalk (stellenweise auch Rotem Unterliaskalk) mehr als 100 m spezialgefaltete Fleckenkalke der Älteren Allgäu-Schichten ohne Anzeichen einer Metamorphose.

Wenden wir uns von hier wieder nach W, so gelangen wir in den Bereich der Memminger Hütte. Die Allgäu-Schichten beginnen hier über Kössener Schichten, Rhätoliaskalk oder Rotem Unterliaskalk und zeigen keine Besonderheiten, bis auf eine Ausnahme: Von der Oberlahm-Spitze über den Seekogel zum Jägerrücken an der Freispitze hat AMPFERER eine breite Mulde aus Aptychen-Schichten kartiert. In den Erläuterungen (1932, S. 33) ließ er jedoch die Möglichkeit offen, daß es sich dabei auch um Allgäu-Schichten handeln könne. Letzteres trifft in der Tat zu. Die Gesteine dieses Zuges — graue, hell anwitternde Kalke mit Hornsteinknauern und -lagen, dunkelgraue Kieselkalke und kieselige Mergel; im tieferen Teil auch mittelbankige, braunstichige Kalke, gelegentlich mit Fukoiden — sind Ältere Allgäu-Schichten.

Am Kögele östlich Madau werden die Älteren Allgäu-Schichten, 80 bis 100 m, von einer sehr dickbankigen Partie (am Fuß der Nordwand) unterteilt, die dem Stufenkalk der Allgäuer Alpen entsprechen dürfte. BANNERT 1964 fand etwa in diesem Niveau 2 m endostratische Konglomerate, die diese Diagnose bekräftigen. Das gilt auch für die dickbankigen kieseligen Kalke, die das obere Drittel der Älteren Allgäu-Schichten bei „Rote Platten“ im Alperschon-Tal einleiten (Profil 11). Im übrigen werden die Älteren Allgäu-Schichten im oberen Alperschon-Tal und im westlich anschließenden Fallenbacher-Tal wie üblich von Kalken und Mergelkalken mit Fukoiden beherrscht.

In dem zuletzt besprochenen, etwa EW-verlaufenden Gebirgsstreifen vom Kögele über Oberlahm-Spitze und Frei-Spitze zur Lechtaler-Wetter-Spitze überlagern die Allgäu-Schichten Rhätoliaskalk und Roten Unterliaskalk. In der nördlich anschließenden Zone fehlen dagegen die ober-rhätischen Riffgesteine. Die Fleckenmergel-Fazies setzt hier über Kössener Schichten mit sehr hornsteinreichen Kalken ein, die man nicht treffender als mit den Worten CHRISTAS (1932, S. 6) schildern kann: „Über den Kössener Schichten ... folgt ... Lias in der Fazies wandstufenbildender Kalke, welche allenthalben von groben, schmutzigbraun auswitternden Hornsteinknauern durchsetzt oder gar von mehr oder weniger breiten, bis zu einigen Dezimetern Dicke anschwellenden Schichtlagen dieses schwärzlichen Hornsteins bandartig durchzogen sind. Form und Art, wie die Kieselsäure in dem an frischen Bruchflächen ziemlich licht erscheinenden Kalkstein auftritt und im Kontakt mit dessen karbonatischen Partien auf diagenetische Einwirkung oder die späteren Einflüsse der Atmosphären reagiert, sind von überraschender Mannigfaltigkeit. Diese Inhomogenität des ‚hornsteinreichen Liaskalks‘ ... mag mit die Ursache sein, daß das zu klotziger Ausbildung neigende und trotzdem einer verhältnismäßig dünnen Bankung nicht ermangelnde Gestein an den Bergabhängen nicht so sehr eine gleichmäßig fortlaufende Wandstufe als vielmehr eine von Pfeilern, Erkern, Runsen und Einmuldungen fort und fort unterbrochene Steilzone darstellt.“

Diese hornsteinreichen Schichten an der Basis der Älteren Allgäu-Schichten werden bis 50 m mächtig. Man trifft sie am Osthang der Pimig-Spitze, wo sie nach HUCKRIEDE 1959 a tektonisch angehäuft sind, in der Umgebung der Griesstaler Spitze, im Sulzel-Tal, um die Baumgartner Alpe im Griesl-Tal, im mittleren Alperschon-Tal und bei Madau. Schon AMPFERER hat sie an den meisten Stellen auskartiert.

In einem Dünnschliff aus dem Kaisertal fallen besonders Schwammnadeln auf, die in dunkelfleckiger, pelitischer Grundmasse eingebettet sind. Die Hornsteinbereiche, z. T. nur mm-groß, verlaufen mit unscharfem Rand in diesem Gestein. Innerhalb der Hornstein-Bereiche sind ebenfalls noch undeutlich Schwammnadeln zu erkennen.

Das Alter der hornsteinreichen Allgäu-Schichten konnte bisher mangels Fossilien nicht abgegrenzt werden. Am Osthang der Peischel-Spitze im Sulzeltal wurde nun ein Fallstück von

Protogrammoceras normanianum (d'ORBIGNY) var. *costicillata* FUCINI gefunden, das seiner Lage nach nur aus diesem Niveau stammen kann. Demnach reichen die hornsteinreichen Allgäu-Schichten an dieser Stelle bis in den oberen Mittellias. In ihrem Hangenden folgen stets die üblichen Fleckenkalke der Älteren Allgäu-Schichten in wechselnder Mächtigkeit (50—150 m).

Vom Madau-Tal nach E über Gramais, Boden und die Anhalter Hütte zum Fernpaß (Jungschichtenzone von Gramais-Boden) bestehen die Älteren Allgäu-Schichten fast überall aus einer einförmigen Folge mittelbankiger Fleckenkalke (Profile 11 und 12). BANNERT 1964 fand darin südlich vom Wanne-Jöchel

Psiloceras naumanni (NEUMAYER)

und konnte damit im Arbeitsgebiet erstmalig unteres Hettangian in Fleckenmergel-Fazies belegen. Nur nordöstlich Gramais, am Seitekopf, wurden nochmals als tiefste Ältere Allgäu-Schichten hornsteinreiche Partien angetroffen, die bis 40 m mächtig werden. Hier gehören die hornsteinführenden Schichten in den Unterlias. Am Südhang des Seitekopfes fanden sich nämlich in den Fleckenkalken darüber reichlich Echioceraten. Bestimmbar waren

- a) dicht südöstlich „Steineben“ bei 1980 m über N.N.

Leptechioceras meigeni (HUG)

Leptechioceras nodotianum (d'ORBIGNY)

Paltechioceras favrei (HUG)

Paltechioceras cf. *favrei* (HUG)

- b) etwas weiter westlich

Echioceras raricostatum (ZIETEN)

Leptechioceras meigeni (HUG)

Leptechioceras cf. *meigeni* (HUG)

Paltechioceras cf. *favrei* (HUG)

- c) Rinne südlich des Seitekopf-Gipfels bei 2065 m Meereshöhe, 30 stratigraphische Meter über den hornsteinreichen Schichten

Echioceras cf. *intermedium* (TRUEMAN & WILLIAMS)

Leptechioceras nodotianum (d'ORBIGNY)

Leptechioceras cf. *meigeni* (HUG)

In der Gipfelregion des Seitekopfs sind die tiefsten Älteren Allgäu-Schichten offenbar durch Schuppung verdoppelt; denn in der unter c) genannten Rinne

wurde 40 m unter dem Echioceraten-Niveau in Fleckenkalken zwischen hornsteinführenden Paketen ein gut erhaltenes

Acanthopleuroceras aff. *stahli* (OPPEL)

aus dem unteren Pliensbachian gefunden.

Am Hinterrieffen östlich Gramais werden die Älteren Allgäu-Schichten etwa 100 m über der Basis von einem mehrere Meter breiten, blaßroten Band unterbrochen. Ihre Gesamtmächtigkeit beträgt dort etwa 300 m.

d) Holzgau-Lermooser Mulde

Hier beginnen wir im W mit dem Gebiet zwischen Bockbach und Steeg und betrachten auch die Hochalpmulde bei Holzgau, da beide Gebiete nicht scharf von der Holzgauer Mulde getrennt werden können.

Ein gut aufgeschlossenes Profil durch die Älteren Allgäu-Schichten liegt in der Schlucht des unteren Krabachs (Profil 17); es wurde von KOCH 1959 untersucht (h vor Fossilbestimmungen bedeutet „det. Dr. K. HOFFMANN, Hannover“):

Aus rotem Unterliaskalk mit

Leptechioceras cf. *meigeni* (HUG)

entwickeln sich 3—4 m gelblich bis grünlich anwitternde, glaukonitführende mergelige Kalke mit

h ? *Oxynoticeras*

h *Acanthopleuroceras* cf. *maugenesti* (d'ORBIGNY)

Acanthopleuroceras sp.

Becheiceras bechei (SOWERBY)

Partschiceras tenuistriatum (MENEHINI)

h *Protogrammoceras* cf. *curionii* (MENEHINI)

Inoceramus ventricosus (SOWERBY)

Etwa 5 m höher lieferten dunkle, pyritführende Kalke

h *Oxynoticeras* oder *Hypoxynoticeras*

h ? *Acanthopleuroceras*

h ? *Gemmelaroceras*

h *Tragophylloceras* cf. *ibex* (QUENSTEDT)

Partschiceras anonymum (HAAS)

Arietoceras algovianum (OPPEL)

h *Arietoceras* ex. gr. *algovianum* (OPPEL)

h *Arietoceras kurrianum* (OPPEL)

Arietoceras ruthenense (REYNÈS)

Arietoceras geyeri (DEL CAMPANA)

h *Arietoceras* oder *Fuciniceras*

h *Fuciniceras* cf. *volubile* (FUCINI)

Protogrammoceras normanianum (d'ORBIGNY)

Protogrammoceras normanianum (d'ORBIGNY) var. *costicillata*

FUCINI

(Ein von KOCH genanntes ? *Pleuroceras* ist von K. HOFFMANN zu Recht als unbestimmbar bezeichnet worden.)

Außerdem erwähnt KOCH in diesen Schichten einen wenige Zentimeter mächtigen Horizont mit Echinodermen- und Brachiopodenresten, der auch einen Saurierzahn geliefert hat.

Die genannten Ammonitenfaunen erscheinen nach der bisherigen Kenntnis des mediterranen Lias chronologisch etwas heterogen. Es wäre indessen müßig, derartige Vergesellschaftungen erklären zu wollen, wenn die Fundstücke nicht bankweise entnommen sind. Immerhin kann man sagen, daß die Allgäu-Schichten hier an der Grenze zwischen Unter- und Mittellias einsetzen und daß nur wenige Meter dem unteren Pliensbachian angehören. Das Obere Pliensbachian, 200 m dickbankige Fleckenkalke mit dünnen Mergelschiefer-Zwischenlagen und einzelnen Hornsteinbänken, stellt den größten Teil der Mächtigkeit.

Etwa 85 m über der Basis der Älteren Allgäu-Schichten vermutete schon KOCH Stufenkalk. In der Tat stehen unmittelbar nördlich der Brücke über den Krabach über einer Lage mit resedimentären Konglomeraten zunächst 12—15 m sehr dickbankige, muschelrig brechende Kalke an, die nach oben in 8 m kaum gebankte Kalke übergehen und KOCHs Ansicht durchaus rechtfertigen.

Höher im Profil werden Hornsteinbänke häufiger, und auch feinspätige kieselige Kalke schalten sich gelegentlich ein, ganz wie in der Allgäuer Hauptmulde (siehe unten). KOCH fand in diesem oberen Teil

? *Pleuroceras* sp.

als Nachweis des obersten Mittellias.

Das Profil der Älteren Allgäu-Schichten in der Krabach-Schlucht entspricht den Abfolgen in der Allgäuer Hauptmulde südöstlich Oberstdorf, wo man untere Ältere Allgäu-Schichten, Stufenkalk und obere Ältere Allgäu-Schichten, letztere reich an Kieselkalken, unterscheidet.

Zwischen Steeg und dem Höhenbach bei Holzgau ist Stufenkalk nur sporadisch und in geringer Mächtigkeit ausgebildet: Im unteren Schochenental, oberhalb HP 1757 südwestlich der Vorderen Schochen-Alp, ferner (nach HÜCKEL 1960) im Hagern-Tal bei Hägerau und im Wiesental südwestlich der Jöchl-Spitze. Im Schochenental und im Wiesental wird er ebenfalls von resedimentären Konglomeraten begleitet.

In der Hochalp-Mulde weisen die meist ungeteilten Älteren Allgäu-Schichten vergleichsweise sehr geringe Mächtigkeiten auf, besonders am Hochalp-Grat, wo im Nordflügel der Mulde zwischen Rhätoliaskalk und Mittleren Allgäu-Schichten nur 35 m Fleckenkalke vorhanden sind. Hier können zwar tektonische Schichtreduktionen nicht ausgeschlossen werden. Immerhin wies HANIEL 1911 in den tiefsten Bänken

Paltechioceras bavaricum (BOESE)

aus dem obersten Unterlias nach, und SCHULZE 1905 nannte vom gleichen Profil

Acanthopleuroceras binotatum (OPPEL)

Acanthopleuroceras actaeon (d'ORBIGNY)

aus dem unteren Pliensbachian. Noch aus der unteren Hälfte des Profils stammen auch Neufunde von

Amaltheus margaritatus (MONTFORT)

Pleuroceras spinatum (BRUGUIÈRE)

Arietoceras fucinii (DEL CAMPANA)

Arietoceras delcampanai (FUCINI)

Inoceramus ventricosus (SOWERBY),

die beide Zonen des oberen Pliensbachian belegen (*Inoceramus ventricosus* = *I. falgeri* MERIAN ist nicht auf den unteren Mittellias beschränkt, wie noch SCHRÖDER 1925 glaubte, sondern kommt nach HÜCKEL 1960 auch noch in der *margaritatus*-Zone vor, siehe unten).

Zwischen Hornbachkette und Lech hat HÜCKEL 1960 die Allgäu-Schichten bearbeitet. Stufenkalk fehlt hier. Die Älteren Allgäu-Schichten bestehen aus Fleckenkalken und Kieselkalken, in die sich bis 5 cm mächtige Mergelschieferlagen einschalten; spätige Bänke sind selten. Sandsteine, die AMPFERER in den Erläuterungen zu Blatt Lechtal (1924) vom Gratprofil Strahlkopf—Rothornspitze nennt, kommen nicht vor. Es dürfte sich dort um eine Verwechslung mit feinspätigen Kieselkalken handeln. Im unteren Haglerthal bei Häselgehr beginnt die Schichtfolge im höchsten Sinemurian, belegt durch

Echioceras raricostatum (ZIETEN)

Paltechioceras cf. *boehmi* (HUG)

Paltechioceras sp.

? *Leptechioceras* sp.

Microderoceras sp.

Einer der berühmtesten Fundpunkte für mittelliassische Faunen aus Allgäu-Schichten liegt bei Unter-Gumpen im Bernhardstal. Er wurde schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts von dem Graphiker FALGER aus Elbigenalp entdeckt [ihm zu Ehren wurde die bei Unter-Gumpen besonders häufige Muschel *Inoceramus falgeri* MERIAN benannt, die nach BOESE 1894 jedoch synonym mit *I. ventricosus* (SOWERBY) ist] und von A. ESCHER v. d. LINTH, später von ZITTEL 1868 ausgebeutet. HÜCKEL fand hier 50 cm unter der Obergrenze des Roten Unterliaskalks

Asteroceras obtusum (SOWERBY),

in Fallstücken aus dem gleichen Schichtglied unter anderem noch

Oxynticeras impendens (YOUNG & BIRD) und

Nannobelus cf. *alveolatus* (WERNER).

Verglichen mit den zuvor genannten Ammoniten aus den tiefsten Allgäu-Schichten des Hagler-Tals wird man auch hier die Grenze zwischen Rotem Unterliaskalk und Allgäu-Schichten in das oberste Sinemurian legen. 5 m über der tiefsten Fleckenkalkbank zeigt

Inoceramus ventricosus (SOWERBY)

bereits den Beginn des Mittellias an.

Besonders häufig sind in den Allgäu-Schichten von Unter-Gumpen Ammoniten des unteren Pliensbachian:

Uptonia jamesoni (SOWERBY)

Uptonia jamesoni (SOWERBY), var. *costosa* (QUENSTEDT)

Tropidoceras cf. *masseanum* (d'ORBIGNY)

Tropidoceras sp.

Acanthopleuroceras binotatum (OPPEL)

Acanthopleuroceras cf. *stahli* (OPPEL)

Acanthopleuroceras sp.

Androgynoceras henleyi (SOWERBY)

? *Androgynoceras*

Liparoceras striatum (REINECKE)

Becheiceras bechei (SOWERBY)

Coeloceras pettos (QUENSTEDT)

Partschiceras tenuistriatum (MENEHINI)

Uptonia jamesoni wurde im Anstehenden bis 48 m über dem Roten Unterliaskalk nachgewiesen. Die Gesamtmächtigkeit des unteren Mittellias bei Unter-Gumpen hat HÜCKEL nach der Verteilung der Fallstücke am Hang auf zirka 60 m geschätzt.

Das obere Pliensbachian ist belegt durch

Audaxlytoceras czizekii (GEMMELARO)

Arietoceras algovianum (OPPEL)

Arietoceras delcampanai (FUCINI)

Arietoceras cf. *bertrandi* KILIAN

Protogrammoceras cf. *bassanii* (FUCINI).

Außerdem erwähnt HÜCKEL noch

Partschiceras anonymum (HAAS)

Juraphyllites cf. *libertus* (GEMMELARO)

Harpophylloceras eximius (HAUER)

„*Nautilus*“ cf. *inornatus* (d'ORBIGNY)

Glossothyris aspasia (MENEHINI)

aus beiden Teilen des Mittellias.

Inoceramus ventricosus (SOWERBY) wurde vorwiegend in der *jamesoni*-Zone, aber auch zusammen mit *Arietoceras algovianum* gefunden, womit HÜCKEL zeigen konnte, daß diese Muschel auch im oberen Mittellias vorkommt.

Auf das obere Pliensbachian entfallen im Profil von Unter-Gumpen—Strahlkopf nach HÜCKEL mehr als 300 m.

Auch südwestlich vom Rothorn-Joch wurde in den Älteren Allgäu-Schichten oberer Mittellias durch

Arietoceras algovianum (OPPEL)

belegt.

Die Mächtigkeiten der Älteren Allgäu-Schichten nehmen von den niedrigen Werten im Schochental nach E rasch zu und erreichen am Dorfer Berg bei Elbigenalp 1000 m, am Häselgehr-Berg sogar mehr als 1100 m. Das sind die größten Mächtigkeiten der Älteren Allgäu-Schichten im Arbeitsgebiet und damit in den Nördlichen Kalkalpen überhaupt. Sie lassen sich keineswegs durch tektonische Anhäufung erklären; ruhig und ohne nennenswerte Spezialfalten ziehen die einzelnen Bänke im Nordflügel der Holzgauer Mulde von den Gipfeln bis ins Tal hinab.

Die gleiche ruhige Schichtlagerung besitzen die Allgäu-Schichten auch bei Bsclabs und in der Lermooser Mulde: Östlich vom Lech bis zum Brunnenkopf bei Namlos bildet im Nordflügel der Holzgauer Mulde noch Rhätoliaskalk, ganz im W auch Roter Unterliaskalk das Liegende der Älteren Allgäu-Schichten. Im Südflügel der Mulde werden sie dagegen von 10 bis 30 m weinroten Mergeln der oberen Kössener Schichten (Schattwalder Fazies) unterlagert, gut zu beobachten am Portig-Sattel bei Bsclabs.

Der Übergang aus den Kössener in die Allgäu-Schichten vollzieht sich dort wie folgt:

oben: Fleckenkalke der Allgäu-Schichten	
2—3 m braune, schwach kieselige, geflaserte Kalke	
2 m gelbe Mergel	
unten: 10 m weinrote Mergel	} der Schattwalder Schichten

Die Älteren Allgäu-Schichten bestehen aus einer monotonen Folge von mittelbankigen Fleckenkalken. Kieselige Bänke sind selten; nur im obersten Teil findet man Hornstein-Schnüre und -Beläge auf Schichtflächen, z. B. um den Gipfel der Bsclaber Kreuz-Spitze.

Im Nordflügel der Mulde schaltet sich — z. B. in der Nordwand der Elmer Kreuz-Spitze — ungefähr 200 m über der Basis der Älteren Allgäu-Schichten ein 7—10 m mächtiges, schlecht gebanktes Kalkband mit unregelmäßigen, fleischroten Partien ein, die graue Kalkgerölle bis zu 4 cm Durchmesser enthalten. In einem derartigen Konglomerat-Nest fand sich ein abgerolltes Bruchstück eines Arieten, vielleicht

Coroniceras sp.

aus aufgearbeitetem Unterlias. Der gleiche Rotherizont ist auch auf der Südwest-Seite der Elmer Roten Wand an der Straße Elmen—Bsclabs aufgeschlossen.

Dünnschliff: Rosafarbener, pelitischer Suturenkalk mit feinen roten Tönhäutchen. Enthält Echinodermen-Fragmente, Schalentrümmern von Mollusken, Foraminiferen und gut erhaltene Radiolarien. Die Mikrofazies, besonders der gute Erhaltungszustand der Fauna, ähnelt dem Roten Unterliaskalk.

Etwa in der Mitte der an der Elmer Kreuz-Spitze über 1000 m mächtigen Älteren Allgäu-Schichten liegen über einer endostratischen Geröll-Lage (Geröll-Durchmesser unter 2 cm) dickbankige, z. T. flaserig aufspaltende Kalke, die den Gipfel des Berges aufbauen und auf seiner Westflanke in drei einander benachbarten Felsrippen hervortreten. Sie dürften dem Stufenkalk entsprechen. An Fossilien haben sie

? *Arietoceras* und

Inoceramus sp.

geliefert.

Im Südgrat der Elmer Kreuz-Spitze fand sich in oberen Älteren Allgäu-Schichten dicht südlich HP 2430

Protogrammoceras sp.,

50 m südlich HP 2386

Protogrammoceras normanium (d'ORBIGNY) und

Protogrammoceras sp.

In der Lermooser Mulde werden die Allgäu-Schichten von Kössener Schichten unterlagert; nur westlich Wengle steht an der Autostraße Reutte—Ehrwald etwas Rhätoliaskalk an. Im Mulden-Südflügel sind die obersten Kössener Mergel karminrot. Die Grenze gegen die Allgäu-Schichten hat AMPFERER dort über der obersten roten Lage gezogen. Die tiefsten Allgäu-Schichten — dünnbankige, braungraue Kalke oder schmutzig braungraue, rauh anwitternde Mergel mit Glimmerschuppen — zeigen noch keine Flecken und sind von Kössener Schichten faziell kaum zu unterscheiden. Sie führen neben Schalentrümmern von Bivalen und Seeigel-

Stacheln auch Crinoiden, so *Petracrinus* sp. Auch schlecht erhaltene Brachiopoden (Rhynchonelliden und Terebratuliden) und ein Ichthyodorylith wurden gefunden. Im Dünnschliff erkennt man dazu reichlich calcitisierte Radiolarien.

Insgesamt sind die Älteren Allgäu-Schichten der Lermooser Mulde bei großen Mächtigkeiten besonders einförmig und sehr fossilarm. Die Fleckenkalke werden hin und wieder durch dünne Mergelschiefer-Pakete unterbrochen. Kieselige Partien sind sehr selten (man findet solche z. B. am Südgrat der Bleispitze), spätige Bänke scheinen überhaupt zu fehlen.

Indessen sind auf der Nordseite der Bleispitze und um den Gipfel des Gartnerjochs rote Bänder in die Fleckenkalke eingeschaltet, die schon AMPFERER auskartiert hat (Blatt Lechtal und Zirl-Nassereith 1 : 75.000). An der Bleispitze treten in einer kleinen Mulde zwei rote Lagen auf, von denen die stratigraphisch tiefere 5 m, die höhere 2 m mächtig ist. Die tiefere Lage ist konglomeratisch und verblaßt im Nordflügel der Mulde stellenweise. Sie wurde durch

Reynesoceras sp.

in den oberen Mittellias eingestuft. Im Mulden-Nordflügel fanden sich etwa 50 m darunter

Acanthopleuroceras cf. *maugenesti* (d'ORBIGNY)

aus dem unteren Mittellias und schlecht erhaltene Limiden, höchstens 10 m über dem oberen Rothorizont

Arietoceras algovianum (OPPEL)

Arietoceras sp.

aus dem oberen Mittellias.

2 Dünnschliffe: Grünlichgraue bis fleischrote Suturenkalke mit tiefroten Tönhäutchen; mm-große Kalkgerölle. Die Mikrofauna wird von calcitisierten Radiolarien und feinem Schalendetritus von Mollusken oder Brachiopoden beherrscht. Daneben kommen Foraminiferen, Schwammnadeln und etwas Echinodermen-Bruch vor.

Man darf vermuten, daß die Rothorizonte der Lermooser Mulde dem der Elmer Kreuz-Spitze stratigraphisch entsprechen. AMPFERER (in AMPFERER & OHNE-SORGE 1924, S. 30) und mit ihm MILLER (1963) haben darin irrtümlich einen oberen Horizont der Allgäu-Schichten vermutet.

3. Nördliche Vorarlberger Kalkalpen

Hierunter werden die Berge beiderseits des Großen Walsertales und im Quellengebiet der Bregenzer Ache verstanden. Die Allgäu-Schichten dieses Gebietes schließen sich faziell eng an die der Allgäuer Hauptmulde weiter im E an.

Im Liegenden der Allgäu-Schichten wechselt die Fazies in den nördlichen Vorarlberger Kalkalpen wiederholt. Um das Große Walsertal gehen die Fleckenkalke der Allgäu-Schichten meist aus der Kössener Fazies hervor, die sich in geringer Mächtigkeit noch einmal über dem von AMPFERER kartierten „Oberhätalkalk“ einschiebt. Sonst ist meist Roter Unterliaskalk ausgebildet, an dessen Stelle in der Gräshorn-Mulde einige Meter Echinodermen-Spatkalk oder -Feinbreccie treten (BENZINGER 1929, KALLIES 1961). Am Feuerstein sind die tiefsten 25 m der Älteren Allgäu-Schichten hornstein-

reich (vgl. AMPFERER 1931, S. 187). Auch sonst kommen kieselige oder spätige Bänke zuweilen vor.

Im Nordflügel der Mulde des Schadona-Passes schalten sich dicht über der Mitte der etwa 100 m mächtigen Älteren Allgäu-Schichten um 20 m mergelreichere Gesteine ein, die einen 2·90 m mächtigen Horizont aus weinroten, faserigen Mergelkalken mit gelblichen Bändern enthalten.

Im Dünnschliff erkennt man gelbgraue Kalkgerölle (Durchmesser 0·6—3·5 mm) und nicht näher bestimmbare Organodetritus in pelitischer Grundmasse.

Am Osthang des Grünen Gräshorns weichen die Angaben von KALLIES 1961 z. T. weit von eigenen Beobachtungen (Profil 21) ab, so daß sie nur unsicher parallelisiert werden können. Die tiefen Fleckenkalke bei KALLIES entsprechen den Älteren Allgäu-Schichten.

Am Kalkalpen-Nordrand werden die Älteren Allgäu-Schichten um das Steintobel bei Sonntag im Großen Walsertal und vor allem an der Blasenka sandig, was bereits BLUMENTHAL 1936 (S. 453) und D. RICHTER 1956 festgestellt haben.

Ein Dünnschliff (Phototafel 1, Fig. 3) eines dickbankigen, bräunlich anwitternden kalkigen Sandsteins vom Nordosthang der Blasenka zeigt Quarzkörner (100—250 μ) und kleine Gerölle aus pelitischem Kalk (bis 1·5 mm).

Westlich dieser Gegend, z. B. in der Schuppe des Hangenden Steins (Nordrahmen des Halbfensters von Nüziders), und ebenso weiter im E, vom Gräshorn an, wurden nirgends Quarzsand führende Gesteine in Älteren Allgäu-Schichten beobachtet.

Stratigraphisch beginnen die Älteren Allgäu-Schichten im Gebiet der Bregenzer Ache im obersten Unterlias oder im tiefsten Mittellias über Rotem Unterliaskalk. So fand SCHIDLOWSKI 1961 im Bereich der Ölberg-Mulde am Heiterberg bei Schröcken einerseits in den tiefsten Allgäu-Schichten einen Echioceraten, wohl

Gagaticeras sp.

Dem stehen andererseits aus dem Roten Unterliaskalk zwei vom gleichen Autor genannte Belemniten des unteren Pliensbachian gegenüber:

Holcoteuthis paxillosa paxillosa (LAMARCK)

Holcoteuthis paxillosa apicicurvata (BLAINVILLE).

die von Dr. H. SCHUMANN, Hamburg, bestimmt worden sind. Ihr Fundort ist leider nicht erwähnt.

Auch westlich des Körber Sees lieferten die Älteren Allgäu-Schichten 15 m über dem Roten Unterliaskalk einen Echioceraten, etwas höher

Inoceramus ventricosus (SOWERBY)

in mehreren Exemplaren. Bei der Treu-Alp westlich Schröcken zeigte ein Fallstück von

Paradasyceras cf. *planispira* (REYNÈS)

die *margaritatus*-Zone des oberen Mittellias an.

Umfangreiche Unter- und Mittelliasfaunen aus den Allgäu-Schichten bei Schröcken, die von Dr. S. FUSSENEGGER (Dornbirn) aufgesammelt worden sind, können mangels näherer Fundortangaben hier nicht ausgewertet werden.

In der Umgebung von Lech hat STENGEL-RUTKOWSKI 1960 die Allgäu-Schichten neu bearbeitet; wir folgen im wesentlichen seinen Ausführungen (die Ammonitenfunde wurden z. T. von K. HOFFMANN, Hannover, bestimmt). Hier setzen über Rotem Unterliaskalk mit

Psiloceras plicatum (QUENSTEDT)

Oxynoticeras sp.

Defossiceras cf. *defossum* (SIMPSON)

im Sinemurian die unteren Älteren Allgäu-Schichten ein, aus deren tiefstem Teil STENGEL von der Schwabwanne am Wösterhorn bei 1940 m über N. N. eine Echioceraten-Fauna aufgeführt hat. Bei einer Überprüfung stellte sich jedoch heraus, daß es sich bei dieser Fauna nicht um Echioceraten, sondern um Arietitiden handelt, und zwar um

Coroniceras (*Metophioceras*) cf. *aequivocum* (SCHRÖDER)

Coroniceras (*Metophioceras*) sp.

Arietitidae gen. et sp. indet.

Diese Fauna stammt aus 10 m festen, grauen, hell gelblich anwitternden Kalken mit Quarzgrand. Darüber folgen 8 m mergelige, gelb anwitternde, schmutzfarbene Plattenkalke, reich an Fukoiden und Inoceramentrümmern, mit

Uptonia jamesoni (SOWERBY)

Inoceramus ventricosus (SOWERBY)

Hastites sf. *junceus* (PHILLIPS)

Lima sp.

aus dem tiefsten Mittellias (*jamesoni*-Zone). Zum Hangenden werden die Mergelbänke fester, Kieselkalk- und Schiefer-Lagen schalten sich ein. Von verschiedenen Fundpunkten liegen aus diesem Niveau vor:

Acanthopleuroceras sp.

Liparoceras cf. *striatum* (REINECKE)

Androgynoceras cf. *capricornu* (SCHLOTHEIM)

Androgynoceras cf. *henleyi* (SOWERBY)

Prodactylioceras davoei (SOWERBY)

Mit diesen Formen sind die *ibex*- und die *davoei*-Zone des Pliensbachian belegt.

Etwa 30 m über dem Roten Unterliaskalk hat STENGEL die Grenze zwischen unterem und oberem Mittellias nach

Tropidoceras sp. und

Platypeuroceras sp. einerseits,

Fuciniceras ex gr. *bonarellii* (FUCINI) andererseits

gezogen. Das *Fuciniceras* ist jedoch zu schlecht erhalten, um auch nur eine sichere Gattungsbestimmung zu erlauben, und kann daher nicht zur Datierung dienen.

Der höhere Teil der unteren Älteren Allgäu-Schichten besteht aus dunklen Fleckenkalken und kieseligen Bänken, mit einer Fauna der *margaritatus*-Zone des oberen Mittellias:

Amaltheus margaritatus (MONTFORT)

Paltopeuroceras cf. *nitescens* (YOUNG & BIRD)

Arietoceras algovianum (OPPEL)

Protogrammoceras normanianum (d'ORBIGNY) var. *costicillata* FUCINI

Protogrammoceras cf. *celebratum* (FUCINI)

Protogrammoceras *curionii* (MENECHINI)

Protogrammoceras cf. *racecki* (HAAS)

Protogrammoceras *percostatum* (FUCINI)

Fuciniceras *hoffmanni* (GEMMELARO)

Fuciniceras cf. *volubile* (FUCINI)

Fuciniceras cf. *bonarellii* (FUCINI)

Inoceramus sp.

Modiola sp.

Belemniten.

Diese Schichten bilden im Gelände eine Steilstufe. Die Gesamtmächtigkeit der Unteren Älteren Allgäu-Schichten beträgt 80—100 m.

Stufenkalk ist sowohl südlich Warth als auch in der Schwabwanne ausgebildet. Er besteht aus mittel- bis dickbankigen, leicht kieselligen Kalken, die z. T. nur unvollkommen gebankt sind, und ist 15—20 m mächtig. An der Basis finden sich jeweils resedimentäre Konglomerat-Lagen (Gerölle bis zu 8 cm Durchmesser, schlecht gerundet).

Die oberen Älteren Allgäu-Schichten — in der Schwabwanne um 80 m — sind im tieferen Teil mergelig-kalkig, im höheren reich an Kieselgesteinen, in die auch spätige Lagen eingeschaltet sein können. In der mergeligen Partie fanden sich zirka 30 m über dem Stufenkalk

Pleuroceras cf. *spinatum* (BRUGUIÈRE)

Pleuroceras sp.

Fuciniceras sp.

Lima sp.,

die auch die oberste Zone des Mittellias belegen.

STENGEL-RUTKOWSKI hat mit Recht darauf hingewiesen, daß diese Abfolge der Älteren Allgäu-Schichten bei Lech bis in die Einzelheiten mit der in der Allgäuer Hauptmulde (JACOBSHAGEN 1958) übereinstimme.

Die Mächtigkeiten der Älteren Allgäu-Schichten nehmen in den nördlichen Vorarlberger Kalkalpen vom Nordrand nach S zu (Blasenska: mehr als 40 bis 50 m, Gräshorn: 60—70 m, nordwestlich der Hochkünzel-Spitze 20—30 m, Nordgrat der Höfer-Spitze bei Schröcken: 70 m einerseits; Feuerstein: 100—125 m, Umgebung von Lech: Gegen 200 m andererseits). Extrem hohe Werte bei Schröcken, die KOCH und STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 181, glaubten annehmen zu müssen, können nicht bestätigt werden.

4. Allgäuer Alpen

a) Berge westlich der Trettach

Allgäu-Schichten kommen hier im oberen Teil des Kleinen Walsertals und in der Allgäuer Hauptmulde vor.

In der Umgebung von Mittelberg lassen sich die Allgäu-Schichten entgegen SCHÜLER 1958 in der gleichen Weise wie südöstlich Oberstdorf gliedern. Die örtlichen Abweichungen sind unbedeutend; auffallend ist allerdings, daß solche zwischen den Profilen des Bärenkopfes und des Elferkopfes bestehen, obwohl beide nahe beieinander und in der gleichen tektonischen Einheit liegen.

Wie in der Gräshorn-Mulde weiter westlich liegen die Allgäu-Schichten auch am Bärenkopf (Profil 23) über 5—8 m Echinodermen-Spatkalken, die schon BENZINGER 1929 erwähnt hat. Diese Spatkalke enthalten im höheren Teil Bänke mit Belemniten-Trümmern und schlecht erhaltenen Arieten, z. B.

Coroniceras ex aff. *multicostatum* (SOWERBY)

Coroniceras sp.

? *Coroniceras*

? *Arietites*.

Die Älteren Allgäu-Schichten darüber bestehen aus etwa 110 m mittel-, selten dickbankigen Fleckenkalken und Kalken, in die sich in den oberen Partien des öfteren Hornsteinlagen einschalten.

Am Elferkopf beginnen die Allgäu-Schichten über Rotem Unterlias-kalk. Etwa 20 m über ihrer Basis fällt ein 6 m mächtiger Konglomerat-Horizont auf, dessen Gerölle bis 20 cm messen und aus mittelgrauen Trias-kalken, z. T. Lumachellen, bestehen; es dürfte sich um aufgearbeitetes Rhät handeln. Die Matrix dieses Konglomerates ist grünlich, grau oder schwarz und recht mergelig. Höher folgen graue Mergel bis Mergelkalke mit einer seitlich auskeilenden roten Lage, die auch SCHÜLER erwähnt hat. Die Masse der Älteren Allgäu-Schichten besteht aus den üblichen Gesteinen. 10—15 m unter ihrer Obergrenze schaltet sich ein zirka 1 m mächtiges Konglomerat mit Geröllen von Fleckenkalken (nach SCHÜLER auch aus Hauptdolomit und rhätischen Kalken) ein, das SCHÜLER irrtümlich ins Hangende der Manganschiefer an die Grenze Lias/Dogger gestellt hat.

Bei der Taufersberg-Alpe im Rappenalptal beschrieb HENKEL 1960 ein ähnliches Konglomerat in Älteren Allgäu-Schichten, das auch schon PONTOPPIDAN 1911 gekannt zu haben scheint. Es entwickelt sich horizontal und vertikal aus Fleckenkalken und enthält mm- bis cm-, selten faustgroße Gerölle aus Allgäu-Schichten, Rhätgesteinen und Hauptdolomit, rund oder eckig, dicht in einer mergeligen Matrix gepackt. Seine Mächtigkeit übersteigt 20 m. Es konnte nicht geklärt werden, ob dieses Konglomerat einem der beiden am Elferkopf stratigraphisch entspricht.

Im Gebiet von Hochkrumbach—Lechleiten und im Rappenalptal wurde kein Stufenkalk gefunden, so daß die Älteren Allgäu-Schichten — wie üblich Kalke und Mergelkalke mit oder ohne Flecken, daneben Kieselkalke, Hornsteine und selten spätige Bänke — nicht unterteilt werden können. Ihre Mächtigkeit schwilt von 400 m bei Lechleiten (HENKEL 1960, S. 18) auf etwa 1000 m am Linkerskopf an.

Im Himmelschrofen-Kamm fallen in den tiefsten Allgäu-Schichten sehr dunkle, den Kössener Schichten ähnliche Mergel auf, so am Segunt bei Einödsbach und am Schmalhorn (hier von D. BANNERT beobachtet). Diese Partie dürfte noch dem unteren Pliensbachian angehören, das nach SCHULZE 1905 (S. 10) in diesem Gebiet nur sehr schwach ist; SCHULZE hat nämlich am Einödsberg 8 m über der offenbar nicht gestörten Untergrenze der Allgäu-Schichten

Amaltheus margaritatus (MONTFORT)

gefunden.

Vom Linkerskopf über den Wildengund-Kopf nach NE kann wiederum — wenn auch nicht durchgehend — Stufenkalk ausgeschieden werden, der

wie immer im Liegenden von resedimentären Konglomeraten begleitet wird (zu beobachten am Fußweg östlich des Mußkopfs bei der Rappensee-Hütte oder am Schneeloch südlich Einödsbach).

Gegen die Hangendgrenze der Älteren Allgäu-Schichten werden die Mergel-Zwischenlagen häufiger und kündigen die Fazies der Mittleren Allgäu-Schichten an.

b) Berge zwischen Trettach und Osterach, Hornbachtal

Hier wurden die Allgäu-Schichten der Allgäuer Hauptmulde und des Hornbachtals schon von JACOB SHAGEN 1958 abgehandelt. Gewöhnlich beginnen sie in der üblichen Ausbildung über Rotem Unterliaskalk, der am Witzensprung im Sperrbachtal

Nannobelus ex aff. *alveolatus* (WERNER)

geliefert hat. Da die unteren Älteren Allgäu-Schichten im obersten Hornbachtal noch Echioceraten enthalten, dürfte die Grenze zwischen Roten Unterliaskalk und Allgäu-Schichten im Südteil der Allgäuer Hauptmulde, wie so oft, im obersten Sinemurian liegen. Nördlich vom Plattenkobel dagegen lieferte der Rote Unterliaskalk noch clavate Belemniten, so daß die Untergrenze der Älteren Allgäu-Schichten hier erst in den Mittellias fallen dürfte.

In der Umgebung des Edmund Probst-Hauses am Nebelhorn ist der Rote Unterliaskalk nicht als geschlossener Horizont ausgebildet; vielmehr schalten sich in die tiefsten Allgäu-Schichten mehrere, um 1 m mächtige rote Flaserkalk-Bänder ein, z. B. westlich vom Zeiger:

oben: Fleckenkalke der Allgäu-Schichten

1.5 m rote Flaserkalke

4 m Fleckenkalke

1.1 m rote Flaserkalke

6—8 m Fleckenkalke

unten: Kössener Mergel.

BODEN (1930, S. 274) deutete die tiefsten Fleckenkalke über den Kössener Schichten irrtümlich als tektonischen Einschub. Nördlich von Zeiger, am Seeköpf und am Großen Seekopf kommen je 2 Rotherizonte vor, die von 8—10 m Fleckenkalken getrennt werden (vgl. ROTHFLETZ 1902).

„Wenig über den roten Liaskalken“ hat M. RICHTER 1923 a, S. 166, in den tiefsten Allgäu-Schichten des Großen Seekopfs eine Breccie mit Belemniten-trümmern gefunden.

Am Schattenberg im Oytal und von der Nebelhorn-Daumen-Gruppe nach N entwickeln sich die Älteren Allgäu-Schichten aus Kössener Schichten. Die Fleckenmergel-Fazies reicht hier tiefer in den Unterlias herab, wie ein großes

Coroniceras (*Coroniceras*) cf. *rotiforme* (SOWERBY)

im Schutt der Rinne bei „Adlerwand“ im unteren Oytal zeigt.

Im unteren Retterschwangtal an der Bsonderach fand D. RICHTER (1954 a und 1963, S. 87) zwischen Kössener und Allgäu-Schichten um 10 m Spatkalke mit

Arietites geometricus (SOWERBY),

die man den Arieten-Spatkalken des Kleinen Walsertals (S. 29) an die Seite stellen kann. Etwas weiter im Süden schieben sich solche Spatkalke zwischen Roten Unterliaskalk und Fleckenkalke ein.

Im nördlichen Teil und im Kern des als Allgäuer Hauptmulde bezeichneten Synklinoriums (Tektonik vgl. JACOBSHAGEN 1961), in den Bergen nördlich des Oytals sowie im unteren Hornbachtal kommt kein Stufenkalk vor. Es sei dahingestellt, ob ein resedimentäres Konglomerat (Gerölldurchmesser um 1 cm) auf der Südost-Seite des Hüttenkopfes beim Edmund Probst-Haus den Konglomeraten unter dem Stufenkalk gleichzusetzen ist. Im übrigen werden die Fleckenkalke dieses Gebietes nur von Kieselkalken oder mergeligen Partien (z. B. am Schattenberg) unterbrochen. FRANKS Angaben (1934) über Sandsteine „zwischen Spielmannsau und Kemptner Hütte (z. B. kurz nach ‚am hinteren Ort‘) ...“ hielten einer sorgfältigen Überprüfung im Gelände nicht stand.

Hier sei noch erwähnt, daß sich die von KOCKEL 1953 irrtümlich als „obere Abteilung des Fleckenmergels“ angesprochenen Fleckenkalke im Hornbachtal überall als Ältere Allgäu-Schichten erwiesen haben (JACOBSHAGEN 1958).

Aus den ungeteilten Älteren Allgäu-Schichten der südöstlichen Allgäuer Alpen stammen

Uptonia jamesoni (SOWERBY)
Fucinicer as meneghinianum HAAS
Arieticer as reynesi FUCINI
Arieticer as geyeri DEL CAMPANA
Arieticer as cf. fucinii DEL CAMPANA

(Fundorte bei JACOBSHAGEN 1958). Wie SCHULZE 1905 (S. 10) gezeigt hat, entfallen bei der Giebel-Alpe am Kegeikopf höchstens 10 m auf den unteren Mittellias. Das wäre nur etwa ein Zehntel der Mächtigkeit, die die Älteren Allgäu-Schichten an dieser Stelle aufweisen.

Im Hintersteiner Fenster, das D. RICHTER 1961 der Jochschrofen-Schuppe zuweist, fanden sich die Älteren Allgäu-Schichten der Finsteren Rinne (eine Rinne weiter nördlich, als in den amtlichen Karten so bezeichnet)

Protogrammoceras sp.
Protogrammoceras oder *Fucinicer as*
Lipamoceratidae gen. et sp. indet.

Der zweitgenannte Ammonit (bestimmt von Herrn Dr. K. HOFFMANN, Hannover) datiert die obersten 10—20 m der Älteren Allgäu-Schichten. Am Gernkopf im Retterschwangtal haben nach D. RICHTER (1954 a und 1963, S. 87) harte Fleckenkalke im Hangenden von Kössener Schichten unter anderem

Amaltheus margaritatus (MONTFORT)
Pleurocer as spinatum (BRUGUIERE)
Arieticer as algovianum (OPPEL)
Protogrammoceras kurrianum (OPPEL)
Inoceramus ventricosus (SOWERBY)

aus dem Mittellias geliefert.

Im südlichen Teil der Allgäuer Hauptmulde, von der Linie Sperrbach-Mündung—Älpele-Sattel—Himmeleck an, und im oberen Hornbachtal bis Hinterhornbach abwärts werden untere und obere Ältere Allgäu-Schichten durch Stufenkalk voneinander getrennt.

In den unteren Älteren Allgäu-Schichten pflegen bei etwa zwei Dritteln der Mächtigkeit bis über 1 m dicke Kieselkalkbänke aufzutreten, die bei

mäßigen Aufschlüssen mit dem Stufenkalk verwechselt werden können, z. B. um das Karlestal bei Hinterhornbach. Darüber folgt eine mergelreiche Partie, deren Schutt bisweilen Mittlere Allgäu-Schichten vortäuscht; in unbewachsenem Gelände erkennt man jedoch, daß es sich nur um eine Wechsellagerung von Fleckenkalken und Mergelschiefen handelt. Auch HAMANN 1956 hat diese Schichten besonders erwähnt.

Die Fauna der unteren Älteren Allgäu-Schichten besteht hier aus

? *Echioceras*

Prodactylioceras davoei (SOWERBY)

Inoceramus ventricosus (SOWERBY)

Amaltheus margaritatus (MONTFORT)

Die Fundorte entnehme man JACOBSHAGEN 1958.

Dicht unter dem Stufenkalk findet man konglomeratische Bänke, deren Gerölle — bis 5 cm im Durchmesser — ausschließlich aus Kalken der Allgäu-Schichten bestehen und meist vereinzelt in der kalkigen Matrix liegen. Der Stufenkalk selbst besteht unter anderem aus 20 m undeutlich dickbankigen oder bankungslosen, etwas kieseligen grauen Kalken mit bräunlichem Anflug.

Dünnschliff: Grobpetitischer Kalk; darin häufig Kieselschwammnadeln, seltener Radiolarien, beide karbonatisiert.

Der Stufenkalk neigt zur Verkarstung und fällt im Gelände zuweilen durch gelbliche Anwitterung, vor allem aber morphologisch in kleinen Rippen oder durchlaufenden Steilstufen auf, die den großen Faltenbau sehr augenfällig nachzeichnen. Gegen E verliert er an Mächtigkeit (nördlich des Vorderen Wilden nur noch 5 m) und geht schließlich seitlich in gebankte Fleckenkalke über.

In den oberen Älteren Allgäu-Schichten sind dichte Kalke ohne Flecken häufig, die im frischen Bruch graue, ins Bräunliche gehende Farben zeigen und hellgelbgrau, zuweilen mit blaß grünlichem Anflug anwittern. Karrenbildung ist in ihnen verbreitet. Auch dickere Pakete von Hornsteinkalken kommen hier vor.

Im höheren Teil der oberen Älteren Allgäu-Schichten fällt vor der Überschiebung des Allgäuer Hauptkamms (Kratzer, Fürschießer, March) ein konglomeratischer Horizont auf, dessen Gerölle 6 cm Durchmesser haben können und aus Hauptdolomit, grauen Obertriaskalken, Rotem Unterliaskalk und Fleckenkalken bestehen. Dieses Konglomerat erwähnte schon M. RICHTER 1923 a, S. 166, stellte es aber irrtümlich in den unteren Dogger (seine Lage über den Manganschiefern ist am Fürschießer und am Kratzer tektonisch bedingt). Die Fazies der Mittleren Allgäu-Schichten wird in den obersten Dekametern der Älteren Allgäu-Schichten meist durch zunehmende Mergelschieferlagen angekündigt.

Aus den oberen Älteren Allgäu-Schichten wurden aufgesammelt (Fundorte bei JACOBSHAGEN 1958):

Amaltheus margaritatus (MONTFORT)

Pleuroceras spinatum (BRUGUIÈRE)

Arietoceras algovianum (OPPEL)

Arietoceras bertrandi KILLIAN

Arieticerias aff. *lottii* GEMMELARO

Canavaria sp.

Besonders genannt sei eine neu entdeckte Fauna vom Bettlergrat am Kreuz-eck bei 2160 m über N.N. mit

Pleuroceras sp.

Pleuroceras oder *Canavaria*

Canavaria haugi GEMMELARO

Canavaria gregalis FUCINI

Canavaria peloritana FUCINI

Canavaria sp.

Arieticerias cf. *delcampanai* (FUCINI)

? *Fucinicerias*

Inoceramus sp.

In dieser Fauna wiegen die vor allem aus dem sizilianischen Mittellias bekannten Canavarien weit vor (insgesamt 20 Exemplare). Da dieses Material nicht entfernt zu einer paläontologischen Revision der Arten von *Canavaria* ausreicht, wurde die Arten-Aufteilung von FUCINI 1920—1935 übernommen, soweit diese nicht nach seinen eigenen Beschreibungen und Tafeln nachweislich ins Subjektive geht. Die angeführte *C. gregalis* unterscheidet sich z. B. von *C. haugi* nicht durch die Zahl der Rippen, sondern nur durch eine leichte Biegung der Rippen im umbilikalen Teil; es dürfte sich höchstens um eine Unterart von *C. haugi* handeln. *C. rosenbergi* FUCINI kann keinesfalls von *C. haugi* GEMMELARO abgetrennt werden, da die Nabelweiten beider Formen nach den Originalphotos bei FUCINI nicht voneinander abweichen, wie FUCINI ohne Maßangaben gemeint hatte. *C. peloritana* hat eine etwas geringere Rippenzahl pro Windung (24—27) als *C. haugi* (um 30).

Ein Vergleich der Faunen aus den unteren und den oberen Älteren Allgäu-Schichten ergibt, daß *Amaltheus margaritatus* (MONTFORT) in beiden enthalten ist. Somit gehört der Stufenkalk noch in die *margaritatus*-Zone des Mittellias.

Die Mächtigkeiten sind im S am größten. Am Rauheck—Kreuzeck-Kamm schwellen die oberen Älteren Allgäu-Schichten auf 400 m die unteren auf 600 m an; von den letzteren entfallen höchstens 100 m auf den unteren Mittellias. Dem stehen im N auffallend geringe Werte gegenüber (Höfats-Nordwestgrat westlich vom Kluppenkopf: 45 m, Schattenberg: mindestens 50 m, Zeiger: 50—70 m, Plattenkobel: 40 m). Im Grat vom Rauheck zur Höfats kann man diese rasche und gleichwohl kontinuierliche Mächtigkeitsabnahme schrittweise verfolgen. Auch gegen NE und E nehmen die Mächtigkeiten sehr rasch ab (am Kanzberg über der Drähütten-Alpe messen die gesamten Älteren Allgäu-Schichten nur noch 400 m).

c) Berge zwischen Osterach und Tannheimer Tal

Wir folgen zunächst der Allgäuer Hauptmulde nach NE. Für den Bereich des Stierbach-Tales und der Luitpold-Zone werden neben eigenen Beobachtungen auch solche von HAMANN 1956 genannt.

Die Fleckenkalk-Fazies der Älteren Allgäu-Schichten entwickelt sich hier aus Rotem Unterliaskalk über bräunliche Kalke, gut zu beobachten am Südgrat des Kugelhorns. Im Nordhang des Glasfelder Kopfes hat HAMANN 1956 im tiefsten Teil der Älteren Allgäu-Schichten „rote Fahnen mergeliger Kalke und auch konglomeratistische Ausbildung ...“ festgestellt. Stufenkalk ist nirgends ausgebildet.

Am Bärgründele sollten nach D. RICHTER 1958 Lias und Dogger in einer Hierlatzkalk-ähnlichen Fazies als rote Schwellen-Sedimente ausgebildet und höchstens 25 m mächtig sein. Wie schon früher ausgeführt (JACOBSSHAGEN 1958), gibt es weder Anlaß noch Anhaltspunkte für diese Auffassung. Die fraglichen Gesteine entsprechen faziell bis in alle Einzelheiten dem Roten Unterliaskalk der Umgebung und werden auch von Allgäu-Schichten überlagert. Die Mächtigkeitsverteilung der Allgäu-Schichten in der näheren Umgebung spricht ebenfalls gegen D. RICHTERS Ansicht.

Die Mächtigkeiten nehmen nach NE zunächst ab (Laufbichel-Alpe am Giebel: 95 m, Jubiläumsweg östlich Lärchwand: 50 m, Südgrat des Kugelhorns: 20—25 m) und steigen dann gegen das Tannheimer Tal wieder an (Blässe, östlich vom Vilsalp-See: 115 m). Am Kugelhorn fällt besonders auf, daß der untere Mittellias nach Funden von

Androgynoceras sp.

? *Androgynoceras*

noch in die obere Hälfte des Profils 26 reicht, während er sonst stets nur einen Bruchteil der Gesamtmächtigkeit ausmacht.

Auch in der Jochschrofen-Schuppe sind die Älteren Allgäu-Schichten zwischen Oberjoch- und Pfronten-Steinach nur geringmächtig. Am Nordhang des Iselers schließt der Ellesbach ein Profil durch eine Mulde aus Allgäu-Schichten auf, in deren Nordflügel die ältere Abteilung aus etwa 30 m mittelbankigen Fleckenkalken besteht, während ihre Mächtigkeit im Südflügel auf 40 m anschwillt (hier schieben sich in den höheren Partien Mergel-Zwischenlagen ein). Im Bäckbach (bei KUCKELKORN 1960 „oberer Egg-Bach“) bestehen die Älteren Allgäu-Schichten ebenso wie der Oberlias aus einer Wechsellagerung von dünnbankigen Fleckenkalken und schmutzig grüngrauen Mergelschiefern in 1—2 dm dicken Lagen. Nach Fossilfunden von KUCKELKORN 1960 gehören nur die tiefsten 30 m dieser Gesteine in den Mittellias. Da aber bereits dicht über der Grenze zwischen Kössener und Allgäu-Schichten

Fucineras lavinianum (MENECHINI)

genannt wird, dürfte das Profil kaum ungestört sein.

Noch weiter nördlich, im Falkenstein-Zug, kommen zwischen Hindelang und Pfronten keine Allgäu-Schichten vor. Der untere Jura transgrediert hier über verkarstetem Hauptdolomit und ist durch Hierlatzkalk, roten Lias-Knollenkalk oder Lias-Kieselkalk in geringen Mächtigkeiten vertreten (CUSTODIS & SCHMIDT-THOMÉ 1939). Davon ist nur der Hierlatzkalk am Steinköpf bei Hindelang durch eine Unterlias-Fauna biochronologisch verankert (BOESE 1892); angesichts der von CUSTODIS & SCHMIDT-THOMÉ genannten Mächtigkeiten zwischen 20 und 80 m wäre allerdings in Erwägung zu ziehen, ob nicht stellenweise auch höherer Lias darin enthalten ist. Eine Überprüfung scheint umso notwendiger, als REUM 1960 einige kleine Vorkommen von vermeintlichem Hierlatzkalk südöstlich von Jungholz durch Tintinninen-Funde sogar ins Tithon eingestuft hat, war aber im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich.

d) Vilser Alpen

Seit BEYRICH und OPPEL sind die Allgäu-Schichten der Vilser Alpen wegen ihrer reichhaltigen liassischen Cephalopodenfunde bekannt. ZITTEL 1868, ROTHPLETZ 1886/87 und REISER 1920 haben die Aufsammlungen

fortgesetzt. REISER fand dabei die ersten Ansätze zur Gliederung. Diese zu gewinnen, ist in den Vilser Alpen wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse und intensiver Spezialtektonik besonders schwierig, obwohl Fossilien viel häufiger vorkommen als in anderen Teilen des Arbeitsgebietes. Erst W. BESLER (1956, 1959) hat durch umfangreiche Fossiltaufsammlungen aus dem Anstehenden und ihre Bearbeitung den Grund zu einer durchgreifenden stratigraphischen Gliederung gelegt; einige paläontologische Unstimmigkeiten seiner Arbeit fallen demgegenüber nicht ins Gewicht. Ein von WISSNER 1958 in Unkenntnis der BESLERSchen Arbeit beschriebenes Profil von Kienzerlebach bei Tannheim brachte keine darüber hinausgehenden Ergebnisse. Eine sichere lithologische Unterteilung der Allgäu-Schichten in seinem Gebiet blieb BESLER aus den genannten Schwierigkeiten zwar versagt. Sie läßt sich aber nunmehr dank seiner Fossilfunde mit Sicherheit aus den benachbarten Kalkalpen-Bereichen übertragen.

Der ganz überwiegende Teil der BESLERSchen Faunen stammt aus dem unteren und dem mittleren Lias. Neuebegehungen eines Teils seiner Profile gemeinsam mit Herrn Dr. W. ZACHER (München) zeigten denn auch, daß im Tannheimer Tal vornehmlich die recht mächtigen und verwitterungsbeständigen Gesteine der Älteren Allgäu-Schichten aufgeschlossen sind. Ihre Abfolge wird nachstehend beschrieben. Die Zusammensetzung der Faunen entnehme man BESLER 1959; es würde hier zu weit führen, sie einzeln aufzuführen.

Der Unterlias beginnt mit einer Wechsellagerung von dunkelblaugrauen, mittelbankigen Kalken mit oder ohne Flecken und 1–10 dm mächtigen Mergelpaketen, die BESLER als „Manganmergel“ bezeichnet hat, wenn sie etwas dunkler werden (mit der oberliassischen Manganschiefer-Fazies haben sie keine Ähnlichkeit). Im tiefsten Teil fand KUCKELKORN 1960

Schlotheimia cf. *angulata* (SCHLOTHEIM).

Höher treten Arieten, bankweise gehäuft, auf („Arietenbänke“ nach BESLER; vgl. auch REISER 1920). Im oberen Sinemurian schließen sich die Kalke stellenweise fester zusammen.

Der untere Mittellias besteht aus mittelbankigen, blaugrauen Kalken mit großen Flecken. Mergelkalke und dünne Zwischenlagen von Mergelschiefen sind nicht selten.

Im unteren Pliensbachian unterschied BESLER auf der Nordseite des Tannheimer Tals einen *jamesoni-fimbriatum*- und einen *capricornu*-Horizont, denen im Kienzerle-Bach und auf der Südseite des Tales ein *Acanthopleuroceras*-Horizont entsprechen soll. Der Neufund eines *Acanthopleuroceras* sp. im Steinabach zeigt indessen, daß auf diese kurze Entfernung faunistisch verschiedene Bezirke nicht gegen einander abgegrenzt werden können. Tektonische Hypothesen, die BESLER auf diese Faunenunterschiede aufbaut, kann man daher nicht für ausreichend begründet halten.

In den unteren Mittellias gehören ferner lithologisch gleichartige Schichten, die BESLER als „*cornucopiae*-Zone“ ausgeschieden und in den unteren Oberlias gestellt hat. Eine Durchsicht der BESLER'schen Leitformen ergab nämlich, daß es sich nicht um *Lythoceras cornucopiae* (YOUNG & BIRD) handelt, sondern um

Lythoceras fimbriatum (SOWERBY) bzw.
Lythoceras sp.

Zu dieser Neubestimmung paßt nun auch die von BESLER selbst genannte Begleitfauna aus folgenden Ammoniten, die ebenfalls nur in den unteren Mittellias gestellt werden kann:

- Liparoceras striatum* (REINECKE)
- Microderoceras* cf. *héberti* (OPPEL)
- Tropidoceras* aff. *calliplocum* (GEMMELARO)
- Juraphyllites* cf. *nardii* (MENEHINI)
- Juraphyllites libertus* (GEMMELARO)
- Phylloceras* aff. *geyeri* BONARELLI
- Phylloceras* sp.

Liparoceras striatum liegt neben einem Coeloceraten im gleichen Stück, den BESLER als „*Coeloceras crassum* PHILL.“ bestimmt hatte (S. 414). Nabelweite und Berippungstyp dieses Ammoniten stimmen auch mit *Catacoeloceras crassum* (YOUNG & BIRD) überein. Seinem Querschnitt nach muß er jedoch als *Coeloderoceras ponticum* (PIA) aus der jamesoni-Zone des unteren Pliensbachian bestimmt werden.

- Rhopalobelus ventroplanus* (VOLTZ)
- Inoceramus* cf. „*falgeri* MER.“
- Inoceramus* cf. *nobilis* MÜNSTER
- Inoceramus substriatus* GOLDFUSS

runden vollends das Bild einer Fauna aus dem tiefen Mittellias ab.

Ins obere Pliensbachian gehören dunkle Fleckenkalke mit *Amaltheus margaritatus* (MONTFORT) und *Arieticeraten*.

Bei der Neubegabung fand sich darin am unteren Gröbenbach bei Nesselwängle

- Arieticerat* cf. *fucini* (DEL CAMPANA)
- Arieticerat* cf. *retrorsicosta* (OPPEL)

in Blöcken aus einer frisch gesprengten Forststraße.

Besonders im Kienzerle-Bach hat BESLER wiederholt *Acanthopleuroceras*-Arten zusammen mit *Arieticerat* und *Amaltheus* genannt. Da das BESLERSche Material zur Zeit noch nicht voll zugänglich ist, sei hier nur bemerkt, daß jedenfalls einige seiner *Acanthopleuroceraten* der in den Nordalpen kaum beachteten Gattung

- Canavaria* GEMMELARO 1886,

aus dem oberen Mittellias angehören. Es würde sich lohnen, die paläontologischen und chronologischen Beziehungen zwischen *Acanthopleuroceras*, *Canavaria* und *Arieticerat* im mediterranen Jura zu untersuchen.

Im Kienzerle-Bach enthalten diese Schichten eine grobsandig-feinkonglomeratistische Lage. Die Gerölle — nach WISSNER 1958 5—15 mm groß — enthalten Hauptdolomit, Rhät und Jura-Gesteine, wie man aus BESLERS Beschreibung schließen muß. Ihrer stratigraphischen Lage nach sind sie noch älter als die Konglomerate unter dem Stufenkalk.

Über den dunklen Fleckenkalken folgen im Steinabach und im Wieslerbach plattige, mittelbankige Fleckenkalke und blaugraue Kieselkalke, die oft feingebändert sind und gelbbraun anwittern.

- Amaltheus margaritatus* (MONTFORT)
- Phylloceras* ex aff. *capitanei* (CATULLO)
- Belemnites* sp.

Im Wieslerbach — zwischen 1360 m und 1450 m über N.N. — werden diese Kieselkalke über 100 m mächtig. Es ist anzunehmen, daß auch die *spinatum*-Zone in ihnen enthalten ist, die aber im Tannheimer Tal bislang nicht fossilbelegt ist. Höher fehlt es an Aufschlüssen. Eine auffällige Hangverflachung ist man geneigt, den Mittleren Allgäu-Schichten zuzuschreiben.

Nördlich vom Einstein läßt sich nach BESLERS Beschreibung die gleiche Abfolge der Älteren Allgäu-Schichten feststellen wie im Tannheimer Tal. Hier traten unter den mergeligen, fossilreichen Arieten-Schichten noch 40—60 m Spongien-Schiefer, noch tiefer örtlich 20 m dickbankige, hell blaugraue Kalke (über den rhätischen Schattwalder Schichten im Kotbach) auf.

REISER 1920 (S. 110) hat am Magnusacker nördlich vom Aggenstein als älteste Lias-Ammoniten

Schlotheimia angulata (SCHLOTHEIM) und

Schlotheimia cf. *marmorea* (OPPEL)

angegeben. Wenn diese Stücke auch nicht horizontiert aufgesammelt worden sind, so dürften sie doch aus den Spongienschiefern stammen, die faziell und altersmäßig mit dem Lias-Kieselkalk der Ammergau-Berge (S. 39) verglichen werden können.

Derzeit sind am Magnusacker keine Spongienschiefer aufgeschlossen. Über roten Schattwalder Mergeln (an der Bergstation des Skilifts) folgen zunächst 1—2 m mittelbankige Ostreen-Kalke, mit Mergellagen wechselnd, von Kössener Gepräge; dann um 5 m Echinodermen-Spatkalke mit radial berippte Muscheln (nicht bestimmbar). Die folgenden 5 m sind mit Ausnahme einiger Kalkbänke (z. T. mit Flecken) nicht aufgeschlossen. Hier dürften REISERS Spongienschiefer zu suchen sein. Als nächsthöheres Schichtglied sind an der Abzweigung des Weges zum Aggenstein von dem zur Ostler-Hütte die altbekannten Arieten-Bänke aufgeschlossen, in denen neben unbestimmbaren Arietitiden und kleinen Brachiopoden

Arietites (Agassicerias) sp. juv.

aus dem höheren Teil der bucklandi-Zone des Sinemurian gefunden wurde. Die Arieten-Bänke unterscheiden sich petrographisch nicht von den hangenden Fleckenkalen der Älteren Allgäu-Schichten.

Die *margaritatus*-Zone zeichnet sich auch nördlich vom Einstein sowohl durch Konglomerat-Lagen mit Obertrias-Geröllen als auch durch Hornsteinbänke aus.

Die Mächtigkeiten der Älteren Allgäu-Schichten sind im Tannheimer Tal und um den Einstein nur unsicher zu schätzen. Nach BESLERS Angaben kommt man auf Werte zwischen 200 und 300 m, die jedenfalls in der Größenordnung zutreffen dürften. Davon entfallen allein 100 m auf den Unterlias, 50—100 m auf den unteren Mittellias. Das sind erstaunlich hohe Werte, wenn man sie mit denen gleichaltriger Sedimente im übrigen Arbeitsgebiet vergleicht. Schon REISER 1920 hat dies hervorgehoben, wenn auch seine Mächtigkeitsangaben zu hoch liegen.

In einem schmalen Streifen vom Aggenstein über den Roten Stein bei Vils bis in die Rote Wand beim Weißhaus südlich Füssen — am Nordrand der Lechtaldecke früherer Auffassung — sind Lias und Dogger in der Fazies roter oder heller Brachiopoden- oder Crinoidenkalke ausgebildet. Den biostratigraphischen Nachweis hat ROTHPLETZ 1886/87 erbracht. Die Mächtigkeiten dieser Schwellensedimente sind meist gering; die Äquivalente des Hierlatzkalkes können allerdings nach ROTHPLETZ bis 100 m mächtig werden.

REIS 1931 hatte an der Roten Wand in roten Kalkpsephiten an Stelle von Hierlatzkalk sogar Cenoman sehen wollen, was aber von BORNHORST 1958 zurückgewiesen worden ist.

5. Hohenschwangauer und westliche Ammergauer Alpen

Allgäu-Schichten treten hier in der Ammer-Mulde und in dem von H. REUM 1960 als Schwansee-Zone bezeichneten Jungschichten-Gebiet südlich von Falkensteinzug und Höllen-Zone auf, das von Anhängern der Deckenlehre der Allgäu-Decke zugerechnet wird. Die wenigen isolierten Vorkommen in der Benna-Zone sind sehr klein und tektonisch stark geflasert; sie erlaubten keine näheren stratigraphischen Aussagen.

In der eng gefalteten und verschuppten Schwansee-Zone fehlt es an durchlaufenden Jura-Profilen. Detailtektonik und hochgradige Durchbewegung der Gesteine erschweren obendrein die lithostratigraphische Diagnose innerhalb der nur hin und wieder aufgeschlossenen Allgäu-Schichten. Da sie jedoch — ebenso wie in den Vilser Alpen — verhältnismäßig häufig Fossilien enthalten (größere Faunen wurden vor allem von BOESE 1894 beschrieben), lassen sich die genannten Schwierigkeiten zum Teil überbrücken.

Die Älteren Allgäu-Schichten der Schwansee-Zone wurden nur in zwei Bachprofilen begangen: Im oberen Teil des Klammgrabens (nördlich vom Schönleiten-Schrofen) hatte BOESE (1893, 1894) unterliassische Ammoniten und Brachiopoden gefunden:

Arietites bucklandi (SOWERBY)

Promicroceras cf. *planicosta* (SOWERBY)

Oxynticeras (*Gleviceras*) *rigidum* (PIA)

Echioceras raricostatum (ZIETEN)

„*Terebratula*“ *nimbata* OPPEL

„*Rhynchonella*“ *plicatissima* QUENSTEDT

Diese Fauna umfaßt das gesamte Sinemurian (nicht Hettangian, wie KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931 irrtümlich meinten).

Heute sind diese Aufschlüsse im oberen Klammgraben ganz unzureichend, was auch schon KOCKEL, RICHTER & STEINMANN feststellen mußten. Nur Rollstücke von ockergelb anwitternden Fleckenkalken mit unbestimmbaren Echioceraten geben einen Hinweis auf die petrographische Beschaffenheit dieser Schichten. Bänke gleicher Beschaffenheit wechseln im Bachbett bei 1320 m über N.N. mit 1 dm-Lagen dunkler Mergelschiefer. Das gleiche Aussehen haben auch die höchsten Älteren Allgäu-Schichten direkt unter den Mittleren Allgäu-Schichten, die bei 1160 m anstehen.

Im nördlichen Ast des Wütenden Grabens, südöstlich der Hornburg, trifft man, wie von KOCKEL, RICHTER & STEINMANN beschrieben, oberhalb der Wildbach-Verbauung bei 1080 m Höhe auf dunkelgraue, geschieferte Mergel mit Glimmerblättchen, wechsellagernd mit mittelbankigen Kalken und Mergelkalken ohne Flecken. Höher schalten sich auch 1 dm-bankige Fleckenkalke ein. Diese Schichten reichen bis 1160 m herauf, wo sie an Mittlere Allgäu-Schichten grenzen. Aus ihrem oberen Teil dürfte ein Fallstück von

Arietoceras ex aff. *algovianum* (OPPEL)

stammen. KOCKEL, RICHTER & STEINMANN gaben „aus dem liegendsten Teil dieser Fleckenmergel“ anstehend

Amaltheus margaritatus (MONTFORT)

an, und BOESE 1894 fand im gleichen Graben

Pleuroceras spinatum (BRUGUIÈRE).

Es handelt sich hier also um oberes Pliensbachian.

Gemessen an diesen beiden Bachprofilen gewinnt man den Eindruck, daß die Älteren Allgäu-Schichten der Schwansee-Zone offenbar etwas mergeliger sind als gewöhnlich. Der Gesamthabitus fällt indessen nicht aus der gewohnten Variationsbreite heraus.

In dem flachen Waldgelände zwischen Lech und Schwansee waren an wenigen isolierten Aufschlüssen der Allgäu-Schichten keine stratigraphischen Ergebnisse zu erzielen. ROTHPLETZ 1886/87 hat aber schon in hellen Kalken nordwestlich HP 856 eine mittelliassische Brachiopodenfauna gefunden. Somit greift also die Vilser Kalk-Fazies auch auf die Schwansee-Zone über (vgl. S. 88).

In der Schwansee-Zone lag auch der klassische Fundpunkt „Im Klamm“, von dem SCHAFFHÜTL 1847 (S. 803 ff.) erstmalig seine „Amaltheen-Fleckenmergel“ nach dem reichen Vorkommen der namensgebenden Ammoniten beschrieben hat. Daß es sich dabei tatsächlich um die noch heute auf den bayrischen Karten so genannte Stelle an der Mündung des Roßstallblöße-Grabens in den Lobentaler Bach, südlich der Reiselsberger Hütte, handelt, geht aus SCHAFFHÜTLs Angaben an Hand seiner Karte unmißverständlich hervor. SÖHLE 1898, der die Lokalität nach dem Fundpunkt vergebens abgesucht hat, sowie KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931 und REICHELT 1954 haben auf ihren geologischen Karten dort keine Allgäu-Schichten, sondern nur Gehängeschutt eingetragen. Offenbar ist der Fundpunkt seit langem vermurt. Keinesfalls kann man ihn mit KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931 (S. 57/58) in dem weiter südwestlich gelegenen Klammgraben suchen.

In der Ammer-Mulde wurden die Allgäu-Schichten nur am Westende untersucht. Am Westrande des Kessels bei der Kenzenhütte (Profil 29) liegen über dem Rhätoliaskalk die von KOCKEL, RICHTER & STEINMANN beschriebenen Liaskieselkalke, welche sich von der Fleckenmergel-Fazies nur graduell durch einen höheren Kieselsäuregehalt unterscheiden.

Dünnschliff: Feinfleckiger Kalkpelit, reich an karbonatisierten Schwammnadeln, die die Kieselsäure geliefert haben. Das sedimentäre Parallelgefüge ist weitgehend zerstört, wohl durch die Wühlätigkeit von Organismen.

In der Mitte der 30 m mächtigen Liaskieselkalke fand sich

Schlotheimia marmorea (OPPEL)

aus dem oberen Hettangien.

Im Hangenden der Liaskieselkalke folgt eine Linse von Hierlatzkalk, die nach SÖHLE am Kessel-Joch

Pentacrinus tuberculatus MILLER und

Cidaris cf. *arietis* QUENSTEDT

aus dem Unterlias geliefert hat. KOCKEL, RICHTER & STEINMANN hatten diesen Hierlatzkalk mit Vorbehalt in den Lias beta oder gamma gestellt, wofür es aber keine triftigen Argumente gibt. Der tiefe Mittellias liegt bereits im Fleckenmergelfazies vor (siehe unten).

Dann setzen Fleckenkalke ein, die man nach ihrem Habitus ohne Zögern als Ältere Allgäu-Schichten bezeichnen wird. Ein Fund von

Arietoceras cf. *bertrandi* KILIAN

aus dem oberen Mittellias bestätigt dies. SÖHLE fand in den Allgäu-Schichten

südlich der Hasental-Alpe nach der Neubestimmung von SCHRÖDER 1927/28

Epideroceras steinmanni (HUG)

aus dem Grenzbereich zwischen Unter- und Mittellias.

BESLER 1959 fand diese Form zusammen mit *Microderoceras héberti* (OPPEL) und *M. keindli* (EMMRICH), also im tiefsten Mittellias. An der Typuslokalität, dem Langeneckgrat in den Schweizer Voralpen, fand sich *Epideroceras steinmanni* nach DONOVAN 1958 in einer Kondensationszone, in der nur höheres Sinemurian (*oxynotum*- und *ravicostatum*-Zone) sicher belegt sind; einige Formen deuten aber auch hier noch auf tiefstes Pliensbachian.

Von der Nordseite des unteren Hasental-Grabens, südlich der Bächen-Alpe, standen mir aus Fleckenkalken einige Ammoniten zur Verfügung, die bei Kartierungsübungen des Instituts für Geologie der T. H. München gesammelt worden sind. Sie konnten als

Acanthopleuroceras binotatum (OPPEL)

Amaltheus (*Pseudoamaltheus*) *depressus* (SIMPSON)

Arietoceras reynesi FUCINI

Protogrammoceras cf. *curionii* (MENEHINI)

Juraphyllites sp.

bestimmt werden. Demnach enthält die Fleckenmergel-Fazies auch hier nach dem Auskeilen des Hierlatzkalkes neben dem oberen Pliensbachian noch tieferen Mittellias. Erst weiter im E dürfte die Fazies der Liaskieselkalke stratigraphisch höher heraufreichen.

Im Hangenden der Älteren Allgäu-Schichten folgen am Kessel sogleich die „Dogger-Kieselkalke“ von KOCKEL, RICHTER & STEINMANN, deren Alter aus einer Brachiopodenfauna weiter im E abgeleitet worden ist. Da sie das normale Hangende der mittelliassischen Älteren Allgäu-Schichten bilden, dürften sie außer dem Dogger auch noch den Oberlias umfassen. Östlich vom Hasental, im Särgertal, keilt die Fleckenmergel-Fazies zwischen Liaskieselkalk und „Dogger-Kieselkalken“ aus. Hier wurde die Ostgrenze des Arbeitsgebiets in den Ammergauer Alpen gewählt.

B. Mittlere Allgäu-Schichten

Die Mittleren Allgäu-Schichten sind erheblich mergeliger als die Älteren und daher oft schlecht aufgeschlossen. Im Gelände verraten sie sich an Hangverflachungen oder Hohlformen. Ihre Mächtigkeiten stehen denjenigen der Älteren Allgäu-Schichten fast immer beträchtlich nach.

Die vorherrschenden Gesteine sind schmutzig dunkelgraue Mergelschiefer, meist reich an Flecken, die gelegentlich Glimmerblättchen und wenige Quarzsand-Körner enthalten. In die Mergelschiefer sind einzeln oder in schwächtigen Paketen dünne Kalkbänke eingelagert. Besonders augenfällig sind schwarze oder zimtbraune, meist kalkarme Schiefer, die man seit GÜMBEL 1861 wegen ihres erhöhten Mangangehaltes als Manganschiefer bezeichnet. Auf Kluftflächen tut sich die Mn-Vererzung oft durch stahlblaue Überzüge kund. Diese Manganschiefer sind nicht an stratigraphisch bestimmte Horizonte innerhalb der Mittleren Allgäu-Schichten gebunden, sondern treten als ausgedehnte Linsen in verschiedenen Niveaus auf. AMPFERER hat sie auf seinen geologischen Karten vielerorts ausgeschieden.

Die Mn-Gehalte der Manganschiefer schwanken sehr. In einer Probenreihe, die Verfasser gemeinsam mit B. HÜCKEL im Bernhardstal bei Elbigenalp entnommen hat (Tab. 1), übersteigen sie nicht 2% (die Analysenergebnisse wurden dankenswerterweise vom Koninklijke/Shell Exploratie en Productie Laboratorium, Rijswijk, zur Verfügung gestellt). ZACHER 1959 bestimmte für 5 Proben aus dem Tannheimer Gebiet durchschnittlich 3% Mn. Besonders hohe Werte hat AMPFERER (1924 b, 1932) von der Eisenspitze in den Lechtaler Alpen angegeben, wo O. HACKL in 2 Proben 18.17 bzw. 21.00% Mn festgestellt hat.

Die dunkle Farbe der Manganschiefer ist jedoch kein sicheres Kriterium für hohe Mn-Gehalte, sondern rührt meist von Bitumen her, das lagenweise angereichert ist.

BITTERLI 1962 hat in einem Profil bei Sachrang im Chiemgau sogar festgestellt, daß das Mangan dort in Rhodochrosit vorliegt und daher gerade die Mn-reicheren Partien heller sind als die bituminösen. Auch in den Proben vom Bernhardstal sind die ausgesprochen schwarzen Gesteine meist die relativ bituminösen (Tab. 1). Es wäre jedoch überspitzt, wollte man dies für die Manganschiefer verallgemeinern; denn die Gesteine mit den höchsten bekannten Mn-Gehalten in der Eisenspitze-Gruppe sind zugleich besonders dunkel.

Aus den Manganschiefern sind seit langem idiomorphe Quarzkristalle von mm-, selten cm-Größe bekannt. Man wird nicht fehlgehen, die zu ihrer Bildung notwendige Kieselsäure mit SCHULZE 1905, S. 12 f. aus calcitisierten Kieselchwamm-Nadeln und Radiolarien herzuleiten, wie sie in Dünnschliffen häufig zu beobachten sind (Phototafel 2, Fig. 2).

Die Karbonatisierung ursprünglich kieseliger Organismen-Relikte kann nach den Löslichkeitsverhältnissen von CaCO_3 und SiO_2 in Wasser nur im basischen Bereich, nach WALKER 1962 nur oberhalb pH 9, erfolgt sein. Nun reagiert schon Wasser im Gleichgewicht mit Calciumcarbonat basisch (GARRELS 1960 hat im Falle reinen, luftfreien Wassers theoretisch und experimentell pH 9.9—10.0 bestimmt). Bei der Diagenese heute bituminöser Gesteine wird die H-Ionenkonzentration noch zusätzlich vermindert worden sein, weil NH_3 aus der Zersetzung toter Organismen unter Luftabschluß dem Porenwasser zugeführt worden ist. Dieser Effekt dürfte durch die geringe Dissoziation von H_2S , das nach dem Pyrit-Anteil des Gesteins auch zugegen war, nicht wesentlich beeinträchtigt worden sein.

Wegen ihres Anteils an bituminösen Schiefern und gelegentlicher Funde von *Posidonia bronni* VOLTZ sind die Manganschiefer teilweise auch schon als „Posidonienschiefer“ bezeichnet worden. Zwar sind die faziellen Beziehungen zwischen den Manganschiefern und den altersgleichen Posidonien-schiefern des epikontinentalen Jura Mitteleuropas eng, doch sind den letzteren höhere Mn-Gehalte fremd. Um die Eigenheiten der alpinen Serie nicht durch eine gleichmachende Nomenklatur zu verwischen, wird für jene die Bezeichnung „Posidonienschiefer“ gemieden (siehe auch S. 76 f.).

Von den dunklen Schiefern wurden 2 Proben auf Schwerminerale untersucht. Zwar ergab sich, daß der Schwermineral-Gehalt für statistische Auswertung zu dürftig ist (eine ausreichende Zahl von Körnern kann man erst aus 5 kg schweren Proben erwarten. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß der größte Teil der beobachteten Minerale aus blauen Zirkonen besteht, deren optische Bestimmung dankenswerterweise von Herrn Prof. Dr. BREHLER (jetzt Clausthal) röntgenographisch durch eine DEBYE-SCHERRER-Aufnahme überprüft und bestätigt wurde. Daneben kommen auch normal gefärbte Zirkone vor.

In der Mitte der Mittleren Allgäu-Schichten schließen sich des öfteren Kalkbänke zu einem festeren Komplex zusammen, der als Epsilon-Kalk bezeichnet worden ist (JACOBSHAGEN 1958). Darin kommen konglomeratische Bänke, Echinodermen-Spatkalke und Kieselkalke vor.

Die Mittleren Allgäu-Schichten sind meist ausgesprochen fossilarm. Sie gehören ins untere Toarcian.

Probe Nr. JAC	Lithologische Beschreibung	Organ. Kohlen- stoff %	Mn %	Fe %	HCl-lösl. %
16	Sideritischer Ton, dunkelgrau, ungeschichtet, hart, plattig	0.38	0.08	2.9	13.4
17	Kalk, dunkelgrau, laminiert, hart, zuckerkörnig, plattig	0.22	0.5	2.9	65.4
19	Kieseliger Kalk, schwarz, hart, laminiert, plattig.....	0.12	0.5	2.6	30.3
27	Mergel, dunkelgrau, ungeschichtet	0.74	1	4.4	31.9
30	Kalkiger Schiefer, schwarz, mittelhart, plattig	2.20	0.7	6.3	20.0
36	Toniger Kalk, schwarz, hart	1.48	1	7.7	28.1
38	Kalkiger Schiefer, dunkelgrau, mittelhart, plattig	1.48	1	5.6	38.6
42	Kalkiger Schiefer, schwarz, mittelhart, krümelig	3.13	0.2	5.4	18.3
46	Kalk, dunkelgrau, ungeschichtet, hart, krümelig, fossilführend	0.10	0.4	1.2	79.2
49	Kalkiger Schiefer, schwarz, mittelhart.....	1.76	0.4	4.7	19.4
52	Kalkiger Schiefer, schwarz, weich, krümelig	2.6	0.7	6.6	31.8
54	Mergel, dunkelgrau, ungeschichtet, mittelhart, krümelig	4.41	0.5	5.6	41.0
55	Kalkiger Schiefer, schwarz, hart, feinplattig	1.71	0.5	3.6	51.8
Analysen: KONINKLIJKE/SHELL EXPLORATIE EN PRODUCTIE LABORATORIUM, Rijswijk			Grobe Schätzung	Genauigkeit 20%	

Tab. 1: Geochemische Analysen von Proben aus mittleren Allgäu-Schichten, Bernhardstal bei Elbigenalp

1. Rätikon und Davenna-Gruppe

In diesem Gebiet ist der Oberlias nicht in Fleckenmergel-Fazies ausgebildet, sondern steckt nach den Fossilisten von GÜBLER 1927, LEUTENEGGER 1928 und SIEBER 1961 in den geringmächtigen roten Kalk-Sedimenten über den Älteren Allgäu-Schichten. Aber auch in dieser Schwellenfazies klingt gelegentlich der Kalk-Mergel-Zyklus der Allgäu-Schichten an: Am Wildberg (Profil 1, d) werden die Älteren Allgäu-Schichten von ziegelroten Mergeln überlagert, die auch in der Roten Wand bei der Schattenluggant-Alpe wiederzuerkennen sind (vgl. ARNI 1926, S. 65). Man hat es dabei wohl nicht nur mit einem faziellen, sondern auch mit einem zeitlichen Äquivalent der Ziegelrot-Serie HUCKRIEDES (1959 a) zu tun, die in der Zürser Schwelle den gesamten Oberlias umfaßt (S. 44).

2. Lechtaler Alpen

a) Klostertaler Alpen

In den Klostertaler Alpen weisen die Mittleren Allgäu-Schichten nur geringe Mächtigkeit auf. Sie sind nur westlich der Ravensburger Hütte bekannt. Um den Formarin-See (Profile 3, 4, 6) werden sie durch wenige Meter oder gar nur Dezimeter weinroter oder gelblicher Mergelschiefer mit Flecken vertreten. Am Westhang des Madratsch fanden sich in gelbgrauen Kalkmergeln über einer derartigen, bereits AMPFERER 1930, Fig. 27, bekannten roten Lage schlecht erhaltene Ammoniten, von denen einer sicher der Unterfamilie *Harpoceratinae*, sehr wahrscheinlich der Gattung

Harpoceras WAAGEN

in ihrer heutigen Fassung angehört und somit für unteren Oberlias spricht. Außerdem wurden in dieser Lage Platten mit Wedelspuren von *Zoophycos* beobachtet (siehe unten).

Auch diese Ausbildung erinnert sehr an die Ziegelrot-Serie auf der Zürser Schwelle.

Am Nordende des Gehren-Grats (Profil 5) werden die Älteren Allgäu-Schichten südwestlich vom Pongertle-Kopf direkt von dunklen Kieselkalken und Hornsteinen mit dünnen Schieferlagen überlagert, die wohl die Mittleren und Jüngeren Allgäu-Schichten vertreten. Auch am Pfaffenegg haben KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959 keine Mittleren Allgäu-Schichten gefunden.

Gegen den Spuller-See hin stellen sich dann wieder 2—3 m fleckige, dunkle Mergelschiefer mit dünnen Kalklagen ein, die man aber nur in gut aufgeschlossenen Profilen mit einiger Sicherheit als Mittlere Allgäu-Schichten ansprechen kann (Profil 7 und 8).

In der „Vorarlberger Naturschau“ (Dornbirn) werden einige von Dr. S. FUSSENEGER aufgesammelte Oberlias-Ammoniten von dort aufbewahrt, die sämtlich aus dunkelgrauen bis schwarzen Kalken stammen.

Zwischen Ravensburger Hütte und Flexenpaß dürften die roten Sedimente der Zürser Schwelle auch den Oberlias enthalten.

Am Wildhorn, nördlich vom Zürser See, möchte man ein Äquivalent der Mittleren Allgäu-Schichten in der mergelführenden Partie über den Älteren Allgäu-Schichten vermuten, ohne dies jedoch bei den mangelhaften Aufschlüssen beweisen zu können.

b) Südliche Lechtaler Alpen

Östlich vom Flexenpaß wird der Oberlias im Bereich der Zürser Schwelle von der Ziegelrot-Serie (HUCKRIEDE 1959 a) eingenommen, wie die von KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 188, entdeckte Fauna von der Trittalm gezeigt hat. An dieser leicht erreichbaren Lokalität kann man die Ziegelrot-Serie besonders gut beobachten. Verglichen mit den übrigen Sedimenten des Zürser Schwellen-Jura ist die Ziegelrot-Serie auffallend mergelig. Auch hier spiegelt sich noch der Kalk/Mergel-Zyklus der Allgäu-Schichten wider.

Im Pazi-Tal stößt die Ziegelrot-Serie sogar in den Bereich der Fleckenmergel-Fazies vor, wie die schon erwähnten roten Mergelbänder in der Rogg-Spitz und am Pazi-Joch zeigen (S. 15).

Zwischen Weißschrofen-Spitze und Murmental (Umgebung der Leutkircher Hütte) ist die Ziegelrot-Serie in den Schwellenkalken nicht mehr zu identifizieren, tritt aber in den weiter östlich gelegenen Profilen bis zum Malatsch-Kopf (HUCKRIEDE 1959 a) wieder auf. Rote Kalke finden sich lokal an der Feuerspitze (BANNERT 1964) im gleichen Niveau.

An der Eisen-Spitze haben schon AMPFERER & HAMMER 1924, AMPFERER 1932 und HUCKRIEDE 1959 b Manganschiefer beschrieben. Sie nehmen die Basis der Mittleren Allgäu-Schichten ein und enthalten dünnbankige, stark vererzte Kalke mit stahlblauen Kluftbestegen. Hier werden die von AMPFERER genannten hohen Mn-Gehalte festgestellt (S. 41).

Wiederholte Abbau-Versuche an der Eisen-Spitze, der letzte vor wenigen Jahren, haben sich wegen der durch die Höhenlage der Vorkommen (bei 2300 m) bedingten Abbau- und Transport-Schwierigkeiten nicht rentiert.

Östlich vom Hexenbödele (Profil 9) folgen über diesen Manganschiefern und -kalken noch 4 m schmutzigbraune Mergelschiefer. Die Gesamtmächtigkeit der Mittleren Allgäu-Schichten schwankt an der Eisen-Spitze zwischen 10 und 30 m.

c) Zentrale Lechtaler Alpen

Am Nordrand der Zürser Schwelle konnten bisher keine sicheren Mittleren Allgäu-Schichten entdeckt werden. Bei den von HUCKRIEDE 1959 a, S. 69, beschriebenen roten Mergeln der Roten Gande im Kaisertal dürfte es sich nicht um Ziegelrot-Serie, sondern wahrscheinlich um Jüngere Allgäu-Schichten handeln.

Im Westteil der Parseierspitz-Gruppe sind die Mittleren Allgäu-Schichten wie an der Eisenspitze ausgebildet. Bei der Patrol-Scharte und im Gasilltal folgen über 8—10 m Manganschiefern und stark vererzten Kalken 15 m sehr dickbankige, schmutzigbraune Kalke, die auffällig rostfarben anwittern. Nördlich vom Plankenhorn lassen die hier schwach phyllitischen Mittleren Allgäu-Schichten Manganschiefer in zwei Lagen erkennen (Profil 10).

Zwischen Madautal und Kaisertal wird der tiefere Teil der Mittleren Allgäu-Schichten meist von einigen Metern Manganschiefern und stark vererzten Kalken eingenommen (Profil 14). Bei Kaisers hat schon HUCKRIEDE 1956 Manganschiefer in geringer Mächtigkeit angegeben. Stellenweise fehlt die Manganschiefer-Fazies, z. B. in den oberen Teilen des Alperschön- und des Griebel-Tals. Sehr verbreitet sind in diesem Gebiet griffelig zerfallende

Kalkmergel von erbsgrauer Anwitterungsfarbe, die über 40 m mächtig werden können (Profil 14). Diese Gesteine sind etwas fester, als man es sonst von Mittleren Allgäu-Schichten gewohnt ist. Ihre Zugehörigkeit zum unteren Oberlias ist südlich „Lahner“ bei der Sulzel-Alpe durch

Hildoceras sp.

gesichert.

In der Jungschichten-Zone von Gramais—Boden werden die Mittleren Allgäu-Schichten östlich Gramais und am Unteren Hinterberg nördlich der Heiterwand von einigen Metern Epsilon-Kalk (hier schmutzig braungraue Fleckenkalke) unterteilt. Manganschiefer kommen ebenfalls vor, sind aber nicht an ein bestimmtes stratigraphisches Niveau gebunden.

Auf der Westseite des Sagenkars bei der Anhalter Hütte stehen östlich HP 2040 8—10 m Mergelschiefer der Mittleren Allgäu-Schichten an. In deren tieferen Teil treten unregelmäßige, weinrote Partien bis zu mehreren Metern Breite auf, die faziell an die Ziegelrot-Serie der Zürser Schwelle anklingen. Auch westlich der Zwickspitze bei Gramais fand BANNERT 1964 2 m rote Mergel in Mittleren Allgäu-Schichten.

d) Holzgau—Lermooser Mulde

In der Holzgauer Mulde sind die Mittleren Allgäu-Schichten zwischen Krabachtal und Namlos i. a. in der üblichen Mergelschiefer-Fazies ausgebildet. Manganschiefer können in verschiedenen Niveaus vorkommen. Epsilon-Kalk ist nur im westlichen Teil bis ins mittlere Bernhardstal und dann im E bei der Elmer Roten Wand ausgebildet und besteht aus schmutzig dunkelgrauen Kalken mit wenigen Mergelschiefer-Lagen. Seine höchste Mächtigkeit erreicht er im Krabachtal mit 15 m. Am Gumpen-Sattel bei Holzgau fand HÜCKEL 1960 darin eine Konglomerat-Bank. Ob sie einer Geröll-Lage im unteren Bernhardstal entspricht, sei dahingestellt; dort ist jedenfalls kein Epsilon-Kalk-Komplex mehr auszuscheiden.

Dicht über der genannten Geröll-Lage setzen im Bernhardstal blau-graue Mergelkalke im Wechsel mit Mergelschiefern ein (vgl. HÜCKEL 1960), die mit 75 m Mächtigkeit den höheren Teil der Mittleren Allgäu-Schichten fast ganz einnehmen. Man kann diese Entwicklung den oben erwähnten Kalkmergeln in den zentralen Lechtaler Alpen zur Seite stellen.

Im Ostgrat der Elmer Roten Wand, 50 m östlich HP 2334, besteht die Basis der tektonisch ausgedünnten Mittleren Allgäu-Schichten aus einigen Metern braunroter, gelblich gebänderter Mergelkalke, die wiederum an die Ziegelrot-Serie der Zürser Schwelle anklingen.

Dünnschliff: Pelitisches Gestein (1—5 μ), reich an Organodetritus (Echinodermen-trümmer; nicht bestimmbar, umkristallisierte Radiolarien und Foraminiferen; Zweischaler-Reste). Vereinzelt Glaukonit-Körner. (Phototafel 2, Fig. 3).

Ohne nähere Horizontierung gab HÜCKEL 1960 von Südabfall der Hornbachkette aus Mittleren Allgäu-Schichten 2 Ammoniten des unteren Toarcian an:

Polyplectus capellinus (SCHLOTHEIM)

Harpoceras sp.

„Haglertal, Höhe 1460 m“

Südseite des Bernhardstals,
zirka 100 m ost-südöstlich

„Geißweide“

In der Lermooser Mulde finden sich ebenfalls Gesteine, die man wohl als Mittlere Allgäu-Schichten ansprechen darf, obgleich trotz ausgiebigen Suchens weder Fossilien noch die kennzeichnenden Manganschiefer als Beleg dafür genannt werden können. Es handelt sich um schmutzig graue Mergelschiefer, die in *dm*- oder *m*-Paketen mit mittelbankigen Kalken wechseln. Dabei überwiegen die Mergelschiefer mit 60—70%. Diese mergelreiche Serie überlagert die typischen Älteren Allgäu-Schichten, die an der Bleispitze bis in den oberen Mittellias fossilbelegt sind, und kommt nur in zwei streichenden Zügen vor: Den nördlichen kann man von den Nordhängen des Neder- und des Sonnberges bei Berwang über den Bichlbacher Mähberg bis zum untersten Duftelbach nordwestlich Lermoos verfolgen; die besten Aufschlüsse liegen am Sonnberg und am Mähberg. Der südliche Zug bedingt die Einsenkungen zwischen Nederberg und Hieneck-Joch (HP 2059) bzw. Sonnberg und Innermahdjoch (südlich HP 1898) bei Berwang und streicht auf die Mulde in der Gipfelregion von Bleispitze und Gartnerjoch (S. 25) zu.

Diese Mergelserie ist jedenfalls das jüngste Schichtglied der Lermooser Mulde.

3. Nördliche Vorarlberger Kalkalpen

In den Nördlichen Vorarlberger Kalkalpen weisen die Mittleren Allgäu-Schichten keine faziellen Besonderheiten auf (Profile 20—22). Manganschiefer sind zwar auf Blatt Klosterstaler Alpen kaum eingezeichnet, finden sich aber immer wieder und wurden auch in der Literatur mehrfach erwähnt (AMPFERER 1931, S. 187; BENZINGER 1929; D. RICHTER 1956; SCHIDLOWSKI 1961, 1962). KALLIES 1961 fand „schwärzliche Mergel“ südlich vom Hörndle in der Gräshorn-Mulde. Die Manganschiefer-Fazies kommt somit entgegen BENZINGER 1929 auch noch weit im Norden vor.

Oft sind die geschmeidigen Gesteine der Mittleren Allgäu-Schichten tektonisch reduziert worden. So finden sich am Ostfuß des Grünen Gräshorns nur noch 5 *m* schwarze oder dunkelgraue Mergelschiefer mit einigen zerlinsten Kalkbänken, während die gleichen Schichten höher am Hang in größerer Mächtigkeit erhalten sind.

KALLIES hat in diesem Bereich seines Profils vom Gräshorn 20—30 *m* Mergelschiefer und -kalke angegeben, die aber noch die Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten enthalten.

Epsilon-Kalk ist in einem Paket dickbankiger, dunkler Kalke an der Lechbrücke bei Stubenbach ausgebildet (STENGEL-RUTKOWSKI 1960). Eine Andeutung davon kann man auch am Nordostgrat des Feuersteins (Profil 20) sehen.

Die Mächtigkeiten der Mittleren Allgäu-Schichten nehmen in diesem Gebiet meist von N nach S zu (Gräshorn: 5—20 *m*, westlich Hochkünzel-Spitze: 6—8 *m*, Marchtobel am Glattmar bei Buchboden: 20—25 *m*, Feuerstein: 20 *m*, Schadona-Paß mindestens 50 *m*).

4. Allgäuer Alpen

a) Berge westlich der Trettach

Im Kleinen Walsertal sind Mittlere Allgäu-Schichten in der Mulde des Bärenkopfs erhalten. Sie führen auch Manganschiefer und am Bärenkopf selbst Spuren von Epsilon-Kalk.

Im Bereich des Rappenalp-Tales und am Himmelschrofen-Kamm treten Mittlere Allgäu-Schichten nur in den Kernen der Teilmulden innerhalb der Allgäuer Hauptmulde auf. Manganschiefer sind sehr verbreitet (vgl. auch PONTOPPIDAN 1911, HENKEL 1960). Am Himmelschrofen-Kamm finden sich auch einige Meter Epsilon-Kalk, z. B. im obersten Hölltobel dicht südlich der Oberen Einödsberg-Alpe. Aus den Manganschiefern des Mutzentobels (früher Körbertobel) nördlich vom Biberkopf hat SCHRÖDER 1927/27 ein

Dactylioceras commune (SOWERBY)

bestimmt, das mittlere Unter-Toarcian anzeigt.

Die Mächtigkeiten der Mittleren Allgäu-Schichten übersteigen im Südteil dieses Gebietes 150 m.

b) Berge zwischen Trettach und Osterach, Hornbachtal

Östlich der Trettach sind die Mittleren Allgäu-Schichten mit Manganschiefern sehr verbreitet. Schon SCHULZE 1905 hat erkannt, daß es sich bei den Manganschiefern nicht um einen durchlaufenden Horizont, sondern um große Linsen handelt, die im Profil in verschiedener Höhe vorkommen können. Die Manganschiefer enthalten öfters Lagen von sehr bituminösen Echinodermen-Spatkalken mit Pentacrinus-Stielgliedern, die auch schon GÜMBEL („Pentacrinitenhaufwerk“) und SCHULZE 1905 bekannt waren.

Dünnschliffe solcher Echinodermenkalke von der Oberen Krautersalpe im Dietersbachtal südöstlich Oberstdorf zeigten Echinodermenbruch (0.1—1.2 mm) und in den Zwickeln bituminöses Pelit-Material. In einer Probe treten dazu reichlich Schwammnadeln, schichtparallel eingeregelt, meist ganz oder in Teilen calcitisiert (Phototafel 2, Fig. 4). Neuquarz um 60 μ $\varnothing$.

Nördlich vom Oytal sind Manganschiefer seltener als in der Allgäuer Hauptmulde. Im Hintersteiner Fenster werden die Älteren Allgäu-Schichten direkt von 2 m Manganschiefern überlagert. Darüber folgen etwa 8 m graue Mergelschiefer. Ob die boudinierten Kalke in ihrem Hangenden noch Mittlere Allgäu-Schichten sind, muß offen bleiben. Noch höher stellen sich allmählich die Kohlstatt-Schiefer von D. RICHTER 1961 ein (siehe unten).

Vom Kern der Allgäuer Hauptmulde nach S ist überall Epsilon-Kalk ausgebildet. Im Südflügel der südlichen Höfats-Mulde fällt er auch morphologisch an den kleinen Erhebungen in den Jöchern am Himmeleck, Älpele (Höfats) und bei der Oberen Krautersalpe auf. Am Himmeleck und am Tännles Rückle bei der Dietersbach-Alpe kann man den Epsilon-Kalk besonders gut beobachten. Er beginnt dort mit halbmeterbankigen Kieselkalken oder Hornsteinen. Darüber folgen dünn- bis mittelbankige graue Kalke und Kieselkalke mit oder ohne Flecken, Spatkalke und konglomeratische Lagen. Die letzteren treten am Himmeleck besonders hervor. Sie wurden dort schon von M. RICHTER 1923 a, S. 166, beobachtet, der sie aber irrtümlich in den Dogger stellte.

Dünnschliff: In pelitischer Grundmasse Gerölle aus Allgäu-Kalken ($\varnothing$ bis 15 mm), Echinodermenrümpfer und vereinzelt grobschalige Foraminiferen.

Man kann diese Konglomerate nach SW bis zum Traufbach verfolgen. Als Gerölle führen sie nur Gesteine der Allgäu-Schichten. Einschaltungen von Mergelschiefern treten mengenmäßig weit zurück. Östlich der Käseralp

erreicht der Epsilon-Kalk mit 60—100 m eine besonders hohe Mächtigkeit. Weiter südlich ist er schwächer und enthält mehr Mergelkalke.

An Fossilien liegen vor:

- | | |
|---|---|
| ? <i>Dactyloceras commune</i> (SOWERBY) | Grat zwischen Daumen und
Rotspitze (D. RICHTER
1963, S. 88) |
| <i>Catacoeloceras</i> cf. <i>crassum</i> (YOUNG & BIRD) | Fundort bei JACOBSHAGEN
1958 |
| <i>Harpoceras exaratum</i> (YOUNG & BIRD) | Fundort bei JACOBSHAGEN
1958 |
| <i>Harpoceras mulgravium</i> (YOUNG & BIRD) | Fundort bei JACOBSHAGEN
1958 |

Der letztgenannte Ammonit — bei JACOBSHAGEN 1958 unzutreffend als *Pseudolioceras* cf. *lythense* (YOUNG & BIRD) bestimmt — stammt aus den obersten Metern der Mittleren Allgäu-Schichten, die demnach das untere Toarcian bis in die bifrons-Zone umfassen.

Die Mächtigkeiten der Mittleren Allgäu-Schichten nehmen zwischen Trettach und Osterach von N nach S zu. Im Retterschwangtal (nach D. RICHTER 1954 a) und im Hintersteiner Fenster übersteigen sie nicht 10 m. Die höchsten Werte, gegen 200 m, liegen im südlichen Teil der Allgäuer Hauptmulde.

e) Berge zwischen Osterach und Tannheimer Tal

Auch hier weisen die Mittleren Allgäu-Schichten keine faziellen Besonderheiten auf. Lediglich am Oberjoch enthalten sie etwa mehr dünne Kalkbänke als gewöhnlich und sind daher lithofaziell nicht sicher von den dort relativ mergelreichen Älteren Allgäu-Schichten abzutrennen. Die Grenze zwischen beiden Abteilungen konnte im Bäckbach („oberer Egg-Bach“) nur auf Grund der Ammonitenfunde von KÜCKELKORN 1960 gezogen werden. Epsilon-Kalk ist bisher nirgends beobachtet worden.

Die Mächtigkeiten der Mittleren Allgäu-Schichten nehmen vom oberen Stierbachtal nach N und E rasch ab (Himmeleck 150 m; nördlich vom Vorderen Wilden 70—80 m; Luitpoldzone östlich vom Glasfelder Kopf 10—20 m; Ellesbach bei Bad Oberdorf 6—7 m; Kugelhorn 8 m; Blässe 5 m).

d) Vilser Alpen

In den Vilser Alpen sind die Mittleren Allgäu-Schichten besonders schlecht aufgeschlossen und daher bis jetzt nur an wenigen Stellen nachgewiesen.

Die bekanntesten Vorkommen liegen im Tal der Steinacher Ache südwestlich Pfronten-Steinach. Hier fand REISER 1920, S. 116 f., bei der Schnallbrücke (nahe HP 945, 5) und am unteren Schönoib-Bach in grauen, Mn-führenden Mergelschiefern eine Ammonitenfauna des unteren Toarcian und konnte damit zum ersten Mal die altbekannten Manganschiefer stratigraphisch einordnen. CUSTODIS & SCHMIDT-THOMÉ 1939 haben diese Auf-

sammlungen ergänzt. Bisher liegen vor (Bestimmungen von REISER = R, SCHRÖDER 1925 = S, CUSTODIS & SCHMIDT-THOMÉ = C):

a) Schnallbrücke

- S *Harpoceras falcifer* (SOWERBY)
- R *Harpoceras serpentinum* (REINECKE)
- R *Harpoceras renevieri* HUG
- R *Polyplectus capellinus* (SCHLOTHEIM)
- R, S *Dactyloceras commune* (SOWERBY), var. *rarestriatum* QUENSTEDT
- R, S *Dactyloceras anguinum* (REINECKE)
- R, S *Pseudoloceras lythense* (YOUNG & BIRD)
- R „*Hildoceras*“ *bodei* DENCKMANN
- S *Peronoceras* cf. *subarmatum* (YOUNG & BIRD)
- C „*Coeloceras* sp.“
- R, S *Phylloceras pompeckji* HUG
- C *Lytoceras fimbriatum* (SOWERBY)
- R *Inoceramus* cf. *polyplocus* ROEMER

b) Schönoib

- R, S *Harpoceras* cf. *exaratum* (YOUNG & BIRD)
- S *Polyplectus capellinus* (SCHLOTHEIM)
- S *Grammoceras thouarsense* (d'ORBIGNY) ?
- R *Paroniceras* cf. *sternale* (BUCH)
- R, S *Phylloceras* cf. *pompeckji* HUG

„*Hildoceras*“ *bodei* und *Grammoceras thouarsense* passen als Vertreter des Oberen Toarcian nicht in die übrige Fauna. Diese Stücke dürften bereits aus den Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten stammen, die bei der Schnallbrücke noch über den Mittleren Allgäu-Schichten anstehen; REISERS Fundpunkt am Schönoib-Bach ist nicht mehr aufgeschlossen. *Inoceramus* cf. *polyplocus* ist als Leitform des unteren Dogger in dieser Fauna unwahrscheinlich; die Bestimmung konnte jedoch nicht überprüft werden.

Im Kotbach am Schönbach fand BESLER (1959, S. 436) 5 m Mergelschiefer, die man wohl als Mittlere Allgäu-Schichten ansprechen darf. Sie könnten das von SCHRÖDER 1926 bestimmte, nicht anstehend gefundene

Harpoceras cf. *jellenbergi* HUG

geliefert haben.

Im Tannheimer Tal wurden typische Mittlere Allgäu-Schichten mit Manganschiefer-Linsen nur nördlich Nesselwängle im Waldbach („Walzbach“) bei 1390 m Höhe und im Gröbenbach angetroffen. Im Waldbach sind es mindestens 15 m dunkle Schiefer mit feinspätigen Kalklagen und einer Feinbreccie. Im Gröbenbach bilden 80—100 m dunkle Mergelschiefer die Basis der oberen Jura-Schuppe nach ZACHER 1959. Die auffallend große Mächtigkeit ist hier wahrscheinlich durch Anschoppung vorgetäuscht.

An der Log nordöstlich Grän hat BESLER in grünlichen Mergelschiefern 17 m unter den Radiolariten durch

Posidonia bronni VOLZ und
Inoceramus dubius (SOWERBY)

ebenfalls unteren Oberlias nachgewiesen.

5. Hohenschwangauer und Ammergauer Alpen

In diesem Gebiet waren — wohl infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse — keine Anzeichen der Manganschiefer-Fazies bekannt (KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931), welche die Mittleren Allgäu-Schichten besonders kennzeichnet. Bei Neubegehungen konnten aber Manganschiefer im Fällgraben, im Klammgraben und im Wütenden Graben entdeckt werden. Es handelt sich jeweils um 5—8 m sehr dunkler, gefaserner Schiefer mit einigen zerlinsten Kalkbänken, die im Fällgraben das Liegende der *radians*-Schichten BOESE's (S. 62 f.), im Nordost des Wütenden Grabens das Hangende Älterer Allgäu-Schichten mit fossilbelegtem oberem Pliensbachian (S. 38) bilden. Trotz des Mangels an Fossilien ist die fazielle Parallelisierung somit auch durch die Lagerungsverhältnisse gestützt. Im Klammgraben liegen die Mittleren Allgäu-Schichten zwischen lithofaziell typischen Älteren Allgäu-Schichten und grünlichgrauen, dünnbankigen Fleckenkalken, die in den Vilser und Hohenschwangauer Alpen den tieferen Teil der Jüngeren Allgäu-Schichten charakterisieren.

In der Ammer-Mulde werden die Mittleren Allgäu-Schichten durch den tiefsten Teil der „Dogger-Kieselkalke“ ersetzt, die die Älteren Allgäu-Schichten direkt überlagern (S. 40).

C. Jüngere Allgäu-Schichten

Die Jüngeren Allgäu-Schichten sind kalkreicher als die Mittleren und bedingen daher über jenen im Gelände meist Hangversteilungen. Ihre Mächtigkeiten bleiben ebenfalls weit hinter denen der Älteren Allgäu-Schichten zurück; die Höchstwerte liegen bei 350 m.

Meist lassen sich die Jüngeren Allgäu-Schichten lithologisch in vier Gruppen unterteilen:

1. Die Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten (Alj 1) bestehen aus einer Wechselfolge von mittelbankigen, meist Flecken führenden Kalken und gleich starken Mergelschiefer-Lagen (Phototafel 3, Fig. 1). Gelegentlich kommen hier grüngraue Mergel und Mergelkalke vor. Nach ihrer Fauna enthalten sie das höhere Toarcian, vielleicht auch noch tiefsten Dogger.

2. Die Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten (Alj 2) bilden einen geschlossenen Komplex von mittelbankigen Kalken mit oder ohne Flecken, zuweilen ebenfalls mit grünlichem Farbstich (Phototafel 3, Fig. 2). Kieselige Bänke sind hier nicht selten, auch Spatkalkbänke kommen vor. Konglomerate sind eine örtliche Besonderheit in den Allgäuer Alpen. Sehr auffällig ist, daß die Kanten der Kalkbänke durch die Verwitterung kaum gerundet werden. Altersmäßig reicht diese Gruppe von der *opalinum*-Zone bis in die *murchisonae*-Zone des unteren Doggers.

3. Die Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten (Alj 3) führen wiederum mehr Mergelschiefer. Wie in den Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten wechseln mittelbankige Kalke mit 1—3 dm dicken Mergellagen (Phototafel 3, Fig. 3). Beide sind oft etwas kieselig und dunkel. Wegen ihres hohen Schieferanteils (oft über 50%) sind sie häufig von Pflanzenwuchs bedeckt; oder sie überziehen die Hänge mit feinem Schutt, der an Mittlere Allgäu-Schichten er-

innert, wenn auch die kantigen Bruchstücke ausgelaugter Kieselkalke darin auffallen. Als Extrem dieser Ausbildung ist die Kohlstatt-Fazies des Hindelanger Gebietes (D. RICHTER 1954 a und b, 1961) anzusehen. Diese Schichtgruppe gehört ebenfalls noch in die *murchisonae*-Zone und reicht gebietsweise bis in die *concauum*-Zone des Bajocian.

4. Die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten (Alj 4) bestehen wiederum fast ausschließlich aus mittel- bis dickbankigen Kalken. Häufig sind kieselige Lagen oder Hornsteine, besonders in den höchsten Partien unter den oberjurassischen Radiolariten. Eine Sonderfazies stellen die Spatkalk-Schichten dar (JACOBSSHAGEN 1958), die aus Spatkalken und Kieselkalken bestehen. Oft findet man Spatkalkbänke mit Hornsteinsäumen, die im Bank-Querschnitt ordensbandartig aussehen (Phototafel 5, Fig. 1). Stellenweise schließen sich die spätigen Bänke zu massigem, „granitartigem“ Spatkalk zusammen, den man seit ROTHPLETZ 1886/87 aus den Vilser Alpen kennt. Hier und da enthalten die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten auch rote, seltener grünliche Lagen, oder sie sind gebietsweise zur Gänze bunt. Stratigraphisch dürften sie den mittleren und oberen Dogger umfassen.

Die Viergliederung der Jüngeren Allgäu-Schichten ist nicht überall so deutlich ausgeprägt, daß man sie beim Kartieren in mäßig aufgeschlossenem Gelände auswerten könnte. Stellenweise ist sie auch in guten Aufschlüssen nicht zu erkennen. Die spärlichen Fossilfunde erlauben keine sichere Entscheidung darüber, ob die einzelnen Gruppen überall streng gleichzeitig sind. Mindestens für die beiden jüngeren ist dies zweifelhaft.

Im folgenden werden die Jüngeren Allgäu-Schichten innerhalb der einzelnen Teilgebiete en bloc abgehandelt.

1. Rätikon und Davenna-Gruppe

In diesem Bereich sind Jüngere Allgäu-Schichten nicht ausgebildet. Sie werden überall durch geringmächtige rote Kalke vertreten (Profil 1, 2).

2. Lechtaler Alpen

a) Klostertaler Alpen

In den Klostertaler Alpen wechselt die Ausbildung der Jüngeren Allgäu-Schichten von Ort zu Ort. Die gewohnte Untergliederung findet man nur bei größeren Mächtigkeiten, ganz im N (Madratsch, Profil 3) und im S (Radona-Tobel und Goppel-Spitze, Profile 6 und 8). In einem mittleren Streifen mit geringeren Mächtigkeiten, der den Kern der Zürser Schwelle am Flexenpaß mit dem des Rätikon über Ravensburger Hütte und Formarin-See verbindet, lassen sich die einzelnen Profile kaum miteinander vergleichen. Gemeinsam ist ihnen nur eine Folge dunkler Hornsteine und Kieselkalke, die schon sehr an die Radiolarite des unteren Malm erinnern. Diese Hornstein-Schichten haben unterschiedlichen stratigraphischen Umfang. Auf der Nordwestseite des Gehrengrates (Profil 5) beginnen sie direkt über den Älteren Allgäu-Schichten und vertreten offenbar die Mittleren und Jüngeren Allgäu-Schichten insgesamt. Anderswo nehmen sie nur den höheren Teil der Jüngeren Allgäu-Schichten ein, während der tiefere von dünnbankigen, schmutziggroben Kalken und Kieselkalken mit Mergelschiefer-Lagen beherrscht wird (Profil 4).

Südlich von diesem Schwellengebiet stellt sich schrittweise die normale Abfolge her. Die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten enthalten spätige Bänke und bunte Lagen (Profil 7, 8). An der Goppel-Spitze fand sich in den Oberen Jüngeren Schichten ein Ammoniten-Bruchstück, von dem leider nur die Familienzugehörigkeit,

Hammatoceratidae gen. et sp. indet.,

bestimmt werden konnte.

Unmittelbar nördlich des Schwellenbereichs, am Madratsch (Profil 3), ist die Deutung der Abfolge im tieferen Teil der Jüngeren Allgäu-Schichten unsicher, die Schwankungen des Kalk/Ton-Verhältnisses sind zu gering. Die Normalabfolge ist erst in größerer Entfernung von der Schwelle wieder klar zu erkennen.

Östlich der Ravensburger Hütte werden die Jüngeren Allgäu-Schichten im Kern der Zürser Schwelle durch rote Kalke ersetzt. Nördlich davon, am Wildhorn, finden sich unter roten Mergelkalken der „Radiolarit-Vertretung“ dunkle Kalkmergel-Schiefer und Kalke, die sich aber nicht unterteilen und genauer einstufen lassen.

b) Südliche Lechtaler Alpen

Vom Flexenpaß bis zum Kaiserjoch und an der Feuer-Spitze (D. BANNER 1964) werden die Jüngeren Allgäu-Schichten in der Zürser Schwelle meist durch geringmächtige rote Kalke vertreten. Am Pazi-Joch verzahnt sich diese Schwellenserie mit der Fleckenmergel-Fazies, indem sich unter den Radiolariten zunehmend rote Mergellagen in die Jüngeren Allgäu-Schichten einschieben (KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 194). An der Rogg-Spitz bestehen die Jüngeren Allgäu-Schichten nach KOCH 1959, Beilage 5, aus grüngrauen bis dunkelgrauen Fleckenkalken mit Hornsteinen. Unter den Radiolariten findet sich auch hier eine violettrote Lage.

Im westlichen Teil des Eisenspitz-Massivs bis zum Gipfel des namengebenden Berges werden die Jüngeren Allgäu-Schichten nach HUCKRIEDE 1959 b von bunten Breccien beherrscht, die neben Jura-Gesteinen auch solche der Obertrias enthalten. Rote Lagen kommen dort ebenfalls vor. Nach E verlieren sich diese Breccien; am Hexenbödele (Profil 9) fehlen sie bereits. Dort sind die Jüngeren Allgäu-Schichten verhältnismäßig reich an Mergelschiefern und im höheren Teil grüngrau. Dicht unter den Radiolariten tritt auch hier eine rote Lage auf (im Dünnschliff calcitisierte Radiolarien und Trümmer von Echinodermen und Zweischalern). Mit der normalen Abfolge kann dieses Profil nicht sicher parallelisiert werden.

c) Zentrale Lechtaler Alpen

In den zentralen Lechtaler Alpen lassen sich die Jüngeren Allgäu-Schichten meist gut in die genannten vier Gruppen aufteilen, die man nach dem Kalkanteil unterscheiden kann. Die Unteren und die Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten bestehen jeweils aus einer Wechselfolge von Fleckenkalken und Mergeln im gleichen Mengenverhältnis (bisweilen überwiegen sogar die Mergel), die Mittleren und die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten werden fast ausschließlich aus Kalken mit oder ohne Flecken und Kieselkalken oder Hornsteinen aufgebaut; spätige Bänke sind i. a. selten.

Ausgesprochene Spatkalk-Schichten sind nach HUCKRIEDE 1959 a in der Umgebung der Griebtaler Spitze ausgebildet; an der Mutte bei Kaisers (Profil 13) bestehen sie aus zirka 25 m vorwiegend mittelbankiger Spatkalke mit wenigen Kieselkalk-Bänken. Ein weiteres Vorkommen liegt am Unteren Hinterberg östlich der Anhalter Hütte (Profil 16), wo die Radiolarite von 20 m massigem Spatkalk mit kieseligen Partien unterlagert werden.

Bunte (vorwiegend rote) Lagen sind in den Jüngeren Allgäu-Schichten der Zentralen Lechtaler Alpen nicht selten, namentlich dicht unter den Radiolariten. Bei Kaisers fanden sich rote Lagen in Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten nördlich „Eggle“ (Profil 13), nach HUCKRIEDE 1959 a, S. 70, auch am Falmedon-Kopf. Weitere Vorkommen liegen in einer west-östlich verlaufenden Zone von dort über das Sulzeltal (Profil 14), Fallenbacher Tal (Profil 12) und obere Alperschontal (Profil 11) bis zum Kögele bei Madau. In der Umgebung der Anhalter Hütte kommen rote Mergel und Mergelkalke in den gesamten Jüngeren Allgäu-Schichten immer wieder vor (z. B. Profil 16).

Auch bei den von HUCKRIEDE 1959 a, S. 69, beschriebenen roten Mergeln der Roten Gande im Kaisertal dürfte es sich um Jüngere Allgäu-Schichten handeln. Sie gehen seitlich in mittelbankige Fleckenkalke mit grünlichem Farbstich über, die von 20–30 m sicheren Jüngeren Allgäu-Schichten überlagert werden. Die obersten 8–10 m der letzteren — unmittelbar unter den Radiolariten — werden von schmutzig dunkelgrauen, dünnbankigen Kieselkalken (im Dünnschliff reichlich Radiolarien und einige Schwammnadeln) eingenommen.

Oft sind diese roten Lagen reich an feinen Zweischaler-Resten (wohl Brachiopoden), die zu regelrechten „Mikroschill-Lagen“ angehäuft sein können (Phototafel 4, Fig. 1). Dazu treten Echinodermentrümmern, Radiolarien und Schwammnadeln.

Eine Sonderstellung nahmen die Jüngeren Allgäu-Schichten der Parseier-spitz-Gruppe ein. Während diese Abteilung noch nördlich vom Plankenhorn (Profil 10) trotz schwach metamorpher Überprägung die gewohnte Gliederung erkennen läßt, verwischen sich an der Parseier-Spitze selbst alle Unterschiede. Man hat dort eine einheitliche, grünlich-grau anwitternde Folge von meist dickbankigen, schmutzigbraunen Fleckenkalken und 5–10 cm dicken Mergelschiefer-Lagen vor sich. Die obersten 20 m dieses insgesamt etwa 80 m mächtigen Schichtpaketes enthalten etwas weniger Mergellagen.

d) Holzgau-Lermooser Mulde

In der Holzgau-Lermooser Mulde sind die Jüngeren Allgäu-Schichten überall in die vier Gruppen einzuteilen (vgl. auch HÜCKEL 1960).

Die Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten (Phototafel 3, Fig. 1) weisen keinerlei Besonderheiten auf. Ihre Mächtigkeiten schwanken zwischen 40–50 m am Gumpen-Sattel im W und mehr als 100 m an der Elmer Roten Wand im E. Am Gumpen-Sattel fand HÜCKEL 1960

Phymatoceras ex gr. *binodatum* (BUCKMAN)

[nicht *Pleydellia aalensis* (ZIETEN), wie irrtümlich angegeben]

aus dem oberen Toarcian. Seiner Fundlage nach ist dieser Ammonit 15 bis 20 m über der Untergrenze der Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten zu lokalisieren. Zwei Exemplare von

Dumortieria undulata (ZIETEN)

aus dem Gehängeschutt von Untergumpen im Bernhardstal möchte HÜCKEL ebenfalls aus den Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten beziehen.

Die Mittleren Jüngerer Allgäu-Schichten sind (Phototafel 3, Fig. 2) nach HÜCKEL stellenweise nur geringmächtig (südlich der Hornbachkette nur 10 m) und zwischen Höhenbach und Giblerbach nicht von den hier verhältnismäßig kalkigen Unteren Jüngerer Allgäu-Schichten zu trennen. Im Nordgrat der Rothorn-Spitze enthalten sie im höheren Teil Spatkalk-Bänke.

Spatkalke nennt HÜCKEL vereinzelt auch in den Oberen Jüngerer Allgäu-Schichten, am Rothorn dazu noch eine konglomeratische Lage. Hier beweisen Funde von

Posidonia ornati QUENSTEDT

(nach ARKELL 1956 synonym mit *P. alpina* GRAS und *P. buchi* ROEMER)

Dogger-Alter. Gute Aufschlüsse bietet der Fahrweg im unteren Bernhardstal (Phototafel 3, Fig. 3). Die Mächtigkeit der Oberen Jüngerer Allgäu-Schichten erreichten 75 m.

Die Obersten Jüngerer Allgäu-Schichten bestehen ganz im W, nord-nordöstlich der Lärch-Spitz, fast nur aus Kieselkalken (KOCH 1959). Zwischen Krabach und Höhenbachtal trifft man dann typische Spatkalk-Schichten, die schon ESCHER von der LINTH 1845 bei Holzgau aufgefallen sind (vgl. auch HANIEL 1911, „Oberer Fleckenmergel“, HUCKRIEDE 1959 a, KOCH 1959, HÜCKEL 1960). Bei Dürrenau im Lechtal enthalten die Spatkalke bis zu 6 cm große Kalkgerölle. Im Bereich des Bernhardstals sind Spatkalke in den Obersten Jüngerer Allgäu-Schichten recht selten. Hier herrschen mittelbankige Kieselkalke und Fleckenkalke vor. Östlich vom Lech trifft man bei dem Oberjura-Vorkommen bei HP 1435 südlich Häselgehr wieder auf 8 m dünnbankige Spatkalke und Kieselkalke. An der Elmer Roten Wand treten dann die Spatkalke erneut zurück. Hier finden sich unter den Radiolariten 0.2 m rote Mergel.

In der Lermooser Mulde sind Jüngere Allgäu-Schichten nicht erhalten.

Schließlich sei noch ein Profil aus dem Lehngraben östlich Ehrwald angefügt, das unter Führung von Herrn Dr. H. MILLER (München) begangen wurde (Profil 19). Hier führen die Mittleren Jüngerer Allgäu-Schichten im Hauptgraben oberhalb 1500 m Meereshöhe nahe ihrer Obergrenze große Platten mit Freßbauten von *Zoophycos*. Herr MILLER hat nach freundlicher brieflicher Mitteilung in dieser Partie

Tmetoceras scissum (BENECKE)

gefunden.

Die oberste Kalkbank der Oberen Jüngerer Allgäu-Schichten konnte durch einen Neufund von

Ludwigia murchisonae (SOWERBY)

an der südlichen Begrenzungsrippe des bei 1420 m abzweigenden Nebengrabens in 1680 m Höhe, zirka 200 m nordöstlich HP 1808 der neuen Alpenvereinskarte, datiert werden (beide Fossilbestimmungen sind Herrn Dr. K. W. BARTHEL, München, zu verdanken).

Als Vertretung der Obersten Jüngerer Allgäu-Schichten müssen hier 2 m weinrote Mergel gewertet werden, die im Hangenden kontinuierlich in die Radiolarit-Gruppe — hier ein Wechsel von roten Hornsteinen und gelbgrauen oder roten, fleckigen Kalken mit Brauneisen-Schwarten — über-

gehen. MILLER (1962, 1963) hat diese roten Mergel wegen ihrer bunten Farbe bereits in die Radiolarit-Gruppe gezogen.

3. Nördliche Vorarlberger Kalkalpen

In diesem Gebiet sind die Jüngeren Allgäu-Schichten recht wechselvoll. Sie bauen keine großräumigen Strukturen auf, sondern können nur an kleinen, isolierten Vorkommen untersucht werden. Ein Teil der verfügbaren Profile ist zudem nicht durchgehend aufgeschlossen, andere sind tektonisch gestört. Daher ist es schwer, einen Überblick zu gewinnen.

Im Muldenzug zwischen den beiden Künzel-Spitzen, nahe dem Kalkalpen-Nordrand, machen die Jüngeren Allgäu-Schichten nicht mehr als 1.5—2 m aus. Sie bestehen aus einer Wechsellagerung von dünnbankigen, z. T. kieseligen, hellgrauen Kalken und braungrauen Mergelschiefen (Profil 22). Tektonische Reduktion der Mächtigkeiten ist hier nicht ausgeschlossen, jedoch gemessen an der vergleichsweise großen Mächtigkeit der Mittleren Allgäu-Schichten nicht sehr wahrscheinlich.

Nur wenig weiter nordwestlich, am Osthang des Grünen Grähorns, herrschen ganz andere Verhältnisse (Profil 21). Hier können die 50—60 m mächtigen Jüngeren Allgäu-Schichten nach dem Verhältnis von Kalken zu Mergeln viergeteilt werden. Die Untere Gruppe weist keine Besonderheiten auf. Die Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten bestehen aus zirka 30 cm dicken Kalkbänken mit kieseligen Säumen oder Hornsteinschnüren und braungrauen, mittelbankigen Kieselkalken, die z. T. Flecken führen. Sie bauen die Nordostkante des Berges auf (M. RICHTER 1956 gab hier „Liaskieselkalk“ an).

KALLIES 1961 beschrieb von dort eine ähnliche Schichtgruppe, aber mit 5facher Mächtigkeit.

Die Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten, Kieselkalke und Mergel, sind schlecht aufgeschlossen. Im Hangenden folgen am Nordgrat des Grähorns die auch von KALLIES erwähnten hellen, dichten Kalke, bräunlich mit feinen Flecken, welche die Jüngeren Allgäu-Schichten gegen die Radiolarit-Serie abschließen.

Dagegen sind die hellen Fleckenkalke der Neugunten-Alpe, die KALLIES mit dem Liegenden der Radiolarite am Grähorn vergleichen möchte, sicher Ältere Allgäu-Schichten, da ihre Mikrofauna (KALLIES 1961, S. 285) nach freundlicher brieflicher Mitteilung von Dr. F. GRAMANN (Hannover) für Lias beta bis äußerstenfalls delta spricht.

Weiter südlich finden sich normal gegliederte Profile (z. B. 20), besonders mächtig und gut aufgeschlossen am Rothorn und am Hochberg bei Schröcken. Die Mächtigkeiten nehmen i. a. von E nach W ab. Am Rothorn kommen schon in den Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten spätige Bänke zwischen Kieselkalken und Fleckenkalken vor. Die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten sind stets nur wenige m mächtig. Am Hochberg hat man normale Spatkalk-Schichten (vgl. BENZINGER 1929, S. 435), während gegen W die Spatkalke allmählich durch kieselige Gesteine ersetzt werden. So bilden im Marchtobel bei der Hutla-Alpe südlich Buchboden 3 m dunkle, dünnplattige Kieselkalke und Hornsteine, mit feinen Mergelschiefer-Lagen wechselnd, das Liegende der Radiolarite. Rote Mergellagen sind in den höchsten Teil der Spatkalk-Schichten am Hochberg eingeschaltet (vgl. SCHIDLOWSKI 1961, S. 19, 1962, S. 53).

Von der Höfer-Spitze bei Schröcken hat SCHRÖDER 1926/27

Pleydellia cf. aalensis (ZIETEN)

genannt, die aus Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten stammen müßte. Darauf verdächtige Schichten wurden am Nordgrat des Berges zwar beobachtet, konnten aber nicht sicher von den Mittleren Allgäu-Schichten abgetrennt werden.

In der Umgebung von Lech sind Jüngere Allgäu-Schichten nur an wenigen Stellen erhalten:

a) Westlich der Kar-Alpe am Karhorn fand STENGEL-RUTKOWSKI 1960 als Liegendes der Radiolarite sehr kieselige Allgäu-Schichten.

b) Am Südostfuß der Mohnenfluh, wo der genannte Autor 2 m unter Radiolariten in „hornsteinreichen Fleckenmergeln“

Salpingoteuthis cf. acuaria (QUENSTEDT)

aus dem Oberlias gefunden hat (KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 183), ist das Profil tektonisch stark gestört (zwischen die Jüngeren Allgäu-Schichten und die Radiolarite sind noch Kreideschiefer eingeschoben) und daher nicht stratigraphisch auswertbar.

c) Östlich der Schwabwanne beim Wösterhorn sprach STENGEL-RUTKOWSKI 1960 (vgl. auch KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1960, S. 183) irrtümlich Aptychenkalke als Jüngere Allgäu-Schichten an, die hier als tektonisch Tiefstes einer inversen Schuppe (im Hangenden erst rote, dann grüne Radiolarite) diskordant auf Mittleren Allgäu-Schichten lagern.

4. Allgäuer Alpen

a) Berge westlich der Trettach

Hier kommen Jüngere Allgäu-Schichten nur bei Mittelberg im Kleinen Walsertal vor.

Besonders gut aufgeschlossen sind sie am Nordostgrat des Bärenkopfs (Profil 23). Sie werden dort in einer engen Falte (Mulde mit südlich anschließendem Sattel) dreimal wiederholt. Als Untere Jüngere Allgäu-Schichten kann nur eine geringmächtige Partie über den Mittleren Allgäu-Schichten bezeichnet werden. Die Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten bestehen aus Kalken, die z. T. kieselig oder spätig sind, und wenigen Mergelschiefern. Eine Bank ist reich an Belemnitenrüsseln, unter ihnen wahrscheinlich

Acrocoelites cf. pyramidalis (MÜNSTER in ZIETEN)

nach freundlicher Bestimmung von Frau Dr. I. KÖWING-STURZ; dieser Belemnit kommt im oberen Toarcian und im unteren Dogger vor. In den Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten werden die Kalke von Mergelschiefern überwogen. Die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten enthalten neben Fleckenkalken auch kieselige Gesteine und im höheren Teil wiederholt spätige Bänke. Im nördlichsten Faltenschenkel (Mulden-Nordflügel) tritt als Besonderheit zwischen blaßroten Mergelkalken und den Radiolariten eine 30 cm dicke, grünliche Sandsteinbank auf. Im Mulden-Südflügel entsprechen ihr 10 cm grünlichgrauer Sandkalk; im dritten, südlichsten Faltenschenkel sind sandige Gesteine nicht mehr zu beobachten.

Gleichartige Grünsandsteine bilden das Liegende der Radiolarite im Nordflügel der schmalen Jura-Mulde zwischen Großem und Kleinem Widder-

stein, östlich HP 2167. Hier werden 30 cm kalkfreie Sandsteine noch von 70 cm grünlichen, glimmerführenden, kalkigen Sandsteinen unterlagert.

Im Dünnschliff zeigen diese Gesteine eckige oder wenig gerundete Quarzkörner ($\varnothing$ bis 0.2 mm) in einer grünlichen pelitischen Matrix. An Fossilresten sind einige Schwammnadeln zu nennen (Phototafel 4, Fig. 2). Eine röntgenographische Goniometer-Aufnahme mit Cu-Strahlung, die ich Herrn Dr. H. v. PLATEN (jetzt Göttingen) verdanke, ergab bei einer Probe 50 cm unterhalb der Radiolarite als Hauptgemengteil Chlorit, daneben Quarz und in kleineren Anteilen Glimmer, Calcit, Dolomit und Plagioklas. Abgesehen von den Karbonaten müßte dieser Mineralbestand von einer weiter im N gelegenen Schwelle abgeleitet werden, auf der metamorphe Gesteine bloßgelegt haben. Oder sollte Tuff-Material im Spiele sein?

Am nahegelegenen Elferkopf sind die Jüngeren Allgäu-Schichten — 40—45 m — nicht klar gegliedert. Die obersten 12 m bestehen hier aus kieseligen Plattenkalken mit Flecken, feinspätigen Kalken und Hornsteinen, die in die Radiolarite überleiten (vgl. auch SCHÜLER 1958, S. 64).

b) Berge zwischen Trettach und Osterach

Hier sind die Jüngeren Allgäu-Schichten nur im Kerngebiet der Allgäuer Hauptmulde vom Kegelkopf nach NE, im Retterschwangtal und im Hintersteiner Fenster verbreitet. Im Hornbachtal kommen sie nicht vor (vgl. S. 31).

In der Allgäuer Hauptmulde entwickeln sich die Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten aus den Mittleren Allgäu-Schichten, indem die in den letzteren eingeschalteten dünnen Kalkbänke häufiger werden und bei rhythmischer Wechsellagerung mengenmäßig bald etwas vorwiegen. Untergeordnet kommen etwas dickere Bänke aus feinem Spatkalk vor, die lichtgrau anwittern. Die Mächtigkeiten der Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten schwanken zwischen 5—8 m (Westseite des Kegelkopfs) und 80 m (Höfats-Südostgrat).

Die Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten bestehen weitgehend aus mittel- bis dickbankigen Kalk- und Kieselgesteinen: dunkelgraue Kalke; kieselige Kalke mit oder ohne Flecken (Phototafel 4, Fig. 3), feinspatige Kalkbänke; dünnsschichtige Kalkmergel mit Pyrit-Konkretionen. Diese Gesteine erhalten durch die Anwitterung häufig einen lichtgrünlichen Hauch, der den Jüngeren Allgäu-Schichten überhaupt eigen ist; oder sie zeigen schmutziggelbe, glänzende Schichtflächen. Am Himmeleck fallen Konglomeratbänke auf (Phototafel 4, Fig. 4), deren Gerölle den Allgäu-Schichten entstammen und kopfgroß werden können: sie sind in eine dichte oder feinspatige Grundmasse eingebettet. Die Mächtigkeit der Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten kann von 10 m (Westhang des Kegelkopfes) auf 100 m anschwellen.

In den Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten fallen zwischen Kalk- und Kieselkalk-Bänken bis meterdicke Pakete sehr dunkler, schmutzig braungrauer Mergelschiefer auf, die häufig kieselig sind und auf den Schichtflächen feine Glimmerschüppchen zeigen. Auf der Ostseite des Höfats-Südostgrates (Profil 25) sind diese Schichten besonders gut aufgeschlossen und werden dort etwa 80 m mächtig.

Die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten sind in der Allgäuer Hauptmulde als Spatkalk-Schichten ausgebildet (vgl. HANIEL-RICHTER 1929). Sie führen mittel- bis dickbankige, grobkörnige („granitähnliche“) Spat-

kalke, die häufig etwas kieselig sind und Gerölle aus Kalken der Allgäu-Schichten enthalten können.

Dünnschliff: In kalkiger oder kieseliger Matrix Echinodermentrümmer (vorwiegend Crinoiden-Stielglieder und zerbrochene Seeigel-Stachel) in dichter Packung. Vereinzelt Querschnitte von Schnecken, Foraminiferen und Brachiopoden. Im Rückstand einer mit Monochlor-Essigsäure aufgelösten Probe verblieb ein Fischzahn, daneben $\pm$ abgerollte Quarzkörner, Pyrit und Glimmer (ein Glimmerblättchen war verfälscht!).

Noch häufiger sind graue oder braungraue Kieselkalke, die in Radiolarit-nähe recht kalkarm zu sein pflegen.

Unter dem Mikroskop erkennt man kleine Kalkspatrhomboeder, vereinzelt auch anders geformte Calcit-Kristalle, und dunkle Flöckchen in feinstkörniger kieseliger Grundmasse.

Schließlich kommen noch dunkle Mergelkalke und feinplattige bis blätterige Kalkmergel vor, besonders in der Umgebung des Himmeleck. Alle genannten Gesteine wechseln rasch, häufig bankweise mit einander. Jedoch kann man sagen, daß in den tiefsten Teilen der Spatkalk-Schichten dieses Gebietes Kieselkalke und Kalkmergel vorwiegen, während die Spatkalke ihre Hauptverbreitung in der Mitte und in den höheren Teilen haben. Den Abschluß gegen die hangenden Radiolarite bilden wiederum braungraue Kieselkalke.

Im nördlichen Teil der Allgäuer Hauptmulde (Kluppenköpfe, Laufbach, Giebel) schließen sich die Spatkalke zu einem massigen Komplex von 5—35 m Mächtigkeit zusammen, in dem kieselige Partien nur eine untergeordnete Rolle spielen. Am Fellenstein (Kegelkopf) steigt die Mächtigkeit der Spatkalkschichten auf über 100 m an.

Im unteren Retterschwangtal sind an der Bsonderach unmittelbar unter dem Hauptdolomit der Iseler-Schuppe nahe HP 1029,1 noch Jüngere Allgäu-Schichten erhalten. Über den Mittleren Allgäu-Schichten vermißt man die augenfällige Wechselfolge der Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten. Es setzen gleich etwa 25 m mittelgraue bis bräunliche Kalke und Mergelkalke mit Flecken ein (mittel- bis dünnbankig, mit wenigen Mergelschiefer-Lagen), die man lithologisch als Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten bezeichnen möchte. Darüber folgen bis zur Überschiebung noch 8—9 m Obere Jüngere Allgäu-Schichten, deren Kalkbänke nahe dem Hauptdolomit zu cm-großen Linsen zerrieben worden sind.

In diesen Jüngeren Allgäu-Schichten fand D. RICHTER (1954 a und 1963, S. 88)

Leioceras opalinum (REINECKE)
Pachylitoceras cf. *dilucidum* (OPPEL)
Graphoceras rude (BUCKMAN)
Hammatoceras sp.,

die den tiefen Dogger bis in die *concauum*-Zone anzeigen.

Nördlich unterhalb vom Gipfel des Imberger Horns sind unter den Radiolariten noch einige Meter schwärzlicher, kieseliger Mergelschiefer und dünnbankige Kieselkalke aufgeschlossen, deren Schichtflächen teilweise reichlich mit Glimmerschüppchen bestreut sind. D. RICHTER (1954 a und b, 1963) hat diese Schichten mit der Kohlstatt-Fazies der Kocheler Berge (MÜLLER-DEILE 1940) gleichgesetzt. Wie bei Kochel schalten sich auch hier zwischen die dunklen Schiefer und die Radiolarite noch Konglomerat-Linsen mit Obertrias-Geröllen ein.

Eine gleichartige, 20–30 m mächtige Schichtserie, die D. RICHTER seit 1954 ebenfalls als Kohlstatt-Fazies bezeichnet, steht in der Finsteren Rinne bei Hinterstein an. Sie folgt aber nicht direkt über den fossilführenden Älteren Allgäu-Schichten, wie es D. RICHTER (1961, S. 152 und Abb. 3; 1963, S. 88 f.) dargestellt hat. Vielmehr werden die Älteren Allgäu-Schichten, wie schon erwähnt, von 8–10 m Mittleren Allgäu-Schichten mit Manganschiefern an der Basis überlagert, die man ohne Schwierigkeiten ausscheiden kann. Dann folgen 4–5 m stark boudinierte Kalke, weiter 2–3 m grünliche Schiefer mit roten Schlieren. Erst die letzteren gehen allmählich in die Kohlstatt-Schiefer über.

Als das normale Hangende der Kohlstatt-Schiefer hat D. RICHTER in den genannten Arbeiten „dolomitischen Dogger-Kalk“ angegeben, den er 1954 a mit dem „Doggerspatkalk“ der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten gleichgesetzt hat. Indessen unterscheidet sich dieser Dolomit weder im Aufschluß noch im Dünnschliff irgendwie von Hauptdolomit, dessen mikroskopisches Bild dem Verfasser von Korngefüge-Untersuchungen wohl vertraut ist. Auch D. RICHTER selbst gibt den „ausgesprochenen Hauptdolomit-Habitus“ zu (1954 a, S. 83). Man hat es offensichtlich mit einem Schub Brett von Hauptdolomit zu tun, wofür auch die unregelmäßigen Hangend- und Liegendgrenzen und die unstat wechselnden Mächtigkeiten sprechen (vgl. D. RICHTER 1961, Abb. 3).

c) Berge zwischen Osterach und Tannheimer Tal

Zwischen Himmeleck und Prinz Luitpold-Haus haben die Jüngeren Allgäu-Schichten die gleiche Gliederung wie weiter westlich in der Allgäuer Hauptmulde (siehe oben). Im nordöstlichen Teil der Luitpold-Zone läßt sich wegen der intensiven Spezialtektonik keine klare Gliederung gewinnen. Dort werden die Radiolarite im Lärchwandgrat von gut 50 m Spatkalk-Schichten unterlagert. In den Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten kommen wie am Himmeleck resedimentäre Konglomerate vor. Untere und Obere Jüngere Allgäu-Schichten sind offenbar tektonisch weitgehend reduziert.

Südlich vom Gaiseck bei Hinterstein (Vordere Schäfwanne) fand BAUBERGER (1963, S. 19) rotbraune Dogger-Spatkalk.

Am Südostgrat des Kugelhorns (Profil 26) ist trotz der geringen Mächtigkeiten die typische Vierteilung der Jüngeren Allgäu-Schichten unverkennbar. Am Grat selbst sind die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten vorherrschend kieselig, auf seiner Ostseite findet sich aber eine bis auf 4 m anschwellende Linse aus kaum gebanktem Spatkalk; schon AMPFERER & HAMMER 1911, S. 543, haben vom Kugelhorn „Dogger-Oolithe“ genannt.

An der Blässe (Profil 27) sind die Jüngeren Allgäu-Schichten schlecht aufgeschlossen. Spatkalk-Schichten sind deutlich zu erkennen. Darunter lassen sich aber nach lithologischen Gesichtspunkten keine eindeutigen Grenzen ziehen.

Zwischen Hindelang und Schattwald sind von SCHRÖDER 1925 und KUCKELKORN 1960 bereits Fossilien des oberen Oberlias und des unteren Dogger genannt worden. Bei der Neubegehung wurden am Ellesbach bei Bad Oberdorf in 1280 m Meereshöhe als Kern einer Mulde unmittelbar unter der Überschiebung der Iseler-Schuppe Untere Jüngere Allgäu-Schichten

angetroffen. Es handelt sich um grünlich anwitternde Mergelkalke und Schiefer. Sie lieferten im Mulden-Nordflügel 1-5 m über der Basis

Hildoceras bifrons (BRUGUIÈRE),

zirka 7 m über den Mittleren Allgäu-Schichten

Pleydellia cf. *aalensis* (ZIETEN)

Phylloceras sp.,

9 m über der Basis (Muldenkern)

Collina sp.

Im Mulden-Südflügel tritt

Grammoceras cf. *radians* (BRONN)

5 m unter (stratigraphisch über) den Mittleren Allgäu-Schichten auf. Die Liegendgrenze der Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten liegt hier also noch im Unter-Toarcian.

Im Bäckbach wurde auch bei der Neubegehung ein Rollstück von

Grammoceras cf. *radians* (BRONN)

gefunden. Doch bestehen hier, wie schon erwähnt, die gesamten Allgäu-Schichten aus einer Wechselfolge von Fleckenkalcken und grünlichgrauen Mergeln, aus der die Jüngeren Allgäu-Schichten nicht ausgeschieden werden konnten.

Im Profil des Hirschbachtobels bei Hindelang hat REISER 1920 größere Fossilaufsammlungen vorgenommen. Seine Profilbeschreibung ermöglichte trotz der inzwischen weniger günstigen Aufschlüsse, einzelne Schichtglieder sicher einzuordnen. So sind von REISER als „Lias-Fleckenmergel“ kartierte dünn bis mittelbankige Fleckenkalke und Mergelschiefer am Tobeingang sicher Untere Jüngere Allgäu-Schichten. Sie haben REISER folgende Fauna geliefert:

Pleydellia aalensis (ZIETEN)

Hammatoceras insigne (ZIETEN)

Phylloceras cf. *nilssoni* (HÉBERT).

Nördlich der Einmündung eines Seitenbachs von E stehen mittelbankige Fleckenkalke mit flaserigen, grüngrauen Kalkmergelschiefern an, die als Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten anzusprechen sind. REISER fand darin „u. a.“

Erycites gonionotum (BENECKE)

Hammatoceras planinsigne VACEK

Pachylotoceras dilucidum (OPPEL)

Ludwigia cf. *murchisonae* (SOWERBY)

wodurch der untere Dogger von der *opalinum*- bis zur *murchisonae*-Zone belegt ist. Noch höher folgen an einem Bachknie nach W gegen 10 m schwarze Mergel und dünne Kalklagen, die man bei den mäßigen Aufschlußverhältnissen fast für Mittlere Allgäu-Schichten halten möchte. Indessen hat REISER in ihnen reichlich

Posidonia ornati QUENSTEDT (= *P. alpina* GRAS),

daneben

Graphoceras rude (BUCKMAN)

Phylloceras tatricum PUSCH

Phylloceras ultramontanum ZITTEL

gefunden. Danach gehören diese Schiefer in die Zone des *Graphoceras concavum* des Unterdogger. Man hat es mit einem weiteren Vorkommen von Kohlstatt-Schiefern (S. 58) zu tun.

Phylloceras ultramontanum war bisher nur aus der opalinum-Zone bekannt. Da im vorliegenden Profil Umlagerung aus tieferen Allgäu-Schichten unwahrscheinlich ist, darf man aus dem gemeinsamen Vorkommen mit *Graphoceras rude* über Schichten mit *Ludwigia munchisonae* wohl darauf schließen, daß diese Form während des ganzen Unter-Bajocian lebte.

Bachaufwärts folgen noch einmal zirka 50 m Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten — offenbar der Kern eines Spezialsattels, aus denen REISER Ammoniten aus der Nähe von

Ludwigia munchisonae (SOWERBY),

ferner

Pleydellia costula (REINECKE), var. *bicostula* GREG.

Pachylotoceras dilucidum (OPPEL)

erwähnt, dann erneut 8—10 m Kohlstatt-Schiefer, die hier gut aufgeschlossen und an Hand kieseliger Einlagerungen auch lithologisch zu identifizieren sind. Im N stoßen diese Kohlstatt-Schiefer an einer Störung gegen Aptychenkalke ab. An der Störung sind noch Fetzen von Radiolariten und Fleckenkalke, wohl Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten, zu beobachten.

Unmittelbar am Kalkalpenrand ist zwischen Hindelang und Unterjoch Unterdogger in der Fazies heller Crinoidenkalke bekannt.

d) Vilser Alpen

In den Vilser Alpen sind Jüngere Allgäu-Schichten nur im Tannheimer Tal gut aufgeschlossen.

Im Walzbach (Waldsbach) nördlich Nesselwängle stehen in der unteren Jura-Schuppe nach ZACHER 1959 über Mittleren Allgäu-Schichten zirka 25 m typische Untere Jüngere Allgäu-Schichten an. Sie werden von 40 m mittelbankigen, z. T. kieseligen Kalken überlagert, die bankweise mit festen Mergelkalken wechseln. Diese Kalke, die man wohl als Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten ansprechen darf, zeigen auf den Schichtflächen einen grün-gelblichen Anflug. Nach oben schließt sich eine Wechselfolge von Kalken und Mergeln an, in der — nach den schlechten Aufschlüssen zu beurteilen — die Mergelschiefer schließlich zu überwiegen scheinen. Unmittelbar unter den Radiolariten ist noch 1 m brauner Hornsteine aufgeschlossen.

In der oberen Jura-Schuppe ZACHERS findet man im benachbarten Gröbenbach ein durchlaufendes Profil (Profil 28), in dem Untere, Mittlere und Obere Jüngere Allgäu-Schichten am unterschiedlichen Anteil an Mergelschiefer-Lagen unterschieden werden können. Zuerst erscheinen hier die schon von ROTHPLETZ 1886/87 und AMPFERER (1908, 1924) beschriebenen Spatkalke, deren Ähnlichkeit mit der Fazies der Vilser Kalke schon ROTHPLETZ hervorgehoben hat. Fossilien ließen sich leider in beiden Profilen nicht finden.

Von größerer Bedeutung ist das Profil des Innergschwender Bachs nördlich Tannheim, das in seinem Aufbau trotz geringerer Mächtigkeiten dem des Walzbaches ähnelt. Hier fand REISER in Mergellagen zwischen harten

Mergel-Bänken, „die das Fundament eines aus Holzstämmen aufgeführten Querwehres bilden“, neben

Posidonia ornati QUENSTEDT (= *P. alpina* GRAS)

einen „wohlerhaltenen“

Macrocephalites (Dolicephalites) typicus (BLAKE).

Leider ist die Schichtenfolge nur lückenhaft aufgeschlossen. Zwischen der Fossil-Fundstelle und den 8 m weiter nördlich anstehenden Radiolariten finden sich in einem kleinen Aufschluß noch braungraue Kieselkalke, wie sie für den höchsten Teil der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten kennzeichnend sind. Unter der derzeit nicht aufgeschlossenen Fundschicht liegen typische Obere Jüngere Allgäu-Schichten. Demnach würde bereits der tiefere Teil der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten Unter-Callovian enthalten.

In den stark gestörten und lückenhaft aufgeschlossenen Bachprofilen nordwestlich des Einsteins ließ sich keine Übersicht über die ursprüngliche Abfolge der Jüngeren Allgäu-Schichten gewinnen. Rote Sandsteinbänke zwischen Allgäu-Schichten und Radiolariten am Sattel zwischen Breitenberg und Aggenstein, die REISER 1920, S. 130, nach den Lagerungsverhältnissen an die Dogger-Malm-Grenze stellte, wurden von ZACHER 1959 ins Cenoman eingestuft.

Auf der Vilser Schwelle (S. 82) liegen Oberlias und Dogger ebenfalls in der Fazies roter Brachiopoden- und Crinoidenkalke vor (ROTHPLETZ 1886/87, OPPEL 1869).

5. Hohenschwangauer und Ammergauer Alpen

In den Hohenschwangauer Bergen sind Aufschlüsse auch in den Jüngeren Allgäu-Schichten spärlich.

Ihre untere Gruppe findet man im unteren Klammgraben, vor allem aber im Fällgraben östlich Schwangau, wo mittelbankige, großfleckige Kalke und Mergellagen — beide grünlich anwitternd — miteinander wechseln. Schon BOESE 1894 hat vom Fällgraben aus „radians-Schichten“ eine größere Fauna genannt, nach den Neubestimmungen von SCHRÖDER 1925

Hildoceras bifrons (BRUGUIÈRE)

Phylloceras cf. *heterophyllum* (SOWERBY)

Peronoceras subarmatum (YOUNG & BIRD)

Harpoceras ? *bicarinatum* (ZIETEN)

Paronoceras sternale (BUCH)

Haugia reiseri (BOESE)

Grammoceras radians (BRONN) var. *struckmanni* DENCKMANN

Grammoceras cf. *thouarsense* (d'ORBIGNY)

Grammoceras cf. *fluitans* (d'ORBIGNY)

Phylloceras nilssoni (HÉBERT)

Inoceramus cf. *ellipticus* RÖMER.

Davon ist der erste Ammonit Zonen-Leitfossil des oberen Unter-Toarcian.

Der Rest der Fauna spricht für oberes Toarcian. Bei der Neubegabung fand sich

Grammoceras radians (BRONN) var. *struckmanni* DENCKMANN

in mehreren Exemplaren im Anstehenden, ferner ein Rollstück von

Phymatoceras anomalum (MERLA),

womit das obere Toarcian erneut belegt wurde.

Über diesen Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten folgen feste, sahne-farbene Kalke mit feinen Flecken, die in ihrem Habitus an Aptychenkalke erinnern. KOCKEL hat aus ihnen am Nordwestgrat des Rohrkopfs anstehend

Graphoceras concavum (SOWERBY)

gewonnen (KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931, S. 58). Demnach dürften die hellen Fleckenkalke zeitlich den Mittleren und Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten entsprechen.

Erstaunlicherweise suchte REUM 1960 den Fossilfund KOCKELS wegzudiskutieren und in Verkennung der Lagerungsverhältnisse die hellen Kalke neuerdings für Aptychenkalke zu erklären, wobei es ihm allerdings an biostratigraphischen Anhaltspunkten gebrach.

Zwischen diese hellen Fleckenkalke und die Radiolarite schieben sich noch einige Meter hellrote, mergelige, zum Teil knollige Kalke ein, die an mehreren Stellen großwüchsige *Lytoceras* erbracht haben. Leider waren diese Ammoniten wegen ihres schlechten Erhaltungszustands nicht näher bestimmbar.

In dem genannten Profil am Nordwestgrat des Rohrkopfs sind die roten Mergelkalke auf einige dm ausgewalzt und wohl aus diesem Grunde von KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931, Fig. 54, nicht beachtet worden.

Zum Hangenden gehen die roten Mergelkalke in die typischen roten Radiolarite über, die ihrerseits von normalen Aptychenschichten überlagert werden.

REUM 1960 hat die Radiolarite in der Schwansee-Zone östlich der Füssener Bucht nach den offenbar gestörten Lagerungsverhältnissen eines Profils im Wütenden Graben generell in die Untere Kreide gestellt, was ganz abwegig erscheint.

Wegen ihrer Lagerung zwischen Schichten mit *Graphoceras concavum* und den Radiolariten müssen die roten Mergelkalke als Äquivalent der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten betrachtet werden. Sie sind mit den roten Mergeln im Lehngraben bei Ehrwald (Profil 19) zu vergleichen. Westlich vom Schwansee treten in gleicher Position rote Echinodermen-Spatkalke auf, die faziell zu den üblichen Spatkalken vermitteln.

In den Ammergauer Alpen werden die Jüngeren Allgäu-Schichten durch die „Doggerkieselkalke“ (KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931) ersetzt, in denen unterer, mittlerer und oberer Dogger nachgewiesen ist. Bei der Kenzenhütte findet man zwischen jenen und den Radiolariten gleichfalls die eben beschriebenen roten Mergelkalke.

D. Biostratigraphische Übersicht

Die regionale Schichtenbeschreibung soll mit einem biochronologischen Rückblick abschließen, soweit dies die bisher vorliegenden Fossilfunde erlauben.

Die Untergrenze der Älteren Allgäu-Schichten ist nicht einheitlich. Wo sich die Fleckenmergel-Fazies aus Kössener Schichten entwickelt, dürfte

die oft unscharfe Faziesgrenze etwa der Grenze zwischen Trias und Jura entsprechen. Jedenfalls sind bisher weder Jura-Fossilien in Kössener Schichten noch rhätische Formen in Allgäu-Schichten bekanntgeworden. Der Nachweis der *planorbis*-Zone in Allgäu-Schichten ist im Arbeitsgebiet allerdings nur an einer Stelle erbracht (S. 18), erst die *angulata*-Zone des Hettangian ist mehrfach belegt (Vilser und Hohenschwangauer Alpen, siehe unten). Wo Rhätoliaskalk das Liegende der Allgäu-Schichten bildet, sind nur örtlich genauere Aussagen über den Beginn der Fleckenmergel-Sedimentation möglich, da wiederholt gezeigt worden ist, daß die rhätischen Riffe stellenweise bis in den tiefsten Lias hineinreichen (vgl. HUCKRIEDE 1959 a sowie FABRICIUS 1959, 1960 sowie deren Literaturhinweise, ferner HÜCKEL 1960) und nicht schlagartig abgestorben sind. Es scheint jedoch, als ob auch die letzten im Laufe des Hettangian ihr Ende gefunden hätten.

Die obersten Partien von WÄHNERS „weißem Riffkalk“ (1903, S 90 ff.) mit *Arietites semilaevis* (HAUER) sind faziell nicht mehr mit dem Rhätoliaskalk im Westteil der Nördlichen Kalkalpen zu vergleichen.

Gewöhnlich wird der Rhätoliaskalk nicht von Allgäu-Schichten, sondern von Rotem Unterliaskalk überlagert, und erst dieser wird dann von der Fleckenmergel-Fazies abgelöst. Bei derartigen Abfolgen liegt die Untergrenze der Allgäu-Schichten, wo auch immer sie biochronologisch erfaßt werden konnte, im obersten Sinemurian (*ravicostatum*-Zone) oder im tiefsten Pliensbachian (*jamesoni*-Zone). Zu einem ähnlichen Ergebnis war schon F. F. HAHN (1911 a und b) gekommen. Vom Mittellias an blieben rote Kalke auf die schmalen Schwellenzonen nahe des nördlichen und des südlichen Kalkalpenrandes beschränkt.

In den Älteren Allgäu-Schichten sind alle Zonen des unteren und des mittleren Lias von der *angulata*-Zone aufwärts an vielen Orten nachgewiesen worden. Zu einer Subzonen-Aufgliederung reicht die Fossilführung nicht aus, was auch WISSNER 1958 im Chiemgau feststellen mußte. Der Stufenkalk liegt nach den Faunen der Allgäuer Hauptmulde (S. 32 f.) und bei Lech (S. 27 f.) im obersten Teil der *margaritatus*-Zone.

Die Obergrenze der Älteren Allgäu-Schichten darf wohl als einzzeitig betrachtet werden und fällt mit der Grenze zwischen Mittel- und Oberlias zusammen; jedenfalls haben die Älteren Allgäu-Schichten trotz häufiger Fossilfunde noch nie oberliassische Formen geliefert.

In den Mittleren Allgäu-Schichten wurden bisher nur die *falcifer*- und die *bifrons*-Zone des unteren Toarcian belegt. Wegen der Fazies-Anklänge zu den Posidonienschiefern in Mitteleuropa, Frankreich und England darf man vielleicht erwarten, daß auch das tiefste Toarcian, die *tenuicostatum*-Zone, in ihnen enthalten, aber wegen der großen Fossilarmut noch nicht nachgewiesen worden ist.

Die Unteren Jüngeren Allgäu-Schichten beginnen mindestens am Ellesbach bei Bad Oberdorf schon in der *bifrons*-Zone des Unter-Toarcian (S. 60), nach der Fossilliste von BOESE 1894 wahrscheinlich ebenso bei Schwangau (S. 62). Darüber hinaus enthalten sie die *jurense*-Zone (oberes Toarcian), wie Ammoniten von drei Fundpunkten zeigen (Gumpensattel bei Holzgau, S. 53; Hirschbachtobel bei Hindelang, S. 60; Fällgraben bei Schwangau, S. 62). Sie könnten sogar noch eben in den tiefsten Dogger hineinreichen, da *Pleydellia aalensis*, die in Mittel- und Westeuropa die ober-

ste Subzone des Toarcian markiert, bei Holzgau bereits in der unteren Hälfte dieser Schichtgruppe angetroffen wurde.

Sicher nachgewiesen ist die *opalinum*-Zone des Unterdogger dann in den Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten, die außerdem noch die *scissum*- und einen Teil der *murchisonae*-Zone des Bajocian umfassen (Faunen im Retterschwangtal und im Hirschbachtobel bei Hindelang, S. 58 und 60; Lehngraben bei Ehrwald, S. 54). Sollte *Graphoceras rude* vom Retterschwangtal auch noch aus dieser Schichtgruppe stammen, was nicht sicher ausgeschlossen werden kann, so würde das bedeuten, daß auch die *concarum*-Zone an dieser Stelle schon in den Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten einsetzt.

Die Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten haben im Hirschbachtobel (S. 60) ebenfalls *Graphoceras rude* geliefert. Bei Ehrwald schließen sie dagegen mit einer Bank mit *Ludwigia murchisonae* (S. 54) ab. Somit ist also vielleicht die untere, sicher aber nicht die obere Grenze der Oberen Jüngeren Allgäu-Schichten überall genau gleichaltrig.

In den Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten bietet REISERS *Macrocephalites typicus* von Tannheim (S. 62) im Untersuchungsgebiet den einzigen biochronologischen Fixpunkt. Im übrigen läßt sich ihre Bildungszeit nur vom Liegenden (Schichten mit *Graphoceras rude*) und vom Hangenden (Jura-Radiolarite) her eingrenzen.

Dies zwingt zu erneuter Diskussion über das Alter der Radiolarite: Innerhalb der Radiolarite mangelt es i. a. an Leitfossilien. In den Ostalpen konnten W. QUENSTEDT 1951 durch *Hibolites semisulcatus* (MÜNSTER) und Rhynchotheuten, W. WILMERS 1962 durch *Hibolites hastatus* (MONTFORT) und *Lamellaptychus* cf. *pleiadensis* TRAUTH unteren Malm nachweisen. Im Liegenden der Radiolarite ist Oberdogger in verschiedenen Fazies bekannt, außer bei Tannheim (siehe oben) noch im Ammergebirge („*Rhynchonella*“ *trigonella* ROTHPLETZ, SÖHLE 1899, S. 53; KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931), am Achensee [*Hibolites hastatus* (MONTFORT), W. QUENSTEDT 1951, S. 58 f.], im Chiemgau (*Macrocephalites* sp., FRANZ 1959) und bei Hallstatt (*Macrocephalites macrocephalus*, *Reineckia anceps* unter anderem, SPENGLER 1918, S. 327). Jüngere Fossilien als solche des unteren Callovian sind zwar bisher nicht aus dem Liegenden der Radiolarite veröffentlicht worden. Da aber der genannte *Macrocephalites typicus* von Tannheim 8 m unter den Radiolariten angetroffen worden ist, mag man mit einiger Berechtigung auch weiterhin annehmen, daß die Radiolarite etwa an der Dogger/Malm-Grenze einsetzen, wie dies unter anderem auch TRAUTH 1948 und SPENGLER 1951 getan haben.

Im Widerspruch mit dieser Auffassung schloß MILLER (1962, S. 39 ff. u. Tab. 2) aus dem Fund von *Ludwigia murchisonae* im Lehngraben bei Ehrwald (S. 54), daß die Radiolarite schon im mittleren Bajocian einsetzen. Zu dieser Ansicht führte ihn seine Fassung der Radiolaritgruppe, die er mit dem ersten Auftreten roter Farben beginnen ließ. Diese Grenzziehung wurde aus kartiertechnischen Gründen bevorzugt, kann aber nicht ohne weiteres mit der Untergrenze der Radiolarite in anderen Gebieten gleichgesetzt werden. Läßt man auch bei Ehrwald die Radiolarite erst mit der tiefsten Hornstein-Bank beginnen, so besteht kein Grund, die Radiolarite im engeren Sinne bei Ehrwald zu einem früheren Zeitpunkt einsetzen zu lassen als an den oben genannten Orten. Inzwischen hat auch MILLER 1963 selbst seine frühere Ansicht der hier vertretenen angenähert.

Die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten müßten also den großen Zeitraum vom mittleren Bajocian bis in den obersten Dogger umfassen. Größere

Schichtlücken konnten in ihnen mangels geeigneter Fossilien nicht nachgewiesen werden. Die Sedimente selbst liefern indessen an einigen Stellen Hinweise auf lückenhafte Ablagerung durch geringe Mächtigkeiten (Profil 7, 19, 22) resedimentäre Geröllführung (S. 54 und 58) und Brauneisenkrusten (Profil 10). Auch die häufigen bunten Lagen könnten in diesem Sinne gedeutet werden.

Wieweit die Abgrenzungen der vier Schichtgruppen innerhalb der Jüngeren Allgäu-Schichten streng gleichzeitig sind, wird sich nur prüfen lassen, wenn mehr Fossil-Fundpunkte zur Verfügung stehen. Vorläufig muß man sich mit der Feststellung begnügen, daß die bisherigen Funde nur im höheren Teil zeitliche Diskrepanzen andeuten, obwohl die Fundorte zum Teil weit voneinander entfernt sind.

Als Zusammenfassung des Gesagten möge Tab. 2 dienen, in der die einzelnen Schichtgruppen maßstäblich nach ihren Mächtigkeiten im Südteil der Allgäuer Hauptmulde bei Oberstdorf eingetragen sind.

III. Paläogeographie

Es soll nunmehr versucht werden, aus Mächtigkeitsverteilung, Litho- und Biofazies der Allgäu-Schichten und zeitgleicher Gesteine im Arbeitsgebiet auf Gestalt und Charakter des unter- und mitteljurasischen Ablagerungsraums zu schließen. In alpinotypen Gebirgen ist es naturgemäß besonders schwierig, aus einer Vielzahl örtlicher Untersuchungsergebnisse ein verlässliches paläogeographisches Gesamtbild zu entwerfen, da die ursprünglichen Lagebeziehungen zwischen den einzelnen Schichtprofilen durch Falten und Überschiebungen verzerrt sind. In den Nördlichen Kalkalpen, die mehrfach und in verschiedenen Richtungen eingeeengt worden sind, ist es mindestens beim derzeitigen Stand ihrer Erforschung nicht möglich, den vortektonischen Zustand quantitativ flächenhaft zu rekonstruieren. Um auf einen räumlichen Überblick dennoch nicht gänzlich zu verzichten, kommt man nicht umhin, lokale Daten im heutigen Kartenbild anzuordnen. Man muß bei der Auswertung allerdings im Auge behalten, daß

1. die ursprünglichen Dimensionen vor allem in der Einengungsrichtung um einen wechselnden Faktor verkürzt (senkrecht dazu unter Umständen verlängert) erscheinen und
2. ursprünglich schräg zur Einengungsrichtung gelegene Elemente (Trogachsen, Schwellen und ähnliches) mit meist unbekanntem Winkel jeweils gegen die Senkrechte auf die Formungsebene der Einengung rotiert worden, normalerweise also der Richtung der Faltenachsen angenähert oder gar in diese eingeschlichtet worden sind.

Paläogeographische Karten ohne Rücksicht auf die tektonische Verformung sind allerdings nur dann sinnvoll, wenn im betrachteten Gebiet

Tab. 2. Vollgliederung der Allgäu-Schichten. Der Darstellung wurden die Mächtigkeitsverhältnisse im Südteil der Allgäuer Hauptmulde bei Oberstdorf zugrundegelegt (Gesamtmächtigkeit dort ca. 1500 m)



Schichtenfolge	nachgewiesene Zonen	Stufen
Hangendes: Radiolarite		(Untermalm)
	<i>macrocephalus</i>	Callovian
Oberste (z.T. Spatkalk-Schichten)		Bathonian
		oberes mittleres
Obere	<i>concauum</i>	Bajocian
	<i>murchisonae</i>	
Mittlere	<i>scissum</i>	
	<i>opalinum</i>	unt.
Untere	<i>jurensse</i>	ob.
Epsilon-Kalk	<i>bifrons</i>	Toarcian
	<i>falcifer</i>	unt.
obere	<i>spinatum</i>	Pliensbachian
Stufenkalk		
		ob.
untere	<i>margaritatus</i>	
	<i>davoei</i>	Sinemurian
	<i>ibex</i>	
	<i>jamesoni</i>	
	<i>raricostatum</i>	Hettangian
	<i>osynotum</i>	
	<i>obtusum</i>	
	<i>turneri</i>	
	<i>semicostatum</i>	
	<i>bucklandi</i>	
	<i>angulata</i>	
	<i>? planorbis</i>	
(Roter Unterlias-Kalk)		Rhat
Liegendes Rhatoliaskalk oder Kossener Schichten		

 **Fleckenkalk**
 **Kalke u Kieselkalke**
 **Spatkalke**
 **Hornsteine**

 **Konglomerate**
 **Mergel**

Deckenüberschiebungen mit sehr großen Förderweiten ausgeschlossen werden können. Im Westteil der Nördlichen Kalkalpen ist die Diskussion über Deckenbau oder gebundene Tektonik noch immer im Gange. Nach dem derzeitigen Untersuchungsstand steht fest, daß es zwischen dem Rätikon und Hinterstein keine zusammenhängende Lechtal-Decke gibt und daß die Förderweiten der verschiedenen Überschiebungen, die der Lechtal-Decke bisher zugerechnet worden sind, nicht 5—6 *km* überschreiten. Auch in den nordöstlichen Allgäuer Alpen ist die Trennung zwischen Allgäu- und Lechtal-Decke unwahrscheinlich geworden (BORNHORST 1958, ZACHER 1959, REUM 1960). Hier ergeben sich nunmehr aus Fazies- und Mächtigkeitsverteilung des Jura weitere Argumente gegen den Deckenbau, wie später gezeigt wird (S. 88f.). Da die Allgäu-Schichten im Arbeitsgebiet nur auf Allgäu- und Lechtal-Decke früherer Auffassung beschränkt sind (abgesehen von einigen winzigen Vorkommen auf der Krabach-Masse), brauchen Inntal- und Krabachjoch-Decke hier nicht zur Debatte gestellt werden.

A. Mächtigkeitsverteilung

Auf den Tafeln 1—3 wurden die Mächtigkeiten für die drei Abteilungen der Allgäu-Schichten getrennt aufgetragen. Dazu wurden Daten aus gut aufgeschlossenen Profilen verwandt, in denen wesentliche Mächtigkeitsänderungen durch tektonische Deformation ausgeschlossen werden dürfen. Nur ausnahmsweise wurden Maximal- oder Minimal-Schätzwerte aus tektonisch gestörten Profilen hinzugezogen, um Lücken zu schließen.

1. Ältere Allgäu-Schichten

Ein verhältnismäßig vollständiges Bild erhält man naturgemäß bei den Älteren Allgäu-Schichten als den am weitesten verbreiteten und zugleich mächtigsten Schichten (Tafel 1). Sehr deutlich zeichnet sich im Kern des untersuchten Gebietes der große Allgäu-Außerferner Trog ab, dessen Achse aus dem Großen Walsertal bis zum Rauheck-Kreuzeck-Kamm bei Oberstdorf mit ENE-Streichen am Südrand der Allgäuer Hauptmulde verläuft. Dann biegt die Trogachse nach SE schräg über die Hornbach-Kette in das Gebiet von Häselgehr am Lech ab, von wo sie mit neuerlichem ENE-Streichen der Holzgau-Lermooser Mulde folgt. Bei Berwang wird der Trog noch quer durch eine schmale Zone geringerer Mächtigkeiten unterteilt, so daß man einen Lermooser Teiltrog ganz im E abtrennen kann. Im Streichen der Trogachse betrachtet, wachsen die Mächtigkeiten von 200 *m* an der Bregenzer Ach rasch auf 1000 *m* am Linkerskopf an und behalten dann etwa diesen Wert bis zur Elmer Kreuz-Spitze bei. Von da sinken sie bis auf 250 *m* bei Berwang allmählich ab und steigen im Lermooser Trog schließlich wieder auf 400 *m* an.

Auf der Südseite des Allgäuer Hauptkamms schließt dicht an den Allgäuer Trog ein örtlich begrenztes Sedimentations-Minimum im Schochental an, in dem die Mächtigkeiten von 1000 *m* auf weniger als 50 *m* zurückgehen. Südlich davon schwellen sie dann wieder auf 200 *m* an. Das Schochental-Minimum reicht nach E kaum über den Meridian von Holzgau hinaus.

In den westlichen und zentralen Lechtaler Alpen nehmen die Mächtigkeiten nach S gegen die Zürser Schwelle hin allmählich ab, doch sind die Differenzen zwischen Höchst- und Mindestwerten hier viel geringer als in den Allgäuer Alpen. Sehr auffällig ist der kleinräumige Teiltrog um die Parseier Spitze, den man geradezu als „Parseier Loch“ bezeichnen möchte.

Die Zürser Schwelle — zwischen Bludenz und der Eisenspitze an den Isopachen deutlich zu verfolgen — stößt aus dem generellen EW-Streichen an drei Stellen in asymmetrischen Bögen nach N vor: An der Roten Wand, bei Lech und nördlich der Eisenspitze. Dabei ist der nach NW bzw. WNW streichende Ostflügel der Bögen jeweils länger als der westliche.

Ob der geringmächtige Jura der Peischelwänd im Krabachtal (S. 14) direkt mit dem Schwellenvorsprung bei Lech (Rüfikopf-Wösterspitze) in Verbindung gebracht werden kann wie auf Tafel 1, ist wegen der lückenhaften Verbreitung des Jura in diesem Bereich nicht sicher zu entscheiden.

Im Rätikon biegt die Zürser Schwelle diskordant zum heutigen Faltenstreichen steil nach S ab. Ihr gehören die geringmächtigen Rotsedimente zwischen Bludenz und dem Valbon-Kopf an, während man in den relativ mächtigen Älteren Allgäu-Schichten des Sarotlatals, der Zimba und des Wildbergs vielleicht eine Fortsetzung des Allgäuer Trogs erblicken darf. Die schwächtigen roten Jura-Sedimente südlich Brand sind einer besonderen, näher am äußeren (nördlichen) Kalkalpenrand gelegenen Schwelle zuzuschreiben.

Im Klostertal und am Flexenpaß nehmen die Mächtigkeiten von der Zürser Schwelle nach S noch einmal zu, so daß man hier von einem neuen Teiltrog sprechen kann, der im folgenden auch ohne Kenntnis seiner einstigen Südbegrenzung als Klostertaler Trog bezeichnet wird.

Am Nordrand der Kalkalpen sind paläogeographische Elemente wegen der geringen Verbreitung des Jura und intensiver Schuppentektonik nicht auf größere Erstreckung durchzuverfolgen. Zwischen Zitterklapfen und Widderstein einerseits und in einem schmalen Streifen zwischen Seealp-See und Obertal östlich Oberstdorf andererseits sind die Älteren Allgäu-Schichten auffallend geringmächtig. Es scheint sich dabei um Teile ein und desselben Sedimentations-Minimums zu handeln. Auf seiner Nordwest-Flanke schwellen die Mächtigkeiten am Gräshorn und in den Bergen zwischen Bsonderach und Osterach bei Hindelang bis hinüber zur Zipfels-Alpe bei Hinterstein noch einmal beträchtlich an, ehe der Nordrand des Oberostalpins weitere Aussagen verwehrt. Die Hindelanger Schwelle (S. 82) liegt noch nordwestlich dieses randlichen Senkungsgebietes.

Zwischen Osterach und Lech sind zuverlässige Mächtigkeitsangaben zu weit gestreut, als daß sie ein detailliertes Bild erlaubten. Hier deutet sich lediglich in den Vilser Alpen ein weiterer Trog an und südwestlich davon, zwischen Luitpold-Zone und Landsberger Hütte, ein Bereich geringer Sedimentation. Im Vilser Trog erreichen ausnahmsweise auch die Schichten des Unterlias und des tieferen Mittellias relativ hohe Werte, während sie sonst nur einen geringen Bruchteil der Älteren Allgäu-Schichten ausmachen.

Abb. 2 soll die Mächtigkeitschwankungen der Älteren Allgäu-Schichten in drei Querprofilen veranschaulichen. Sie wurden nach der Mächtigkeitskarte gezeichnet und 2,4-fach überhöht. Besonders kraß zeichnet sich der

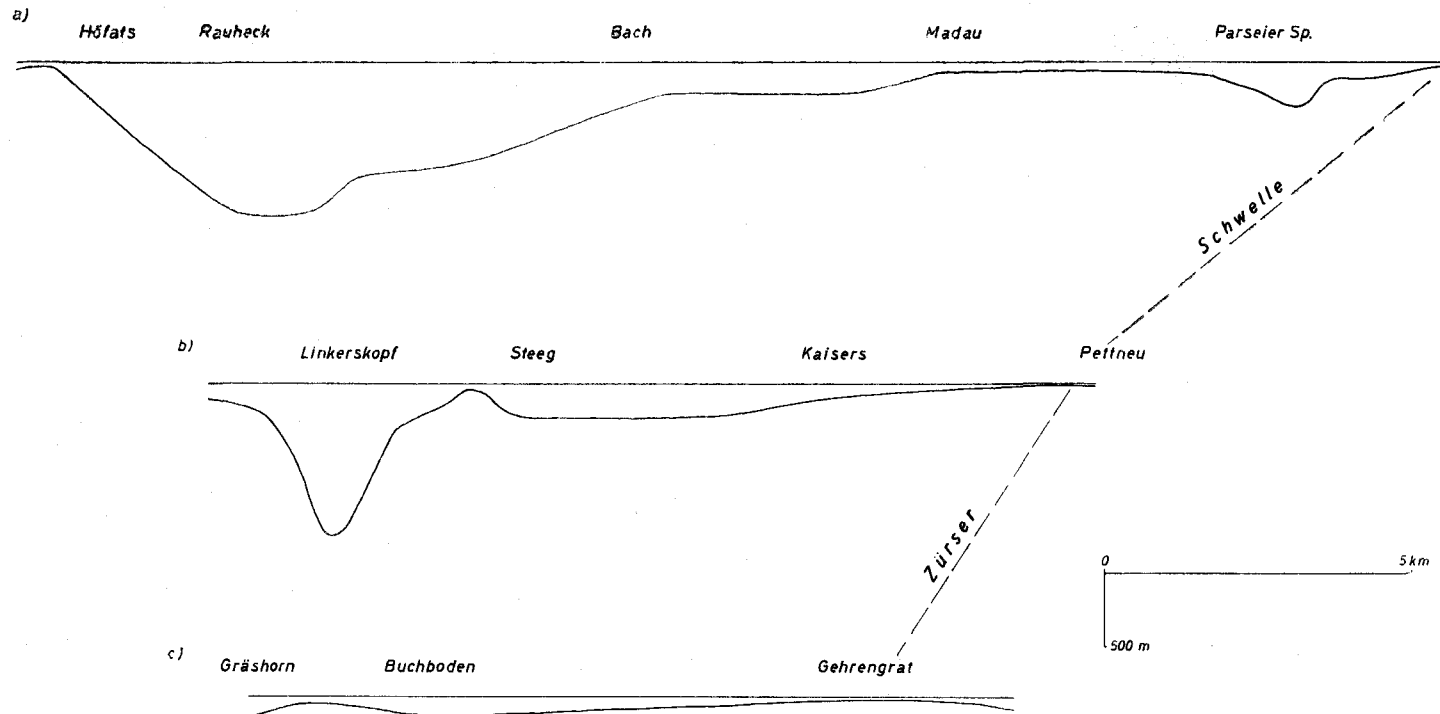


Abb. 2: Mächtigkeitsprofile der Älteren Allgäu-Schichten. Tektonische Formen nicht entzerrt. Lage siehe Tafel 1. 2.4× überhöht.

Allgäu-Außerferner Trog ab (Abb. 2 a und b). Hier war es auf Grund neuer Detailuntersuchungen (JACOBSSHAGEN 1961) ausnahmsweise möglich, ein Querprofil zu entzerren und die Mächtigkeitsschwankungen maßstäblich und nicht überhöht darzustellen (Abb. 3). Das Parseier Loch (Abb. 2 a) und der Klostertaler Trog sind ebenfalls zu erkennen.

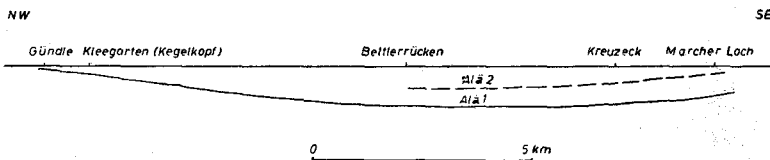


Abb. 3: Mächtigkeitsänderungen der Älteren Allgäu-Schichten in einem entzernten Querprofil durch die Allgäuer Hauptmulde. Nicht überhöht.

2. Mittlere Allgäu-Schichten

Bei den Mittleren Allgäu-Schichten (Tafel 2) erhält man ein ähnliches Bild wie für die Älteren Allgäu-Schichten. Der zentrale Haupttrog ist inzwischen deutlich in einen Allgäuer und einen Lermooser Teiltrog aufgegliedert. Die Achse des Allgäuer Trogs folgt der Allgäuer Hauptmulde vom Schadona-Paß bis ins obere Osterachtal bei Mächtigkeiten bis über 200 m. Östlich vom Schochental-Minimum stößt nur ein Abzweig zungenförmig nach SE ins Lechtal vor, wird aber durch eine breite Zone vom Lermooser Trog getrennt (hier stehen allerdings wegen der geringen Verbreitung der Mittleren Allgäu-Schichten nur wenige Meßpunkte zur Verfügung). Parseier Loch und Klostertaler Trog sowie die Zürser Schwelle haben Lage und Ausdehnung kaum verändert. Im Rätikon reichen die Daten nicht mehr zu einem eindeutigen Bild aus. Das gleiche gilt für den Nordsaum der Kalkalpen.

In den nordöstlichen Allgäuer Alpen ist das Sedimentations-Minimum zwischen Prinz-Luitpold-Haus und Tannheim wieder erkennbar. Der Vilser Trog ist nur nördlich Nesselwängle angedeutet.

Wiederum sind diagonale, schräg zur heutigen Tektonik verlaufende Elemente im Isopachenbild nicht zu verkennen, vor allem beiderseits des Schochental-Minimums. Besonders betont ist die Linie von Steeg zur Parseier Spitze.

3. Jüngere Allgäu-Schichten

Noch lückenhafter als bei den Mittleren Allgäu-Schichten ist die Mächtigkeitsverteilung bei den Jüngeren Allgäu-Schichten überliefert (Tafel 3). Immerhin ist noch zu erkennen, daß der Allgäuer Trog sich am Schochental-Minimum vorbei nach SE bis in das Gebiet des unteren Grießl- und des Alperschon-Tals ausgedehnt hat. Dabei tritt erneut die Diagonale Steeg—Parseier Spitze hervor. Auch gegen SW dringt eine Bucht des Allgäuer Trogs über Lech hinaus bis zur Roten Wand vor. Zwischen dem Allgäuer und dem Parseier Trog erscheint deutlicher als zuvor eine Zone geringerer Sedimentation. Die Zürser Schwelle behält ihre Lage bei, ist aber zwischen Flexenpaß und Formarin-See schmaler geworden, zugunsten des Klostertaler Trogs.

Nahe am nördlichen Kalkalpenrand wurde wie zur Zeit der Älteren Allgäu-Schichten in einem schmalen Streifen zwischen Buchboden und Mittelberg wenig sedimentiert, während am Gräshorn die Mächtigkeiten gegen N wiederum anwachsen. Auch bei Hindelang (Hirschbachtobel) schwellen die Mächtigkeiten am äußersten Kalkalpenrand deutlich an. Der Vilser Trog ist nur bei Nesselwängle an erhöhten Mächtigkeiten zu ahnen. Die Entwicklung in der Lermooser Mulde ist nicht überliefert.

4. Überblick

Die Mächtigkeitsbetrachtungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Während des Lias und Dogger verändern die Tröge (Allgäuer, Vilser, Lermooser, Parseier und Klostertaler Trog) und die zwischen ihnen gelegenen Sedimentationsminima (vor allem die Zürser Schwelle) zwar örtlich etwas ihren Umfang, behalten aber im ganzen gesehen ihre Lage bei.

2. Vom Großen Walsertal bis nach Hindelang laufen die Isopachen der sogenannten Allgäu-Wendung des Kalkalpenrandes parallel.

3. Vor allem in den Lechtaler Alpen biegen die Isopachen wiederholt aus der generellen ENE-Richtung schräg zu den tektonischen Strukturen in ESE- bis SE-Richtung ein, am deutlichsten an einer von der Parseier Spitze nach Steeg verlaufenden Linie. Bei Bludenz drehen sie steil nach S ab, ebenfalls diskordant zur heutigen Tektonik.

B. Die Fazies der Allgäu-Schichten

Aus Geländebeobachtungen und einer vergleichsweise geringen Zahl von Dünnschliffen soll ein vorläufiger Überblick über die verschiedenen Fazies innerhalb der Allgäu-Schichten gegeben werden. Wie eingangs erwähnt und aus der stratigraphischen Beschreibung immer wieder ersichtlich, stellen die Allgäu-Schichten keine monofazielle Serie dar, sondern einen vielfachen Wechsel unterschiedlicher Sedimente, deren Eigenschaften nachstehend skizziert und paläogeographisch gedeutet werden sollen. Man kann sie nicht schlechthin als die Mergelfazies des kalkalpinen Jura typisieren.

1. a) Fleckenmergel s. str.

Hierunter werden nur die in den Allgäu-Schichten überwiegenden dunklen, pelitischen Kalke bis Mergel mit Flecken verstanden. Ihr Gepräge erhält diese Fazies demnach vor allem durch die Verbreitung von Lebensspuren, die etwas eingehender betrachtet werden müssen.

Fukoiden („Flecken“)

Wie eingangs zitiert (S. 4), waren die Flecken in den Fleckenmergeln (Phototafel 1, Fig. 4) von vornherein mit den auf Schichtflächen oft zu beobachtenden Fukoiden in Verbindung gebracht worden (z. B. GÜMBEL 1855), die man noch bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts für fossile Algen hielt. ROTHPLETZ 1896 bildete davon insofern eine Ausnahme, als er die Gattung *Phymatoderma* BROGNIART von den übrigen Fukoiden trennte

und wegen angeblicher Sponginfasern zu den Hornschwämmen zog. Diese Gattung *Phymatoderma* sollte im alpinen Lias häufig sein, und daher sah man in der Folgezeit bisweilen die Flecken als Reste von Hornschwämmen an (SCHULZE 1905, PONTOPPIDAN 1911, SCHRÖDER 1925). Dagegen hatte schon Th. FUCHS in NATHORST 1881 vermutet, daß es sich bei den Fukoiden um zoogene Spurenfossilien handle. Dies wurde zunächst außer von ihm selber (1895, 1904) auch von NATHORST und von O. M. REIS 1909 verfochten und später von R. RICHTER 1928 überzeugend dargelegt (Röhrenbauten mariner Organismen, vor allem wohl von Würmern. Weitere Bestätigungen haben seitdem vor allem GÖTZINGER & BECKER 1932, WASSOJEWITSCH 1936, KREJCI-GRAF 1936 und TAUBER 1948 geliefert.

Detaillierte Untersuchungen über die Fukoiden der Allgäu-Schichten liegen bislang nicht vor. Immerhin wurden in den vergangenen Jahren wertvolle Beobachtungen hierüber mitgeteilt: Einerseits fand GANSS (1950, S. 208) in liassischen Mergeln zwischen Schliersee und dem Inntal „aus Hornsubstanz gebaute Ringsegmente von Wurmröhren, die eine Breite bis 1 cm und eine ebensolche Höhe erreichen. Diese Segmente sind leicht ineinandergeschachtelt und ergeben Röhren von einigen Zentimetern Höhe“. Andererseits schlossen BORNHORST (1958), BESLER (1959, S. 443 f.) und KUCKELKORN (1960) aus mikroskopischen Untersuchungen (Flecken unscharf begrenzt; Dunkelfärbung durch fein verteilten Pyrit und Bitumen; wenige Fossilreste in den Flecken, z. B. Schwammnadeln und Radiolarien), daß die Substanz der Flecken aus einem Faulschlamm hervorgegangen sei. ALBRECHT (1953, S. 93) kam durch mikrochemische Analysen (Nachweis von Tiophen, Mn-, V- und Mo-Anreicherungen) zu demselben Ergebnis. Dieser Faulschlamm dürfte sich von Kotfüllungen in Freß- oder Wohnbauten von Anneliden herleiten, wie dies TAUBER 1948 für *Chondrites furcatus* STERNBERG aus dem Flysch in einer vorbildlichen Untersuchung nachweisen konnte.

Zoophycos

(Synonymieliste nach A. SEILACHER bei VOIGT & HÄNTZSCHER 1956, S. 119)

Mehrfach konnten in Allgäu-Schichten große Platten mit *Zoophycos* „Wedeln“ beobachtet werden, so in Jüngeren Allgäu-Schichten des Lehngrabens bei Ehrwald (Profil 19) und Mittleren am Madratsch bei der Roten Wand (Profil 3).

Einen entsprechenden Fund von „*Taonurus*“ meldete GANSS 1950 aus Fleckenmergeln der Berge zwischen Schliersee und dem Inntal.

Nach SEILACHER (1954 und freundliche briefliche Mitteilung) ist *Zoophycos* auf tieferes Wasser beschränkt.

Parkettierende Lebensspuren

Ein Bruchstück einer „parkettierenden, helminthoideenartigen Weidespur“ wurde von STENGEL-RUTKOWSKI (vgl. KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959, S. 186) am Wildhorn beim Zürser See gefunden. D. RICHTER 1954 a, Abb. 14, hat eine ähnliche, aber etwas weiter mäandrierende Spur von der Laufbichel-Kirche bei Hinterstein wiedergegeben, wo solche Typen häufig sein sollen. Beide Funde stammen aus Älteren Allgäu-Schichten. Obwohl der Verfasser sein Augenmerk besonders auf solche Spuren gerichtet hatte, ist es bisher bei diesen lokalen Funden geblieben.

Eine ziemlich vollständige Übersicht über die Körperfossilien der Fleckenmergel hat SCHRÖDER 1925 gegeben. Cephalopoden überwiegen darin weit aus. Muscheln (vornehmlich Inoceramen, Aviculiden, Limiden, Pectiniden) kommen gelegentlich vor; von ihnen sind nur die Inoceramen, insbesondere *I. ventricosus* im Mittellias, stellenweise häufig. Schnecken fehlen fast ganz. Brachiopoden sind selten und fast ausschließlich auf unterliassische Fleckenmergel beschränkt. An Echinodermen sind im Arbeitsgebiet außer Crinoiden einige kleine Seeigel bekannt (*Eodiadema*). Korallen wurden niemals gefunden. In Dünnschliffen fallen vor allem Radiolarien und Kieselschwamm-Nadeln auf; vereinzelt treten gelegentlich Foraminiferen hinzu.

In dieser vollmarinen Fauna herrschen zahlenmäßig die nektontischen und planktontischen Formen weit vor. Das Benthos wird vorwiegend von Sedimentfressern (Fukoiden) gestellt. Bionomisch betrachtet (H. SCHMIDT 1935), möchte man daraus schließen, daß das Bodenwasser des Sedimentationsbeckens sehr sauerstoffarm gewesen ist und daher den meisten Formen des marinen Benthos keine Lebensmöglichkeiten mehr geboten hat. Nur sedimentlebende Würmer dürften dem angepaßt gewesen sein (die rezenten Polychaeten *Arenicola* und *Nereis* z. B. können dank eines spezifischen Hämoglobins noch bei sehr geringen O_2 -Partialdrücken leben, wie HECHT 1932 gezeigt hat). Die Reste schwimmender Organismen sind erst nach dem Tode aus höheren Wasserschichten in diese schlecht durchlüftete Umgebung abgesunken. Ihre organische Substanz konnte dort nur sehr langsam oxydiert werden, so daß den Sedimentfressern reichlich Nahrung geboten war.

Daß im Sediment selbst ein reduzierendes Milieu geherrscht haben muß, geht aus den dunklen Farben, feinverteiltem Bitumen und Pyrit-Konkretionen hervor. Auch das Fehlen von Kalkschalen bei den Fossilien läßt nach H. SCHMIDT 1935 Sauerstoffmangel vermuten, der am Meeresboden gewöhnlich mit erhöhten CO_2 -Konzentrationen einhergeht. Demgegenüber ist zu beachten, daß ein erheblicher Teil des Sediments — nämlich die Fleckensubstanz — den Darm von sedimentfressenden Organismen passiert hat, daß also auch Oxydationsprozesse bei der Lithogenese mitgewirkt haben. Dieser koprogene Anteil berechtigt dazu, bei der Fleckenmergel-Fazies von einer marinen Gyttja (H. SCHMIDT 1935) zu sprechen. Dafür bezeichnende Anreicherungen von V, Mo und Mn hat, wie schon erwähnt, ALBRECHT 1953 nachgewiesen.

Die Vorstellung von E. KRAUS 1951, S. 241, daß „die gewöhnliche Bodenfauna durch die Unruhe“ (gemeint sind ständig wiederkehrende tektonische Bewegungen) „i. a. in die Flucht geschlagen“ sei, kann wohl nicht ernstlich in Betracht gezogen werden.

Indessen kann die sauerstoffarme Bodenwasser-Schicht nur dünn gewesen sein, da die fast immer nachweisbaren Kieselschwämme sicherlich höhere Ansprüche gestellt haben; sie dürften bereits in besser durchlüftetes Wasser hineingeragt haben. Daß die Schwammnadeln aus einem anderen Biotop eingedrufft wären, ist auszuschließen, da sie in der Fleckenmergel-Fazies überall verbreitet sind und das gleichbleibend feine Korn des Sediments keine Hinweise auf entsprechende Bodenströme gibt.

1. b) Rote Bänder in Fleckenmergeln

Episodisch muß das Bodenwasser besser durchlüftet gewesen sein, so daß auch Muscheln, Brachiopoden und Echinodermen sich ansiedeln konnten. Das gleiche kann man wohl auch aus den roten Lagen schließen, die

sich stellenweise in die Gesteine der Fleckenmergel-Fazies einschieben (S. 24—26, 29, 30). Mikrofaziell ähneln jene sehr den Fleckenmergeln, jedoch enthalten sie gewöhnlich neben Radiolarien und Schwammnadeln auch Echinodermen- und feinen Zweischaler- (? Brachiopoden-) Bruch, letzteren gelegentlich bis zu Schill-Lagen angereichert. Sie besaßen somit zweifellos eine reichere und anspruchsvollere Bodenfauna als die Fleckenmergel. Man ist in diesen Fällen geneigt, einem Gedankengang von FABRICIUS 1960 zu folgen und anzunehmen, daß die roten Farben durch längere Einwirkung O_2 -haltigen, oxydierenden Meerwassers entstanden sind. Allerdings liegen viele dieser roten Einschaltungen nahe den Schwellen an den Kalkalpenrändern; wenigstens beim nördlichen käme auch festländische Beeinflussung in Frage.

Wie kommt es im Fleckenmergel-Becken zu sauerstoffarmem Bodenwasser? FABRICIUS 1960, S. 104, suchte eine Erklärung in der raschen Ablagerung. Nach seiner Meinung sind abgestorbene Organismen im Sediment eingebettet worden, bevor sie verwesen konnten; sie seien statt dessen unter H_2S -Produktion im Sediment zersetzt worden. Die Fleckenmergel-Gesteine sind aber keineswegs überall rasch sedimentiert worden. So schwanken z. B. die Mächtigkeiten der Älteren Allgäu-Schichten, die fast ausschließlich aus Fleckenmergeln bestehen, im Arbeitsgebiet zwischen 1000 und 10 m. Der Minimalwert liegt in der Größenordnung der Mächtigkeiten von zeitgleichen Rotsedimenten auf der Zürser Schwelle. Die schlechte Belüftung des Bodenwassers hing demnach sicherlich nicht von der Sedimentationsgeschwindigkeit ab. Es ist wahrscheinlicher, daß die Wasserbewegung im allgemeinen nicht ausreichte, um das Bodenwasser von der Meeresoberfläche her ausreichend mit Sauerstoff zu versorgen (auch diese Vorstellung ist bei FABRICIUS 1960, S. 105, andeutungsweise zu finden). Jedenfalls bieten die pelitischen Fleckenmergel-Gesteine keine Anzeichen tiefgreifender Wasserbewegungen, sie sind vielmehr typische Ablagerungen des marinen Langschweb-Bereiches im Sinne von GRIPP 1958.

2. Ungebankte Mikrofossilkalke

Unmittelbar an die normale Fleckenmergel-Fazies sind die nahezu bankungslosen Gesteine des Stufenkalks (S. 7) und der Älteren Allgäu-Schichten an der Eisenspitze (S. 16) anzuschließen. In beiden Fällen handelt es sich um mittelgraue, pelitische Kalke.

a) Im makroskopischen Bild des Stufenkalks treten Flecken zurück, unter dem Mikroskop sieht man aber, daß dunkles Pigment feinfleckig verteilt ist. An Mikrofauna sind vor allem calcitisierte Kieselschwamm-Nadeln, daneben auch Radiolarien zu nennen, deren Kieselsäure das Gestein zuweilen spürbar verhärtet hat.

b) Die massigen Kalke der Eisenspitze zeigen keine Flecken. Im Dünnschliff wurden neben Glaukonit-erfüllten Foraminiferen feine Mollusken-Trümmer und calcitisierte Radiolarien festgestellt.

Daß bei Mikrofossil-Kalken die Schichtung schwinden kann, ist eine bekannte Tatsache. H. SCHMIDT 1935, S. 120, sieht die wesentliche Ursache dafür in ununterbrochenem Planktonfall.

3. Kieselgesteine

Hier sind vor allem der Liaskieselkalk der Ammergauer Alpen (S. 39), die unterliassischen Spongienschiefer der Vilser Alpen (S. 37), die hornsteinreichen Älteren Allgäu-Schichten der Lechtaler Alpen (S. 12 und 18) sowie die Hornsteinbänke aus den Älteren und Jüngeren Allgäu-Schichten, insbesondere in der obersten Gruppe der letzteren, zu nennen. Kieselige Fleckenkalke, durch einen erhöhten Gehalt an diffusem SiO_2 aus calcitisierten Kieselschwamm-Nadeln oder Radiolarien ausgezeichnet, können in allen Abteilungen der Allgäu-Schichten vorkommen.

Die Liaskieselkalke der Ammergauer Alpen und die Vilser Spongienschiefer unterscheiden sich nur graduell von kieseligen Fleckenkalken durch einen größeren Anteil an Kieselschwamm-Nadeln, die im Extrem aber zu Spiculiten im Sinne von O. F. GEYER 1962 angereichert sein können. Dementsprechend sind sie mehr oder weniger verkieselt. Farbe und Korngröße der pelitischen Matrix entsprechen den Fleckenmergeln, auch Flecken kommen vor.

Auch die hornsteinreichen Älteren Allgäu-Schichten der Lechtaler Alpen stehen mikrofaziell den Fleckenmergeln sehr nahe. Es handelt sich ebenfalls um pelitische Kalke, die partienweise dunkel pigmentiert sind. Spongiennadeln sind stark angereichert und haben die Kieselsäure zur Bildung der Hornsteinknauern geliefert, wenn man das geringe Beobachtungsmaterial verallgemeinern darf, das zur Zeit vorliegt (Schliffbeschreibung S. 19; HUCKRIEDE 1959 a, S. 68).

Bei dem Rest der aufgezählten Kieselsteine ist die Herkunft des SiO_2 nicht immer eindeutig belegt. Dies gilt vor allem für die Kieselkalke der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten, die zum Teil erheblich umkristallisiert sind. Sicher ist, daß ein Teil der Hornsteinbänke ebenfalls auf Kieselschwämme zurückzuführen ist (vgl. z. B. D. RICHTER 1956, S. 350).

Auf die geochemischen Probleme der Hornsteinbildung soll hier nicht eingegangen werden. Eine kurze Übersicht über diesen Fragenkreis hat kürzlich ULRICH 1960 gegeben.

4. Mangan- und Bitumenschiefer

Diese beiden Gruppen von Mergelschiefen der Mittleren Allgäu-Schichten sind nicht scharf zu trennen. Zwar scheinen sich nach den Untersuchungen von BITTERLI 1962 höhere Mn- und Bitumengehalte mindestens gebietsweise gegenseitig auszuschließen. Im makroskopischen und mikroskopischen Bild aber stimmen beide Fazies so sehr überein, daß sie hier gemeinsam beschrieben werden sollen. Der geochemische Aspekt der Mn-Fällung und die Frage nach der Herkunft des Mn werden nicht besprochen.

Es handelt sich stets um dunkle (graue, bräunliche oder schwarze), pelitische Schiefer, die Glimmerblättchen und vereinzelt Quarzkörner enthalten. Die relativ helleren Typen führen bisweilen reichlich Fukoiden. Die dunkleren können fein gebändert sein. Pyritknollen kommen vor.

An Makrofossilien sind Ammoniten, Muscheln (*Posidonia bronni*, Inoramen) und Fischzähne zwar bekannt, aber sehr selten. In einigen, etwas kalkigeren Lagen sind Echinodermen-Reste angereichert. Vereinzelt wurden auch kohlige Pflanzenreste beobachtet. Die Mikrofauna besteht fast nur aus Schwammnadeln und Radiolarien.

Man hat es wohl mit Sapropeliten von Gyttja- bis Sapropel-Charakter zu tun. Mikrofaziell stehen sie den Fleckenmergeln ebenfalls sehr nahe (hier ist vor allem an die Schwammnadeln gedacht). Ihre bionomischen Bedingungen dürften von denen der Fleckenmergel auch nicht sehr verschieden gewesen sein. Der fazielle Unterschied besteht vor allem in geringerem Kalkgehalt. Die Fauna, besonders die Bodenfauna, ist zwar noch ärmer als in den Fleckenmergel-Gesteinen. Dies wird aber wohl weniger darin begründet sein, daß der Meeresboden schlechter belüftet gewesen wäre, da auch in sehr dunklen Schiefern noch reichlich Schwammnadeln nachgewiesen werden konnten. Dagegen dürften sich die relativ kalkarmen Schiefer einerseits viel langsamer verfestigt haben als die Fleckenkalke. Es ist daher mit ursprünglich tiefgründigen Schlammböden zu rechnen, auf denen sich nur besonders angepaßte Organismen ansiedeln konnten. Da aber auch freischwimmende Formen selten sind, wäre es andererseits vielleicht denkbar, daß das Wasser mehr Tonschweb enthielt und deshalb weniger durchlichtet war als bei der Fleckenmergel-Sedimentation.

Wiederholt sind dunkle, bituminöse Schiefer des nordalpinen Unter-Toarcian mit den Posidonienschiefen des deutschen Lias epsilon verglichen und von einigen Autoren (SCHLOSSER 1909, SCHRÖDER 1925, OSWALD 1929, SCHOTTLER 1934, O. KUHN 1938, GANSS 1950) sogar damit gleichgesetzt worden. DORN (1958, S. 328 f.) konstatierte hingegen, daß zumindest die ihm bekannten fossilarmen, sandigen Mergelschiefer zwischen Wendelstein und Hochfelln nicht ohne weiteres der germanischen Posidonienschiefer-Fazies zugeordnet werden könnten. Auch in dem hier untersuchten Kalkalpen-Abschnitt westlich vom Wettersteingebirge sollte man nicht von Posidonienschiefen sprechen. Einmal verdienen die hohen Mangan-Gehalte der alpinen Gesteine hervorgehoben zu werden (Mn-reiche und bituminöse Schiefer liegen oft in vielfachem Wechsel übereinander). Sodann bestehen auch beträchtliche Unterschiede in den Faunen: Die alpine Serie ist gegenüber den süddeutschen Posidonienschiefen sehr fossilarm, Saurierreste fehlen ganz, auch Cephalopoden sind selten. Dagegen führt sie reichlich Schwammnadeln und Radiolarien, die wiederum den echten Posidonienschiefen fremd sind, wie man der eingehenden Faziesstudie von EINSELE & MOSEBACH 1955 entnimmt. Während das Posidonienschiefer-Meer viele Anzeichen von Landnähe aufweist (vgl. DORN 1936), sind die alpinen Schiefer offenbar in küstenferneren Stillwasser-Bereichen eines mehr offenen Meeres abgesetzt worden.

5. Echinodermen-Spatkalk

Echinodermen-Spatkalk finden sich bankweise in allen drei Abteilungen der Allgäu-Schichten. Häufig sind sie im tiefen Lias des Kalkalpen-Nordrandes, im Epsilon-Kalk und in den Spatkalk-Schichten der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten. Abgesehen von den massenhaft angehäuften Crinoiden-Stielgliedern und zertrümmerten Seeigel-Stacheln, sind Makrofossilien selten: Ein Brachiopod (D. RICHTER 1958), Belemniten (HUCKRIEDE 1959 a) und Fischzähne (HUCKRIEDE 1959 a, JACOBSHAGEN 1958). In Dünnschliffen kommen dazu noch Schnecken, kleine Brachiopoden, dickschalige Foraminiferen und vereinzelt Schwammnadeln. An klastischen Komponenten sind Kalk-Gerölle aus Allgäu-Schichten im Epsilon-

Kalk und in den Spatkalk-Schichten häufig. Daneben kommt etwas chersogener Quarz und Glimmer vor.

Zweifellos haben sich Crinoiden-Rasen nur auf gut durchlüftetem Meeresgrund ansiedeln können. Dafür spricht auch die übrige Bodenfauna. Lebhaftere Wasserbewegung, die sauerstoffhaltiges Wasser herbeigeführt haben muß, ist auch durch die Geröllführung erwiesen.

6. Klastische Einlagerungen

a) Quarzpsammite

Quarzsand führende Gesteine sind in den Allgäu-Schichten des Untersuchungsgebietes sehr selten. Zwar hat vornehmlich die ältere Literatur (z. B. ROTHPLETZ 1902; MYLIUS 1912; AMPFERER 1913, 1924 a und b, 1932; FRANK 1934; M. RICHTER 1937) immer wieder „Sandsteine“ erwähnt. SCHRÖDER 1925 glaubte sogar, vor allem auf Grund von Angaben AMPFERERS, sandige Einlagerungen seien in den „Allgäuschiefern“ der Allgäuer und Lechtaler Alpen sehr verbreitet, und bemühte sich um eine plausible paläogeographische Erklärung. Wo indessen Ortsangaben gestatteten, diese Angaben nachzuprüfen, fanden sich statt der Sandsteine meist feinspätige oder schaumig angewitterte Kieselkalke, die irregeleitet haben mochten.

Sieht man davon ab, daß sowohl in den dunklen Schiefern der Mittleren Allgäu-Schichten als auch in den Spatkalken der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten einzelne chersogene Quarzkörner zu finden sind, so bleiben nur wenige Vorkommen von Quarzpsammiten zu nennen:

1. Sandsteine mit Kalkzement in den Älteren Allgäu-Schichten zwischen Steintobel und Blasenka im Großen Walsertal (S. 26).
2. Grüne Chlorit-Quarz-Gesteine in den Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten bei Mittelberg im Kleinen Walsertal (S. 56 f.).
3. Fleckenkalke der Hindelanger Gegend. Darin fand BAUBERGER 1955 „reichlich Quarz, $\varnothing$ maximal 0.06 mm, daneben etwas Feldspat (zum Teil carbonatisiert) und Biotit“.
4. Sandige Einlagerungen in den Älteren Allgäu-Schichten der Hohen Schwangauer Alpen. Sie wurden schon von KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931 genannt und sind auch weiter im Osten, am oberbayrischen Kalkalpenrand, immer wieder erwähnt worden.
5. „Quarzgrand“ in den Unteren Älteren Allgäu-Schichten der Schwabwanne bei Lech (S. 27). Die von KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959 erwähnte Lage wurde nicht wiedergefunden. Wahrscheinlich handelt es sich nicht um chersogenen Detritus, sondern um kleine Konkretionen, wie sie auch im Hauptdolomit des Allgäuer Hauptkamms zu finden sind. Das wäre als westliches Ausklingen der hornsteinreichen Älteren Allgäu-Schichten in den zentralen Lechtaler Alpen verständlich.

b) Konglomerate und Breccien

Etwas häufiger als quarzführende Psammite sind konglomeratistische Lagen:

Resedimentäre Geröllbänke fanden sich vor allem unter dem Stufenkalk (S. 7), im Epsilon-Kalk (S. 41), in den Mittleren Jüngeren Allgäu-Schichten des Himmeleck (S. 57, Phototafel 4, Fig. 4), Einzelgerölle in den Spatkalken der Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten (S. 54, 58). Die Geröll-

durchmesser können in Ausnahmefällen 1—2 dm erreichen, liegen meist aber erheblich darunter.

Polymikte Konglomerate sind an der Eisenspitze aus allen drei Abteilungen der Allgäu-Schichten bekannt (HÜCKEL 1959 b). Sonst kommen sie nur in Älteren Allgäu-Schichten vor, und zwar am Elferkopf bei Mittelberg (S. 29), bei der Taufersberg-Alpe im Rappenalpental (S. 29), in den Oberen Älteren Allgäu-Schichten am Allgäuer Hauptkamm (S. 32) und in der (tieferen ?) *margaritatus*-Zone der Vilser Alpen (S. 36). Alle diese Konglomerate enthalten neben Gesteinen der Allgäu-Schichten auch solche des Roten Unterliaskalks und der Obertrias bis zum Hauptdolomit herab. Ihre Gerölldurchmesser übersteigen gewöhnlich nicht 1—2 cm; nur an der Eisenspitze können sie Metergröße erreichen.

Die klastischen Einlagerungen in den Allgäu-Schichten bezeugen, daß an einigen Stellen der Meeresboden zeitweilig von lebhafter Wasserbewegung erfaßt worden ist. Der Quarzgehalt der Psammite und die Komponenten der polymikten Konglomerate können nicht aus dem Arbeitsgebiet abgeleitet werden (S. 83), sie müssen also von Meeresströmungen eingeführt worden sein. Vertikaltektonische Vorgänge, auf die die episodischen Geröllschüttungen zurückgehen, werden auch an einer kleinen Rutschung in den resedimentären Konglomeraten unter dem Stufenkalk sichtbar, die HÜCKEL (1960, Abb. 20) nördlich von Holzgau beobachtet hat.

C. Allgäu-Schichten und Flysch

E. KRAUS hat die Allgäu-Schichten wiederholt als Fazies-Vorläufer des ostalpinen Flyschs bezeichnet (z. B. 1951, S. 241). Dazu mag neben den teilweise hohen Mächtigkeiten allenfalls der Reichtum an Fukoiden verleiten. Vergleicht man jedoch die Lebensspuren der Allgäu-Schichten näher mit der von SEILACHER (1954, 1958) eingehend untersuchten Ichnofazies des Flyschs, so wird man einen wesentlichen Unterschied darin sehen müssen, daß parkettierende Weidespuren in den Allgäu-Schichten nahezu völlig fehlen, während sie in großer Formenfülle den Flysch kennzeichnen. Klastische Schüttungen sind in den Allgäu-Schichten viel zu selten und örtlich zu eng begrenzt, als daß man sich darauf berufen könnte; gradierte Schichtung und die charakteristischen Fließmarken des Flyschs wurden nie beobachtet. Und Rutschungsanzeichen, die KRAUS nennt, sind dem Verfasser westlich des Wettersteingebirges nur einmal, in dem oben genannten Beispiel von HÜCKEL, begegnet. Eine genetische Verwandtschaft zwischen Allgäu-Schichten und Flysch läßt sich daher nicht ausreichend begründen.

D. Die Ablagerungstiefe der Allgäu-Schichten

Über die Ablagerungstiefe der Allgäu-Schichten sind in der Literatur sehr unterschiedliche Meinungen geäußert worden. WÄHNER 1886 und BLAAS 1902 hielten sie für Tiefsee-Bildungen. ANDRÉE 1924, S. 508, hat

die Fleckenmergel-Fazies mit dem rezenten Blauschlick verglichen. Dem entsprechen etwa auch die Ansichten von SCHRÖDER 1925 und KNAUER 1928, die ebenfalls bathyale Sedimentation annahmen. Dagegen schloß M. RICHTER 1923 a und b aus eingelagerten Konglomeraten und Sandsteinbänken, daß sie „nicht weit von der Küste“ in einem flachen Meer abgelagert worden seien, das zeitweilig sogar trockenfiel. Der Verfasser hat sich früher gleichfalls gegen große Meerestiefen ausgesprochen (JACOBSHAGEN 1958). Der Bathymetrie bieten sich folgende Anhaltspunkte:

1. Die Sedimente der Allgäu-Schichten entstammen nach ihren Korngrößen vorwiegend dem marinen Langschweb-Bereich nach GRIPP 1958. Sie sind demnach auf Meeresböden mit ruhigem Wasser, unterhalb des Seegangseinflusses, abgelagert worden. Einlagerungen von größerem Korn beweisen aber, daß zeitweise auch lebhaftere Wasserbewegung geherrscht hat. Ob es sich dabei um Seegang oder um Meeresströmungen gehandelt hat, ist oft nicht zu entscheiden. Nur die polymikten Konglomerate der Älteren Allgäu-Schichten in den Allgäuer Alpen weisen mit Sicherheit auf ausgedehntere Bodenströme hin, da die Gerölle nicht aus dem Untersuchungsgebiet hergeleitet werden können, sondern von außerhalb eingedriften sein müssen (S. 83). Diese Feststellung verbietet zugleich, mit M. RICHTER in diesen Konglomeraten Emersions-Ablagerungen zu sehen.

2. Die Allgäu-Schichten überlagern Roten Unterliaskalk, Kössener Mergel und rhätoliassischen Riffkalk, somit Gesteine, die sicher im neritischen Bereich entstanden sind. Da kontinuierliche Sedimentation in den meisten Fällen nicht bezweifelt werden kann, ist nach dem WALTHERschen Grundsatz der Fazies-Korrelation (S. 81) eine sprunghafte Absenkung des Meeresbodens auszuschließen. Es ist demnach wahrscheinlich, daß sich Fleckenmergel bereits wenig unterhalb der Untergrenze des Riffwachstums bilden konnten.

3. Die Fauna der Allgäu-Schichten kann nur mit Vorbehalt bathymetrisch ausgewertet werden, da der aktualistische Vergleich mit verwandten Formen in der rezenten Tierwelt unsicher bleibt. Leben doch bereits in der Gegenwart verschiedene Arten der gleichen Gattung in sehr unterschiedlichen Meerestiefen. Außerdem ist bekannt, daß ganze Tiergruppen im Laufe der Erdgeschichte ihr Habitat gewechselt haben, wie z. B. die Crinoiden. Schließlich ist die Bodenfauna der Allgäu-Schichten, die hier vor allem geprüft werden muß, sehr spärlich: Weitaus die meisten Kiesel Schwämme leben heute unterhalb von -200 m (DE LAUBENFELS 1955). Die Muscheln (Inoceramen, Aviculiden, Limiden, Pectiniden) und Brachiopoden (Terebratuliden, Rhynchonelliden, Waldheimiiden) sprechen dagegen mehr für neritische als für bathyale Tiefen, und die erwähnten Feinschill-Lagen unterstreichen dies. Auch Crinoidenbänke wird man im Mesozoikum noch nicht im tiefen Wasser suchen. Die Lebensspuren (S. 72 f.) sagen wenig aus. *Zoophycos*-Bauten sind rezent nur unterhalb des Seegangseinflusses bekannt (nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. A. SEILACHER, Tübingen).

Allen diesen Beobachtungen wird man wohl am ehesten mit der Annahme gerecht, daß die Allgäu-Schichten vorwiegend in tieferen Teilen eines Flachmeeres abgelagert worden sind.

E. Die paläogeographische Gliederung des Lias- und Dogger-Meeres im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen

Die wesentlichsten Aufschlüsse über die Paläogeographie des Ablagerungsraumes entnimmt man der Faziesverteilung, die man zweckmäßig von ihrer historischen Entwicklung her betrachtet. Man hat dabei den Vorteil, von der insbesondere durch FABRICIUS 1960 gut bekannten paläogeographischen Situation des Rhät ausgehen zu können, indem man J. WALTHERS Satz von der Korrelation der Fazies (1894, S. 979) zugrunde legt. Jener besagt in präzisierter Formulierung, daß sich in einer fortlaufend sedimentierten Schichtfolge nur solche Fazies und Faziesbezirke überlagern, die geographisch einander benachbart sein können.

1. Unterlias

Auf Tafel 4 ist die Faziesverteilung des tiefsten Lias über derjenigen des oberen Rhät synoptisch eingezeichnet worden. Mit FABRICIUS 1960 sind der Rhätoliaskalk als Riff- bzw. Riffschutt-Fazies, die Kössener Mergel als Stillwasserablagerungen eines flachen Meeres anzusehen. Im tiefen Lias ist zwischen Fleckenkalken bzw. -mergeln, hornsteinreichen Kalken und Rotem Unterliaskalk zu unterscheiden. Dabei zeigt sich, daß zwar örtlich jede Fazies des Lias über jeder Ausbildung des Rhät liegen kann. Bei einem größeren Überblick ist aber nicht zu verkennen, daß der Rote Unterliaskalk im wesentlichen an die Verbreitung des Rhätoliaskalks gebunden ist, ferner an die Bereiche, in denen rhätische Sedimente fehlen und der Hauptdolomit das Liegende des Lias bildet. Der Rote Unterliaskalk ist demnach vornehmlich auf Erhebungen des Meeresbodens in relativ seichtem Wasser abgelagert worden. Da jedoch — von wenigen Ausnahmen abgesehen — keine Riffkorallen mehr im Roten Unterliaskalk vorkommen, dürften diese Bereiche im Lias etwas unter das rhätische Niveau abgesunken sein. Es könnte aber auch mit FABRICIUS an eine allgemeine Klimaverschlechterung gedacht werden, die die rhätischen Riffe absterben ließ.

Auch die Faziesdeutung hat sich in neuerer Zeit von dem Standpunkt WÄHNERS (1886) gelöst, der in den „bunten Cephalopodenkalken“ Ablagerungen aus tieferem Wasser gesehen hatte. Dagegen sprechen im Arbeitsgebiet mehrere Funde von Korallenstöcken (vgl. auch M. RICHTER 1937, S. 53) und allgemein der ständige laterale Wechsel zwischen Crinoiden-Brachiopoden- („Hirlatz-“) und Cephalopoden- („Adnether-“) Fazies ebenso wie die Mikrofazies mit dickschaligen, benthonischen Foraminiferen (Involutinen, Trocholinen), die seit HAGN 1955 immer wieder aus dem Roten Unterliaskalk beschrieben und von WICHER 1952 als Riffbewohner gedeutet worden sind. Heute wird der Rote Unterliaskalk aus den genannten Gründen i. a. als neritisches Sediment aufgefaßt. Seine rote Farbe hat FABRICIUS 1960 lediglich als Kennzeichen verlangsamer Ablagerung in oxydierendem Meerwasser gewertet. Fazielle Ähnlichkeiten mit den Fleckenmergeln hat schon FABRICIUS 1960 hervorgehoben. Dem sei hier noch hinzugefügt, daß im Roten Unterliaskalk der Allgäuer und Lechtaler Alpen mehrfach auch Fukoiden angetroffen wurden.

Die Fleckenmergel-Fazies dagegen findet sich im tiefen Lias gewöhnlich da, wo im obersten Rhät Kössener Schichten abgelagert worden sind. Zwischen die Fleckenmergel und den Roten Unterliaskalk schiebt sich — ebenfalls über Kössener Untergrund — wiederholt ein Gürtel von hornsteinreichen (Kieselschwamm-) Kalken, besonders deutlich im Ammergau und in den zentralen Lechtaler Alpen. Nach bionomischen Maßstäben wird man aus dieser lateralen Abfolge

Roter Unterliaskalk —————> Hornsteinkalk —————> Fleckenmergel

auf abnehmende Belüftung des Bodenwassers schließen. Daß diese Faziesreihe von der Morphologie des rhätischen Untergrundes abhängt, trifft sich mit der Ansicht von KOCKEL, RICHTER & STEINMANN 1931, S. 76 ff., die in der Anordnung von Kalk-, Kiesel- und Mergel-Fazies den Übergang von Schwellen- zu Beckensedimentation erkannt haben (vgl. auch CUSTODIS & SCHMIDT-THOMÉ 1939, S. 422 und Abb. 16; SÄRCHINGER 1939, S. 398). Zu einer ähnlichen Auffassung war bereits ROTHPLETZ 1886/87 gekommen.

Im Sinne dieser Faziesdeutung war das unterliassische Sedimentationsbecken folgendermaßen gegliedert: Den Nordrand der Kalkalpen begleitet eine Zone mit Fleckenmergel-(Becken-)Sedimenten. Nur zwischen Hindelang und Pfronten war noch weiter nördlich eine Schwelle vorgelagert, die Hindelanger Schwelle heißen möge. Hier liegt der Rote Unterliaskalk direkt auf Hauptdolomit (stellenweise scheint nach REUM 1960 sogar erst der Malm über dem Hauptdolomit zu transgredieren). Von der Hindelanger Schwelle aus ist offenbar eine Zunge von Rotem Unterliaskalk in die Berge südwestlich Tannheim vorgestoßen. Mit der Hindelanger Schwelle ist weiter im SE die Vilser Schwelle zu vergleichen, wo ebenfalls „Hirlatzkalk“ auf Hauptdolomit liegt.

Wegen dieser Ähnlichkeit hat die Deckenlehre beide zu einer einzigen Schwelle vereinigt, in der man den prädestinierten Stirnrand der späteren Lechtal-Decke sah. Daß es sich tatsächlich um zwei verschiedene paläogeographische Einheiten handelt, geht aus der unterschiedlichen Fazies- und Mächtigkeitsentwicklung jeweils auf der Südseite der beiden Schwellen hervor. Weitere Argumente siehe S. 88.

Abgesehen von einem kleineren Vorkommen südlich des Haldensees, sind vor allem zwei große Barren aus Rotem Unterliaskalk zu nennen, deren eine die Allgäuer Alpen zwischen den Linien Hinterstein—Gaicht-Paß und Buchboden—Lech umfaßt, während die andere den Kalkalpen-Südrand vom Rätikon bis nach Imst begleitet. Diese südliche Zone darf man wohl als einen breiten Vorläufer der Zürser Schwelle ansehen. Im Rätikon machen sich sogar Festlandseinflüsse bemerkbar: Bei Bürs hat LEUTENEGGER 1928 rote Sandsteine und an der Zimba dunkelviolette Schiefer als Vertretung des Roten Unterliaskalks beobachtet.

Bereits im obersten Rhät kommen im Rätikon sandige Gesteine vor. So schalten sich am Brander Ferner bei HP 2804 zwischen die Riffkalke einzelne Schichtpakete, in denen rotbraune, gelbbraune oder grüngraue, dünnbankige Sandsteine mit *Avicula contorta* (PORTLOCK), Austern und unbestimmbaren Muscheltrümmern neben ebenfalls dünnbankigen Schillkalken vorkommen. ARNI 1926 hatte in den bunten Sandsteinen irrtümlich ein Äquivalent des Roten Unterliaskalks gesehen. Es ist bemerkenswert, daß die stratigraphisch liegenden Kössener Schichten an dieser Stelle konglomeratische Lagen mit nußgroßen Kalkgeröllen führen.

Zusammenfassend sei noch einmal hervorgehoben, daß die Paläogeographie des unteren Lias noch weitgehend von der Faziesverteilung des oberen Rhät abhängig war, wie dies anderswo in den Nördlichen Kalkalpen vor allem LEUCHS 1925 und VORTISCH (1926, 1935) betont haben.

2. Mittellias

Gegen Ende des Unterlias wurden die paläogeographischen Verhältnisse erheblich umgestaltet, wie Tafel 5 zeigt (diese Faziesübersicht ist zwar für den oberen Mittellias gezeichnet worden, sie trifft aber in der Verteilung von Rotkalk- und Fleckenmergel-Fazies in gleicher Weise für das tiefere

Pliensbachian zu). Die Fleckenmergel-Fazies breitete sich nahezu über das gesamte Untersuchungsgebiet aus. Von den tiefliassischen Hochbereichen sind nur noch verschmälerte Reste der Hindelanger, der Vilser und der Zürser Schwelle zu erkennen. Die Zürser Schwelle war in zwei Teilstücke — zwischen Kaisers und Flexenpaß einerseits (man beachte den diagonalen Verlauf!) und bei Bludenz andererseits — zerfallen. Dazwischen ist die Fleckenmergel-Fazies bis in den Klostertaler Trog vorgedrungen. Im Rätikon verrät sich nunmehr eine neue Schwelle an roten Kalken südlich Brand. Nach der Isopachenkarte Tafel 1 gehörte dieses Vorkommen nicht zur Zürser Schwelle, sondern hat dem Außenrand der Kalkalpen näher gelegen. Die hornsteinreiche Kieselschwamm-Fazies hielt sich in den Lechtaler Alpen stellenweise noch bis in das obere Pliensbachian, war aber i. a. ebenfalls der Fleckenmergel-Fazies gewichen.

Man geht wohl nicht fehl, wenn man aus der weiten Ausbreitung der Fleckenmergel-Fazies auf eine allgemeine Vertiefung des Meeresbodens schließt. Obwohl — gemessen an den Mächtigkeiten — in der gleichen Zeit vom Unterlias bis ins obere Pliensbachian die Sedimentationsgeschwindigkeit durchweg erheblich angewachsen ist, konnte die Senkung dennoch nicht kompensiert werden.

FABRICIUS 1960, S. 104, kam in den Kalkalpen zwischen Isar und Inn ebenfalls zu dem Ergebnis, daß die paläogeographischen Vorzeichnungen des Rhät im höheren Unterlias unwirksam wurden. Dagegen haben LEUCHS 1925 und VORTISCH (1926, 1935) noch weiter im E sogar Beispiele angegeben, wo sich die Gestalt des rhätischen Meeresbodens noch in der Paläogeographie des Ober- bzw. Mittellias bemerkbar gemacht hat.

Schwer zu deuten sind die polymikten Konglomerate des oberen Pliensbachian. Es dürfte feststehen, daß diejenigen der Vilser Alpen älter sind als die aus den Oberen Älteren Allgäu-Schichten am Allgäuer Hauptkamm. Das genaue Alter der entsprechenden Bildungen im Kleinen Walsertal ist unbekannt. Da in diesen Konglomeraten Obertrias-Gerölle vom Hauptdolomit aufwärts enthalten sind, müssen sie aus Gebieten stammen, in dem noch im oberen Mittellias der Untergrund bis zum Nor herab bloßgelegt hat. Dies wäre im Arbeitsgebiet nach den Ergebnissen REUMS 1960 allenfalls auf der Hindelanger Schwelle denkbar. Man wird von dort allerdings nur die Konglomerate der Vilser Alpen herleiten mögen. Die Abkunft der Gerölle im Kleinen Walsertal und am Allgäuer Hauptkamm bleibt ungewiß. Es ist zu vermuten, daß sie von einer Schwelle nördlich des Vorarlberger Kalkalpenrandes stammen. Die Komponenten dieser bunten Konglomerate sind wahrscheinlich durch Meeresströmungen transportiert worden. Die polymikten Breccien der Eisenspitze hat HUCKRIEDE 1959 b von einer nahegelegenen Schwelle im S abgeleitet und dabei sicher mit Recht an die Zürser Schwelle gedacht.

Die Quarzpsammite des Großen Walsertals (S. 26) können ebenfalls nur von N her sedimentiert worden sein.

Die resedimentären Konglomerate unter dem Stufenkalk sind wie jener selbst auf einen eng umgrenzten Bereich beschränkt (Tafel 1), der weitgehend mit dem Sedimentations-Maximum des Allgäu-Außerferner Trog (Tafel 1) zusammenfällt und außerdem noch das Mächtigkeits-Minimum um das Schochental bei Holzgau umfaßt. Die Komponenten dieser Konglomerate sind zum Teil kaum gerundet. Auch ihrer Verbreitung nach können sie nicht

weit transportiert worden sein. Man darf wohl annehmen, daß die Mächtigkeitsdifferenzen zwischen dem Schochental-Maximum und dem Allgäuer Trog nicht nur verschiedene Senkungsgeschwindigkeiten bezeugen, sondern daß hier zeitweilig auch Niveauunterschiede am Meeresboden bestanden haben. Durch submarine Gleitungen an solchem Relief, die HÜCKEL 1960 bei Holzgau in den Konglomeraten nachgewiesen hat (S. 79), könnten bereits verhärtete Partien des Sediments am Meeresboden zerbrochen und umgelagert worden sein.

3. Unterer Oberlias

Im unteren Oberlias änderte sich die Faziesverteilung insofern, als die Fleckenkalke der Älteren Allgäu-Schichten durch Mergel abgelöst wurden (Tafel 6). Neben Bitumen- und Manganschiefern sind Fukoidenmergel verbreitet. Aber auch Fleckenkalke kommen als untergeordnete Einschaltungen noch vor, vor allem in der Leremooser Mulde. Im Epsilon-Kalk gewann die Fleckenkalk-Fazies sogar zeitweilig die Oberhand. Spongien-Kieselkalke wurden nur in der Ammer-Mulde abgelagert (tiefste „Doggerkieselkalke“).

Rotkalke nahmen auf der Hindelanger und auf der Vilser Schwelle etwa den gleichen Raum ein wie im Mittellias. Auf der Zürser Schwelle sind sie auf wenige kleine Vorkommen im oberen Almejur-Tal, bei Lech und im unteren Brandner Tal bei Bludenz beschränkt. An ihrer Stelle wurden meist rote Mergel (Ziegelrot-Serie) sedimentiert, außer auf der Zürser Schwelle noch zwischen der Anhalter Hütte und Bsclabs. Im Rätikon verschmolz die Zürser Schwelle mit der von Brand. An der nördlichen Begrenzung der Rotsedimente fallen in den Lechtaler Alpen mehrfach diagonale Linien auf (Anhalter Hütte—Bsclabs, Eisenspitze—Wösterspitz, Gehrengrat—Rote Wand), die dem Isopachen-Verlauf weitgehend entsprechen. Die Faziesverteilung hing also unmittelbar von der tektonischen Diagonalgliederung des Untergrundes ab.

Südlich der Zürser Schwelle deutet sich der Klostertaler Trog in dunklen Schiefern und Kalken an.

Epsilon-Kalk ist vorwiegend in Gebieten mächtiger Sedimentation verbreitet. Örtliche Geröllführung ist daher wohl ähnlich wie bei den Resedimenten unter dem Stufenkalk auf submarine Gleitungen zurückzuführen.

Allgemein herrschen im unteren Toarcian tonige Sedimente vor. Klastische Einlagerungen treten noch weiter zurück als im Mittellias. Auf eine Schwelle vor dem nördlichen Kalkalpenrand weist nichts mehr hin.

4. Oberster Lias und Unterdogger

Im oberen Toarcian gewann die Kalksedimentation allmählich wieder die Oberhand. In den Beckenbereichen breiteten sich Fleckenkalke aus. Auf der Zürser Schwelle wurden die Mergel der Ziegelrot-Serie an der Wende Lias/Dogger durch rote Kalke ersetzt (Tafel 7). Nur im östlichen Teil der Schwelle und bei der Anhalter Hütte treten noch Pakete von roten Mergeln auf. Auf der Hindelanger und der Vilser Schwelle setzte sich die Rotkalk-Sedimentation unverändert fort. Kieselige Gesteine wurden weiterhin in

den Ammergauer Alpen abgelagert, außerdem auf der Zürser Schwelle südlich der Roten Wand.

An dieser Stelle waren die Rotsedimente schon während des Mittellias von Fleckenmergeln unterbrochen, was auf eine persistierende Quereinwalmung in der Schwelle hindeutet.

An der Eisenspitze wurden immer noch polymikte Breccien abgelagert. Resedimentäre Geröll-Lagen sind nur in der Umgebung des Himmeleck bei Oberstdorf bekannt, wiederum in einem Absenkungsmaximum mitten im Becken (Tafel 3). Um sie zu erklären, wird man wie bei den Konglomeraten unter dem Stufenkalk auf submarine Gleitungen zurückgreifen müssen.

Der Kalk-Mergel-Zyklus der Jüngeren Allgäu-Schichten ist nur im Beckeninneren ausgeprägt, in Schwellennähe (Klostertaler Alpen, Parseier Spitze, Ammergauer Berge) wird er undeutlich.

5. Mittel- und Oberdogger

In den Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten breiteten sich Echinodermen-Spatkalk, Kieselschwamm-Gesteine und rote Feinschill-Lagen (S. 53) sehr aus. Die Fleckenmergel-Fazies wurde kurz vor Ablagerung der Radiolarite auf eng umgrenzte Gebiete zurückgedrängt (Klostertaler Trog, Parseier Loch, Gießl- und Alperschon-Tal südöstlich Holzgau, Gräshorn, Umgebung des Gaicht-Passes).

Die Gesetzmäßigkeiten der Faziesverteilung sind klar zu übersehen (Tafel 8):

1. Rote Kalke finden sich wie bisher auf den drei Schwellen; in den Ammergauer Alpen greifen sie weit über den bisherigen Bereich aus. Am Rande der Schwellen wurden rote, violette oder grüne Mergel abgelagert. In den Lechtaler Alpen schieben sich die bunten Mergel zwischen Allgäuer und Parseier Trog und stoßen außerdem wie im Unter-Torcion von der Anhalter Hütte her bis über Bsclabs hinaus vor.

2. Typische Spatkalk-Schichten sind vor allem in den Allgäuer Alpen verbreitet. Bei Häselgehr—Elmen dringen sie über den Lech bis zur Heiterwand vor. Sie werden von einem Gürtel kieseliger Gesteine umgeben (dieser Unterschied ist nicht sehr groß, da die Spatkalk-Schichten selbst ebenfalls kieselige Lagen enthalten und unter den Radiolariten meist mit Kieselkalken abschließen). Jenseits der kieseligen Zone folgen dann entweder Fleckenkalke oder Rotsedimente. So sind z. B. die Rotkalke der Zürser Schwelle südlich der Roten Wand immer noch von Kieselkalken unterbrochen.

Die Faziesreihe

Echinodermen-Spatkalk——>Kieselkalk——>Fleckenkalk

erinnert an die laterale Abfolge im Unterlias. Obwohl die Spatkalk-Schichten im Bereich der höheren Mächtigkeiten liegen (jene schwanken bei den Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten zwischen 2 und 100 m), möchte man glauben, daß sie sich entsprechend dem manchmal ebenfalls spätigen Roten Unterliaskalk auf relativ hoch gelegenen Bereichen des Meeresbodens gebildet haben, die vielleicht noch vom Seegang betroffen waren (deshalb gute Belüftung und Gerölle?). Treibt man den Vergleich mit dem Unter-

lias noch weiter, so wird man dadurch überrascht, daß die Spatkalk-Schichten in den Allgäuer Alpen etwa die Fläche einnehmen, auf der einst Roter Unterliaskalk abgesetzt worden war.

Auf Schwellen-Einflüsse deuten am Kalkalpen-Nordrand die Chlorit-Sandsteine des Kleinen Walsertals hin (S. 56 f.), ebenso die Konglomerate über den Kohlstatt-Schiefern bei Hindelang (S. 58). Im Süden wurden an der Eisenspitze auch im obersten Dogger stellenweise noch Breccien abgelagert.

Ob die bathymetrische Deutung der Spatkalk-Schichten nun zutrifft oder nicht, auf jeden Fall muß man nach der Ausbreitung der roten Schwellenkalke und der bunten Mergel mit Feinschill vermuten, daß das Meer unmittelbar vor Ablagerung der Radiolarite auf weite Flächen seichter geworden ist als zuvor. Die komprimierte oder lückenhafte Sedimentation des mittleren und oberen Dogger würde dem nicht widersprechen.

Da aber die Obersten Jüngeren Allgäu-Schichten in den meisten Profilen des Arbeitsgebietes mit Sicherheit kontinuierlich in die Radiolarite übergehen, ergibt sich somit ein wesentliches Argument gegen die Tiefsee-Natur der alpinen Radiolarite, die heute ja von vielen Autoren (vor allem GRUNAU 1947, 1959) bestritten, von anderen (z. B. KIRCHMAYER 1959, TRÜMPY 1960) weiterhin verfochten wird.

6. Übersicht

a) Das Sedimentationsbecken des unteren und mittleren Jura wurde in den Kalkalpen westlich des Wettersteingebirges gegen Ende des Unterlias ausgeformt. Im NE blieben die Hindelanger und die Vilser Schwelle bestehen, die schon im Rhät angelegt worden waren. Am Vorarlberger Kalkalpenrand weisen wiederholt klastische Sedimente, zum Teil mit Kristallin-Detritus, auf die Nähe einer Schwelle hin, die weiter im N gelegen haben muß. Am Südrand entstand auf rhätischer Vorzeichnung die Zürser Schwelle. Hindelanger, Vilser und Zürser Schwelle sind nicht aus dem Meer aufgetaucht, während die Schwelle nördlich der Vorarlberger Kalkalpen landfest gewesen sein dürfte.

Der Ablagerungsraum der Allgäu-Schichten zwischen diesen Schwellen war nicht einheitlich, sondern — nach den großen Mächtigkeitsschwankungen zu schließen — in sich gegliedert. Senkung und Sedimentanhäufung waren am größten im Allgäu-Außerferner Trog und im Parseier Loch, Minima lagen vor allem nordwestlich Holzgau und im Gebiet zwischen Madau und der Memminger Hütte. Das Beckentiefste lag in der Allgäuer Hauptmulde zwischen Bregenzer Ach und dem Osterachtal.

b) In der Fazies- und Mächtigkeitsverteilung des Jura zeichnen sich in den Lechtaler Alpen zwischen Parseier Spitze und Formarin-See immer wieder diagonale Strukturelemente ab.

c) Die paläogeographische Gliederung des kalkalpinen Westabschnitts hat sich während Lias und Dogger nicht wesentlich geändert.

d) Aus der Fazies-Entwicklung ist zu schließen, daß sich das Meer im Arbeitsgebiet vom Hettangian bis ins obere Pliensbachian zunehmend vertieft hat: Zunächst starben die rhätischen Riffe ab, dann wurden die roten Flachwasserkalke auf schmale Schwellenbereiche zurückgedrängt.

Im Laufe des Mittellias nahmen auch die klastischen Schüttungen von N her ab. Statt dessen wurden im Beckentiefsten — wohl infolge submariner Gleitvorgänge — immer wieder resedimentäre Konglomerate abgelagert. Die größte Tiefe wurde vermutlich im Unter-Toarcian erreicht; das möchte man aus den Sapropeliten ebenso wie aus dem Mangel an chersogenem Detritus am Nordsaum der Kalkalpen schließen. Erst vom mittleren Dogger an ist das Sedimentationsbecken wieder deutlich flacher geworden, besonders kurz vor Ablagerung der Radiolarite. In dieser Zeit breiteten sich die roten Kalke auf der Zürser und der Vilser Schwelle aus.

F. Paläogeographie und Tektonik

Die paläogeographische Entwicklung in Lias und Dogger hat in vieler Beziehung die spätere tektonische Formung des Untersuchungsgebiets beeinflusst. Derartige Zusammenhänge im einzelnen zu verfolgen, mag jedoch regionalgeologischen Studien überlassen bleiben. Hier seien nur wenige Grundprobleme des tektonischen Baus herausgegriffen, zu deren Lösung die Paläogeographie des unteren und mittleren Jura wesentliche Gesichtspunkte beizubringen vermag:

a) Der nördliche Kalkalpenrand biegt — von E herkommend — bei Hindelang nach S zurück und schwenkt erst südwestlich Oberstdorf allmählich wieder in die alte Richtung ein. Diese sigmoidale „Allgäu-Wendung“ soll nach E. KRAUS 1951 (S. 241 f.) mit jungen NW- und W-Bewegungen zusammenhängen und quer zur ursprünglichen Fazies-Anlage verlaufen. Auch SCHRÖDER 1925 hat angenommen, daß die Allgäu-Schichten „in dem Gebiet südlich von Oberstdorf ... in unveränderter Entwicklung am Rande der Allgäuer Schubmasse gegen das nordwestliche Vorland“ ... abstoßen, und dazu den Gedanken geäußert, ... „daß der Allgäuer Lias über die Allgäu-Vorarlberger Klippen in die helvetische Einheit sich fortsetzt“ (S. 220 f.).

Einerseits wird zwar die Kalkfazies der Hindelanger Schwelle bei Hindelang am Kalkalpenrand schräg abgeschnitten. Andererseits fehlt es aber auch am Vorarlberger Kalkalpenrand nicht an landnahen klastischen Sedimenten. Dazu kommt, daß in Rhät und Unterlias die Grenze zwischen dem randlichen Mergelbecken und den im SE anschließenden Kalkbereichen parallel zur Allgäu-Wendung verlief (Tafel 4), ebenso die NW-Grenze der Allgäuer Spatkalk-Schichten zwischen Hinterstein und dem Großen Walsertal (Tafel 8). Auch die Isopachen streichen dem Kalkalpenrand parallel (Tafel 1—3). Daraus geht hervor, daß die Allgäu-Wendung im großen paläogeographischen Anlagen folgt, wie schon früher vermutet (JACOBSHAGEN 1958). Wie weit das Ostalpin als Ganzes nach N geschoben ist, kann man von der Allgäu-Wendung nicht ableiten.

b) Der tektonische Baustil der Kalkalpen, Deckenbau oder gebundene Tektonik, ist in ihrem Westteil noch immer umstritten. Auch dazu sind der Paläogeographie des Jura wesentliche Argumente zu entnehmen. Schon KOCH & STENGEL-RUTKOWSKI 1959 haben gezeigt, daß in der Umgebung des Flexenpasses die Faziesgrenzen von Lias bis Unterkreide keine Rücksicht auf die geforderten Deckenränder nehmen. Das gleiche gilt für den Rand

der Lechtal-Decke in den Allgäuer und Vilser Alpen. So greifen sowohl der Stufenkalk mit dem begleitenden Konglomerat (Tafel 5) als auch später die Spatkalk-Schichten (Tafel 8) quer über die Überschiebung des Allgäuer Hauptkamms weg, und das liassische Sedimentationsmaximum des Allgäu-Außerferner Troges überschreitet (Tafel 1 und 2) in diagonalen Richtung die Hornbachkette, damit die gleiche Überschiebung. Die tektonische Argumentation gegen den Deckenbau der südöstlichen Allgäuer Alpen (HÜCKEL, JACOBSHAGEN & STENGEL-RUTKOWSKI 1960, JACOBSHAGEN 1961) wird also auch von der Paläogeographie bestätigt.

In den Vilser Alpen hatte man angenommen, daß die Rotkalke der Vilser Schwelle den Stirnrand der Lechtaldecke markieren. Da sie ebenso wie die entsprechenden Sedimente der Hindelanger Schwelle auf Hauptdolomit aufliegen, waren beide als Teile einer einzigen Schwelle angesehen worden. Nun ergibt sich aber aus der neuen Spezialkartierung von ZACHER 1959, daß die Vilser Schwelle („Lechtal-Decke“) in ihrer heutigen Lage genau im Streichen nach WSW von einem Sporn aus Rhätoliaskalk in Kössener Umgebung bis zu Wiesler Berg bei Schattwald, also bis weit in die Allgäu-Decke, verlängert wird (Tafel 4). Dies wird man kaum als Zufall betrachten können, zumal die westlichsten Rotkalke der Vilser Schwelle zwischen Aggenstein und Füssener Jöchl (also noch in der „Lechtal-Decke“) bereits nicht mehr auf Hauptdolomit, sondern auf Rhätoliaskalk, stellenweise auch auf Kössener Schichten liegen.

Außerdem trifft es keineswegs zu, daß die Vilser Kalkfazies allein auf die „Lechtal-Decke“ beschränkt wäre. Westlich vom Schwansee hat bereits ROTHPLETZ 1886/87, S. 28 f., helle Crinoidenkalke mit einer mittelliassischen Brachiopoden-Fauna mitten in der Schwansee-Zone (= „Allgäu-Decke“) beschrieben (S. 39). In der gleichen Gegend kommen ferner dicht unter den Radiolariten rote Echinodermen-Spatkalke vor (S. 63), ebenso südlich vom Geiseck bei Hinterstein (BAUBERGER 1955). Auch die roten Mergelkalke in den obersten Allgäu-Schichten der Hohenschwangauer und Ammergauer Alpen (S. 63), die an die Vilser Kalke unmittelbar anknüpfen, greifen auf die Schwansee-Zone über.

Die Faziesverteilung vom Rhät bis zum Dogger spricht somit auch in den Vilser Alpen mehr gegen als für den Deckenbau.

e) Schließlich sei noch der diagonalen Linien gedacht, die auf den Isopachen- und Fazies-Karten zwischen der Parseier Spitze und der Roten Wand in den Lechtaler Alpen immer wieder erscheinen. Es fällt auf, daß auch im heutigen tektonischen Bau der Lechtaler Alpen die meisten Schrägstrukturen in diesem Bereich liegen (Schrägzone von Kaisers, Hasenfluh, Trias-Masse der Roggalspitz-Wildgrubenspitz, Formarin-Störung) und zum Teil sogar mit paläogeographischen Linien zusammenfallen. Auch dieses Zusammentreffen kann kaum zufällig sein. Seit der Wende Trias/Jura haben sich in demselben Gebiet immer wieder Schrägstrukturen gebildet. Zwar ist derzeit noch nicht auszuschließen, daß paläogeographische Vorzeichnungen aus dem vor-mesozoischen Untergrund des Ablagerungsgebietes auch nach einer Deckenabscherung des Oberostalpins noch wirksam waren, weil sie Fazies und Mächtigkeiten des mesozoischen Oberbaus diktiert und damit ähnliche Strukturen prädestiniert haben könnten. Dennoch und trotz des nahegelegenen und schwer bestreitbaren Engadiner Fensters schleicht sich der

heimliche Verdacht ein, daß das oberostalpine Mesozoikum der Lechtaler Alpen bezogen auf den vormesozoischen Untergrund noch heute etwa in seinem Ablagerungsgebiet liegen könnte.

G. Die Stellung der Allgäu-Schichten im mediterranen Jura

Schon bald, nachdem NEUMAYR 1885 die Faunenprovinzen des Jura erstmalig abgegrenzt hatte, wurde die Fauna der Allgäu-Schichten tiergeographisch ausgewertet. ROTHPLETZ 1886/87 erkannte, daß sie aus mitteleuropäischen und mediterranen Elementen gemischt ist. BOESE 1894 sah in den Allgäu-Schichten „die mitteleuropäische Ausbildung des alpinen Lias“, da nach seiner damaligen Kenntnis nur ein Viertel ihrer Fauna nicht auch in Schwaben vorkommt. SCHRÖDER 1925 hat ein sehr viel umfangreicheres Fossilmaterial analysiert. Er ging von der Feststellung UHLIGS (1911) aus, daß die mitteleuropäische Provinz NEUMAYRS nur als Unterbezirk des mediterranen Reiches aufzufassen sei, weil ihre Fauna verglichen mit dem Jura der Mittelmeer-Länder keine eigenständigen Formen aufweist, sondern lediglich artenärmer ist. Danach kam SCHRÖDER zu dem Ergebnis, daß in den Allgäu-Schichten des Unterlias und des tieferen Mittellias rein mediterrane und mitteleuropäische (das heißt in der mitteleuropäischen Provinz besonders häufige) Formen einander die Waage hielten. Im oberen Mittellias herrschten die mediterranen Elemente vor, machten aber im unteren Oberlias wieder mitteleuropäischen Arten Platz, die in dieser Zeit sogar etwas überwogen. Vom höheren Oberlias an breiteten sich erneut mediterrane Vertreter aus.

Diesen Feststellungen SCHRÖDERS ist wenig hinzuzufügen. Die Vormacht mediterraner Arten im oberen Pliensbachian wird durch die neugefundenen *Canavaria*-Faunen unterstrichen. Oberlias und Dogger müßten vielleicht mit etwas größerer Zurückhaltung gedeutet werden als bei SCHRÖDER, weil die Zahl der Fossilfunde bislang noch verhältnismäßig gering ist.

Den Verschiebungen in der Fauna läuft die bathymetrische Entwicklung der Allgäu-Schichten insofern parallel, als das Meer zur Zeit der weitesten Verbreitung mediterraner Arten auch besonders tief gewesen ist.

Die lithofazielle Ausbildung der Allgäu-Schichten weist vorwiegend Eigenheiten des Jura in den mediterranen Kettengebirgen auf. So ist die Fleckenmergel-Fazies in den Ostalpen, abgesehen von ihrem nördlichen Abschnitt, noch im Gebiet des Ortler, und der Engadiner Dolomiten bekannt, ferner — etwas metamorph — in den Radstädter Tauern (TOLLMANN 1958). In den Karpaten kommt sie in der pieninischen Zone (z. B. ANDRUSOV 1939) und in der subtatrischen Einheit (nach GOETEL 1916 vom Lias beta bis in den Unterdogger!) vor. Schließlich wurden dem Verfasser auch im Peloritischen Gebirge Siziliens bei S. Agatha di Militello von Dr. B. CAMPISI (Catania) Fleckenkalke des oberen Pliensbachian vorgeführt, die gleichalten Älteren Allgäu-Schichten in den Allgäuer Alpen zum Verwechseln ähnlich sehen. Ohne auf die Einzelheiten der jeweiligen paläogeographischen Situation eingehen zu wollen, darf als Gemeinsames bei allen drei Beispielen festgestellt werden, daß diese Fleckenmergel in Randgebieten der Tethys abgelagert wurden, diejenigen der Alpen und der

Karpaten nahe ihrem Nordrand und die sizilianischen in der unmittelbaren Nachbarschaft des Kalabrischen Massivs.

Auch zu den üblichen Hornstein-Plattenkalken des mediterranen Mittelias ist faziell kein weiter Schritt, zumal wenn man von den hornsteinreichen Partien der Älteren Allgäu-Schichten ausgeht. Ihre Faunen sind die gleichen (vgl. z. B. die Faunen aus den südspanischen Rondainen bei HOEPFNER & KOCKEL 1959, S. 420).

Die Schwarzschiefer-Fazies des unteren Toarcian trifft man außerhalb der Nördlichen Kalkalpen im Apennin (erwähnt bei RENZ 1911) und in der adriatisch-ionischen Zone der griechischen Dinariden (RENTZ 1955). Manganführende Gesteine gleichen Alters sind von VADASZ 1910 aus dem Bakony-Wald beschrieben worden. Das zeitgleiche Schichtglied der Zürser Schwelle, die Ziegelrot-Serie, ähnelt sehr dem Ammonitico rosso inferiore Italiens und Westgriechenlands.

Im Dogger ist die Schichtfolge der Allgäu-Schichten insbesondere oberhalb der muchisonae-Zone vielerorts sehr geringmächtig und wohl auch lückenhaft, wie sehr häufig im mediterranen Jura.

Im oberen Dogger sind bunte Lagen unmittelbar unter den Radiolariten auch aus den Südalpen bekannt (STEINMANN 1925).

Neben den mediterranen Merkmalen sind in den Allgäu-Schichten aber auch Anklänge an die Ausbildung des schwäbisch-fränkischen und des Schweizer Jura nicht zu verkennen. So ist die Fleckenmergelfazies selbst wiederholt mit den Fukoiden-führenden Zementmergeln des süddeutschen Lias gamma verglichen worden, die Schwarzschiefer des tieferen Oberlias haben viel Ähnlichkeit mit den epikontinentalen Posidonienschiefern, und die Spatkalk-Schichten finden in den Echinodermen-Kalken des höheren Doggers im Schweizer Jura eine Entsprechung.

Wie war das Sedimentationsbecken der Allgäu-Schichten zu den verschiedenen Faziesgebieten der Alpen und Süddeutschlands angeordnet?

Einer sehr verbreiteten Annahme zufolge, die letzten Endes auf GÜMBEL 1861 zurückgeht, wurde der Jura der Kalkalpen vom süddeutschen Jura nur durch das Vindelizische Land getrennt (vgl. SCHRÖDER 1925; H. SCHMIDT 1939, Fig. 1; DORN 1936 und 1957). Beide Faziesbereiche sollen ständig über das Rhone-Gebiet, gelegentlich auch direkt durch Meeresarme miteinander verbunden gewesen sein. Von einer derartigen Vorstellung gingen auch LEMCKE & WAGNER 1961 und J. SCHNEIDER 1962 bei der Deutung von Lias-Bohrprofilen aus dem Alpenvorland aus, indem sie Mächtigkeitszunahmen südlich der Vindelizischen Schwelle (Bohrung Opfenbach 1) als Zeichen der Annäherung an die „Lias-Fleckenmergel“-Sedimentation ansahen. WISSNER 1958 glaubte sogar, aus den faziellen Ähnlichkeiten zwischen den Fleckenmergeln und dem süddeutschen Lias zwingend ableiten zu können, daß die Fleckenmergel unmittelbar südlich des Vindelizischen Landes abgelagert worden seien. Das verleitete ihn obendrein dazu, die kalkalpinen Fleckenmergel ins Helvetikum einzuordnen, wodurch er jedoch mit den Definitionen der Zonengliederung in den Ostalpen in einen hoffnungslosen Konflikt gerät.

Daß FRANK 1937, Abb. 2, das „Vindelizische Festland“ während des Lias alpha nahezu über die gesamten Ostalpen ausgedehnt hat, ist wohl ein Versehen.

Wenn auch der tiefere Jura in Helvetikum und Flysch der Ostalpen bis heute unzugänglich und daher unbekannt ist, so spricht doch sehr vieles dagegen, daß der ostalpine Jura unmittelbar an das Vindelizische Land grenzte. Um dies zu zeigen, geht man am besten vom Nordrand des Oberostalpins aus. Im Untersuchungsgebiet wurden dort meist geringmächtige Sedimente abgelagert, die besonders in Vorarlberg auch klastische Einlagerungen aus ortsfremdem, zum Teil kristallinem Material enthalten. Chersogene Sedimente nehmen in dem nördlich vorgelagerten Unterostalpin noch zu (z. B. sandige Fleckenkalke, vgl. LANGE 1956, SCHÜLER 1958). Auch weiter im E sind sandige Schichten am nördlichen Kalkalpenrand immer wieder zu treffen und von jeher als ein Zeichen von Landnähe gedeutet worden. M. RICHTER (1923 a und b) begründete unter anderem darauf die „ostalpine Geantiklinale“, die dem „Rumunischen Rücken“ KOCKELS (1922) entspricht. Daß diese Schwelle nicht mit dem Vindelizischen Land identisch ist, zeigt gerade die schon erwähnte Bohrung Opfenbach 1, die nach LEMCKE & WAGNER 1961 bereits südlich der Vindelizischen Schwelle stand, sich aber zweifellos nördlich der ostalpinen Randschwelle befand. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß Lias und Dogger im nahegelegenen Schweizerischen Helvetikum von den ostalpinen Äquivalenten faziell grundverschieden sind (vgl. die Übersichten bei TRÜMPY 1949 und CADISCH 1953) und bekanntlich eine überwiegend mitteleuropäische Fauna führen. Danach ist mit größter Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß in dieser Zeit auch in den Ostalpen — auf alle Fälle in ihrem westlichen Teil — zumindest Helvetikum und Ostalpin in getrennten Becken abgelagert worden sind (ob damals schon eine paläogeographische Trennung zwischen dem Helvetischen und dem Flysch-Trog bestanden hat, sei dahingestellt). Das ostalpine Jura-Becken hat weiter südlich gelegen als das helvetische und stand mit der Tethys in direkter Verbindung.

Es sei darauf verzichtet, die Beziehungen der Allgäu-Schichten zum zentralalpinen Jura zu erörtern. Die wenigen Jura-Vorkommen westlich des Brenners erlauben derzeit noch zu viele Kombinationen, die teilweise von ungesicherten tektonischen Vorstellungen abhängen. Hier könnte vor allem eine genaue stratigraphische Durchforschung des Jura in den Engadiner Dolomiten und am Ortler weiterhelfen.

Schriftenverzeichnis

- AMPFERER, O.: Im Jahresbericht für 1907, erstattet von E. TIETZE. — Verh. k. k. Geol. Reichsanst., 1908, S. 15. Wien 1908.
- AMPFERER, O.: Das geologische Gerüst der Lechtaler Alpen. — Z. Deutsch. u. Österr. Alpenver., 44, 25 S. Wien 1913.
- AMPFERER, O.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Bl. Lechtal (5045). — 55 S. Wien 1924.
- AMPFERER, O.: Beiträge zur Geologie des obersten Lechtals. — Jb. Geol. Bundesanst., 80, 103—146. Wien 1930.
- AMPFERER, O.: Beiträge zur Geologie des obersten Lechtals und des Großen Walser-tales. — Jb. Geol. Bundesanst., 81, 177—216. Wien 1931.
- AMPFERER, O.: Erläuterungen zu den Geologischen Karten der Lechtaler Alpen i. M. 1 : 25.000. — 122 S. Wien 1932.

- AMPFERER, O. und ASCHER, H.: Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Spullerseeewerkes. — Jb. Geol. Bundesanst., 75, 365—422. Wien 1925.
- AMPFERER, O. und HAMMER, W.: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Garda-See. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 61, 531—710. Wien 1911.
- AMPFERER, O. und HAMMER, W.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Bl. Landeck (5145). — 88 S. Wien 1924.
- AMPFERER, O. & OHNESORGE, Th.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Bl. Zirl—Nassereith. — 68 S. Wien 1924.
- ANDRÉE, K.: Das Meer und seine geologische Tätigkeit. — Aus W. SALOMON: Grundzüge der Geologie, 1, 361—533. Stuttgart 1924.
- ANDRUSOV, D.: Die neuen Auffassungen des Baues der Karpathen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 30/31, 157—185. Wien 1939.
- ARKELL, W. J.: Jurassic geology of the world. — 757 S. Edinburgh u. London 1956.
- ARNI, P.: Geologische Forschungen im mittleren Rätikon. — 85 S., Diss. Solothurn 1926.
- ARNI, P.: Über tektonische und stratigraphische Probleme im Schesaplana-Lünersee-Gebiet. — Eclogae Geol. Helv., 26, 93—99. Basel 1933.
- BANNERT, D.: Die Geologie der Ruitel-Spitzen und der Umgebung von Madau in den zentralen Lechtaler Alpen. — Ungedr. Diss. Marburg 1964.
- BAUERGER, W.: Zur Geologie des bayerischen Gebietes östlich der Osterach von Bad Oberdorf bis zum Giebel. — Beih. Geol. Jb., 48, 5—44. Hannover 1963.
- BENZINGER, T.: Zur Geologie des Quellengebietes der Bregenzer Ache. — Jb. Geol. Bundesanst., 79, 425—478. Wien 1929.
- BESLER, W.: Die Jura-Fleckenmergel des Tannheimer Tales (Außerfern, Tirol). — Jb. Geol. Bundesanst., 102, 407—460. Wien 1959.
- BITTERLI, P.: Untersuchung bituminöser Gesteine von Westeuropa. — Erdöl und Kohle, 15, 2—6. Hamburg 1962.
- BLAAS, J.: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. — I. Teil, 246 S. Innsbruck 1902.
- BLUMENTHAL, M.: Die Allgäudecke in den Bergen des Großen Walsertales. — Eclogae Geol. Helv., 29, 449—479. Basel 1936.
- BODEN, K.: Geologisches Wanderbuch für die bayrischen Alpen. — 458 S. Stuttgart 1930.
- BOESE, E.: Die Fauna der liassischen Brachiopoden-Schichten bei Hindelang. — Jb. k. k. Geol. Reichsanst., 42, 627—650. Wien 1892.
- BOESE, E.: Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen. — Geogn. Jh., 6, 1893, 1—43. Kassel 1894.
- BOESE, E.: Über liassische und mitteljurassische Fleckenmergel in den Bayrischen Alpen. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 46, 703—768. Berlin 1894.
- BORNHORST, A. kl.: Geologie des Kalkalpenbereiches zwischen Vilser Alpen, Thaneller und Plan-See in Tirol. — Ungedr. Diss. T. H. München 1958.
- BUCH, L. v.: Einige Bemerkungen über die Alpen in Baiern. — Abh. kgl. Akad. Wiss. Berlin, 1828, 73—84. Berlin 1831.
- CADISCH, J.: Geologie der Schweizer Alpen. — 2. Aufl., 480 S. Basel 1953.
- CHRISTA, E.: Über naturgetreue Darstellung orogen-tektonischer Erscheinungsformen. — Jb. Geol. Bundesanst., 82, 1—16. Wien 1932.
- CUSTODIS, A. und SCHMIDT-THOMÉ, P.: Geologie der bayrischen Berge zwischen Hindelang und Pffronten im Allgäu. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 80, Abt. B, 307—463. Stuttgart 1939.
- DONOVAN, D. T.: The lower Liassic ammonite fauna from the fossil bed at Langeneckgrat, near Thun (Median Préalps). — Schweizer. paläont. Abh., 74, 1—58. Basel 1958.
- DORN, P.: Paläogeographische Studien über das jurassische Posidonien-schiefermeer Deutschlands. — Tübinger Naturw. Abh., 15, 60 S. Stuttgart 1936.
- DORN, P.: Problematik des Vindelizischen Landes. — Geologie, 7, 319—341. Berlin 1958.

EINSELE, G. und MOSEBACH, R.: Zur Petrographie, Fossilerhaltung und Entstehung der Gesteine des Posidonienschiefers im Schwäbischen Jura. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 101, 319—430. Stuttgart 1955.

ESCHER v. d. LINTH, A.: Beiträge zur Kenntniss der Tyroler und Bairischen Alpen. — N. Jb. Mineral. usw., 1845, 531—561. Stuttgart 1845.

ESCHER v. d. LINTH, A.: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. — N. Denkschr. Schweizer. Ges. gesamt. Naturw., 13, 135 S. Zürich 1853.

FABRICIUS, F. H.: Vorschlag zur Umbenennung von „Oberrätkalk“ in „Rätolias-Riffkalk“ (Nördliche Kalkalpen). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. 1959, 546—549. Stuttgart 1959.

FABRICIUS, F. H.: Sedimentation und Fazies des Rät und der Liasüberdeckung in den Bayerisch-tirolischen Kalkalpen. — Ungedr. Diss. T. H. München 1960.

FLURL, M.: Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz. — 642 S. München 1792.

FRAAS, E.: Scenerie der Alpen. — 325 S. Leipzig 1892.

FRANK, M.: Zur Bildungsgeschichte der oberen Trias und des Lias am Nordrand der Kalkalpen zwischen Oberstdorf und Schliersee. — Geol. Rdsch., 25, 98—110. Berlin 1934.

FRANK, M.: Ergebnisse neuer Untersuchungen über Fazies und Bildung von Trias und Jura in Südwestdeutschland. II. Jura. — Geol. Rdsch., 28, 561—598. Berlin 1937.

FRANZ, U.: Die Geologie der westlichen Oberwössener Mulde sowie der nördlich und südlich angrenzenden Einheiten. — Ungedr. Dipl.-Arbeit Univ. München 1959.

FUCHS, TH.: Studien über Fucoiden und Hieroglyphen. — Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 42, 369—448. Wien 1895.

FUCINI, A.: Fossili domeriani dei dintorni di Taormina. — *Palaentogr. Ital.*, 26—35, 100 S. Rom 1920—1935.

FURLANI, M.: Zur Stratigraphie der Jura- und Neokomschichten der Karwendel-Mulde bei Landl in Nordtirol. — Anz. Akad. Wiss. Wien. Wien 1921.

GANSS, O.: Sedimentation und Tektonik in den Kalkalpen zwischen Schliersee und dem Inntal. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 102, 203—211. Hannover 1950.

GARRELS, R. M.: Mineral equilibria. — 254 S. New York 1960.

GEYER, O. F.: Über Schwammgesteine (Spongiolith, Tuberolith, Spiculit und Gaizit). — Hermann Aldinger-Festschrift, 51—59. Stuttgart 1962.

GOETEL, W.: Zur Liasstratigraphie und Lösung der Chocs-Dolomitfrage in der Tatra. — Anz. Ak. Wiss. Krakau, math.-naturw. Kl., (A), 1916. Krakau 1917.

GÖTZINGER, G. und BECKER, H.: Zur geologischen Gliederung des Wienerwald-flysches (Neue Fossilfunde). — Jb. Geol. Bundesanst., 82, 343—396. Wien 1932.

GRIPP, K.: Rezente und fossile Flachmeer-Absätze, petrologisch betrachtet und gedeutet. — Geol. Rdsch., 47, 83—99. Stuttgart 1958.

GRUNAU, H.: Geologie von Arosa (Graubünden) mit besonderer Berücksichtigung des Radiolarit-Problems. — 109 S. Diss. Bern 1947.

GRUNAU, H.: Mikrofazies und Schichtung ausgewählter, jungmesozoischer, Radiolarit-führender Sedimente der Zentralalpen. — Intern. Sediment. Petrogr. Ser., 4, 179 S. Leiden 1959.

GUBLER, J.: Études géologiques dans le Vorarlberg central. — 155 S. Vincennes 1927.

GÜMBEL, C. W.: Allgäu, Vorarlberg und Nordtirol. — N. Jb. Mineral. usw., 1855, 173—179. Stuttgart 1855.

GÜMBEL, C. W.: Beiträge zur geognostischen Kenntnis von Vorarlberg und dem nord-westlichen Tirol. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 7, 1—39. Wien 1856.

GÜMBEL, C. W.: Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges und seines Vorlandes. — 948 S. Gotha 1861.

HAGN, H.: Fazies und Mikrofauna der Gesteine der bayrischen Alpen. — Intern. Sediment. Petrogr. Ser., 1, 174 S., 71 Taf. Leiden 1955.

HAHN, F. F.: Neue Funde im nordalpinen Lias der Achensee-Gegend und bei Ehrwald. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 32 B, 535—577. Stuttgart 1911 a.

- HAHN, F. F.: Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. 1. Allgäuer Alpen und angrenzende Gebiete. — Geol. Rdsch., 2, 207—219. Leipzig 1911 b.
- HAMANN, P. J.: Die Geologie des Hochvogelgebietes in den Allgäuer Alpen. — Ungedr. Diss. Marburg 1956.
- HANIEL, C. A.: Die geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkamms und seiner südlichen Seitenäste vom Rauhgrn bis zum Wilden. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 63, 1—37. Berlin 1911.
- HANIEL, C. A.: Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen südlich von Oberstdorf. — 2. Aufl., herausgeg. v. M. RICHTER, 32 S. München 1929.
- HECHT, F.: Der chemische Einfluß organischer Zersetzungsstoffe auf das Benthos, dargelegt an Untersuchungen mit marinen Polychaeten, insbesondere Arenicola marina L. — Senckenbergiana, 14, 199—220. Frankfurt 1932.
- HENKEL, S.: Geologie des Rappentalpentes und des Gebietes um Lechleiten. — Diss. Freie Univ. Berlin, 53 S. Berlin 1960.
- HERITSCH, F.: Die Karnischen Alpen. — 205 S. Graz 1936.
- HOEPPENER, R. und KOCKEL, F.: Lias vor und in den Rondaïnen (Südspanien). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1959, 417—424. Stuttgart 1959.
- HUCKRIEDE, R.: Die Geologie der Umgebung von Kaisers (Lechtaler Alpen). — Ungedr. Diss. Marburg 1956.
- HUCKRIEDE, R.: Trias, Jura und tiefere Kreide bei Kaisers in den Lechtaler Alpen (Tirol). — Verh. Geol. Bundesanst., 1959, 44—92. Wien 1959 a.
- HUCKRIEDE, R.: Die Eisenspitze am Kalkalpensüdrand (Lechtaler Alpen, Tirol). — Z. Deutsch. Geol. Ges., 111, 410—433. Hannover 1959 b.
- HUCKRIEDE, R. und JACOBSHAGEN, V.: Ein Querschnitt durch die Nördlichen Kalkalpen (Oberstdorf—Pettneu). — Z. Deutsch. Geol. Ges., 109, 1957, 373—388. Hannover 1958.
- HÜCKEL, B.: Geologie der Hornbachkette (Nordtirol). — Ungedr. Diss. Marburg 1960.
- HÜCKEL, B., JACOBSHAGEN, V. und STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Über den Bau des Allgäuer Hauptkamms und der Hornbachkette (Nördliche Kalkalpen). — Z. Deutsch. Geol. Ges., 112, 91—104. Hannover 1960.
- JACOBSHAGEN, V.: Geologie des Hornbachgebiets und der Allgäuer Hauptmulde südöstlich Oberstdorf. — Ungedr. Diss. Marburg 1957.
- JACOBSHAGEN, V.: Zur Stratigraphie und Paläogeographie der Jura-Fleckenmergel im südöstlichen Allgäu. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., 87, 1959, 208—226. Wiesbaden 1958.
- JACOBSHAGEN, V.: Der Bau der südöstlichen Allgäuer Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 113, 153—206. Stuttgart 1961.
- KALLIES, H.-B.: Geologie des Bregenzer Waldes beiderseits der Bregenzer Ach in der Umgebung von Schopponau. — Geol. Jb., 78, 257—298. Hannover 1961.
- KIRCHMAYER, M.: Beiträge zur Frage des Cherts (= Feuersteins). — Über ein Geopetalgefüge im Chert (Flint) von Nevada, U. S. A. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1959, 209—229. Stuttgart 1959.
- KLEBELSBERG, R. v.: Geologie von Tirol. — 872 S. Berlin 1935.
- KNAUER, J.: Geologischer Überblick über die Alpen zwischen dem Bodensee und dem Tegernsee und ihr Molassevorland. — In M. SCHUSTER: Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rheins, (II.), 184 S. München 1928.
- KOCH, K. E.: Die Geologie des Gebirges östlich von Zürs. — Ungedr. Diss. Marburg 1959.
- KOCH, K. E. und STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Fazies-Untersuchungen in Jura und Unterkreide der westlichen Lechtaler Alpen. — Verh. Geol. Bundesanst., 1959, 179—201. Wien 1959.
- KOCKEL, C. W.: Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 15, 63—168. Wien 1922.
- KOCKEL, C. W.: Beobachtungen im Hornbachfenster (Lechtaler Alpen). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 96, 339—356. Stuttgart 1953.

KOCKEL, C. W., RICHTER, M. und STEINMANN, H. G.: Geologie der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach. — Wiss. Veröff. Deutsch. u. Österr. Alpenver., 10, 231 S. Innsbruck 1931.

KRAUS, E.: Die Entstehung der Inntaldecke. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 90 B, 31—95. Stuttgart 1949.

KRAUS, E.: Die Baugeschichte der Alpen. I. — 552 S. Berlin 1951.

KREJCI-GRAF, K.: Zur Natur der Fucoiden. — Senckenbergiana, 18, 308—315. Frankfurt 1936.

KUCKELKORN, K. F.: Zur Geologie des nördlichen Kalkalpenrandes bei Schattwald (Tirol). — Ungedr. Dipl.-Arbeit Univ. München 1960.

KUHN, O.: Bemerkungen zur Paläogeographie des deutschen Posidonienschiefermeeres. — Zbl. Mineral. usw., 1938 B, 171—174. Stuttgart 1938.

LANGE, P. R.: Die Vorarlberger Flyschzone am Südrand des helvetischen Halfensters zwischen Hoher Ifen und Widderstein. — Geologie, 5, 172—218. Berlin 1956.

LAUBENFELS, M. W., de: Porifera. — Treatise on invertebrate paleontology, E, E 21—E 112. Lawrence (Kansas) 1955.

LEMCKE, K. und WAGNER, R.: Zur Kenntnis des vortertiären Untergrundes im Bodensee-Gebiet. — Bull. Ver. schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing., 27, 9—14. Basel 1961.

LEUCHS, K.: Über Einflüsse der Triasriffe auf die Liassedimentation in den Nördlichen Kalkalpen. — Senckenbergiana, 7, 247—249. Frankfurt 1925.

LEUTENEGGER, W. O.: Geologische Untersuchungen im mittleren nordöstlichen Rätikon. — 120 S. Diss. Zürich 1928.

MILLER, H.: Zur Geologie des westlichen Wetterstein- und Mieminger Gebirges (Tirol). — 118 S. Diss. Univ. München 1962 a.

MILLER, H.: Der Bau des westlichen Wettersteingebirges. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 113, 1961, 409—425. Hannover 1962 b.

MILLER, H.: Gliederung und Altersstellung der jurassischen und unterkretazischen Gesteine am Südrand des Wetterstein-Gebirges („Jungschichtenzone“) mit einem Beitrag zur geologischen Stellung der Ehrwaldite. — Mitt. Bayer. Staatssaml. Paläont. hist. Geol., 3, 51—72. München 1963.

MÜLLER-DEILE, G.: Geologie der Alpenrandzone beiderseits vom Kochelsee in Oberbayern. — Mitt. Reichsstelle Bodenforsch., Zweigstelle München, 34, 109 S. München 1940.

MYLIUS, H.: Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen I. Beobachtungen zwischen Oberstdorf und Maienfeld. — 153 S. München 1912.

NATHORST, A. G.: Mémoire sur quelques traces d'animaux etc. — K. Vet. Akad. Handl., 18. Stockholm 1881.

NEUMAYR, M.: Die geographische Verbreitung der Jura-Formation. — Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 50, 57—142. Wien 1885.

OPPEL, A.: Über das Vorkommen von jurassischen Posidonomyengesteinen in den Alpen. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 15, 188—217. Berlin 1863.

OSWALD, K.: Geologische Karte und Geschichte der Wendelsteingruppe. — 124 S. München 1929.

PONTOPPIDAN, H.: Die geologischen Verhältnisse des Rappenalpenteales, sowie der Bergketten zwischen Breitach und Stillach. — Geogn. Jh., 24, 1—22. München 1911.

QUENSTEDT, W.: Geologische Exkursion in das Achental-Gebiet. — Geol. Bavar., 6, 55—64. München 1951.

REICHELT, R.: Geologie der Flyschzone zwischen Lech und Ammer. — Ungedr. Diss. Freie Univ. Berlin 1954.

REIS, O. M.: Zur Fukoidenfrage. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 59, 615—638. Wien 1909.

REIS, O. M.: Cenomaner Brockenmarmor vom „Weißen Haus“ in Tirol. — Verh. Geol. Bundesanst., 1931, 84—88. Wien 1931.

REISER, K. A.: Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge im Allgäu I. — Geogn. Jh., 33, 57—198. München 1920.

RENZ, C.: Geologische Forschungen in Akarnanien. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 32 B, 383—468. Stuttgart 1911.

RENZ, C.: Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands. — 637 S. Athen 1955.

REUM, H.: Die tektonischen Strukturen am Nordrand der Kalkalpen unter besonderer Berücksichtigung des Falkensteinzuges im östlichen Allgäu. — Ungedr. Diss. T. H. München 1960.

REUM, H.: Die tektonische Stellung des Falkensteinzuges am Nordrand der östlichen Allgäuer Alpen. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 113, 1961, 507—534. Hannover 1962.

RICHTHOFEN, F. v.: Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol I. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 10, 72—137. Wien 1859.

RICHTER, D.: Geologie der Allgäuer Alpen südlich von Hindelang. — Ungedr. Diss. Freie Univ. Berlin 1954 a.

RICHTER, D.: Über die Retterschwang-Decke bei Hindelang im Allgäu. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1954, 385—392. Stuttgart 1954 b.

RICHTER, D.: Neue Untersuchungen in der Randzone von Flysch und Ostalpin im Gebiet des Großen Walsertals (Vorarlberg). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 103, 341—374. Stuttgart 1956.

RICHTER, D.: Zum geologischen Bau der Berge östlich des oberen Osterachtales (Allgäu). Der synsedimentäre Ursprung einer tektonischen Decke. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 109, 1957, 519—549. Hannover 1958.

RICHTER, D.: Geologie der Allgäuer Alpen südlich von Hindelang. — Beih. Geol. Jb., 48, 45—128. Hannover 1963.

RICHTER, M.: Beobachtungen am Nordrand der oberostalpinen Decken im Allgäu. — Verh. Geol. Bundesanst., 1923, 162—176. Wien 1923 a.

RICHTER, M.: Der Nordrand der oberostalpinen Geosynklinale. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 75, 198—211. Berlin 1923 b.

RICHTER, M.: Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech. — 224 S. Berlin 1924.

RICHTER, M.: Die Deutschen Alpen und ihre Entstehung. — 179 S. Berlin 1937.

RICHTER, M.: Über den Bau der Vorarlberger Alpen zwischen oberem Lech, Flexenpaß und Ill. — Geotekton. Symposium z. Ehren v. H. STILLE, 190—204. Stuttgart 1956.

RICHTER, R.: Die fossilen Fährten und Bauten der Würmer, ein Überblick über ihre biologischen Grundformen und deren geologische Bedeutung. — Paläont. Z., 9, 193—240. Berlin 1928.

ROTHPLETZ, A.: Geologisch-paläontologische Monographie der Vilser Alpen mit besonderer Berücksichtigung der Brachiopoden-Systematik. — Palaeontogr., 33, 1—180. Stuttgart 1886/87.

ROTHPLETZ, A.: Über die Flyschfucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liassische diatomeenführende Hornsteine. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 48, 854—914. Berlin 1896.

ROTHPLETZ, A.: Das Gebiet der zwei großen rätischen Überschiebungen. — 256 S. Berlin 1902.

SÄRCHINGER, H.: Geologie des Benediktenwandgebirges zwischen Glaswandscharte und Isar. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 81 B, 347—468. Stuttgart 1939.

SCHAFHÄUTL, K. E.: Beiträge zur näheren Kenntnis der Bayerischen Voralpen. — N. Jb. Mineral. etc., 1846, 641—695. Stuttgart 1846.

SCHAFHÄUTL, K. E.: Die Stellung der Bayerischen Voralpen im geologischen System. — N. Jb. Mineral., 1847, 803—812. Stuttgart 1847.

SCHAFHÄUTL, K. E.: Geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. — 206 S. München 1851 a.

SCHAFHÄUTL, K. E.: Über die Gliederung des Süd-Bayern'schen Alpen-Kalkes. — N. Jb. Mineral. usw., 1851, 129—168. Stuttgart 1851 b.

SCHAFHÄUTL, K. E.: Südbayerns Lethaea geognostica. — 478 S. Leipzig 1863.

SCHIDLowski, M.: Beiträge zur Geologie des Ostalpins zwischen Kleinem Walsertal und oberem Lech (Vorarlberg, Österreich). — 81 S. Diss. Freie Univ. Berlin 1961.

SCHIDLOWSKI, M.: Über das westliche Ende der Allgäuer Hauptmulde im Hinteren Bregenzerwald (Vorarlberger Kalkalpen). — Verh. Geol. Bundesanst., 1962, 49—62. Wien 1962.

SCHLOSSER, M.: Geologische Notizen aus dem Innthale. — N. Jb. Mineral. usw., 1895 (1), 75—97. Stuttgart 1895.

SCHLOSSER, M.: Zur Geologie des Unterinntales. — Jb. Geol. Reichsanst., 59, 525 bis 574. Wien 1909.

SCHMIDEGG, O.: Zum tektonischen Gefüge des Rätikons I (oberes Rellstal und oberes Brandnertal). — Jb. Geol. Bundesanst., 98, 145—172. Wien 1955.

SCHMIDEGG, O.: Geologische Ergebnisse beim Bau des Wasserkraftwerkes Prutz—Imst der TIWAG (Tirol). — Jb. Geol. Bundesanst., 102, 355—406. Wien 1959.

SCHMIDT, H.: Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden. — Fortschr. Geol. Paläont., 12, 1—154. Berlin 1935.

SCHMIDT, H.: Bionomische Probleme des deutschen Lias-Meeres. — Geol. der Meere u. Binnengewässer, 3, 239—256. Berlin 1939.

SCHNEIDER, J.: Der Jura in Erdölbohrungen des westlichen Molassetrogs. — Hermann Aldinger-Festschrift, 163—172. Stuttgart 1962.

SCHOTTLER, W.: Die Geologie der westlichen Sachranger Berge in den Chiemgauer Alpen (Hochriß—Laubenstein—Spitzsteingebiet). — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 72 B, 46—119. Stuttgart 1934.

SCHRÖDER, J.: Die jurassischen Fleckenmergel der bayrischen Alpen. — N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. 52 B, 224—283. Stuttgart 1925.

SCHRÖDER, J.: Die Ammoniten der jurassischen Fleckenmergel in den bayrischen Alpen. — Palaeontogr., 68, 111—232, u. 69, 1—110. Stuttgart 1927 u. 1928.

SCHÜLER, B.: Geologie der Berge südlich von Mittelberg im Kleinen Walsertal. — 103 S. Diss. Freie Univ. Berlin 1958.

SCHULZE, G.: Die geologischen Verhältnisse des Allgäuer Hauptkammes von der Rotgund-Spitze bis zum Kreuzeck. — Geogn. Jh., 18, 1—38. Kassel 1905.

SEILACHER, A.: Die geologische Bedeutung fossiler Lebensspuren. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 105, 1953, 214—227. Hannover 1954.

SEILACHER, A.: Zur ökologischen Charakteristik von Flysch und Molasse. — Eclog. Geol. Helv., 51, 1062—1078. Basel 1958.

SIEBER, R.: Bericht 1960 über paläontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Mesozoikum der westlichen Kalkalpen Österreichs. — Verh. Geol. Bundesanst., 1961, A 107—A 110. Wien 1961.

SÖHLE, U.: Das Ammergebirge. — Geogn. Jh., 11, 39—89. München 1898.

SPENGLER, E.: Die Gebirgsgruppe des Plassen und des Hallstätter Salzberges. — Jb. Geol. Reichsanst., 68, 1918, 285—474. Wien 1919.

SPENGLER, E.: Die nördlichen Kalkalpen, die Flyschzone und die Helvetische Zone. — In F. X. SCHAFER, Geologie von Österreich, 302—413. Wien 1951.

STEINMANN, G.: Gibt es fossile Tiefseeablagerungen von erdgeschichtlicher Bedeutung? — Geol. Rdsch., 16, 435—468. Berlin 1925.

STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Zur Geologie der Hasenfluh bei Zürs am Arlberg (Lechtaler Alpen). — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., 87, 192—201. Wiesbaden 1958.

STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Geologie der Umgebung von Lech (Vorarlberg). — Ungedr. Diss. Marburg 1960.

SUËSS, E. u. MOJSISOVICS, E. v.: Studien über die Gliederung der Trias- und Jurabildungen in den östlichen Alpen. II. Die Gebirgsgruppe des Osterhorns. — Jb. k. k. Geol. Reichsanst., 18, 167—200. Wien 1868.

TAUBER, A. F.: Paläobiologische Analyse von *Chondrites furcatus* STERNBERG. — Jb. Geol. Bundesanst., 93, 141—154. Wien 1949.

TOLLMANN, A.: Semmering und Radstädter Tauern. Ein Vergleich in Schichtenfolge und Bau. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 50, 1957, 325—354. Wien 1958.

TRAUTH, F.: Die fazielle Ausbildung und Gliederung des Oberjura in den nördlichen Kalkalpen. — Verh. Geol. Bundesanst., 1948, 145—218. Wien 1948.

TRÜMPY, R.: Der Lias der Glarner Alpen. — Denkschr. Schweizer. Naturf. Ges., 79, 192 S. Zürich 1949.

TRÜMPY, R.: Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps. — Bull. Geol. Soc. Amer., 71, 843–908. 1960.

UHLIG, V.: Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 4, 329–448. Wien 1911.

ULRICH, R.: Die Entwicklung der ostalpinen Juraformation im Vorkarwendel zwischen Mittenwald und Achensee. — Geol. Bavar., 41, 99–151. München 1960.

VADASZ, M. E.: Die Juraschichten des südlichen Bakony. — Result. wiss. Erforsch. d. Balatonsees, 1 (1), Paläont. Anh., 89 S. Budapest 1910.

VOIGT, E. und HÄNTZSCHEL, W.: Die grauen Bänder in der Schreiekreide Nordwestdeutschlands und ihre Deutung als Lebensspuren. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 25, 104–122. Hamburg 1956.

VORTISCH, W.: Oberrätischer Riffkalk und Lias in den nordöstlichen Alpen I. — Jb. Geol. Bundesanst., 76, 1–64. Wien 1926.

VORTISCH, W.: Die Jura-Formation und ihr Liegendes in der Kammerkehr–Sonntagshorn-Gruppe. — N. Jb. Miner. usw., Beil.-Bd. 73 B, 100–148. Stuttgart 1935.

WÄHNER, F.: Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. — Verh. k. k. Geol. Reichsanst., 1886, 168–176 u. 190–206. Wien 1886.

WÄHNER, F.: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal. Ein Typus alpinen Gebirgsbaues. — 356 S. Leipzig u. Wien 1903.

WALKER, T. R.: Reversible nature of chert-carbonate replacement in sedimentary rocks. — Bull. Geol. Soc. Amer., 73, 237–242. 1962.

WALTHER, J.: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. — 1055 S. Jena 1894.

WASSOJEWITSCH, N.: Quelques remarques sur Hiéroglyphes et Foucoïdes. — Ser. geol. izd. gos. tresta „Gruzneft“. Tiflis 1936.

WICHER, C. A.: Involutina, Trocholina und Vidalina — Fossilien des Riffbereichs. — Geol. Jb., 66, 1950, 257–284. Hannover 1952.

WILMERS, W.: Geologie des Ostendes der Mulde von Thiersee westlich Kufsteins in Tirol. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 113, 1961, 426–445. Hannover 1962.

WISSNER, U.: Ammonitenfauna und Stratigraphie der Lias-Fleckenmergel, Sinemurian bis Domerian, in den Bayrischen Alpen. — Ungedr. Diss. Tübingen 1958.

ZACHER, W.: Geologie der Umgebung des Tannheimer Tales (Außerfern, Tirol). — Ungedr. Diss. T. H. München 1959.

ZITTEL, K. A.: Paläontologische Notizen über Lias-, Jura- und Kreide-Schichten in den bayerischen und österreichischen Alpen. — Jb. k. k. Geol. Reichsanst., 18, 599–610. Wien 1868.

Anhang

Profile durch die Allgäu-Schichten

1. Rätikon, Davenna-Gruppe

1. Osthang des Wildbergs, südwestlich der Sonnenlagent-Alpe (Geol. Karte bei ARNI 1926).

Schichtfolge fällt mit zirka 30° nach N

oben:

g)	rote, an der Basis grügebänderte Radiolarite	} Radiolarite
f) 0·3 m	feinspätiger Kalk, fleischrot, mit rostbrauner Anwitterung (2 Bänke)	} ? Dogger-Kalke
e) 7 m	rosa- bis fleischrote Kalke, z. T. Suturenkalke, 1 <i>Pentacrinus</i> -Bank. Einzelne Bänke mit Brauneisen-Schwarten verkrustet	
d) 5 m	ziegelrote Mergelkalke	
		} Ziegelrot-Serie

- c) zirka 30 m Fleckenkalke, mittelbankig, mittel- bis dunkelgrau, mit Pyrit-Konkretionen. Aus den obersten 10 m muß ein im Schutt aufgesammeltes ? *Arieticeras* stammen. } Ältere Allgäu-Schichten
- b) zirka 70 m Fleckenkalke, mittel- bis dickbankig (bis 1 m!), mit Pyritknollen und Belemniten-Bruchstücken } }
- unten:
- a) massiger, grauer Kalk mit roten Schlieren und Nestern (am Wasserfall) } Roter Unterlias-kalk
2. Steinbruch der Vorarlberger Zementwerke Lorüns A. G. bei Lorüns, Nordost-Teil der Wand.
- Schichten stehen annähernd senkrecht
- jung:
- i) schwarzgraue, feingebänderte Mergelkalke, sehr klüftig } Kreideschiefer
- h) 1-5—2 m grüngrauer, knolliger Kalk } Aptychenkalk
- g) 2 m Radiolarite, oben grau, mit *cm*-Mergellagen; unten rot } Radiolarite
- f) 7 m rote Kalke, mittelbankig, z. T. etwas flaserig } Dogger und Oberlias
- e) 6 m grüngraue oder rosagraue, mergelige Kalke, grün anwitternd, mittel- bis dickbankig, wulstige Schichtoberflächen, ohne Flecken } Ältere Allgäu-Schichten
- d) 6 m rosagraue Kalke, mittelbankig, z. T. knollig, muschelartig brechend } }
- e) 4 m fleischrote, knollige Kalke, schlecht gebankt (1 bis 2 dm Bankdicke) } Roter Unterliaskalk
- b) 6 m massige oder dickbankige Kalke mit fleischroten Partien, hervorgehend aus } }
- alt:
- a) grauem, massigem Kalk } Rhätoliaskalk

2. Lechtaler Alpen

a) Klostertaler Alpen

3. Westhang des Madratsch, nordöstlich der Oberen Laguz-Alpe (Blatt Klostertaler Alpen 1 : 25.000).

im N, jung:

- p) 6—8 m Radiolarite (oben rot, unten schwarz) }
- o) 5 m dunkelgraue Kalke und Kieselkalke sowie mittelgraue, grobspätige Echinodermenkalke, wechselnd mit dunkelgrauen Mergelschiefen } Oberste Jüngere Allgäu-Schichten
- n) 25 m mittelgraue oder braungraue Kalke, mittel- oder dickbankig, wechsellagernd mit dunkelgrauen Mergelschiefen im Verhältnis 1:1 } Obere Jüngere Allgäu-Schichten
- m) 14 m mittel- bis dickbankige graue Kalke und Mergelkalke, z. T. mit Flecken } }
- l) 4 m mittel- bis dunkelgraue Kalke, z. T. mit Flecken, sowie eine Spatkalkbank, wechselnd mit schmutzig gelbgrau anwitternden Kalkmergeln oder Mergelkalcken } ? Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten
- k) 6 m mittelgraue Fleckenkalke, mittelbankig, schichtparallel aufspaltend } }

- | | | |
|---------------|---|-------------------------------------|
| i) 3 m | graue, gelblich anwitternde Mergelkalke und Kalke, mittelbankig | } ? Untere Jüngere Allgäu-Schichten |
| h) 1.5 m | gelbgraue Kalkmergel mit Flecken. Auf Schichtflächen schlecht erhaltene, gestreckte Ammoniten [einer als <i>Harpoceratidae</i> (? <i>Harpoceras</i> sp.) bestimmbar] und <i>Zoophycos</i> -Spuren | |
| g) 4 m | ziegelrote, dünnbankige Mergelkalke und Mergel mit dunkelroten Flecken | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| f) 7 m | mittelgraue Kalke und Mergelkalke, z. T. mit Flecken; oben mittel-, unten dickbankig | |
| e) 15 m | graue Kalke ohne Flecken, mittel- bis dickbankig | } Ältere Allgäu-Schichten |
| d) 7 m | mittelgraue Kalke mit bräunlichem Farbstich, schlecht mittelbankig, muschelartig brechend. Unten einige rötliche Mergelbänder (1–5 cm breit) | |
| c) 6 m | wie d), aber dünnbankig und ohne Flecken, Belemnitenquerschnitt | |
| b) zirka 10 m | rote Knollen- oder Flaserkalke, schlecht gebankt | } Roter Unterliaskalk |
- im S, alt:
- | | | |
|----|-----------------------|---------------|
| a) | massiger, grauer Kalk | Rhätoliaskalk |
|----|-----------------------|---------------|

4. Westhang des Formaletsch, östlich vom Formarin-See (Blatt Klostertaler Alpen 1 : 25.000).

oben:

- | | | |
|-----------|---|-----------------------------|
| k) 4–5 m | rote Radiolarite | |
| 5 m | grüne oder grüngraue Radiolarite | |
| i) 8–10 m | braungraue oder braune Hornsteine und Kieselkalke, mittelbankig; zuoberst eine 1.5 m dicke Bank | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| h) 12 m | mittelgraue Kalke mit bräunlichem Farbstich, mittel- oder dünnbankig; Flecken selten | |
| g) 0.2 m | lilarote Mergellage | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| f) 16 m | Kalke wie bei h) | |
| e) 6 m | fleischrote Kalke, z. T. mit grünlichen Bändern, dünnbankig, in oberster Bank eine 5 cm dicke, braune Hornsteinlage | } Roter Unterliaskalk |
| d) 1.5 m | rote Kalkbank | |
| c) 1.2 m | roter Kalk, dünnbankig | |
| b) 9 m | grauer Kalk mit roten Partien, massig | |
| a) | Rhätoliaskalk | |

Schichtfolge e)–i) wahrscheinlich tektonisch ausgedünnt, wird im nicht begehbaren Nordhang mächtiger.

5. Nordwestseite des Gehrengrates, südlich HP 2404 am Pongertle-Kopf (Blatt Klostertaler Alpen 1 : 25.000).

oben:

- | | |
|---------|--|
| f) 5 m | rote Radiolarite |
| e) 1 m | grüne Radiolarite |
| d) 35 m | dunkelgraue Kieselkalke und Hornsteine, dünnplattig, selten mittelbankig; wenige dünne Mergelschiefer-Zwischenlagen. Sehr ähnlich den Radiolariten |

- c) 17 m mittelgraue oder braungraue Fleckenkalke, oben mittelbankig, unten dünnbankig und recht mergelig (z. T. griffelig verschiefert) } Ältere Allgäu-Schichten
- b) 5 m roter, nach oben verblassender Kalk, dünnbankig; in einzelnen Lagen ziegelrote Hornsteinkauern und -schnüre } Roter Unterliaskalk
- unten:
- a) 5 m roter Kalk, massig

6. Südostseite des Ganahlskopfes im Radona-Tobel bei Dalaas (Blatt Klostertaler Alpen 1 : 25.000).

Schichtfolge überkippt, fällt steil nach S. Ältere Allgäu-Schichten durch Spezialtektonik angehäuft.

jung, im N:

- m) zirka 10 m Radiolarite (oben rot, unten grün)
- l) 2 m dunkelgraue Kieselkalke, Hornsteine und feinspätiger Kalk, mittelbankig } Oberste Jüngere Allgäu-Schichten
- k) 0.4 m feinspätiger Kalk } (Spatkalkschichten)
- i) 8 m braungrauer Kalk, dünnbankig, mit einigen dünnen Mergellagen } Obere Jüngere Allgäu-Schichten
- h) 5—6 m wie i), aber mehr Mergelschiefer } Obere Jüngere Allgäu-Schichten
- g) 10 m dünn- bis mittelbankige Kalke und Mergelkalke, letztere transversal geschiefert } Obere Jüngere Allgäu-Schichten
- f) 15 m dünn- bis mittelbankige Kalke, wechselnd mit Mergelschiefern im Verhältnis 1:1 } Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten
- e) 15—20 m schmutzig braungraue Kalke und Kieselkalke, mittelbankig, ± Flecken, wenig Mergelschiefer } Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten
- d) 8—10 m Wechsellagerung von Kalcken und Mergelschiefern im Verhältnis 1:1 bis 3:2 } Untere Jüngere Allgäu-Schichten
- c) 5 m rote, dünnbankige Mergelkalke } Mittlere Allgäu-Schichten
- b) 3 m gelbliche, dünnbankige Mergelkalke } Schichten

alt, im S:

- a) ? 80 m großfleckige Kalke, mittel- bis dickbankig, schmutzig gelbbraun anwitternd } Ältere Allgäu-Schichten

7. Südende des Gehrengrates, westlich Klösterle Schütz (Blatt Klostertaler Alpen 1 : 25.000).

oben:

- o) grüne Radiolarite } Radiolarite
- n) 1.5 m graue, flaserige Kalke mit rosa Flammen, dicht oder spätig. Auf Schichtflächen rote oder grüne Eisen-Schwarten. Bis 5 cm dicke, rote Mergellagen } Jüngere Allgäu-Schichten
- m) 4 m mittelgraue Kalke, mittelbankig } Jüngere Allgäu-Schichten
- l) 2 m flaserige Fleckenkalke, dünnbankig } Jüngere Allgäu-Schichten
- k) 2—3 m schmutziggraue Mergelschiefer mit boudinierten Kalklagen; Mergel vorherrschend } Mittlere Allgäu-Schichten
- i) 5 m mittelgraue Kalke, mittelbankig, wechselnd mit Mergelschiefern im Verhältnis 3:2 } Mittlere Allgäu-Schichten
- h) 7 m mittelbankige Kalke und Mergelkalke mit Flecken } Mittlere Allgäu-Schichten
- g) 9 m dickbankige Hornsteinkalke (innerhalb jeder Bank ist der obere Teil kalkig und grau, der untere kieselig und schwarzbraun oder rostbraun) } Mittlere Allgäu-Schichten
- f) 8 m Fleckenkalke, dünn- bis mittelbankig, mit Hornstein-Schnüren } Ältere Allgäu-Schichten
- e) 2 m grüngrau anwitternde, dickbankige Kalke } Ältere Allgäu-Schichten
- d) 6 m eselsgraue Kalke mit wenigen Flecken, dünnbankig, dicht } Ältere Allgäu-Schichten

c) 8 m	rosa oder rote Kalke, z. T. gebändert, schlecht dünngebant	} Roter Unterliaskalk
b) 10 m	rosa Kalke, mittelbankig, mit roten Mergel-Zwischenlagen; untere Kalkbänke rot	
unten: a)	massiger, roter Kalk, aus grauem Kalk hervorgehend	

8. Westhang der Goppel-Spitze am Spuller-See (Blatt Klostertaler Alpen 1: 25.000).

Schichten fallen steil nach W
jung, im N:

z)	Kreideschiefer	} Radiolarite
y) 8 m	Aptychenkalke	
x) 0-3 m	rosa und grüne Mergelkalke	
w) 1-6 m	rote Radiolarite	
v) 0-5 m	grüne Radiolarite	
u) 1 m	dunkelgraue oder schwarzbraune Kieselkalke, dünnbankig, mit mm-Lagen gleichfarbiger Schiefer	} Spatkalk-Schichten (Oberste Jüngere Allgäu-Schichten)
t) 0-5 m	rosa oder grüngrau geflammter Kalk, dicht, muschelg brechend; darauf Eisen- und Mangan-Krusten	
s) 8 m	rosa oder grüngrau geflammter Kalk, teilweise spätig, dünn- bis mittelbankig	
r) 2 m	grüngrauer Kalk, fein- bis grobspätig	
q) 6 m	mittelbankige Fleckenkalke mit wenigen Mergellagen	} Obere Jüngere Allgäu-Schichten
p) 8-10 m	dunkelgraue Fleckenkalke, oben mittel-, unten dickbankig, mit Mergellagen wechselnd. Aus höherem Teil, schlecht erhalten: <i>Hammatoceratidae</i> gen. et sp. indet.	
o) 6-7 m	dunkelgraue Fleckenkalke, schmutzigbraun anwitternd, meist dickbankig	
n) 8 m	dunkelgraue, vorwiegend dickbankige Fleckenkalke, wechselnd mit 2-3 dm mächtigen Mergellagen	} Untere Jüngere Allgäu-Schichten
m) 2 m	mittelbankige Kalke	
l) 10 m	dunkelgraue Fleckenkalke, vorwiegend dickbankig, wechselnd mit dm-Mergellagen	} Mittlere Allgäu-Schichten
k) 2 m	schmutzig dunkelgraue Kalkmergelschiefer mit vielen Flecken	
i) 3 m	dunkelgraue Fleckenkalke, dickbankig, mit Mergelschiefer-Lagen	} Ältere Allgäu-Schichten
h) 12 m	mittelbankige Fleckenkalke	
g) 6-8 m	mittel- bis dickbankige Kalke mit Mergellagen	
f) 7 m	dunkelgraue, gelblich anwitternde Fleckenkalke mit ? <i>Arietoceras</i>	
e) 4 m	dünnbankige Fleckenkalke mit Muscheltrümmern; aus unterem Teil <i>Grammoceras curionii</i> (MENECHINI)	} Roter Unterliaskalk
d) 2 m	dunkelgraue Kalke, mittelbankig	
c) 4 m	graue oder rosagraue Kalke ohne Flecken, dünnbankig	
b) 10 m	rote oder rosagraue Kalke, dünnbankig bis mittelbankig; einige dünne Mergellagen, karminrot oder violett	} Roter Unterliaskalk
alt, im S: a) 10 m	roter, massiger Kalk, meist grau anwitternd, hervorgehend aus Rhätoliaskalk	

b) Südliche Lechtaler Alpen

9. Grat zwischen Hexenbödele und Schafliager (Eisenspitze).

jung:

i)	grüne Radiolarite	
h) 2 m	grüngrauer Kalk, darin rote Lage	
g) zirka 3 m	schmutzig grüngraue Kalkmergel-Schiefer, nach oben zunehmend kalkig	Jüngere Allgäu-Schichten
f) 0.5 m	dunkelgraue Kalkbank	
e) 10 m	schmutzig braungraue Mergelschiefer, wechselnd mit dünnbankigen Kalken	
d) 4 m	braune Mergelschiefer	Mittlere Allgäu-Schichten
c) 5 m	sehr dunkle, stark vererzte Manganschiefer und -kalke, dünnbankig	
b) 6—20 m	eselsgraue Kalke, kaum gebankt	Ältere Allgäu-Schichten
alt: a) 10 m	mittelbankige Fleckenkalke	
	Störung	
	Rhätoliaskalk	

c) Zentrale Lechtaler Alpen

10. Hintere Frauenpleis bei der Oberloch-Alpe, südlich vom Württemberger Haus (Blatt Parseierspitz-Gruppe 1 : 25.000).

Schichtfolge invers

jung:

r)	rote Radiolarite	Störung
q) 10 m	dickbankige Mergelkalke und Kalke, schmutzig-grau oder braungrau, z. T. mit Flecken	Oberste Jüngere Allgäu-Schichten
p) 10 m	mittelbankige Mergelkalke, schmutziggrau mit großen Flecken, schichtparallel verschiefert. Kalkmergellagen	
o) 10 m	mittelbankige Kalke, mittelgrau mit großen Flecken, und Mergelschiefer, wechselnd im gleichen Mengenverhältnis	Oberste Jüngere Allgäu-Schichten
n) 12 m	mittelbankige, kieselige Kalke, mittelgrau bis bräunlich, mit kleinen Flecken	Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten
(8—10 m)	nicht aufgeschlossen)	
m) 5 m	mittelgraue Kalke, schichtparallel verschiefert	
l) 6 m	mittelbankige Kalke mit dünnen Zwischenlagen dunkler Mergel	Untere Jüngere Allgäu-Schichten
k) 10 m	mittelbankige Kalke, schichtparallel verschiefert, mit dünnen Kalkmergel-Lagen im Verhältnis 1 : 1 wechselnd	
(10 m)	nicht aufgeschlossen)	
i) 3 m	mittelbankige, mergelige Kalke, mittelgrau mit grünlichem Farbstich, kleine Flecken. Eingeschaltet 1—3 dm mächtige Schieferlagen mit großen Flecken	Mittlere Allgäu-Schichten
h) 5 m	wie f)	
g) 2 m	linsige Mn-Vererzung in Mergelschiefern und fein zertrümmerten Kalken	
f) 15 m	dunkle Mergelschiefer und dünnbankige Kalke, mittelgrau mit großen Flecken, schichtparallel lamelliert. Schiefer überwiegen Kalke um das Doppelte bis Dreifache	

- | | | |
|----------|---|-----------------------------|
| e) 25 m | dunkle Kalkmergel-Schiefer mit mittelbankigen Kalkeinlagerungen | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| d) 4—5 m | Manganschiefer | |
| c) 20 m | Kalkmergelschiefer, mittelgrau, in cm-Knickfalten gelegt wie Phyllite | } Ältere Allgäu-Schichten |
| b) 80 m | tektonisch zerquälte Fleckenkalke mit Mergelschiefer-Zwischenlagen | |
| a) | Rhätoliaskalk | |

11. Alperschontal bei „Rote Platten“ (Blatt Parseierspitz-Gruppe 1 : 25.000).

jung, im S:

- | | | |
|-----------|---|-----------------------------|
| i) 7 m | rote Radiolarite | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| h) 1.5 m | grüne Radiolarite | |
| g) 3.5 m | karminrote Mergelkalke, dünnbankig, und Mergelschiefer | |
| f) 0.75 m | blaß graugrüne, dünnbankige Mergelkalke und -schiefer | |
| e) 20 m | bräunliche Kalke, dünnbankig, gefasert. Im tieferen Teil auch Kalkmergel-Einschaltungen und Mergelschiefer mit großen Flecken | |
| d) 10 m | Mergelschiefer, grau, erbsgelb anwitternd | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| c) 15 m | mittelbankige Kalke und Mergelkalke, z. T. flaserig-schiefrig | } Ältere Allgäu-Schichten |
| b) 5 m | meterbankige, kieselige Kalke | |
| 40 m | mittel- bis dickbankige Kalke mit großen Flecken, rostfarben anwitternd. In der Mitte eine m-Bank aus grauem Kieselkalk | |

alt, im N:

- | | |
|--------|--|
| a) 4 m | roter Unterliaskalk, der kontinuierlich aus Rhätoliaskalk hervorgeht |
|--------|--|

12. Nordwest-Flanke der Fallenbacher Spitze zwischen HP 2234 und 2072, Griebel-Tal (Blatt Parseierspitz-Gruppe 1 : 25.000), aufgenommen von D. BANNERT.

oben, jung:

- | | | |
|-----------|--|-----------------------------|
| r) 3 m | rote Radiolarite | } Radiolarite |
| q) 0.5 m | grüne Radiolarite | |
| p) 0.15 m | hell grünvioletter Kieselkalk, dunkelbraun anwitternd | |
| o) 0.1 m | grauvioletter, kieseliger Schiefer | |
| n) 0.12 m | wie p) | |
| m) 0.04 m | grüner Radiolarit | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| l) 0.1 m | dunkelvioletten Mergelschiefer | |
| k) 0.18 m | hellgrünlicher Hornsteinkalk, hellbraun anwitternd | |
| i) 0.15 m | dunkelgrüne Mergelschiefer | |
| h) 0.3 m | hellgraue Hornsteinkalk-Bank | |
| g) 8 m | mittelbankige Kalke, oben hellgrau, mit dunklen Mergelschiefern im gleichen Verhältnis wechselnd; unten nur Kalke mit grünlichem Farbstich | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| f) 20 m | Wechselagerung von mittelbankigen Kalken und dunklen Mergelschiefern. Schiefer nehmen nach unten zu | |
| e) 8 m | dickbankige Kalke und Mergel im gleichen Mengenverhältnis wechselnd | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| d) 8 m | dünnbankige Kalkmergelschiefer, hellgrau, gefasert | |

- | | | |
|---------|---|---------------------------|
| c) 12 m | dickbankige Kalke, mittel- bis dunkelgrau, z. T. mit Flecken; dunkle Mergelschiefer-Zwischenlagen | } Ältere Allgäu-Schichten |
| b) 3 m | wie c), aber mittelbankig | |
| a) 30 m | wie b), Mergel-Lagen nach unten abnehmend | |
- Liegendes: Roter Unterliaskalk

13. Bachanriß bei „Eggie“ östlich Kaisers, von 1850 m über N.N. aufwärts (Blatt Parseierspitz-Gruppe 1 : 25.000).

oben, jung:

- | | | |
|---------------|--|-------------------------------------|
| g) | Aptychenkalke | |
| f) | ausgewalzte Radiolarite | |
| e) 20—25 m | graue bis braungraue Echinodermen-Spatkalke, fein bis mittelgrob, mittel- bis dickbankig; mittelgraue Kieselkalke; helle Fleckenkalke, mittelbankig. Helle Schiefer-Lagen treten sehr zurück | } Oberste Jüngere Allgäu-Schichten |
| d) 8—10 m | Wechselagerung von mittelbankigen Kalken und dunklen Mergelschiefern (letztere überwiegen). Dicht über der Mitte eine rote Lage mit blaßgrünen Partien. Lebhaft Fädelung | |
| c) zirka 12 m | mittel- bis dickbankige Kalke, Kieselkalke oder Hornsteinkalke; kaum Schieferlagen | } Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten |
| b) zirka 15 m | Wechselagerung mittelbankige Kalke, mittelgrau, ± Flecken, und Mergelschiefer | |

unten, alt:

- | | | |
|---------------|--|-----------------------------|
| a) zirka 10 m | sehr dunkle Mergelschiefer z. T. mit Flecken | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| | (tiefer fehlen Aufschlüsse) | |

14. Sulzetal, zwischen Etal und Pleiskopf-Tal, nördlich der F. Simms-Hütte (Blatt Parseierspitz-Gruppe 1 : 25.000).

jung, im N:

- | | | |
|--------------|---|-------------------------------------|
| n) | rote Radiolarite | |
| m) 8—10 m | mittelgraue Kalke, mittel- oder dickbankig, mit wenigen dünnen Schieferlagen. Darin 3 m unter den Radiolariten eine 5—10 cm mächtige rote Mergelschiefer-Lage | } Oberste Jüngere Allgäu-Schichten |
| l) 6 m | wie k), aber mehr Mergelschiefer | |
| k) 8 m | hellgraue Kieselkalke, dünnbankig, mit Flecken; mittelgraue Kalke, mittelbankig; wenige Schiefer-Zwischenlagen | } Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten |
| i) zirka 6 m | wie h) | |
| (10 m) | nicht aufgeschlossen | } Untere Jüngere Allgäu-Schichten |
| h) 8 m | mittelgraue Kalke, mittelbankig, wechselnd mit gleichfarbigen Schieferlagen | |
| g) 15 m | mittelgraue, erbsgelb anwitternde Kalkmergel- und Mergelschiefer mit einigen dünnen Kalkbänken; häufig Flecken | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| (25 m) | nicht aufgeschlossen, Schutt des Pleißkopf-Tals | |
| f) 5 m | dunkle Kalke und Schiefer, schlecht aufgeschlossen | |
| e) 2-5 m | Manganschiefer | |
| d) 0-8 m | Mn-vererzter, etwas kieseliger Kalk | |
| c) 2 m | Manganschiefer | |

- | | | | |
|----|-----------------------------------|---|---------------------------|
| b) | zirka 50 m | mittelgraue Kalke, dickbankig, oben auch mittelbankig, Flecken selten. Die obersten Bänke etwas mergelig und geschiefert | } Ältere Allgäu-Schichten |
| a) | um 40 m | dunkelgraue Hornsteinkalke mit sehr dunklen, unregelmäßig umgrenzten Hornsteinen; mittel- bis dickbankig, in den tiefsten 15 m vorwiegend dünnbankig, lebhafte Spezialfaltung | |
| | (zirka 10 m nicht aufgeschlossen) | | |

Liegendes im S: Kössener Schichten

15. Sagenkar bei der Anhalter Hütte, von den Radiolariten östlich HP 2040 nach N (auf Blatt Heiterwand—Muttekopf 1 : 25.000 irrtümlich Aptychenkalke eingetragen).

jung:

- | | | | |
|----|-------------|--|-------------------------------------|
| f) | Radiolarite | (unten grau, oben rot) | |
| e) | 15—20 m | braungraue Kalke, teilweise kieselig, mit Flecken, vorwiegend mittelbankig | } Oberste Jüngere Allgäu-Schichten |
| d) | 15 m | schmutzigbraungraue Kalke, mergelig, mit feinen Flecken, wechselnd mit dunklen Mergelschiefern im Verhältnis 2 : 1 | } Obere Jüngere Allgäu-Schichten |
| c) | 1—2 m | rote Kalke | } Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten |
| b) | 6—8 m | Wechselagerung von dünnbankigen Kalken und Mergelschiefern mit großen Flecken im Verhältnis 2 : 1 | } Untere Jüngere Allgäu-Schichten |

alt:

- | | | | |
|----|--------|---|-----------------------------|
| a) | 8—10 m | dunkle Mergelschiefer. Im tieferen Teil mehrere Meter breite weinrote Partien | } Mittlere Allgäu-Schichten |
|----|--------|---|-----------------------------|

16. Unterer Hinterberg bei der Anhalter Hütte, westlich HP 1769 (Blatt Heiterwand—Muttekopf 1 : 25.000). Profil von 1910 m Meereshöhe nach S hangabwärts aufgenommen.

jung:

- | | | | |
|----|-----------|---|--|
| q) | | Radiolarite | |
| p) | 20 m | braungraue Echinodermenkalke, grobspätig, mittelbankig bis massig, mit kieseligen Partien | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| o) | 3 m | dünnbankige Kalke, bräunlich | |
| n) | 2 m | rote Kalkmergel | |
| m) | 5 m | Kalkmergel-Schiefer und dünnbankige Fleckenkalke, im Verhältnis 2 : 1 wechselnd | |
| l) | 8 m | rote Flaserkalke, mergelig | |
| k) | 4 m | grüngraue Kalke, mittelbankig, etwas zerwalzt | |
| i) | 10 m | graue Kalke mit rosa Schlieren, dünnbankig, gefasert | |
| h) | 4 m | rote Flaserkalke | |
| | (6—8 m) | nicht aufgeschlossen) | |
| g) | 3 m | rote Flaserkalke, mergelig | |
| f) | zirka 5 m | schmutzigbraune Kalkmergel mit Flecken, flaserig-schieferig | } Mittlere Allgäu-Schichten, d) = Epsilonalk |
| e) | 5 m | Manganschiefer, oben mit dünnen, vererzten Kalkbänken | |
| d) | 3 m | schmutzig braungraue Kalke, flaserig, schlecht gebankt | |
| c) | 6—8 m | Manganschiefer mit wenigen Kalkbänken | |
| b) | 8—10 m | schmutzigbraungraue Kalkmergel, mit Flecken, geschiefert | |

alt:

- | | | |
|----|----------------------------|-------------------------|
| a) | mittelbankige Fleckenkalke | Ältere Allgäu-Schichten |
| d) | Holzgau-Lermooser Mulde | |

17. Krabach-Schlucht unterhalb „In der Höll“ (Blatt Arlberg-Gebiet I: 25.000), a) bis f) zum Teil nach KOCH 1959.

- | | | |
|-------------|---|--|
| Hangendes: | Jüngere Allgäu-Schichten | |
| i) 35 m | dunkelgraue Mergel- bis Kalkmergel-Schiefer mit einzelnen Kalkbänken | Mittlere Allgäu-Schichten
h) = Epsilonalk |
| h) 15 m | mittelgraue Kalke, unten dickbankig und z. T. kieselig, oben dünnbankig; wechselnd mit dunkelgrauen Mergelschiefern | |
| g) 25 m | dunkle Mergelschiefer, blätterig, und Manganschiefer | |
| f) um 100 m | schmutzig graubraune Kalke $\pm$ Flecken; Hornsteine in Bänken oder Linsen, im mittleren Teil besonders angereichert; einzelne Bänke feinspätig, etwas kieselig. ? <i>Pleuroceras</i> sp. | Obere Ältere Allgäu-Schichten |
| e) 8 m | nahezu bankungslose Kalke, blaugrau | Stufenkalk |
| d) 12—15 m | mittelgraue Kalke, dickbankig; unten resedimentäre Konglomerat-Lagen (Gerölle bis 8 cm $\varnothing$) | |
| c) um 75 m | dunkelgraue Fleckenkalke, mittelbankig, z. T. mit Hornsteinlinsen oder -bänken | Untere Ältere Allgäu-Schichten |
| b) 6 m | dunkle Kalke, mittelbankig, mit dünnen Mergel-Zwischenlagen. Mittelliassische Ammoniten-Fauna (S. ...). Im tieferen Teil eine dünne Lage mit Echinodermen-, Brachiopoden- und Wirbeltierresten (1 Saurierzahn!) | |
| a) 3—4 m | grüngraue, mergelige Kalke, gelblich bis grünlich anwitternd, mittelbankig, z. T. mit Glaukonit; einige cm-Mergellagen. Fauna der Grenze Unter-/Mittellias | |
| Liegendes: | Roter Unterliaskalk | |

18. Westlich des Stabl-Sees gegen die Pfeil-Spitze bei Elmen, von HP 2056 aufwärts (Blatt Lechtal I: 75.000).

oben, jung:

- | | | |
|---------------------------|---|-----------------------------------|
| l) 0-4 m | Spatkalke mit Hornstein-Belägen | Oberste Jüngere Allgäu-Schichten |
| k) karminroter Mergelkalk | | |
| i) 15 m | hell gelbgrau anwitternde, mittel- bis dickbankige Kalke, $\pm$ feine Flecken, z. T. kieselig; einige Spatkalkbänke mit Hornstein-Belägen | Obere Jüngere Allgäu-Schichten |
| h) 50—60 m | graue Fleckenkalke, dünn- bis mittelbankig; wechselnd mit dünn-schichtigen Mergelkalken und etwas Mergelschiefern | |
| g) 80—100 m | graue Fleckenkalke, vorwiegend dünnbankig, mit wenigen dünnen Mergellagen | Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten |
| f) 100—120 m | Wechsellagerung von mittelbankigen Fleckenkalken und dunklen Mergelschiefern | Untere Jüngere Allgäu-Schichten |
| e) 15 m | dünnschichtige Mergelkalke und Mergelschiefer mit Flecken | Mittlere Allgäu-Schichten |
| d) 5 m | braungraue, feinblättrige Mergelschiefer mit Flecken | |
| c) 8 m | graue Kalke, dünn- bis mittelbankig, und dünnbankige, faserige Mergelkalke | |
| b) 6—8 m | Manganschiefer und schwarze Kalke, dünnbankig | |
| a) zirka 10 m | graue Mergelschiefer und dünnbankige Mergelkalke, häufig mit Flecken | |
| Liegendes: | Ältere Allgäu-Schichten | |

19. Lehngraben bei Ehrwald, Hauptrinne oberhalb 1500 m Meereshöhe (REIS — PFAFF, Geol. Karte des Wettersteingebirges 1 : 25.000).

oben, jung:

e)	gelbgrau und rot gefleckte Kalke mit roten Hornsteinlagen, häufig Brauneisen-Schwarten	Radiolarit-Serie
d) 2 m	weinrote Mergel	Oberste
c) 12 m	graue, mittelbankige Fleckenkalke, selten kieselig, wechsellagernd mit mittel- bis dunkel-grüngrauen Mergellagen. Das Kalk-/Mergelverhältnis nimmt von unten nach oben von 2 : 1 auf 1 : 2 ab	
b) zirka 10 m	braungraue Fleckenkalke, mittelbankig, plattig, z. T. kieselig. Wenige dünne Mergel-Zwischenlagen. Nahe Obergrenze <i>Zoophycos</i> -Bauten. <i>Tmetoceras scissum</i> (BENECKE)	Mittlere
unten, alt:		Untere
a) 3 m	bräunliche bis graue Fleckenkalke, z. T. kieselig, wechselnd mit grüngrauen Mergel-Lagen	

3. Nördliche Vorarlberger Kalkalpen

20. NE-Grat des Feuersteins, südlich HP 1871, östlich der Oberen Alp Schelle (Blatt Klostersaler Alpen 1 : 25.000).

oben, jung:

i)	grüngraue Radiolarite	
h) 2—3 m	mittelgraue, plattige Kalke und Hornsteine	Oberste
g) 5 m	mittelbankige, z. T. kieselige Kalke, wechselnd mit Mergelschiefern im gleichen Mengenverhältnis. Schlecht aufgeschlossen	
f) 8 m	mittelgraue bis hellbraune Kalke ± Flecken, mittelbankig, plattig	Mittlere
e) 6 m	mittelbankige Kalke und Mergelschiefer, im Verhältnis 1 : 1 wechsellagernd	Untere
d) 5 m	schmutzig braungraue Kalkmergel mit Flecken, dünn-schichtig	Mittlere
c) 8 m	mittelbraungraue Mergelschiefer mit einzelnen Kalkbänken	
b) 3 m	dünnbankige Kalke, z. T. etwas kieselig, und Mergelschiefer, wie bei a) wechsellagernd	b) = Epsilonalk
a) 4 m	schmutzig braungraue Mergelschiefer mit Flecken	

Liegendes: Ältere Allgäu-Schichten

21. Ostflanke des Grünen Gräshorns nördlich Buchboden (Blatt Klostersaler Alpen 1 : 25.000).

g)	rote Kieselkalke, plattig	Radiolarite
f) zirka 10 m	hell braungraue Kalke, mittelbankig, muschelig brechend, mit kleinen Flecken	Oberste
e) 8—10 m	Kieselkalke mit Mergellagen, schlecht aufgeschlossen	

d) 25—30 m	diekbankige Kalke, mittelgrau, körnig, mit braunen Hornsteinsäumen und -bändern, wechsellagernd mit braungrauen oder dunkelgrauen Kieselkalken, mittelbankig, z. T. mit Flecken. Diese Schichten bilden den NE-Pfeiler des Berges	Mittlere	Jüngere Allgäu-Schichten
c) 10 m	Wechsellagerung von dunkel- bis mittelgrauen Kalken, unten dünn-, oben mittelbankig, mit dunklen Mergelschiefern. Letztere nehmen von unten nach oben ab	Untere	
b) 5 m	schwarze und dunkelgraue Mergelschiefer und dünnbankige Kalke, vollkommen in Linsen aufgelöst	Mittlere Allgäu-Schichten	Ältere Allgäu-Schichten
a) 60—70 m	dunkelgraue Kalke, mittel- bis diekbankig, im höheren Teil mit Flecken. 15 m über der Basis diekbankige, dunkelgraue Echinodermenspatkalke		
(Störung)			
Liegendes:	Plattenkalk (Kössener Schichten hier unterdrückt)		

22. Gautmähder westlich der Hohen Künzel-Spitze, südlich HP 1880 (Blatt Klostersaler Alpen 1 : 25.000).

e)	rote Radiolarite			
d) 2 m	grüne und schwarze Radiolarite			
c) um 2 m	schaumig verwiterte Kieselgesteine (wohl ursprünglich Kieselkalke)	} Jüngere	} Allgäu-Schichten	
b) 6—8 m	sehr dunkle Mergelschiefer			} Mittlere
a) um 20 m	hellgraue Kalke, mittelbankig, mit großen Flecken, meist schwach kieselig, Hornsteine aber selten. Häufig Boudinage. In der oberen Hälfte öfters Zwischenlagen von kieseligen Mergeln	} Ältere		
(5 m	nicht aufgeschlossen)			
Darunter:	Rhätoliaskalk			

4. Allgäuer Alpen

23. Bärenkopf bei Mittelberg, Südseite des Nordostgrates (Blatt Klostersaler Alpen 1 : 25.000).

jung, im N:

i)	schwarze Radiolarite	Oberste	Jüngere Allgäu-Schichten
h) 10 m	graue Kalke, vorwiegend mittelbankig; bräunliche Kieselkalke mit Flecken; dünne dunkelbraune Hornstein-Lagen; nahe den Radiolariten wiederholt Echinodermen-Spatkalke		
g) 8—10 m	Wechsellagerung dunkelgrauer Kalkmergelschiefer mit dünnbankigen, dunklen Kalken im Verhältnis 3 : 2	Obere	
f) 10—12 m	dunkelgraue Kalke und Kieselkalke, dunkelbraune Hornsteine, braungraue, feinspätige Kalke, alle vorwiegend dünnbankig. Darin dunkelgraue Mergelschiefer-Lagen, treten aber zurück	Mittlere	
e) 5 m	Wechsellagerung dünnbankiger Kalke und Mergelschiefer	Untere	

- | | | |
|---------------|---|-----------------------------|
| d) 10—12 m | dunkelgraue Mergelschiefer und Manganschiefer mit dünnen Kalkbänken. Im mittleren Teil Kalkbänke häufiger | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| e) 4—5 m | dunkle, mergelige Kalke, seitlich in Manganschiefer übergehend | |
| b) etwa 110 m | mittel- bis dickbankige Kalke ± Flecken. Im oberen Teil öfters Hornsteinlagen | } Ältere Allgäu-Schichten |
| a) 3 m | Crinoiden-Spatkalk, blaugrau bis dunkelgrau. Im obersten Meter zahlreiche schlecht erhaltene Arieten und Belemnitenrümmer | |
- Liegendes: Kössener Kalke

24. Nordwestgrat der Höfats, zwischen den HP 1998 und 2017 (HANEL-
RICHTER, Geol. Karte der Allgäuer und Lechtaler Alpen 1 : 25.000).

jung, im S:

- | | | |
|---------------|--|-----------------------------|
| k) | Radiolarite | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| i) etwa 5 m | grobspätiger Echinodermenkalk, kieselig, massig (oben etwas gebankt) | |
| h) um 10 m | Wechselagerung schwach kieseliger Kalkmergel und Kalke | |
| g) um 10 m | dunkelbraungraue Mergelschiefer mit mittelbankigen Kalken und Kieselkalken | |
| f) 25 m | braungraue Mergelschiefer, fleckig, mit dünnen Mergelkalk-Bänken | } Mittlere Allgäu-Schichten |
| e) 1 m | dunkelgrauer Kalk | |
| d) zirka 30 m | Mergelschiefer wie bei f) | } Ältere Allgäu-Schichten |
| c) 12 m | mittelbankige Fleckenkalke mit wulstigen Schichtflächen | |
| b) 10 m | mittelbankige Kalke, Mergelkalke und Mergellagen mit großen Flecken | |
| a) zirka 25 m | helle Kalke, dünnbankig, mit Flecken. Dunkle Kalkmergel-Lagen im tieferen Teil selten, oben häufiger | |
- Liegendes: Roter Unterliaskalk

25. Allgäuer Hauptmulde zwischen Höfats und dem obersten Hornbach-
tal, Profil in schematischer Darstellung ist Tab. 3 zugrundegelegt. Gesamt-
mächtigkeit etwa 1500 m.

26. Südgrat des Kugelhorns bei Hinterstein (Blatt Lechtal 1 : 75.000).

oben, jung:

- | | | |
|-----------|---|------------------------------------|
| l) | rote Radiolarite | } Oberste Jüngere Allgäu-Schichten |
| k) 3 m | schwarze Radiolarite | |
| i) 7 m | schmutzig dunkelgraue Kieselkalke; eine feinspätige Bank mit Hornstein-Säumen; im obersten Teil Hornsteinlagen. Auf der Ostseite des Grates eine bis 4 m mächtige Linse von kieseligem Echinodermenspatkalk | |
| h) 8 m | Wechselagerung mittelbankiger, teilweise kieseliger Kalke mit schmutzig-grauen Mergelschiefern | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| g) 11 m | hellbraune, z. T. kieselige Fleckenkalke, dünnbankig, flaserig | |
| f) 3 m | wechselagernd dünnbankige Kalke und Mergelschiefer | |
| e) 8—10 m | schmutziggraue Flecken-Mergelschiefer mit dünnen Mergelkalk-Bänken | } Mittlere Allgäu-Schichten |

- | | | |
|----------|--|---------------------------|
| d) 16 m | hellbraune oder dunkelgraue Fleckenkalke, mittelbankig, im tieferen Teil schmutzig dunkelgraue Kalkmergel-Lagen. Aus dem mittleren oder höheren Teil <i>Androgynoceras</i> sp. | } Ältere Allgäu-Schichten |
| c) 4 m | dunkelgraue Kalkmergel, dünnplattig | |
| b) 1—5 m | (von E zum Grat hinauf anschwellend) braungraue, dichte Kalke, muschelrig brechend; unten massig, nach oben zunehmend bankig | |
| unten: | | |
| a) 2—3 m | roter, massiger Kalk, grob gebändert | } Roter Unterliaskalk |

27. Rinne südliche Blässe (HP 1955) bei der Landsberger Hütte (Bl. Lechtal 1:75.000).

oben, jung:

- | | | | |
|---------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|
| n) | Radiolarite | | |
| m) zirka 5 m | plattige Hornsteine und dickbankige Spatkalke mit Hornsteinsäumen („Ordensband-Kalke“), schlecht aufgeschlossen | } Oberste | |
| l) 5 m | mergelreiche Schichten, schlecht aufgeschlossen | | ? Obere |
| k) 12 m | schmutzig braungraue Kalke, plattig, teilweise mit kleinen Flecken; dazwischen Mergelschiefer-Lagen. Im mittleren Teil schließen sich die Kalke in zwei Paketen zu je 2 m Mächtigkeit zusammen, sie überwiegen insgesamt etwa 3:2 | } ? Mittlere | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| i) 12—15 m | Wechsellagerung von grauen Mergelschiefern und großfleckigen Kalken. Schiefer vorwiegend | | |
| h) 1 m | Manganschiefer | } Mittlere Allgäu-Schichten | |
| g) 4 m | schmutziggraue Mergelschiefer und dünne, zerwalzte Kalklagen | | |
| f) 25—30 m | mittelbankige Fleckenkalke | } Ältere Allgäu-Schichten | |
| e) 20 m | dunkelgraue Mergel und Kalkmergel, mit Fleckenkalk-Bänken wechselnd | | |
| d) 8 m | mittelbankige Fleckenkalke | | |
| c) 12—15 m | dunkelgraue Kalkmergelschiefer und dünnbankige Kalke | | |
| b) 25 m | dünnbankige Fleckenkalke, flaserig | | |
| a) 20 m | dünnschichtige Fleckenmergel und Mergelkalk-Bänke | | |
| Liegendes: Kössener Kalke | | | |

28. Gröbenbach nördlich Nesselwängle, obere Jura-Schuppe (HEISSEL, Geol. Karte der Vilser Alpen 1:25.000).

oben, jung:

- | | | | |
|---|---|------------|----------------------------|
| d) 12—15 m | kaum gebankte Echinodermen-Spatkalke, im tiefsten Teil Hornsteinlagen | } Oberste | |
| c) 12 m | schwärzliche Schiefer und dünnbankige Kalke wechsellagernd | | Obere |
| b) 8 m | feinfleckige Kalke, mittelbankig, plattig, z. T. schwach kieselig; wenige Schiefer-Zwischenlagen | } Mittlere | } Jüngere Allgäu-Schichten |
| a) 12—15 m | Wechsellagerung von mittelbankigen Kalken und Mergelschiefern, letztere von unten nach oben abnehmend | | |
| Liegendes: dunkle Schiefer der Mittleren Allgäu-Schichten | | | |

5. Hohenschwangauer und Ammergauer Alpen

29. Westseite des Kessels bei der Kenzenhütte (KOCKEL, RICHTER & STEINMANN, Geol. Karte der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach 1 : 25.000).

jung, im N:

- | | | |
|---------------|---|---------------------------|
| l) | gelbgraue, honiggelbe und bräunliche Kieselkalke und Hornsteine | } „Dogger-Kieselkalk“ |
| k) 6—8 m | Fleckenkalke wie bei f) mit Schieferlagen | } Ältere Allgäu-Schichten |
| i) 15 m | Fleckenkalke wie bei f). 6 m über der Basis
<i>Arietoceras cf. bertrandi</i> KILLIAN | |
| h) 3 m | Fleckenkalke wie bei f) mit resedimentären Konglomerat-Bänken | |
| g) 25 m | Fleckenkalke wie bei f) | |
| (3 m) | nicht aufgeschlossen) | } Hirlatzkalk |
| f) | helle bräunlichgraue Fleckenkalke, mittelbankig, muschelrig brechend. Oben in einer Lage walnuß-große, honiggelbe Hornsteinknauern und kleine Pyrit-Konkretionen | |
| e) 5 m | graue und rote Konglomerate, Gerölle aus Hirlatzkalk und Liaskieselkalk, kaum gerundet. Einige Knollenkalk-Lagen | } Lias-Kieselkalk |
| d) 2-5 m | fleischrote und rötliche Kalke, dünnbankig | |
| c) zirka 20 m | blaß fleischrote, rosa oder gelbbraune Kalke, unten schlecht gebankt, oben massig | |
| b) 25—30 m | braungraue, kieselige Kalke, mittelbankig, z. T. feinspätig, mit Hornsteinknauern und -nestern und dunkelgraubraunen Hornsteinlagen. 15 m über der Basis <i>Schlotheimia marmorea</i> (OPPEL) | |

alt, im S:

- | | | |
|----|-------------------------------------|--------|
| a) | Rhätoliaskalk in Geiselstein-Fazies | } Rhät |
|----|-------------------------------------|--------|

Schichtfolge annähernd senkrecht

Zu den Tafeln 1—3

Die Zahlen geben die jeweiligen Mächtigkeiten in Metern an. Punktiert: Mächtigkeits-Minima.

Zu Tafel 1

Aus Platzmangel konnten nicht alle Mächtigkeitsdaten an den markierten Stellen eingetragen werden. Die fehlenden Werte seien hier aufgeführt:

Holzgau-Lermooser Mulde

Hochalpmat	35 m
Unteres Schochental	100 m
Zwischen Signalkopf und Bernhardstal	1000 m
Dorfer- bis Häselgehr-Berg	1100 m

Allgäuer Alpen

a) westlich der Trettach

Mutzenkopf	700 m
Linkerskopf, Nordhang	1000 m
Heubaum	400 m
Im Grat nördlich Heubaum	200 m

b) zwischen Trettach und Osterach, Hornbachtal

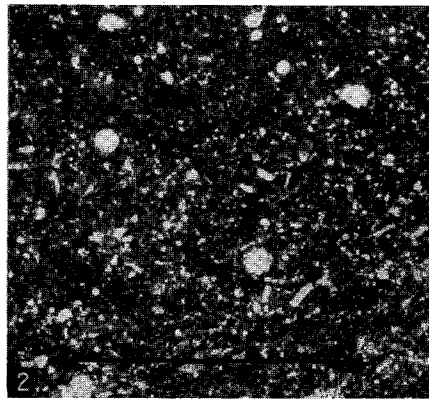
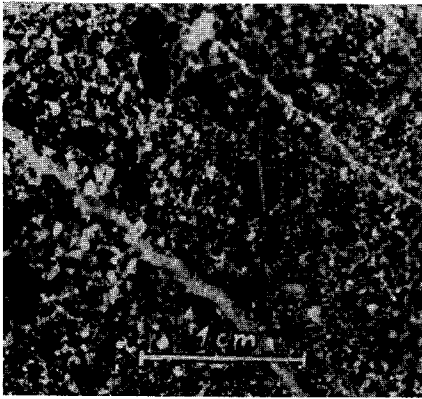
Unteres Sperrbachtal	850 m
Trauberg	400 m
Kegelkopf (Braunmahd)	250 m
Salbtal	700 m
Vorderer Bärenkopf	800 m
Marcher Loch	900 m

Phototafel 1

	Seite
Fig. 1: Typische Bankfolge der Älteren Allgäu-Schichten, Höfer-Spitze bei Schröcken (Vorarlberg)	7
Fig. 2: Fleckenkalk mit calcitisierten Schwammnadeln (quer geschnitten). Untere Ältere Allgäu-Schichten, bei HP 1467 nördlich der Marchalpe (Hornbachtal, Tirol). JAC 84	2
Fig. 3: Quarzsandstein mit kleinen Kalkgeröllen. Ältere Allgäu-Schichten, Blasenka bei Buchboden (Großes Walsertal). JAC 78	26
Fig. 4: Fukoiden-Kalk der Älteren Allgäu-Schichten, Bürstegg bei Lech (Vorarlberg). leg. STENGEL-RUTKOWSKI.....	7, 72

V. JACOBSPATH — Photo Tafel 1

1 →



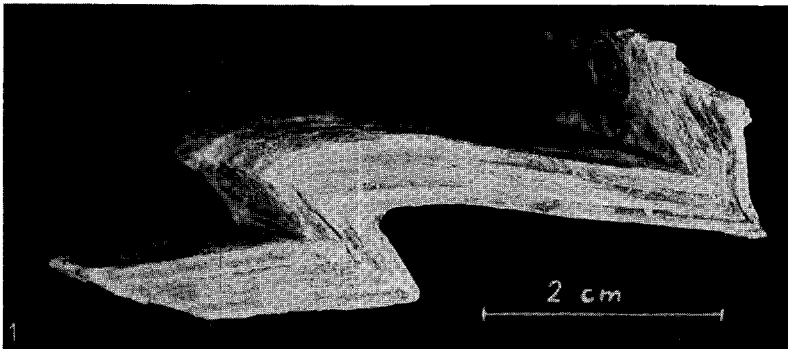
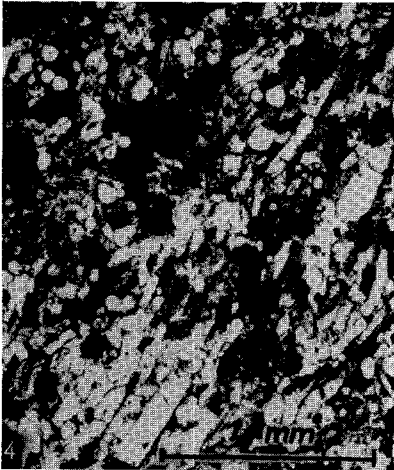
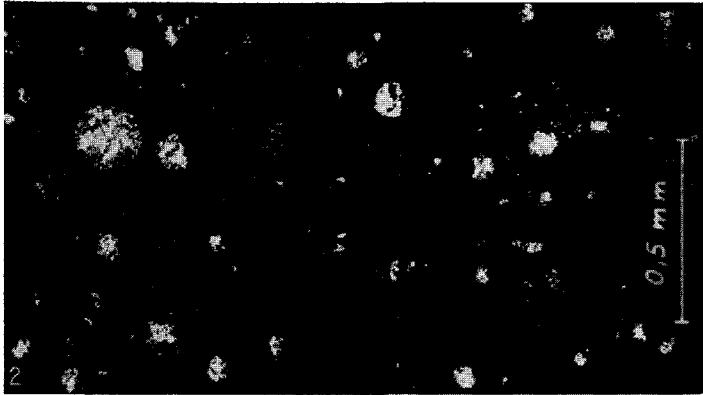
3



Phototafel 2

	Seite
Fig. 1: Schichtparallel verschieferter und gefalteter Allgäu-Kalk. Hintere Frauen- pleis, südwestlich vom Württemberger Haus (Lechtaler Alpen)	17
Fig. 2: Dunkle Mergelschiefer mit calcitisierten Radiolarien. Mittlere Allgäu- Schichten, Rinne westlich Hinterriefen bei Gramais, Lechtaler Alpen. JAC 95	41
Fig. 3: Rote Kalkmergel mit Organodetritus (Brachiopoden-Steinkern und Schalen- trümmer). Tiefste Mittlere Allgäu-Schichten, südlich vom Stabl-See bei Elmen (Lechtaler Alpen). JAC 63	45
Fig. 4: Schwammnadelreicher Bitumen-Kalk (Spiculit). Mittlere Allgäu-Schichten, Obere Kräutersalpe am Kegelkopf bei Oberstdorf. JAC 80.....	47

V. JACOBSPATH — Phototafel 2



Phototafel 3

	Seite
Fig. 1: Untere Jüngere Allgäu-Schichten. Bernhardstal bei Elbigenalp, Lechtal..	50
Fig. 2: Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten. Bernhardstal bei Elbigenalp, Lechtal..	50
Fig. 3: Obere Jüngere Allgäu-Schichten. Bernhardstal bei Elbigenalp, Lechtal...	50

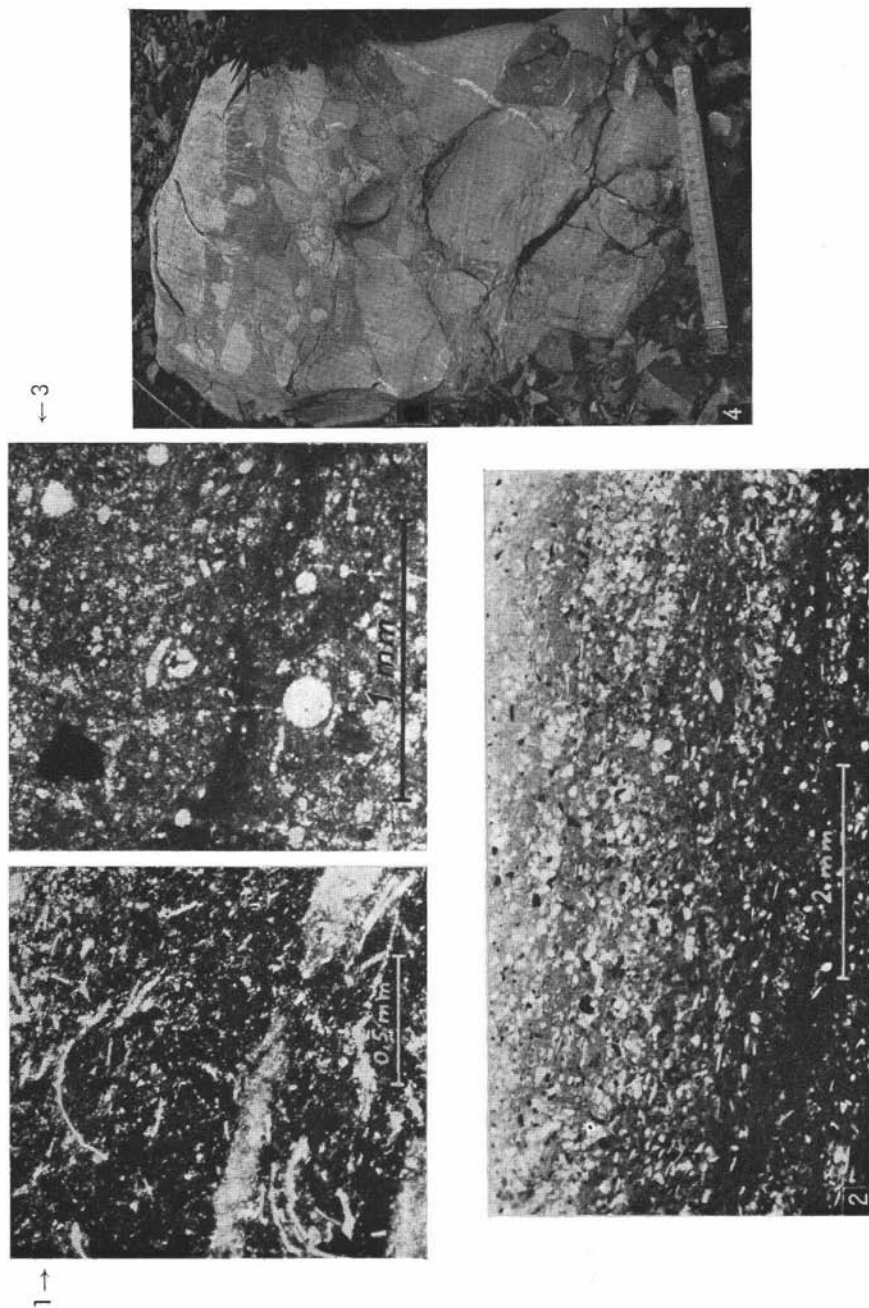
V. JACOBSHAGEN — Phototafel 3



Phototafel 4

	Seite
Fig. 1: Roter Mergelkalk mit feinem Brachiopoden (?) -Schill. Jüngste Allgäu-Schichten, Tschachaun bei der Anhalter Hütte (Lechtaler Alpen). JAC 67..	53
Fig. 2: Grüner Sandstein (Quarzkörner in chloritreicher Matrix, einzelne Schwammnadeln). Unter Radiolariten, Nordhang des Großen Widdersteins (Kleines Walsertal). JAC 77.....	57
Fig. 3: Kieselkalk mit Radiolarien. Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten, Obere Giebelmähder am Kegelkopf bei Oberstdorf. JAC 87.....	57
Fig. 4: Resedimentäres Konglomerat. Mittlere Jüngere Allgäu-Schichten, Himmel-eck-Sattel bei Oberstdorf.....	57

V. JACOBSPATH — Phototafel 4



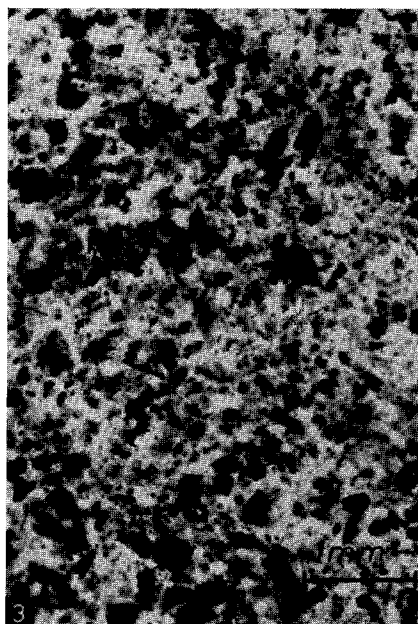
Phototafel 5

	Seite
Fig. 1: „Ordensband-Kalke“, Wechsel von Spatkalk (hell) und Kieselkalk (dunkel). Giebel bei Hinterstein (Allgäu). Phot. HAMANN	51
Fig. 2: Echinodermen-Spatkalk mit kleinen Kalkgeröllen. Oberste Jüngere Allgäu- Schichten, Himmeleck bei Oberstdorf. JAC 90	58
Fig. 3: Kieselkalk. Oberste Jüngere Allgäu-Schichten, Kegelkopf bei Oberstdorf. JAC 89	58

V. JACOBSHAGEN — Phototafel 5



2 →



3

Mächtigkeiten der Älteren Allgäu-Schichten und ihrer zeitlichen Äquivalente

V. Jacobshagen 1961

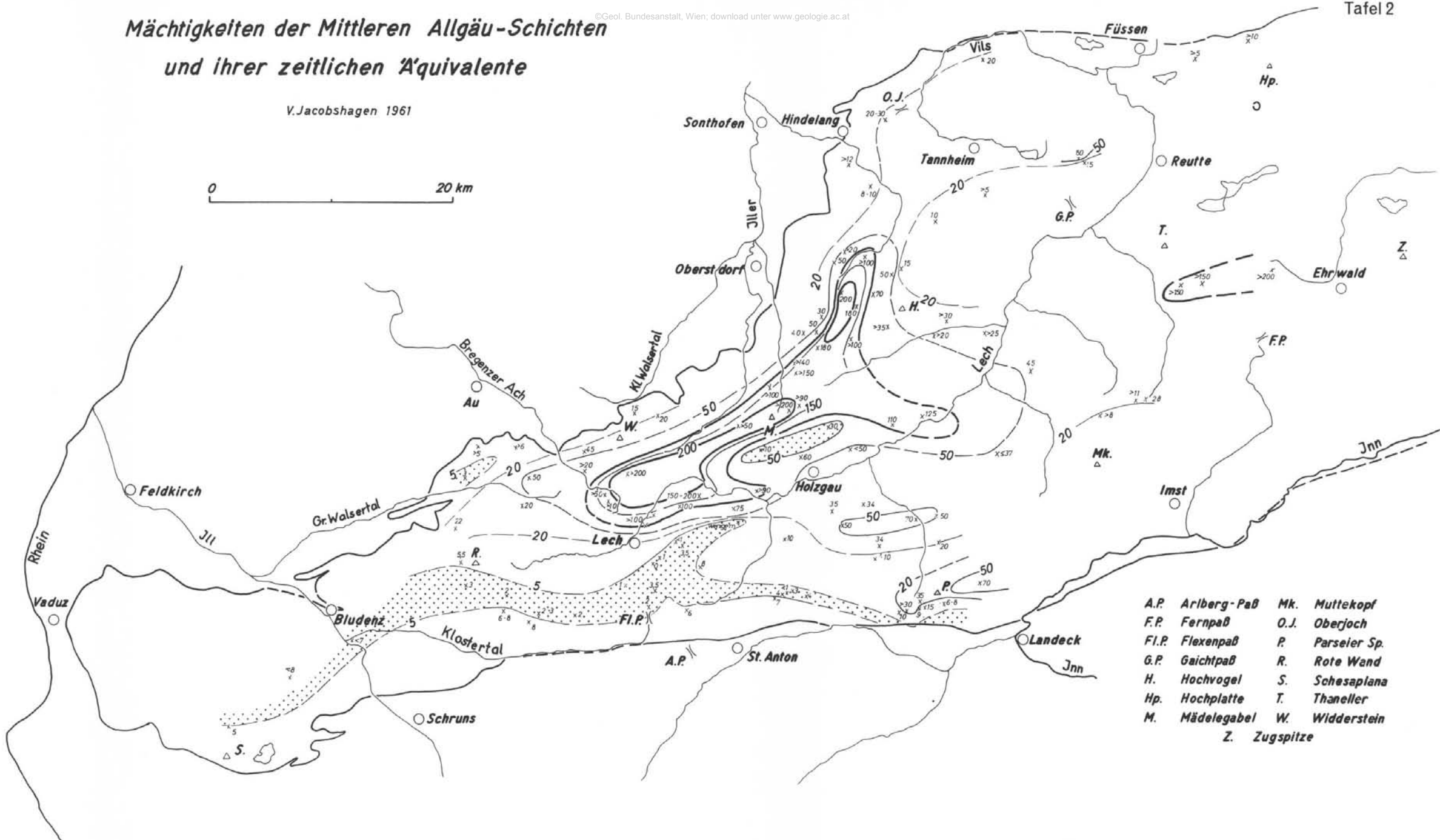
0 20 km



Mächtigkeiten der Mittleren Allgäu-Schichten und ihrer zeitlichen Äquivalente

V. Jacobshagen 1961

0 20 km



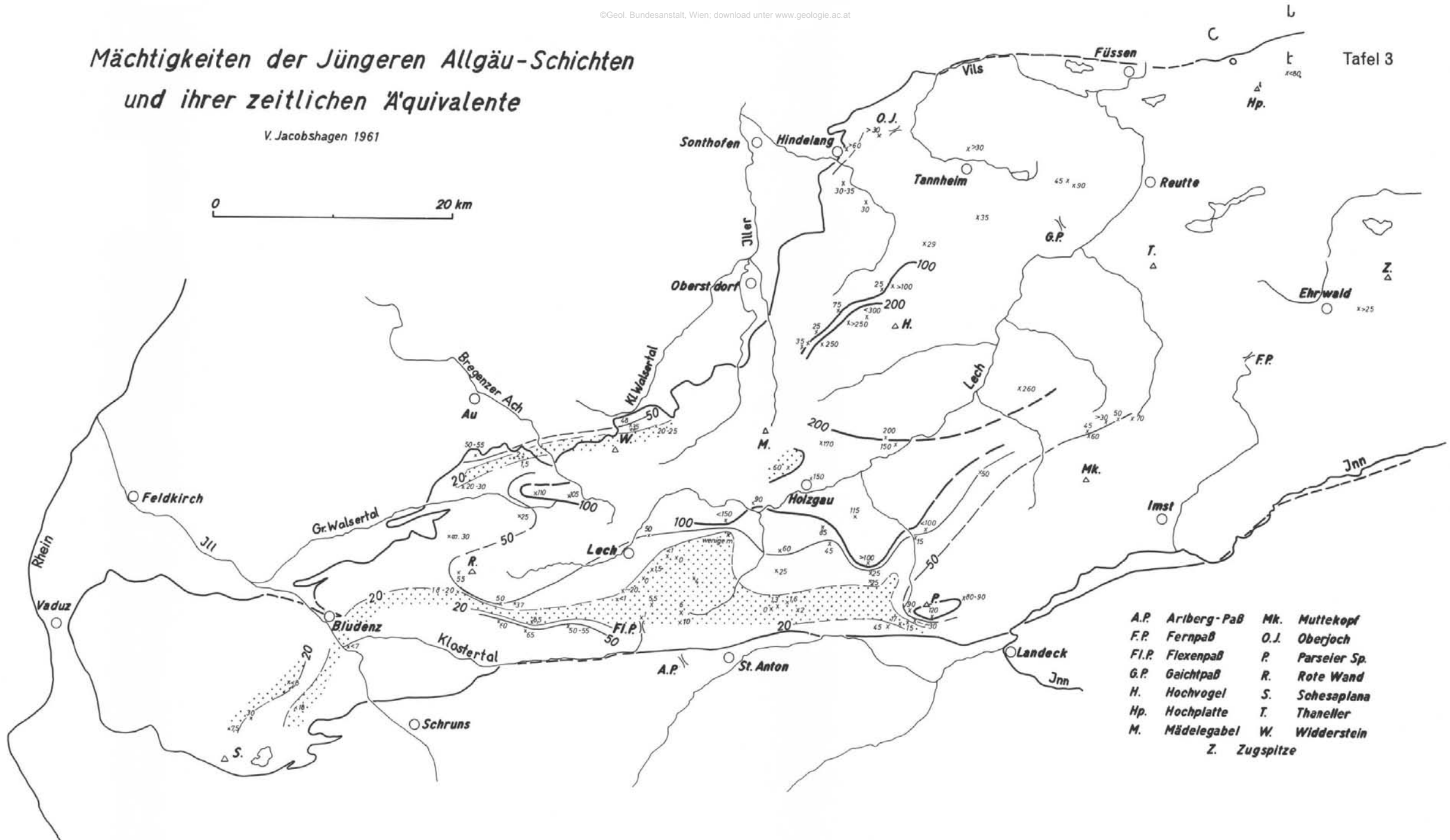
A.P.	Arlberg-Paß	Mk.	Muttekopf
F.P.	Fernpaß	O.J.	Oberjoch
Fl.P.	Flexenpaß	P.	Parseier Sp.
G.P.	Gaichtpaß	R.	Rote Wand
H.	Hochvogel	S.	Schesaplana
Hp.	Hochplatte	T.	Thaneller
M.	Mädelegabel	W.	Widerstein
		Z.	Zugspitze

Mächtigkeiten der Jüngeren Allgäu-Schichten und ihrer zeitlichen Äquivalente

V. Jacobshagen 1961

Tafel 3

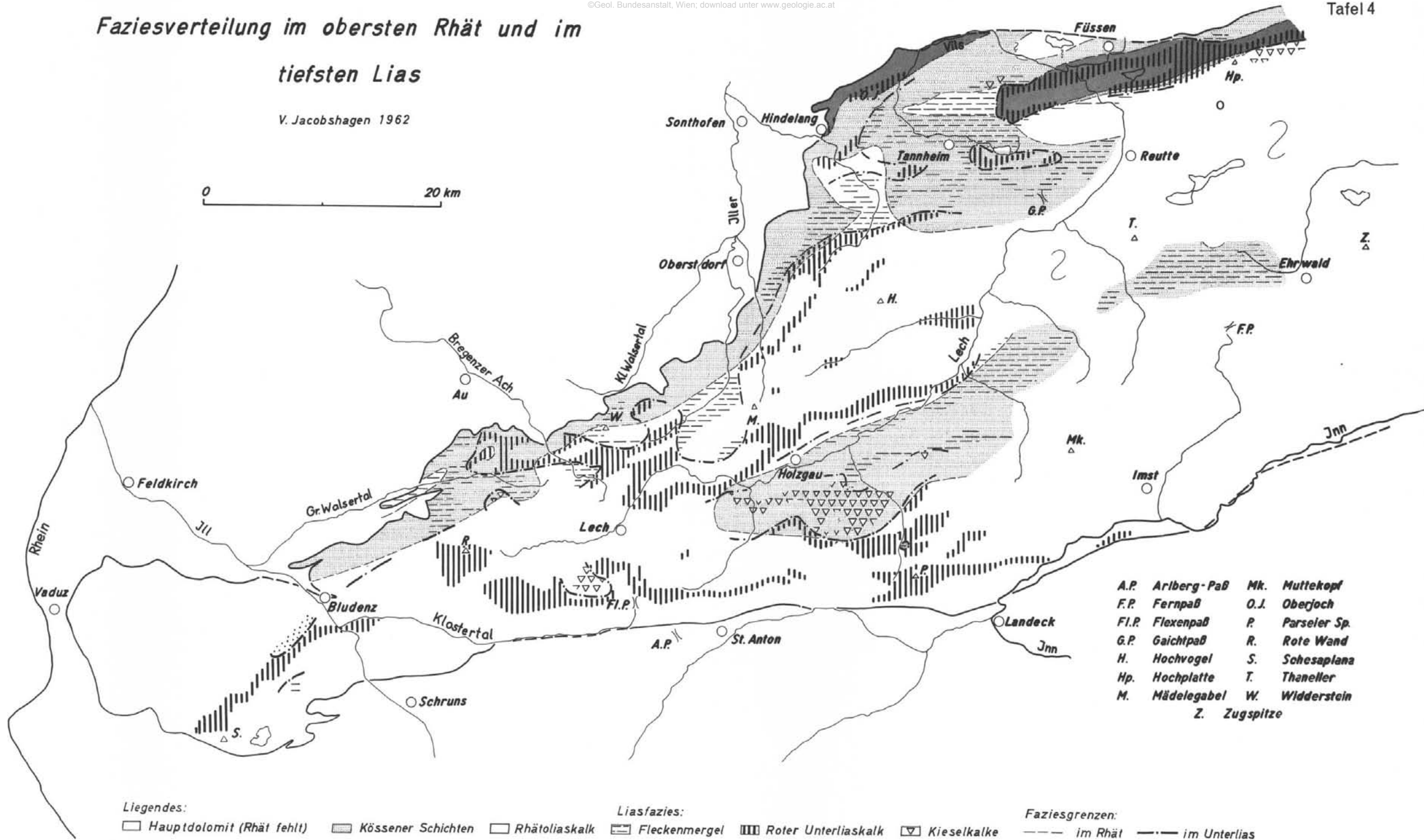
0 20 km



Faziesverteilung im obersten Rhät und im tiefsten Lias

V. Jacobshagen 1962

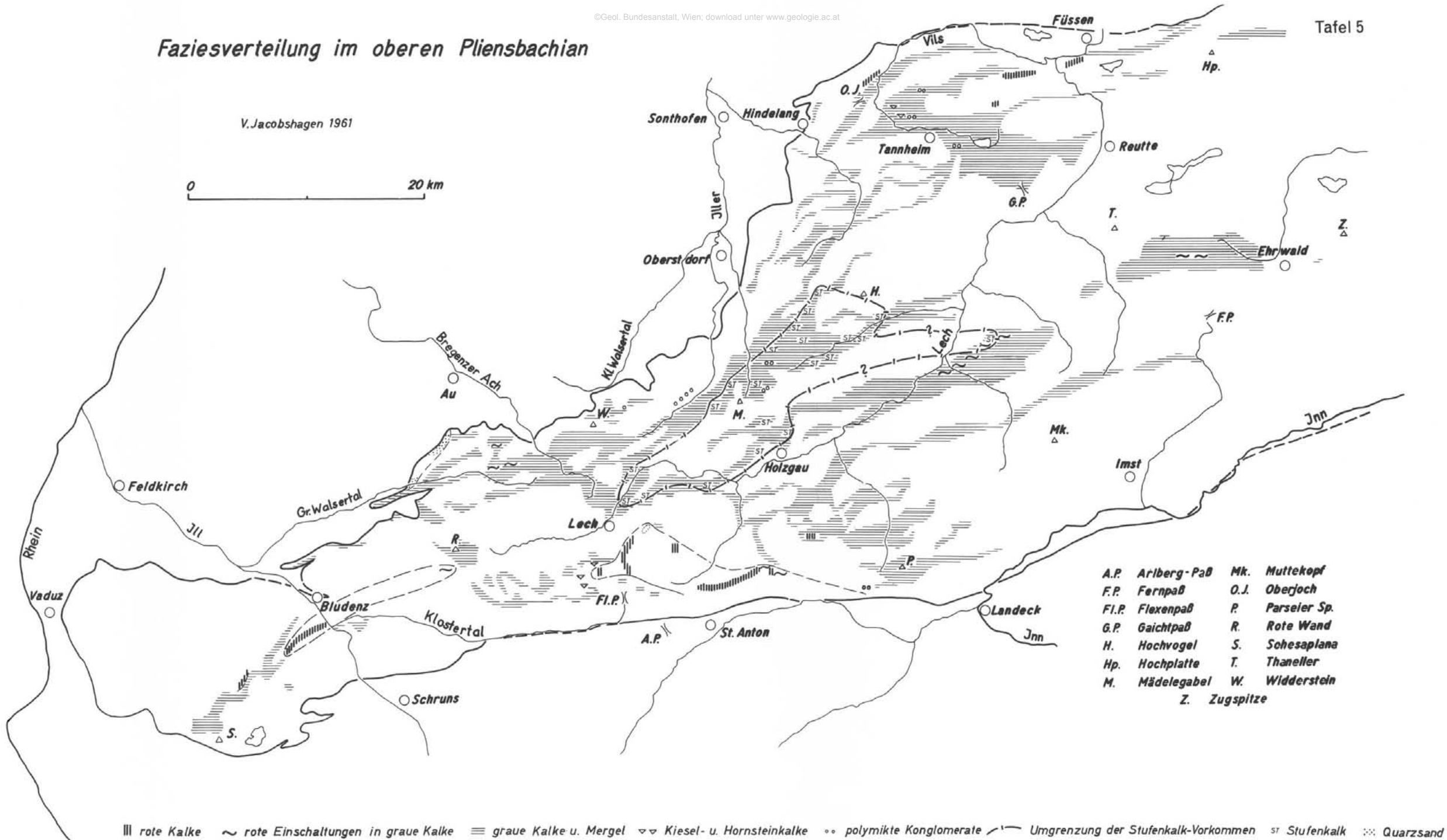
0 20 km



Faziesverteilung im oberen Pliensbachian

V. Jacobshagen 1961

0 20 km

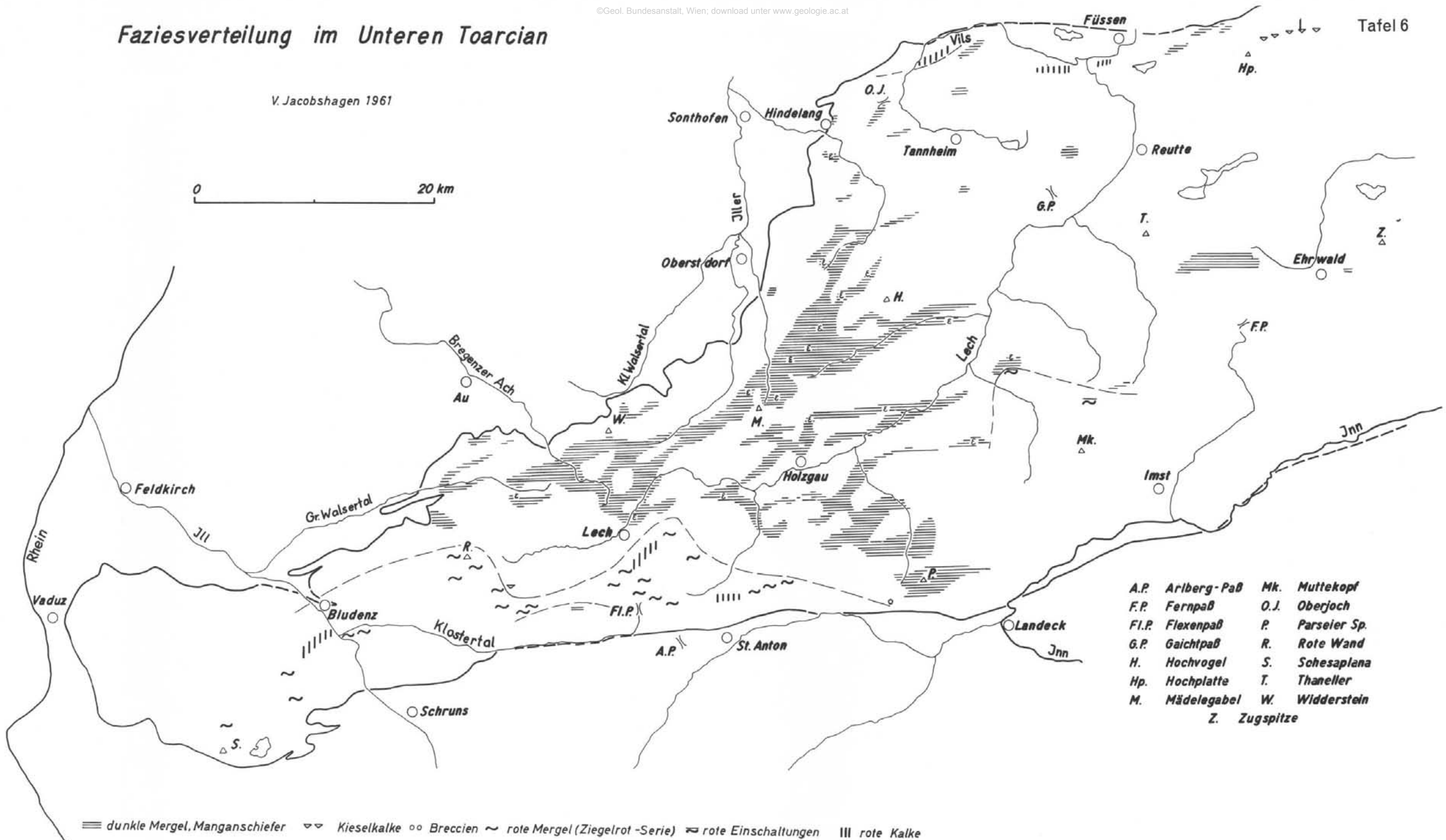


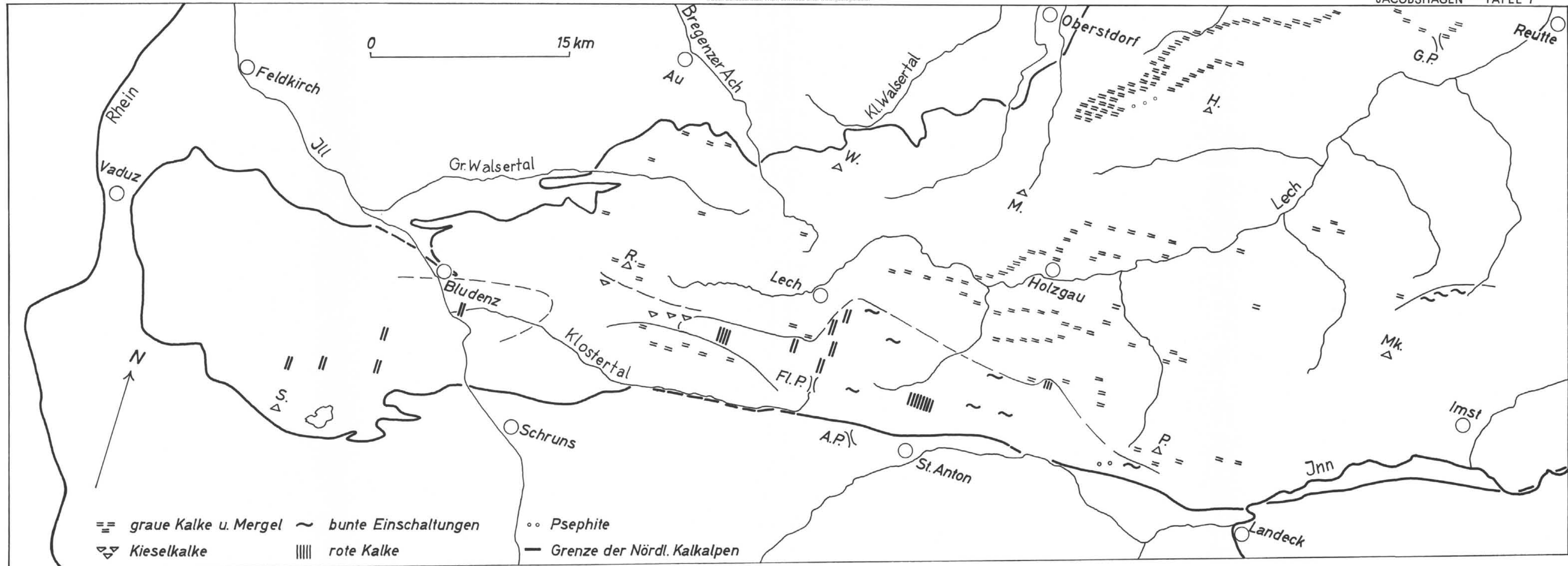
Faziesverteilung im Unteren Toarcian

V. Jacobshagen 1961

Tafel 6

0 20 km





Faziesverteilung der obersten Allgäu-Schichten und ihrer zeitlichen Äquivalente

V. Jacobshagen 1961

0 20 km

