

- SCHLAGER, M. 1957: Bericht über die Exkursion zum Untersbergfuß ... Mitt. naturw. Arbeitsgem. am Haus der Natur, 8, Salzburg.
- SCHLOSSER, M. 1925: Eozänfauna der bayerischen Alpen. Abh. Bayr. Akad. Wiss., math.-naturw. Abt. 30.
- SCHLUMBERGER, CH. 1904: Quatrième note sur les Orbitoides. Bull. Soc. géol France, 4, Paris.
- SCHWEIGHAUSER, J 1953: Mikropaläontologische Untersuchungen ... Schweiz. Pal. Abh. 70, Basel.
- STRADNER, H. 1958: Die fossilen Discoastriden Österreichs, 1. Teil, Erdölzeitschrift, Urban-Verlag, Wien-Hamburg.
- STRADNER, H. 1959: Die fossilen Discoastriden Österreichs, 2. Teil, Erdölzeitschrift, Urban-Verlag, Wien-Hamburg.
- SUBBOTINA, N. N. 1953: Fossil foraminifera from the U.S.S.R.... Trudy Vses. Naft. Geol. Rozved. Inst. 76, Moskau.

Faziesuntersuchungen in Jura und Unterkreide der westlichen Lechtaler Alpen

Von K. E. KOCH und W. STENGEL-RUTKOWSKI, Marburg/Lahn ¹⁾,
mit Beiträgen von K. HOFFMANN, Hannover ²⁾
4 Abb. und 2 Taf.

Inhaltsübersicht

Einleitung

1. Jura und Unterkreide in Beckenfazies zwischen Kaisertal und Formarinsee
 - a) Ältere Fleckenmergel
 - b) Mittlere Fleckenmergel
 - c) Jüngere Fleckenmergel
 - d) Radiolarit und Aptychenschichten
 2. Die „Übergangsfazies“
 3. Jura und Unterkreide im Bereich der Schwelle
 4. Paläogeographische und tektonische Folgerungen
- Zusammenfassung

Literatur

Einleitung

Während der geologischen Neubearbeitung der westlichen Lechtaler Alpen zwischen Kaisertal und Formarinsee traten bei der Auflösung der tektonischen Schwierigkeiten immer mehr stratigraphisch-fazielle Probleme in den Vordergrund. Ausgeprägte Faziesschwankungen sind in diesem Bereich besonders im Sedimentationsabschnitt der mittleren Trias (in Bearbeitung), des Jura und der Unterkreide zu beobachten. Letztere sollen Gegenstand vorliegender Untersuchungen sein.

Sehr zu Dank verbunden sind wir unserem verehrten Lehrer, Herrn Professor C. W. KOCKEL, für seine lebendige Anteilnahme am Werden dieser Arbeit. Herr Dr. K. HOFFMANN, Landesamt für Bodenforschung in Hannover, übernahm freundlicherweise die Bearbeitung der jurassischen Ammoniten, wofür wir ihm an dieser Stelle herzlich danken möchten. Die Kreideammoniten bestimmten die Herren M. COLLIGNON und M. BREISTROFFER, beide in Grenoble, Herr Professor W. QUENSTEDT, Achenkirch, die Rhyncholithen, Herr Dr. H. SCHUMANN die Belemniten. Auch ihnen sei für ihre Mühen Dank.

¹⁾ Anschrift der Verfasser: Marburg a. d. Lahn, Universität, Geol.-paläontol. Institut.

²⁾ Dr. h. c. K. HOFFMANN, Hannover, Landesamt f. Bodenforschung, Wiesenstraße 1.

Sonderausbildungen des Jura um Zürs und den Flexenpaß sind schon lange Zeit bekannt. Erstmals erwähnt v. RICHTHOFEN (1859, S. 108) rote, auf Dachsteinkalk lagernde Mergelkalke mit Crinoidenbreccien bei Zürs, die er für Adnether Kalk hielt. Die darüber folgenden Kreideschiefer stellte er in den Jura. Auch MYLIUS (1911, S. 44) schloß sich der Alterseinstufung RICHTHOFEN's an, erwähnt aber noch über den roten Liaskalken graue, den Rhätkalken ähnliche Gesteine. Erst mit den Forschungen AMPFERER's (1910, S. 58) wurden die „Allgäuschichten“ RICHTHOFEN's als die Lechtaler Kreideschiefer erkannt und mit ihnen die liegenden Schichtglieder eingeordnet. Die Kreide erhielt durch Funde von *Orbitolina concava* LAMARCK cenomanes Alter; sie sollte um Zürs mit Basalbreccien über gering mächtigen Jura transgredieren. Zum Jura zählte AMPFERER (1914, S. 310) wenige Meter Fleckenmergel, ziegelrote, konglomeratistische Mergel, mergelig-sandige Kalke, Crinoidenbreccien, rote und graue flaserige Kalke mit eingeschalteten Linsen roten Hornsteins. Durch Funde von „*Aptychus punctatus*, *Aptychus sparsilamellosus* und *Pygope diphya*“ (Bestimmung nach PLIENINGER) wurden die roten Kalke um Zürs dem Tithon zugeordnet.

Auch bei späteren Untersuchungen und in seinen Karten 1:75.000 und 1:25.000 verwandte AMPFERER für diese Serie immer die Altersbezeichnung „Tithon“, das auf älteren, gewellten Untergrund bis zum Oberrhätkalk hinab transgrediert. „Tithon“ wies AMPFERER S der Wöster-Spitze, im Ochsen-Gümpfle, am Monzabon-Grat und -See, im W und S der Krabachmasse, am Zürser See und 1925 im Bereich des Spuller Sees (dort später nicht mehr als solches kartiert) nach. Die Kreidetransgression sollte in diesem Gebiet ältere Schichtglieder bis zum Hauptdolomit hinab erfaßt haben.

Zwar hatte bereits R. FOLGNER (siehe AMPFERER, 1917, S. 190 f.) durch Funde von

Arietites cf. hungaricus (ob. Lias α)

Atractites sp. (liasicus) (Lias δ)

erkannt, daß diese „Tithonkalke“ auch Lias enthalten, und der gesamte Jura einschließlich der Radiolarite vermutlich durch die roten Kalke vertreten wird. Dieser Hinweis wurde aber in der Folgezeit nicht beachtet, zumal sich die Interessen der späteren Erforscher dieses Gebietes mehr und mehr tektonischen Problemen zuwandten. Den stratigraphisch-faziellen Tatsachen wurde immer weniger Beachtung geschenkt, die roten „Tithonkalke“ blieben ein Charakteristikum der Lechtaldecke (AMPFERER, 1944, S. 58).

Erst durch KRAUS (1949), der die Deckenlehre gerade in diesem Gebiet bezweifelte, wurde der Blick wieder auf die Jura-Unterkreidefazies gelenkt, und mehrere detaillierte Profile durch solche Serien (Spullersalb-Kopf, Steinbruch Zürs) gegeben.

Durch die neuesten Untersuchungen von HUCKRIEDE (1956, 1957, 1958) und JACOBSHAGEN (1957, 1958, und in HUCKRIEDE und JACOBSHAGEN, 1957) in den Lechtaler und Allgäuer Alpen ist die hohe Bedeutung veränderlicher Fazies auch für die Klärung der Tektonik in diesen Gebieten betont worden. JACOBSHAGEN (1957, 1958, und in HUCKRIEDE und JACOBSHAGEN 1957) verdanken wir die Seriengliederung des Jura in Beckenfazies. HUCKRIEDE (1956, 1958, und in HUCKRIEDE und JACOBSHAGEN, 1957) betonte die Existenz von Schwellensedimenten des Jura und der Unterkreide im Bereich der Leutkircher Hütte im S der Beckenzone am Kalkalpensüdrand. Es gelang ihm auf Grund seitlicher Verzahnungen, vereinzelter Ammonitenfunde und detaillierter Profilaufnahmen einen Teil dieser reduzierten Serie dem Lias zuzuordnen.

Im folgenden soll nun eine Gesamtdarstellung der faziellen Bereiche und ihre Abgrenzung gegeneinander während des Jura und der Unterkreide gegeben werden, nachdem sich aus den Untersuchungsgebieten von K. E. KOCH (Krabachmasse und Umrahmung) und W. STENGEL-RUTKOWSKI (Umgebung von Lech, südlich und westlich anschließende Gebiete) neues Tatsachenmaterial beibringen ließ.

1. Jura und Unterkreide in Beckenfazies zwischen Kaisertal und Formarinsee (vergl. Fazieskarte Tafel I)

Im Gebiet zwischen dem Kaisertal im Osten, Schröcken im Norden und dem Ort Lech im Westen läßt sich die von JACOBSHAGEN (1958) nach paläontologischen und petrographischen Gesichtspunkten ausgearbeitete Seriengliederung der Fleckenmergel noch einigermaßen erfolgreich durchführen, abgesehen von dem noch in Neuuntersuchung begriffenen Gebiet um Schröcken mit seinen extrem hohen Fleckenmergelmächtigkeiten (Verlängerung der Allgäuer Hauptmulde).

Außer der Spatkalk-Kieselkalk-Serie des Dogger wurde der Jura dieser Fazies in der Fazieskarte (Beil. 1) mit einheitlicher Signatur wiedergegeben.

a) Ältere Fleckenmergel

Zwischen Steeg und dem Bockbachtal, S des Karhorns und um Warth, geht aus dem massigen Oberrhätalk der meist wohlgebankte rote Liasbasiskalk hervor. Die Grenze Trias/Jura liegt noch in den massigen Kalken (z. B. WÄHNER, 1903, S. 105 f.; HUCKRIEDE, 1956, S. 53 f.) und läßt sich selten feststellen. Der rote Unterliaskalk, wie er hier genannt werden mag, reicht, durch eine Ammonitenfauna aus dem untersten Krabachtal mit

Leptechioceras cf. meigeni HUG

belegt, bis in den hohen Lias β . Stellenweise folgen graue, feste Kalke, ohne den in den Fleckenmergeln sonst üblichen bräunlichen Farbton. Sie führen im Gehänge der Schwabwanne NE vom Wöster-Horn Quarzgrand, vielleicht ein Zeichen für die Nähe eines Trograndes. Daraus entwickeln sich stark mergelige, plattige bis dm-bankige Kalke, gelblich anwitternd, zuweilen glaukonitreich mit

Inoceramus ventricosus SOWERBY Lias γ

Belemniten (u. a. *Hastites cf. junceus* PHILIPPI),

Mergelzwischenlagen und wurmspurreichen Mergelkalken mit teilweise reicher Fauna; unter anderem wurden

Liparoceras bechei SOWERBY

Uptonia jamesoni SOWERBY gefunden.

Die Grenze Lias γ/δ liegt in der Krabachschlucht ca. 9 m über den roten Liasgesteinen. Es wurden hier horizontiert aufgesammelt

Arietoceras algovianum OPPEL

Arietoceras kurrianum OPPEL

Grammoceras normannianum ORBIGNY, u. a. m.

Weiter im Westen liegt die Grenze höher. — Über dieser Serie beginnen Kieselkalke und dickere Kalkbänke vorzuherrschen, die im Gelände oft Hangversteilungen und kleine Abbrüche bedingen.

Etwa hier liegt der von JACOBSHAGEN (1957, 1958) beschriebene Stufenkalk, der sich in der Allgäuer Hauptmulde gut zur Zweiteilung der älteren Flecken-

^{*)} Zur topographischen Übersicht verwende man AMPFERERS geologische Karten 1 : 25.000, Blatt „Klostertaler Alpen“ und Blatt „Arlberggebiet“.

mergel benutzen läßt. Er ist aber nur im östlichen Teil des beschriebenen Gebietes, zwischen Kaisertal und Warth undeutlich entwickelt. Er bildet heller als die übrigen Fleckenmergel anwitternde, dickbankigere Wändchen, die um Warth den Faltenbau anschaulich wiedergeben. Gegen Lech zu splintern die dickeren Bänke dieses Abschnitts auf, auch farblich verwischt sich der Unterschied. Länger halten Konglomeratbänke nach W zu aus, die den Stufenkalk begleiten (JACOBSHAGEN, 1958, S. 212) und über das Krabachtal hinaus (dort etwa 85 m über der Fleckenmergelbasis) bis Lech, ja sogar vielleicht noch nördlich des Zürser Sees nachweisbar sind. Bei den Geröllen handelt es sich überwiegend um Aufarbeitungsmaterial aus den Fleckenmergeln selbst mit mergelig-tonigem Bindemittel. Exemplare von

Amaltheus margaritatus MONTFORT

wurden NW und S vom Göldeboden (E Lech) etwas unterhalb dieser Leitlagen gefunden und stellen die Stufenkalkzone in den unteren Lias δ , was auch aus den Faunenlisten JACOBSHAGEN's (1958, S. 214) hervorgeht. Über dem Stufenkalk folgt eine Partie vorwiegend kieseliger Bänke. Im unteren Krabachtal und SW Warth wurden in den äußerst fossilarmen Schichten mehrere Exemplare von

Pleuroceras sp.

gefunden. Im N von Birchetsgump (vergl. Karte 1 : 25.000 „Arlberggebiet“) und SW Warth im Gebiet des Wannensees sind diese oberen älteren Fleckenmergel besonders kieselig, auch spätig, und bilden steile Hänge. Gegen W verschiebt sich das Verhältnis kieselig zu kalkig sehr zu gunsten des Kalkes; auch die mergeligen Anteile treten zurück.

b) Mittlere Fleckenmergel

Nach einigen rostig anwitternden Kalkbänken, die SW Prenten am Lech Zweischalerreste lieferten, folgen die mergeligen, mittleren Fleckenmergel (Lias ϵ nach REISER, 1920, S. 117 f.; M. RICHTER, 1924, S. 32; JACOBSHAGEN, 1957 a; 1958, S. 215). Sie enthalten mehrere Lagen manganoxydreicher Schiefer in Form großer Linsen. Im Gelände bilden diese Schichten Absätze und sind durch Schuttverhüllung oder Vegetation meist schlecht aufgeschlossen.

Besonders mächtig sind die mittleren Fleckenmergel um das Karhorn (westliche Verlängerung der Schwarzmilz-Mulde, JACOBSHAGEN, 1957, S. 79 f.). Einige mulmig braun anwitternde Kieselkalkbänke sind eingestreut; an der Stubenbacher Lechbrücke konnten dickere Kalkpartien beobachtet werden (ϵ -Kalk im Sinne JACOBSHAGEN's, 1958, S. 216). Der Mergelgehalt auch der mittleren Fleckenmergel nimmt gegen W hin ab; W Lech sind mittlere Fleckenmergel lithofaziell nicht mehr ausgliedern.

c) Jüngere Fleckenmergel

HAMANN (1956, S. 28 f.) schied über den mergeligen Partien der mittleren Fleckenmergel noch jüngere Fleckenmergel aus, die JACOBSHAGEN (1957, 1958, S. 217) in vier Unterabteilungen aufgliedern konnte. Ihre Hauptverbreitung haben diese Schichten im Gebiet um die Höfats und das Himmeleck (Allgäuer Hauptmulde) und auf der S-Seite der Hornbachkette.

Die einzige Abteilung der jüngeren Fleckenmergel, die im behandelten Gebiet noch an die Ausbildung im Höhenbachtal anschließt, ist die gegen den Radiolarit angrenzende Spat-Kieselkalk-Serie, die allerdings nur im E, zwischen Kaiser- und Krabachtal, noch mehr oder weniger zusammenhängend vorkommt (vergl. Fazieskarte). Sie wird allgemein in den Dogger gestellt (vgl. JACOBSHAGEN,

1957, 1958, S. 220). Die übrigen jüngeren Fleckenmergel bestehen aus einer Serie von Mergelschiefern und hornsteinreichen Kalken. Zum Hangenden nehmen die Mergel zu, bis die Kieselkalk-Serie diese Partie abschließt (besonders gut abgeschlossen S Prenten am Lech).

Unterhalb des HP. 2417 W des Bockbachtals, NE des Wöster-Horns, finden sich an jüngeren Fleckenmergeln noch 20 m wandbildende, kieselig-kalkige Schichten. Ein ähnliches Wändchen (10 m) von sehr hornsteinreichen Fleckenmergeln findet sich im Liegenden der Radiolarite am SE-Fuß der Mohnenfluh. Hieraus wurde, etwa 2 m unterhalb der Radiolarite ein Belemnit geborgen, der als

Salpingothentis cf. acuaria QUENSTEDT (Lias ε/ζ)

bestimmt wurde.

W des Ortes Lech findet man schließlich die ganze Fleckenmergelsérie als einheitliche, 80 bis 100 m mächtige Mergelkalkfolge vor.

d) Radiolarit und Aptychenschichten

Die Radiolarite treten im gesamten Bereich der Beckenfazies in der bekannten Farbabfolge von schwärzlich (unten) über grün nach rot (oben) auf. Durch Fossilfunde in ihrem Liegenden (z. B. REISER, 1920, S. 128; SPENGLER, 1918, S. 327) und Hangenden (HAAS, 1908, S. 392; TRUSHEIM, 1930, S. 38) ist ihr Alter auf die Dogger-Malm-Wende eingengt, worauf JACOBSHAGEN (1957, S. 49 f.) bereits hinwies. Während HUCKRIEDE (1956, S. 69) im Kaisertalgebiet noch 30 m Radiolarit angibt, verringert sich die Mächtigkeit auf 10 m, W des Bockbachs auf etwa 5 m. SE der Mohnenfluh schließlich ist der Radiolarit konglomeratisch, lokal aufgearbeitet oder fehlt ganz.

Die Aptychenschichten sind im Beckenbereich ziemlich gleichmäßig ausgebildet (beste Beschreibung bei TRAUTH, 1948), im unteren Teil meist sahnig gelblich mit

Calpionella alpina LORENTZ und
Calpionella elliptica CADISCH.

Häufig sind an der Basis rote, aptychenreiche Lagen eingeschaltet. — Gegen die Kreideschiefer zu schlägt die Farbe der Aptychenschichten ins Grünliche um, radiolarienreiche Fleckenkalke treten auf. Diese werden im Krabach- und Bockbachgebiet konkordant von den Kreideschiefern überlagert, die nach HUCKRIEDE (1956, 1958) vom Apt bis ins untere Cenoman reichen. Jüngere Radiolarite im Sinne HUCKRIEDE's (1956, S. 74 f.) konnten nicht nachgewiesen werden.

SE der Mohnenfluh sind auch die Aptychenschichten zum Teil aufgearbeitet und liegen als Komponenten der „Mohnenfluhbreccie“ vor. Diese polygene Breccie sollte nach AMPFERER (1930, S. 53) viel Phyllit enthalten und wurde deshalb in die Gosau gestellt. Es konnte allerdings kein Phyllit wieder nachgewiesen werden, dafür aber

Orbitolina conoidea-discoidea GRAS

(vgl. auch HUCKRIEDE, 1958, S. 230). Diese Mohnenfluhbreccie wird mit geringer Winkeldiskordanz von Kreideschiefern überlagert.

2. Die „Übergangsfazies“

Abgesehen davon, daß die Mächtigkeit des Jura im behandelten Gebiet von N nach S und von E nach W von mehreren 100 m auf 80 bis 0 m abnimmt (in der Allgäuer Hauptmulde nach JACOBSHAGEN etwa 1500 m, im Höhenbach-

gebiet etwa 600 m), finden sich auch petrographische Anzeichen für Annäherung an einen Trogrand. So sind W des Schafberges über dem roten Unterliaskalk noch weitere Rothorizonte ausgebildet (HUCKRIEDE, 1958, S. 228). HUCKRIEDE (1956, S. 62) beschreibt aus dem Gebiet S Kaisers Rotfärbungen innerhalb der älteren Fleckenmergel. Auch aus der Zeigermulde SE des Nebelhornes sind mehrere solche Rotfärbungszonen übereinander mit der Abnahme der Fleckenmergelmächtigkeit, hier aber nach N, verknüpft (HANIEL und RICHTER-Karte 1:25.000).

E des Harlemanns-Kopf im Gebiet der Lärchspitz ist auf kurze Strecke der rote Unterlias-Kalk durch rote Hornsteine vertreten, die seitlich wieder in den bekannten roten Mergelkalk übergehen.

Im Gebiet der Peischel-Wänd im SW der Pimig-Spitze (Krabachtal) findet sich wieder eine von der bisher geläufigen abweichende Fazies: Aus den Kössener Schichten entwickeln sich dunkle, hornsteinführende Kalke (wohl den Fleckenmergeln gleichzusetzen), darüber liegen tiefrote, ausgewalzte Mergelschiefer mit vielen Schalenresten, dann sichere Aptychenschichten, die hier ausnahmsweise sehr reich an Aptychen sind. Unter anderem wurde

Laevaptychus latus PARKINSON form. typ. Oxford-Tithon gefunden. — Die roten Mergel scheinen eine Vertretung der hier fehlenden Radiolarite zu sein.

Ähnlich ausgebildet ist der gering mächtige Jura im unteren Teil der Roggspitz-Südwand, auf der Hasenfluh und im W des Spullersee (vgl. Fazieskarte). Selbstverständlich ist es zuweilen schwierig, die „Übergangsfazies“ von den jeweils angrenzenden Ausbildungen zu unterscheiden.

3. Jura und Unterkreide im Bereich der Schwelle

S der beschriebenen Normalfazies finden sich Jura und Unterkreide unter weiterer Reduktion ihrer Mächtigkeit zum großen Teil in einer deutlichen Schwellenfazies, die den Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit bildet.

HUCKRIEDE (1956, 1958) beschrieb die Abnahme der Mächtigkeit und die Veränderung der faziellen Ausbildung bereits aus der Umgebung der Leutkircher Hütte. Neuerdings ließ sich die Schwellenzone im W umgrenzen und ihre Sedimente weitgehend faunistisch gliedern.

Auf den ersten Blick fällt stets die geringe Mächtigkeit auf: Zur gleichen Zeit, wo z. B. zwischen Kaisertal und Lech etwa 300 m Fleckenmergel, Radiolarit und Aptychenschichten sedimentiert wurden, wurden im Gebiet des Flexenpasses, am Rükopf nur 0,5 m meist rot gefärbter, kalkiger Sedimente abgelagert.

An Hand einer Reihe von Profilen durch diese Schwellenbildungen soll hier die Entwicklung der Schwelle von W nach E, vom Pfaffenegg E des Formarinsees bis zum Gebiet der Leutkircher Hütte verfolgt werden (Profile Tafel II).

Am Pfaffenegg-Gehrengmat (Profil 1) folgen über nur 70 bis 80 m einheitlicher Fleckenmergel violettrote Mergelkalke mit linsig eingelagerten roten Hornsteinen. Diese Kieselgesteine schließen sich gegen den Formarinsee (W) zu der gewohnten Radiolaritserie zusammen. Es folgen zum Hangenden Aptychenkalke und konkordant auflagernde Kreideschiefer.

Bereits am Spullersee erfährt diese, bis dahin noch annähernd normale Schichtfolge Veränderungen. Die Fleckenmergel sind hier entweder sehr gering mächtig oder werden durch wenige cm bis ½ m mächtige rote und gelbe crinoidenreiche Mergelkalke, die am N-Ufer des Spullersee in den Oberrhätalkalk des Schafberges taschenartig eingreifen, vertreten. Darüber folgen am W-Ufer des See im Unter-

teil spätige Aptychenkalke, aus denen sich unter Wechsellagerung die Kreideschiefer entwickeln.

Am Schafberg-Südhang und an der Ravensburger Hütte sind gelegentlich zwei übereinandergreifende Transgressionen zu beobachten. So folgen über dem hier im oberen Teil bunten „Oberrhätkalk“ zunächst noch 30 bis 0 m Fleckenmergel, darüber eine Serie dunkelroter und grauer Knollenmergelkalke, die teilweise sehr spätig sind, mit Lagen unbestimmbarer Zweischaler-(Brachiopoden-) Reste in höheren Partien. Diese gehen langsam unter Zunahme der Bankmächtigkeit in hellgraue Spatkalke über, in denen wir eine Vertretung der Aptychenschichten sehen müssen (siehe unten S. 186). Über diese Spatkalke, die seitlich in normale Kreideaptychenschichten übergehen, transgredieren, besonders deutlich an der Ravensburger Hütte, die Kreideschiefer mit Basalkonglomerat und cm-dicken Eisenoxidschwarten. Dieser Transgressionshorizont führt zuweilen reichlich roten Hornstein, Malachit und Pyrit.

Die rote Serie im Liegenden der Spatkalke zeigt etwas E der Ravensburger Hütte deutliche Übergänge zu gewöhnlichen roten Aptychenschichten, die hier auch roten und grünen Radiolarit (20 cm) begleiten.

E der Ravensburger Hütte am Stierloch-Joch werden die Fleckenmergel wieder mächtiger, zunehmend hornsteinreich und leiten damit über zu Profil 2 am Spullersgümpfle. Der Jura transgrediert hier deutlich mit eben diesen Fleckenmergeln über Oberrhätkalk, Kössener Schichten und sogar Oberrnor, wobei der Transgressionshorizont besonders hornsteinreich ist. Die Fleckenmergelerde schließt nach oben mit wenigen cm rosa Aptychenkalk oder auch grauem Spatkalk ab, auf welche sich dann die Kreideschiefer legen. Gelegentlich transgredieren die Kreideschiefer auch bis auf die Fleckenmergel hinunter.

S der Mahdloch-Spitze wachsen die Mächtigkeiten der genannten Schichtglieder wieder sehr rasch an, roter Unterliaskalk, etwas Oberjurarotserie und Aptychenkalk, die am Spullersgümpfle (Profil 2) fehlten, stellen sich wieder ein.

W des Zürser Sees liegt Profil 3. Dort sind die Schichtglieder des Jura und der Unterkreide wieder eng zusammendrängt. Der Oberrhätkalk ist oberflächlich stark aufgearbeitet, die teils nur schlecht gerundeten Gerölle mit ziegelrotem Bindemittel zementiert. Es folgt eine rote, mergelige Partie, die gegen NW mehr und mehr durch Fleckenmergel ersetzt wird. Diese mergelige Serie wird zum Hangenden immer kalkiger, endostratische Geröllhorizonte schalten sich ein, die Farbe schwankt zwischen Rot und Grau. Im obersten Teil dieser Serie findet man eine fossilführende Lage, reich an Crinoiden, Schalenresten und Fischzähnen. Es fand sich gelegentlich:

Lamellaptychus cf. lamellosus PARKINSON.

Über diese Lage folgen 6 bis 8 m graue Spatkalke und schließen die Schichtfolge des Jura ab.

Nach E anschließend gelangen wir in das Gebiet des Zürser Sees. Am W-Ufer des Sees folgen auf den Oberrhätkalk mit einem Basiskonglomerat zunächst wenige Meter Fleckenmergel. Auf die sie überlagernden hellen, dickbankigen Oberjurakalke, in denen hier

Calpionella alpina LORENZ und

Calpionella elliptica CADISCH

gefunden wurden, transgredieren mit einer Eisenschwarte die Kreideschiefer.

Schon am Wildhorn, am E-Ufer des Sees (Profil 4), liegt bereits wieder eine Fleckenmergelmächtigkeit von etwa 70 m vor, die sich im Streichen auf das Omeshorn hin noch vergrößert. Im Profil 4 folgen auf bunten „Oberrhätkalk“

und stellenweise roten Unterliaskalk im Liegenden Fleckenmergel. Teilweise horizontierte Ammonitenaufsammlungen ergaben, daß gut die Hälfte der Mächtigkeit (bis 30 m über der Basis) noch von Gesteinen des Lias α bis β_3 aufgebaut wird, im Gegensatz zur Beckenfazies mit ihrer geringen Unterliasmächtigkeit (siehe oben S. 181):

Aus Schutt: *Echioceras (Paltechioceras) sp. aff. boehmi* (HUG) Lias β_3

Vermiceras oder *Echioceras sp.* Lias α_3 bis β_3

etwa 20 m über der Basis:

Vermiceras sp. oder Paltechioceras sp. Lias α_3 bis β_3

etwa 30 m über der Basis:

Echioceras (Paltechioceras) sp. cf. boehmi (HUG) Lias β_3

Echioceras (? Leptechioceras) sp. Lias β_3

Leptechioceras sp. Lias β_3

? *Paltechioceras sp.* Lias β_3

Für einige weitere schlecht erhaltene Exemplare hält Herr Dr. K. HOFFMANN immerhin oberes *Sinemurien* für möglich.

Es fand sich in diesem Bereich außerdem eine parkettierende, helminthoidenartige Weidespur, die im Gegensatz zu den sonst häufig auftretenden Fucoiden („Flecken“-mergel!) sehr selten vorzukommen scheint.

Eine der obenerwähnten analoge Fauna fand sich am S-Hang des Omes-horns, in der NW Verlängerung dieser Zone:

? *Arnioceras sp.* (geometricum-Gruppe) um Lias α_3

Vermiceras oder *Echioceras sp.* Lias α_3 bis β_3

Echioceras sp. (wohl *Leptechioceras*) Lias β_3

Echioceras (Leptechioceras) sp. aff. nodotianum (ORBIGNY) Lias β_3

10 bis 30 m über der Basis:

Echioceras raricostatum (ZIETEN) cf. var. *costidomum* (QUENSTEDT) um Lias β_3

Oxynoticeras oder *Eparietites*, cf. *Eparietites collenotis* (ORBIGNY)

Lias α_3 bis β

Die obersten Fleckenmergel wittern grünlich an und gehen am Zürser See (Profil 4) in violette Mergelschiefer über. Hier dürfte das die Radiolarite vertretende Niveau zu suchen sein; denn auch die Mergelumhüllung der Radiolarite W des Spuller Sees (Profil 1) ist deutlich violettstichig. Außerdem fanden sich im Dünnschliff gerade hier viele umkristallisierte *Sphaerellarien*. In den ziegelroten Kalken darüber sind neben Crinoidenresten häufig leider unbestimmbare Belemniten zu finden. In den grauen Kalken im weiteren Hangenden fanden sich kleine, leider ebenfalls unbestimmbare Ammonitenreste und vereinzelte Aptychen, offenbar eine Vertretung der Aptychenschichten der Normalfazies. Die diesem Kalk unregelmäßig aufgelagerten polygenen Breccien der Kreidebasis bestehen aus: Quarz, Kristallinbröckchen, grünen Radiolaritstückchen (jüngere Radiolarite HUCKRIEDE's?), Geröllen calpionellenführenden Oberjurakalks. An Fossilien kommen vor:

kleinwüchsige *Globigerinen*

andere, nicht näher bestimmbare Foraminiferen

Belemniten

Zähne von *Hybodus sp.*

Darüber folgen geringmächtige (um 0,5 m) grobspätige Kalke, die von den Kreideschiefern überlagert werden. Etwa 30 m über der Basis der Kreideschiefer stellen sich die ersten Sandsteinlagen mit

Orbitolina conoidea-discoidea GRAS

ein.

Gegen den Ort Zürs rücken durch Abnahme der Fleckenmergel, aus denen KRAUS (1949, S. 53) Arieten beschrieb, die beiden Rotherizonte im Liegenden und Hangenden immer mehr zusammen. In dem berühmten Steinbruch S Zürs haben wir das schon von AMPFERER und KRAUS beschriebene Profil 5 vor uns. Die Fleckenmergel sind in dem Steinbruch nicht mehr aufgeschlossen, sie wurden aber im Profil mit angedeutet, weil sie wenige Schritte N bereits anstehen. Das Profil beginnt hier mit roten, glimmerführenden Mergelkalken, roten hornsteinführenden Kalken, über denen dunkelrote, nach oben spätig werdende Kalke folgen. Sie schließen mit einer Lumachellelage ab. Hieraus dürften die von AMPFERER erwähnten Exemplare von *Pygope diphya* (COLONNA) stammen, auf Grund derer bisher die Schwellensedimente ins Tithon gestellt wurde. Eine Nachbestimmung, der uns durch die Wiener geologische Bundesanstalt in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellten Stücke ergab

Pygope triangulus LAMARCK.

Über der Lumachellelage folgen noch etwa 6 bis 8 m graue Kreidespatkalke.

Schon das deutliche Zusammenrücken von rotem Unterliaskalk und Oberjurarotserie W Zürs läßt eine Vertretung des ganzen Jura durch eine rote Serie als möglich erscheinen. Den faunistischen Beweis, daß wirklich der gesamte Jura in dieser reduzierten Serie vorkommt, liefert uns in großartiger Weise Profil 6 von der Tritt-Alm W Zürs.

Die gut aufgeschlossene und bequem zugängliche Serie liegt um H. 1980 m als auffallende, rote Geländestufe wenig N des Weges von Zürs zur Stuttgarter Hütte. Bei einem Vergleich mit den übrigen bisher behandelten Juravorkommen fällt zunächst die größere Mächtigkeit der Schwellensedimente selbst auf, die zu den „vollständigeren“ Serien im N, W und S der Krabachmasse überleiten (siehe Profil 10, 11, 12): Auf nur stellenweise ausgebildeten roten Unterliaskalk folgen, unter Schutt verborgen, zunächst um 15 m Fleckenmergel, die mit abnehmender Mächtigkeit von S heranziehen, um wenig N des Paziellbaches auszuweichen. Der Schwelleneinfluß setzt sich im gezeigten Profil 6 wieder im höheren Lias α durch; dafür sprechen Ammoniten, die aus schmutzigen roten Mergeln über einer massigen hellgrünlichen bis isabellfarbenen Kalkbank gefunden wurden. Nach dem Rippentypus (*Arietoceras* scheidet wegen der Stellung im Profil aus) handelt es sich höchstwahrscheinlich um

Arnioceras Lias α_3 oder

Schlotheimia Lias α_2 .

Lias β konnte faunistisch hier nicht nachgewiesen werden. — Die nächste, faunistisch belegte Stufe folgt 2,5 bis 3 m über dem schmutzigen roten Mergelhorizont. Durch

Uptonia jamesoni (SOWERBY)

Phylloceras sp.

ließ sich ihr Alter mit Lias γ_1 (*jamesoni*-Zone) bestimmen. Etwa 3 m hierüber fand sich in schmutzigen roten Knauerkalken mit endostratischer Aufarbeitung

Androgynoceras sp. ex. Gr. *A. capricornu* (SCHLOTHEIM) wahrscheinlich Lias γ_3 (*davoei*-Zone).

Hierüber dürfte mit recht großer Wahrscheinlichkeit (es sind keine Hinweise auf eine Sedimentationsunterbrechung zu erkennen) Lias δ folgen. Er konnte zwar faunistisch in diesem Profil nicht nachgewiesen werden, doch liegt aus petrographisch fast identischen Gesteinen ein

Grammoceras (Hildoceratoides ex. Gr. G. normannianum (ORBIGNY)

VOR.

Das bisher unbestimmte Stück mit der Fundortsangabe „Flexenpaß—Jura Zürs“ stand uns dank dem Entgegenkommen Herrn Dr. MUTSCHLECHNERS, aus der Sammlung des Geologischen Instituts in Innsbruck zur Verfügung. Es könnte ebensogut von Zürs wie von der Tritt-Alm stammen.

Am besten faunistisch eingestuft ist die nun folgende etwa 3 m mächtige „Ziegelrot-Serie“ im Sinne von HUCKRIEDE (1956, S. 80). Wie die Detailskizze (Abb. 1) zeigt, konnte aus den glimmerigen, ziegelroten Mergeln mit Kalkgeröllen eine reiche Fauna geborgen werden. Von unten nach oben fanden sich folgende Ammoniten:

- Phylloceras sp. cf. nilssoni* (HEBERT) Lias ϵ
- Hildocereras cf. bifrons* (BRUGIERE), vielleicht *var. crassa* MITZOPOULOS
Lias ϵ_3
- Hildocereras cf. bifrons* (BRUGIERE) Lias ϵ_3
- ? *Lytoceras* Lias ϵ_3
- Hildocereras bifrons* (BRUGIERE) Lias ϵ_3
- Phylloceras nilssoni* (HEBERT) Lias ϵ
- Lytoceras (Fimbrilytoceras) sp. ex. Gr. L. cornucopiae* (ORBIGNY)
ob. Lias
- Hildocereras sp.* ob. Lias
- Phylloceras sp.*
- Phylloceras sp. cf. MENEGHINI* ob. Lias (ϵ_3 ?)
- Hildocereras sp. cf. bifrons* (BRUGIERE) Lias ϵ_3

aus Schutt:

Hildocereras sp. od. Lillia sp. ob. Lias

Über der, die „Ziegelrot-Serie“ hier in zwei Pakete gliedernden Kalkbank (vgl. Abb. 1) fand sich dann noch folgende Fauna:

- Nautilus sp. cf. brancoi* GEMMELARO
- großes „*Harpoceras*“ (*Haugia*?) sicher höherer Ob.-Lias (Lias ζ)
- Phylloceras sp. cf. doederleinianum* CATULLO ob. Lias ab ϵ_3
- Grammoceras (Pseudogrammoceras) fallaciosum* BAYLE, var.?
Lias ζ Mitte

Die gefundene Fauna zeigt also folgendes: Die „Ziegelrot-Serie“, die in den „vollständigeren“ Profilen um die Krabachmasse und auch noch E der Leutkircher Hütte (vgl. HUCKRIEDE, 1956, S. 77 ff.) recht gut zu verfolgen ist, beginnt offenbar im Lias ϵ . Die Grenze Lias ϵ/ζ liegt etwas über der Mitte der oberen Hälfte dieses Bereichs (über eingeschalteter Kalkbank). Der fossilmäßig nicht belegte Dogger dürfte in den über der „Ziegelrot-Serie“ folgenden Kalken beginnen und mit dem Einsetzen des Radiolarits enden.

Über dem etwa 1,6 m mächtigen, nur roten Radiolarit folgt dann im Profil ein dünnes, kräftig violettes Mergelband. Dies erscheint insofern interessant, als diese Farbe in vielen Profilen mit großer Regelmäßigkeit in diesem Bereich auftritt, sei es im direkten Liegenden oder Hangenden des Radiolarits, oder als violetter Radiolarit selbst. Auch dort, wo die Kieselserie nicht ausgebildet ist, kann die violette Farbe deutlich erkennbar sein und so Parallelisierungsmöglichkeiten andeuten (vgl. Profil 1, 4, 6, 8, 10, 12).

Gefolgt wird der Radiolarit an der Tritt-Alm von bunten, knautrigen Kalken mit viel Echinodermendetritus, die folgende Fauna lieferten:

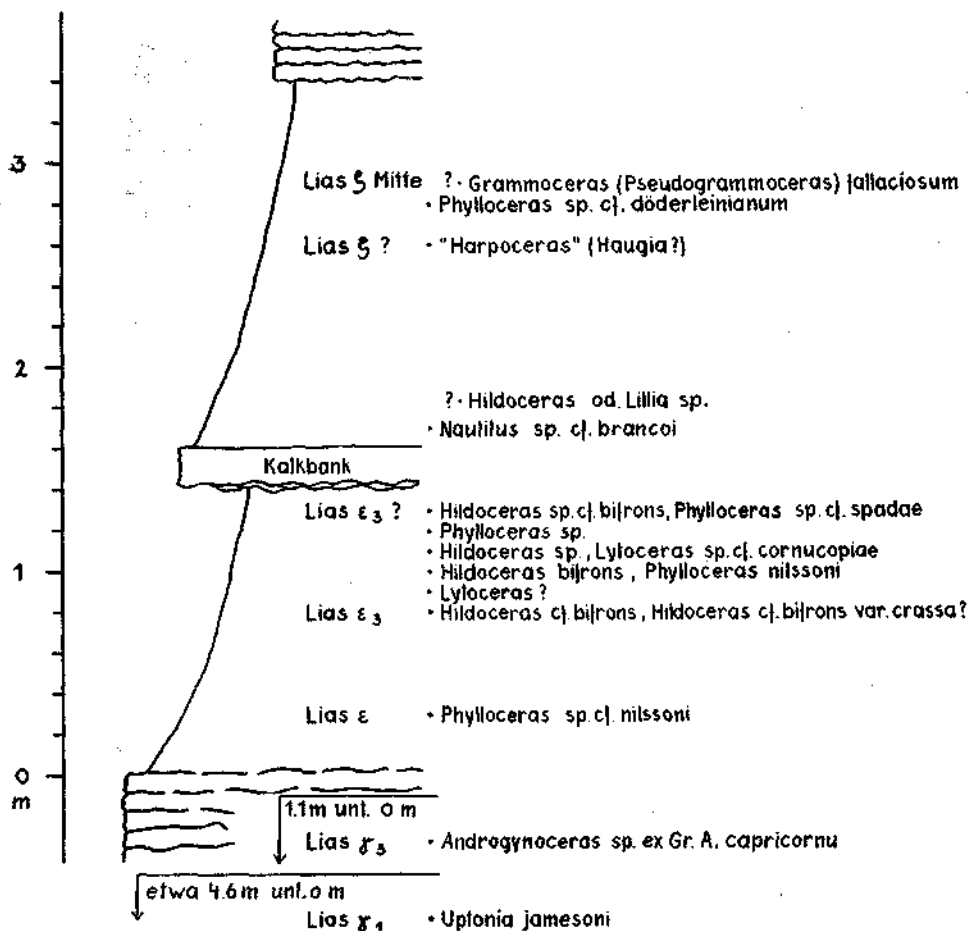


Abb. 1. Detailskizze der „Ziegelrot-Serie“ oberhalb der Trittalm (Profil 6); die Punkte geben die Lage der horizontal entnommenen Ammoniten wieder.

Phylloceras sp. (nach Suture und Querschnitt Malm möglich)

Simoceras? Tithon

Wohnkammer von *Simoceras?*

Lamellaptychus inflexicosta TRAUTH Malm bis Bériasiens

Lamellaptychus beyrichi (OPPEL) Kimmeridge bis Valendis

Laevaptychus latus (PARKINSON) var. *rimosa* QUENSTEDT Unt.—
mitt. Malm

Durch sukzessives Zurücktreten der tonigen Komponenten und Verschwinden der roten Farben bei gleichzeitig zunehmender Bankmächtigkeit entwickeln sich hieraus hell- bis mittelgraue Spatkalke. In ihrer Ausbildung gleichen sie vollkommen den bereits weiter oben beschriebenen Kreidespatkalke; sie lieferten auch eine ähnliche Foraminiferenfauna, wie sie unten (S. 186) beschrieben wird. Ein Dünnschliff aus hohen Partien dieses Bereichs ergab:

Valvulineria od. *Pseudovalvulineria* sp.
Pseudovalvulineria lorneyana-trocoidea (GANDOLFI)
kleine Globigerinen
verschiedene andere, nicht näher bestimmbare Formen.

Wir haben also hier eine zwar noch stark komprimierte, jedoch schon erheblich vollständigere und vor allem im liassischen Anteil gut datierbare Serie vor uns.

E Zürs nehmen dann gegen den Rükfopf zu (N des Pazielbaches) die noch an der Tritt-Alm beobachteten Fleckenmergel über die Mozabon-Alm rasch ab. Zwischen Monzabon-Alm und Monzabon-See verhüllen leider Schutt und Vegetation den Kontakt der Kreide gegen den von der „Rüchi“ (vgl. Karte 1 : 25.000 „Arlberggebiet“) her streichenden obernorischen Plattenkalk. In einem Bachriß W Profil 7 am Monzabon-See findet sich immerhin tieferrotetes Obernor, von Kreideschiefern überlagert. Ähnliche Färbungen durch die Kreideschiefertransgression beobachtet man im südlichsten Kar der Wösterspitze und in einem konglomeratischen Kalk unterhalb der Monzabon-Alpe in den „Gäng“. Es ist also anzunehmen, daß Bildungen des Jura in diesem Bereich, wenn überhaupt vorhanden, gänzlich der Abtragung vor der Transgression des Alb (Datierung siehe unten, S. 191) zum Opfer fielen. Erst am Ufer des Monzabon-Sees finden wir wieder Juraablagerungen in geringer Mächtigkeit als rote, teilweise knollige Mergelkalke. Auch hier ist der „Oberrhätkalk“ stellenweise bunt und aufgearbeitet.

Zwischen Monzabon-See und Monzabon-Grat (Profil 7) wurde aus diesen, hier 50 cm mächtigen, roten Knollenkalcken folgende Ammonitenfauna gewonnen:

? *Arieticerias* sp. oder *Grammoceras* oder *Pseudogrammoceras*

Lias δ — ζ

Fucinicerias sp. (cf. *hoffmanni* [GEMELLARO]) oder

Phymatoceras cf. *bayani* (DUMORTIER) Lias δ — ϵ

Harporoceras mulgravium (YOUNG und BIRD) Lias ϵ_2 oder

Harporoceras crassifalcatus (DUMORTIER) Dogger α (opalinus-Zone)

Hammatoceras ex. *Gr. H. insigne* (SCHÜBLER in ZIETEN) oder

Hammatoceras planinsigne VACECK Lias ζ —Dogger α

? *Leioceras* sp. wohl Dogger α

? *Hammatoceras* sp.

Der Erhaltungszustand läßt eine genauere Bestimmung oft nicht zu.

S des Rükfopfs, den man durch die neu erbaute Rükfopf-Seilbahn von Lech aus bequem erreichen kann, liegt am Monzabon-Grat, Profil 8. Hier finden wir gut aufgeschlossen, über buntem, massigem Kalk („Oberrhätkalk“) zunächst roten Unterliaskalk, darüber gelegentlich wenige Meter Fleckenmergel, rote Mergelkalke mit eingelagerten roten Hornsteinen (Radiolaritvertretung?) und etwas Kreidespatkalk mit Anklängen an normale Aptychenkalke. Darüber, seitlich aber auch bis auf den Oberrhätkalk hinab, transgredieren am Monzabon-Grat die Kreideschiefer mit Hornsteinen und Eisenoxydschwarten an ihrer Basis.

S der Wösterspitze transgrediert der Jura wieder mit einer Winkeldiskordanz bis zu 20°. Dort findet sich am HP. 2173, Profil 9. Über Oberrhätkalk lagern sich, nur noch an wenigen Stellen vorhanden, rote Juramergelkalke, die aufgearbeitet Oberrhätkalk (auch Kössener Schichten) feuerrot zementiert enthalten. Darüber folgen mehrere Meter rostrote Mergelkalke, die fast reinen Luma-chellecharakter tragen. Sie enthielten folgende Fossilien:

Laevaptychus cf. meneghini (ZIGNO)
Lamellaptychus lamellosus (PARKINSON)
Lamellaptychus beyrichi (OPPEL)
Lamellaptychus cf. rectecostatus (PETERS)
 ? *Lamellaptychus sparsilamellosus* (GÜMBEL)
 zahlreiche Exemplare von
Nucleata bouei (ZEUSCHNER) Malm γ — ϵ
 Zähne von *Hybodus sp.*
 Radiale und Stielglieder von Crinoiden (*Encrinus* und *Pentacrinus*)
 andere Echinodermereste
 ? Bryozoen
 korrodierte Ammoniten (unbestimmbar)
 ? Rhyncholithen

Wenig weiter N des HP. 2173 griff die folgende Kreideschiefertransgression bis fast auf den Hauptdolomit hinunter. Vor allem Kössener Lumachellen wurden aufgearbeitet und zusammen mit bunten Hornsteinen, Kristallinbröckchen, Echinodermenbruch und oft massenhaft Globigerinenschälchen verbacken. An den unebenen Aufarbeitungsflächen ließen sich im Dünnschliff verkieselte Algen erkennen.

Wichtig zur Altersfrage des Einsetzens der Kreideschiefer ist das Auftreten kieltragender Globorotaliden in der Kreideschieferbasis, besonders in einer kalkig-sandigen Muschelschill-Lage (Monzabon-Grat, S Wösterspitze) mit schwach konzentrisch gestreiften, relativ dickschaligen, leider unbestimmbaren Muscheln. Unter den Foraminiferen fand sich mit Sicherheit

Thalmaniella ticinensis (GANDOLFI).

Nach HUCKRIEDE (1956; 1958 [a], S. 80) kommt diese Art im Oberalb, vielleicht schon im Mittelalb vor. Nach POKORNY (1958, S. 351) reicht sie vom Alb bis ins untere Cenoman. Außerdem kommen an der Wösterspitze gelegentlich vor:

Planulina buxtorfi (GANDOLFI) nach HUCKRIEDE (1958) Oberalb bis Untercenoman
Pseudovalvulineria lorneyana-trocoidea (GANDOLFI) =
Hedbregina seminolensis (HARLTON) nach HUCKRIEDE (1958) Apt bis Cenoman.

Bei der meist erst 20 bis 30 m über der Kreideschieferbasis auftretenden *Orbitolina conoidea-discoidea* (GRAS) liegt nach DOUVILLE (1912) die Hauptverbreitung im Apt. SILVESTRI (1930, 1932) faßt *Orbitolina conoidea-discoidea* als zwei verschiedene Arten auf, wovon *O. conoidea* im Barrême bis Alb und *O. discoidea* im Barrême bis Cenoman vorkommen (siehe auch HUCKRIEDE, 1958 [a], S. 53). Dazu kommt folgende Fauna aus dem Pazieltal, 3 bis 4 m über der Kreideschieferbasis:

Kosmatella demolyi BREISTROFFER (= *K. agassiziana* JACOB) mittl. bis ob. Alb mit Ausschluß des Vraconien
Puzosia sp. Alb und Vraconien
Stomohamites ex. gr. St. duplicatus (PICTET u. CAMPICHE) Oberalb
Phylloceras sp.
 verschiedene unbestimmbare Ammoniten
Inoceramus sp.
 Seeigelreste

Ebenso ein weiter im N (Steinmähder NW Kriegerhorn) nahe der Kreideschieferbasis aufgefundenener

Hysterocheras ex. aff. H. orbigny (SPATH).

Es ist darum nicht einzusehen, warum man den transgredierenden Kreideschiefern nicht Albalter geben sollte. Es mag sein, daß die Sedimentation der Kreideschiefer an verschiedenen Stellen nicht zum gleichen Zeitpunkt einsetzte, doch in unserem Jura-Schwellenbereich besteht kein Zweifel, daß hier anstatt Oberapt (HUCKRIEDE, 1958) mittleres oder sogar höheres Alb anzusetzen ist.

E Profil 9 nehmen die Mächtigkeiten des Jura und der Unterkreide wieder zu, die Verhältnisse beginnen sich mit Anklängen an die schon beschriebene Übergangsfazies zu normalisieren. So finden wir am Grat zwischen Ochsen- und Kalbengümpfle (zwischen Profil 9 und 10) über dem Oberhätalk noch unregelmäßig auflagernden roten Unterliaskalk und wenige Meter echter Fleckenmergel. Sowohl roter Unterliaskalk als auch Fleckenmergel führen hier rote und gelbe Hornsteine. Die Fleckenmergel werden von weinroten Mergelschiefern (Radiolaritvertretung?) überlagert, darüber folgen mit aufgearbeiteten echten Aptychenkalken die Kreideschiefer, hier auffallend sandig ausgebildet. Gegen das Kalbengümpfle wird die Schichtfolge immer kompletter. Die Fleckenmergelmächtigkeit wächst auf etwa 30 m an, anstelle der violettroten Mergel treten, zunächst bescheiden, die Radiolarite in gewohnter Farbfolge auf, die gelegentlich noch von ziegelroten, glimmerführenden Mergelkalken im Liegenden und Hangenden begleitet werden.

Das Auftreten der Radiolarite im Schwellenbereich, deren Altersgleichheit mit den im Becken sedimentierten angenommen werden kann (Fossilfunde), beweist erneut, daß die Radiolarite hier sicher Flachseesedimente sind, abgesehen vom Überwiegen der Sphaerellarien, die flacheres Wasser beweisen sollen (GRUNAU, 1947, S. 20). Auffallend jedoch ist, daß die Radiolarite in der „Übergangsfazies“ oft fehlen, oder zumindest lückenhaft ausgebildet sind.

Im Hangenden der Radiolarite kommen die auch schon an anderer Stelle beobachteten (vgl. HUCKRIEDE, 1956, S. 80) Rostknollenmergelkalke vor, die unter Zunahme des Spatgehaltes schließlich in einige Meter hellgraue Spatkalke überleiten (Kreide). Bestimmbare Fossilien weisen die fast nur aus Crinoidenspat bestehenden Schichten leider nicht auf. Auffallend gegen die Auflagerung der Kreideschiefer zu ist das oft massenhafte Auftreten textulariider Foraminiferen (? Bigenerina).

Diese Abfolge leitet über zu Profil 10, das sogleich durch seine große Mächtigkeit gegenüber Profil 9 auffällt. Die auf die Fleckenmergel folgenden kalkigen Schwellsedimente schließen in ihrer Mächtigkeit an die des Profils 6 von der Trittalm an. Rote, in die Fleckenmergel eingelagerte Mergel oder Mergelkalke leiten zu einer 2 m mächtigen Kalkbank mit endostratischen Geröllen und vereinzelten unbestimmbaren Ammoniten über. Als erster, mit Profil 6 parallelierbarer Bereich tritt die „Ziegelrot-Serie“ auf, die auch hier ein

Hildoceras cf. bifrons (BRÜGIERE) Lias ϵ_8

lieferte, so daß für diesen Bereich mit Sicherheit Oberlias-Alter angenommen werden kann.

Direkt über der „Ziegelrot-Serie“ setzt der Radiolarit ein, der hier immerhin eine Mächtigkeit von über 5 m erreicht. Über dem Radiolarit folgen grob gebankte, hellgraugüne Mergelkalke mit endostratischen Konglomerathorizonten, die dann von den recht mächtig ausgebildeten Kreidespatkalken überlagert

werden. Von diesen zu den Kreideschiefern vermitteln einige, dunkle, zum Hangenden dünner werdende Kalkbänke.

Ein ähnliches, wenn auch im tieferen Lias „komprimierteres“ Profil zeigt die Juraserie von Furmesgump (Profil 11). Die Fleckenmergel werden hier bereits wieder durch rote, dm-bankige Kalke mit Hornsteinlinsen vertreten, die sich ohne scharfe Grenze aus dem roten Unterlias-Kalk entwickeln. Darüber folgt, hier besonders mächtig ausgebildet, die „Ziegelrot-Serie“, durch wechselnd rote und grüne, knauerige, dm-bankige Kalke (wohl Dogger) von dem ebenfalls mächtigen, nur roten Radiolarit (7 m) getrennt. Im Gegensatz zu Profil 6 und 10 zeigt sich hier eine erheblich mächtigere Ausbildung des mittleren und oberen Jura, sozusagen auf Kosten der tieferen Partien und des Kreidespatkalkes.

Bei Furmesgump (Profil 11) ist das östlichste aufgeschlossene Vorkommen von Schwellensedimenten im N der Krabachmasse erreicht. In ihrem S jedoch zieht vorwiegend geringmächtig ausgebildeter Jura nach E weiter (vgl. Fazieskarte).

Vom Profil 6 an der Trittmalm nach S ist zunächst eine Zunahme der Fleckenmergelmächtigkeit im Unterteil dieser Serie zu beobachten. Ihre größte Mächtigkeit erreichen diese im Bereich des Trittkopfes (W Valluga) mit etwa 80 m, über denen sich dann der Schwelleneinfluß wieder durchsetzt. Diese Fleckenmergel entwickeln sich entweder über roten Unterliaskalk oder direkt aus dem Oberrhätkalk. Im zweiten Fall wird der Oberrhätkalk, der in seinen höheren Partien durchaus bereits Lias enthalten kann (siehe HÜCKRIEDE, 1956, S. 53 f.), zum Hangenden zunehmend kieselig; immer dichter aufeinander folgende dm-bankige Hornsteinlagen stellen sich mit einer gleichzeitig zunehmenden Verschmutzung ein. Dabei kann es vorkommen, daß die Fazies des Oberrhätkalks zeitweilig wieder die Vorherrschaft gewinnt, wodurch seitlich auskeilende, kompakte Kalkvorkommen in die sehr hornsteinreichen Fleckenmergel eingreifen (Abb. 2). Zum Hangenden zu tritt die Hornsteinführung mehr und mehr zurück, um erst dicht unter den Schwellensedimenten erneut zuzunehmen.

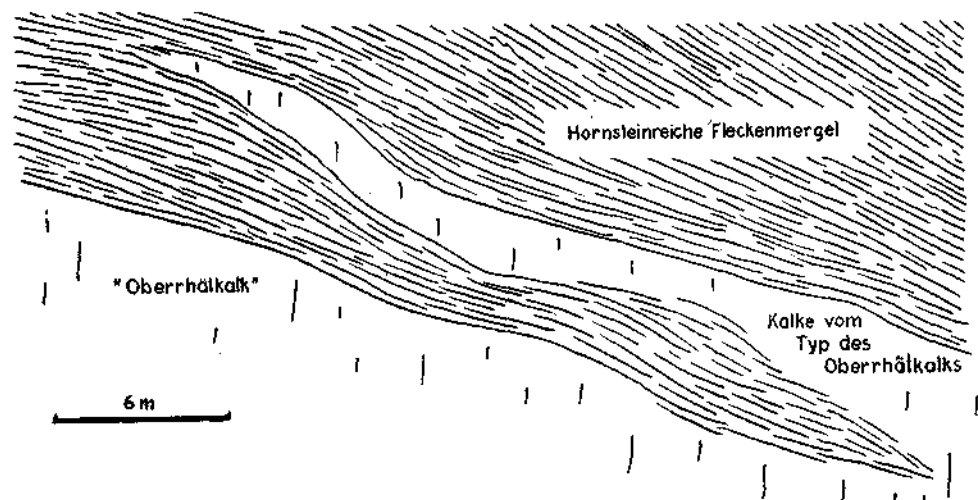


Abb. 2. Leicht schematisiertes Ansichtprofil der Verzahnung zwischen Kalken vom Typ des Oberrhätkalks und hornsteinreichen Fleckenmergeln. Pazieltal, NW Trittkopf bei H 2400 m,

Ein gutes Bild dieser Abfolge liefern Profil 12 und Abb. 3 von S des Pazieljochs. Es zeigt sich hier, daß die Fleckenmergelfazies wohl durch den ganzen Lias (höchstwahrscheinlich auch noch Dogger) anhielt. Die Vertretung der „Ziegelrot-Serie“ könnte in einem bis 3 m mächtigen seitlich schnell auskeilenden, dunkelroten, plattigen Mergelpaket zu vermuten sein, das hier etwa 10 m unter der Hangendgrenze der Fleckenmergel eingelagert ist. Leider sind die häufigen Ammoniten unbestimmbar. In die höchsten Partien der nun wieder hornsteinreichen Fleckenmergel schalten sich mehr und mehr violettrote Mergelbänder ein. Es folgt hierüber eine ziegelrote Zone plattiger Spatkalke, in die ebenfalls ziegelrote Radiolaritpaketchen eingelagert sind. Noch weiter nach E verkalkt der Radiolarit vollständig. — Im Pazieltal fanden sich in etwa diesem Niveau einige Rhyncholithen. Die Bestimmung durch Herrn Prof. W. QUENSTEDT ergab folgende Formen:

Leptocheilus sp. Kimmeridge
Gonatocheilus sp. Kimmeridge
Hadrocheilus sp.
 mehrere unbestimmbare.

Über dem Radiolarit folgt eine recht mächtige Serie bunter Kalke und Spatkalke, die dann mit stark entwickelten Kreidespatkalcken abschließt.

Entlang der südlichen Randkette der Kalkalpen (Valluga-Weißschrofenspitze) nach E nimmt die Mächtigkeit des Jura immer mehr ab. An der Valluga verschwinden zunächst die Fleckenmergel. Zwischen Weißschrofenspitze und der Leutkircher Hütte wurden dann nur noch massige Kalke (HUCKRIEDE, 1956,

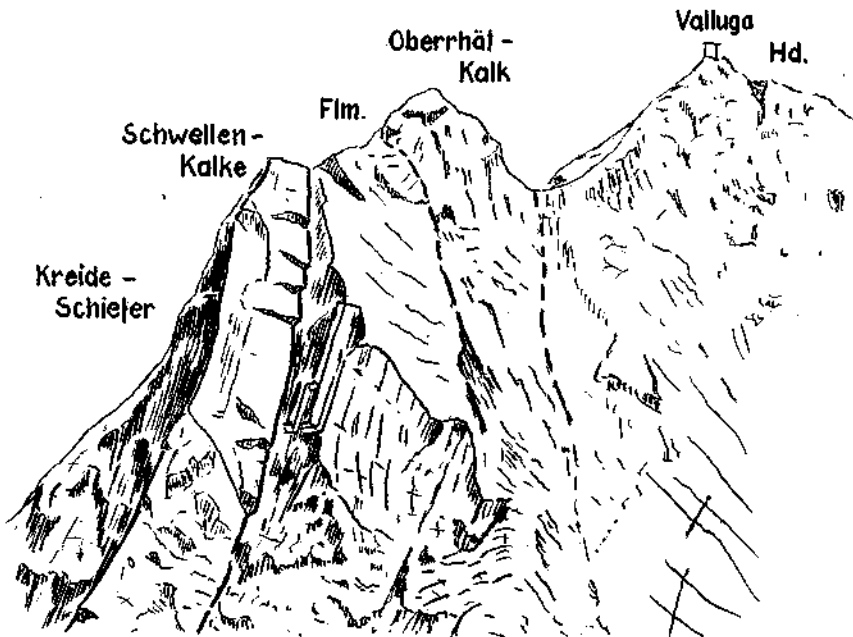


Abb. 3. Blick von W auf die Pazielspitze (Oberrhätkalk) NW' der Valluga. Die steilstehende Serie zeigt von S nach N folgende Abfolge: Oberrhätkalk, Fleckenmergel (Flm.), Schwellenkalke des Oberjura und der Unterkreide, Kreideschiefer.

S. 78) abgelagert, die von der oberen Trias bis in die untere Kreide reichen; Trias, Jura und Kreide sind hier lithofaziell nicht mehr zu unterscheiden (vgl. Fazieskarte).

In diesem Bereich fand HUCKRIEDE einen großen, zerfallenen Brocken aus Chlorit-Serizit-Phyllit, der seiner Meinung nach vielleicht durch Treibholz hierher gelangt sein könnte (HUCKRIEDE, 1956, S. 89). Auch von uns konnten an mehreren Stellen Kristallineinschlüsse gefunden werden.

Erst im E der Leutkircher Hütte beginnen sich am Murmental (Profil 13) die Verhältnisse wieder zu normalisieren (HUCKRIEDE, 1956, S. 88 f.); von hier stammen auch Angaben, die in Profil 13 verwandt wurden. Noch weiter E stellen sich im unteren Teil der Serie auch wieder Fleckenmergel ein, der Jura wird wieder mächtiger. In den höheren Partien ist aber der Schwelleneinfluß weiterhin deutlich zu verfolgen.

4. Paläogeographische und tektonische Folgerungen

Es zeigt sich, daß die Schwellensedimente auf ein deutliches präjurassisches Relief abgelagert wurden. Es handelt sich um eine Reihe NW—SE und E—W streichender Aufsattelungen, die in den vorher beschriebenen Profilen bereits deutlich werden, die aber noch einmal von W nach E genannt werden sollen (Profilnummern und Abkürzungen beziehen sich auf die Fazieskarte).

AMPFERER beschreibt einen „Inntaldeckenrest“ an der Ravensburger Hütte (AMPFERER, 1932, S. 110), weil ihm die hier anstehenden Gesteine ortsfremd erschienen. An derselben Stelle und am Südhang des Schafberges glaubte KRAUS (1949, S. 39) das Vorhandensein mehrerer Schubretter annehmen zu müssen. Wie wir aber aus der Beschreibung der Jura-Unterkreide-Vorkommen zwischen Spullersee und Stierloch (Stl.) (S. 185) sehen können, transgrediert hier der weitgehend ungestörte Jura über präjurassisch angelegte Verbiegungen und Aufsattelungen am Stierloch über Obornor! Auch die Kreide legt sich mit mehr oder weniger deutlich ausgeprägtem Transgressionshorizont auf den Jura. Beide Transgressionshorizonte übereinander gestalten das Bild für den kartierenden Geologen unübersichtlich und veranlaßten vermutlich die früheren Bearbeiter dieser Gegend zu ihrer tektonischen Auffassung.

Wohl die bedeutendste dieser präjurassischen Aufsattelungen ist die Trias der Wildgrubenspitz-Roggalspitz-Masse, ein Tatbestand, den schon AMPFERER (1930, S. 110) vermutete. Über aufgesattelte und teilweise abgetragene Triasschichtglieder (Obornor, Kössener Schichten und Oberrhätkalk) transgredieren hornsteinreiche Fleckenmergel (Profil 2) und „infizieren“ mit ihren Hornsteinen die Oberfläche der Triasgesteine (siehe oben, S. 185).

Nach E. KRAUS, 1949, wird die ganze Wildgrubenspitz-Roggalspitz-Trias bis zum Spullersalpkopf (Spa) in ihrem Süden gegen die Spullersalpe (S. A.) von geringmächtigem Jura begleitet. Während um die Wildgrubenspitzen noch die von AMPFERER (1932) besonders ausgeschiedenen „hornsteinreichen Fleckenmergel“ die Vorherrschaft haben, liegen zwischen Roggalspitz und Spullersalpkopf ähnliche Verhältnisse vor, wie sie an der Ravensburger Hütte (siehe oben, S. 185) und bei Zürs gefunden werden (KRAUS).

E vom Spullersgümpel (Profil 2) kommt man mit Erreichen sowohl größerer Fleckenmergelmächtigkeiten als auch mergeliger, weniger hornsteinreicher Ausbildung der Fleckenmergel offenbar in eine präjurassische Einmündung und in ein jurassisches Becken. In ihrem Kern liegt die Mahdlochspitze (Abb. 4).

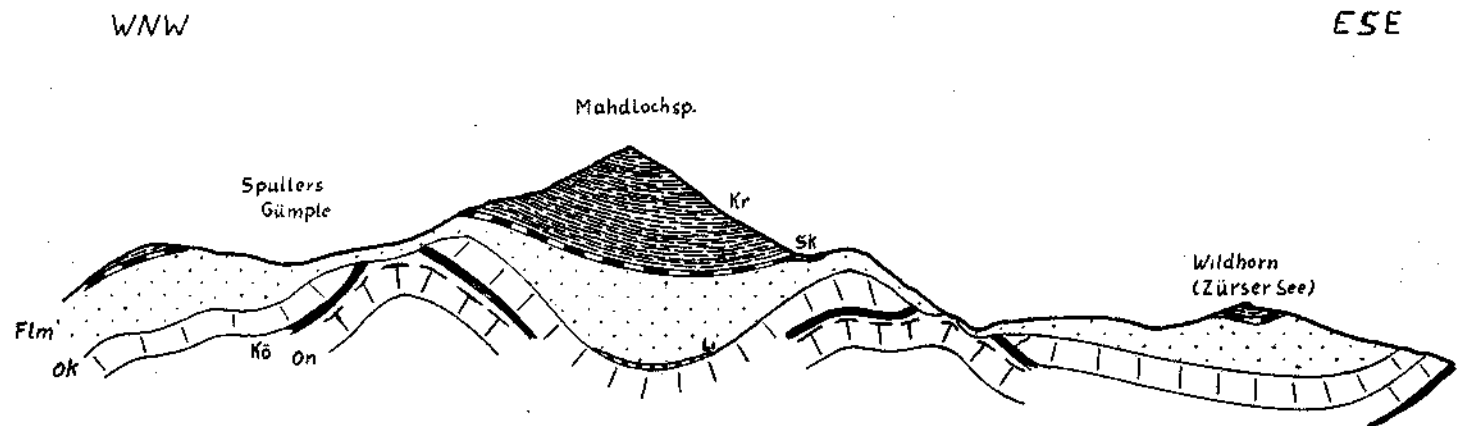


Abb. 4. Schematisiertes Profil durch präjurassisch angelegte Sättel zwischen Spullersgümpel und Zürser See; ON = Oberrhätkalke; Kö = Kösener Schichten; OK = Oberrhätkalk; LI = roter Unterlias-Kalk; Flm = Fleckenmergel; SK = Schwellenkalke; Kr = Kreideschiefer.

Schon zwischen Mahdlochspitze und dem Zürser See folgt die nächste Aufsattelung und Untiefe, die von der Lecher Mittagsspitze W des Omeshorn bis gegen die Hasenfluh streicht. Die Hasenfluh selbst stellt zwar heute eine eigene tektonische Struktur (vgl. STENGEL-RUTKOWSKI, 1958) dar; mit ihrer bis auf den Hauptdolomit hinabgreifenden Juratransgression auf dem Plateau gehört sie aber im paläographischen Sinn durchaus hierher. Profil 3 gibt die Verhältnisse im Bereich dieser alten Aufsattelung wieder, die ebenfalls AMPFERER bereits 1932 hervorhebt. Abb. 4 verdeutlicht stark schematisiert das präjurassische Relief zwischen dem alten Sattel der Wildgrubenspitze-Roggalspitze-Trias und diesem zweiten Sattelgebilde.

Am Zürser See ist mit der größeren Mächtigkeit des Jura (Profil 4) wohl wieder eine Senke zu suchen, während sich NE Zürs eine neue Sattelzone abzeichnen beginnt. Je nachdem, ob noch Jura in geringen Mächtigkeiten in normaler Abfolge auftritt (am Rüfikopf mehrere Vorkommen, z. B. Profil 8), oder ob eine deutliche Transgression mit Aufarbeitungshorizont über ältere Schichtglieder hinweg vorliegt (z. B. S. der Wösterspitze, Profil 9), darf man hier an kleine, präjurassische Einmündungen oder Aufsattelungen denken.

Vom Pazieltal nach S kommen wir mit zunehmender Fleckenmergelmächtigkeit gegen den Trittkopf (Tr.) wiederum in einen Bereich stärkerer jurassischer Senkung (Profil 12). Vom Trittkopf nach E weisen mehr und mehr „komprimierte Serien auf eine erneute Verflachung des Ablagerungsraumes hin. Noch weiter nach E, im Bereich der Leutkircher Hütte, finden wir wieder ein Gebiet sehr geringer Absenkung während des gesamten Jura und der Unterkreide, an das wieder „normalere“ Schichtfolgen anknüpfen (vgl. HUCKRIEDE, 1956, S. 78).

Aber auch während des Jura fanden allenthalben Bewegungen statt. Es zeigte sich, daß gerade im Bereich der präjurassischen Sättel die am stärksten komprimierten oder unvollständigsten Jura-Serien abgelagert wurden (z. B. Profil 3, 7, 9), während in den Mulden allein schon Lias α bis β_3 erhebliche Mächtigkeiten erreichen kann (siehe oben, S. 186, Profil 4).

Im Streichen der sich E Zürs abzeichnenden alten Sattelzone (Richtung des Flexenpasses) liegt die Mohnenfluhbreccie (siehe oben, S. 183), die vielleicht als letzter Ausläufer dieser Sattelzone im oberen Jura mit der eigentlichen Schwelle in Verbindung gebracht werden könnte.

Bei einem Vergleich der Mächtigkeiten gleichalter Serien in verschiedenen Profilen fällt auf, daß es sich hier meist nicht um gleichmäßig komprimierte Abfolgen handelt, sondern daß bald dieser, bald jener Abschnitt mächtiger ausgebildet ist. Während z. B. die „Ziegelrot-Serie“ und der Oberjura bei Furmesgump (Profil 11) mächtig ausgebildet sind, treten Unterlias und Kreide hier stark zurück. Im Profil am Zürser See dagegen (Profil 4) finden wir z. B. mächtig ausgebildeten Lias von nur wenigen Meter Oberjura überlagert. Auch unter den durchweg „vollständigen“ Profilen (Profil 6, 10, 11, 12) kann man ähnliche Vergleiche ziehen. Daraus ergibt sich, daß während des gesamten Jura und auch noch während der Unterkreide im Sedimentationsbereich der Schwelle „schaukelartige“ Bewegungen stattgefunden haben müssen.

Die Kreideschiefer benutzen im Schwellenbereich ebenfalls die vorgezeichneten Strukturen. Während sie an der Ravenburger Hütte transgressiv lagern (auf Aptychenspatkalk oder normalen Kreideaptychenkalken, am Spullersgümpel und S davon sogar häufig auf hornsteinreichen Fleckenmergeln), folgen sie in den präjurassisch vorgezeichneten Mulden (Mahdlochspitze, N Krabachspitze — Profil 10) konkordant auf normaler Schichtfolge. E des Flexenpasses finden wir

die deutlichste Transgression der Kreideschiefer (bis auf Kössener Schichten und Obernorn hinab) S der Wösterspitze (Profil 9) und am Monzabon-Grat (siehe oben, S. 190). Im Bereich der südlichen Randkette der Kalkalpen (Valluga-Weißschrofenspitze) lassen sich zwischen den Kreideschiefern und ihrer Unterlage keine Diskordanzen beobachten. Interessant erscheint, daß hier (N Profil 12) Fließwülste in sandigen Kreideschiefern mit nach N bis NE gerichteter Gleitrichtung auftreten, die auf eine Absenkung des Sedimentationsraumes von S nach N hinweisen.

Offenbar wirkten die alt angelegten Richtungen auch noch während der alpidischen Hauptfaltung wieder formgebend, wie ermittelte Achsenrichtungen gezeigt haben.

Wie aus den Profilen 11, 10, 6, 12 ersichtlich ist, nimmt die Mächtigkeit der Jura-Unterkreide-Serie auf die Krabachmasse hin zu. Außerdem finden wir N Profil 12 einen deutlichen faziellen Übergang von der Schwelle im S zum Becken im N. Während in der Roggspitz-Südwand noch roter Unterliaskalk kräftig bis auf Hauptdolomit hinunter transgrediert, wie dies schon AMPFERER (1930 b, S. 25) erkannte, und der darauf folgende Jura in der schon erwähnten „Übergangsfazies“ ausgebildet ist, stehen auf der N-Seite der Roggspitz bereits Fleckenmergel, Radiolarit und Aptychenschichten in Beckenfazies an. Wir haben hier eine mit Fleckenmergeln und Aptychenschichten gefüllte „Bucht“ vor uns, die im NE, N, W und S von der Schwelle eingerahmt wird.

Man gewinnt folgenden Gesamteindruck:

Durch Untersuchungen von HUCKRIEDE (1956, und in HUCKRIEDE und JACOBSHAGEN, 1957) und JACOBSHAGEN (1957), sowie durch vorliegende Arbeit ist im Raum der Lechtaler und Allgäuer Alpen eine deutliche Beckenzone von einer S anschließenden Schwellenregion während Jura und Unterkreide zu unterscheiden. N der Beckenzone wurde, etwa vor dem Kalkalpennordrand gelegen, eine sich während Jura und Kreide bemerkbar machende Schwelle von KOCKEL (1923, S. 154 f.) als „Rumunischer Rücken“, von M. RICHTER (1923, S. 201) als „Ostalpine Geantiklinale“ bezeichnet. Die Beckenregion zeichnet sich in der Allgäuer Hauptmulde (Kreuzeck) durch nach S zunehmende große Mächtigkeiten aus (JACOBSHAGEN, 1957). Durch die Arbeiten von HUCKRIEDE (1956, 1958) und die hier angeführten Beobachtungen ergibt sich nun wieder eine Verflachung des Troges in südlicher Richtung auf den Kalkalpensüdrand hin.

Diese einfache paläogeographische Konzeption erweist sich aber im Gebiet des Flexenpasses als nicht ganz zutreffend. Hier sind, abgesehen von der oft kräftigen Rotfärbung und Glimmerführung, im Schwellenjura kaum terrigene Einflüsse zu bemerken (Fehlen von Quarzgrand). Außerdem weist das erneute Zunehmen der Fleckenmergelmächtigkeit nach S zu wieder auf eine Vertiefung des Ablagerungsraumes in dieser Richtung (Rohnspitz-Ro, Hasenfluh, Trittkopf-Tr.); man kann hier vielleicht an eine vom südlichen Festland durch eine Senke getrennte Barriere denken. — Mit dem Mittelalb allerdings scheint das Festland bereits in unmittelbare Nähe gerückt zu sein, worauf die dort häufigen grobklastischen Einschwemmungen schließen lassen.

Ein Schnitt durch das ehemalige Becken ist schlecht darzustellen, weil infolge der Auffaltung im Beckenbereich die ursprünglichen Dimensionen unbekannt oder nur schätzbar sind. Im hier dargestellten Schwellenbereich finden wir jedoch nur unbedeutende Faltung; der offenbar stabilere Schwellenkörper reagierte während der Auffaltung nur mit Bruch oder schwachen Verbiegungen, deshalb

geben auch die Profile durch die Schwellenregion ein verhältnismäßig unverfälschtes Bild der einstigen Ablagerungsbedingungen wieder.

Ein Vergleich der beigegebenen Fazieskarte (Beilage 1) mit den verschiedenen tektonischen Elementen, wie sie AMPFERER (1932) unterschied, die aber jetzt von KRAUS, 1949, M. RICHTER, 1954, HUCKRIEDE, 1956, und in HUCKRIEDE und JAKOBSHAGEN, 1957, STENGEL-RUTKOWSKI, 1958, KOCH, 1959, angezweifelt werden, zeigt, daß sich die paläogeographischen Einheiten ohne Rücksicht auf alte Deckengrenzen verfolgen lassen. Dazu kommt, daß sich diese Einheiten ohne Schwierigkeit harmonisch in das paläogeographische Bild einfügen. So bietet vorliegende Arbeit auch eine Stütze für die neue tektonische Auffassung. Es erscheint einleuchtend, daß im mobilen Bereich der Beckensedimente im Gegensatz zu dem stabileren Schwellenbereich eine kompliziertere Tektonik zu erwarten ist. Tatsächlich findet man im Bereich des tiefen kalkalpinen Juratrogés eher wilde Tektonik, „Pilzsättel“ und von mehreren Seiten zugeschobene Mulden (HUCKRIEDE und JAKOBSHAGEN, 1957), als im Schwellenbereich. Die stabilere Schwellenzone scheint dagegen harmloser gefaltet zu sein und außerdem als ein starres Widerlager gewirkt zu haben, wenn man z. B. die Krabachmasse betrachtet. Diese, nach neueren tektonischen Untersuchungen (KOCH, 1959) wohl als eine Art „autochthone Klippe“ im Sinne LOTZE'S (1934) aufzufassende Triasstruktur ist bezeichnenderweise gerade dort aufgestiegen, wo eine Bucht der normalen, mächtigen, mergeligen Jurafazies tief in den Schwellenbereich eingriff. Noch heute ist sie in ihrem Liegenden allseitig von zerwalztem Jura in Beckenfazies umgeben. Sie trägt sogar noch ein kleines Vorkommen normalen Juras (Fleckenmergel und ? Aptychenschichten) im NNE der Stuttgarter Hütte.

Natürlich braucht es noch eine große Anzahl von Untersuchungen, bis diese Ergebnisse auch für größere Bereiche als gesichert gelten können. Es wäre z. B. interessant, den beschriebenen paläogeographischen Raum nach E weiterzuverfolgen.

Zusammenfassung

Es werden die faziellen Verhältnisse in Jura und Unterkreide im Bereich zwischen Kaisertal und Formarinsee (westlich Lechtaler Alpen) untersucht. Vorhergegangenen Untersuchungen folgend, in deren Verlauf ein nördlicher Senkungsraum von einem südlich anschließenden Schwellengebiet unterschieden worden war, wird eine paläogeographische Karte für dieses Gebiet entworfen. Sie zeigt eine kräftige, an NW—SE und E—W streichende Zonen gebundene räumliche Untergliederung.

Durch glückliche Fossilfunde gelang es, die Sedimente der Schwellenzone nicht nur nach petrographischen Gesichtspunkten zu gliedern. In einer Reihe Profile wird nachgewiesen, daß die reduzierten Schwellensedimente eine meist vollständige Vertretung der aus dem Beckenraum bekannten Schichtglieder des Jura und der Unterkreide darstellen. Es konnte in diesem Bereich auch das Einsetzen der Kreideschiefer-Sedimentation faunistisch belegt werden.

Die Schwellensedimente fanden ein präjurassisch angelegtes Relief vor, was bis zur alpidischen Hauptfaltung in dieser Gegend nachgewirkt haben dürfte. Mögliche Beziehungen der Tektonik zur Paläogeographie werden erörtert.

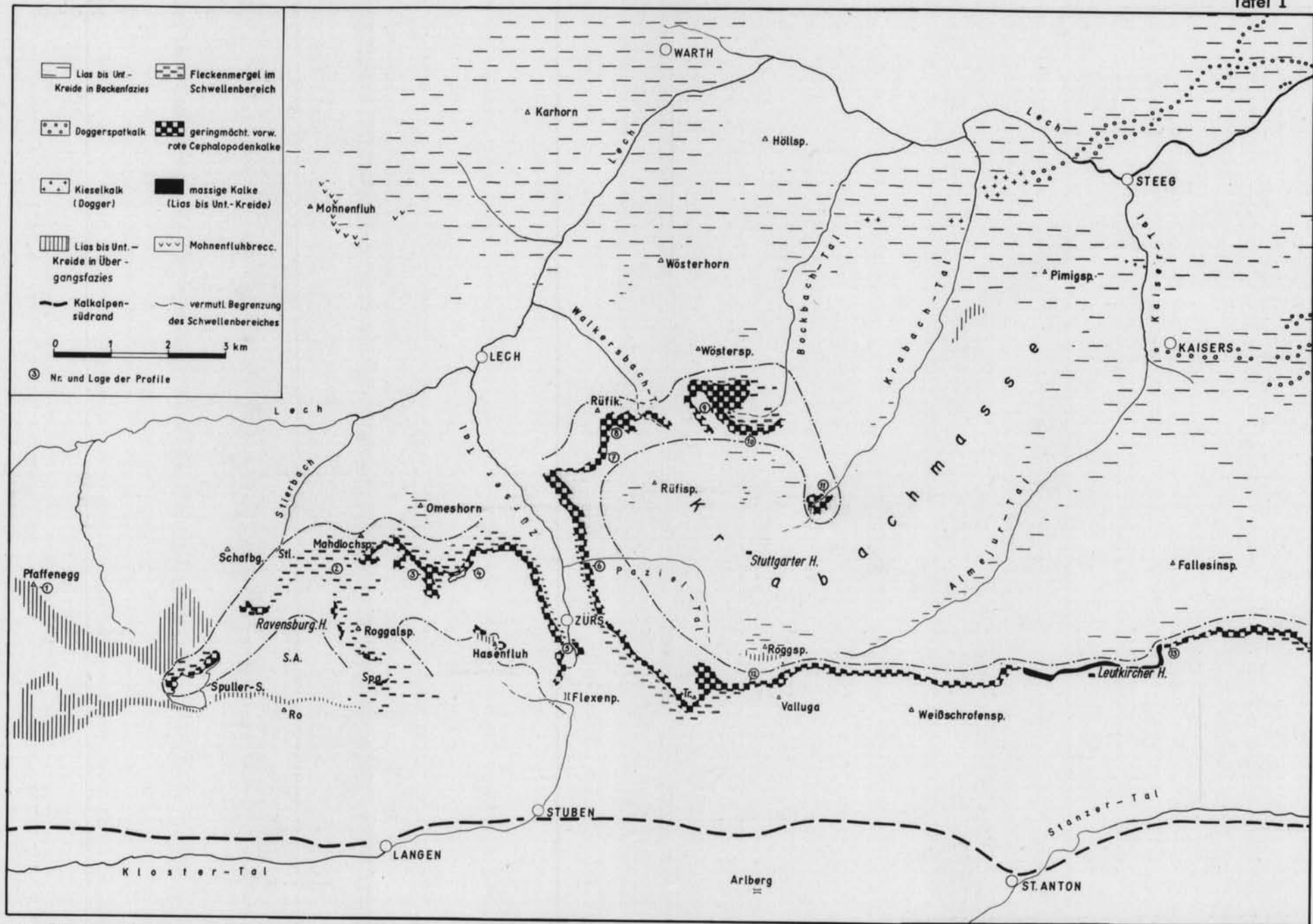
Literatur

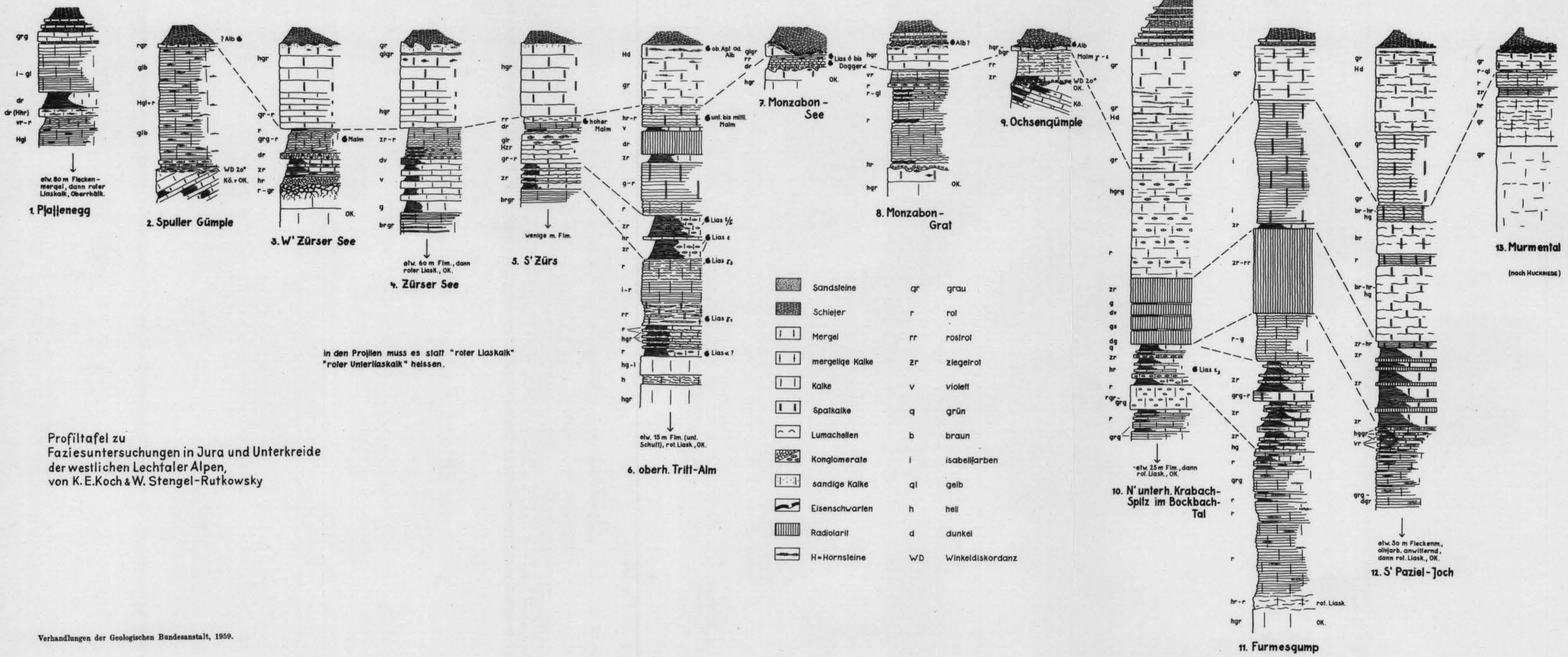
- AMPFERER, O.: Über den Bau der westlichen Lechtaler Alpen. — *Jahrb. Geol. B.-A.*, 64, S. 307—326, Wien 1914.
AMPFERER, O.: (Aus dem Nachlaß R. FORLIGNER'S) Über das Juraprofil von Zürs am Flexenpaß. — *Verh. Geol. B.-A.*, S. 40—42, Wien 1917.

- AMPFERER, O.: Beiträge zur Geologie des obersten Lechtals. — *Jahrb. Geol. B.-A.*, 80, S. 407—451, Wien 1930 a.
- AMPFERER, O.: *Aufnahmebericht... über den kalkalpinen Anteil des Blattes Stuben.* — *Verh. Geol. B.-A.*, S. 51—54, Wien 1930 b.
- AMPFERER, O.: Beiträge zur Geologie des obersten Lechtals und des großen Walsertales. — *Jahrb. Geol. B.-A.*, 81, S. 25—48, Wien 1931.
- AMPFERER, O.: *Geologische Karte der Lechtaler Alpen im Maßstab 1 : 25.000, Blatt „Klostertaler Alpen“ und Blatt „Arberggebiet“.* — *Geol. Bundesanst.*, Wien 1932.
- AMPFERER, O.: *Erläuterungen zu den geologischen Karten der Lechtaler Alpen.* — *Geol. B.-A.*, Wien 1932.
- AMPFERER, O.: *Geologische Spezialkarte des Bundesstaates Österreich im Maßstab 1 : 75.000, Blatt „Stuben“.* *Geol. B.-A.*, Wien 1937.
- AMPFERER, O.: *Über die tektonische Selbständigkeit der Inntaldecke.* — *Ber. Reichsanst. Bodenforsch.* S. 57—73, Wien 1944.
- AMPFERER, O. und ASCHER, H.: *Über geologisch-technische Erfahrungen beim Bau des Spuller-seewerkes.* — *Jahrb. Geol. B.-A.*, 75, S. 365—422, Wien 1925.
- DOUVILLE, H.: *Les Orbitolines et leurs Enchaînements.* — *C. R. Séanc. Acad. Sci.*, 155, Paris 1912.
- GRUNAU, H.: *Geologie von Arosa (Graubünden) mit besonderer Berücksichtigung des Radiolarit-Problems.* — *Diss. Univ. Bern*, S. 1—109, Zürich 1947.
- HAAS, O.: *Über einen Cephalopodenfund im oberen Jura des Losers bei Altaussee.* — *Mitt. Geol. Ges.*, Wien 1908.
- HAMANN, P. J.: *Die Geologie des Hochvogelgebietes in den Allgäuer Alpen.* — *Ungedr. Diss.*, Marburg 1956.
- HANIEL, C. A. und RICHTER, M.: *Geologische Karte der Allgäuer und Lechtaler Alpen, westliche Hälfte, 1 : 25.000, München 1929.*
- HUCKRIEDE, R.: *Die Geologie der Umgebung von Kaisers (Lechtaler Alpen).* — *Ungedr. Diss.*, Marburg 1956.
- HUCKRIEDE, R.: *Die Kreideschiefer bei Kaisers und Holzgau in der Lechtaler Alpen (Apt—Unteres Cenoman).* — *Verh. Geol. B.-A.*, S. 71—86, Wien 1958 a.
- HUCKRIEDE, R.: *Das sogenannte Klesenzafenster in den Vorarlberger Kalkalpen.* — *Notizbl. Hess. Landesamt. Bodenforsch.*, 87, S. 221—238, Wiesbaden 1958 b.
- HUCKRIEDE, R. und JACOBSHAGEN, V.: *Ein Querschnitt durch die nördlichen Kalkalpen.* — *Z. Dtsch. Geol. Ges.*, 109, S. 373—388, Hannover 1957.
- JACOBSHAGEN, V.: *Geologie des Hornbachgebietes und der Allgäuer Hauptnufde südöstlich Oberstdorf.* — *Ungedr. Diss.*, Marburg 1957.
- JACOBSHAGEN, V.: *Zur Stratigraphie und Paläogeographie der Jura—Fleckenmergel im südöstlichen Allgäu.* — *Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch.*, 87, S. 208—226, Wiesbaden 1958.
- KOCH, K. E.: *Die Geologie des Gebirges östlich von Zürs.* *Ungedr. Diss.*, Marburg 1959.
- KOCKEL, C. W.: *Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit.* — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 15, S. 63—168, Wien 1922.
- KRAUS, E.: *Die Entstehung der Inntaldecke.* — *N. Jb. Mineral. usw., Abh. Abt. B*, 90, S. 31—95, Stuttgart 1949.
- LOTZE, FR.: *Über „autochthone Klippen“ mit Beispielen aus den westlichen Pyrenäen.* — *Nachr. Ges. wiss. Göttingen, N. F.*, Nr. 1, S. 1—10, Berlin 1934.
- MYLIUS, H.: *Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen (1. Teil, Beobachtungen zwischen Oberstdorf und Maienfeld)*, 153 S., München 1912.
- POKORNY, V.: *Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie (1. Band)*, Berlin 1958.
- REISER, K., *Geologie der Hindelanger und Pfrontener Berge.* — *Geogn. Jb.* 33, München 1920.
- RICHTER, M., *Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech.* — Berlin 1924.
- RICHTER, M.: *Über den Bau der Vorarlberger Alpen zwischen oberem Lech, Flexenpaß und Ill.* — *Geotekt. Sympos. (STILLE-Festschrift)*, S. 190—204, Stuttgart 1956.
- RICHTER, M. und SCHÖNENBERG, R.: *Über den Bau der Lechtaler Alpen.* — *Z. Dtsch. Geol. Ges.* 105, S. 57—79, Hannover 1954.
- V. RICHTHOFEN, F.: *Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol.* — *Jb. k. k. Geol. Reichsanst.* 10, S. 72—137, Wien 1859; und 12, S. 87—206, Wien 1861.
- SIGAL, J.: *Aperçu stratigraphique sur la Micropaléontologie du Crétacé.* — *IXX Congr. Géol. int. Monogr. régionales*, 1. Serie Algérie, 26, Algier 1952.
- SILVESTRI, A.: *Die alcune Orbitoline della Grecia.* — *Memoire della Pont. Accademia della Scienze.* — *I Nuovi Lincei. Serie 2*, 14, S. 223—226, Rom 1930.

FAZIES DES JURA UND DER UNTERKREIDE IM FLEXENPASSGEBIET.

Tafel I





- SILVESTRI, A.: Foraminiferi del Cretaceo della Somalia. — *Paleontographica Italica* 32, S. 143—204, Siena 1932.
- SPENGLER, E.: Die Gebirgsgruppe des Plassen und des Hallstätter Salzberges. *Jb. Geol. Reichsanst.* 68, 1918, Wien 1919.
- STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Zur Geologie der Hasenfluh bei Zürs am Arlberg (Lechtaler Alpen). — *Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch.* 87, S. 192—201, Wiesbaden 1958.
- TRAUTH, FR.: Aptychenstudien (VI—VII). — *Ann. nat.-hist. Mus. Wien*, 45, S. 17—136, Wien 1931.
- TRAUTH, FR.: Die Lamellaptychi des Oberjura und der Unterkreide. — *Palaeontographica*, 88, A, S. 115—229, Stuttgart 1938.
- TRAUTH, FR.: Die fazielle Ausbildung und Gliederung des Oberjura in den nördlichen Ostalpen. — *Verh. Geol. B.-A.* 1948, S. 145—218, Wien 1950.
- TRUSHEIM, F.: Die Mittenwalder Karwendelmulde. — *Wissenschaftl. Veröffentl. Dtsch. u. Österr. Alpenvereines* 7, S. 1—69, Innsbruck 1930.
- WÄHNER, FR.: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal (1. und 2. Teil). — Leipzig (Deuticke) 1935.

Das Flyschfenster von Windischgarsten innerhalb der Kalkalpen Oberösterreichs

Vorläufige Mitteilung

VON S. PREY, A. RUTTNER und G. WOLETZ

Mit Tafel III und 1 Textabbildung

Daß unmittelbar nordöstlich von Windischgarsten, im Gebiet des Wuhrbauerkogels, echte Flyschgesteine als Fenster mitten in den nördlichen Kalkalpen erscheinen, hat erstmalig R. BRINKMANN (1936) erkannt und begründet. Es handelt sich um Schichten, die von G. GEYER (1910) und von O. AMPFERER (1926) in Schriften, sowie auch in den von den genannten Autoren aufgenommenen geologischen Spezialkarten Blatt Liezen und Admont—Hieflau als Gosauschichten aufgefaßt worden waren. Eine große Flyschähnlichkeit dieser Schichten war ihnen jedoch aufgefallen. BRINKMANN sah allerdings im Flysch nur Unterkreide, nämlich Tristelschichten und Gault. Seine Karte enthält in der Umgebung des Fensters manche Einzelheiten, die durch unsere Aufnahme bestätigt wurden. M. RICHTER und G. MÜLLER-DEILE (1940) sprechen sich ebenfalls für das Fenster aus.

Allerdings wurde die Flyschnatur dieser Gesteine auch oft bestritten. So betrachtete z. B. O. KÜHN (1938) unsere Flyschgesteine als kalkalpine Schrambach- und Roßfeldschichten und E. KRAUS (1944) spricht von „flyschartiger Unterkreide“ der liegenden Höllengebirgsdecke.

Gelegentlich einer kurzen Exkursion nach Windischgarsten im Jahre 1950 konnte S. PREY (1950/51) das Vorhandensein von Gaultflysch, aber auch von Zementmergelerde, also echtem Oberkreidelflysch, nachweisen. Diese Diagnose wurde bestätigt durch den Nachweis von zweikieligen *Globotruncanen*, begleitet von *Globigerina infracretacea* und *Gümbelinen*, in feinkörnigen Kalksandsteinen, die in grauen Flyschmergeln mit Fucoiden und Helminthoideen liegen und die bisher als Unterkreide gegolten haben.

Einen weiteren Schritt tat dann G. WOLETZ (1955). Sie sprach auf Grund von Schwermineraluntersuchungen die Unterscheidbarkeit von Flysch und Gosau am Beispiel von Windischgarsten aus. Nunmehr beginnt sich die Erkenntnis des Fensters weiter zu festigen und langsam durchzusetzen (z. B. E. SPENGLER, 1959).

Da eine wirklich genaue Untersuchung und Aufnahme des Flyschfensters von Windischgarsten bisher fehlte, wurde die Neubearbeitung im Jahre 1958 in Angriff genommen als eine Gemeinschaftsarbeit, in der die Erfahrungen S. PREYS