

Abhandlungen
der Geologischen Landesuntersuchung
am Bayerischen Oberbergamt
H e f t 8

Der
bayerisch-österreichische Flysch

Von
Ernst Kraus, Riga

Mit 16 Figuren auf 3 Tafeln

Herausgegeben vom Bayerischen Oberbergamt
M ü n c h e n 1932

Der bayerisch-österreichische Flysch

Von

Ernst Kraus, Riga

Mit 16 Figuren auf 3 Tafeln

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	4—5
A. Der Bauplan des Allgäu-Voralberger Flysches	5—23
I. Die Gliederung des Flysches	5—9
1. Die helvetische Entwicklung	6
2. Die Feuerstätter Fazies	6—7
3. Die Sigiswanger Fazies	7
4. Die Oberstdorfer Fazies	7—8
5. Die oberostalpine Kreide (Cenoman—Gosau).	8—9
II. Der Bauplan des westlichen Flysches	9—23
1. Die einzelnen Stockwerke des Gebäudes	9—16
Helvetischer Unterbau	9—10
Das Sigiswanger Stockwerk	10—12
Das Feuerstätter Stockwerk	12—15
Das Oberstdorfer Stockwerk	15—16
Das Fenster von Nüziders	16
2. Die regionale Verteilung der Baueinheiten	16—23
Faltungstiefgang und Achsenhöhen	16—18
Der Grünten-Sektor und der Allgäu-Vorstöß der Kalkalpen	18—21
Die Wildflysch-Decke	21—23
B. Der Bauplan des oberbayerisch-österreichischen Flysches	24—73
I. Die Lech-Delle und ihr Rahmen	24—29
Der Edels-Berg	24—26
Der Flysch der Lech-Delle	26—27
Der Flysch am Ostrand der Lech-Delle	27—29
II. Der Ammergauer Flysch	29—38
1. Halbammer-Tal und Scherenauer Laine	29—32
Der Wetzstein-Zug	32
2. Die Aufacker-Hörnle-Gruppe	32—38
III. Der Schlierseer Flysch	38—47
1. Der Hof-Graben W. vom Schlier-See	41—42
2. Der Flysch im O. des Schlier-Sees	42—46
3. Der Flysch bei Elbach (Leitzach-Tal)	46—47
Zusammenfassung	47
IV. Der Salzburger Flysch	47—64
1. Der Sulz-Berg	49—50
2. Der Teisen-Berg	50—51
3. Das Höglberg-Massiv	51
4. Teisendorf-Achthal	51—54
5. Der Muntigl-Flysch N. von Salzburg	55—60

	Seite
Seine Umgebung	55—56
Der Heu-Berg	56
Der Muntigl-Flysch selbst	56—58
Ofterschwanger Mergel	58—59
Hauptsandstein	59—60
6. Der Südkontakt bei Gmunden am nördlichen Traun-	
See	60—63
Zusammenfassung	63—64
V. Der Flysch des Wiener Waldes	64—73
Übersicht	64—65
Flysch von Ybbsitz	65—66
Wiener Wald	66—71
Zusammenfassung	71—73
Gesamt-Überblick	73—77
Tafelerklärung	78—80
Schriftquellen	81—82

Einleitung.

Nach vieljährigen Bemühungen ist es heute möglich, den bayerisch-österreichischen Flysch, der zum verwickeltesten der bisher in den Alpen noch ungegliederten Schichtpakete gehört, in einem Hauptbezirk zu gliedern und nach seinem Bauplan zu überschauen. Ohne auf die vielfach so widerspruchsvolle Literatur einzugehen, seien hier zunächst in Kürze Gliederung und Bau des Flysches im Allgäu und in Vorarlberg geschildert. Die Mitteilung der Einzelbeobachtungen an anderer Stelle ging bereits voraus (vgl. KRAUS, 1932).¹⁾ Die Ungunst der Zeit verhinderte leider das schnelle Erscheinen dieser Arbeit, so daß der Ende 1926 vorläufig skizzierte Kenntnisstand (Geol. Rundschau 18, 1926, 189, 263) durch einige Jahre nicht fortentwickelt werden konnte. Durch Zeichnungen bzw. skizzenhaft erfolgte dies aber in „Über Flysch und Molasse des Allgäu“, Geol. Rundschau 20, 146—158, 1929; „*Calpionella alpina*“ LORENZ als „Leitfossil“ Acta univers. latv. Math.-nat. Fak. Serie I, 4, S. 69—80, Riga 1929; „Neues über die bayerischen Alpen“, Mittlg. d. Geol. Ges., Wien, 22, S. 133—147, Wien 1930; „Blatt Fischen der Geol. Karte von Bayern 1:25000 mit Erläuterungen 1930“. Blatt Oberstdorf 1:100000 geol. konnte leider noch nicht erscheinen. Blatt Oberstdorf 1:25000 mit Erläuterungen wird vom Bayer. Oberbergamt im Winter 1932/33 herausgegeben werden.

Gleichzeitig kann jetzt auch schon der Flysch im Osten des Iller-Tales nach seinen Grundzügen untersucht werden. Denn es ist nun die REIS'sche Bearbeitung des Blattes Hindelang erschienen. O. M. REIS hatte in der Hauptsache auf die Auswertung der bisherigen Ergebnisse in Nachbargebieten verzichtet und versucht, aus seinem Gebiet allein zu schließen.

¹⁾ Vgl. das Schriftenverzeichnis am Schlusse der Abhandlung.

Daher aber war es ihm nicht möglich, die Bedeutung der einzelnen Flysch-Glieder und deren Bauplan zu erkennen, welcher, wie sich nunmehr herausstellt, der Bauplan des gesamten südbayerischen Flysches ist.

Wer den Flysch verstehen will, der muß zu einer sorgfältigen Untersuchung zahlreicher Einzelgebiete auch die regionale Betrachtung fügen. Darum werden auch wir, nach Darlegung der Grundzüge im Westen²⁾ schrittweise östlich durch Südbayern, Ober- und Niederösterreich vordringend, untersuchen müssen, welche Merkmale des Westens sich im Osten wiederfinden, welche neu hinzukommen und was sich aus alledem für die Palaeogeographie und Gebirgsgeschichte entnehmen läßt.

A. Der Bauplan des Allgäu-Vorarlberger Flysches.

I. Die Gliederung des Flysches.

Unter dem uniformen Mantel der Flysch-Fazies verbirgt sich eine Anzahl gut unterscheidbarer Teilfazies. Entsprechend den hier nicht zu erörternden Bildungsbedingungen weichen diese Ausbildungen in so wesentlichen Punkten voneinander ab, daß sie in den Aufschlüssen gut abgetrennt werden können. Im großen aber gehen sie sowohl in der Profil-Horizontalen, also regional, wie auch in der Profil-Vertikalen, also zeitlich, ineinander über. Die Möglichkeit der Faziestrennung erlaubt es den Flysch zu gliedern. Die Tatsache der Fazies-Zusammenhänge im großen aber erbringt paläogeographisches und historisches Verständnis.

Es gibt — und dies erscheint besonders wesentlich — keine Sonderstellung der Flysch-Pakete gegenüber dem helvetischen Faziesbezirk, der im N., und dem oberostalpinen (kalkalpinen) Faziesraum, der im S. anschließt.

Erst die Erkenntnis, daß, wie die Funde des Verfassers bewiesen, fast der gesamte Allgäu-Vorarlberg-Flysch zur Kreide gehört, erlaubte natürlich eine Anknüpfung an die helvetische Kreide im N. und die oberostalpine Kreide im S. Solange man den Flysch (im unverständlichen Gegensatz zum Karpathen-Flysch) überwiegend ins Tertiär stellte, solange man sich über die Bedeutung der pelagischen Kalke und Radiolarite im Feuerstätter Berggebiet bei Balderschwang, über die Exotika am Bolgen und über die verschiedenen Diabas-Vorkommen Vorstellungen machte, die bei aller scheinbarer Harmonie mit der Schweiz dennoch den Geländebeobachtungen widersprachen, konnte der Gedanke an jene Zusammenhänge überhaupt nicht aufkommen. Solange war es auch nicht möglich, exakte Karten und Profile von unserem Flysch zu zeichnen.

²⁾ Vgl. „Über den Schweizer Flysch“. *Eclogae Geol. Helv.* 25, 1932, Heft 1.

Die wichtigsten Faziesveränderungen beobachten wir quer zum allgemeinen Alpenstreichen, also in der Richtung von NNW. gegen SSO. Es lassen sich von N. her folgende Haupteinheiten unterscheiden:

1. die helvetische Kreide,
2. die ultrahelvetische Flysch-Kreide der Feuerstätter Wildflysch-Decke,
3. die ultrahelvetische Flysch-Kreide der Sigiswanger Decke,
4. die ultrahelvetische Flysch-Kreide der Oberstdorfer Decke,
- 5: die oberostalpine Flysch-Kreide von Neokom-Cenoman-Gosau.

1. Die helvetische Entwicklung

ist verhältnismäßig wohl bekannt. Noch nicht genügend berücksichtigt aber wurde, daß sie im Senon die Fazies der ultrahelvetischen Leimern-Mergel (Fleckenmergel) und der feinsandig-bituminösen, von Wildflysch-Gesteinen nicht abtrennbaren Wang- oder Breitach-Mergel annimmt (Schöllanger Burg, W. von Jauchen, Schwand-Alpe am Grünten u. a.). Schon in der Ost-Schweiz nimmt ja bekanntlich im südöstlichsten Faziesraum des Senons die Wang-Fazies mit gewissen Leimern-artigen Anklängen stark zu. Im Osten des Rheins liegt nur die Fortsetzung ins Ultrahelvetische hinüber. Mit ihr erscheinen auch schon echte Flysch-Gesteine und Fukoiden.

2. Die Feuerstätter Fazies

zeigt größte Verwandtschaft mit der helvetischen. Nur die ungewöhnlichen Lagerungsverhältnisse im Balderschwanger Klippengebiet (vgl. CORNELIUS, 1926) haben es längere Zeit verhindert, diese Verwandtschaft auf die anfängliche Nachbarschaft beider Faziesräume zurückzuführen. Dem glaukonitischen Brisi-Sandstein entspricht dem Gestein nach meist genau der Feuerstätter Sandstein, der nur (von nahen Inseln) öfters Gerölle einschließt. Dem pelagischen Seewen-Kalk, welcher bekanntlich im SO. mehrfach (im Profil am Sünser Joch in Vorarlberg, in Süd-Bayern) Radiolarite aufnimmt, entspricht der sog. Klippen- oder Aptychen-Kalk mit Radiolarit von Balderschwang, der Leimern-Kalk von Hindelang. Allein die reichliche Zwischenschaltung von Wildflysch-Gesteinen (Junghansen-Schichten, Bolgen-Konglomerat) ist es, die die Feuerstätter Fazies im ganzen von der helvetischen abtrennen läßt. Über beide Serien aber greift noch der eozäne Nummuliten-Kalk ungleichförmig über.

Solche große Faziesähnlichkeiten lassen sich leicht durch unvollkommene Inselkranz-Abtrennung der Ablagerungsgebiete erklären. Von den Inseln stammen die Exotika; ihre submarinen Steilböschungen sind die Heimat des Wildflyschs. Wiederholtes Übergreifen der endogenen Kräfte auch nördlich in das helvetische Großbecken erklärt, daß sich hier normale Überlagerung durch orogene Leimern- und Flysch-Fazies

einstellte. Danach wurden dann noch diese gleichen, jedoch auch teilweise weit ältere Gesteine dieser Fazies, durch Deckenschub unter wilden Verquetschungen der tonreichen Massen aus S. darübergewälzt.

3. Die Sigiswanger Fazies

zeigt schon ungleich geringere Verwandtschaft mit der helvetischen. Sie dürfte von der Feuerstätter Fazies in der Kreide durch eine recht solide Inselchwelle abgetrennt gewesen sein. Wir beobachten folgende Glieder:

1. Ofterschwanger Flysch: Fukoiden-führende graue Mergel mit Sandkalkbänken. Unterstes.

2. Haupt-Flyschsandstein: Glimmersandstein mit oder ohne graue Mergelzwischenlagen. Übergang durch Wechsellagerung nach oben und unten.

3. Piesenkopf-Kalk: dünnplattige Fukoiden-Kalke und Mergel; in Vorarlberg oben etwas wulstige Plattenkalke. Oberstes.

Daß alle drei ohne Zweifel zur Kreide gehören, ergibt sich einmal aus der Häufigkeit der auftretenden Foraminiferen vom Kreide-Typus, zum anderen aus dem gänzlichen Mangel an tertiären Foraminiferen nach Ausweis von über hundert Dünnschliffen. Zum mindesten müßte man in größeren Sandkalken Nummuliten finden, was nicht der Fall ist.

Vermutlich entsprechen die Ofterschwanger Mergel mit ihren meist etwas glaukonitischen Sandkalkbänken der älteren Kreide, die Haupt-sandsteinbänke der transgressiven (Gault-)Cenoman-Zeit, der vielfach pelagische Piesenkopf-Kalk mit Seewer-Foraminiferen und Radiolarien der turonischen Inundationszeit. Die bedeutenden Unterschiede in der Fazies lassen sich einmal durch kräftigere Orogen-Bewegung und zum anderen durch die Absperrung der Bildungströge durch einen Damm gegen das ultrahelvetische Becken erklären.

4. Die Oberstdorfer Fazies

ist die südlichste Flysch-Fazies. Ihre Sedimentreihe beginnt vielleicht etwas früher als diejenige der nächstnördlichen Tröge. Die von mir entdeckten, faziell durchaus typischen „Tristelkalk“-Bänke mit Milioliden und den häufigen, für das Urgo-Apt leitenden Schalen der *Orbitolina lenticularis* BLUM. liegen bereits ziemlich hoch im Profil der den Anfang bildenden, mächtigen Flyschkalk-Gruppe. Sie zeigt Helminthoiden-führende, dicke, wulstige Kalkbänke mit Zwischenmergeln.

Tristel-Kalk kommt aber auch noch in der darüber liegenden grauen Flyschquarzit-Gruppe vor. Während die Kalkgruppe damit dem Faziesbezirk von Schratenkalk und Orbitolinen-Mergeln nahesteht, gehört die Quarzitgruppe mit ihren nicht selten glaukonitischen Bänken offenbar in die Glaukonitsand-Zeit des helvetischen Gault (Gargas, Albien).

Darüber liegende Mergel und Sandsteine, welche zunächst sehr denjenigen des Sigiswanger Hauptsandsteins gleichen, entsprechen dem Cenoman, normal folgende, helle (weiße und rote) pelagische Kalke und Radiolarien-Hornsteine der tiefmeerischen Zeit des Turons. In ihr und nach ihr kam es zu bedeutenden Diabas-Förderungen. Dem Senon entspricht eine rasch wechselnde und mächtige Gesteinsfolge von grauen Mergeln, Glimmersandsteinen, Quarziten, wohlgerollten Konglomeraten.

Die ganze dem Gault-Quarzit aufliegende Oberkreideflysch-Reihe mit ihrer höchst wechselnden Ausbildung faßte ich unter dem Namen „Birnwang-Schichten“ zusammen. Man findet in ihnen nicht selten Oberkreide-Foraminiferen.

5. Die oberostalpine Kreide (Cenoman-Gosau)

beginnt — und das ist ein zunächst wichtiges Merkmal — transgressiv auf ostalpinem Hauptdolomit, Lias, Dogger. Die, soweit bekannt, ältesten Horizonte dieser Transgression sind die Gault-Sandsteine, -Quarzite und -Mergel von Hindelang mit den von K. REISER beschriebenen Ammoniten. Es zeigt sich sehr viel Übereinstimmung mit der Oberstdorfer Quarzitgruppe.

Darüber folgen mehr oder weniger mächtige, graue Cenoman-Mergel mit *Orbitolina concava* und einem reicheren, örtlichen Fossilvorkommen.

Normal darauf kommt eine meist recht dicke (N. von Hindelang) Folge von hellen (weißen und roten) pelagischen Kalcken und Radiolarien-Hornsteinen, die oft faziell dem Malm so sehr gleichen, daß sie bisher mit diesem verwechselt wurden. Doch sind andere Zwischenbänke von den Leimern- und Liebensteiner Fleckenmergeln, auch dem Feuerstätter Klippenkalk, nicht zu unterscheiden. Es ist offenbar wieder das Sediment der turonen Inundation. Zu oberst liegen auch hier graue Mergel, ähnlich den Birnwang-Mergeln. —

Wer sich von diesen Schichtfolgen im Gelände überzeugen will, wird sie am besten an den von mir früher oder in dieser Arbeit bezeichneten Profilen studieren.

Insgesamt ergibt sich damit die Paläogeographie eines Archipelmeeres der Kreide-Zeit (Fig. 16), wie ich sie vorläufig 1930 in einem Vortrag durch Rekonstruktion darstellte (vgl. KRAUS, 1931). [Anm.: Die Mulden von Sigiswanger und Feuerstätter Decke müssen in dieser Figur vertauscht werden.] Danach werden die Sedimentationsgebiete der einzelnen Decken durch Schwellen gegeneinander abgegrenzt. Am vollständigsten wird der Sigiswanger Flysch-Trog von der Umgebung abgetrennt gewesen sein, auch gegen SW., wohin anscheinend die anderen Tröge ziemlich offen waren und so mit dem ultrahelvetischen Becken der Schweiz in Verbindung standen. Am lückenhaftesten dürfte

der Abschluß durch die Haupt-Wildflysch-Schwelle zwischen südost-helvetischem und Feuerstätter Flysch-Trog sein.

Anzeichen irgendwelcher Art, die auf unterostalpinen Bildungsraum schließen lassen, fehlen. Das Helvetische steht mit dem oberostalpinen Bildungsraum durch den ultrahelvetischen hier östlich des Rheins unmittelbar in Verbindung.

II. Der Bauplan des westlichen Flysches.

Da jede der vorstehend beschriebenen Fazies bezeichnend ist für eine bestimmte Decke, darf angenommen werden, daß die Bildung der tektonischen Decken in Beziehung steht zu der primären Faziesgliederung in einzelne Trogmulden. Die Bodenbewegung, Erdbebentätigkeit und Reliefverstellung, welche die Ursache der sedimentären Eigenart des Flysch-Typus (vgl. besondere Arbeit hierüber) und die Folge der in der Tiefe mit der Absenkung fortschreitenden Faltung und Trog-Einengung ist, war nicht nur eine absenkende. Sie war gleichzeitig und zu bestimmten Zwischenzeiten wohl überwiegend auch eine in der Horizontalrichtung wirksame Bewegung. Als sie übertrieben wurde, mußte der Inhalt der benachbarten Trogmulden über die trennenden Schwellen hinweg und schließlich auch noch weiter überschoben werden. Die ehemals das fein- und grobklastische Sediment liefernden „exotischen“ Schwellenzüge verschwanden dabei. Denn über ihren Häuptern rissen jene großen Abscherflächen auf, welche die Überschiebung der Muldenmassen übereinander erlaubten. Als Reste jener Schwellen finden wir nur wenige Scherlinge da und dort auf diesen Bewegungszonen erster Ordnung verstreut. Das meiste versank und kam so dem Faltungs-Tiefgang des nach unten versinkenden und wachsenden Gebirgskörpers zugute.

Läßt sich dieses erste Schicksal des Flysch-Gebäudes aus den Fazies-Verhältnissen im Flysche selbst folgern, so zeigt eine Betrachtung der Baustruktur die späteren Ereignisse auf.

Es ist nicht die Absicht, hier auf allzu viele Einzelheiten einzugehen. Man vergleiche die anderen Arbeiten, namentlich die Karten und Profile des Verfassers. Die wichtigsten Grundlinien des ganzen, über 100 km langen Bauplanes sind folgende (Fig. 1).

1. Die einzelnen Stockwerke des Gebäudes.

Helvetischer Unterbau. — Das tiefste, hier im O. wagrecht wahrscheinlich weniger weit als im W. bewegte, Stockwerk bilden zwischen Rhein und Lech die Falten und Schuppen der helvetischen Kreide und des Jura. Es ist eine vom Rhein her gegen die Iller zu sich verschmälernde Faltenschar, die rings niedertaucht und von Flysch umhüllt wird. Überall

in den breiteren, tieferen Kreide-Mulden ist Flysch eingelagert, so im W. besonders an der Hohen Kugel, im O. besonders dort, wo das helvetische Antiklinorium niedersinkt, also an der Iller. Andererseits aber hebt sich in der nordöstlichen Fortsetzung das Grünen-Antiklinorium scharf hervor aus der Flysch-Hülle im W. der Iller (Hüttenberg, Sigishofen). Es bildet die Grenze gegen die Molasse, bis es an dem Rand der großen Einsenkung der Lech-Delle unter Verschmälerung wieder niedertaucht. Die kleine helvetische Teilaufwölbung im Oster- und Alpentobel-Tal bedeutet einen SW.-Ausläufer dieses Antiklinoriums, denn dieser Sattel erscheint auch im zwischenliegenden Flysch-Gebiet.

Die bemerkenswerten Teilstrukturen: das axiale Auf und Nieder der Falten, ihre Wendungen im Streichen, ihre Neigung zur Überschuppung, ihre Blättertrümmerungen, stehen hier nicht zur Erörterung. Eine neue Profilreihe durch den Hauptteil dieses Helvetikums habe ich in Tafel II meiner Abhandlung „Der nordalpine Kreideflysch“ gezeichnet. Die Kreide- und Jurafalten vom Sünser Joch und Gunten-Hang im W. bis an die Iller im O. sind hier dargestellt. Fig. 2 vorliegender Arbeit gibt in zwei Profilen die wichtigsten Grundzüge des Baues.

Längs- und Querverbiegungen dieses helvetischen Unterbaues beherrschen weithin Mächtigkeit und Verteilung der hangenden Stockwerke.

Das Sigiswanger Stockwerk zeigt dies besonders auffällig. Für die Molasse konnte ich bereits in den Erläuterungen zu meinem Blatt Kempten 1:100000 darauf aufmerksam machen, daß das Erscheinen der Älteren Meeresmolasse in der Nähe der Bregenzer Ache, sowie das Zurücktreten der Molasse-Geröllführung zu jenen Anzeichen gehören, welche die durch lange Zeit wirksame Axial-Aufwölbung im Bereich dieses Flusses beweisen. Aber auch gegen S., in der helvetischen Zone, hält diese Aufwölbung an, was namentlich an dem Emporstiegen der jurassischen Unterlage (Canisfluh) ersichtlich ist. An der West- und Ostflanke dieser breiten Aufwölbung erscheint nun auch das hangende Sigiswanger Stockwerk.

Die gründliche Untersuchung, welche E. WEPFER (1908) dem Hochälpele-Gebiet widmete, stellte bereits hier sehr richtig das Vorhandensein einer höheren Decke über der verquetschten Bewegungszone des Wildflysches („Überschiebungsbreccie“) fest. Gleichzeitig zeigte WEPFER, daß anderer Flysch auch normal sedimentär über helvetischer Oberkreide liegen kann, und außerdem, daß hier auch helvetische Kreide über Flysch geschoben liegt. Ohne mit manchen Konstruktionen WEPFER's einverstanden zu sein, kann ich doch dessen durchaus richtige Gesamtaufassung hervorheben, die leider erst jetzt, nach sehr mühevollen Geländekartierungen in anderen Flysch-Gebieten, voll zur Geltung kommt. Meine Aufnahme des Blattes Fischen und Oberstdorf hat das Bestehen der Sigiswanger Überschiebungsdecke dargetan und meine Begehungen

vom Thuner See bis zum Wiener Wald haben die regionale Bedeutung dieser Deckenabtrennung gegen das Helvetikum bewiesen. Für das Tegernseer Teilgebiet gebührt F. F. HAHN das Verdienst, die Sachlage in wesentlichen Punkten richtig gesehen zu haben. Die hieraus später gezogenen Folgerungen aber waren nicht einwandfrei.

Dies gilt namentlich für die Auffassung von P. MEESMANN's „Hochkugel-Decke“, in welche M. RICHTER auch die ganzen, in Wirklichkeit normal über dem Helvetikum sedimentierten Leimern- und Flysch-Pakete einbeziehen wollte. Weder an der Hohen Kugel, noch an den Föhnern, noch sonst ist dies berechtigt, wie a. a. O. näher gezeigt wurde.

Im SW. taucht die Sigiswanger Decke erstmalig N. von Vaduz im Liechtenstein'schen empor. Südlicher, z. B. im Prättigau, und südwestlich habe ich sie nirgends mehr auffinden können. Sie verschwindet bei Vaduz in der Tiefe der nordalpinen Verschluckungszone (vgl. KRAUS, 1931) ganz ebenso wie das Helvetikum, auf das sie geschoben, bzw. unter das sie gegen S. hereingezerzt wurde.

Als zusammenhängender Deckenausstrich ist die Sigiswanger Decke von mir vom nördlichen Abhang der Drei Schwestern her durch ganz Vorarlberg bis zum Freiberg-See an der Stillach verfolgt worden (Fig. 1). Unter deutlichen Querzertrümmerungen und Auswäzungen (vgl. Blatt Oberstdorf) geht sie nur für ein kurzes Stück bei Oberstdorf verloren, überschoben von der hier plötzlich weiter nach N. vordringenden oberostalpinen Decke und von deren Vorlage. Zuerst nur mit dünnen Quetschkeilen aus Hauptsandsteinen und dann immer dicker werdend, erscheint sie O. der Iller aber bald wieder als Decke der hier östlich untertauchenden Kreide-Gewölbe und -Schuppen. Ja auch W. der Iller liegt sie in Deckenresten. Sie wurden hier in die tieferen Quetschmulden des Helvetikums von oben eingespießt (vgl. Blatt Fischen) und so erhalten.

Dort, wo bei Weiler im SO. von Sigiswang die nordöstlichste helvetische Aufwölbung untertaucht, da schließt sich auch die Hülle der Sigiswanger Decke über dieser Unterlage zusammen. Genau so faßt sie um das Ostertal- und das Grünten-Fenster herum. Zwischen den Grünten-Falten, die NO. von Sonthofen axial emporsteigen, hebt sich auch an der untersten Starzlach die Sigiswanger Decke (S. D.) noch um ein Stück empor.

Von ihrem Bereich breitester Oberflächenentwicklung bei Sigiswang, wo es neben Teilfalten auch Schuppen-Abspaltungen gibt, verengt sich unsere Sigiswanger Decke nördlich der Osterach rasch vor dem steiler aufragenden Grünten-Antiklinorium. Gesteigerte Raumnot zwischen ihm und den von S. hier hart herandrängenden oberostalpinen Schuppen schuf beträchtliche Bau-Verwickelungen. Vgl. Taf. III u. IV in „Der nordalpine Kreideflysch“.

Sobald aber nach O. hin der Nordrand der oberostalpinen Bewegungseinheit wieder die übliche, mehr westöstliche Haupttrichtung einschlägt, sobald sich auch gleichzeitig im N. das Grünten-Antiklinorium verschmälert, nimmt die Sigiswanger Decke wieder ihre normale Breite und den üblichen Faltenwurf an. Ohne irgendwelche Änderungen im Streichen erreicht sie über den Edels-Berg die Pfrontener Senke, um nun mit zunehmenden Zertrümmerungen unter dem Quartär der Lech-Delle zu versinken. Erst mit dem Hohen Trauch-Berg setzt dann die Sigiswanger Decke als geschlossener Zug durch Süd-Oberbayern und Österreich fort.

Das heißt: Der Faziesraum und — soweit aus diesem eine überall einheitliche Decke hervorging — auch die Decke von Sigiswanger, ist die größte und geschlossenste Flysch-Einheit, welche bisher nachgewiesen werden konnte.

Das Feuerstätter Stockwerk zeigt demgegenüber erstaunliche Komplikation, und es ist als geschlossene Masse auch nur zwischen Subersach und Hindelang bekannt. Den Hauptteil des Vorkommens der Feuerstätter Decke hat H. P. CORNELIUS in mühevoller Arbeit untersucht und dargestellt. Ich konnte bereits ausführen, daß die Schichtfolge anders aufzufassen sei, und daß sich in diesem Fall das Bild des Aufbaues sehr bedeutend vereinfacht. Danach steht nämlich nicht fast alles auf dem Kopf, wie bei CORNELIUS' Profilen.

Dann erweist sich aber auch ein deutlicher Zusammenhang mit den anderen Vorkommen bei Oberstdorf und bei Hindelang, so daß die bislang ganz ungelöste Frage nach der Herkunft dieser Decke eine Lösung findet.

Aus der Darstellung von CORNELIUS geht zunächst unzweideutig der Deckencharakter unseres Stockwerks hervor. Es scheint auch zuzutreffen, daß Helvetikum plus einer mehr oder weniger abgespaltenen Mergelmasse („Scheienalp-Decke“) plus Sigiswanger Decke miteinander verfaltet sind. Alle werden scheinbar überwalzt von der Feuerstätter Decke. Letztere würde hienach als ein wesentlich südlicheres Element, das zu oberst liegt, aufzufassen sein. Seine Herkunft wäre mindestens südlich von dem Sedimentationsraum der Sigiswanger Decke zu suchen.

Diese Auffassung, der ich zunächst zustimmte, stößt nun aber auf die große Schwierigkeit, daß ich im S. und SO. nirgends über der Sigiswanger Decke mit Sicherheit die Fortsetzung der Feuerstätter Decke auffinden konnte.

Schon nördlich und südlich von dem Hauptvorkommen bei Balder schwang, nämlich im Ostertal-Fenster und auf den südlichen Klippen, liegen aber entsprechende Gesteine unmittelbar über dem Helvetikum, im ersteren Fall zugleich auch unter der Sigiswanger Decke. Und die Vorkommen von Gesteinen der Feuerstätter Decke (Wildflysch und Feuerstätter Sandstein) am Molasse-Rand im N. des Ostertal-

Fensters entsprechen offenbar einer Aufwölbung unter der Sigiswanger Decke.

Untersucht man außerdem die Profile an der Südseite des Kleinen Walser Tales, so stellen sich auch dort alsbald die Gesteine der Feuerstätter Decke ein, und zwar im Wildflysch über dem Helvetikum und unter der Sigiswanger Decke. Die Feuerstätter Gesteine NO. von Oberstdorf können sowohl über als unter der hier in Quetschlinen auftretenden Sigiswanger Decke liegen. Dort fehlen entscheidende Aufschlüsse.

Soweit die Wildflysch-Vorkommen an der untersten Breitach und SO. von Fischen zur Feuerstätter Decke gehören sollten, liegen sie ebenso, wie an der untersten Starzlach NO. von Sonthofen, über dem Helvetischen.

Eine besondere Stellung nimmt der fraglos zur Feuerstätter Decke gehörige Fetzen von Liebenstein ein. Geht man unvoreingenommen in diese Gegend, so stellt man auch hier zunächst fest, daß nirgends zwischen südlichster Sigiswanger Decke und Oberstdorfer Decke (die südlich folgt) Gesteine der Feuerstätter Decke aufgeschlossen sind. Die Richtigkeit der in Taf. IV meiner Abhandlung „Nordalpiner Kreide-Flysch“ unten gezeichneten Möglichkeit „Fall b)“ ist nicht erweisbar; der Fall erscheint vielmehr als unnatürliche Annahme.

Weiter ist zu bedenken: Die offenbar der Feuerstätter Decke angehörigen Wildflysch-Gesteine an der unteren Starzlach zwischen Helvetikum unten und Sigiswanger Decke (wahrscheinlich) oben, stellen sich sogleich wieder ein, wo das Grünten-Antiklinorium mit östlichem Axialfallen bei Langenschwand untersinkt. Hier gibt es ja die erstmals von O. M. REIS erwähnten Quarzit-Konglomerate (offenbar des Feuerstätter Quarzits) und Wildflysch. Beide liegen in, bzw. über dem obersten Helvetikum (einschließlich Eozän) und dürfen als eingeschobenes Zwischenmittel zwischen diesem und der mit dem axialen Absinken nach O. breiter werdenden Sigiswanger Decke angesehen werden.

Also: Wo die Aufschlüsse zur Entscheidung ungenügend sind, da kann Feuerstätter Decke gleich über dem Helvetikum oder über der Sigiswanger Decke liegen. Wo sie klar sind, da überlagert die Feuerstätter Decke unmittelbar das Helvetikum. Nirgends findet sich zwischen Sigiswanger Decke und Oberstdorfer Decke auch nur ein Rest von Feuerstätter Decke.

Genau das Gleiche haben wir durchwegs auf der SW.-Fortsetzung durch ganz Vorarlberg festzustellen, und durch die ganzen süd-oberbayerischen Berge ist es der Wildflysch, der dort, wo überhaupt etwas zu sehen ist, die Sigiswanger Decke unzweideutig von dem Helvetikum abtrennt. Davon unten.

Nun könnte man vielleicht noch sagen, die Feuerstätter Decke sei durch außerordentliche Einwicklungen unter die Sigiswanger Decke

und auf das Helvetikum geraten. Ist sie nicht unter der Oberstdorfer Decke zu finden, so stammt sie eben von der Bewegungsfläche über ihr, also unter dem Oberostalpinen her. Sie ist unterostalpin.

Dagegen spricht nun aber erstens die Tatsache, daß der Schichtbestand der Feuerstätter Decke faziell ungleich näher dem Helvetikum als dem Gosau-Flysch verwandt ist. Auch die Diabase (Hörnlein; unter dem Oberostalpin) und die Radiolarite können nicht mehr als Beweismittel gelten, nachdem sie sich im Süden als Glieder der einheitlichen Oberstdorfer Decke erwiesen haben.

Die einzigen mit der Feuerstätter Decke möglicherweise zu vergleichenden Gesteinsvorkommen über der Oberstdorfer und unter der kalkalpinen Decke liegen in der von H. P. CORNELIUS (1921) schon näher beschriebenen, sog. „Retterschwang-Decke“ vor. Aber der Genannte schwankte ja selbst schon, ob er eine solche engere Beziehung gelten lassen könne, und ich stellte a. a. O. fest, daß es sich hier im wesentlichen um die Birnwang-Schichten der Oberstdorfer Decke, vermehrt um kristalline Blöcke und Schürflinge von einer Glimmerschiefer-Randschwelle gegen den oberostalpinen Bildungsraum handelt. Auch die Zusammensetzung der Schwellengesteine entspricht keineswegs den Gneisgraniten des Bolgen-Konglomerats in der Feuerstätter Decke.

Also folgt unzweideutig: Nicht nur zwischen Sigiswanger und Oberstdorfer, sondern auch zwischen Oberstdorfer und Oberostalpiner Decke gibt es keine Fortsetzung einer Feuerstätter Decke. Da diese aber eine Decke ist, bleibt nur die Ansicht, daß die Feuerstätter Decke eine dem Helvetischen unmittelbar aufruhende und zunächst südlich von ihm abgelagerte Einheit ist.

Dem widersprechen nun keineswegs die exakt beobachteten Tatsachen im Balderschwanger Klippengebiet, wohl aber z. T. die von H. P. CORNELIUS gezeichneten Konstruktionen. Schreitet man hier unbeeinflußt von dem Gedanken an weit hergeschleppte, unterostalpine Klippen zur Rekonstruktion, so wird man zunächst nachsehen müssen, ob nicht das grundlegende Bauschema der Einwickelung durch die Sigiswanger Decke, wie wir sie in allen guten Profilen im O. und W. sehen, auch in diesem labyrinthischen Gebäude herrscht. Und in der Tat ergibt sich dann ungezwungen ein von mir in Fig. 3 gezeichnetes Sammelprofil, in dem die ganze Feuerstätter Decke und noch ein Teil des im S. unmittelbar unter ihr liegenden Helvetikums eingewickelt ist. [Anm.: Vgl. dagegen das Profil von CORNELIUS in seiner Klippenarbeit, Geol. Archiv, 4, S. 200, 1926.] Das heißt: durch späteren Vorstoß im rückwärtigen Gebiet nach N. ist über das nördlich unmittelbar bis auf das Helvetikum geschobene Frontstück der Sigiswanger Decke nachträglich Helvetikum plus Feuerstätter Decke übergewälzt worden.

Und im S. der Kreide-Falten haben wir tatsächlich Feuerstätter Decke zwischen Helvetikum und Sigiswanger Decke. Damit liegt das Heimatgebiet der Feuerstätter Decke tatsächlich zwischen beiden.

Die Teilabspaltungen in den zusammengeschopten, mächtigen Mergelmassen der faziell teilweise schon ultrahelvetischen Oberkreide helvetischer Stellung — CORNELIUS hatte sie als „Scheienalp-Decke“ bezeichnet — sind nur Begleiterscheinungen der Feuerstätter Decken-Überschiebung.

In solchem Material sind das freilich durchaus bezeichnende Begleitbilder. Denn sobald wir es mit so mächtigen Paketen hoher Beweglichkeit zu tun haben, wie mit Mergel- und dünnplattigen Bankmassen (z. B. auch des Flysch), da verteilt sich eine regional und zeitlich bedeutungsvolle Schubbewegung ersichtlich nicht selten durch mitunter Hunderte von Metern des Profils ins Hangende und Liegende der Hauptschubzone. Aussichtslos bei einer solchen Lage etwa nach „der“ scharfen Schubfläche genau unter der Schubmasse zu fahnden! Trotz Begehung sämtlicher Aufschlüsse habe ich nie auch nur einmal im Flysch eine solche Stelle auffinden können, wie wir sie etwa im oberostalpinen Bau zu sehen gewöhnt sind, wo man oft die Hand auf die schön polierte Schubfläche unter dem überschobenen Hauptdolomit legen kann. Immer waren auch in den bestaufgeschlossenen Überschiebungsprofilen nur endlose Verknetungen auf 50, 100 und mehr Schichtmeter dort zu sehen, wo wegen der stratigraphisch-faziellen Gesamtlage notwendig eine große Schubfläche liegen mußte.

Da gibt es keine Schubfläche, sondern ein Walz-Stockwerk.

Genau Gleiches sehen wir ja an den Decken, welche ihre Bewegung in den latent-plastischen Tiefen ausführten: bei den penninischen Decken der Alpen hat sich auch der Schub „verteilt in feinen Differentialbewegungen innerhalb ganzer Gesteinskomplexe“ (Geologie der Schweiz II, S. 508). Das ist auch im variszischen Bau zu beachten. Was in diesem tieferen Bewegungs-Stockwerk für Gesteine aller Beweglichkeits-Grade gilt, das gilt für das höhere Bewegungs-Stockwerk nur noch für die allerbeweglichsten (Ton, Salz, Wasser, Öl, Magma).

Macht man sich diese mechanische Notwendigkeit klar, so wächst das Verständnis für Flysch-Tektonik.

Das Oberstdorfer Stockwerk. — Die Oberstdorfer Decke nimmt fast nicht mehr an jenen Bau-Verwickelungen teil, welche mit dem Auftauchen der helvetischen Gewölbeschar in der Nachbarschaft der Molasse-Grenze verbunden sind. Wie weit von ihrem derzeitigen erosiven Nordrand diese Decke einst gegen N. reichte, läßt sich aus den wenigen vorhandenen Klippen nicht mehr entnehmen. Jedenfalls taucht diese sehr einheitliche und meist aus mehreren Falten bestehende Decke überall südlich und südöstlich unter die oberostalpinen Decken hinab.

Die Oberstdorfer Decke ist auch im Liechtenstein'schen noch nicht zu Ende. Unter den unterostalpinen Einheiten im S. des Rätikons konnte ich ihre Gesteine noch weit durch das Prättigau verfolgen.

Gegen O., durch Süd-Bayern, verschwindet die Oberstdorfer Decke oft ganz unter der kalkalpinen Allgäu-Decke. Doch erscheint sie mitunter als schmaler Streifen an ihrem Nordrande mit ihrem gesamten Gesteinsbestande an dem ihr zukommenden Platze. Erst O. des Inns habe ich sie nicht mehr auffinden können.

Im Grünten-Sektor N. von Hindelang wickelt die Oberstdorfer Decke noch die Sigiswanger Decke und die Liebensteiner Aufsattelung der Feuerstätter Decke ein. Daher ist auch hier der einzige Punkt, an dem die Oberstdorfer Decke unmittelbar mit dem Helvetikum in Berührung kommt.

Vielleicht bringt es die Nähe der steifen kalkalpinen Deckschuppen mit sich, daß die Oberstdorfer Decke in besonderem Maße von Querstörungen durchpflügt wird.

Schubfetzen, denen der Rang einer besonderen Decke zuerteilt werden könnte, finden sich nirgends am Südrande der Oberstdorfer Decke. Die kristallinen Scherlinge am Retterschwang-Tale sind offenbar Reste der Schwelle, welche einst den Ablagerungsraum der Oberstdorfer Decke von jenem der Kalkalpen abtrennte (Vindelizische Südschwelle).

Von unterostalpinen Resten gibt es in Allgäu-Vorarlberg nördlich der nordalpinen Verschluckungszone keine Spur.

Sehr bemerkenswert ist **das Fenster von Nüziders**. — Im NW. von Bludenz fand J. GUBLER (1927) Gesteine, die er als unterostalpinen Fenster in oberostalpinen Umrahmung glaubte ansehen zu sollen. Für diese Ansicht war wohl die Lage unmittelbar unter dem Oberostalpin maßgebend. Denn faziell ist, wie ich a. a. O. ausführte, die Zuteilung zum Unterostalpin nicht gerechtfertigt. Es gibt über 40 m Schrättkalk, Brisi-Sandstein bei fehlendem Albin-Grünsandstein. Es handelt sich vielmehr wohl um südosthelvetische Fazies, die hier bis an die Unterkante des Oberostalpins hoch emporgebracht wurde.

Die Analogie mit der Aufwölbung der Oberstdorfer Decke unter dem Oberostalpin O. von Hindelang, wo gleichfalls ein kräftiger Vorstoß des Oberostalpins nach N. hin einsetzt, wird zu beachten sein.

2. Die regionale Verteilung der Baueinheiten.

Faltungstiefgang und Achsenhöhen. — Flysch und Kreide bilden zwischen Rhein und Lech ein sehr unruhiges, auf und nieder wogendes Wellenfeld. Am höchsten steigt es dort empor, wo ältere Kreide erscheint (Winterstaude, Grünten) oder wo unter ihr sogar der Jura zutage kommt (Canisfluh; vgl. Fig. 1). Die bedeutendsten Absenkungen liegen im S. und SO. Hier legen sich immer höhere Decken von Flysch und Ober-

ostalpin auf. Die stärkste Überlagerung findet über der nordalpinen Verschluckungszone statt. Gegen sie versinken von N. her im Liechtenstein'schen Helvetikum und Ultrahelvetikum (Sigiswanger Decke) endgültig, von S. her das Unterostalpin endgültig unter der oberostalpinen Deckenlast.

Für die Mächtigkeit von helvetischem Jura, Kreide und von Feuerstätter Decke wird man mindestens 2 km, für jene der Sigiswanger Decke und Oberstdorfer Decke zusammen ebenfalls 2 km, für die Allgäu- und Lechtal-Decke 3 km ansetzen müssen. Danach würde die Basis des hier als parautochthon angenommenen helvetischen Jura unter dem oberostalpinen Rätikon wohl mindestens 7 km tief hinabreichen. Diese Minimalzahl für den aus Oberflächen-Aufschlüssen bestimmbaren Faltungstiefgang wird sich aber jedenfalls durch Hinzukommen weiterer Deckenteile, schärfere Faltung, Molasse, in Wirklichkeit noch bedeutend erhöhen.

Auch am Nordrand, jener eigentümlich doppelgesichtigen Grenze zwischen Molasse und Flysch-Helvetikum (vgl. KRAUS, 1926), sind mächtige Bewegungen parallel zum Erdradius abzuleiten. Wahlos zerhackt diese Nordgrenze die verschiedensten Teilstrukturen des südlichen Gebirges. Bald schneidet sie durch Kreide-Sättel, bald durch Senkungszone, in welchen die Sigiswanger Decke andere Einheiten unter ihr im N. umhüllt und so einwickelt. Und ebenso durchreißt diese Grenze die verschiedensten Molasse-Strukturen. Die Großartigkeit ihres Verlaufes bestätigt, daß diese Linie einem größeren, tiefer liegenden Gesetz gehorcht, einem Gesetz, das auch die Molasse-Längsstörungen beherrscht und mit den kleinlichen Arabesken der heutigen Oberflächenstruktur nicht in unmittelbarer Beziehung steht. Ohne auf die von mir schon erörterten Probleme einzugehen, sei nur gesagt, daß für das Jung-Tertiär eine wiederholte Einsenkung der Molasse-Seite abzuleiten ist. Diese große, in einzelne Längsstreifen gegliederte Vortiefe nahm gleichzeitig von S. den Abtragungs-Schutt des jungen Gebirges auf. Dessen zuerst abgebaute Hangendgesteine liegen heute als Umlagerungsstoffe in den untersten Molasse-Gliedern, die später abgetragenen in den später abgesetzten, höheren und alpenferneren Molasse-Schichten. Viele Kilometer mißt die Gesamtmächtigkeit des Molasse-Schuttes. Sie wächst in den Großmulden gewaltig. Der Faltungstiefgang ist im N. bedeutend. Einen großen Teil von ihm haben wir zu dem eben bestimmten südlichen zu addieren, denn die parautochthonen Helvetiden liegen wahrscheinlich ein gutes Stück über der schräg von N. in die Tiefe gezogenen Molasse.

Bei Ober-Maiselstein konnte ich auf Blatt Fischen ein neues Molasse-Vorkommen weit im S. der Molasse-Südgrenze auffinden. („M“ auf Fig. 1). Als autochthone Molasse kommt sie deswegen nicht in Frage, weil hier der Bauplan eher Absenkung als scharfe Emporwölbung an-

zeigt. Da die Feuerstätter Decke, an deren Ostende das Vorkommen liegt, von der Sigiswanger Decke eingewickelt ist, und da beide Einheiten überschoben auf dem unmittelbar O. von „M“ emporsteigenden helvetischen Maderhalm-Sattel ruhen, kann diese merkwürdige Molasse wegen solcher Lage als Mitbringsel von der langen Reise der Sigiswanger Decke gelten. Sie hat wohl die Nagelfluhe von einer durch ältere Molasse bedeckten Aufragung des Helvetikums abgerissen.

Wahrscheinlich steht auch das südosthelvetische Fenster von Nüziders nicht mehr wurzelfest, sondern gehört einem von einer südosthelvetischen Schwelle herrührenden Schürfling an.

Trotzdem also diese Funde stark verschoben worden sein dürften, können sie doch als Zeugen für die weite Verbreitung von Molasse und von Südost-Helvetikum südlich unter den höheren Decken gelten.

Der Grünten-Sektor und der Allgäu-Vorstoß der Kalkalpen. — Werfen wir einen Blick auf die großen Querverbiegungen unseres tektonischen Gebäudes, so fallen folgende Hauptabschnitte ins Auge:

1. Die Rheintal-Delle, aus der die Faltenachsen unter verhältnismäßig geringer Querzertrümmerung östlich emporsteigen.
2. Die Bregenzer Ach-Kulmination mit dem Canisfluh-Gewölbe.
3. Die Illertal-Delle, in welcher westliche Faltenachsen nieder-tauchen, und aus der sich östliche, wie am Grünten, steil erheben.
4. Die Queraufwölbung des Grüntens mit seiner starken Einengung.
5. Die Lechtal-Delle, in welcher die helvetische Kreide verschwindet.

Der verwickelteste Querabschnitt ist der Grünten-Sektor des Alpenrand-Bogens. Er wurde in der Abhandlung „Der nordalpine Kreidefysch“ durch Tafel III und IV besonders erläutert. Gegenüber der westlichen Nachbarschaft sehen wir an der Iller ein plötzliches, scharfes Vorrücken des ostalpinen Deckenrandes nach Norden. Es kann verschieden gedeutet werden.

Geringere erosive Beseitigung der kalkalpinen Decken im O. der Iller kann der einzige Grund offenbar nicht sein. Denn die regionale Verteilung der abtragenden Kräfte ist ja sehr wesentlich von der Erreichbarkeit, namentlich von der Höhenlage der betreffenden Gesteinsmasse, abhängig. Und in der Tat haben wir O. der Iller gegen den W. eine axiale Depression. Rasch versinkt nach O. die helvetische Sattelschar mit ihren Fysch-Hüllen, zuerst der Sigiswanger, dann der Oberstdorfer Decke. Der tektonisch tieferen Lage im O. entspricht die Unversehrtheit der oberostalpinen Decke östlich der Iller.

Wenn N. vom Nebelhorn der Kalkalpen-Nordrand plötzlich um ein Stück nach O. ins Retterschwang-Tal zurückspringt, so mag dies mit der beträchtlicheren Faltenaufwölbung in der Oberstdorfer Decke unmittelbar nördlich davon, also mit der ehemals größeren Höhenlage der oberostalpinen Decke, dort zusammenhängen.

Aber in engster Verbindung mit dem östlichen Untertauchen an der Iller steht offenbar eine zweite Gruppe von tektonischen Erscheinungen. Die ganz ungewöhnliche Verschmälerung des Ausstrichs von Sigiswanger und Oberstdorfer Decke bei Oberstdorf ist keineswegs nur die Folge einer raschen östlichen Absenkung dieser Decken. Vielmehr sehen wir, eigentlich schon mit dem Einsetzen des östlichen Untertauchens und der Verschmälerung der helvetischen Falten zwischen Ifen und Widderstein beginnend, eine zunehmende Verquälung und Querzertrümmerung dieser beiden Decken. Sie erreicht ihren höchsten Grad am Oberstdorfer Becken, wo unter schärfster Querzerstückelung vom Freiberg-See ab die Sigiswanger Decke gänzlich verloren geht, um in Stücken erst wieder bei Rubi einzusetzen. Aber auch weiter nördlich gehen an der Iller die Falten der Sigiswanger Decke immer mehr in Schuppen über. Und der helvetische Faltenbau wird gegen den Fluß zum Schuppenbau. Die Schuppen aber werden, je weiter im O., desto mehr nach N. verschleppt. Die Gesteine aus der Muldenfortsetzung des Rohrmooser Tales bilden heute die lange, meridionale Schuppe von Rubi-Schöllanger Burg.

Gewaltige Quälung zeigen die Profile im S. des Grünten-Antiklinoriums bei Hindelang. Kreide und Feuerstätter Decke schicken hier aus dem Untergrund mehrere Spitzkeile nach oben; sie werden durch die Oberstdorfer Decke eingerollt und eingewickelt. Die Sigiswanger Decke verschwindet vorübergehend, gänzlich überschoben.

Deutlich wird damit der gewaltige Widerstand der aufgewölbten Grünten-Falten, deutlich wird aber auch ein freieres Vorgleiten des Oberostalpins O. der Iller nach N., welches die Flysch-Decken quer zermalmte. Es erfolgte dort, wo der Widerstand der Vorarlberger Kreide-Falten an dem Flusse zu Ende war. An dem hemmenden Riegel dieses Faltenbündels — und wohl außerdem seiner stabileren Unterlage — vorbei rannte die oberostalpine Schollenmasse in ihrer axialen Querdepression hart gegen das neue Hindernis des Grünten vor.

Ein oberflächlicher Deckenstrom fließt in der Senke freier; ebenso wie ein Inlandeis-Strom in seinem Bett. Auch der Eisstrom greift entgegenstehende Aufragungen zwar stark an, umfließt sie aber doch in den Senken.

Das oberste Iller-Tal ist somit doch auf Querstörungen angelegt worden, wenn auch C. W. GÜMBEL mit seiner Begründung (der Grünten sei von den Vorarlberger Ketten abgerissen und nach N. verschoben) Unrecht hatte.

Sobald sich die enggedrängten Grünten-Sättel aber nach O. zu verschwächen, werden sie in dem verschmälernten Kreidezug von zahllosen Querrissen zerhackt, verlieren sich die einheitlichen Falten in ein kleinteiliges Auf und Nieder ostwestlicher Kurzfaltens, die an dem ONO. ver-

laufenden Molasse-Rand fort und fort amputiert werden. Mitunter verschwinden sie ganz. Ebenso verschwindet nun O. vom Grünten-Sektor die ganze Oberstdorfer Decke unter dem weiten oberostalpinen Vorstoß. Das ist die Lage weithin im südlichen Oberbayern.

Es wird natürlich schwer, hier Ursache und Wirkung auseinander zu halten. Klar erscheint zunächst nur die gegenseitige dynamische Bedingtheit aller Haupterscheinungen. Sie beweist, daß die Gesamtlage der Dinge: radiale Hochwölbung der helvetischen Elemente und axiale Senkungen, tangentiale Deckenfaltung und Auswälzung und Verschiebung bis in Kleinigkeiten hinein gleichzeitig lebendig gewesen sein müssen.

Und so fremdartig demgegenüber die scharfe und weithin durchziehende Molasse-Südgrenze, die tangential verhältnismäßig viel weniger durchbewegte Molasse im N. — gerade auch im N. des Grünten-Sektors — anmutet: Zum wenigsten als Nachwirkung gleicher Hochdruck-Dynamik im Grünten-Sektor haben wir doch auch wichtige Baulinien in der Molasse anzusprechen. Es sind die erstaunlich regelmäßig, fächerartig angeordneten Querspalten, welche von dem Iller-Grünten-Gebiet aus nach NW., N. und NO. 20 km weit, fast bis an die (an der heutigen Oberfläche) ungestört liegende Molasse heran, das Vorland durchpflügen (vgl. KRAUS 1926, S. 67ff.; 1929, Blatt Kempten).

Wollen wir auch gewisse Querriegel-Wirkungen besonders mächtig angehäufter Nagelfluh-Massen im N. nicht leugnen, so muß doch hier auf einen Umstand besonders aufmerksam gemacht werden. Untersucht man nämlich den Molasse-Bau W. des Rheins gründlich, so bemerkt man zu seiner Überraschung das fast gänzliche Fehlen einer Quervertrümmerung. Die ungleichartige Nagelfluh-Verteilung im ostrheinischen Vorland kann die Querstörungen im O. nicht erklären. Denn gerade auch W. des Rheins haben wir solche Verschiedenheiten (Nagelfluh-Haufen eines Speer oder Rigi neben Zonen starken Nagelfluh-Schwundes). Solche Gesteinsverschiedenheit in der Molasse ist somit kein Grund für jene Störungen im O. und ihr Fehlen im W.

Was aber im W. zugleich fehlte, das ist der Druck einer steifen, scharf vorschürfenden oberostalpinen Platte. Ihm wird man im O. bei Klärung des Molasse-Baues umsomehr Aufmerksamkeit schenken müssen, als sich ja im N. der am Grünten-Sektor besonders heftig heranstoßenden Kalkalpen-Platte eine gesteigerte und zwar einheitliche Vorland-Zertrümmerung erkennen läßt.

Neben der Fernwirkung jener größten Schubmasse der Alpen wird aber auch die Frage zu beachten sein, in welchem Tiefenstockwerk die heute beiderseits der Molasse-Südgrenze gleich hoch aneinander stoßenden Gesteinsmassen ihre Struktur erhalten haben. Es waren fraglos nicht die gleichen Stockwerke, und die jüngere Molasse im N. hat sicher tektonisch weniger durchgemacht als das Gebirge im S.

Tritt man einen weiteren Schritt zurück, um nur die größten Baulinien zu sehen, so fällt namentlich der Vergleich mit dem Ostende der Murnauer Mulde an der zerstückelten und in den östlichen Teilen weiter nach N. vorgetriebenen Loisach-Delle auf. Auch an der Iller geht von W. her eine südlichste Molasse-Mulde zu Ende: die Steineberg-Zone. Nur ist der höhere Teil ihrer Füllung als Deckschuppe, welche weitere Schuppen im N. vorstieß, abgeschert und nördlich verschoben. Aber ihr tiefer liegender Teil, auch mit Muldenbau und mit den die Mulde im N. und S. begrenzenden, beiden Stabilschwellen ist südlich im tieferen Untergrund noch zurückgeblieben. Er liegt heute überschoben unter dem parautochthonen Helvet, das aus der Widerstandsfähigkeit dieser südlichen Stabilschwelle unter ihm im W. der Iller Nutzen zog. Darum konnte es im W. nicht so scharf gerammt werden wie im O. der Iller. An der nächst nördlichen, noch bis weit östlich über die Iller reichenden Schwelle des Unterbaues, also der nördlichen Muldengrenzzone, bäumte sich das Grünten-Antiklinorium auf und hielt so dem oberostalpinen Druck ziemlich stand.

Auf diese für die Paläogeographie der Molasse wichtigen Baulinien wird bei Schilderung des „Abbaus der Alpen“ einzugehen sein.

Die Wildflysch-Decke. — Mit Recht hat M. RICHTER betont, daß die Feuerstätter Decke eigentlich eine Wildflysch-Decke sei. Nachdem wir sie trotz der außerordentlichen Verwicklungen im Balderschwanger Klippenbau als Decke unmittelbar über dem Helvetikum erkannt haben, tritt sie in der Tat in zwanglose Beziehung zu den zwischen Helvetikum und Sigiswanger Ultrahelvetikum perlschnurartig aufgereihten Scherlingen des Wildflysches („Saluier“ bei v. MERHART). Sie wirft viel Licht auf das weit verbreitete Chaos des Wildflysches. Damit wird nämlich nun klar, daß dieses allzuoft nur als Überschiebungsbreccie angesehene Gebirgsglied hier der verschürfte Vertreter eines eigenen Sedimentationsbezirkes mit eigener Fazies ist. Mindestens vom Gargas bis zum Ober-Senon, ja vielleicht sogar bis zum transgredierenden Mittel-Eozän (falls nämlich diese Transgression nicht erst auf die Feuerstätter Decke in situ erfolgte) erhielt dieser Faziesraum charakteristische Sedimente. Er erlebte ab Gargas eine der helvetischen vielfach ähnliche Geschichte. Nur setzte die orogene Unruhe, welche die Flysch-Fazies schuf, bereits in der Mittel-Kreide mit ausgeprägter Kraft ein und unterbrach immer wieder die normale Sedimentation.

Besonderes liegt auch darin, daß die Abkömmlinge einer kristallinen Schwellenzone („Vindelizische Nordschwelle“) mit groben und allergrößten Einlagerungen sowohl im Feuerstätter Sandstein des Gargas, wie namentlich im Bolgen-Konglomerat des Senons immer wieder in großer Menge erscheinen. Dagegen versank der Raum in der pelagischen Zwischenzeit des Turons hinab zu einer Tiefseerinne und wurde von Radiolarien-reichen Kalken und Hornsteinen bedeckt.

Die Heimat der Wildflysch-Decke ist die nördliche Randzone der südosthelvetischen Bildungsraum im SO. umfassenden Kristallinschwelle, von der immer wieder submarine Rutschungen und Blockströme abgingen, und welche (auch in Rand-Teilen) einmal pelagisches Sediment empfing. Dieser tieforogen sehr bewegliche Geosynklinale ist ultrahelvetisch (vgl. Fig. 16).

Als sich die tieforogene Unruhe immer mehr auch im N., im helvetischen Bildungstrog, breit machte, wanderte ihr Abbild in Gestalt der orogenen „ultrahelvetischen“ Fazies mit der des Flysches selbst „transgressiv“ über die helvetische Fazies. Über den somit zunächst normal abgesetzten Flysch aber schob die übersteigerte Einengung noch den Wildflysch in den helvetischen Raum.

Wildflysch-Fazies hat sich auch zu anderen Zeiten anderwärts gebildet. Nicht allein im Zusammenhang mit penninischen und unterostalpinen Trogzonen, sondern auch in anderen Geosynklinalen der Erde. Die räumlichen Zusammenhänge aber machen es höchst wahrscheinlich, daß aus dem dauernden Wiedererscheinen von Wildflysch entlang dem Ausstrich des südbayerisch-österreichischen Flysch-Randes eine sehr einheitliche Zone des ultrahelvetischen Ablagerungsraumes und seiner begleitenden (aber nicht immer genau gleich zusammengesetzten) Kristallinschwellen zu folgern ist. Immer wieder fand ich unmittelbar an der Basis der Sigiswanger Flysch-Einheit die echten Wildflysch-Vertreter. Solche Großzügigkeit muß dem anfänglichen Format der ablagernden Trogräume entsprechen. Sie entspricht auch der großzügigen Linienführung in der Molasse, einschließlich ihres Südrandes. Dieser letztere zerschneidet disharmonisch nur die untergeordneten Teilbilder späterer Verwicklungen und teilweise abweichender Bewegungs-Stockwerke.

In der Schweiz spielt Wildflysch eine noch ungleich größere Rolle als östlich des Rheins. Das Ergebnis meiner an anderem Ort 1932 erscheinenden Beobachtungen ist, daß genau die gleichen Grundlinien im Aufbau der Profile wie im Bau der Decken herrschen. Auf den Fähnern und im N. des Fluhbrig (westlich vom Wäggi-Tal) fand ich die Gesteine der Sigiswanger Decke in genau gleicher Lagerung über der Wildflysch-Decke wie im O. des Rheins.

Nur die bedeutendere Ausdehnung und die Reichhaltigkeit an zusätzlichen, jüngeren Bestandteilen fällt im W. auf. Die in der Schweiz bereits von mehreren Verfassern, so von ARN. HEIM, als „Wildflysch-Decke“ bezeichnete Einheit, läuft aus der Amdener Mulde über den Südrand des Aubrig unter gewaltiger Verbreiterung hinaus in die Schuppenregion von Einsiedeln. Sie bildet dann die Unterlage der unterostalpinen Mythen, wird weithin eingewickelt von den helvetischen Decken des Vierwaldstätter Sees und gewinnt neue Bedeutung im

Schlieren-Habkern-Flysch, wo mächtiger Tertiär-Flysch zum oberkretazischen hinzukommt. Schließlich bildet die Wildflysch-Decke die Unterlage der unterostalpinen Romaniden im NW. des „penninischen“ Niesen-Flysches.

Die seit zahlreichen Jahren bekannten und in dem monumentalen Werk der „Geologie der Schweiz“ schön dargestellten Grundzüge dieses als „Wildflysch-Decke“ abgetrennten ultrahelvetischen Bezirks stimmen also auf das beste mit der richtig aufgefaßten Gesamtlage in Vorarlberg-Südbayern-Österreich überein. Abstammung der Wildflysch-Blöcke von einem ähnlichen kristallinen Schwellenstreifen („vindelizische Nordschwelle“) im SO. des Helvetikums läßt uns darum sehr wohl z. B. die Übereinstimmung des Habkern-Granits mit dem Pechgraben-Granit verstehen (vgl. HERITSCH, 1925, S. 359).

Natürlich darf man nicht in den Fehler verfallen, jeden Wildflysch der Alpen nun zu dieser ultrahelvetischen Haupt-Wildflyschdecke zu rechnen. „Wildflysch“ ist ein orogen bedingter Faziesbegriff. Wildflysch entsteht als Abhangschutt seismisch-orogen unruhiger Inselgehänge. Diese Inselgirlanden sind im geosynklinalen Bildungsraum oft hoch aufragende Schwellen zwischen tief versinkenden, sedimentsammelnden Trogmulden. Die Trogfüllungen werden mehr und mehr gefaltet und dann deckenartig, mit ihrer Inselschwelle als Stirn, über die Nachbartröge geschoben. Noch bei dieser langsamen Horizontalverschiebung verlieren die Deckenstirnen ihren Grob- und Feinschutt, der alsbald am Gehänge überrutscht und überfahren wird. Die mechanisch gewaltig beanspruchte Stirnschwelle der Decke rückt also über die Mulde vor und bestreut sie, d. h. den alsbald von ihr zu beschreitenden Weg, mit Blöcken, Steinen, Sand und Schlamm. Der ganze Schwellenkörper kann so auf längerer Wanderung exogen verloren und endogen verwalzt werden.

Überall, wo dieser Mechanismus eingeschaltet wurde, haben wir (im ultrahelvetischen, penninischen, unterostalpinen, oberostalpinen Trog) unabhängig von Zeit und Raum dieses sogenannte exotische Phänomen mit ähnlichen Absatzbedingungen, darum ähnlicher Fazies, aber auch ähnlichem Bau. Die Großzügigkeit der Entwicklungsbilder gerade dort, wo der Wildflysch mit ins Spiel tritt, kommt mir darum gar nicht so unerklärlich vor.

Vorstehend wurde versucht, erstens die aus Fazies und Bau erschließbaren Grundzüge des Flysches herauszustellen und zweitens deren allgemeine Stellung im weiteren Rahmen anzudeuten.

Nach Zeichnung erster Umrisse für Südbayern und Österreich ist nun auf die Besonderheiten dort zu achten.

B. Der Bauplan des oberbayerisch-österreichischen Flysches.

I. Die Lech-Delle und ihr Rahmen.

Der Flysch-Zug des Edels-Berges steht am Westrand der breiten Lech-Delle. Schon äußerlich fällt diese durch ihre geringen, zwischen 800 und 1000 m schwankenden Höhen auf, während der Edelsberg-Zug im W. und der Trauch-Berg im O. auf 1200 bis 1600 m emporsteigen. Die Westgrenze der Gelände-Eindellung wird durch die breite Pfrontener Furche „Pfrontener Linie“ in SO.—NW.-Richtung, die Ostgrenze in SW.—NO. durch die Trauchgauer Linie Hohenschwangau—Bannwaldsee—Trauchgau gezogen. Namentlich der Flysch-Zug ist es, der hier bis auf vereinzelt aufragende Hügel vom Diluvialeise ausgeräumt und von ungewöhnlich viel Quartär bedeckt wurde.

Aber auch tektonisch haben wir eine ausgeprägte Senkung vor uns. Sie entstand offenbar unter Mitwirkung von Querbrüchen, von denen die Pfrontener und Trauchgauer Linie besondere Bedeutung haben. Um die Fortsetzung unseres Flysches über diese weite, aufschlußarme Senke beurteilen zu können, müssen die Dellenränder besonders untersucht werden, im W. der Edels-Berg, im O. der Trauch-Berg.

Der Edels-Berg (Fig. 4) zeigt noch die natürliche Fortsetzung des Scheidbach-Reichenbach-Profiles Fig. 20 in „Der nordalpine Kreideflysch“. Das heißt: vor dem überkippten Südflügel der Murnauer Mulde gibt es auch hier das aus mindestens drei Faltenschuppen bestehende Helvetikum, darüber das Bewegungs-Stockwerk der Leimern-Schichten und des Wildflysches, welches noch als besondere Decke gelten kann. Höher liegt die gefaltete Sigiswanger Abscherungsdecke mit ihrem noch ganz unveränderten Schichtbestand. [Anm.: Nur die mergelige Muldenfüllung mit Sandkalkbänken bei dem Kreuz im Buchwaldsbach-Profil ist für westlichen Piesenkopf-Kalk schon ungewöhnlich. In der südlich folgenden Mulde treten, bis 1 m stark, drei grüne und rote Schiefer- und Kalkbänke auf, welche wahrscheinlich der helvetischen Turon-Entwicklung entsprechen und zugleich einem Teil der roten Leitschichten im O. Schliff 1416, 1417 könnte hier ebensogut von einem gewöhnlichen Seewen-Kalk stammen: Es wimmelt von *Orbulinaria sphaerica* und *ovalis*, teilweise mit guten „*Calpionella*“-Formen; *Textularia pupa* REUSS; Schwammnadeln.] An der Vils wird sie überschoben durch ausgedünnte Reste der Oberstdorfer Decke, bedeckt vom Cenoman und Hauptdolomit des Oberostalpins (Sorgschrofen- und Kienberg-Schuppe).

Auch hier übergehe ich die genauere Profilbeschreibung und hebe nur zwei Stellen besonders hervor. Die eine betrifft die Leimern-Wildflysch-Vorkommen am Nordabfall des Edels-Berges.

Fig. 4 muß bedeutend von den Darstellungen K. REISER's und M. RICHTER's (1924, S. 68) abweichen. [Anm.: Die Wang-Mergel sind in letzterer als „Stadschiefer“ bezeichnet. Immer der gleiche Piesenkopf-Kalk wird von dem Genannten am Edelsberg-Sattel z. B. mit Kalkzone (etwa Kalkgruppe der Oberstdorfer Decke), im mittleren Buchwalds-Tobel mit Zementmergel, im unteren Buchwalds-Tobel mit helvetischem Stadschiefer, anderwärts mit Ofterschwanger Flysch verwechselt.] RICHTER weicht nur durch Einführung des „Stadschiefers“ an Stelle des nördlichen Flysches von REISER ab, der ähnlich wie MYLIUS im Bregenzer Wald Barrême (Drusberg-Schichten) und Gargas mit Wang-Schichten verwechselte und die ultrahelvetische Leimern-Fazies noch nicht gekannt hat. Sie enthält hier neben den grauen Fleckenmergeln („lm“ dunkelgrau) auch rot gefärbte Schiefer und Kalke („lm“, Schliff 1411 mit vielen Globigerinen, auch *Orbulinaria*; rot „lmr“ 1410 mit einigen Uhherrädchen-förmigen Globigerinen), Linsen von geflecktem Leimern-Kalk „lmk“, ein Meter, Schliff 1412/13 (zwei etwas verbogene „Calpionellen“, kalzitisierte Radiolarien), grauem Quarzit „q“ und sehr brecciossem Sandkalk („sk“, 5—10 mit Quarzit; Schliff 1414, 1415 mit Milio-liden, Echinodermen-Stückchen) und geht oft in die dunkelgrauen, feinsandigen Breitach- oder Wang-Mergel („wa“) über.

Den zerrütteten, Fukoiden-führenden Piesenkopf-Kalk („Pk“; 1409 wimmelt von kleinen *Orbulinarien*, teilweise „Calpionellen“, feinste Schwammnadelchen) von dem ebenso gelagerten Hauptsandstein „fs“ abzutrennen, ist kein Grund vorhanden. Erst im Wildflysch (schwarzer Quetschschiefer mit Linsen und Trümmern von grünem und schwarzem Quarzit) schneiden Schubflächen durch. Die unterste Schubfläche, die das verquälte ultrahelvetische Schubpaket (von unsicherer Schubweite) gegen das Helvetikum abtrennt, dürfte an dem Sandkalkkeil durchziehen (Fig. 4 links oben). Die nördlich folgenden Leist-Mergel (über 100 m) sind zunächst feinsandig, flyschartig und gehen in normale Leist-Mergel, dann in 10 m Seewen-Kalk über. Aber der nördlich auf der Waldrippe folgende Schratzenkalk neben Leist-Mergel zeigt, daß auch dieses Helvetikum zunächst nur eine abgetrennte Schuppe ist.

Zum anderen sind die Aufschlüsse an der Vils im S. des Edels-Berges kurz zu besprechen. Übersehen wurde hier bisher ein guter Überschiebungskontakt bei dem Stau rund 100 m oberhalb der Berg- und Thal-Mühle am rechten Steilufer der Vils (bei REISER „Gehängeschutt“).

Hier sieht man sehr schön die zerrütteten, schwach östlich geneigten cenomanen Breccienbänke mit Hauptdolomit-Stücken überschoben auf stark gequälten, dunkelgrauen Mergelschiefern mit zerrissenen und geschwänzten Kalk- und Sandkalkbänken (Schliffe 1418, 1419) des Piesenkopf-Kalkes. In die Kontaktmergel ist sowohl hangendes Breccien- und

Mergel- wie liegendes Flysch-Gestein verwalzt. Die Kontaktzone fällt steil nach S.

Von Oberstdorfer Decke ist hier nichts mehr zu sehen. Aber schon bei der Brücke über die Vils zur Schocher-Säge steht an der Straße ein hellgrünlichgrauer Quarzitsandstein an (Schliff 1420) bei RICHTER (1924, S. 76 „Reiselsberger Sandstein“), welcher sehr ähnlich dem Brisi- oder Feuerstätter Sandstein ist. Das gleiche Gestein ist weiter unterhalb westlich der Bläsi-Mühle bekannt. Obwohl mir so heller Glaukonit-Quarzit aus der Quarzitgruppe der Oberstdorfer Decke kaum bekannt ist, dürfte es sich doch wohl um deren Vertretung handeln, zumal am letztgenannten Fundort unter dem oberostalpinen Lias auch noch pelagischer Kalk („Tithon“) erscheint (Fig. 4 rechts oben).

Jedenfalls ist die Oberstdorfer Decke nur noch durch Quetschlinen vertreten.

Der Flysch der Lech-Delle selbst erscheint fast nur als Hauptsandstein in spärlichen Hügeln. Deutlich sind sie durch Querstörungen begrenzt wie z. B. im NW. des Hopfen-Sees. Ihre Seltenheit zeigt außerdem an, daß zwischen ihnen sehr ausgedehnte weichere Mergelpakete des Flysches ausgeräumt wurden, über deren Schichtköpfen heute Quartär und Seen liegen. Dies kann aus den verstreuten Aufschlüssen von Piesenkopf-Kalk (1401 mit viel Radiolarien) geschlossen werden, der hier viel tiefer liegt als im westlich anschließenden Edelsberg-Zug. Ofterschwanger Flysch kommt nur am Vord. Galgenbühl N. von Füssen heraus: an der Ach-Mühle glaukonitische Quarzitsandsteine und Schwarzschiefer, wahrscheinlich Quarzitgruppe der Oberstdorfer Decke. Am Ziegel-Berg liegt oberostalpinen Cenomanmergel mit *Orbitolina*.

Solange die helvetische Kreide O. von Pfronten-Kappel nicht untergetaucht ist, hat sie einen südlichen Begleitzug von quer zertrümmertem Haupt-Flyschsandstein. Von Weizern ab nach O. aber ist die axiale Absenkung des Flysches noch stärker. Nur durch sie kann sein eigenartiges Verhalten in der Tiefe der Lech-Delle verstanden werden: der widerstandsfähigere Hauptsandstein ist nur noch mit Sattelpfeln vertreten. Die weite Niederung aber rührt von der Ausräumung der über dem Sandstein liegenden, leichter entfernbaren Piesenkopf-Kalkmergel und von der stärkeren Zertrümmerung her.

Auch das ähnliche Verhalten der oberostalpinen und der helvetischen Begleitzüge spricht für axiale Absenkung in der Lech-Delle. Der Fächer ihrer Querstörungen, welche jenen in der Iller-Delle und Loisach-Delle so weitgehend entsprechen, soll auf Blatt Füssen 1:100000 zur Darstellung kommen.

Der Dellen-Schwerpunkt liegt heute orographisch im O. Umsomehr gewinnt die begrenzende Trauchgau-Linie an Bedeutung, wenn wir sehen, daß der sehr massive Flysch des Hohen Trauch-Berges, der

gleich östlich von ihr aufsteigt, nun wieder plötzlich ältere Niveaus in bedeutend größerer Höhenlage zeigt.

Der Flysch am Ostrand der Lech-Delle. — Die zur Aufnahme des Blattes Füssen 1:100000 vorgenommenen Begehungen haben mir eine normale Fortsetzung der wichtigsten Flysch-Einheiten auch jenseits der Lech-Delle aufgezeigt. In Fig. 5 wurden wichtigere Querprofile gezeichnet. Aus ihnen geht zunächst die mächtige Entwicklung der Sigiswanger Decke hervor, die im Trauch-Berg noch ansehnlicher ist.

Der schöne, fast fortlaufende Aufschluß am Halb-Lech im W. des Mühlscharten-Kopfes gibt Einblick in die ziemlich verwickelt gefaltete Grenzzone zwischen dem (nach wie vor sehr bezeichnenden) Oberteil des Haupt-Flyschsandsteins (mit schöner Wickelungs-Struktur) und dem unteren Teil des Fukoiden- und Schwammnadel-reichen Piesenkopf-Kalkes. Letzterer bedingt die katastrophalen Rutschungen am NW.-Hang des Mühlscharten-Kopfes. Wiederholt dreht das Streichen der Glimmersandsteinbänke am Fluß, namentlich im SW. des Berges nach allen möglichen Richtungen, oft gegen N.—S. Nach mancherlei Teilstörungen schiebt sich endlich im S. des Berges der Ofterschwanger Flysch mit seinen grauen Kalkmergeln und eingeschalteten Kieselkalkbänken unter dem Hauptsandstein hervor. Dieser Flysch-Mergel bildet einen Sattel in der Halblech-Senke mit bunten Zwischenmergeln und sinkt am Ausgang des Reiselsberg-Baches wieder unter den Haupt-Flyschsandstein.

Wer sich in dieser Gegend nicht spätestens bei der Kartierung von dem Vorhandensein zweier „Zementmergel“-Reihen, einer unter und einer über dem Haupt-Flyschsandstein, überzeugt, muß befangen sein.

Südlich Buching—Reiselsberg-Hütte steigen moränenreiche Flachgehänge an. Der nach W. steil zur Lech-Delle abfallende Buchberg—Jagdberg-Zug ist vom Hennen-Kopf längs der breiten Roßbach-Senke durch eine NNO. streichende Blattstörung abgetrennt. Die Hennenkopfscholle wurde ein Stück weiter nach NO. verschoben. Es ist das eines von den zahlreichen SW.—NO.-streichenden Querblättern, die neben kleineren NW.-Blättern, den Ostrand der Lech-Delle beherrschen (besonders schön das nordöstliche Vorrücken im O. des Loben-Tales).

In der Buchberg—Jagdberg-Scholle, deren auffälliges OSO.-Streichen wahrscheinlich durch jene Blattverstellung zu erklären ist, finden wir die Einheiten der Sigiswanger Decke in einfacher Faltung. Schon am Edels-Berg (vgl. S. 24) und bei Rubi (Blatt Fischen) im W. angedeutet, erscheinen hier noch deutlicher rote Zwischenschiefer ein Stück weit über der Basis des Piesenkopf-Kalkes; außerdem auch dünne Rotschiefer im Liegenden des Hauptsandsteins.

Der Piesenkopf-Kalk wird am Nordfuß des Jagd-Berges in aufschlußbarmer Gehängesenke von der Oberstdorfer Decke über-

schohen. Es erscheinen hier (an dem Hügel mit Jungwald) nämlich graue Spatkalksteine vom Typus des Tristel-Kalks mit Milioliden, Echinodermen-Spat, Quarz-Feldspat-Sand, Glaukonit; *Orbitolina* ist nicht zu sehen (1396). Außerdem gibt es kieselige Sandkalke und glaukonitische Ölquarzite (1395) mit Echinodermen-Spat. Es sind unverkennbar Gesteine der Quarzitgruppe, also des Gault-Flysches der Oberstdorfer Decke. Über ihnen bilden die Birnwang-Schichten des Jagd-Berges (hell-anwitternde Flysch-Mergel mit sehr spongitischen Kieselkalkbänken; besonders schön weiter W. im unteren Höllen-Graben mit *Phycopsis arbuscula* und Wickelungs-Struktur) eine Mulde.

Die gleichen Gesteine der Quarzitgruppe kehren daher am Südhang des Jagd-Berges wieder, ebenso ein wenig N. des Wortes „Hölle“ (1:25000), noch nördlich eines den Bach überquerenden Holzweges. Inzwischen ist die schöne, große Karte von C. W. KOCKEL, M. RICHTER und H. G. STEINMANN über die Berge zwischen Lech und Loisach erschienen, die sich im W.-Teil durch ihre erfreulich exakten Eintragungen auszeichnet. Die Quarzitgruppe wurde hier als „Höllensandstein“ bezeichnet (im S. des Jagd-Berges ein wenig zu tief angegeben).

An die Quarzitgruppe grenzen gegen S. die oberostalpinen feinsandig-feinglimmerigen Mergel mit einigen kieseligen Sandkalkbänken (γ , Fig. 5 rechts) mit Bewegungskontakt an. Das ist der seit OPPEL bekannte Ammoniten-Gault, der genau wie jener N. von Hinde-lang über den Hauptdolomit transgredierende Gault-Flysch, auch hier wieder *Parahoplites milletianus* D'ORB., *Hoplites (Leymeriella) tardjurcatus* LEYM. u. a. enthält.

In dem Sandmergel, der von dem an anderen Stellen die *Orbitolina* des Cenomans führenden nicht zu unterscheiden ist, stecken zahlreiche Gerölle in der bekannt unvermittelten Art (rote Gangquarze, Gerölle der Allgäu-Decke). Nach S. grenzt mit tektonisch verruschelter Zone sehr grobes, brecciöses Cenoman-Konglomerat (ckg) an.

In dem Graben S. vom Jagd-Berg steckt zwischen den gefleckten Sandmergeln bei 1160 m konkordant, wenn auch etwas verquält, ein heller, gefleckter, pelagischer Kalkstein, begleitet von etwas rotem Mergel. Konkordant liegen in dem Sandmergel auch viele glimmerarme Sandsteinbänke, die öfters in grobgrandige „Cenoman-Brecien“ übergehen. Wir werden diese fast glimmerfreien, also vom Haupt-Flyschsandstein scharf unterscheidbaren, bräunlich-grauen Sandsteine, welche etwa der oberostalpinen Mittel-, vielleicht noch z. T. Ober-Kreide entsprechen, im O. noch öfters antreffen. Im W. bildet die Sandmergel-Abteilung im Fortstreichen den Ziegel-Berg N. vom Bahnhof Füssen. Ich fand darin spätige graue Sandkalke mit *Orbitolina* sp. (1400) u. a.

Gegen S. grenzt diese ganze Sandmergelreihe mit starker Teilbewegung an gequälte, pelagische Fleckenkalke (schwarz in Fig. 5) mit schwärzlichen Quetschschiefen. Weinrote und graugüne Kalksteine,

Radiolarite (mit großen Mengen von Radiolarien und gegabelten Schwammnadeln) und schwarzer Hornstein folgen im Dreh-Graben.

Es erscheint sehr zweifelhaft, ob alle hier in dem anschließenden Wetzstein-Zug (cu, Fig. 5) vorhandenen pelagischen Kalke dem Ober-Jura angehören. Zum wenigsten für das zuerst erwähnte Vorkommen konkordant im „cenomanen“ Sandmergel muß das Hereinreichen dieser küstenfernen Fazies weit in die oberostalpine Kreide herein angenommen werden. Dies würde der pelagischen Turon-Reihe über dem Gault-Flysch und den Cenoman-Mergeln am Kreuzbichel NNO. von Hindelang entsprechen.

Während die oberostalpine Allgäu-Decke durch ihren Vorstoß im O. des Loben-Tales die Mittel- und vielleicht Ober-Kreide an ihrer Schubstirn verliert, überfährt sie von da ab östlich zugleich die ganze Oberstdorfer Decke. Diese war also nur vorübergehend im O. der Lech-Delle erschienen und verschwindet dann, ähnlich wie unter dem oberostalpinen Vorstoß, östlich der Wertach.

Dagegen entwickelt auch östlich der Lech-Delle die Sigiswanger Decke im Trauch-Berg mit fast 5 km Breite ihre weit gespannten Falten, ohne daß bis dahin der Bestand ihrer Haupt-Abteilungen allzu starke Veränderungen erlitten hätte. Diese größte der Flysch-Decken grenzt nach N. auf einer ziemlich gerade verlaufenden, leider aber meist verschütteten Linie (von N. von Deutenhausen am Lech über Trauchgau, Fronreitner Hütte, Unter-Nogg gegen Altenau an der Ammer) an die Ältere Meeresmolasse im Südflügel der Murnauer Molasse-Mulde.

Zwischen beiden liegt aber das Eozän von Unter-Nogg.

II. Der Ammergauer Flysch.*)

1. Halbammer-Tal und Scherenauer Laine.

Das oft erwähnte, aber nie ausreichend beschriebene Profil an der Halbammer muß mit Rücksicht auf die Erfahrungen im W. ganz neu gedeutet werden. Im S. der an der Ammer-Leite sehr schön aufgeschlossenen Murnauer Molasse-Mulde hat unter dem Quartärschutt W. von Altenau die Halbammer 600 m westlich oberhalb der Försterei Unter-Nogg ein (leider nicht zusammenhängendes) Profil von echten Wildflysch-Gesteinen entblößt (Fig. 6 unten). Diesen sprunghaften Wechsel verschiedener Gesteine, diese schwarzen Schiefer, grünen und grauen Ölquarzite, polygenen Konglomerate gibt es weder in der Sigiswanger Decke noch im Helvetikum, sondern nur im Wildflysch.

*) Die soeben erschienene Bearbeitung der Ammergauer Berge durch C. W. KOCKEL, M. RICHTER und H. G. STEINMANN (Wiss. Veröff. des D. u. Oe. Alpenvereins Nr. 10, Innsbruck, 1931) konnte in diesem Text nicht mehr voll berücksichtigt werden. Vergleiche: „Über den Bau des Ammergebirges“, Z. d. D. Geol. Ges. 77, 1925, S. 239ff.

Und vor allen Dingen: Diese Nummuliten-Sandkalke und Sandsteine lassen sich durchaus nicht als normale Glieder der aufgeschlossenen Wildflysch-Folge nachweisen. Die rechtsufrigen an dem Fahrweg sind rings isoliert, und linksufrig stecken die vielen Nummuliten am Halbammer-Spiegel unzweifelhaft in einem großen Block. Es liegt durchaus die Möglichkeit vor, daß dieser Wildflysch auch hier wieder eingeschuppte Eozän-Pakete enthält, die primär mit Wildflysch nichts zu tun hatten. Mehr läßt sich über die Stellung des Eozäns zur Zeit nicht sagen.

Wohl aber läßt sich zeigen, daß die nordöstlich geneigte Schichtfolge überkippt ist. Denn bei Punkt 3 der Fig. 6 unten sieht man sehr schön die „rhythmisch-asymmetrische Repetitionsschichtung“, wie sie so schön heißt: grober Grand und Sand greift unter Fließbrinnen- und Wulstbildung jeweils in liegende Mergel ein, wird aber nach oben feinkörnig mit scharfem Wickelungsaufbau und geht in Mergel über, auf dem dann wieder die Grandwulstbank beginnt. Die Bankunterflächen schauen mit den Wulstrinnen gegen NO., sind also überkippt.

Die Konglomeratgerölle bei Punkt 1 (Fig. 6) sind bräunlich anwitternde Kalke, Gangquarze, grüne und rote Hornsteine, Glimmerschiefer, Gneise, Phyllite, rötlich-grünliche Porphyre, graue Ölquarzite. Ebenso polygen, aber für Wildflysch bezeichnend, ist das Konglomerat in 6. und 7.: glaukonitischer Quarzit u. a. Glaukonit-Gesteine, schwarze und helle Malm-ähnliche Kalke, Trias-Kalke, weißer Gangquarz, rötliche Kieselgesteine. Über die Herkunft dieser Gesteine vgl. BODEN (1922, S. 228; 1930, S. 245).

Diese möglicherweise über 200 m mächtige Schichtfolge ist faziell ultrahelvetisch und (entgegen K. LEUCHS 1927, S. 254) nicht helvetisch. C. W. GÜMBEL und F. F. HAHN ist darin beizustimmen, daß sie eine besondere Schichtreihe ist und (entgegen K. BODEN) mit dem übrigen Flysch dort zunächst nichts zu tun hat, darum auch dessen Alter nicht irgendwie andeuten kann. Es ist die Wildflysch-Decke unter der südlich folgenden Sigiswanger Decke und über dem gegen N. und unten zu erwartenden Helvetischen, das aber nirgends aufgeschlossen ist. Auch mit dem Hangenden der südlichen Flysch-Decke hat die Unternogg-Folge (entgegen M. RICHTER) nichts zu tun. Die vorkommenden großen Nummuliten deuten wohl auf Mitteleozän.

Halbammer-aufwärts folgt, wie gesagt, überschoben, nach 40 m ohne Aufschluß (im Bach liegen aber noch Blöcke von polygenem Grandstein, Sandstein und Konglomerat des Wildflyschs) am Fluß mit steilem Südfallen grauer Mergel und Mergelkalk. Er gehört bereits zum Piesenkopf-Kalk der Sigiswanger Decke, dessen Falten weiterhin an der Straße sehr schön aufgeschlossen sind.

Schliff 1497 von blaßgrünlichgrauem, sehr fein gestreiftem Kalk mit Wickelungs-Bau wimmelt genau wie Seewen-Kalk von *Orbulinaria*

sphaerica und *ovalis*. Schliff 1498 zeigt feine Schwammnadeln, *Orbulinaria* und andere Foraminiferen, auch Radiolarien. Viele Fukoiden, Spitzfaltung, einseitige Wiederholungs-Schichtung, Dünnplattigkeit des echten, mächtigen Piesenkopf-Kalkes erscheinen immer wieder; daneben aber auch dickere Kalk- und Mergellagen. Überkippte oder gewöhnliche Schichtlage ist jeweils gut zu erkennen (Profil Fig. 6). Völlig normal ist auch der im engeren Hengstbach-Tal folgende, glimmerführende Hauptsandstein.

Aber der fast glimmerfreie Sandstein (Schliff 1499) mit Sand-, Mergel- und Kieselkalken (KK, cs, Fig. 6) im NO., O. und S. bei P. 990 gehört nicht mehr zu ihm. Diese Gesteine sind vielmehr offenbar genau so wie die gleichen bei der Hölle im W. die Vertreter des Gault-Cenomans in der hier aufgeschobenen oberostalpinen Allgäu-Decke. Über ihnen folgt darum auch (wenn auch nicht in fortlaufendem Aufschluß beginnend) bei der Blauen Gumpe der pelagische Kalk und Hornstein. 60 m oberhalb von dem Sandstein und 5 m N. vor dem stark gequälten pelagischen Kalk ist grauer und roter Tonmergel mit verwalztem Flyschkalkgestein zwischengeschaltet.

Nach den dortigen Aufschlüssen läßt sich nicht beweisen, daß der große südliche pelagische Kalk- und Hornsteinzug der Ammergauer Wetzsteinschiefer, den man bisher ganz allgemein für Ober-Jura erklärte, in der Tat durchweg dieses Alter hat. Nach der Gesamtlage muß mit mehr oder weniger vollständiger Vertretung aller Kreidestufen vom Cenoman bis herab zum Tithon gerechnet werden. Die ganze Zone nördlich unter diesem auffallenden Zug bis zum Haupt-Flyschsandstein (der Sigiswanger Decke) ist stark verquetscht und nur sehr lückenhaft aufgeschlossen. Sie zieht östlich mit den gleichen Gesteinen weiter über Krügel-Moos und See-Kapelle nach dem glimmerarmen Sandstein (mit Phyllitstückchen, aber ohne Fossilien) des Puren-Bichels an der Eisenbahnlinie, der mit seinen 80° südgeneigten Bänken so eigenartig aus dem weiten Ammer-Tal aufragt. An der großen Laine O. von Ober-Ammergau haben wir den gleichen glimmerarmen Häckselsandstein mit schwarzen und roten Mergelschiefern. Das ist somit die Fortsetzung der oberostalpinen Kreide, welche zusammen mit der Oberstdorfer Decke unter ihr infolge des Vorstoßes der Allgäu-Decke O. vom Loben-Tal verschwunden war. An der südlichen Verlängerung der Halbammer-Furche setzt sie wieder ein und überschreitet auch das Ammer-Tal.

[Anm.: Ich sehe soeben, daß M. RICHTER auf der neuen Ammergebirgskarte an den betreffenden Aufschlüssen teils Schutt und Moräne zeichnete, teils „Reiselsberger Sandstein“, mit dem diese Vorkommen natürlich nicht verwechselt werden dürfen und können. Von normaler Auflagerung des glimmerreichen Hauptflyschsandsteins auf Gesteine der Allgäu-Decke ist nirgends etwas zu sehen. Sie fehlt entgegen der Vermutung M. RICHTER's 1931, S. 107.]

Aber auch nordöstlich von dem glimmerarmen Sandstein taucht nochmals pelagischer Kalk in senkrechter Stellung bei 1050 m NN. an der Scherenauer Laine auf. Hier wechsellagert er deutlich mit grauem, quarzitischem Kieselkalk (Schliff 1507 mit großen Schwammnadeln aus Kalk, einigen Milioliden, *Globigerina cf. aequilateralis*), der von jenem des Flysches nicht abgetrennt werden kann. [Anm.: Bei M. RICHTER „Fernmoräne“.] Beginnend mit Piesenkopf-Kalk schließt daran nach N. wieder die Sigiswanger Decke (Fig. 6). Sichere Vertretung der Oberstdorfer Flysch-Decke fehlt hier noch.

Der Wetzstein-Zug setzt schon weit im W. am Lech ein und zieht, bis 2 km breit, geschlossen durch das Ammer-Gebirge bis an das Murnauer Moos. Das Gestein liegt meist mit Ruschel-Kontakt unter Konglomeraten, Sandsteinen, Mergeln des „Cenomans“. Die Konglomerate enthalten die echten oberostalpinen Randgesteine als Gerölle wie im W. (Hauptdolomit, Kössener Schichten, Jura). Überall liegt pelagischer Kalk und Hornstein gerade an der „Grenze“ gegen den Flysch, genau wie im W., wo er sicher der ultrahelvetischen Oberstdorfer Flyschdecke angehört. Es scheint mir noch durchaus offen zu sein, ob dies nicht für gewisse Randgesteine auch im O. der Fall ist. Dafür sprechen die Fazies-Übereinstimmungen beider gleichgelagerter Kalke.

Auffallend ist die Dünnpaltung und die Einschaltung von Mergellagen, welche in dem echten Ober-Jura viel seltener vorkommt. Schliffe wimmeln von opalisierten Radiolarien. Der weißliche Splitterkalk (1502) und Porzellankalk (1503 mit viel *Orbulinaria sphaerica*, oft in Form von „*Calpionella*“, 1504) wechsellagert häufig mit grau geflammten oder gefleckten Bänken (1506), die Fukoiden-ähnliche Gänge enthalten. Die Fleckung der Liebensteiner Leimern-Kalke, aber auch der grünlichen oberostalpinen Neokom-Fleckenmergel, ist hier genau wiederholt (so etwa am Schappers-Eck O. der vorgenannten Blauen Gumpe). Gar nicht selten sieht man Wechsellagerung mit Kiesel- oder Sandkalk des Flyschtypus.

All dies fordert dringend die Klarstellung der Frage, ob nicht statt oberostalpinem Malm hier teilweise ultrahelvetisches oder randoberostalpinen Turon bzw. auch Neokom der Allgäu-Decke vorliegt. Nur einwandfreie Fossilien (aber nicht etwa „*Calpionella*“ und undefinierbare Aptychen!) und einwandfrei beobachtete Kontaktprofile, nicht aber vorgefaßte Meinung, können hier entscheiden.

Darum empfiehlt sich auch Vorsicht hinsichtlich der klastischen Nordrandfazies des oberostalpinen Malms weiter im Osten.

2. Die Aufacker-Hörnle-Gruppe (Fig. 7).

Östlich, jenseits der Ammer, erhebt sich der Flysch zu der Aufacker-Hörnle-Gruppe. An deren Ostabfall, mehr als 40 km östlich von dem Seewen-Kalk der Ruine Eisenberg, tauchen unter dem Flysch Gesteine

auf, welche zuletzt von F. F. HAHN (1914) als helvetische Kreide beschrieben worden sind. [Anm.: Es ist ein großes Verdienst F. F. HAHN's, wiederholt auf die helvetischen Fazies-Anklänge hingewiesen zu haben, welche sich im Flysch vorfinden. Seine Bemerkungen lassen zwar erkennen, daß er deren Bedeutung noch nicht erfaßt hatte, daß er aber, wäre ihm weiterer Ausbau seiner Flysch-Studien vergönnt gewesen, wahrscheinlich auf die richtigen Zusammenhänge gekommen wäre. Durch meine in viel westlicher liegendem Gebiet gemachten Beobachtungen, nicht unter Benützung der mir anfangs nicht verständlichen Andeutungen F. F. HAHN's, kam ich auf anderen Wegen zur Klärung.] Wer die Zusammenhänge im Flysch-Bereich und das Verhältnis des Flysches zur helvetischen Kreide festzustellen sucht, wird das erwähnte Vorkommen besonders aufmerksam betrachten.

Nach HAHN liegt im N. tiefbajuwarischer Elemente der Kalkalpen, beginnend mit der großen Laine O. von Ober-Ammergau bis zu der steil stehenden Grenze gegen die Molasse der Murnauer Mulde ein einheitlicher, kräftig gefalteter Flysch-Zug bestehend aus der tieferen „Sandstein“-Gruppe und der höheren „hydraulischen“ Gruppe („Zementmergel“ oder „Kieselkalk“). Am Südrand im mittleren „Axialzug“ der ganzen südbayerischen Flysch-Zone und am Nordrand nur erscheinen die Falten der Sandsteingruppe. Nicht unter dem Kern der (nach HAHN liegendsten) Sandsteingruppe, sondern unter dem Südzug der hydraulischen Gruppe (Aufacker—Windwurf-Eck) soll bei der Raut-Laine helvetische Kreide als Fortsetzung derjenigen auftauchen, welche die Kögel im Murnauer Moos aufbaut. Der ganze Flysch liegt nach HAHN überschoben auf der helvetischen Kreide und das Vorkommen bei der Raut-Laine soll hiefür besonders beweisend sein.

Die Kreide östlich unter dem Windwurf-Eck N. von der Raut-Laine zeigt glaukonitische, dunkle Kalksandsteine und schwarze Mergelkalke des Albien, wenig nördlich noch Reste bläulich-grauer feinsandiger Kalke mit Echinodermen und Mergel vielleicht des Aptien. Soweit F. F. HAHN's Feststellungen, welchen durch den ersten Versuch, den Flysch in getrennten Gliedern regional zu verfolgen, grundlegende Bedeutung zukommt.

Steigt man nun in dem hart nördlich der Raut-Laine herabziehenden Graben empor, um die dort von HAHN verzeichnete Kreide zu finden, so trifft man hier zu seiner Überraschung wohl Kreide, aber nicht helvetische, sondern einen vom Allgäu her wohlbekannten ultrahelvetischen Kreide-Flysch. Bei 800 m schuf der Wasserlauf sehr gute Aufschlüsse. Man hat im S. zunächst Zementmergel, nördlich anschließend sodann 20 m überwiegend Quarzite und Sandkalke; gegen oben Hornsteine, schwarze Schiefer, graue, quarzitische Sandkalke; gegen unten liegt eine 2 m-Bank mit teilweise glaukonitischem Quarzit (Str. N. 110° O., F. 70° S.). U. d. M. (Schliffe 1085—1095) bestätigt sich der Eindruck,

den man schon makroskopisch hat, daß hier typische Gesteine der Allgäuer Quarzitgruppe vorliegen, die uns ja aus der Oberstdorfer Decke wohl bekannt sind.

Geht man ins Liegende (nördlich), so findet man hier zunächst am Bach gegen unten noch mehr Sandkalk- und Quarzitbänke mit wechselndem Glaukonit-Gehalt anschließend (Schliffe 1093—1095). Sie besitzen an dieser, ohne Zweifel von HAHN gemeinten Stelle (Abzweigung des im N. bald aufgehörenden Seitenweges) fraglos den Habitus mancher „Gault-Grünsandsteine“. Andererseits aber bestätigt sich die Auffassung, daß wir hier Quarzitgruppe vorgefunden haben durch die Zwischenlagerung von einem Meter grauem spätigem Kalk (bei 780 m Höhe), der makroskopisch und mikroskopisch (Schliffe 855, 856) nicht zu unterscheiden ist von echtem Tristel-Kalk oder Uργο-Apt. Dieses höchst bezeichnende Gestein der Quarzitgruppe wiederholt sich also auch hier. [Anm.: H. G. STEINMANN kann diese wichtigen, von F. F. HAHN erwähnten Aufschlüsse nicht begangen haben, sonst hätte er nicht auf der soeben erschienenen Ammergebirgskarte gerade in diesem Bach „Gehängeschutt“ eingetragen. In groben Umrissen entspricht seine „Höllensandstein“-Verbreitung auf dieser Karte z. T. unserer Quarzitgruppe.]

Steigt man auf dem kurzen Ziehweg O. von „Windwurf-Eck“ der Karte 1:25000 nach NO. an, so trifft man, noch immer im Liegenden der 80° S. geneigten Bänke, ziemlich schlecht aufgeschlossen, neuerdings ähnliche Quarzite wie vorhin (Schliffe 857, 1097), teils feinen Sandkalk bis Sandsteinschiefer (Schliff 1096) oder sandige Kalke und Mergel. An der nächsten Runse sind fast allein hellgelblich anwitternde Mergel mit Sandkalkbänken (Schliff 1098), welche teilweise wieder Urgon-Fazies zeigen und Foraminiferen der Seewen-Kreide enthalten. Der Habitus stimmt schon genau mit dem der Birnwang-Schichten etwa von Hindelang überein, so daß die Schichtfolge hier etwas überkippt liegt. Dementsprechend läßt sich auch das im S. der Quarzitgruppe namentlich durch die Raut-Laine aufgeschlossene Gestein sehr wohl als Kalkgruppe auffassen, die nur toniger geworden ist und hier im O. z. T. unter dem Namen der Zementmergel geht.

Diese Kalkgruppe zeigt über dem Schuttkegel der Raut-Laine 20 bis 45 cm dicke glattflächig begrenzte Bänke von dichtsplittorigem, heller oder dunkler grauem Mergelkalk (Schliff 1075, 1076), etwas weniger von glimmerigem Sandkalk (Schliffe 1077, 1078) und etwas dünnem Mergelschiefer zwischen den Bänken (Str. N. 110° O., F. 85° S.). Es folgen nach oben graue Mergelschiefer mit Splitterkalkbänken, Zonen von nicht über 10 m Dicke, in denen Sandkalke bis Quarzite überwiegen (Schliffe 1079, 1080), von blaugrauen Kalkmergeln (Schliffe 1081—1084), die nach N. in jene übergehen, welche normal an die eben besprochene Quarzitgruppe angrenzen. Die Kalkgruppe ist hier toniger und gleichzeitig Radiolarien-reicher als weiter im W.

Von einer Überschiebungsfläche zwischen den von uns der Quarzitgruppe, von HAHN der helvetischen Mittel-Kreide zugeteilten Gesteinen und den darüber folgenden ist nirgends eine Spur zu bemerken. Auch F. F. HAHN weiß darüber nichts zu sagen. Es liegt eine ganz normale Schichtfolge des Kreide-Flysches der Oberstdorfer Decke vor — wobei natürlich noch offen bleibt, ob hier auch diese tektonische Einheit selbst fortsetzt. Das Normalprofil wird als solches auch dadurch bewiesen, daß die Quarzitgruppe sich nun nach W. über Windwurf-Eck und Himmelreich-Rücken ganz ebenso wie auch die hangenden und liegenden Flysch-Glieder Schritt für Schritt verfolgen läßt. Es ist klar, daß dies bei überschobener Kreide nicht möglich wäre (vgl. Profil Fig. 7 oben). Eine westliche Fortsetzung des spätigen Urgon-Gesteins war F. F. HAHN bereits bei P. 919 NO. von Unter-Ammergau in der Engen Laine aufgefallen (1914, S. 63).

Über den wahrscheinlich durch eine Querstörung abgesetzten Geländesattel N. am Windwurf-Eck (950 m NN.) streicht die Quarzitgruppe zuerst bei fast senkrechter Stellung gegen NW., biegt dort aber in den westsüdwestlichen Längsverlauf der Ommi-Laine um, wobei die Bänke sich flacher legen. Unter ihnen, in Wirklichkeit stratigraphisch über ihnen, zeigen die tieferen Aufschlüsse des gleichen Baches unter 960 m überwiegend Birnwang-Schichten (Schliffe 1099—1103). Es ist die ganz normale Fortsetzung der weiter unten beobachteten Gesteine, mehrfach in Leimern-Habitus (graue Fleckung) oder in dünnere Bankung übergehend und mit Foraminiferen der Ober-Kreide versehen.

Die höheren Teile der Ommi-Laine zeigen zuerst SO.- dann nach einer kleinen Störung bei 1140 m Höhe SW.-geneigte Quarzitbänke, mitunter mit vielen schwarzen Schiefen; selten grandige glimmerführende Sandsteinbänke. Allmählich gelangt man im Grabeneinschnitt etwas mehr in das stratigraphisch Hangende, wobei zunächst die Aufschlüsse nicht mehr ununterbrochen sind. Doch bemerkt man ganz deutlich das Hereintreten kräftig roter Mergel, ab 1150 m mehr (gerutschte) glimmerführende Sandsteine, weiche, milde Mergel von grauer und roter Farbe, ähnlich den Seewen-Mergeln. Gegen 1080 m Höhe überwiegen diese schwärzlichen, grünlichen, kräftig roten, öfters auch hellgrauen Mergel. Es ist das ganze Inventar der turonisch-untersenonischen Gesteine der Birnwang-Schichten. Dem entsprechend zeigt das Mikroskop (Schliffe 1104—1108) die Foraminiferen-Gesellschaft der Seewen-Schichten. Stratigraphisch noch ein wenig höher (Tobel-Nordhang) schließen ziemlich feinkörnige Sandsteine an (Schliff 1109).

Geht man am Paß 1379 südlich auf den Himmelreich-Rücken, so trifft man wieder (Fig. 7) die normale Serie. Zuerst die Quarzitgruppe, dann die Kalkgruppe des genannten Rückens in der Fazies des Zementmergels. Er ist hier am Gehänge mit dünn- bis dickbankigen Mergelkalken, die hellbläulich anwittern (Schliff 1110 wimmelt von Orbu-

linarien), mit harten Sandkalkbänken und dichtsplitterigen Kalkbänkchen (Schliff IIII) mit Fukoiden, ebenso wie unten an der Raut-Laine aufgeschlossen (Str. N. 90—115⁰ O., F. mittel gegen S.). Damit ähneln sie z. T. dem Ofterschwanger Flysch.

Noch die von HAHN der „Sandsteingruppe“ zugeteilte südlichste Randzone gegen die Kalkalpen gehört nach K. BODEN (1922, S. 372) zum „Kieselkalk-Flysch“. Wir mußten oben die glimmerfreien Sandsteine der Großen Laine zum ostalpinen Cenoman stellen.

Das weitere Profil zwischen Aufacker und dem Paß der „Drei Marken“ ist in Fig. 7 skizziert. Es erscheinen hier kurz vor diesem Paß als hangendes, durch Überkipfung hier aber tiefer liegendes Glied der Birnwang-Schichten ganz normal Sandsteine und zwar erst N. vom Rehbrein-Kopf. Es liegt kein Grund vor, mit F. F. HAHN die (von diesem zu breit gezeichnete) Sandsteingruppe als stratigraphisch tieferes Glied aufzufassen.

Nach unserer Kenntnis der profilmäßigen und regionalen Konstanz der Quarzitgruppe und der rot gefärbten Serie zwischen ihr und der Sandsteinzone in den Birnwang-Schichten muß größter Wert darauf gelegt werden, daß auch im südlichen Oberbayern diese Zone nicht mit anderen zusammengeworfen, sondern bei der Gliederung getrennt wird. Es ist ein Vorzug der zuerst von M. RICHTER im Allgäu versuchten Flysch-Gliederung, daß er seiner allerdings weitgehend zu revidierenden „Quarzitzone“ über der „Kalkzone“ Aufmerksamkeit geschenkt hat. Die von uns in neuer Form der stratigraphisch-tektonischen Auffassung festgehaltene „Quarzitgruppe“ entspricht ohne Zweifel dem Gault i. w. S. Die in allen normalen Profilen darüber gelagerte rote Zone, die M. RICHTER nicht unterschied, welche aber mit dem pelagischen Kalk identisch ist, entspricht dem Turon. Die Sandsteinbänke darüber sind tieferes Senon. Das Liegende des Gault-Flysches ist im W. durch Zwischenlagen von Tristel-Kalk mit *Orbitolina lenticularis* als tiefere Kreide zu definieren. Sie erscheint hier im O. nicht in der Fazies der Kalkgruppe, sondern in jener der Zementmergel. Alles liegt in Flysch-Fazies vor und zwar gehört es im W. nur der Füllung jenes Troges an, welcher die Oberstdorfer Decke geliefert hat. Dies alles ist im W. überschoben auf die Trogfüllung der Sigiswanger Decke.

Ein Kriterium, ob auch in der Aufacker—Hörnle-Gruppe die Oberstdorfer Decke oder doch deren Äquivalent auf Sigiswanger Decke liegt, ergibt die Fortsetzung unseres Profils Fig. 7 nach N.

Steigen wir von dem Paß „bei den drei Marken“ nördlich auf den Kamm des Hinteren Hörnles, so zeigt sich in der Tat Piesenkopfkalk-Flysch, wie wir ihn längst aus der Sigiswanger Decke kennen und soeben an der Halbammer in seiner östlicheren Fazies schön aufgeschlossen fanden.

Er besteht aus überwiegend bläulichgrauen Kalkmergeln (Schliff

1112), zwischen denen öfters Sandkalk bzw. Kieselkalk (Schliff 1113 mit Radiolarien) in etwa fußstarken Bänken eingeschaltet ist. Es kehrt also auch hier wiederholt der plattige Piesenkopfkalk-Habitus wieder. Im Ofterschwanger Flysch, mit dem zahlreiche Bänke verwechselt werden können, fand ich im W. nie Radiolarien. Auch erscheinen mitunter (1460 m Höhe; F. 30° N.) einige meterstarke Bänke von glimmerarmem, Pflanzenhäcksel führendem Sandstein, vermutlich eine Wechselagerung tieferer Schichten mit dem sandigen Liegenden. Der Westgrat des Hinteren Hörnles zeigt hellen Piesenkopf-Splitterkalk (Schliff 1114) mit Schwammnadeln und Oberkreide-Foraminiferen.

Daß tatsächlich die Piesenkopfkalk-Abteilung des Halbammer-Tales über die Hörnle-Gruppe weiterzieht, zeigen die besseren Aufschlüsse in den Gräben. Besonders schön und leicht zu erreichen ist der Graben der Kapell-Laine NO. von Unter-Ammergau. Hier fällt die einseitige Wiederholungsschichtung in hundertfältigem Wechsel auf. Auch muß betont werden, daß die Piesenkopf-Plattung im Profil oft ganz gegen die einheitliche Entwicklung der Ofterschwanger Zementmergel zurücktritt. Gleichwohl ist die Mergel-Teilfazies aber nicht im Wechsel mit jenen etwas glaukonitischen, seltenen Sandkalk- und Sandsteinbänken wie im echten Ofterschwanger Flysch. ONO. vom „Drei Markenpaß“ fand F. F. HAHN (wie er S. 57, 1914 behauptet, „mitten im Gebiet des nördlichen hydraulischen Zuges“, nach seiner Karte aber in seiner Sandsteingruppe) im unteren Reiß-Graben einen *Inoceramus*, also wieder einen Hinweis auf Oberkreidealter des Piesenkopf-Flysches. Das allgemeine Schichtfallen ist zunächst gegen N. gerichtet, während es im Sandstein vorher beim Paß mit flachem SO.-Fallen zu beobachten war, was also noch mit dem konstanten Südfall der überkippten Serie des nördlichen Aufackers und des Windwurf-Ecks übereinstimmt.

Schon dieser plötzliche Wechsel in der Schichtlage, zugleich mit dem Gesteinswechsel und mit dem scharfen Geländeeinschnitt, macht auf eine bedeutende Schichtstörung aufmerksam, ebenso wie die bedeutende Zertrümmerung im Sandstein am Paß. Die Kenntnis der westlichen Flysch-Gebiete aber führt uns hier außerdem zu der Überzeugung, daß der Grund für die Paßbildung zwischen Rehbrein-Kopf—Aufacker im S. und der Hörnle-Gruppe im N. in dem Durchstreichen einer ausgeprägten Schubfläche zu suchen ist. Der Schutt, der von dem Paß „bei den drei Marken“ nach O. und W. herabziehenden Gräben verdeckt die Überschiebungsfläche, mit der hier also offenbar die Gesteine der Oberstdorfer Decke im S. auf jene der Sigiswanger Decke im N. liegen.

Die nördliche Fortsetzung unseres Profils, welches die schon von HAHN gegebene Auffassung über den Sattel- und Mulden-Bau teilt, führt weiterhin nur durch die Gesteine des mächtigen Piesenkopf-Flysches. Erst etwas östlich von unserem Profil erscheint S. von Großenast Sand-

stein mit schwarzem Mergelschiefer. Da dieses Vorkommen wahrscheinlich schon zum Wildflysch gehört, dürfte südlich von ihm die Schubfläche unter der Sigiswanger Decke durchstreichen. Nahe im N. aber verdeckt der Schutt wohl die Schubfläche über der helvetischen Kreide, die selbst erst weiter im SO. aufgeschlossen ist. Jener Wildflysch liegt also genau entsprechend jenem von Unter-Nogg und setzt ihn fort.

Durch das ganze Allgäu und Vorarlberg bis nach Feldkirch hinein sehen wir die Sigiswanger Decke über der helvetischen Kreide liegen. Blicken wir von dem schönen Aussichtsberg des Hörnle nach O. auf die tief unten aus dem Murnauer Moos aufragenden Kögel mit ihrer helvetischen Kreide, so liegt nichts näher als die Annahme, daß auch hier die Überschiebungsfläche der Sigiswanger Flysch-Decke weiterzieht, daß auch hier der „ultrahelvetische Flysch“ über der helvetischen Kreide liegt.

Und darin stimmen wir voll und ganz mit den HAHN'schen Vorstellungen überein, die besonders K. BODEN neuerdings noch ausgebaut hat.

Der Flysch trägt keinen gewöhnlichen Faltenwurf aus nur zwei unterscheidbaren Schicht-Gliedern, von denen zu unterst die „Sandsteingruppe“ liegt. Sondern er besteht hier aus den Abkömmlingen zweier sehr verschiedener Bildungsströge, die übereinander geschoben sind und welche im Einzelnen noch sehr wohl gegliedert werden können.

Das sagt uns die Analogie zum Westen; die Sachlage an Ort und Stelle stimmt damit vollkommen überein.

III. Der Schlierseer Flysch

gibt uns zunächst Anlaß, das Wesentliche über die hier und am Tegern-See erwachsene Flysch-Gliederung ins Gedächtnis zurückzurufen. Gute vorläufige Übersichten haben CL. LEBLING (1912, S. 497 ff.), später C. W. KOCKEL (1922, S. 122 ff.) gegeben.

Das Verdienst, als Erster eine ungefähre Trennung von Sandsteinen und Breccien oben, roten Schiefnern in der Mitte und Kieselkalken unten kartenmäßig durchgeführt zu haben, gebührt W. FINK (1904). Er schloß die Reihenfolge der Glieder aus der richtigen Beobachtung der Lage der Hieroglyphenwülste an der Sandsteinunterseite. Die gleiche Beobachtung ließ sich überall auch im westlichen Flysch machen und kann in der Tat als Hilfsmittel zur Bestimmung des Oben oder Unten verwendet werden. Im Muntigl-Flysch hat bekanntlich E. FUGGER die gleiche Tatsache beobachtet und verwendet. Die Konglomerate wies FINK keinem besonderen Horizont zu.

E. DACQUÉ hielt (1912, S. 43) an der FINK'schen Zweiteilung fest, die er auf seiner schönen, wesentlich der Kalkalpenzone gewidmeten Karte

aber nicht ausschied. Die Bedeutung der roten Schiefer als trennendes Medium findet DACQUÉ nur an einigen Stellen bestätigt. Das Auftreten der Rotschiefer ist im Profil gleichmäßig. Der (ältere) Kieselkalk enthält nach DACQUÉ eigentlich überwiegend Mergel, der (jüngere) Sandstein viel Schiefer, teilweise auch Kieselkalk. Es lassen sich zwei Konglomeratzüge unterscheiden, von denen der eine zum Flysch-Sandstein gehört, der andere die Kalkalpengrenze begleitet. Auch dieser letztere wurde später von K. OSSWALD (1926) (mit K. BODEN) zur Sandsteingruppe gezogen.

F. F. HAHN (1912, S. 528ff.) bestätigte die Möglichkeit einer stratigraphischen Zweigliederung des Flysches, faßte aber den Begriff der Sandsteingruppe anders als FINK. Sandsteine, bunte Letten, Quarzite, Konglomerate und plattige, dunkle Kieselkalke in raschestem Wechsel, besonders gegen die Zementmergel-Kalkgruppe („hydraulische Gruppe“) hin, sind für „Sandsteingruppe“ bezeichnend. Der Autor wendete sich gegen die Kartendarstellung FINK's und möchte wegen des Vorkommens der Kleinfaltung am Holzer-Berg W. von Frais dessen Ansicht vom höheren Alter des Kieselkalk-Flysches streichen. Aber Kleinfaltung ist bekanntlich in solchem Flysch-Gestein das Normale; es kommt nur auf das Lageverhältnis im allgemeinen an, welches auch am Holzer-Berg zu beobachten ist. Ebenso scheiden HAHN's Mitteilungen über das genetische Verhältnis der ausstreichenden Sättel und Mulden weiter im W. aus, wie K. BODEN (1920, 1922, 1925) dann zeigte. Es ist weder näher erläutert noch gesichert, daß hier wie dort die gleichen Horizonte vorliegen. Die Möglichkeit einer völlig verkehrten Lage gibt HAHN zu; auch betont er das Vorkommen von Kreide-Fossilien nicht nur im Zementmergel, sondern auch im Sandstein-Flysch.

K. BODEN verdanken wir eine Kartenaufnahme des Flysches zwischen Loischach und Leitzach, bei welcher die schon vorher unterschiedenen beiden Flysch-Abteilungen auseinander gehalten wurden.

Es ergab sich im Gegensatz zu F. F. HAHN, dem sich M. RICHTER angeschlossen hatte, daß die Kieselkalk-Zementmergel als tiefere, die Sandsteingruppe als höhere Abteilung zu gelten habe. [Anm.: In dem Fall westlich des oberen Dürrn-Baches zeigt die Karte BODEN's freilich eine Mulde, wo der Text S. 18 einen Sattel angibt.] Die Konglomerate am südlichen Flyschrand stellt BODEN zur Kieselkalkgruppe, 1922, S. 273 in den Grenzbereich zwischen beiden. Gleichzeitig definiert er die beiden Gruppen näher. Die genauere Untersuchung ergab bei der Ausscheidung der zwei Glieder sehr große Schwierigkeiten. Hinsichtlich der Kieselkalkbänke, die in beiden Gruppen vorkommen, konnte nur so verfahren werden, daß alle diejenigen Kieselkalke, welche Glimmersandstein-Lagen einschließen, noch zur Sandsteingruppe gezählt wurden. Hieraus und aus Vergleichsbegehungen im Gelände ersehe ich, daß diese Zweigliederung oft überhaupt nicht durchführbar ist. Dieses Schema beruht nicht auf einer Profilaufstellung Bank für Bank, wie sie im W.

Grundlage der Gliederung war, sondern auf großzügiger Zusammenfassung. In Wirklichkeit ist der Unterschied der Methode freilich nicht groß, doch hätte abweichendes Vorgehen am Anfang in gut aufgeschlossenem Gebiet fraglos zahlreichere Glieder aufgezeigt. Die schon von F. F. HAHN und K. BODEN betonte Buntheit in der Zusammensetzung namentlich dessen, was wir vorangehend und nachfolgend als Birnwang-Schichten zu bezeichnen haben, bleibt aber auch in diesem Fall bis auf weiteres bestehen.

Die kartenmäßige Wiedergabe der beiden Flysch-Glieder steht mit ihren breiten Sattel- und Muldenzügen in überraschendem Gegensatz zu der in fast jedem Aufschluß erkennbaren Kleinbewegung und den häufig nachweisbaren Blattstörungen. Die großen Längsstörungen, welche die Arbeiten im W. zutage gefördert haben, fehlen scheinbar im O. ganz. Auch im W. konnten wir zu der auffallend an die Molasse erinnernden Regelmäßigkeit im Streichen kommen. Aber die Teiltettonik, welche durch Ausscheidung mehrerer Glieder erkannt wurde und die im O. bisher nur aus den von K. BODEN dankenswerterweise sehr reichlich gegebenen Fallzeichen entnommen werden kann, ist doch viel lebhafter.

K. BODEN bestätigt HAHN's Auffassung, daß Flysch und helvetische Kreide in getrennten Becken abgesetzt und erst später übereinandergeschoben wurden. An der Schubfläche liegen die fremdartigen Dürrnbach-Breccien. In gleicher Lage (unter der Sigiswanger Decke) treten die Diabase zwischen Isar und Leitzach u. a. O. auf. Ihr Alter, das BODEN für oberjurassisch hält, ist nicht erwiesen. Die Analogie zum W. legt Oberkreide-Alter der Magmabewegung nahe.

Über das durch zahlreiche Inoceramen-Funde gesicherte kretazische Alter der „Kieselkalkgruppe“ ist man im klaren. Leider sind zahlreiche Inoceramen nach ihrer genauen Herkunft nicht bekannt. Aus dem Habitus des Gesteins in dem sie stecken, kann, falls sie isoliert in der Sammlung liegen, nicht immer auf Zugehörigkeit zum Kieselkalk geschlossen werden (BODEN 1921, 19). F. F. HAHN hielt die Sandsteingruppe für kretazisch, während K. BODEN auf Grund von zwei Nummulitenfunden (nur einer anstehend und zwar in Gesteinen unsicherer stratigraphischer Stellung) in nächster Nähe der Flysch-Molasse-Grenze, die ganze „Sandsteingruppe“ in das Eozän stellen möchte. K. LEUCHS betonte kürzlich (1927) mit Recht, daß diese Nummulitenfunde ebenso wie jene von Unter-Nogg in der Schubzone des Flysches über dem Helvetikum liegen und darum wahrscheinlich Scherlinge sind.

Die für die Betrachtung des Schlierseer Flysches maßgebenden Gedankengänge haben wir geschildert. Die Feststellungen im Gelände berechtigen uns die schon im Ammergauer Flysch möglich gewordene Übertragung der stratigraphischen und tektonischen Gesichtspunkte des Westens auch in BODEN's Aufnahmegebiet vorzunehmen.

1. Der Hof-Graben W. vom Schlier-See (Fig. 8).

Wandert man an der hart W. der Bahnlinie durch eine Querstörung zerschnittenen, südfallenden, helvetischen Kreide von Breitenbach vorbei über Krainsberg südlich in den Hof-Graben, so trifft man hier mit ähnlicher Südneigung den Flysch, der jene Kreide auf steil verbogener Schubfläche überlagern dürfte.

Der Flysch (Kieselkalk-Flysch bei BODEN) zeigt einen Wechsel von meist über 2 m starken grauen Kalkmergeln bis Mergeln mit etwa halb so vielen, mehr oder weniger kieseligen, grauen Kalkbänken (selten über 1 m stark). In dem Mergel fand sich ein großer *Taonurus*-Wedel und *Helminthoides* (Schliffe 1116, 1117 wimmeln von Schwammnadeln). Es sind die Zementmergel, welche in der streichenden Fortsetzung O. des Sees in dem jetzt verschwundenen Steinbruch den von WALTER gefundenen *Inoceramus* einschließen. Wenn wir in ihnen einen Teil des oberkretazischen Birnwang-Flysches erblicken, müssen wir annehmen, daß über die auffallende Depressionszone, welche S. von P. 1043 beginnend, gegen OSO. den Hof-Graben ohne Aufschluß quert, eine Schubstörung läuft. Denn S. jenseits stellen sich bei 940 m NN. alsbald nicht die im Hangenden zunächst zu erwartenden Sandsteine ein, sondern rote Mergel mit dünnen, fast glimmerfreien Feinsandsteinbänken (mit Pflanzenhäcksel; Schliff 1118 mit verkieselten Spongiennadeln, *Globigerina aequilateralis* u. a.), wie sie uns aus dem oberostalpinen Cenoman wohl bekannt sind.

F. F. HAHN (1912, S. 55) ließ in der Depression nach den Zementmergeln die Sandsteingruppe beginnen. K. BODEN (1923, S. 225) wandte sich dagegen. Es sei alles zum Kieselkalk-Zementmergel zu rechnen, weil die auftretenden Sandsteine fast keinen Glimmer hätten, solche Sandsteine erfahrungsgemäß in der Kieselkalk-Zementmergel-Gruppe auftreten, während in der „Sandstein-Gruppe“ nur Glimmersandsteine vorkommen.

Hier liegt ein sehr typischer Fall vor. HAHN ist vollkommen im Recht, eine scharfe Grenze der roten Letten und der Sandsteine im S. gegen den Zementmergel im N. zu legen. Von der „engsten Verknüpfung“ der roten Letten mit der Kieselkalk-Gruppe, wie sie BODEN a. a. O. S. 227 erwähnt, ist tatsächlich am Hof-Graben nichts zu sehen, wohl freilich weiter westlich von einer Wechsellagerung anderer Letten mit Kieselkalkbänken. Andererseits hat aber BODEN ebenso recht, wenn er sich gegen die Zuteilung der roten Flysch-Letten und fast glimmerfreien Sandsteine und der weiter oben folgenden Konglomerate durch HAHN wendet. In der Tat ist ein sehr großer Unterschied gegenüber der wirklichen, glimmerreichen Haupt-Sandsteingruppe vorhanden. Hat man nur zwei Flyschgruppen, so muß man darum mit BODEN die roten Letten usw. im Hof-Graben zur Kieselkalk-Zementmergel-Gruppe stellen. Aber mit diesem haben sie ebensowenig etwas zu tun.

Die Lösung ist erst dann möglich, wenn man sehr wohl unterscheidet zwischen mehreren Gliedern, nämlich:

1. Kieselkalk-Zementmergelgruppe, die wir als Kalkgruppe der Oberstdorfer Decke ausscheiden und die am Aufacker vorkommt;
2. Zementmergel mit kieseligen und sandigen Kalkbänken der Birnwang-Schichten mit *Inoceramus*;
3. Rote Letten, Sandsteine und Konglomerate der Birnwang-Schichten;
4. Glimmerführende Sandsteine als Einlagerung der Birnwang-Schichten;
5. Glimmerreiche Sandsteine, welche wir als Haupt-Flyschsandstein der Sigiswanger Decke im W. ohne weiteres wieder erkennen;
6. Glimmerfreie Sandsteine, Sandmergel und Konglomerate des oberostalpinen Cenomans.

Die durch die Depression S. von P. 1043 in den See hineinlaufende Schubstörung bringt Gruppe 6 über Gruppe 2. Auf diese Störung deutet tatsächlich die starke Zerrüttung und Verrutschung des in ihrem Bereich auftretenden Gesteins (940 m NN.).

Die gestörte Grenzzone 3 ist hier mindestens 100 m mächtig und zeigt, soweit Aufschlüsse vorliegen, graue, teilweise rote Tonmergel und einzelne bis 10 cm dicke Feinsandsteinbänke. Von Zementmergel oder Kieselkalk findet sich nichts. Die Wegbrücke bei 960 m Höhe führt über diese Mergel-Grenzzone, die mit ihrer meist graugrünen, auch roten Farbe und hohem Tongehalt den Zementmergeln keineswegs gleicht.

Als südlichen oberen Abschluß des Cenoman-Profiles finden wir, wie in so vielen westlichen Profilen, auch im Hof-Graben nun die Konglomerate. Im normalen Hangenden erscheint bei 990 m Höhe die erste Bank. Es ist hier nicht der Ort, auf die weitgehende Übereinstimmung dieser gut gerollten, bis über kopfgroßen Gerölle mit denen der Birnwang-Konglomerate und mit anderen Ablagerungen einzugehen (Schliffe 1120—1137, 1141—1152). Quarzporphyre, Diabase und vieles andere hier wie dort. Die zwischengelagerten Mergel sind öfters grau gefleckt (Schliff 1138), grau (1140, 1153), oder rot (1139). Der Schotter ist kaum in Korngrößen gesondert, Einzelgerölle liegen mitten im feinen Mergelschlamm eingebettet, genau wie sonst im „Cenoman“.

2. Der Flysch im O. des Schlier-Sees (Fig. 8, 9).

Untersucht man nun in der streichenden Ost-Fortsetzung jenseits des Schlier-Sees die Flysch-Vorkommen, so ist auch hier zwischen den aus „Zementmergel“ (Birnwang-Flysch) bestehenden Vorkommen unten am Seeufer mit *Inoceramus* und den etwas höher im Streichen liegenden Vorkommen östlich davon eine Querstörung anzunehmen, welche offenbar die Fortsetzung der eben erkannten Längsschubfläche S. von P. 1043 nach

N. versetzt. Denn es sind wieder Gesteine der oberostalpinen Kreide, welche der hier herabziehende kleine Graben SSW. von Oberleiten entblößt.

Dabei erscheinen noch weitere Horizonte, die im Hof-Graben fehlen; zunächst tonig-schmierige Schiefer (F. 60⁰ SO.), bei 1030 m Höhe von 3 m mächtigem, pelagischem Kalk überlagert. Das Gestein ist hellgrau bis weißlich, porzellanartig, schließt tonige Fläsern und grauen Hornstein ein, geht rasch in dunkleren, rauheren Kalk über und ist öfters grau gestreift (F. flach SO. bei kräftiger Zerrüttung). U. d. M. erscheinen oft viele Radiolarien (*Cenosphaera*, *Sphaerzoum*, *Lithocampe*, *Sethocapsa*, *Rhopalastrum*).

Steigt man von da nördlich zu dem unmittelbar darüber vorbeigehenden Fahrweg, so sieht man hier als Fortsetzung genau die gleichen hellen Kalke, welche im Schlift (1159, 1160) bereits oberkretazische Foraminiferen — genau wie im Seewen-Kalk etwa vom Sünser Joch oder im pelagischen Kalk des Feuerstätter Kopfes — einschließen. Dazwischen liegen graue Fleckenmergelkalke (1163). Der pelagische Kalk geht gegen den Graben zu über in 1 Meter roten Kalk (1161 mit viel *Orbulinaria sphaerica*) und 2 m grünen Hornstein (1162), der von Radiolarien wimmelt.

Es ist kein Wunder, wenn man einen Teil dieser Gesteine bisher als Ober-Jura aufgefaßt und kartiert hat; aber ein anderer Teil paßt dem Gestein nach ebensowenig zum Malm wie etwa Gesteine des sog. „Balderschwanger Aptychen-Kalkes“. Man hat verschiedene Versuche gemacht, um das Auftreten dieser an den Ammergauer Wetzsteinzug erinnernden pelagischen Kalke noch mitten zwischen Flysch tektonisch zu deuten. Die Beobachtungen der normalen Auflagerung dieses Vorkommens auf Birnwang-Flysch, die Ausbildung des Gesteins, die wir hier über Cenoman im normalen Turon-Profil erwarten müssen, sein Gehalt an Radiolarien und Foraminiferen der Ober-Kreide sind lauter gute Gründe, die uns solch schwierige Deutungsversuche ersparen. Hier liegt der pelagische Kalk des Turons in oberostalpinen Fazies vor.

K. BODEN (1922, S. 373) erwähnte, daß die roten, grauen und grünen Letten, zu denen „die“ FINK'sche Grenzschicht teilweise gehört, „zuweilen vergesellschaftet seien mit roten flaserigen Kalken und Kalkhornsteinen, die makroskopisch mit Oberjura-Gesteinen verwechselt werden könnten.“ Diese von uns als pelagisches Turon erkannten, im W. weit verbreiteten und in den Balderschwanger Klippen und bei Hindelang mächtig anschwellenden Kalke bilden also auch im Kreide-Flysch des südlichen Oberbayern ein ganz normales Profilglied verschiedener tektonischer Einheiten.

Dieses wird auch am Schlier-See von der Sandstein-Mergel-Folge

und schließlich von den Konglomeraten des Cenomans überlagert. Die Nähe der ostalpinen Schubfläche hat diese Schichtenfolge (über dem Fahrweg S. von Oberleiten) nur kräftig reduzieren, aber nicht zerstören können. Zunächst hat man etwas Mergelschutt mit Sandsteinblöcken, am Fahrweg aber sogleich anstehend die groben, rostig anwitternden und sehr häckselreichen, aber glimmerarmen Sandsteinbänke (Schliff 1157) in über 10 m Mächtigkeit. Im Graben steht schon 5 m höher das gleiche Cenoman-Konglomerat wie im Hof-Graben mehrere Meter mit kräftiger SO.-Neigung an (Schliff 1158). Nach einigen Metern Mergel folgt eine meterstarke Konglomeratbank und noch etwas Mergelsandstein; dann verlieren sich auf diesem (ganz dem im südlichen Hof-Graben ähnlichen) Profil die Aufschlüsse.

Das nächst östliche Cenoman-Konglomerat (n, Fig. 8) auf 930 m Höhe wird gegen die (unter ihm im N. und an dem OSO. in den Leitner-Graben hereinziehenden Weg aufgeschlossenen) Zementmergel (Birnwang-Senon-Flysch) offenbar durch die Fortsetzung unserer Schubfläche S. von P. 1043 abgeschnitten. Jenseits der Winterstube setzt das Cenoman mit glimmerarmem Sandstein und Konglomerat wieder ein. [Anm.: Die ziemlich verwickelte Lage kann nur durch sehr gründliche Bearbeitung aller Aufschlüsse geklärt werden. Meine Fig. 8 gibt nur eine Anleitung hiezu durch Darstellung der von mir näher begangenen Stellen.] Die Zementmergel fallen alle mittel bis ziemlich steil gegen S. In dem vom Rohn-Berg (P. 1209, 9) nach W. herabziehenden Graben sind sie ganz gut aufgeschlossen. Nördlich davon erscheinen auf 1000 m Höhe am Westhang dieses Berges O. von Ober-Leiten die ersten Aufschlüsse. Es sind graue und rote Tonmergel mit einigen Sandsteinbänken der Birnwang-Schichten.

Normal folgt hier unter ihnen die Quarzitgruppe. 50 m S. von dem von P. 1086 (Rohnberg-Sattel) westlich herabziehenden Graben beginnen schon die typischen Quarzite, groben glaukonitischen oder feinkörnigen Quarzite, Ölquarzite. Sie wechsellagern in dem genannten Graben aufwärts mit schwarzen Mergelschiefen; schwach spätige Sandkalke zeigen u. d. M. (Schliff 1167 mit Milioliden, *Anomalina*, *Bolivina*, *Textularia*) schon Tristel-Kalk-Habitus. Bei 1060 m Höhe verläuft der südliche Zweig-Graben in Mergeln, der mittlere im Quarzit. S. vom P. 1086 beginnt nach dem Quarzit sogleich die Birnwang-Serie mit Tonmergel (Sumpf), etwas Quarzit und Sandsteinbänken.

Steigt man hier nördlich auf dem Kamm zum Schliers-Berg an, so kommt man bald in die Birnwang-Schichten. Am Weg selbst gibt es freilich nur wenige Aufschlüsse. Nach einigen ziemlich groben, glimmerhaltigen Sandsteinen findet man, wie nördlich der Raut-Laine-Hörnle-Gruppe, bei 1145/50 m Höhe am Weg (k der Fig. 8) lauter grob- oder feinspätigen „Urgon-Kalk“ bis Sandkalk (Schliffe 1168, 1169 mit Ooiden, vielen Milioliden). *Orbitolina* kann man nicht finden. Auch

nach der Lage ist es nicht Gestein der Kalkgruppe, sondern eine jüngere Bank mit Urgon-Fazies. Etwas hellgelb anwitternde oder schwarze, im NO. auch rote Mergelschiefer folgen. Wo der Kammweg bei 1180 m wieder zu steigen beginnt, trifft man glaukonitische Quarzite, wohl der Quarzitgruppe. Von Glimmersandstein ist nichts zu sehen. Am SW.-Hang des Schliers-Berges gibt es viele Lesesteine (Glimmersandstein, Fleckenkalk, Splitterkalk, Sandkalk, Mergel) wie sie in dem Birnwang-Flysch zusammen vorkommen.

An der Schliersberger Alpe ist dieser typisch entwickelt. Östlich neben ihr enthält er etwas glimmerigen Sandstein, in dem kleinen Bruch hinter ihr liegen schwach östlich geneigte, graue Fukoiden-Mergel und kräftig rote Mergel mit etwas harten Kalkbänken. Wenig nordwestlich von ihr folgen wieder darunter die harten mehr oder weniger glaukonitischen Quarzite der Quarzitgruppe, die in ziemlicher Ausdehnung noch westlich herabstreichen.

Die glimmerreichen, 20⁰ OSO. geneigten Sandsteinbänke, welche über 850 m NN. südlich neben dem südlichen Oster-Graben über den weiß und rosa gefärbten Seewen-Mergeln der helvetischen Kreide anstehen, gehören offenbar dem Hauptsandstein an, den wir in der Sigiswanger Decke kennen und der auch hier erwartet werden muß.

Steigt man am Fahrweg N. von Schliersee über Riß hinauf, so findet man hier graue Mergel, Kalkmergel, Kieselkalk- und grandige Sandsteinbänke (F. steil NNW., aber auch SO.). Bei 915/920 m NN. liegt wieder ein spätiger Kalk ähnlich Tristel-Kalk (k in Fig. 8). Dies und die reichlichen Helminthoiden (im Wald am Weg) könnte für Kalkgruppe sprechen — obwohl der Mergelreichtum, im Allgäu wenigstens, Ofterschwanger oder Birnwang-Flysch anzeigt. In der Kalkgraben-Senke schließt sich aber nördlich der graue und rote Birnwang-Schiefer an, wonach wir auch hier noch die Birnwang-Gesteine der Oberstdorfer-Decke haben. Mit roten Schiefern am Nordrand verbreiten sie sich östlich der Schliersberg-Störung stark. Zu ihnen gehören normal die Leistmergel-artigen Vorkommen, die K. BODEN auffand.

Die trockenen Gehänge nördlich jenseits des Kalkgrabens sind bereits von dem typischen Hauptsandstein (F. 70⁰ N.) der Sigiswanger Decke gebildet. Hier muß also wieder die Schubfläche zwischen beiden Decken durchlaufen, die steil nördlich ansteigend unter dem Schliers-Berg hervorkommt und welche sich in der Kreide-Aufwölbung des Oster-Grabens mit dem dortigen Hauptsandstein vorübergehend hebt (Profil Fig. 9). Von den Querstörungen und Schollenrutschen, die am Nordabfall des Schliers-Berges das Bild im Streichen verwickelt machen, sehen wir hier ab.

Die gleiche Gesteinsanordnung: oben Oberstdorfer, darunter Sigiswanger Decke, zu unterst die Gesteine der helvetischen Zone haben wir

— und das ist eine bemerkenswerte Bestätigung — im Gschwendt-Graben O. vom Schliers-Berg.

Da gibt es zunächst, wenn man von oben kommt, bei 920 m NN. grünschwarze Quarzitblöcke (wohl Quarzitgruppe der Oberstdorfer Decke), bei 880 m NN. 40° S.-fallende Kieselkalk- und sehr hellgraue Splitter-Mergelkalkbänke (Schliff 1238 mit Radiolarien) mit körperlich erhaltenen Fukoiden-Gängen, darunter graue und rote Birnwang-Schiefer (F. 80° S.; 5 m). Sie sind in 30 m Mächtigkeit auch unter 860 m NN. aufgeschlossen, schließen aber — wahrscheinlich tektonisch eingeschuppt — rund 60 m Hauptsandstein ein. Auch in dem tieferen Mergel gibt es Hauptsandsteinblöcke, die von Rutschharnischen ganz bedeckt sind. Nach einer Lücke stehen dann (kleiner Seitengraben von rechts bei 855 m) flach südostgeneigte, grünlichgraue Kalkbänke (Turon-Flysch? Schliff 1240, *Orbulinaria*) an, etwas tiefer Hauptsandstein.

Hier sind die Birnwang-Schichten an der Basis der Oberstdorfer Decke kompliziert mit den Hauptsandsteintrümmern der stark reduzierten Sigiswanger Decke verwalzt. Darunter erscheint nun bei 830 m NN. typischer Wildflysch: schwarze und graue Kalke, Blöcke aus gequältem Kalzit, schwarzer Schiefer, alles stark durchbewegt. Bei 825 m NN. stecken über 2 m rötlichgrünliche, völlig zermalmte Nummuliten-Kalke (Schliff 1241—1244), mittelspätiger grauer Kalk (Schliff 1245 viele Milioliden, Ooide: Urgon-Kalk), ophiolithisch-kalzitischer Kalk (Schliff 1246). Ein Block (2 cbm) zeigt neben Eisenkalk auch roten Hornstein. Zu diesen Blöcken gehören auch die Dürnbach-Ophiolithkalk- und die Eozän-Scherlinge von anderen Fundpunkten.

Und gleich darunter stehen schon mit steiler Südneigung die gequälten, grauen, etwas gefleckten Nierenthal-Mergel an (Schliff 1247 m. *Inoceramus*, *Oligostegina laevigata*, *Textularia*). Das ist der Anfang der auf K. OSSWALD's Wendelstein-Karte näher ausgeschiedenen helvetischen Zone.

Wir haben also unter der Oberstdorfer Decke des Schliers-Berges noch immer, wie im Allgäu, eine (verschuppte) Vertretung der Sigiswanger Decke und darunter, unter Vermittlung durch Wildflysch, die überschobene helvetische Kreide.

3. Der Flysch bei Elbach (Leitzach-Tal).

Die auf der schönen K. OSSWALD'schen Wendelstein-Karte als Kieselkalk des Oberkreide-Flysches ausgeschiedenen Vorkommen unter der oberostalpinen Decke O. von Elbach-Fischbachau gehören nach dem Gestein vermutlich z. T. überwiegend zur Kalkgruppe der Oberstdorfer Decke. Hart unter der Schubfläche fand ich bei 925 m NN. nordöstlich Schwaiger-Alm Gerölle der Birnwang-Nagelfluh oder des Cenomans (oberostalpin), die hier fast ganz unter der kalkalpinen Decke ver-

schwindet, wie so oft in Allgäu-Vorarlberg. Zweifastgroße Verrucano-Quarzite, kopfgroße Buntsandstein-Quarzite sind hier, kugelrund, zu finden. Die Elbach-Schlucht ist in mindestens 40 m glimmerreichen, grandigen Flysch-Sandstein eingeschnitten, der am Ort selbst in dem Steinbruch mit seinen kleinen Geröllen von Phyllit, Gangquarz, dunklem Tonschiefer gut aufgeschlossen ist. Die 20⁰ SSO. fallenden Bänke zeigen nichts anderes als die gleichen Gesteine wie im Allgäu und liegen in der Schlucht auf verruschelten schwarzen und grünen Tonen, Quarziten, Sandkalken, die der Quarzitgruppe angehören.

Im Allgäu liegt glimmerführender Flysch-Sandstein sowohl im Hauptsandsteinhorizont der Sigiswanger Decke, wie normal in den tieferen Birnwang-Schichten der Oberstdorfer Decke. Schien es im Gschwend-Graben möglich, die schlecht aufgeschlossene Kombination von Sandstein und von Schiefen tektonisch zu deuten, so dürfte bei Elbach wohl Sandstein normal im Birnwang-Flysch der Oberstdorfer Decke auftreten. Auch die Hänge weiter nördlich zum Dürrn-Bach sind Quarzitgruppe.

Die im übrigen so gelungene Darstellung bei K. OSSWALD konnte hier zu einem natürlichen Bild nicht durchdringen. Abgesehen von der Verwendung des Lineals bei den Begrenzungen, die einem so beweglichen Körper wie dem Flysch nicht entspricht, bedeutet zwar die vollständigere Ausscheidung der Gesteine einen Fortschritt; es konnten aber hier ebenso wie bei BODEN am Schlier-See die tektonischen Hauptglieder bei der üblichen Gliederung in „Kieselkalk-“ und „Sandsteingruppe“ nicht zum Vorschein kommen.

Zusammenfassung.

Der Hauptteil des Schlierseer Flysches gehört dem Flysch der Oberstdorfer Decke an. Er unterscheidet sich von dem im Allgäu im wesentlichen nur durch die besondere Mächtigkeit der Birnwang-Zementmergel. Die Gesteine, welche wir vorläufig der Oberstdorfer Decke zuteilen (deren ununterbrochener Zusammenhang mit dem Westen ist ja tektonisch noch nicht gesichert), sind mehrfach geschuppt und liegen mit stark gefalteter Schubfläche über der helvetischen Kreide. Dazwischen erscheint die Sigiswanger Decke und verwalzter Wildflysch. Zu oberst liegt Flysch-ähnliche Kreide der oberostalpinen Decke.

Mit der Zweigliederung des Flysches allein ist nicht auszukommen.

IV. Der Salzburger Flysch.

Nach der sehr auffälligen Reduktion der Flysch-Zone bis auf nur 300 m Breite unter der fast bis an die Molasse-Grenze vorstoßenden Kalkalpendecke im Chiemgau rückt der Flysch von Bergen NO. über

die Salzach bis zum Hauns-Berg umso schärfer vor und erreicht so seine größte Breite. Dieser „Salzburger Flysch“ wurde als erster genauer untersucht, auf österreichischer Seite namentlich von E. FUGGER, auf bayerischer von J. BÖHM und O. M. REIS. BÖHM (1890, 1891) gliederte ihn zuerst (1891) in eine untere Kieselkalk-, mittlere Sandstein- und obere Kalkmergel-Gruppe. Alles sollte an der Wende von Kreide und Tertiär zwischen Nierentalern und Mittel-Eozän gebildet worden sein. Gegenüber GÜMBEL vertrat er bereits richtigerweise das kretazische Alter dieses Flysches, welches durch die Inoceramen-Funde im Flysch von Muntigl N. von Salzburg (FUGGER und KASTNER) sichergestellt war. REIS (1894, 1895) konnte 1895 in dem Flysch die beiden Abteilungen Kieselkalk- und Sandstein-Gruppe auf seiner Karte ausscheiden, vereinigte freilich noch die letztere mit den Grenzsandsteinen im Liegenden der Nummuliten-Schichten.

Damit war bereits das Hauptproblem berührt, um welches es eigentlich von jeher im Salzburger Flysch ging: nicht so sehr das unrichtig gedeutete Altersverhältnis der zwei Gruppen oder die Vermengung einer großen Anzahl von nicht zusammengehörigen Flyschgliedern war es, die hier das mehr oder weniger klar gesehene Hindernis bot, sondern die Unmöglichkeit, auf Grund der vorhandenen Aufschlüsse sich klar zu werden über die Beziehung der Flysch-Zone zu der ihr nördlich vorgelagerten, helvetischen Kreide-Eozän-Zone. J. BÖHM betonte 1891, der Flysch sei, bei Mattsee wie am Teisen-Berg, überall von den Nummuliten-Schichten durch eine Zone von Nierentaler Schichten getrennt. Der Kontakt war nirgends zu sehen. BÖHM nahm aber konkordante Überlagerung der Nierentaler Schichten durch den Flysch an. Gleiches tat O. M. REIS, obwohl er dann selbst ausführte, daß Flysch auf der einen Seite, Oberkreide-Eozän auf der anderen in voneinander getrennten Becken gleichzeitig, aber mit verschiedener Fazies abgelagert und später tektonisch einander genähert worden seien. Der Unmöglichkeit, nun den gesamten mächtigen Flysch in der allerobersten Kreide zusammenzudrängen, weil er über obersten Nierentaler Schichten des Jung-Senons liegt, entging REIS dadurch, daß er die mächtige, Inoceramen-führende Sandsteingruppe des Teisen-Berges ins Eozän stellte.

Gegen eine solche nicht näher begründete, unterschiedliche Auffassung der nur durch die Saalach-Salzach-Alluvionen getrennten großen Flysch-Glieder in O. und W. spricht:

1. die petrographische Übereinstimmung der beiderseitigen mächtigen Glimmer-Sandsteingruppe, die auch aus REIS's Schilderung ersichtlich ist (vgl. REIS 1920, S. 203 ff.);
2. die Tatsache, daß in der Sandsteingruppe des westlichen Flysches („Achthaler Sandstein“) niemals ein Nummulit entdeckt werden konnte;

3. die ganz unbedeutende Entwicklung der Sandsteinbänke im unteren Kieselkalk des Westens, deren Anwachsen zum mächtigen östlichen Sandstein zu plötzlich wäre;
4. das völlige Fehlen eines den „Achthaler Sandstein“ vertretenden Gliedes in dem ausgedehnten und sehr gut untersuchten Salzburger Flysch. Dieses muß umsomehr auffallen, als, wie nachstehend zu zeigen sein wird, nach der Salzach-Delle zu ein kräftiges östliches Axialgefälle vorliegt.

Die Sachlage ist gleich derjenigen, vor der ich anfangs im Allgäu stand: über der Serie von helvetischer Kreide und Eozän folgt ein Flysch, der zweifellos mindestens teilweise auch in die Kreide gehört. Eine Schubfläche dazwischen war nicht bekannt.

1. Der Sulz-Berg (Fig. 10).

Steigt man von der Straße 1,5 km S. von Ober-Siegsdorf südöstlich im ersten Graben zwischen Schnaitter und Schöneck aufwärts, so trifft man nach kurzer Zeit senkrecht stehende, ostweststreichende, etwas sandige Nummuliten-Kalke von heller Farbe. Am Weg sind sie über 10 m in einem Steinbruch und dann weiterhin in Steinbrüchen bei Schnaitter gut aufgeschlossen. Anschließend folgen, einige Meter mächtig sichtbar, graue, sandige Mergel bis milde Feinsandsteine (Schliff 360 mit Globigerinen, Textularien, einzelnen Radiolarien), die sich als milde graue Mergel fortsetzen. Unter ihnen folgt, wohl als südlicher Muldenflügel, wieder der helle Nummuliten-Kalk, der am Bach N. unter Schöneck 45° nach N. einfällt. Im Graben S. von Schöneck zeigen sich am Waldrand milde, graue Mergel mit schwarzen Pflanzenresten, flach SSO. geneigt; etwas höher unter Schutt hellgrünliche Mergelkalke mit grauen Flecken: Nierentaler Schichten, die auch sonst im Streichen hier verbreitet sind.

Mit dem Geländeanstieg bei 710 m Höhe beginnen dann, nur teilweise aufgeschlossen, die Gesteine, welche schon vorher überall im Schutt aufgefallen waren: schwarze und grünliche Flysch-Quarzite, polygene Flysch-Konglomerate mit bis kopfgroßen Phyllitstücken, von grüner, grauer, gelegentlich roter Farbe, mit Geröllen von grauen Tonschiefern, grauen quarzitischen Kalken, weißen Gangquarzen. Die schwarzen sandigen Schiefer dazwischen, zusammen mit diesem exotischen Durcheinander, bedeuten uns nichts anderes als „Wildflysch“. Dieser uns als Bewegungshorizont so wohl bekannte Flysch-Typus trennt also hier die helvetische Serie Nierentaler-Eozän von dem normalen Flysch, der den ganzen Sulz-Berg aufbaut und der mit seinem tieferen Glied, dem Kieselkalk, alsbald beginnt; zunächst noch mit schwarzen Kieselkalken oder Quarziten. [Anm.: Das Vorkommen der Exotika am Überschiebungskontakt betont eben auch K. BODEN in seinem „Wanderbuch“ S. 382.]

Die Lage entspricht überraschend genau der im Allgäu, wo die Sigiswanger Decke ja auch durch den Bewegungshorizont des schwarzen Wildflysches mit seinen „Exotica“ abgetrennt, über der Kreide-Eozän-Serie liegt. Der „Kieselkalkgruppe“ kann die oft kieselige Sandkalke enthaltende Ofterschwanger Flysch-Serie zur Seite gestellt werden. Und noch mehr stimmt die Ausbildung der normal darauf liegenden grauen Sandsteingruppe mit unserem Hauptsandstein überein. Wir können gute Gründe für die Ansicht beibringen, daß hier das Gestein des Sigiswanger Flysch-Troges vorliegt.

Geht man im SO. von Eisenärzt in die Grenzregion zwischen Nierentaler und Kieselkalk, so trifft man dort ebenso die Fortsetzung der Wildflysch-Gesteine, wie im O. im Lechner-Graben (W. vom Lechner). Hier werden wieder die bunten und graugefleckten Nierentaler Schichten (Schliff 317 wimmelt von Seewen-Foraminiferen einschließlich *Discorbina canaliculata*. Str. N. 120° O., F. 30° SW.) bei 690—705 m Höhe plötzlich von Flysch-Quarziten, Konglomeraten (auch mit grauen Knotenschiefer-Geröllen), Blöcken von Sandkalk, schwarzem sandig-quarzitischen Kalk, Feinsandstein, Quarzit überlagert. 50 m tiefer stehen im gleichen Graben schon die hellen, sandigen, stark gequetschten Nummuliten-Kalke an.

Auch südlich hatte bereits J. BÖHM unter dem Kieselkalk hart an der Kalkalpengrenze Nierentaler-Schichten nachgewiesen, sogar etwas höher emporreichend als die an der NW.- und NO.-Flanke des Sulzbergs (Fig. 10).

Den Flysch dieses Berges zwischen Weißer und Roter Traun haben wir nach dem allen offenbar als eine Decke aufzufassen, die durch eine verhältnismäßig flach liegende Schubfläche im Stockwerk des Wildflysches von der helvetischen Basis abgetrennt wird. Wo der trennende Wildflysch fehlt, ist er jedenfalls ganz ausgewalzt, wie das im W. so häufig beobachtet wird. SW. von Eisenärzt (vgl. NOETH, 1926, S. 488; BODEN, 1923, S. 156) fehlt er wohl infolge nordwestlicher Querstörungen.

2. Der Teisen-Berg.

In gleicher Weise wird auch der Stock des Teisen-Berges zwischen der Roten Traun und der Höglwörther Talung aufgebaut. Die drei Sandsteinmulden im Kieselkalk sind aber, entsprechend wohl der geringen Mächtigkeit der Flysch-Decke, durch Querstörung und besonders durch rasches Steigen und Fallen der Achsen bedeutend gestört. Die gleichen disharmonischen Faltungen wie im W. zwischen der enger gefalteten Kieselkalk-Fukoidenflyschabteilung unten und der breiter gefalteten Sandsteinabteilung oben finden sich auch hier wieder.

An den NW., N.- und NO.-Fuß des Bergmassivs greift auch hier die helvetische Kreide mit Nierental-Schichten ein (Fig. 11). Mehrfach

ist der ihnen zu oberst anfangs eingelagerte, dann über sie weggewälzte Wildflysch sichtbar, bzw. nicht ganz fortgequetscht, so NW. von Höglwörth. Am Westfuß des Kachel-Steins sind nur die untersten, sedimentären Anfänge des Wildflysches in den obersten Nierentaler Schichten in Gestalt von einzelnen Sandsteinbänken sichtbar, auf welche O. M. REIS in seinen an ausgezeichneten Beobachtungen reichen „Nachträgen“ (I, S. 209) gleichfalls zuerst aufmerksam gemacht hat.

Was am Teisen-Berg als neu in die Erscheinung tritt, das ist das gleichmäßige Einfallen aller Schichten an seiner ganzen Ostseite gegen O.; so im Aufhammer Wald, O. von Frauenwald, im Achen-Einschnitt. Kurz, allgemein beginnend mit einer über den Hohen Staufn gegen NNW. gezogenen Linie nach O. hin, schießt alles gegen die Höglwörther Talniederung ein. Gleichzeitig verschwinden unter Moräne und Schutt am Höglwörther See der Wildflysch und die Nierentaler Serie. Im Gegensatz zu dem bisher W.—O.-lichen bis WSW.—ONO.-lichen Generalstreichen des ganzen Flysches bedeutet dies einen kräftigen axialen Abfall gegen O. bis ONO.

Damit senkt sich der Flysch aber noch nicht endgültig nach O. in die breite Saalach—Salzach-Talung ab.

3. Das Höglberg-Massiv.

Im benachbarten Höglberg-Massiv tauchen vielmehr vorher alle Elemente noch einmal auf mit Kieselkalk- und Hauptsandsteingruppe. Aber unser Wildflysch erscheint bezeichnenderweise nur noch ganz wenig im NW. Ebenso nur auf den nordwestlichsten Teil ist das Wiederauftreten der Nierentaler-Eozän-Serie bei Roßdorf beschränkt (REIS 1920, S. 221). Die axiale Ostsenkung läßt die überschobene Unterlage und die tieferen Flyschteile ziemlich rasch mit südöstlicher bzw. allgemein östlicher Neigung gegen die Saalach-Niederung untertauchen. Hier kommt der Flysch allein mit Hauptsandstein an, also mit seinem hangenderen Glied, so wie etwa an der Lech-Delle.

Beobachtet man den allgemeinen Verlauf der Oberfläche der Nierentaler Schichten mit oder ohne Wildflysch unter dem Kieselkalk-Flysch, so sieht man sie nacheinander in jedes größere Tal (Weiße Traun, Rote Traun, Höglwörther Tal) gegen S. unter dem Flysch vorgreifen, ganz wie das von einer im allgemeinen flach südlich geneigten Schubfläche zu erwarten ist (Fig. 11).

Aber nach N. streicht sie damit noch nicht endgültig aus. Vielmehr erscheint im Teisendorfer Gebiet plötzlich von neuem Flysch.

4. Teisendorf-Achthal.

Die Teisendorf-Scholle ist es, welche REIS bereits 1895 auf seiner Karte von dem südlichen Flysch durch eine WSW.—ONO.-verlaufende

Störung abgetrennt hat. Er führte 1914 (Geol. Rundschau) und 1920 im I. Teil seiner „Nachträge“ aus, daß diese Scholle ein Stück Flysch-Decke sei, das sich von seiner östlichen Fortsetzung auf dem Saalach-Querbruch, von seiner südlichen Nachbarschaft auf dem eben genannten Bruch abgelöst und in WSW.-Richtung über das helvetische Vorland aus Nierentaler Schichten und Eozän geschoben habe. REIS begründet diese Vorstellung im wesentlichen mit dem geometrischen Verlauf der Störungen, welche die Erzflöze des Kressenberg-Bergwerkes zwischen Aichtal und der Roten Traun im SW.-Vorland der Teisendorf-Scholle erkennen läßt. Diese Flöze sind (vgl. die Flöz-Übersichtstafel im II. Nachtrag) durch steile südwestlich streichende Störungsflächen in vier bis fünf schmale Teilschollen zerlegt. Die südostgeneigten Flözplatten zeigen jeweils gegen die nächst nordwestlich folgende schmale Scholle eine hakenartige Umbiegung an ihrem SW.-Ende als seien die Flöze von ihrer nordwestlichen Nachbarschaft abgerissen und horizontal in einzelnen Scherschollen gegen SW. verschoben worden. REIS nimmt an, daß die Teisendorfer Flysch-Scholle bei ihrem WSW.-lichen Vordringen das basale helvetische Vorland in dieser Weise in Längs-Scherkeile zersplitterte. Bevor man diese Flöze nicht befahren hat, ist es schwer sich ein bestimmtes Bild zu machen. Die von REIS betonte Häufigkeit von senkrecht stehenden Rutschschrammen legt zunächst die Vorstellung nahe, daß es sich an beiden Bergbau-Aufschlüssen um den Horizontal-Schnitt durch einen gegen SO. absenkenden Staffelbruch handelt, der aus einer ursprünglich sehr steil südöstlich geneigten Flözplatte durch etwas weniger steil südöstlich einfallende Bruchflächen herausgeschnitten sei. Dann könnten die auffällig wiederholten Hakenumbiegungen nichts anderes sein als die einzige Umbiegung eines ursprünglich mit umlaufendem Streichen gegen SW. niedersinkenden Sattelendes. Die Fortsetzungen dieser Faltenumbiegung in höheren Niveaus könnten also durch Abbrechen später nebeneinander gesetzt sein. Die REIS'sche Vorstellung verlangt bei einer Länge der aufgeschlossenen und dargestellten Flöze von 2,38 km einen NO.-SW.-lichen Zusammenschub von nicht weniger als 1,96 km, also von fast der Hälfte der angenommenen, ursprünglichen Flözlänge. Dies ist umso weniger wahrscheinlich, als der Gesamt- und Einzel-Effekt der zahllosen Blattverschiebungen an den Flözen gerade das Gegenteil von einer Zusammenschiebung, nämlich eine höchst ausgesprochene Längszerrung des Schichtkörpers bedeutet. Bei der Häufigkeit der gleichsinnigen Blattstörung auch in den Haken kann eine zeitlich getrennte Entstehung von Blättern und Haken nicht wohl angenommen werden.

Dagegen pflichten wir, auch auf Grund der Vergleiche mit entfernteren Anschlußgebieten, O. M. REIS darin völlig bei, daß die Teisendorfer Scholle das Stück einer Decke ist. Finden wir doch gerade unter ihr großartig entwickelt den Wildflysch-Horizont in

Gestalt der Surtal- oder Eschbannhauser Konglomerate und Breccien (REIS) mit schwarzen Sandschiefern, Sandsteinen, mit quarzitischen Phylliten, harten Tonschiefern, granitischen Gesteinen und Quarzporphyren, Hallstätter Kalk und ostalpinem Braun-Jura.

Im „Abbau der Alpen“ wird auf diese bunte Gesteinsgesellschaft näher einzugehen sein. Einstweilen sei nur auf diese Übereinstimmung vieler Gesteine (Quarz-Porphyre u. a.) mit denen des westlichen Wildflysches und Birnwang-Konglomerats hingewiesen, welche die Abstammung von einer ähnlichen Festlandschwelle andeutet (paläogeographische Skizze Fig. 16). Bemerkenswert ist auch die bereits von REIS betonte Übereinstimmung mit den Flysch-Konglomeraten namentlich im Aufnahmegebiet von FERD. BROILI N. der Kampenwand und in dem von E. DACQUÉ am Schlier-See (oberostalpinen Cenoman). Diese Gesteine beweisen offenbar die Abkunft von einer dem Becken des Oberstdorfer Flysches und dem Becken des an der Traun vorliegenden Sigiswanger Flysches gemeinsamen Schwelle. Sie verweisen uns auf das Verschwinden eines gesonderten „Oberstdorfer“-Flysch-Troges südlich von dem „Sigiswanger“ hier im O. Und in der Tat ist mir hier kein Gestein bekannt geworden, welches mit einiger Sicherheit auf Gesteine bezogen werden könnte, welche der Oberstdorfer Decke eigen sind. [Anm.: Es ist ganz richtig, daß gewisse Gerölle dem Konglomerat am Südrand des Kieselkalk-Flysches SW. von Eisenärzt und dem Cenoman-Konglomerat von Schliersee gemeinsam sind. Dies rührt offenbar von der gleichen Geröll-Heimat, nicht von der Einlagerung in das gleiche Flysch-Becken her. Genaue Übereinstimmung (K. BODEN a. a. O. S. 161) können wir angesichts der vielen Arkosen u. a. im O. nicht finden.]

Das Bildungsbecken dieser Gesteine muß hier ausgekilt sein. Zu diesem Ergebnis führt uns auch sogleich die von REIS betonte Tatsache, daß nun typische Kalkalpengerölle, auch solche von südöstlicher, juvavischer Herkunft, in dem Wildflysch vertreten sind, was im W. bekanntlich nicht der Fall ist. Die ostalpine Decke war hier schon an der Gesteinszusammensetzung der Schwelle im S. des „ultrahelvetischen“ oder „subalpinen“ Beckens beteiligt. Dieses Flysch-Becken muß hier im O. einheitlich gewesen sein. Darum hat es auch den einheitlichen, ausgedehnten Teisenberg-Salzbürger Flysch gebildet.

In der jüngsten Kreide wurde das Flysch-Becken mächtig zusammengepreßt, die vindelizische Hauptschwelle rückte darüber vor und gab in das gleichzeitig gebildete Wildflysch-Sediment den Abfallschutt ihrer steil anrückenden Front ab. Zu ihm gehört wahrscheinlich auch das recht bedeutende Vorkommen von (sekundär verstreuten) Granitblöcken, die bei Achthal noch mit bis zu 10 m Länge gefunden werden. O. M. REIS hatte sie (Nachträge I, S. 229f.), durchaus berechtigt, schon

mit den teils tektonischen, teils sedimentären Einlagerungen im Oberstdorfer Wildflysch in eine gewisse Beziehung gesetzt, wenn er auch hinsichtlich ihrer Bedeutung schwankend wurde.

Erst nach Ablagerung des Eozäns, das noch überfahren ist, wurde die Flysch-Decke auf das helvetische Vorland geschoben. Die Lage im W. und O. stimmt in jeder möglichen Einzelheit überein.

Der mächtige Wildflysch liegt bei Achthal—Ober-Teisendorf und N. von Teisendorf mehr oder weniger normal auf den obersten Nierentaler Schichten, die mit dem Eozän verfaltet sind. Die gesamte Lage läßt keinen anderen Schluß zu, als daß die Teisendorf-Scholle auf der sie im S. begrenzenden Störung von ihrer südlichen Fortsetzung gegen N. abgebrochen und in tieferem Niveau bisher von der Abtragung verschont geblieben ist. Durch diesen Abbruch und die Erosion im Höglwörther Tal ist die helvetische Basis der südlichen Flysch-Decke Teisenberg—Högl-Berg dort als Fenster zutage gekommen, wo diese überschobene Unterlage wegen des nördlichen Schubflächen-Anstiegs am höchsten liegt (Fig. 11).

Auch der Vorstoß der Teisenberger Scholle nach N. bis an die Molasse-Grenze ist nun leicht zu erklären. Schon der Flysch des Teisenberger Stockes hatte kräftiges Ostgefälle der Faltenachsen gezeigt. Schon hier war die im Meridian von Achthal gegen O. einsetzende starke Verbreiterung des (jüngeren) Haupt-Flyschsandsteins auf eine gleiche Ostabsenkung zurückzuführen. Unterliegt die abgebrochene Teisenberger Scholle als nördliche Fortsetzung dieser Flysch-Decke der gleichen axialen Ostsenkung, so muß sie im Anschnitt der heutigen Erdoberfläche kräftig in nördlicher Richtung vordringen. Bei Ober-Teisendorf scheint sie unter den Alluvionen tatsächlich bis an den Molasse-Rand vorzubiegen.

Im östlichen Verlauf ist sie es allein, an deren Nordrand das Helvetische zum Vorschein kommt. In dieser nördlichen Randzone der Flysch-Decke, welche wir als Vertreterin der Sigiswanger Decke bezeichnen können, wurde der basale Wildflysch bei Achthal-Teisendorf besonders mächtig zusammengeschoben. Er liegt auf den Nierentaler Schichten, welche faziell und tektonisch genau mit den Leimern-Schichten der Schweiz und Vorarlbergs übereinstimmen.

Wir stehen am Westrand einer neuen großen Delle, jener der Salzach. Genau wie etwa an der Iller-Delle auf Blatt Fischen der jüngere Haupt-Flyschsandstein in der Illertal-Terrasse, oder wie an der Lech-Delle mit Pfronten beginnend das gleiche Flysch-Glied in dem tektonischen tieferen Niveau allein die niedrigen Berge aufbaut, so auch hier in der axialen Quermulde der Salzach-Delle.

5. Der Muntigl-Flysch N. von Salzburg.

Seine Umgebung. — Durch das starke Zurückweichen der Molasse vom Kalkalpenrand ist der Flysch, der bei Traunstein noch kaum 1 km breit war, zwischen Salzburg und Haunsberg fast 15 km, weiter östlich sogar an 20 km breit. Die helvetischen Gesteine der Nierentaler Schichten und des Eozäns, welche im Westen noch W. von Teisendorf als schmale Zone unter der Flysch-Decke hervorsehen, treffen wir — um ein gutes Stück weiter nördlich gestellt — SO. von Laufen sogleich wieder, wo der Untergrund aus dem Quartär emporsteigt. Am Nordwest-Fuß des Hauns-Berges sind nach E. FUGGER (vgl. FUGGER und KASTNER, 1885; FUGGER, 1899 und 1903, S. 11) die senonen Nierentaler Schichten „dem Nordrand der Flysch-Zone auf- und angelagert“. Das Band von Nierentaler Schichten, welches von hier gegen NO. nach den Trummer Seen bei Mattsee zieht und das hier mit Eozän verfault ist, liegt also als jüngeres Glied nach FUGGER über dem (älteren) Flysch. Der ganze Flysch wäre demnach älter als die (senonen) Nierentaler Schichten mit *Belemnitella mucronata*.

Dies scheint bestätigt zu werden durch die Beobachtung, daß etwas Flysch zusammen mit Glanecker Schichten in der Gersberg-Mulde am Gais-Berg von Nierentaler Schichten überlagert werden soll.

Es ist aber dann sehr merkwürdig, daß trotz der starken und tiefen Falten des ganzen weiten, gut durchforschten Flysch-Gebietes sich nirgends auch nur an einer Stelle Nierentaler Schichten oder (darüber) Eozän als sichere Einfaltung haben auffinden lassen. Das Vorkommen am Heu-Berg scheidet aus, wie wir nachfolgend sehen werden. Außerdem ist gar nicht zu verstehen, weshalb man dann im echten Flysch bei Bergheim *Pachydiscus neubergicus* HAUSER, also eine Leitform des oberen Maestricht, das doch jünger ist als die oberen Nierentaler Schichten, und in großer Anzahl bei Muntigl *Inoceramus salisburgensis* finden konnte, die gleiche Form, welche auch in den Nierentaler Schichten gefunden worden ist. Das ergibt die Notwendigkeit, Flysch und obere Nierentaler als sich teilweise gegenseitig vertretende Fazies aufzufassen. Damit aber wird die An- und Auflagerung der Nierentaler Schichten auf Flysch im N. ausgeschlossen. Durch die Kontaktfläche, die nicht beobachtet wurde, geht folglich die gleiche Schubfläche wie auch W. der Salzach. Und der „Flysch“ am Geis-Berg hat demnach auch mit jenem des breiten Vorlandes keine sicheren Parallelen (vgl. LEBLING, 1912, S. 495 ff.; REIS, 1896, S. 70, 74).

Die den Flysch von dem Helvetischen auch hier trennende Schubfläche, welche im W. in der Zone des Wildflysches liegt, habe ich nicht näher untersucht. Es scheint aber, daß die von FUGGER schon mitgeteilten „Flyschbreccien“ zwischen der Zone der Nierentaler Schichten

und dem Flysch südlich Mattsee und am Thann-Berg wiederum nichts anderes als Wildflysch sind.

Der Heu-Berg. — Das einzige Vorkommen von Nierentaler Schichten, eozänem Sandstein und Kalk in dem Bereich des Flysches ist beschränkt und liegt, leider nur sehr schlecht aufgeschlossen, am Südgehänge des Heu-Bergs (Hochstein) ONO. von Salzburg. Die senonen Gesteine (Schliffe 505—508) sind rote Nierentaler Mergel und hellgraue, feinsandige Mergel, welche im Gegensatz zu bunten helvetischen Leist-Mergeln, an die man zunächst vielleicht denken könnte, von Foraminiferen nichts erkennen ließen. Abgesehen von den vorerwähnten paläontologischen Funden im Flysch, ergibt sich aber hier aus der Lagerung der Schluß, daß eine normale Einfaltung von oben nicht vorliegen kann. Die Gesteine befinden sich nämlich nicht etwa in der Mitte des (jüngeren) Sandstein-Flysches, sondern hart an der Grenze des Sandsteins gegen die ältere Mergel-Kieselkalk-Gruppe. Außerdem wäre nicht zu verstehen, weshalb dann in den im Streichen gut verfolgbaren Mulden diese Gesteine plötzlich fehlen. Drittens zeigen die Nierentaler engste Beziehung zu den am südlich folgenden Gotzen-Bach und daneben unter dem Nock-Stein erscheinenden Nierentaler Schichten, von denen wir annehmen müssen, daß sie schon mit normalem Transgressionskontakt an den unteren Dachstein-Kalk der Kalkalpen angrenzen. Aus diesen Gründen wird man zu der Auffassung kommen müssen, daß das Heu-Berg-Vorkommen eine kleine ostalpine Klippe auf dem Flysch ist, wie das auf Fig. 12 dargestellt wurde. [Anm.: Die bei M. RICHTER (Die nordalpine Flyschzone zwischen Salzburg und Wien, Centralbl. f. Min. 1929) verzeichnete Ansicht, hier liege eine Aufschuppung des helvetischen Untergrundes vor, widerspricht der Flysch-Tektonik. Die Grenze zwischen Mergel und Sandstein läuft nördlich an den Vorkommen vom Heu-Berg-Hof ONO. gegen P. 761. Im S. sind regelmäßige Falten.]

Der Muntigl-Flysch selbst. — Betrachten wir nun nach Untersuchung des Liegend- und Hangend-Kontaktes den Muntigl-Flysch selbst genauer, so zeigt sich sogleich, daß hier trotz der Bemühungen besonders von FUGGER und KASTNER, neuerdings auch von P. DAMASUS AIGNER (1928), die Lage noch nicht restlos geklärt werden konnte. [Anm.: Ich bin Herrn Pater Dr. D. AIGNER für liebenswürdige Auskünfte und eine Aufsammlung am Heu-Berg zu Dank verpflichtet. Das reiche und teilweise neu aufgestellte Naturkunde-Museum in Salzburg enthält eine Menge von wichtigen Flyschfunden.]

Trotz der nicht gerade seltenen Inoceramen-Funde ist der Muntigl-Flysch für stratigraphische Studien wenig günstig. Sieht man von der oft starken Überdeckung ab, so zeigt schon das Relief und noch mehr das Studium der bereits von E. FUGGER zum großen Teil untersuchten Lagerung auf das deutlichste, daß dieser Flysch von zahlreichen Quer-

störungen durchfurcht ist. Und aus dem heute vorliegenden Mosaik läßt sich umso weniger ein sicherer Schluß ziehen, als wir mit Wechsellagerung von Sandstein und Mergeln in großen Paketen bestimmt zu rechnen haben.

Die Begehungen zeigten mir, daß eine sehr starke Blattbildung in SO.-NW.- bis SSO.-NNW.-Richtung mit mancherlei Bewegungsflächen oder Klüften etwa senkrecht hierauf vorliegt. Außerdem läßt sich da und dort im einzelnen zeigen und wird man durch die Analogie zu anderen Dellen am Alpenrand und zu den Salzburger Alpen noch darin bestärkt, daß auf den meisten dieser Blattspalten Abbrüche erfolgten, welche gegen die breite Saalach—Salzach-Niederung einen ausgeprägten Staffbruch bedingten. Nur einzelne Horste ragen aus der Talbodenverschüttung hervor (Kapuziner-Berg). Am Mönchs-Berg beweist die jungtertiäre, vielleicht altdiluviale Nagelfluh, die schon damals eingetretene gewaltige Verschüttung der tiefen Quersenke.

Ein anderes Ergebnis dieser Blattkeilbildung ist die scharfe Vorstaffelung der Flysch-Zone nach N. Einige der hiebei beteiligten Blätter begrenzen Höhenzüge, bzw. deren heute überschüttetes Ende, wie z. B. den Höglberg-Ostfuß, den Westfuß der Hügel von Plain und Muntigl entlang der Salzach über Bergheim, den Westabfall der höheren Berge über Parsch bis O. von Lengfelden. An letzterer Störung streicht z. B. der Flysch S. von Kasern ganz plötzlich nach NNW. Zwischen dieser Störung von Parsch und jener von Bergheim läuft parallel eine dritte, welche den Hauptsandstein von Kerrath im W. von der Mergelgruppe des Hochgitzens im O. abtrennt, darauf südlich über den Plainer Berg schneidet, wo er die Senke des Gasthauses O. von der Wallfahrtskirche bedingt. Außerdem begrenzt sie den Hauptsandstein im O. von Kemeting gegen W. Gleichlaufend mit diesem Blatt verwirft ein anderes 700 m weiter östlich die Sandsteinrippe des Plainer Berges. An dessen Ostende tritt gleichfalls auf einer Querzersplitterung plötzlich im Streichen nach dem Mergel der Sandstein hervor. NNW.-streichende Blätter durchschneiden weiter östlich auch den Heu-Berg.

Es liegt hier ebensowenig wie sonst am Alpenrand ein Grund vor, das Hindurchsetzen der Flysch-Blätter auch bis in die Ostalpenmasse herein zu leugnen. Gewiß brauchen nicht alle durchzusetzen und der im allgemeinen weniger gebrochene Verlauf des Kalkalpen-Nordrandes zeigt wohl, daß viel von den erwähnten Querbewegungen durch Schubgleitung auf den Überschiebungsflächen unter den Ostalpen ausgeglichen wurde, also nicht in das tektonisch Hangende übergreift.

Die Absenkung auf den Querstörungen gegen die Salzach-Delle läßt sich gut aus dem westlichen Einfallen ersehen, das an diesen Blättern besonders häufig ist und einer Schlepplage entspricht. Es ersetzt das axiale Einfallen, welches ohne die Sprünge einsetzen müßte und auch im W. einsetzt.

Zu den auf Fig. 11 angedeuteten Querstörungen tritt ein im einzelnen vielfach recht verwickelter Faltenbau; das zeigen schon die vielen von E. FUGGER gegebenen Fallzeichen. Die in Fig. 12 wiedergegebene Auffassung des Faltenbildes ist eine der unter diesen Umständen möglichen. Gegen den Hauns-Berg zu dürfte die Faltung verwickelter sein. Die am Nordfuß des auffallenden Bergrückens von Maria-Plain angenommene Schuppung, die auch unter dem Schotter O. von Kasern vielleicht in das von der Ischler Bahn benützte Tal fortsetzt, gibt wohl die der Morphologie und den Fallwinkeln nach günstigste Lösung. Ob der Mergel des Hoch-Gitzén wirklich unter dem Hauptsandstein liegt und nicht einem hangenden Mergelpaket entspricht, ist mir fraglich. Der dünnplattige Habitus des Piesenkopf-Kalkes, den man über dem Hauptsandstein zu erwarten hätte, scheint nicht entwickelt zu sein; die Lagerung aber spricht eher für hangende Mergel. Piesenkopfkalk-Vertretung ist auch deshalb möglich, weil die typische Dünnplattung ja schon weiter westlich oft ganz zurücktritt.

Ofterschwanger Mergel. — Der Mergelzug von Maria-Plain aber liegt normal unter nichtüberkipptem Hauptsandstein, vertritt also das Ofterschwanger Flysch-Niveau. Gegen oben wechsellagert er unten bei Bergheim mit einigen Sandsteinrippen, die mergelig und glimmerreich sind (150 m S. von Station Bergheim; Schliff 862). Der milde, graue, lichtbläulich anwitternde und sehr Fukoiden-reiche Mergel hat durchaus das Aussehen von Ofterschwanger Flysch-Mergel (Schliff 863). Die an der Sandsteinbank-Unterfläche gelegenen Erhabenheiten von Wülsten, Knöpfen usw. schauen an den 80° südgeneigten Sandstein-Zwischenbänken nach S. (überkippt). Gröber und an Pflanzenhäcksel reich stehen die gleichen glimmerreichen Hauptsandsteinbänke mit 55° Südneigung SO. der Bergheimer Kirche im Bruch 2,5 m mächtig an. Dazwischen Mergelkalk (Schliff 865 mit vielen Spongiennadeln und Kreide-Foraminiferen einschließlich *Discorbina canaliculata*). Die östliche Fortsetzung dieser Sandsteinrippe ist weiterhin nach N. vorgestaffelt. In dem Einschnitt des neben der Wallfahrtskirche stehenden Gasthauses hat man ein 70 m langes Querprofil der Ofterschwanger Mergel (Str. N. 80° O., F. etwa 70° S.; mehrere Blattstörungen sind aufgeschlossen). Der normale Mergel zeigt u. d. M. (Schliff 868, 869) sehr feinsandige, bituminös gebräunte Grundmasse mit vielen dünnen Schwammnadeln.

Im S. sind einzelne bis fußstarke Bänke von Sandstein bis Mergel, gegen N. kieselige Mergelkalkbänke eingeschaltet.

Östlich jenseits der verschiedenen Querzersplitterungen trifft man im Bahneinschnitt S. von Söllheim wieder die gleichen Mergel mit einigen harten (kieseligen) Kalkbänken bei Str. N. 80° O., $50-60^{\circ}$ südgeneigt (unruhig). In dem Steinbruch südöstlich daneben sind diese Mergel bei Streichen N. 120° O., F. 55° S. gegen O. durch eine steile, gut

aufgeschlossene Blattfläche gegen eine Sandsteinbank und aufliegenden Mergel abgeschnitten. Die Blattfläche streicht N. 20° O., also parallel dem östlich anschließenden Talzug.

Hauptsandstein. — Über den eigentlichen Muntigl-Sandstein mögen hier folgende Einzelangaben Platz finden. Der durch die Inoceramen-Funde berühmte Steinbruch von Muntigl in dem flachen, isolierten Rücken hart östlich an der Saalach-Mündung ist ziemlich verwachsen. Bei Str. N. 20° O. sind die Sandsteinbänke mit 80° Südfallen ein wenig überkippt. Dies zeigen auch die auf diesen (nach S. blickenden) Sandstein-Unterflächen hervorstehenden Wülste, die ganz genau denen entsprechen, welche mir schon im Allgäu an den Unterflächen der Osterschwanger Sandstein- bzw. quarzitischen Sandkalkbänke aufgefallen sind. Vgl. hierüber unten S. 69.

Der glimmerige Sandstein (Schliff 870 mit Bryozoen-Stückchen und Faserkalzit, wohl *Inoceramus*-Stück) geht oft in Sandkalk (Schliff 872: reichlich Glaukonit, teilweise phosphoritisch, Foraminiferen-Kammern), dann in Mergel (Schliff 871, 873: Oberkreide-Foraminiferen, Schwammnadeln) über, wobei der Sandkalk öfters quarzitisch ist. Diese Übergänge sind durchaus gesetzmäßig, sie wiederholen sich recht oft. Als Beispiel führe ich Fig. 13 von einem Profiltail an, welcher etwa 20 m unter der (überkippten) Oberkante des ganzen Profils liegt. In den uneben zerspaltenden, blaugrauen Mergeln a) (über 1 m) greift mit kräftig ausgeprägten Fließwülsten an der (stratigraphischen) Unterkante ein grober Grandstein b) plötzlich ein (5—20 cm). Er ist an eckigen bis haselnußgroß werdenden Stückchen von Feldspat, Kalk, Hornstein u. a. reich und geht allmählich über in etwa 20 cm feinstreifigen Feinsandstein (c). Mit allmählichem Übergang folgt grauer, splitteriger Mergelkalk d) (30 cm) und ebenso im Übergang ein bläulichgrauer Kalkmergel e). d) und e) sind scharf glattflächig senkrecht zur Schichtung geklüftet. Aus e) geht schließlich wieder grauer Mergelschiefer hervor wie a) und in diesem lagert sich darauf mit plötzlicher Änderung auf scharfer Fläche grober Sandstein g).

Man sieht, wie eine kräftige Strömung in den feinen Tonschlamm plötzlich unter Rinnen- und Wulst-Bildung eine Grobsandflut einschüttete, wobei hier die Wülste etwas zopfartig 5—15 cm breit und hoch wurden. Man sieht, wie die Strömung erlahmte und wie sich dann zuerst mehr kalkiger, dann mehr toniger Schlamm absetzte, bis die neue Sandflut hereinbrach. Dieser oft wiederholte Wechsel ist ein schönes Beispiel für asymmetrische Repetitions-Schichtung, wie ich sie in größerem Maßstab auch aus der Allgäu-Molasse beschreiben konnte (vgl. KRAUS 1923, S. 1—25). Es scheint, daß der Rhythmus im Flysch auf ein periodisches Übersteil-Werden des Gehänges zurückzuführen ist. Auf dieses deutet auch die bei Muntigl wieder besonders scharf ausgeprägte Rutschungsfaltung, welche O. M. REIS (1909, 1920, S. 228) als

Böschungswicklung bezeichnet hat. Wir führen sie auf die unter Versenkung vor sich gehende tief-orogenetische Faltung zurück, welche die Übersteilung des Meeresboden-Reliefs bedingte.

Etwa in der Mitte des Bruchprofils, das E. FUGGER früher schon beschrieben hat, fällt eine grobsandige, glimmerreiche Mergelbank auf, der kleinere Kalkmergelgerölle eingelagert sind. Diese zeigen sich mit dem Sandmergel eigenartig verwickelt. In der gleichen Bank gibt es auch Brotlaib-artige Geröllinseln von ziemlich weit ins Innere hinein rot gefärbtem, sonst grauem, Fukoiden-reichem Mergelkalk (Schliff 874, 875). Auch diese Erscheinung beweist, daß mitunter eine sehr kräftige Strömung den Meeresboden angeschnitten haben muß.

In dem hellgrauen Splitterkalk gibt es mehrfache Lagen (z. B. 10 m bzw. 8 m unter Profiloberkante), die überreich sind an Fukoiden (*Phycopsis intricatus*, *Ph. arbuscula*, Taenidien); Schliffe 876, 877 mit vielen, sehr feinen Schwammnadeln, welche in elliptisch länglichen Linsen parallel zur Schichtung aber fehlen.

Das ganze Steinbruchprofil zeigt an der weit hinstreichenden Nordwand große Klüfte mit Str. SN., F. 30—40° O. bzw. F. 60° W. Da die Wand selbst als Sandsteinbankfläche eine Fläche der Gesteinszerteilung bedeutet, haben wir wieder schön die drei sich unter annähernd 90° schneidenden Trennungsflächen des Raumes. Daneben gibt es aber natürlich auch (schwach angedeutet) Zwischenrichtungen, z. B. Klüfte mit 75° Ostneigung.

Weitere bemerkenswerte Einzelheiten zeigen die Aufschlüsse in dem Graben bei Lehen N. von Muntigl. Am Nordanfang hat man zuerst liegende schwarzgraue, 20° südgeneigte Mergel, denen untergeordnete splitterige Mergelkalkbänke (5—20 cm dick) eingeschaltet sind. Etwas oberhalb erscheinen plötzlich in senkrechter Stellung OW.-streichend, über meterstarke Sandsteinbänke im Mergel, deren wulstige Unterflächen gegen S. zeigen. Anschließend läuft der Bach einer Sattelstörung in überwiegendem Hauptsandstein parallel. Unter dem Diluvium, welches mit kalkalpinen Nagelfluh den oberen Abschluß des Grabens bildet, dürfte die Querstörung gegen den Hochgitzten-Mergel durchlaufen, auf welcher die westliche Fortsetzung des ursprünglich auch den Hoch-Gitzten bedeckenden Hauptsandsteins bedeutend abgesunken ist.

6. Der Südkontakt bei Gmunden am nördlichen Traun-See

sei hier anschließend noch kurz besprochen, weil er zum Vergleich mit der Lage herausfordert, wie wir sie am Heu-Berg bei Salzburg haben.

Mit 12 km Breite streicht der Salzburger (Muntigl-)Flysch von W. an den Atter-See (vgl. ABEL-GEYER, 1922; FUGGER, 1903; KÖNIG, 1907). Sein Südrand gegen die Kalkalpen ist am Atter-See, dann am Traun-See (vgl. GEYER, 1917, S. 67 ff.) kräftig nach N. vorgestaffelt. Dadurch geht die Flysch-Breite auf rund 8 km bei Gmunden zurück. Genau wie

bei Salzburg erscheinen am Kalkalpenrand auch hier jüngere, auf dem Ostalpinen abgelagerte Kreide-Horizonte eingeklemmt; so ein Lokalkonglomerat mit Rudisten, welches in Analogie zu westlicheren Vorkommen zum Cenoman gestellt wurde und das nach oben allmählich in Flysch-Kalk übergeht. Außerdem beschrieb E. FUGGER (1901, S. 263) eine Flysch-Breccie am Südhang des Kollmans-Berges im W. des Traun-Sees, welche vielleicht tektonisch eine ähnliche Stellung hat wie die Klippe am Heu-Berg. Bei Besichtigung der Gräben zeigt sich zur Zeit am Kollmans-Berg folgendes:

Ein Wegstück oberhalb des Bergsturzes aus Hauptdolomitblöcken im Mühlbach-Tal sieht man über der Grabenverzweigung in einem nördlichen Seitengraben einen Wechsel von feinem Flysch-Sandstein und grauem Mergel (F. mittel N.). Auf den Schichtplatten zeigt ersterer dünne, kräftig gebogene Wülste und die gleichen, seitlich quergestreiften Anneliden-Abdrücke wie am Paller-Stein (Wiener Wald). Nach oben überwiegen die graulichen, etwas feinsandigen Mergel (Schliff 1179). Etwas tiefer gibt es Blöcke von mittelgerölligem Konglomerat aus Phyllit, Quarz, verschiedenen Kalken. In dem östlichen Nachbargraben (O. vom Haus, noch im Wald) sieht man auf Höhe des Fahrwegs Blöcke von hellem, dichtem Kalk (Schliff 515 mit Radiolarien), Fleckenkalk, ähnlich denen etwas tiefer im vorigen Graben, größere Stücke von schwarzgrünem, flatschig verdrücktem Diabas (Schliff 400 mit bestimmbarem Andesin; große Quarzeinschlüsse); anstehend rote Nierentaler Mergel (Schliff 408 mit *Textularia*, *Orbulinaria*) und grobes, bunt-exotisches Konglomerat. Auch weiter östlich gibt es viele solche Gesteine, in zunehmender Weise mit Moräne gemischt, die auf diluvialem Schotter liegt. Das ganze breitet sich hier auf einer östlich absinkenden Ver-ebnungsfläche aus, welche in den Südhang des Kollmanns-Berges über-geht.

Einen Aufschluß, der das Lageverhältnis dieser Nierentaler Schichten und bunten Konglomerate zum Mergel-Sandstein-Flysch sicher zeigt, habe ich nicht gesehen. Ob man, ebenso wie am Heu-Berg, diese Gesteine als kleinen Klippenrest über dem normalen Flysch aufzufassen hat, bleibt mir zweifelhaft.

Im Gschlief-Graben (vgl. KOCH, 1908; FUGGER, 1903; GEYER, 1911, S. 76 und 1917, S. 83ff.) O. oberhalb Hoisen, an der östlichen Trauntal-Seite über dem See, kann man die rote Kreide der Ostalpen an der Flysch-Südgrenze beobachten, hier zusammen mit unzweifelhaftem Eozän. Bei 570—580 m Höhe findet man außer den überwiegenden kalkalpinen Blöcken typische, grüne Ölquarzite, braune Nummuliten-Kalke, hellgraue Mergelkalke mit schwärzlichen, verwischten Streifen. Diese mit oft sehr großen Flecken versehenen Gesteine stimmen genau mit den ultrahelvetischen Liebensteiner- oder Leimern-Kalken überein, sind hier als „Nierentaler Schichten“ zu bezeichnen. Die Flecken werden bis

über 1 m lang, 2—3 cm dick und zeigen öfters die Bogenstreifung von „*Taonurus*“. Die Fleckenkalke bilden den Oberteil des auf der Karte 1:75000 als „Flysch“ eingetragenen Rückens. Weiter gibt es da rote Nierentaler Schichten, reichlich konglomeratischen Sandstein, der weiter oben faustgroße Brocken von Glimmerschiefer, Phyllit, Granit, oft auch sehr viele kohlige Pflanzenreste enthält; eine reiche Sammlung von Gesteinen, die ebenso im Allgäu liegen könnten. Die roten und weißlichen, auch graugefleckten Mergelkalkplatten der Nierentaler Schichten wurden durch die Mur-Risse 1927 auf 600 m Höhe entblößt.

Immerhin ist die Lage hier wesentlich anders, indem die Gesteine teilweise den auf Grundgebirge transgredierenden Grestener Schichten des Lias angehören. Auch glauben frühere Beobachter auf normale Auflagerung der oberen Nierentaler über dem Muntigl-Flysch und auf eine Eozän-Mulde im ersteren schließen zu sollen (vgl. G. GEYER, 1917, S. 84). Wenn ich mich hievon nicht überzeugen konnte, so mögen die schlechten Aufschlüsse der Grund sein.

Bei alledem darf ja nicht übersehen werden, daß es auch außer den erwähnten roten Mergeln, die wohl der ostalpinen Gosau angehören, noch rote Mergel in dem fraglichen Flysch der Seenlandschaft gibt, welche normale Einlagerungen darstellen. A. KÖNIG hat 1907 die roten Mergel von der Westseite des Atter-Sees oberhalb Parschall, die offenbar auf der Ostseite infolge der Attersee-Querstörung weiter nördlich bei Alexenau fortsetzen, OSO. ins Aurach-Tal und über den Kollmanns-Berg-Südhang hinaus verfolgt. In diesem Zug erscheinen helle Nierentaler Fleckenmergelkalke mit *Inoceramus* (?), die im Gschlif-Graben nach KÖNIG auch einen *Belemniten* aufwiesen. Ein solcher fand sich auch im roten Nierentaler Mergel des Klaus-Grabens (A. KÖNIG a. a. O. S. 46). Bedeutsamerweise erscheinen außerdem in diesem Nierentaler Zug mehrfach sehr harte, dunkelgraue Quarzit-Sandsteine ohne Nummuliten. Schließlich sind auch exotische Flysch-Breccien an ihn gebunden, die jene des Kollmanns-Berges fortsetzen und immer auch Glimmerschiefer enthalten. Wenig weiter nördlich fanden sich in einer brecciösen Zwischenlage am Weyregger Weidens-Bach zwei *Orbitoides*-Schalen (Ober-Kreide). Man wird bei dieser Sachlage an eine Schichtenfolge gemahnt, die sich so zusammensetzt:

Wildflysch-artiger Breccien-Horizont der Ober-Kreide mit *Orbitoides*, darunter rote und hellgraue Nierentaler oder Leimern-Mergel des Turons mit *Inoceramus*, *Belemnites*, zu unterst dunkle Quarzitsandsteine des Gault-Flysches.

Stratigraphisch darunter würde in überkippter Stellung gegen S. älterer Kreide-Flyschmergel kommen, stratigraphisch darüber gegen N. ein oberer Teil des Salzburger Senon-Flysches, während eine zeitlich noch nicht festlegbare Vertretung in dessen Hauptteil vorliegt.

In dem Zug der Mittel-Kreide, der durch die Blattverschiebungen am Kalkalpen-Nordrand gleichfalls verstellt ist, aber dennoch mit unbeirrbar streichen gegen OSO. am Traun-See diesen Rand erreicht, würde keine Schubfläche liegen. Die Glimmerschiefer-reichen Wildflysch-Breccien des Eschbannhauser Konglomerats würden ebensowenig wie mit denen der Grestener Schichten mit den ihnen ähnlichen Kollmannsberg-Breccien in unmittelbarer Beziehung stehen, letztere auch nichts mit Resten des kalkalpinen Nordrandes zu tun haben. [Anm.: Für M. RICHTER'S Annahme 1929, daß helvetische Gesteine vorliegen und nach O. bis Waidhofen fortsetzen, fehlt der lithologische und tektonische Nachweis. RICHTER'S Darstellung geht im übrigen von einer irrigen Auffassung der südbayerischen Flysch-Stratigraphie und -Tektonik aus.] Die Gesteine des Gmundener Gschlif-Grabens könnten z. T. als die am Traun-See mit dem Kalkalpenrand nach N. vorgestaffelte Fortsetzung des fraglichen Gesteinszuges gelten. Das Vorkommen von schwarzen Gault-Schiefern (vgl. GEYER, 1909, S. 69 ff.) mit Cephalopoden am Stiedels-Bach bei Losenstein wäre ein wichtiger Anknüpfungspunkt. — Diese naheliegenden Gedanken seien hier nur als Material für weitere Geländestudien gegeben. Eine endgültige Lösung dieser Kreideflysch-Fragen steht noch aus. Voraussetzung wäre die einwandfreie Klärung der Eozän-Vorkommen.

Zusammenfassung.

Überblickt man den Teisenberg-Salzbürger Flysch, so sieht man nichts als Gesteine, welche ihrer ganzen Ausbildung nach unbedingt dem höheren Ofterschwanger Flysch-Mergel mit seinen öfters eingeschalteten Sandsteinbänken und darüber einem an Mergelbänken reichen Haupt-Flyschsandstein zu vergleichen sind. Das Auftreten dieser Gesteine an allen zum Vergleich herangezogenen Stellen zwischen Allgäu und Salzburg erlaubt den Schluß, daß sie in der Fortsetzung des gleichen Flysch-Troges abgelagert wurden. Zum gleichen Schluß führt ihre Lage im S. bzw. über der Ost-Fortsetzung der helvetischen Zone. Wahrscheinlich ist am Nordrand auch Wildflysch in den Flysch-Breccien vorhanden. Analogien mit dem W. und Gleichaltrigkeit dieses Flysches mit den Nierentaler Schichten im N. läßt auch hier eine deckenförmige Überlagerung des helvetischen durch die Füllung dieses Flysch-Troges erkennen. Diese gefaltete Decke ist, wenn nicht die Fortsetzung, so doch die Vertreterin der Sigiswanger Decke.

Für die östliche Fortsetzung der Gesteine der Oberstdorfer Decke aber konnte nirgends ein Anhaltspunkt gefunden werden. Sie fehlt offenbar schon im Chiemgau und dürfte O. vom Schlierseer Gebiet — ebenso wie ihr Bildungsraum im S. — ausgekeilt sein. Dies wird durch die Übereinstimmung der wichtigsten Gerölle im Flysch-Konglomerat der Oberstdorfer Decke, des Cenomans von Schlier-

see, der Sigiswanger Decke S. vom Chiemsee und im Salzburger Flysch bestätigt: die bisherige Schwelle im S. der Oberstdorfer Decke tritt nunmehr als südliche Begrenzung der Sigiswanger Decke auf. Dieser Wechsel hängt offenbar eng mit der starken Verschmälerung der Flysch-Zone zwischen Aschau und Bergen (bei Traunstein) zusammen.

Gleichzeitig mit jener Südschwelle tritt auch der kalkalpine Bereich mit seinen Geröllen in den Gesichtskreis. Er grenzte bereits an die Südschwelle des einheitlich gewordenen Flysch-Trogges. Die Nierentaler Schichten mit dem Eozän vom Heu-Berg sind Reste der sich später noch über den Flysch um ein Stück vorschiebenden ostalpinen Decke.

Die allgemeine Verbreitung der (jüngeren) Hauptsandsteingruppe in der Saalach-Salzach-Niederung beruht auf der tektonischen Einsenkung der Salzach-Delle. Gegen sie ist das Gebirge im W. mehr durch axiale Flexuren, im O. mehr durch Staffelbrüche auf Blättern niedergebrosen.

Auf den hauptsächlich NNW.-verlaufenden Querstörungen ist die Flysch-Zone im O. kräftig gegen N. vorgestaffelt und so bedeutend verbreitert. Im Attersee-Bereich erscheinen wahrscheinlich ältere Kreide-flysch-Horizonte — entsprechend der axialen Hebung im O. Doch ist hier die Lage noch nicht gesichert.

V. Der Flysch des Wiener Waldes.

Übersicht.

Schon die Flysch-Zone am Traun-See zeigt gegenüber jener von Salzburg trotz Übereinstimmung in den wichtigsten Punkten doch auch gewisse neue Züge. Die im Aurach-Tal, einstweilen nur lose, gefundenen Eozän-Reste und das Eozän in Flysch-Fazies im Gschlif-Graben zeigen wohl, daß das Eozän-Meer auch in den eigentlichen (Sigiswanger) Flysch-Trog vordrang. Sie zeigen weiter, daß das im S. auf der ostalpinen Decke abgelagerte Eozän sich mit dem der helvetischen Zone von Mattsee bis nach Gmunden die Hand zu reichen beginnt, freilich einstweilen noch unter bedeutendem Fazieswechsel. In keinem Teile der bisher von uns beobachteten Flysch-Zone konnte derartiges festgestellt werden. Nordwestlich vom Tegernsee liegt das Eozän als besonderer Scherling zwischen Flysch und helvetischem Becken; in der Feuerstätter Flysch-Decke gibt es Eozän und nur im SW.-Rätikon beginnt das Eozän starken Anteil an der Flysch-Zone selbst zu gewinnen.

Als zweites schärfer hervortretendes Ost-Merkmal neuer Art hat die wechselnde Anteilnahme einer kalkalpinen Nordrandzone an der Flysch-Sedimentation („Gosau-Flysch“ der Frankenfelder Decke) und weiterhin an der Flysch-Faltung („Klippen-Flysch“) zu gelten. Der

Gegensatz zwischen den Ereignissen im Flysch-Trog und denen auf der ostalpinen Decke tritt dadurch mehr als im W. in den Hintergrund (vgl. G. GEYER, 1907, S. 55—76 und 1909, S. 70).

Beides nun, die Entwicklung des Eozäns zu einem selbständigen Glied des Flysch-Troges und die Individualisierung einer besonderen südlichen Übergangszone des Klippen-Flysches, „pieninisch“ genannt wie in den Karpathen, sind Grundelemente, die den Flysch des Wiener Waldes kennzeichnen.

Hinsichtlich der stratigraphisch-tektonischen Stellung der „Balderchwanger Klippen“, also der Feuerstätter Decke, ebenso wie der Diabase und Radiolarite, welche bisher als lepontinischer Außensaum, auch als Vertretung der Aroser Schuppenzone beschrieben wurden, sind wir zu dem Schluß gezwungen worden, daß hier von einer Fortsetzung der westalpinen „Klippen“ keine Rede ist.

Einer wirklichen Klippenzone vom Typus der karpatischen und ganz abweichend etwa von der Feuerstätter Decke bei Balderschwang begegnen wir erst östlich der Traun. Ihr fehlt aber der lepontinische Einschlag (A. SPITZ, 1919).

FR. TRAUTH (1928 und 1921) hat kürzlich in einer sehr hübschen Lokalstudie den **Flysch von Ybbsitz** weiter im W. ganz nach Art dessen des Wiener Waldes gliedern können. Während sich in der Unter-Kreide auf Kalkalpen und Klippenzone noch geringmächtige Normal-Mergel und -Kalke entwickeln, erscheint in dem orogenetisch nördlich gegen die Klippenzone und den Flysch-Trog zurückgedrängten Meer die Flysch-Sedimentation der höheren Kreide und wohl auch des Eozäns.

Sehen wir von den Resten der sehr wechselnden, vielfach grobklastischen Gosauflysch-Fazies ab, so erkennen wir in der Klippenzone unten graue Sandsteine und Tonmergel, darüber bunte Schiefertone („Obere Nierentaler Schichten“; aber nicht entsprechend den — älteren — roten Letten von Tegernsee!) der Ober-Kreide; zu oberst „Glaukonit-Eozän“, zwar noch ohne Nummuliten-Funde, aber petrographisch gleich mit jenen schwarzgrünen, auch roten Kieselschiefern und Hornsteinen, welche auch der Wiener Wald zeigt.

In der eigentlichen Flysch-Zone nördlich davon gibt es „Inoceramen-Schichten“, hellgraue Sandkalke, Mergel und Schiefer, darauf wieder Glaukonit-Eozän, lokale, gegen den Rand der Klippenzone grobe Konglomerate von Granit, Porphyren, Serpentin und Quarzit einschließend. Das ganze ist kräftig gefaltet und geschuppt. Die Klippenzone überlagert deckenförmig die eigentliche Flysch-Zone und über beiden sind da und dort Klippen der Frankenfesler Decke erhalten.

Die Mergel-Sandstein-Abteilung des Oberen Kreide-Flysches, die faziell in den beiden unterschiedenen Zonen nicht sehr verschieden ist, entwickelt sich offenbar gegen O. aus dem Muntigl-Flysch in dem

gleichen Flysch-Becken, welches wir schon von Vorarlberg her als Sigiswanger Becken verfolgen konnten. Die Zweigliederung in unserem östlichen Flysch-Beckenteil, die sich später in zwei verschiedenen tektonischen Einheiten ausgedrückt hat, beruht nicht auf einer Zweigliederung dieses Beckens. Sie beruht vielmehr darauf, daß sich nun in der Ober-Kreide im S. ein nördlicher ostalpiner Randstreifen noch einmal in einen ausgesprochenen Flysch-Teilrog verwandelte.

Dabei fehlen uns auch hier keineswegs die Anzeichen für das Fortlaufen der vindelizischen Süd-Schwelle zwischen dem eigentlichen Flysch-Trog im N. und diesem zweiten, kalkalpinen (Klippen-Flysch-) Trog im S. Sie sind in den gröberen, den Rand der Klippen-Flysch-Decke begleitenden Eozän-Konglomeraten zu erblicken und in ihrer westlichen Fortsetzung auch in dem bekannten Granit des BUCH-Denkmal im Pech-Graben. Diese Schwelle ist, genau so, wie weiter im W., durch die kalkalpinen Gesteine südlich von ihr überschoben worden. Zum Unterschied vom W. tragen diese hier in der „Klippenzone“ aber eine viel bedeutendere Flysch-Hülle.

Von einem sicher helvetischen Bereich, der schon bei dem kleinen Eozän-Vorkommen N. von Gmunden fraglich erscheint, ist hier und im O. nicht mehr die Rede. Wir folgern, daß dieser im W. so bedeutende Trog ausgekeilt ist, indem seine südliche Randschwelle, die „vindelizische Nordschwelle“ den Anschluß an die Böhmisches Masse gefunden hat (Fig. 16). Schon vorher hatten sich, südlich vom Chiem-See etwa, die vindelizische Mittel- und die Südschwelle verschmolzen, wodurch das Becken der Oberstdorfer Decke verschwand. Im Salzburger Flysch und weiterhin nach O. haben wir also zwischen der Böhmisches Masse und den Ostalpen nur noch mit der einen randostalpinen „vindelizischen Schwelle“ zu rechnen und nur mit einem Flysch-Trog, der dem ultrahelvetischen im W. an die Seite zu stellen ist.

Wiener Wald. — Die moderne Gliederung des österreichischen Flysches hat bekanntlich ihren Ausgang vom Wiener Wald genommen, wo es der gründlichen Arbeit R. JAEGER'S (1914) gelang, durch eine überraschend beträchtliche Anzahl von Fossilfunden genügend Stützen paläontologischer Art für eine Horizontierung zu gewinnen. K. FRIEDL (1920) hat es verstanden, diese Grundlagen in befriedigender Weise auszubauen und kartenmäßig zu verfolgen.

Auf Exkursionen mit den Herren Dr. FRIEDL, Dr. SICKENBERG und Dr. v. WINKLER-HERMADEN, sowie auf eigenen Wegen konnte ich mir ein Bild von der Gesamtlage im Wiener Wald verschaffen.³⁾ Sie ist eine durchaus folgerichtige Fortsetzung dessen, was uns die Stichproben weiter im W. schon gelehrt haben. Stratigraphisch entspricht der Neo-

³⁾ Den Genannten, sowie Herrn Professor Dr. O. ABEL, Dr. GOETZINGER, Hofrat Dr. HAMMER und Professor Dr. FR. E. SUSS dankte ich bestens für ihre liebenswürdige Unterstützung.

com-Flysch dem liegenden westlichen Flysch (z. T. Ofterschwanger Flysch), die Sandsteine darüber dem Haupt-Flyschsandstein (Gault-Cenoman etwa), die höheren Mergel dem Piesenkopfkalk-Niveau der Ober-Kreide. Neu ist der mächtige Eozän-Flysch (Greifensteiner Sandstein).

Zwar schienen anfangs wieder z. B. zwischen Sievering und Hermanns-Kogel, Gesteinskombinationen wie in der Oberstdorfer Decke aufzutreten mit Quarzit, Sandkalk, roten Schiefen, Sandsteinen, über welchen in den Senken das Eozän transgredierend liegt. Aber bald erwies sich dies als irrtümlich. Es konnte eine Auffassung gewonnen werden, welche in stratigraphischer und tektonischer Hinsicht der von JAEGER und FRIEDL im wesentlichen beipflichtet.

Der Nordkontakt gegen den Schlier, der unter Löß bei Königsstetten am südlichsten Haus entfernt vom Neocom-Flysch ansteht, konnte bei Station Greifenstein nahezu anstehend beobachtet werden. Den grauen Mergel, der hier am Gehängefuß über dem Bahngeleise unter dem Gehängeschutt etwas erscheint, möchte ich dem Schlier-Mergel zurechnen. Dies wird sehr wahrscheinlich durch die Beobachtung, daß darüber eine kräftige, flach geneigte Störungsfläche durchgehen muß, die sich aus der mächtigen Zertrümmerung der Basis des darüber folgenden Greifensteiner Sandsteins ergibt (Fig. 14).

Dieser Sandstein, fein- bis grobkörnig, ist eine feine, helle Arkose, die öfters Glimmer führt und fast überall Spuren von primären Rutschungen, Auskeilungen (Wicklungsstruktur) zeigt. Dementsprechend gibt es auch viele Wülste der Schichtungsflächen. Oft sind tonige, schwärzlich gefärbte Zwischenlagen eingeschaltet, die stark ausgewalzt wurden. Unten liegen zerrissene Bankfetzen in grobem Durcheinander.

Stimmt es, daß hier an der Basis Schlier auftritt, so spricht dies für kräftig diskordantes Abschneiden des Flysches an der basalen Schubfläche über der Molasse. Die Unterkante des Greifensteiner Sandsteins, die SW. vom Tulbinger Kogel noch 430 m hoch liegt, ist bei Altenberg—Greifenstein bereits unter das Niveau der Donau (rund 160 m NN.) axial nach O. herabgesunken. Sehr viel weniger aber hat sich auf der gleichen Strecke die Oberkante der überschobenen Molasse gesenkt. Gleichzeitig geht, durch starke Abschürfung offenbar, das ganze Neocom und die ganze Mittel- und Ober-Kreide auf der Schubfläche verloren.

Der Neocom-Flysch zeigt im Tal oberhalb der Heilanstalt bei Königsstetten und am Tulbinger Kogel sehr viel feinkörniges Gestein. Die lokal gefaltete Serie, die im ganzen SSO. geneigt ist, besteht aus grauen Mergeln, sandigen Kalk- und Sandsteinbänken von feinem bis mittlerem Korn. Gröberer Sandstein enthält neben weißem Glimmer reichlich Glaukonit (Schliff 1183 mit Milioliden). Auch hier zeigt sich viel Primärbewegung. Fukoiden sind selten. Die Gesteine des Tulbinger Kogel-Gipfels, der sich aus flach ansteigender, wohl ziemlich junger

Verebnungsfläche heraushebt, sind graue Mergelkalke, Sandkalke mit Hornstein (ohne erkennbare Radiolarien), nach S. mehr Quarzsandstein (Übergang zu Orbitoiden-Kreide; Schliffe 1180—1182 mit Globigerinen, Milioliden, *Anomalina (Rosalina) ammonoides* REUSS, *Bolivina linearis*, Schwammnadeln; z. T. Radiolarien). Das Gipfelgestein würde dem Niveau nach etwa der Mittel-Kreide entsprechen. Die grobkörnigen Seichtwasserschichten des Neocoms dürften sich nur auf Zwischenlagen beschränken.

Der ganze Neocom- bis Oberkreide-Flysch mit dem darauf liegenden eozänen Greifensteiner Sandstein von großer Mächtigkeit bildet FRIEDL's „Greifensteiner Decke“. Über doppelt so breit und mit kräftigem Faltenwurf ausstreichend, ist ihr der Haupt-Flysch des Wiener Waldes in Gestalt der „Wiener Wald-Decke“ aufgeschoben. Sein Überschiebungsbetrag kann offenbar als recht mäßig angenommen werden. Sehen wir doch, daß die grobsandig-konglomeratische, küstennahe Orbitoiden-Kreide der Greifensteiner Decke nach S. in die feiner gekörnten Inoceramen-Schichten mit nur geringer Unterbrechung überleitet. Ebenso zeigt der aufliegende Greifensteiner Eozän-Sandstein im S. Übergänge nach dem Glaukonit-Eozän der Wiener Wald-Decke. Es liegt demnach kein Grund vor, unseren einheitlichen Flysch-Trog etwa durch Annahme einer höher aufragenden, breiten Teilschwelle zu gliedern, jenseits deren die Gesteine einer besonderen Deckenfazies entstanden wären. Die Sedimente der Wiener Wald-Decke sind nur die — etwas überschobene — Südfortsetzung jener der Greifensteiner Decke und stammen aus dem gleichen Bildungsbecken.

Der Inoceramen-Flysch der Wiener Wald-Decke, wie er beispielsweise NO. der Station Purkersdorf in einem Steinbruch mit nord-west-fallenden Sandsteinbänken und zwischengelagerten Kalkmergellagen ansteht, ist meist durchaus vom gleichen Habitus, wie der Muntigl-Flysch. Der mittelkörnige Sandstein mit Mergelgeröllchen, Glimmer, reichlich kohligen Pflanzenresten und Inoceramen-Bruchstücken wird öfters grandig mit Quarz-, Feldspat-, Kalk-Stückchen und zeigt an seiner Unterkante die gleichen Wulstbildungen. Die Sandwülste greifen jeweils scharf in die liegende Mergel- bzw. Mergelkalk-Bank ein. Es sind die Spuren der (öfters einander gut parallel laufenden) Rinnen, welche das sandbringende, kräftig strömende Wasser in den Mergelschlamm eingegraben hat. Nach oben geht jeweils die Sandlage in Mergel, teilweise noch in Mergelkalk über, und dann setzt eine neue Sandflut in rhythmischer Folge ein (Fig. 15). Es ist dieselbe asymmetrische Repetitions-Schichtung, die wir im Steinbruch von Muntigl kennen lernten. Die Mergelzwischenlagen sind meist Fukoiden-reich, wobei die Fukoiden oft Längsgliederung zeigen. In anderen Horizonten und Gebieten ist der Inoceramen-Flysch detritusarm, wie etwa am Hermannskogel-Kamm. Hier erscheinen die gleichen Sandkalke, Mergelkalke und Splitterkalke, wie etwa in den „Zementmergeln“ der Hörnle-Gruppe bei Kohlgrub

(Schliff 908 mit *Orbulinaria sphaerica*). Die Schliffe 911—919 zeigen nach dem Gehalt an Foraminiferen, Radiolarien, Schwammnadeln u. a. die gleichen Erscheinungen wie der Oberkreide-Flysch im W.

Der gleichfalls öfters Inoceramen-Stückchen führende Kreide-Flysch der Seichtwasser-Kreide, wie er nahe südöstlich jenes Steinbruchs besonders am Mühlberg-Steinbruch studiert werden kann, zeigt demgegenüber recht wenig Abweichungen. Es sind dieselben Gesteine, etwas weniger Mergel und Fukoiden, vielleicht etwas mehr gröbere Lagen (Grand aus Quarz, Feldspat, Glimmerschiefer- bis Phyllit-Blättchen, Granit u. a.); weniger Rutschungs- und Fließerscheinungen. Alle Sandsteine sind ein wenig Glaukonit-führend. Das gleiche Bild der Seichtwasser-Kreide kehrt in den Steinbrüchen NW. von Sievering wieder.

Nur ist hier der Unterschied gegenüber groben Sandsteinbank-Serien der Inoceramen-Schichten womöglich noch kleiner und die Übereinstimmung mit den Einzelheiten des Muntigl-Flysches und gleichzeitig mit Grenzhorizonten des Ofterschwanger Flysches gegen den Hauptsandstein im Allgäu noch bedeutender. Die mindestens teilweise überkippten (F. 50° SSO. u. a.) Sandsteinbänke zeigen örtlich sehr große (bis 0,5 m hohe) Sandrinnen-Wülste, auch längliche, kleinere Wülste auf der Unterfläche gegen die untergeordneten grauen Schiefer und Mergelzwischenlagen (Schliffe 899, 901—903, 910). Die tieferen Rinnen rühren von kräftigerer Wasserströmung her. Entsprechend sind auch oft die Bänke sehr grobgrandig mit viel Gangquarz und grünlichem Gestein. Daneben gibt es mit Glimmer bestreute Feinsandsteine, da und dort Bruchstücke von Inoceramen. JAEGER fand eine *Leda försteri* (Unter-Senon). Feinkörnige Sandsteine und Kalkmergel, welche reichlich in der Seichtwasser-Kreide des Nuß-Berges erscheinen, vermitteln noch mehr den Übergang nach den Inoceramen-Schichten.

Nach dem, was ich bei Wien gesehen habe, hat K. FRIEDL ursprünglich den Gegensatz zwischen den Inoceramen-Schichten der Wiener Wald-Decke und der Seichtwasser-Kreide allzu scharf betont. [Anm.: Meine Beobachtungen wurden 1927 gemacht. Inzwischen hat auch G. GOFTZINGER (Verh. Geol. Bundesanstalt, S. 2, 1927; Jb. Geol. Bundesanstalt, S. 2ff., 1929) die Faziesähnlichkeiten unterstrichen. Die Frage der von ihm verfolgten Scherlingszone im südlichen Eozän scheint mir dagegen noch ungeklärt. Gegen die Auffassung als Vorkommen längs des Ausstrichs einer Schubfläche dürften die von K. FRIEDL fast ausnahmslos gezeichneten NW.-Neigungen der betreffenden Zone sprechen.

Die von M. RICHTER nach Abfassung dieses Manuskripts gegebenen Mitteilungen (Centralbl. f. Min., S. 376ff., 1929) können in ihrer allgemeinen Fassung nicht als Entkräftung der ausführlichen Beobachtungen K. FRIEDL's im östlichen Wiener Wald gelten. Weit davon entfernt, den bayerisch-österreichischen Flysch etwa z. T. für „grisonid“,

also unterostalpin, ansehen zu wollen (wofür zwischen Rhein und Donau gar nichts spricht!), muß ich doch auch betonen, daß ich von einer „vollkommenen Gleichheit der ostalpinen Flysch-Zone über 400 km“ (M. RICHTER, 1929, S. 377) nichts sehen konnte. Ebenso wenig vermag ich die Lage im Wiener Wald ohne eine (schwache) Deckengliederung zu verstehen. Die von G. GOETZINGER aufgefundenen Aufbrüche des Oberkreide-Flyschs am SO.-Rand des Greifensteiner Sandsteins sind noch keine „ganz normalen Sättel“. Auch habe ich von den behaupteten Transgressionen des Flyschs auf Jura oder Neocom und dieser auf Granit in der Scherlingszone nirgends etwas gesehen.

Soeben erhalte ich noch von K. FRIEDL's Ausführungen (Mitteil. d. Geol. Ges. Wien 23, 1930, S. 128 ff.) Kenntnis. Hier scheinen mir die namentlich durch G. GOETZINGER in Fluß gebrachten und von F. TRAUTH geförderten Fragen eine verständliche Lösung zu finden. Die Hauptdeckengrenze im N. der Kalkalpen, die nach meinen Feststellungen überhaupt nicht besteht, wird nun in eine noch wenig bekannte Südzone hypothetisch verlegt.]

Ich bin der Meinung, daß die tatsächlich vorhandenen Unterschiede an den Grenzen gewiß hinreichen, um die Klippendecke als solche der Wiener Wald-Decke gegenüber zu stellen. FRIEDL sagt selbst (S. 16), daß eine ungemein große Ähnlichkeit zwischen groben Inoceramen-Schichten und Seichtwasser-Kreide vorliegen kann. Und wir können hinzufügen, daß auch z. B. die Nußberger Zwischenlagen der Seichtwasser-Kreide, die Inoceramen-Reste derselben und zahlreiche Andere von den Normalbildungen der Inoceramen-Kreide nicht abgetrennt werden könnten. Bei der ganz im allgemeinen geltenden Zunahme des Gröber-Klastischen in der Seichtwasser-Kreide ist kein Wunder, wenn da und dort noch gewisse andere, im NW. nicht vorhandene Sandkomponenten gefunden werden. Sie stimmen eben auch von einer weiter südlich gelegenen Schwellenzone.

Nach Auftreten und Verteilung der bunten Schiefer harmonisieren gleichfalls beide Oberkreide-Fazies. Diese oft roten Schiefer kommen im S. auch in tieferen Horizonten vor. In der äußeren Zone der Seichtwasser-Kreide nähern sie sich offenbar schon der Oberkante, wo sie in den Inoceramen-Schichten allein gefunden werden („Obere Nierentaler Schichten“). Die grobe Fazies der Seichtwasser-Kreide im S., die so genau mit jener des Greifensteiner Sandsteins im N. übereinstimmt, sagt uns, daß schon in der Ober-Kreide hier nahe südlich eine aus kristallinem Gestein bestehende Schwelle aufgeragt haben dürfte. Es ist daher durchaus naheliegend, daß diese Schwelle im Eozän vom Meer entweder gar nicht mehr oder doch nur vorübergehend erreicht werden konnte, so daß eine dünne Sedimentdecke gleich nachfolgend wieder erodiert werden mußte. Das Glaukonit-Eozän in der Wiener Wald-Decke ist gewiß noch küstennah genug, daß ein Fortbestehen dieser Schwelle auch

für das Mittel-Eozän angenommen werden kann. Es läßt sich daher auch das Fehlen des Eozäns auf der Klippendecke paläogeographisch unschwer mit der Lage in der Wiener Wald-Decke in Beziehung bringen (K. FRIEDL, 1921, S. 69; FR. TRAUTH, 1921). Bei dem teilweise überaus raschen Wechsel der Gesteinsfazies, den wir in den Flysch-Profilen sehen, ist unbedingt auch mit einer raschen Abwandlung der Sedimente gebirgswärts, also gegen SO. hin, zu rechnen. Auch hier herrscht das geosynklinale Formungsgesetz der streichenden Schwellen und Teiltröge, wie im ganzen westlichen Flysch oder in der Molasse! [Wenn die Greifensteiner Sandfazies als küstennähere Entwicklung des Eozäns gegen S. zu fehlt, so läßt sich das durch eine wenige Kilometer betragende Schubweite der Klippendecke leicht erklären. Auffallend an eine Gesteinskombination des Mittelkreide-Flysches in Südbayern (Quarzitgruppe) erinnern graue und schwarze Schiefer, rote Mergel, Splitterkalke und Sandkalke, Ölquarzite des Glaukonit-Eozäns (Schliffe 904 bis 907).]

Zusammenfassung.

Aus allem können wir nur den Schluß ziehen, daß weder die Wiener Wald-Decke mehr als einige wenige Kilometer über die Greifensteiner Decke, noch die Klippendecke weiter als vielleicht 15 km über die Wiener Wald-Decke vorgeschoben wurde. Der Greifensteiner Flysch ist an die Nähe der Böhmisches Masse geknüpft; der Wiener Wald-Flysch schließt sich ihm südlich an und noch etwas weiter südlich war der Ablagerungsbereich der Seichtwasser-Kreide an einer dann folgenden, z. T. kristallinen Teilschwelle gelegen. Die Flysch-Fazies gibt uns keine Berechtigung, die Klippenflysch-Zone aus großen Fernen, etwa aus dem S. der Kalkalpen, herzuleiten.

Beachten wir die älteren Horizonte der Klippendecke, so haben G. GEYER, FR. TRAUTH u. a. gute Gründe dafür beigebracht, daß der pieninische Jura durch seine Litoralfazies gleichfalls an die Böhmisches Masse im N. geknüpft ist. In gleicher Weise kann ja auch (J. NOWAK) das Karpathische Pienin nicht so weit von S. über das südliche Kerngebirge geschoben worden sein. Der Klippen-Jura von St. Veith, der mich vielfach durch seine grauen Flecken etwas an gewisse pelagische Kalke der Ober-Kreide erinnerte (Schliffe 909, 920/924 mit vielen Radiolarien: *Sethocapsa*, *Lithocampe*, *Theosyringium*, *Cenosphaera*, Nadeln von *Sphaerozoum* u. a.) ist — worauf schon von anderer Seite genügend hingewiesen wurde — als ganz normale Nordrandzone der Kalkalpen aufzufassen.

In gleicher Weise zeigt ja auch die Gosau der gegen S. folgenden kalkalpinen Teildecken in nördlicher Richtung eine ganz allmähliche, schon von FRIEDL (S. 71) erwähnte Zunahme des Flysch-Charakters bis in die Seichtwasser-Kreide hinein. Also auch die kalkalpinen Decken stehen in einem tektonisch wenig unterbrochenen

Fazieszusammenhang. Diese Lage bleibt sich gleich vom Rhein bis zur Donau. Wir haben allen Grund, unnötige Zerreißen solcher Zusammenhänge, die vielleicht durch hypothetische Verallgemeinerungen nahe gelegt erscheinen, als im Gelände ganz unberechtigt abzulehnen.

Zum Ergebnis einer relativen Bodenständigkeit der Flysch-Zone, einschließlich der Klippenzone und der östlichen Kalkalpen, hatte uns schon die lange Reihe der Beobachtungen entlang dem nördlichen Kalkalpenrand geführt. Es ist noch immer der gleiche, nördlichste Kreide-Trog mit dem Flysch der Sigiswanger Decke von Muntigl-Salzburg, in dessen Schoß sich auch die faziell und zeitlich entsprechenden Serien der Greifensteiner, Wiener Wald- und Klippen-Flysche abgelagert haben. Nennen wir seine Füllung „ultrahelvetisch“, so ist auch der ober- und niederösterreichische Flysch „ultrahelvetisch“. Wir können ihn aber ebensogut „beskidisch“ nennen; besser noch so, denn der helvetische Teiltrog hatte sich ja schon am Traun-See herausgehoben, wobei er bereits vom Kressenberger Eozän ab zunehmende Verlandungserscheinungen hatte erkennen lassen.

Von „subbeskidischen Decken“, die K. FRIEDL (S. 73) von den Karpathen unter unserer gesamten nordalpinen Flysch-Zone ohne Unterbrechung, auch freilich ohne einen Anhaltspunkt im Gelände, bis zu den unterhelvetischen Decken der Schweiz fortsetzen wollte, können wir dagegen nicht berichten. Sie verschwinden im näheren Vorland der Böhmisches Masse. Der Flysch-Trog ist hier eng und einheitlich und hat auch keine größeren Teildecken geboren.

Damit haben wir den ursprünglichen Zusammenhang zwischen Böhmisches Masse und ostalpiner Randzone erneut erkannt. Er wird ja auch aus der Geröllzusammensetzung der Molasse ersichtlich. Wollte man die nördlichen Kalkalpen im O. aus den Südalpen herleiten, so gäbe es nur zwei Möglichkeiten:

1. man müßte versuchen, zwischen der Randzone und den südlicheren, kalkalpinen Teildecken (Frankensteiner usw.) die ganze Breite der Zentralalpen als ehemaligen Zwischenraum zwischen den Sedimentationsbecken einzuschalten, oder
2. man müßte nach L. KOBER einen vor-gosauischen Hauptdeckenschub der oberostalpinen Hauptmasse über die alpine Zentralzone annehmen.

Ersteres ist aus faziellen Gründen auszuschließen, was schon zur Genüge geschrieben steht und hier erhärtet wurde.

Letzteres entfällt nicht nur wegen des Abklingens der juvavischen Bewegung nach N., sondern auch wegen des Auftretens von Oberkreide bzw. wohl auch Tertiär im Unterengadin-Tauernfenster, was letzthin R. STAUB und J. CODISCH mit neuen Beispielen belegt haben.

Darum ergibt sich auch für mich der zwingende Schluß, daß die nördlichen Kalkalpen nie über das Tauern-Penninikum und über das Unterostalpin geschoben wurden, auch nicht südlich davon, sondern nördlich davon zur Ablagerung gekommen sind. Der scharfe, unüberbrückbare Schnitt liegt zwischen dem penninisch-unterostalpinen System in den Westalpen bzw. in den südlicheren Ostalpen einerseits und dem oberostalpinen System in den nördlichen Ostalpen andererseits. Diese beiden Groß-Räume der Sedimentation haben nichts miteinander zu tun. Sie hängen auch nicht mit der gleichen Wurzel zusammen, sondern stammen aus zwei verschiedenen sogenannten Wurzel-Streifen, einem nordalpinen bzw. einem südalpinen (vgl. KRAUS, 1931, S. 65—78). Nur randlich geraten sie ein wenig an- oder übereinander wie im Südrätikon. Das haben wir auch im W. bestätigt gefunden.

Gesamt-Überblick.

Ein weiter Weg regionaler Betrachtung liegt hinter uns. Wir gingen aus von den örtlichen Erscheinungen in Allgäu-Vorarlberg und konnten feststellen, daß die hier durch Spezialkartierung in der Kreide-Flyschzone gewonnenen Gesichtspunkte sich nicht nur auf dem a. a. O. geschilderten Weg unter dem „Rätikon“ herum bis ins Prättigau unschwer verfolgen ließen. Dabei finden wir an den beiden Enden in der Schweiz und Niederösterreich das Überhandnehmen von Eozän-Flysch. Tektonisch ergab sich O. der Salzach das Verschwinden der helvetischen Zone, schon im Allgäu nach O. hin das Verschwinden der Feuerstätter Decke, etwa am Inn das Verschwinden der Oberstdorfer Decke. Man wird daher im O. also besser nicht mehr von „helvetischer“ oder „helveto-karpathischer Zone“ sprechen. Nur die Sigiswanger Decke als ultrahelvetisches Hauptelement setzt selbst oder in Äquivalenten fort bis über Wien hinaus in die Karpathen; sie ist „ultrahelvetisch-beskidisch“. Nur sie zeigt auch in der Ost-Schweiz eine Fortsetzung im S. der mächtig verbreiterten helvetischen Zone, um gegen den Raum von Penninikum-Unterostalpin zu in die nordalpine Saugnarbe in Liechtenstein endgültig hinabzutauchen. Die Oberstdorfer Decke, welche der Sigiswanger aufgeschoben ist und die faziell schon zur „hochpenninischen“ Decke des Prättigau-Flysches überleitet, wird im N. tektonisch als südlichste der ultrahelvetischen Flysch-Decken anzusprechen sein.

Das noch sehr vorläufige Bild der Tröge und Schwellen in unserem für die Mittel-Kreide gültigen paläogeographischen Schema (Fig. 16) ist das Bild eines Archipels mit Inselstreifen und Untiefen, dessen Relief etwa den ARGAND'schen Grundfalten zu vergleichen

wäre. Die wachsende sedimentäre Trogfüllung krampfte sich zu verschiedenen Zeiten besonders scharf zusammen. Immer mehr Teilfalten entstanden in den großen Trogmulden, um sich selbst noch weiter zu fälteln. Der Inhalt der Tröge ist für sich stratigraphisch wohl gekennzeichnet. Er trennt sich auch tektonisch ab, indem die einst durch Schwellenzonen getrennt gewesenen Sedimentbezirke zu Deckeneinheiten wurden. Damit kommen auch wir zu der ARGAND'-STAUB'schen Vorstellung der embryonalen Faltung, die sich namentlich auch im helvetischen Bezirk Vorarlbergs oder in der Molasse so schön hatte erweisen lassen. Hier liegt ein geosynklinales Formungsgesetz. Doch würde dieses Schema übertrieben, wollte man seine Ausnahmen nicht berücksichtigen, die beispielsweise in der Schub-Brettbildung der dicken spröden Karbonat-Platten des Oberostalpinen vorliegen oder auch in der Entwurzelung breiter Grundschwellen (Silvretta, Ötz-Masse).

Der Kreide-Flysch der Oberstdorfer Decke im W. und jener des österreichischen Flysches im O. zeigen alle faziiellen Übergänge zum Gosau-Flysch, der auf der oberostalpinen Nordrandzone bzw. deren östlicher Fortsetzung (Klippenzone) ruht. Dies führte uns zu der Folgerung, daß die nördlichen Kalkalpen (Oberostalpin) im N. der Zentralalpen heimatberechtigt sind. —

Ein Blick auf

die räumliche Veränderung der Flysch-Fazies
in Bayern—Oberösterreich

zeigt trotz deutlicher Zusammenhänge doch alles andere als eine „vollkommene Übereinstimmung“. Angesichts der verwickelten orogenetischen Geschichte wäre das ja auch für diese 540 km ausgedehnte Zone von vornherein der unwahrscheinlichste Fall. So groß aber, wie er bisher schien, ist der Gegensatz nicht. Während ich im Allgäu mit mindestens zwölf kartenmäßig ausscheidbaren, meist mächtigen Flysch-Abteilungen arbeitete, sollten östlich vom Lech mit einem Male nur immer zwei Großabteilungen unterschieden werden können, die Sandstein- und die Zementmergel-Gruppe, deren gegenseitiges Altersverhältnis noch dazu strittig war.

Dieses bisherige Wissen vom östlichen Flysch ist nicht, wie jenes im Allgäu, infolge des schlimmen Fossil-Mangels aus geduldiger Einzelarbeit Bank für Bank, Aufschluß für Aufschluß und Schriff für Schriff herausgewachsen. Bei dem überaus mannigfachen Wechsel der Einzelfazies darf man den Geologen in Oberbayern keinen Vorwurf daraus machen, daß sie auf jene Beobachtungsbasis glaubten im allgemeinen verzichten zu müssen. In der Tat schien diese Arbeitsweise hier wenig aussichtsvoll. In einem möglichst günstig aufgeschlossenen Gebiet muß

sie dennoch versucht werden, nachdem sich nun gezeigt hat, daß auch in Oberbayern und Oberösterreich, so wie im Wiener Wald und im Allgäu, eine ganze Reihe von Einzelgliedern auszuschneiden ist.

In nachfolgender Übersicht sehen wir von der östlich der Wertach nur noch als Scherlingszone entwickelten Feuerstätter Wildflysch-Einheit ab, außerdem auch von dem entfernteren Wiener Wald-Flysch.

Die südlichste von den tektonischen Flysch-Einheiten des Westens, jene der

Oberstdorfer Decke,

verfolgten wir bis an den Inn. Von der hier das Tiefste bildenden Kalkgruppe kann gesagt werden, daß sie mit einigen sandigen Schrätkalk-Zwischenbänken (Urgon-Fazies) noch bei Murnau durchzieht, daß sie aber schon am Aufacker tonreicher wird und an Stelle der küstenferneren Kalkbänke nach O. zu mehr in die schlammig-sandige Küstenfazies der „Zementmergelbänke“ oder des „Ofterschwanger Flysches“ übergeht. Auch die Quarzitgruppe enthält noch sandige Urgonkalk-Bänke und bewahrt ihre sandig-glaukonitische Gault-Ausbildung bis an die Leitzach. Die Birnwang-Schichten zeigen im O. noch den gleichen raschen Wechsel verschiedener Pakete der Ober-Kreide wie im Allgäu und behalten auch die pelagische Rein-Kalk- und Radiolarien-Entwicklung einer turonischen Tiefseerinne bis über den Schlier-See hinaus bei; desgleichen weithin die wohl gerundeten Flußdelta-Schotter. Diese sind fast die gleichen wie die Konglomerate des oberostalpinen Cenomans am Schlier-See. Wir schließen daraus auf ihre Herkunft von der gleichen vindelizischen Südschwellenzone.

Anzeichen der Küstennähe verstärken sich in der Oberstdorfer Decke also nach O. zu; bereits vorhandene bleiben bestehen. Damit kündigt sich das östliche Auskeilen des Troges an. Nur die turonische Absenkung herrscht auch hier.

Ohne bedeutende Veränderungen greift der Flysch aus seinem ultrahelvetischen Raume über die vindelizische Südschwelle auf die südlich benachbarte oberostalpine Decke über. In Südbayern sehen wir die Transgression zur Gault- und Cenomanzeit, in Österreich vom BUCH-Denkmal ab nach O. zu transgredieren verschiedene Horizonte des Jura, bzw. der Kreide.

Sigiswanger Decke.

Östlich der Wertach ist das Liegendpaket, der Ofterschwanger Flysch, nur noch selten gut aufgeschlossen. NO. von Jungholz fallen im grauen Mergel schon glimmerige Sandkalkbänke auf, die quarzitisches werden können. Im Kessel-Bach (N. von Hölle, NO. von Füßen) sind

die fußstarken Kieselkalkbänke häufiger, sie werden primär wulstig verbogen, innen und außen, öfters auch nur im Bankinnern. Weiter östlich durchdringen die Sandkalk-, Kieselkalk- und glimmerigen Hauptsandsteinbänke immer mehr die große Mergelgruppe des Westens; es entsteht der Muntigl-Flysch. Der höher liegende Hauptsandstein selbst ist NW. von Unter-Ammergau aber ebenso volltypisch wie bei Siegsdorf oder über Salzburg hinaus gegen O. oder wie am Rhein im W. Nur die mergelig-kalkigen Zwischenschaltungen werden bald häufiger und dicker, bald seltener und schmaler. Der Piesenkopf-Kalk zu oberst mit seiner Dünnpaltung wird dagegen nach O. zu, in Zwischenpaketen wenigstens, weniger kenntlich. Die Kalkplatten können sandig und über fußstark werden. Die Wechsellagerung mit Hauptsandstein nimmt zu. An der Vils schon schieben sich über Meter-dicke Mergelschiefer ein. Mächtige Mergel- und Kalkbank-Einlagen werden nach O. zahlreicher, gleichzeitig mehren sich, so wie in den Ofterschwanger Schichten, die Anzeichen für rhythmisch auftretende Rutscherscheinungen. Aber immer wieder erscheinen Kleinplattenbänke in dicken Paketen. Nur nördlich von Salzburg habe ich sie nicht gesehen.

Zwei Rotmergel-Zwischenlagen, eine unter und eine etwas über dem Haupt-Flyschsandstein, erscheinen gegen O. hin bestimmter und regelmäßiger, so daß sie hier als Leitschichten Verwendung fanden. Sie dürfen aber im Gelände nicht mit den meist ziemlich rot gefärbten Turon-Mergeln und Kalken benachbarter Bildungsräume verwechselt werden. Denn wir sehen heute die roten Bänke vom SO.-helvetischen Seewen-Kalk des Grünten her in der anschließenden ultrahelvetischen Feuerstätter Decke mächtig anschwellen („Klippenkalk“), in der Sigiswanger Decke nur im O. gut hervortreten, in der Oberstdorfer Decke dafür im W. (Hindelang) wieder stark anschwellen und noch über dem Gault-Cenoman des Oberostalpins eine Rolle spielen (Schlier-See, Untere Nierental-Schichten). Immer wieder gleitet dabei die Foraminiferenreiche Rotmergelfazies hinüber in die radiolarienreiche, pelagische Reinkalk- und Hornstein-Fazies.

Trotz aller mit dem Fazieswandel verknüpften Schwierigkeiten im einzelnen ist unbedingt an zwei kalkig-mergelig-kieseligen Abteilungen („Zementmergel“) festzuhalten, die durch den Hauptsandstein getrennt werden. Damit lösen sich Widersprüche zwischen den Anhängern des höheren, bzw. des geringeren Alters der „Zementmergel“ gegenüber der Sandsteinabteilung.

Aber auch die kristallinen Untergrundschwellen zwischen den einzelnen, Flysch-sammelnden Trogböcken verändern ihre Zusammensetzung im Längsverlauf, wie man nun deutlich sehen kann. Die Wildflysch-Gneis-Schwelle des Westens (Bolgen-Konglomerat!) verwandelt sich gegen O. in eine überwiegend aus Phyllit und schwarzen Ton-schiefern bestehende, während die felsitischen Quarzporphyre weiter

aushalten. Von dieser Schuttverteilung soll eine besondere Untersuchung berichten.

Und was schließlich das Eozän betrifft, so greift es deutlich aus dem helvetischen in den ultrahelvetischen Bildungsbezirk des Wildfysches über. Die Vorkommen südlich vom Aubrig in der Ost-Schweiz, von Feldkirch, vom Sünser-Joch, in der Feuerstätter Decke, jene von Unter-Nogg und am Gschwendter Berg — sie alle liegen unter dem Nordrand der Sigiswanger Decke und sind ultrahelvetisch. Das Eozän-Meer transgredierte an der Wildfysch-Schwelle, welche auch die Ophiolithkalke der Dürrenbach-Breccien geliefert hat. Nur ist weiter westlich in der Schweiz die eozäne Gesteinsmasse ungleich gewaltiger und in zahlreichen Kalkplatten mit den Mittel- und Ober-Kreidemergeln verschuppt und verspießt (Einsiedeln).

Gegen den Wiener Wald zu transgredierte das Eozän-Meer noch auf die oberostalpine Decke. Damit erweist es sich als ein Randmeer der vindelizisch-böhmischen Masse, gegen deren Süd-Rand die geosynklinalen Grundstrukturen aus WSW. schräg heranstreichen.

Vor Schaffung weiterer Fixpunkte der Einzelkenntnis, ähnlich jenem in Allgäu-Vorarlberg, ist heute noch keine genauere Paläogeographie möglich. Aber schon jetzt läßt die Fazies eine Bestätigung unserer aus der Tektonik und aus allgemeineren Zusammenhängen erschlossenen paläogeographischen Übersicht (Fig. 16) zu. Auch die Fazies-Abwandlung im einzelnen unterstreicht das Bild von der vindelizisch-böhmischen Masse, welche gegen WSW. in das geosynklinale Archipelmeer eine Anzahl von Halbinseln vorschob. Zwischen ihnen, bzw. den ihnen entsprechenden Untiefen-Schwellen lagen die sinkenden Tröge, welche den Fysch-Schutt aufnahmen.

Mit dem Schwinden der Breite und der tektonischen Teilgliederung vereinfacht sich gegen O. auch die Mannigfaltigkeit der Faziesgliederung.

Tafelerklärung.

(Fig. 1—6 auf Beilagetafel 1, Fig. 7—14 und Fig. 16 auf Beilagetafel 2, Fig. 15 auf eingeffeteter Tafel 3.)

Fig. 1. Erläuterung dazu auf der Tafel.

Fig. 2. Zwei Querprofile vom Widder-Stein, bzw. Biber-Kopf durch das Allgäu-Vorarlberger Kreide- und Flysch-Gebiet bis zur Molasse.

Oberostalpin (Lechtal- und Allgäu-Decke): hd = Hauptdolomit; Kö = Kössener Schichten; Li = Lias; j = höherer Jura. — Oberstdorfer Decke (O. D.): K = Flyschkalk-Gruppe; q = Flyschquarzit-Gruppe; bi = Birnwang-Schichten (Oberkreideflysch); Kg = Birnwang-Konglomerat; π = pelagischer Turon-Kalk; lm = Leimern-Mergel. — Sigiswanger Decke (S. D.): fo = Ofterschwanger Flysch; fs = Haupt-Flyschsandstein; Pk = Piesenkopf-Kalk; Sch = Schelpen-Kalk; δ = Diabas des Hörnleins. — Feuerstätter Decke (F. D.): fe = Feuerstätter Sandstein; wi = Wildflysch-Mergel usw.; π = pelagischer Kalk (Klippenkalk); lm = Leimern-Mergel; G = Granit im großen Graben. — Helvetische Kreide: Hr = Hauterive; Dr = Drusberg-Schichten; SK = Schrattenkalk; γ = Gault; l = Leist- und Seewen-Mergel; lm = Leimern-Mergel; wi = Wildflysch. — Molasse: t = Teufelsloch-Schichten (stampisch); h = Hochgrat-Schichten (Aquitain).

Fig. 3. Sammelprofil durch die Balderschwanger Klippenzone.

Die Feuerstätter Decke (schwarz) wird von der Sigiswanger Decke eingewickelt. Unterlage: helvetische Kreide. Ein Profil von H. P. CORNELIUS wurde mitbenützt.

Fig. 4. Profile durch den Edels-Berg W. von Pfronten.

hd = Hauptdolomit; Li = Lias; c = Cenoman; fe = Feuerstätter Sandstein; π = pelagischer Turon-Kalk; fs = Haupt-Flyschsandstein; Pk = Piesenkopf-Kalk; wi = Wildflysch; lm = Leimern-Mergel; rote Leimern-Schichten; lm' = dunkelgrauer Fleckenmergel; q = Quarzit; sk = Sandkalk; wa = Wang-Mergel; SK = Schrattenkalk; swk = Seewen-Kalk; γ = Gault; l = Leist-Mergel; Dr = Drusberg-Schichten; Wag = Wagneritz-Schichten (Mittelstück der Unteren Meeresmolasse).

Fig. 5. Flysch-Profile im O. der Lech-Delle.

cu = Unter-Kreide; γ = Gault; π = Pelagischer Kalk und Hornstein; ckg = Cenoman-Konglomerat; q = Quarzitgruppe; bi = Birnwang-Schichten; μ = Moräne; di = Diluvialer Schotter; Pk = Piesenkopf-Kalk; fs = Haupt-Flyschsandstein; fo = Ofterschwanger Flysch; a = Alluvium.

Fig. 6. Flysch-Profile W. von Unter-Ammergau.

cs = Glimmerfreier Sandstein, Mergel der oberostalpinen Mittel-Kreide; π = Pelagischer Kalk, Hornstein, Mergel (oberostalpin); KK = Kieselkalk, Sandkalk, Mergel; fs = Haupt-Flyschsandstein; Pk = Piesenkopf-Kalk; wi = Wildflysch mit Eozän-Scherlingen und exotischem Konglomerat.

1.—8. Ansicht des Halbammer-Ufers 600 m oberhalb vom Forsthaus Unter-Nogg, NW. von Unter-Ammergau.

1. Grünlich-schwarze Mergelschiefer mit Bänken von Mergelkalk und grobgrandigem bis kleingerölligem Konglomerat (polygen; im Mittel NO. geneigt); — 2. Graue Hornsteinbank (30 cm), darunter Sandkalk mit hellgrauem, splitterigem und Fukoiden-führendem Kalk 45 cm. Schliff 1488; — 3. Grauer Flysch-Mergelschiefer mit Kalk und Sandstein, auch Grandstein mit Kohlestücken. Zum Teil schöner Wickelungsaufbau. Überkippt steil N. fallend. Schliff 1489. Ein Block im Flysch am Wasser ist erfüllt von bis 1,5 cm großen Nummuliten; undeutliche, dicke Schneckenschalenstücke (*Turbo?*), bis apfelgroße Gerölle. Insgesamt rd. 13 m; — 4. Glaukonitischer Sandstein bis Quarzit Nr. N. 110⁰ O. senkrecht, 5 m, zieht auf das rechte Bachufer herüber, wo die folgenden Aufschlüsse liegen; — 5. Rutschgelände von hellgrauen, Fukoiden-reichen Kalkmergeln und Kalken, Sandkalken, Sandstein; — 6. An kleinem Wasserriß unter dem Weg unter Moräne schwarzer Wildflysch-Schiefer mit glaukonitreichem Sandkalk und 2 Fuß starker, grüner Ölquarzitbank. 10 m offen; — 7. $\frac{1}{2}$ m sehr grobes Konglomerat. Bis kopfgroße Gerölle von hellbraunem glaukonitischem Quarzit (1496), schwarzem Kalk, etwas „Urtonschiefer“ u. a.; — 8. Graue Mergel mit grandigen Sandsteinbänken, oft glaukonitisch. ? Nummuliten.

Fig. 7. Profile durch den Kreide-Flysch der Aufacker-Hörnle-Gruppe SW. von Murnau.

Pk = Piesenkopf-Kalk (Ober-Kreide) der Sigiswanger-Decke, am Nordrand gegen die Molasse über Wildflysch geschoben; Kz = Flyschkalkgruppe in Zementmergel-Fazies; Oberstdorfer-Decke; q = Quarzitgruppe mit Urgon-Kalk; bi = Birnwang-Schichten mit roten Zwischenlagen; fs = Flysch-Sandstein.

Fig. 8. Kartenskizze des Schlierseer Flysches.

Senkrecht schraffiert: Fenster der helvetischen Kreide; e = Eozän; wi = Wildflysch; fs = Haupt-Flyschsandstein (Sigiswanger Decke). — bi = Birnwang-Schichten (ultrahelvetische Ober-Kreide), darin r = rote Zwischenmergel, teils pelagisch; c = „Cenoman“; π = pelagischer Kalk und Hornstein (Turon); (k) = sandiger Kalk der Urgon-Fazies; ckg = Cenoman-Konglomerat; q = Quarzitgruppe (ultrahelvetischer Gault); bi und q: Oberstdorfer Flysch-Decke.

Fig. 9. 2 Flysch-Profile im O. des Schlier-Sees.

R = Raibler Schichten; hd = Hauptdolomit; Li = Lias; M = Malm; N = Neocom; c = Cenoman; ckg = Cenoman-Konglomerat; π = pelagischer Kalk und Hornstein; q = Quarzitgruppe; bi = Birnwang-Schichten, gestrichelt: rote Zwischenmergel; fs = Haupt-Flyschsandstein; wi = Wildflysch, an der Molasse-Grenze mit Eozän-Scherling.

Fig. 10. Profil durch den Flysch des Sulz-Berges zwischen Roter und Weißer Traun.

Unter Benützung der von O. M. REIS zusammengestellten Karte. δ = Diluviale Moräne und Schotter, nach oben feinsandig, 25 m; q = jungquartäre Terrasse 15 m hoch; m = grauer Molasse-Mergel mit kohligen Pflanzenresten (wohl Basis der oberen miozänen Meeresmolasse); es = Stockletten; e = Nummuliten-Kalk; ni = Nierentaler (Leimern-) Schichten; wi = Wildflysch (Surtal-Konglomerat); fs = Haupt-Flyschsandstein; fo = Kieselkalk-Fukoidenmergel-Flysch (Oferschwanger Flysch); go = Gosau u. a. Ostalpinen.

Fig. 11. Tektonische Skizze des Salzburger Flysches.

I. Oberostalpin. II. (Sigiswanger) Flysch-Decke. III. Helvetisch. IV. Molasse.

Fig. 12. Profile durch den Muntigl-Flysch (ok, s) N. und NO. von Salzburg.

Unter Benützung der Angaben von E. FUGGER und P. D. AIGNER theoretisch ergänzt.
 hd = Hauptdolomit; uD = Unterer Dachstein-Kalk; ni = Nierentaler Schichten;
 e = Eozän; fo = (Oferschwanger) Mergel und Kieselkalk; fs = Haupt-Flyschsand-
 stein; m₁ = mariner Miozän-Schlier; m₂ = obermiozäner Schliermergel und Nagel-
 fluhe (limnisch); q = Quartär.

Fig 13. Asymmetrische Repetitions-Schichtung im Muntigl-Flysch.
 Steinbruch Muntigl, N. von Salzburg. Zeichenerklärung im Text.

Fig. 14. Überschiebung des Eozän-Flysches auf die Molasse bei Station
 Greifenstein, nordöstlicher Wiener Wald.

Fig. 15. Fließwülste an der Flyschsandstein-Unterfläche auf Mergel.
 Steinbruch Pallerstein, Wiener Wald. E. KRAUS phot. 1927.

Fig. 16. Palaeogeographische Karte für die Mittel-Kreide.

Dicke Strichelung: Kristalline Schwellen. Dicke Linien mit Punkten: Narbenzonen der
 Unterströmung; die Ziffern geben die Reihenfolge an, in der bald in der nord-, bald
 in der südalpinen Narbe der Abstrom nach unten und die Einengung besonders
 lebhaft wurden.

Schriftquellen.

- ABEL, O. & GEYER, G.: Blatt Gmunden und Schafberg 1:75000, Wien 1922.
- AIGNER, D.: Die geographischen und geologischen Verhältnisse in der Umgebung von Laufen. — Ver.-Bl. d. Heimatfreunde d. Rupertiwinkels, 7, S. 25—40, mit geol. Übersichtskarte, Laufen 1928.
- BODEN, K.: Geologische Beobachtungen am Nordrand des Tegernseer Flysches. — Geogn. Jh., 33, S. 1—22, München 1920.
- Der Flysch im Gebiet des Schliersees. — Geogn. Jh., 35, S. 205—228, München 1922.
- Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet. — Zentralbl. f. Min., S. 372ff., Stuttgart 1922.
- Über Konglomerate und Breccien in den bayerischen Alpen. — Z. deutsch. geol. Ges., 75, S. 156, Berlin 1923.
- Das Flyschgebiet zwischen Isar und Loisach bei Tölz in Oberbayern. — Geogn. Jh., 38, S. 1—37, München 1925.
- Geologisches Wanderbuch, S. 245, München 1930.
- BOEHM, J.: Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. — Palaeontographica, 38, S. 1—106, Stuttgart 1891/92.
- CORNELIUS, H. P.: Die kristallinen Schollen im Retterschwangtale (Allgäu) und ihre Umgebung. — Mitt. geol. Ges. Wien, 14, Wien 1921.
- Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu. — Geol. Archiv, 4, München 1926/27.
- DACQUÉ, E.: Geologische Aufnahme des Gebietes um den Schliersee und Spitzingsee in den oberbayerischen Alpen. — Landeskundl. Forschungen, 15, herausgeg. v. d. Geogr. Ges. München, München 1912.
- FINK, W.: Der Flysch im Tegernseer Gebiet mit spezieller Berücksichtigung des Erdölvorkommens. — Geogn. Jh., 16, München 1904.
- FRIEDL, K.: Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone des östlichen Wiener Waldes. — Mitt. geol. Ges. Wien, 13, Wien 1920.
- FUGGER, E.: Das Salzburger Vorland. — Jb. k. k. Geol. Reichsanst., 49, S. 287—428, Wien 1899.
- Flyschbreccie am Kolmannsberge bei Gmunden. — Verh. k. k. geol. Reichsanst., S. 263/264, Wien 1901.
- Erläuterungen zur geologischen Karte Blatt Salzburg 1:75000, S. 11, Wien 1903.
- Die oberösterreichischen Voralpen zwischen Irrsee und Traunsee. — Jb. k. k. Geol. Reichsanst., 53, Wien 1903.
- FUGGER & KASTNER: Naturwissenschaftliche Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg, Salzburg 1885.
- GEYER, G.: Über die Gosaubildungen des unteren Ennstales und ihre Beziehungen zum Kreideflysch. — Verh. k. k. Geol. Reichsanst., S. 55—76, Wien 1907. — Ebenda 1911, S. 76; 1917, S. 83ff.
- Über die Schichtfolge und den Bau der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstale. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., 59, S. 69ff., Wien 1909.
- Über die Kalkalpen zwischen dem Almtal und dem Traungebiet. — Verh. k. k. geol. Reichsanst., S. 67—86, Wien 1911.
- Über die Querverschiebung am Traunsee. — Verh. k. k. Reichsanst., S. 67—99, Wien 1917.

- GUBLER, J.: Études géologiques dans le Vorarlberg Central, S. 155, Vincennes 1927.
- HAHN, F. F.: Einige Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. — Z. deutsch. geol. Ges., 64, S. 528ff., Berlin 1913.
- Weitere Beobachtungen in der Flyschzone Südbayerns. Zusammensetzung und Bau im Umkreis und Untergrund des Murnauer Moooses. — Z. deutsch. geol. Ges., 53, Berlin 1914.
- HERITSCH, FR.: Die österreichischen und deutschen Alpen. Handb. Reg. Geol. II, 5, 1915.
- JAEGGER, R.: Grundzüge einer stratigraphischen Gliederung der Flyschbildungen des Wiener Waldes. — Mitt. geol. Ges. Wien, 7, S. 122—172, Wien 1914.
- KOCH, G. A.: Geologische Verhältnisse der Umgebung von Gmunden. 1898.
- KOCKEL: Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. — Mitt. geol. Ges. Wien, 15, S. 11ff., Wien 1922.
- KOENIG, A.: Geologische Beobachtungen in der Umgebung des Attersees. — Museum Francisco-Carolinum, 47 S. u. 1 Taf., Linz 1907.
- KRAUS, E.: Blatt Kempten 1:100000. München 1932.
- Blatt Immenstadt Nr. 856 der geol. Karte 1:25000 von Bayern, mit Erläuterungen, München 1929.
- Der Werdegang der Allgäuer Landschaft. — Ber. d. naturw. Ver. f. Schwaben, 49, S. 1—17, Augsburg 1931. [Vortrag gehalten am 7. 7. 1930.]
- Sedimentationsrhythmus im Molassetrog des bayerischen Allgäu. — Abh. d. Danziger naturf. Ges., 1. S. 1—25, Danzig 1923.
- Geologische Forschungen im Allgäu. I. Molasse. — Geol. Archiv, 4, München 1926.
- Die Alpen als Doppelorogen. — Geol. Rundsch., 22, S. 65—78, Berlin 1931.
- Der nordalpine Kreideflysch. — Geol. u. Pal. Abh., 19, Jena 1932. [Teil II der „Geologischen Forschungen im Allgäu“.]
- Über den Schweizer Flysch. — Eclogae Geol. Helv. 25, 1932.
- LEBLING, C.: Ergebnisse neuer Spezialforschungen in den deutschen Alpen III. — Geol. Rundsch., 3, S. 483—508, Leipzig 1912.
- LEUCHS, K.: Geologie von Bayern, II. Bayrische Alpen, Berlin 1927.
- NOETH, L.: Der geologische Aufbau des Hochfeln-Kienberggebietes. — N. Jb. Min., 53, B.-Bd., Abt. B, S. 409—510, Stuttgart 1926.
- OSSWALD, K.: Blatt Schliersee 1:100000, Geol. Ausgabe der Karte Nr. 665 des Deutschen Reiches 1:100000. München 1927. Geol. Karte d. Wendelsteingruppe. München 1928.
- REIS, O. M.: Geologische Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf, südlich von Traunstein. — Geogn. Jh., 7, München 1895.
- Die Fauna der Hachauer Schichten. — Geogn. Jh., 9, S. 70 u. 74, München 1896.
- Nachträge zur geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf, I. u. II. — Geogn. Jh. 33 u. 34, München 1920 u. 1921.
- RICHTER, M.: Geologischer Führer durch die Allgäuer Alpen zwischen Iller und Lech, Berlin 1924.
- TRAUTH, FR.: Geologie der Umgebung von Ybbsitz mit geol. Übersichtskarte. — Beilage zu E. Meyer, Geschichte des Marktes Ybbsitz 1928.
- Über die Stellung der „pieninischen Klippenzone“ und die Entwicklung des Jura in den niederösterreichischen Voralpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien 14, 1921.
- WEFFER, E.: Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. — N. Jb. Min., B.-Bd. 27, 1908.

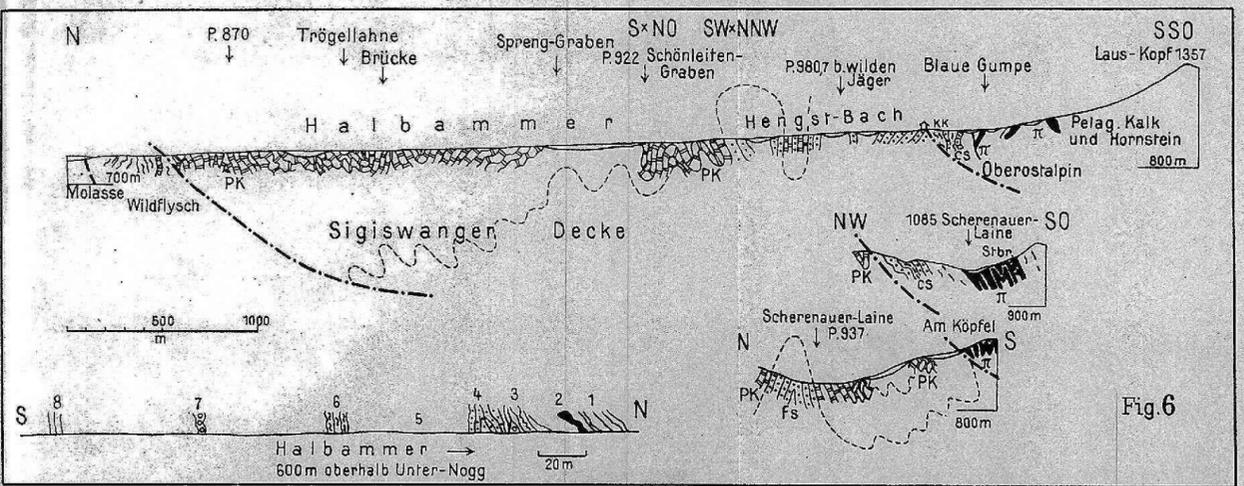
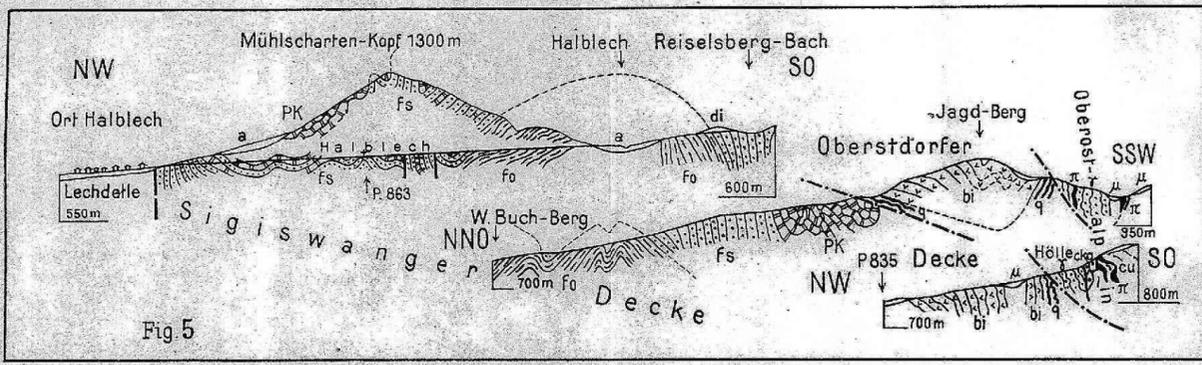
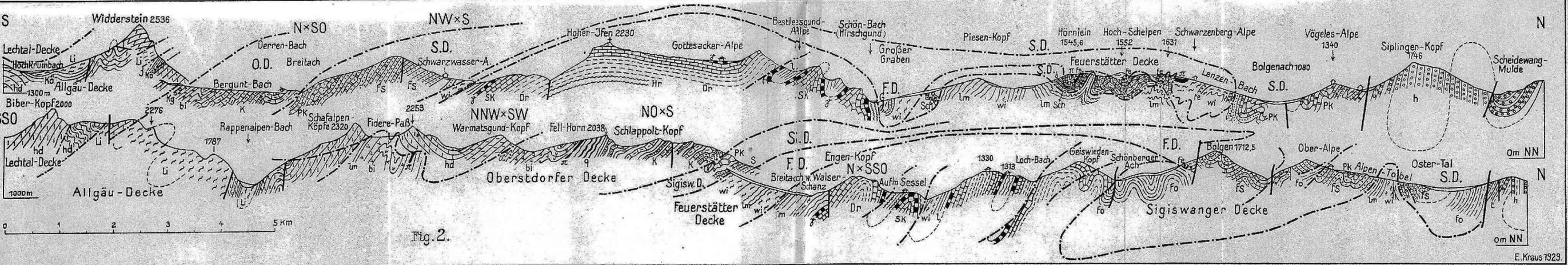
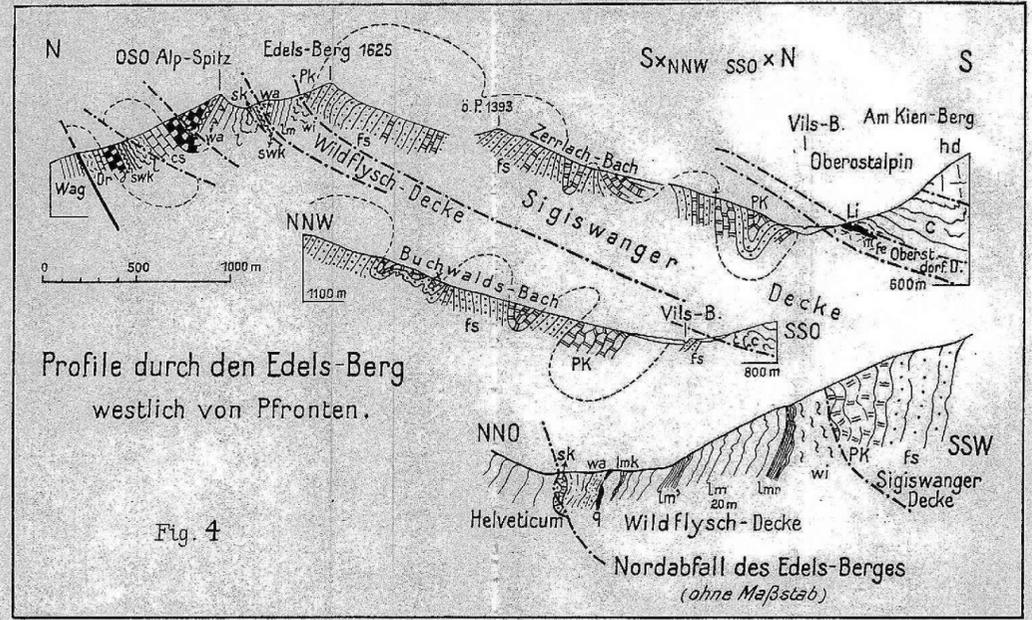
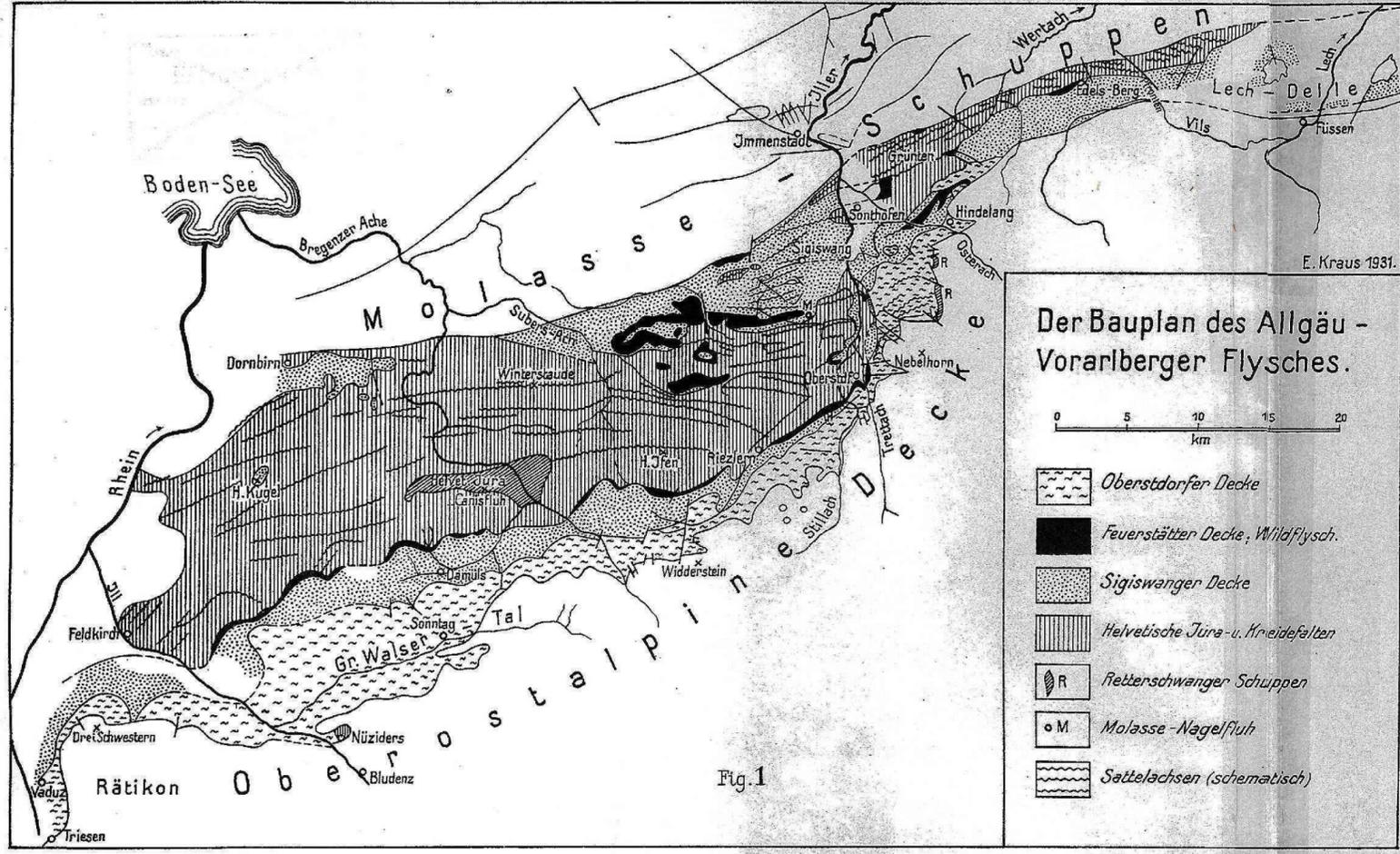
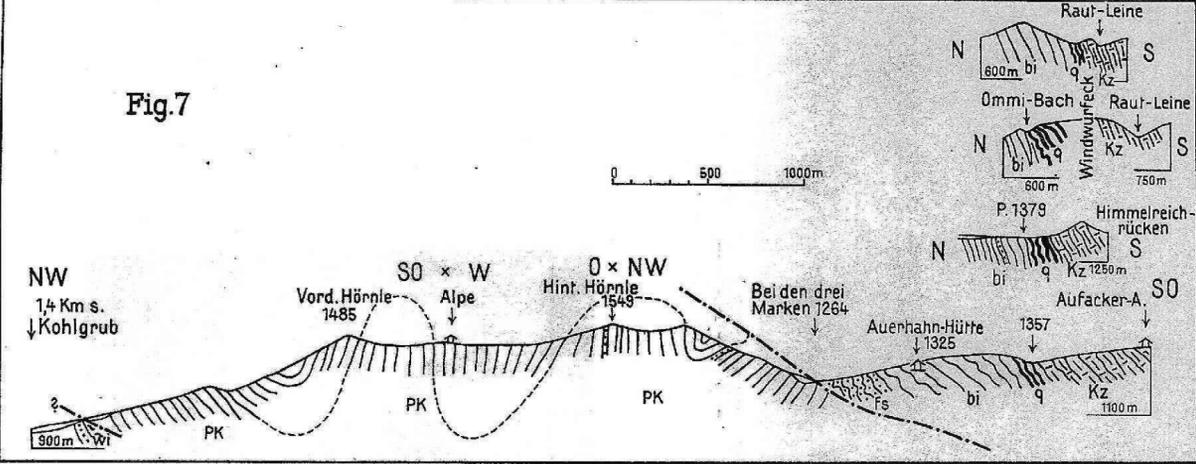
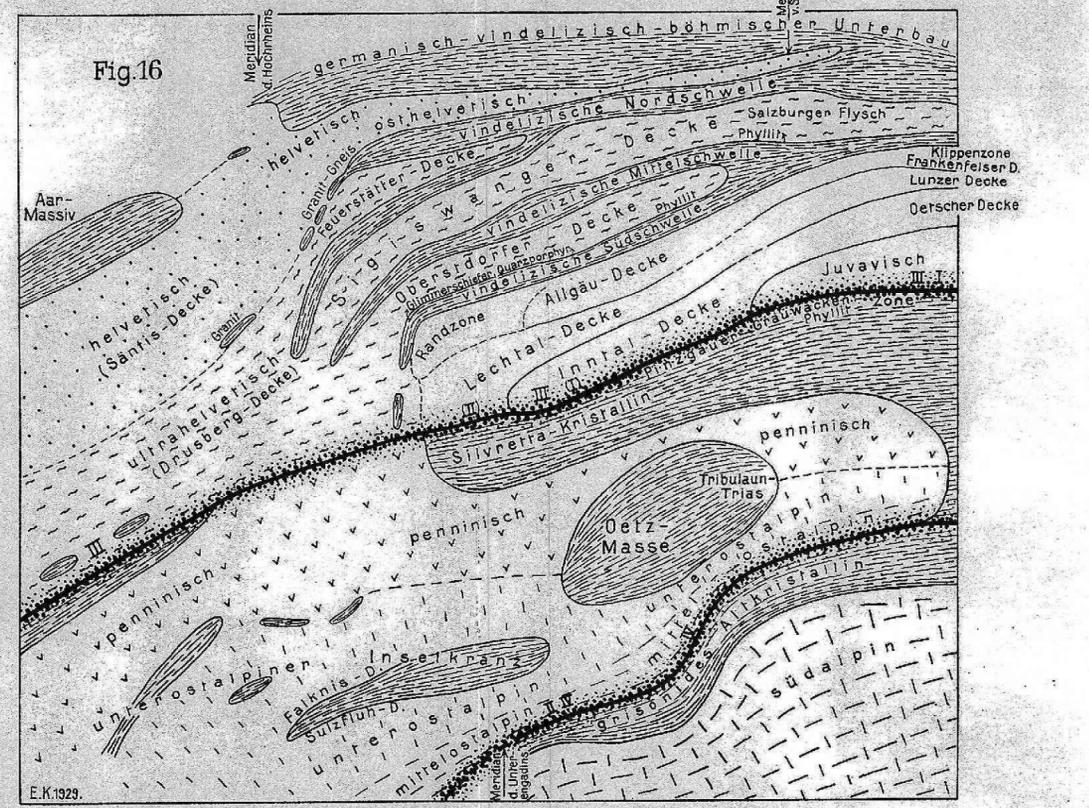
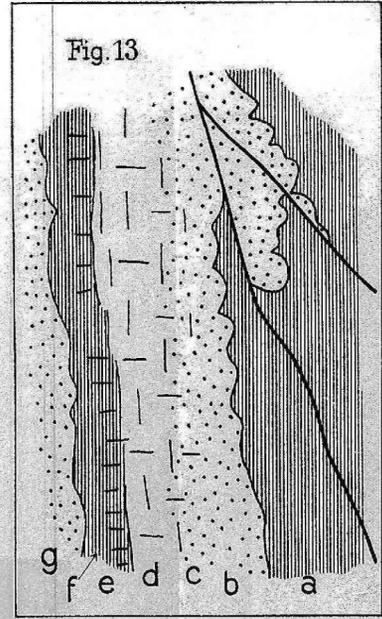
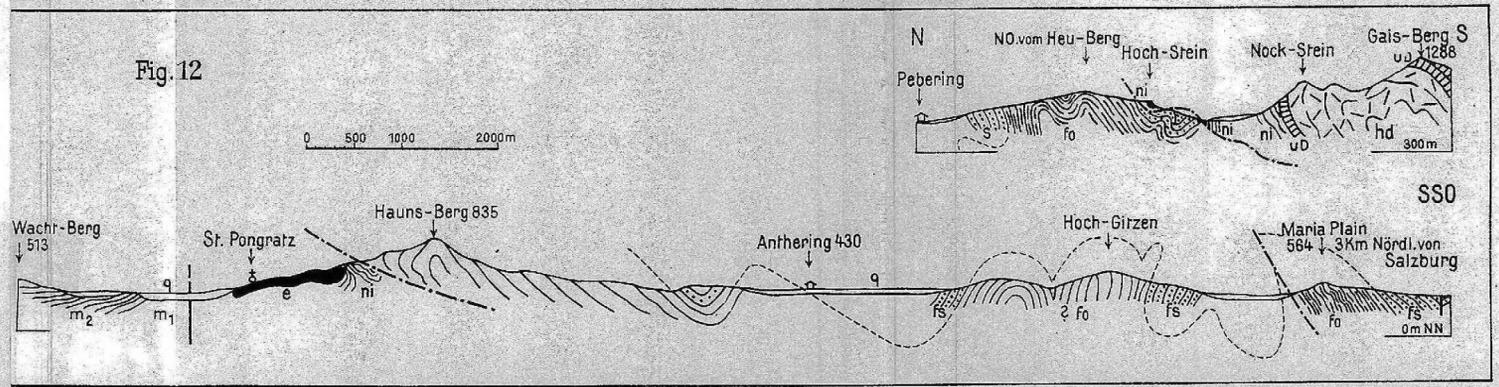
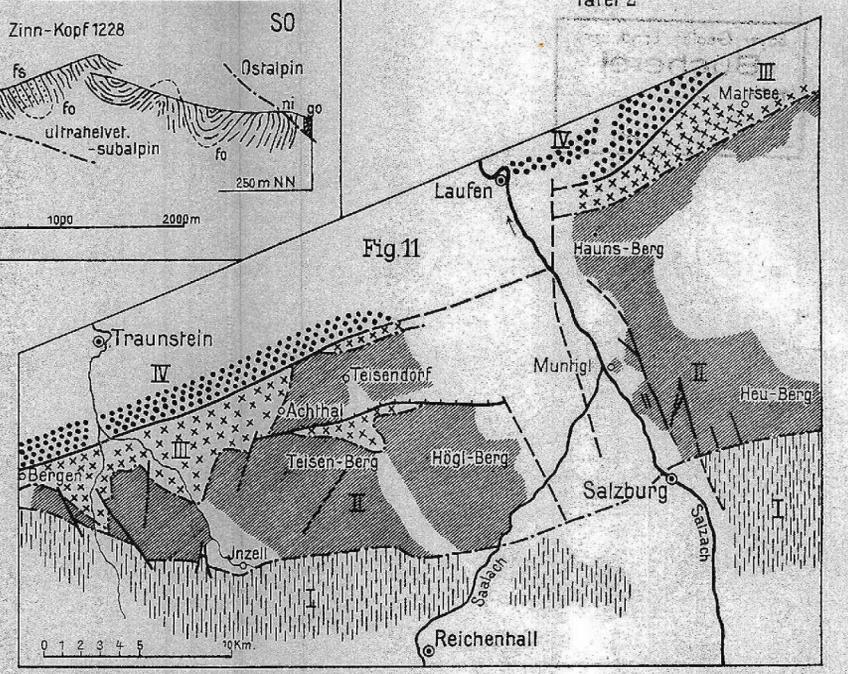
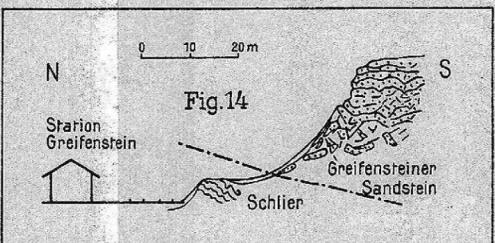
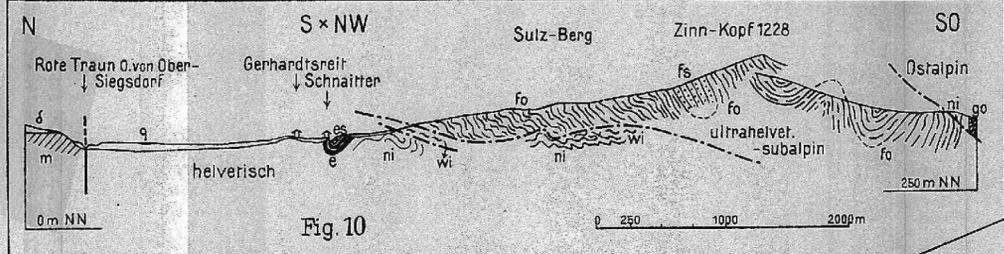
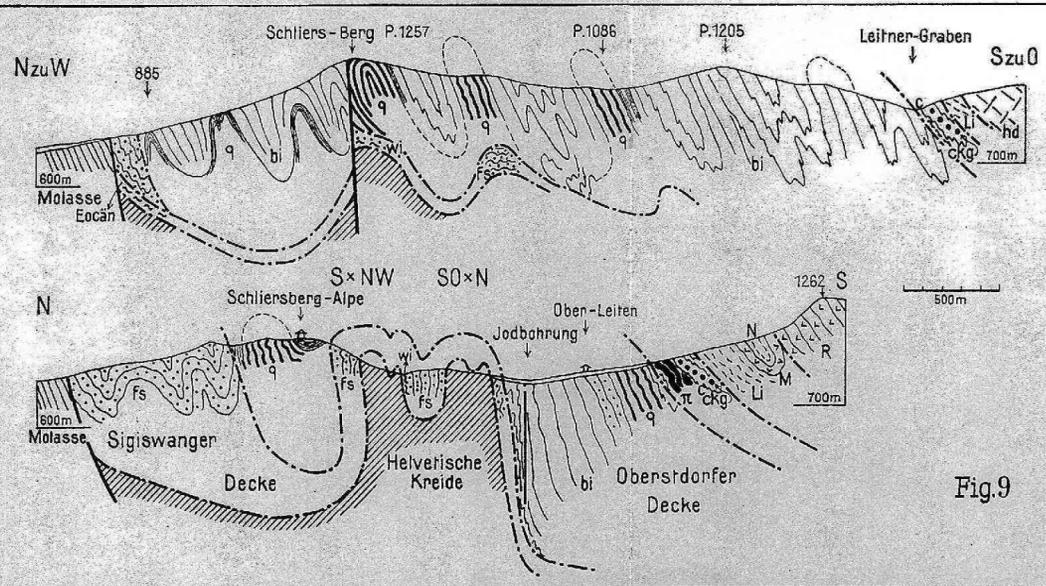
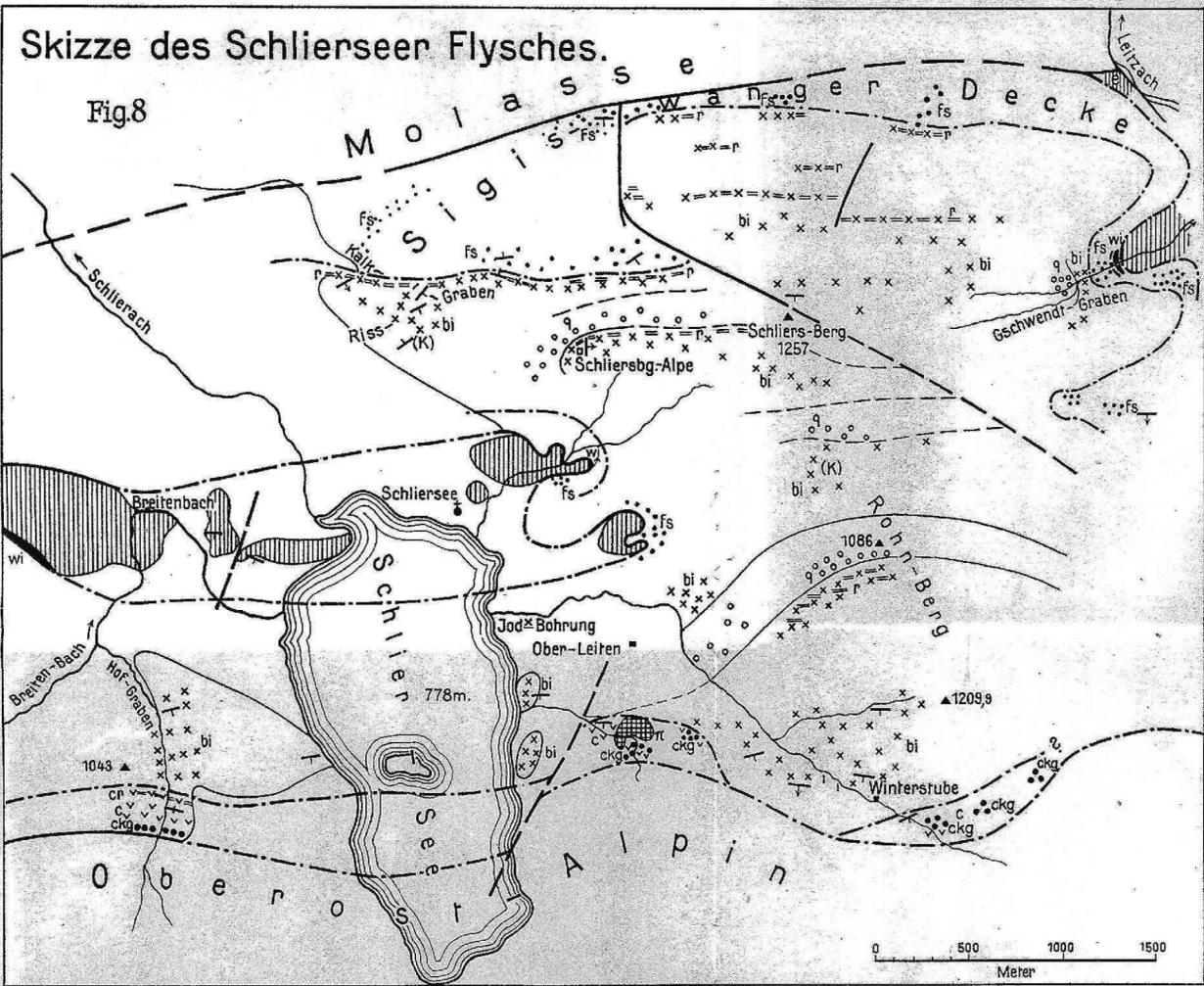


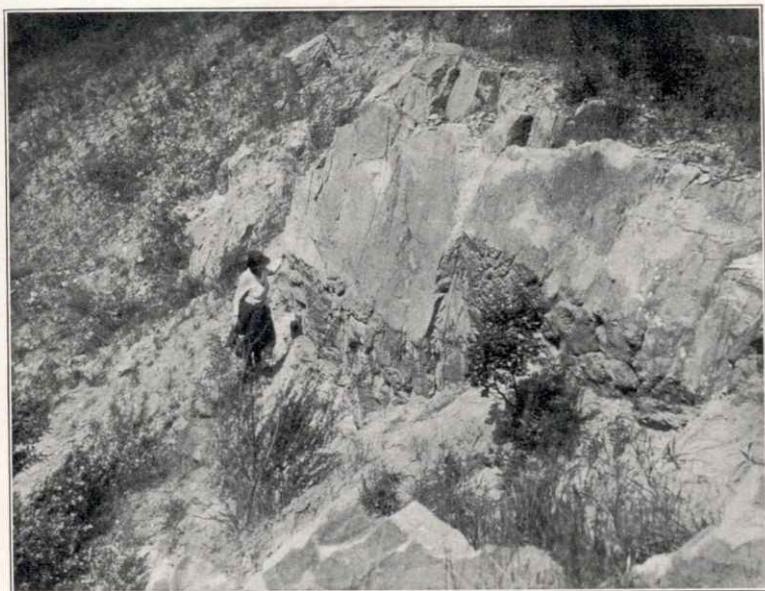
Fig.7



Skizze des Schlierseer Flysches.

Fig.8





phot. E. Kraus.

Fig. 15

Fließwülste an der Flyschsandstein-Unterfläche auf Mergel.
Steinbruch Pallerstein, Wiener Wald.