

B. Unter der Redaktion der Deutschen Geologischen Gesellschaft.  
**Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen.**

**2. Die Kreideschichten der bayerischen Voralpenzone<sup>1)</sup>.**

Von **Clemens Lebling** (München).

(Mit Figur 1.)

**Literatur.**

- v. AMMON: Das Zementbergwerk Marienstein. Geogn. J.-H. 1894.  
 AMPFERER: Bemerkungen zu den von A. HEIM und A. TORNUST entworfenen Erklärungen der Flysch- und Molassebildungen am nördlichen Alpensaum. Verh. geol. Reichsanst. 1909. 189.  
 AMPFERER und HAMMER: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu bis zum Gardasee. Jahrb. geol. Reichsanst. 1911.  
 BÖHM, J.: Die Kreidebildungen des Für- und Sulzberges. Paläontographica. 38. 1892.  
 DACQUÉ: Geologische Aufnahme des Gebietes um den Schliersee und Spitzingsee. Mit einem Beitrag von Dr. IMKELLER. Landesk. Forschungen. München 1912.  
 EGGER: Foraminiferen und Ostrakoden aus den Kreidemergeln der oberbayerischen Alpen. Abh. bayer. Ak. II. Kl. XXI. 1899.  
 — Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. Sitzungsber. bayer. Ak. II. Kl. 1909.  
 FINK: Der Flysch des Tegernseer Gebietes mit besonderer Berücksichtigung des Erdölvorkommens. Geogn. J.-H. 1903.  
 FUGGER: Das Salzburger Vorland. Jahrb. geol. Reichsanst. 1899.  
 DE GROSSOUVRE: Note sur l'âge de couches de Gosau. Séances S. G. F. 1894.  
 — Sur les couches de Gosau considérées dans leurs rapports avec la théorie de charriage. B. S. G. F. 1904.  
 v. GÜMBEL: Der Grüntal. München 1856. Geognostische Beschreibung des südbayerischen Alpengebirges. 1861.  
 — Nachträge zur geognostischen Beschreibung Bayerns. Geogn. J.-H. I. 1888. 172.  
 — Geologie von Bayern. Kassel 1894.  
 HANIEL: Die geologischen Verhältnisse der Südabdachung des Allgäuer Hauptkamms. Zeitschr. d. geol. Ges. 63. 1911.  
 HINTZ und KURZ: Die neue Heilquelle zu Wiessee am Tegernsee. Wiesbaden 1912.  
 IMKELLER: Die Kreide- und Eozänbildungen vom Stallauer-Eck und Enzenauer Kopf. München 1895/6.  
 — Die Kreidebildungen und ihre Fauna vom Stallauer Eck und Enzenauer Kopf. Paläontogr. 48. 1901/2.  
 — Einige Beobachtungen über die Kreideschichten im Leitzachtal. Zeitschr. d. geol. Ges. 52. 1900.  
 — s. auch unter DACQUÉ.  
 KOBELL: Über das Erdöl vom Tegernsee. 1837.  
 LEBLING: Geologische Beschreibung des Lattengebirges. Geogn. J.-H. 1911.  
 MYLIUS: Jura, Kreide und Tertiär zwischen Hochblanken und Hohem Ifen. Mitt. geol. Ges. Wien 1911.  
 — Geol. Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. München 1912.

<sup>1)</sup> HAHN, Allgäuer Alpen s. G. R. II. 207.

- NOWAK: Über den Bau der Kalkalpen in Salzburg und im Salzkammergut Krakau 1911.
- REINDL: Das Erdölvorkommen am Tegernsee. Petroleum. 1911.
- REIS: Erläuterungen zur geologischen Karte der Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. Geogn. J.-H. 1895.
- Die Fauna der Hachauer Schichten. Geogn. J.-H. 1896/7.
- REISER: Die Eruptivgesteine des Algäus. TSCHERMAKS Mitt. 1889.
- ROHATSCH: Die Formation des Gebirges, aus welchem die Bayerischen Jodquellen zu Krankenheil, zu Heilbronn, zu Benediktbeuern und Sulzbrunnen bei Kempten entspringen. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1851. 161.
- RÖSCH: Der Kontakt zwischen Flysch und Molasse im Algäu. Landesk. Forschungen. München 1905.
- RÖTHPLETZ: Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894.
- Über die Jodquellen bei Tölz. Sitzungsber. m. n. Kl. Ak. 31. 1901. 127.
- Führer durch die Alpen I. Berlin 1902.
- Alpenforschungen II. München 1905.
- Die Krankenheiler Jodquellen. Festschrift. Tölz 1910.
- SCHAFHÄUTL: Geognostische Untersuchung des südbayerischen Alpengebirges. München 1851.
- Südbayerns Lethaea geognostica. Leipzig 1863.
- SCHLOSSER: Geologische Notizen aus dem bayerischen Alpenvorland und dem Inntal. Verh. geol. Reichsanst. 1893.
- Zur Geologie des Unterinntales. Jahrb. Reichsanst. 1909.
- SCHULZE: Die geologischen Verhältnisse des Algäuer Hauptkamms von der Rotgundspitze bis zum Kreuzeck. Geogn. J.-H. 1905.
- SCHUSTER: Über ein fossiles Holz aus dem Flysch des Tegernseer Gebietes. Geogn. J.-H. 1906.
- TORNQUIST: Die Algäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Beziehungen zu den ostalpinen Deckenschüben. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1908. I.
- UHLIG: Der Deckenbau in den Ostalpen. Mitt. geol. Ges. Wien 1909.
- WEPFER: Die nördliche Flyschzone im Bregenzer Wald. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 27. Beil.-Bd. 1909.
- ZITTEL: Paläontologische Notizen über Lias-, Jura- und Kreideschichten in den bayerischen und österreichischen Alpen. Jahrb. geol. Reichsanst. 1868. 599.
- Ältere zusammenfassende Darstellungen bei FRAAS, Szenerie der Alpen, DIENER, Bau und Bild der Ostalpen, SUSS, Antlitz der Erde.
- Zur Entwerfung der Karte wurden ausser den älteren Karten schriftliche Angaben, besonders von AMPFERER, und mündliche Mitteilungen, besonders von Prof. SCHLOSSER benützt.

Der Kreidezug des Sentisgebirges findet seine Fortsetzung östlich des Rheines in dem Vorarlberg-Algäuer Zuge, der, im W dem Schweizer Gebirge durchaus gleichwertig, nach O allmählich zusammenschrumpft und weiterhin nur mehr durch vereinzelte und ziemlich unbedeutende Massen vertreten wird, die sämtlich der bayerischen Voralpenzone oder Flyschzone i. w. S. angehören.

Der Vorarlberg-Algäuer Zug überschreitet von W her die Iller und wendet sich dann (MYLIUS), bisweilen aussetzend und zuletzt ausspitzend, nach NO (Liebenstein). Er führt Berrias-Mergel und -Kalke, Valendis-Mergel, Hauterive-Kieselkalke, -Kalkbreccien und -Sandsteine, gelbe Mergelschiefer des Barremien, Schrattenskalk (Aptien), Gaultgrünsand, Seewerkalk, Seewermergel (Mylius 1911).



vorhanden ist, hält es sich an die Kreide und zwar vorwiegend an deren Nordgrenze.

Vom Westufer des Tegernsees (Kaltenbrunn) streicht ein ziemlich ansehnlicher Kreidezug ebenfalls an der Nordgrenze des Flysches nach O (Gindelalp); ein zweites Vorkommen springt nach S in die Flyschregion ein (Freudenberg, Fortsetzung nach O); Schrattenskalk, Orbitulinenschichten, Gaultgrünsand, Seewerkalk.

Von Freudenberg über den Ostergraben am Ostufer des Schliersees ostnordöstlich bis zur Leizach trifft man mitten im Flysch Gaultgrünsand, Seewerkalk, Seewer Mergelschiefer, Stallauer Grünsand, Pattenauer Mergel (die ersten zwei nur im W, die letzten zwei nur im O).

Am Jenbach, nördlich vom Wendelstein, liegen nördlich vom Flysch Nierentaler Schichten<sup>1)</sup>.

Östlich vom Inn bei Neubeuren liegen zwischen Eozän im N, Flysch im S gleichfalls Nierentaler Schichten.

Nun fehlt weithin die Kreide und stellenweise auch der Flysch. Am Für-, Sulz- und Teisenberg (Siegsdorf) findet man beide wieder und in Begleitung der Kreide auch Eozän; hier Nierentaler, dann Pattenauer und Gerhardtsreuter, ferner Hachauer Schichten.

Über den Höglberg (Flysch) erreichen wir nunmehr Saalach und Salzach und damit die bayerisch-salzburgische Grenze, welche auch geologisch wichtig ist, da keines der genannten Kreidesteine mit Ausnahme der Nierentaler und Pattenauer Schichten sie überschreitet.

Diese Kreidebildungen stellen eine lange Reihe nicht nur verschieden alter, sondern auch verschieden ausgebildeter Glieder dar. Was sie eint, ist ihre stete Verknüpfung mit der Flyschzone. Da andererseits der bayerische Flysch ebenfalls zum Teil in die Kreide fällt, so fügt sich durch das Merkmal gleichen Alters noch ein weiteres wichtiges Glied an jene Reihe.

### I. Stratigraphische Verhältnisse.

Bevor wir nun die einzelnen Gebilde stufenweise besprechen, wobei auf den Kreideflysch erst nach den übrigen eingegangen werden soll, sei des Gegensatzes zur voralpinen Kreide wegen rasch der **alpinen Kreide** gedacht. — Die untere Kreide der bayerischen Alpen ist als sogenanntes Neocom<sup>2)</sup> i. w. S. ausgebildet, das konkordant auf oberjurassischen Aptychenschichten liegt, hauptsächlich aus sandigen Mergeln besteht und zum mindesten Hauterive- und Barrême-Stufe umfasst; im Salzachgebiet sind die

<sup>1)</sup> GÜMBEL's Angaben über Kreidevorkommen bei Elbach, sowie auch bei Lenggries und Gaissach sind nach Mitteilung Dr. IMKELLER's unbegründet.

<sup>2)</sup> Neocomliteratur bei HAHN, geol. Reichsanstalt. Wien 1910.

tieferen Lagen kalkig (Schrambachschichten LIPOLD's), aus der Kammerkehrgruppe erwähnt HAHN (Ib. geol. R. A. 1910) Fossilien der Valendis-Stufe, von Sebi (Kufstein) SCHLOSSER (ibd.) *Belemnites latus* und *Phylloceras semisulcatum* aus der Berrias-Stufe. Anhangsweise erwähne ich, dass nach BITTNER (Verh. geol. R.-A. 1893) Requienienkalk bei Schwarzau in Niederösterreich vereinzelt vorkommt, sowie, dass requienienähnliche Fossilien bei Golling gefunden worden sind (BITTNER, Verh. geol. R.-A. 1893, 325). — Über diesem Neocom befindet sich eine Schichtlücke, nach Verbreitung, zeitlichem Umfang und tektonischen Merkmalen (Aufrichtung der gesamten Kalkalpen vor Eintritt jüngerer Überflutung) die bedeutendste Schichtlücke im ostalpinen Mesozoikum.

Dann folgt der seltene „bayerische“ Gault, kein Grünsand, sondern ein Cephalopodenmergel, der diskordant auf dem nördlichsten Streifen der Alpen liegt (bei Hindelang<sup>1)</sup>, Vils, Schwangau, Aschau, Ruhpolding<sup>2)</sup>. Dann Cenoman<sup>3)</sup>, Konglomerate und Mergel mit *Acanthoceras* (bei Ettal nach SOEHLE, Geogn. Jh. 1896, 23) und Orbitulinen an zahlreichen Stellen meist in der nördlichen Hälfte der Kalkalpen. Dann die senone Gosaukreide<sup>4)</sup>, die, besonders im O, stärker als das Cenoman und viel stärker als der Gault transgrediert und auch am weitesten verbreitet ist. Fast stets meiden sich diese transgredierenden Gebilde. — Verknüpft mit den Gosauschichten sind jedoch die jüngsten Kreideschichten der Kalkalpen, die Nierentalermergel. Fast alle diese Schichten und fast alle von deren Eigenschaften sind von den entsprechenden der Voralpenzone verschieden, so dass das Augenmerk um so mehr auf gemeinsame Züge gerichtet sein muss.

Wie die ostbayerische Grenze, so ist auch die westbayerische, von der aus wir unsere Untersuchung beginnen, von geologischer Bedeutung; denn erst nahe der Iller beginnt in der Voralpenzone eine von der helvetischen<sup>5)</sup> unterschiedene Entwicklung, die eine Selbständigkeit der bayerischen Voralpenzone bedingt. Somit diene der Vorarlberg-Algäuer Kreidezug lediglich als Ausgangspunkt; denn hier unterscheidet sich die Kreide noch kaum von der helvetischen. Es werde nur erwähnt, dass zwischen Schrattenkalk und Gault eine kleine Diskordanz liegt, dass in den Seewermergeln an einer Stelle (durch WEPFER) eine wahrscheinlich unternenone (Santonien) Fauna gefunden worden ist und dass in dem gleichen Gestein bei Oberst-

<sup>1)</sup> Nach freundlicher Mitteilung Professor REISER's.

<sup>2)</sup> Literatur über bayerischen Gault: ROTHPLETZ, Paläontographica. 1886, 44; BÖSE, Geognost. Jahrb. 1893, 23; REIS, Ebenda. 1895, 21, 129; ARLT, Landesk. Forschungen. München 1911. Über Gault (?) in Österreich vgl. GEYER, Jahrb. geol. Reichsanst. 1909, 694.

<sup>3)</sup> Cenomanliteratur z. T. bei SOEHLE, Geogn. Jh. 1896.

<sup>4)</sup> Literatur für Gosaukreide z. T. bei LEBLING, Geogn. Jh. 1911.

<sup>5)</sup> Der Name „helvetisch“ wird hier nur für Gesteine gebraucht, die wirklich in der Schweiz vorkommen, also nicht für den bayerischen Kreideflysch u. a.

dorf eine fossilführende Grünsandlage auftritt; auf diese drei Angaben werden wir auch noch zurückkommen.

### A. Kreideschichten.

**Berriasien**, das in Vorarlberg vertreten ist, erscheint in der bayerischen Voralpenzone nicht mehr; doch gibt es, wie erwähnt, Fossilien aus dieser Stufe in den Alpen selbst (Kufstein).

**Valanginien** und **Hauterivien** scheinen nach GÜMBEL's Angaben als die ältesten in der bayerischen Flyschzone bekannten Schichten in schweizerischer Entwicklung nach O bis Pfronten fortzuziehen. Als tiefste Lagen erwähnt GÜMBEL schwarze Oolithkalke und glaukonitische Mergelkalke mit Terebrateln. Mächtigkeit unbekannt.

Aus alpinem Gebiet sei an das von MYLIUS und HANIEL entdeckte Vorkommen eines Belemniten führenden Flysches in den Lechtaler Bergen erinnert, eines Gesteines, das vielleicht ein Äquivalent der unteren Kreide des Vorlandes wie des normalen alpinen Neocoms darstellt<sup>1)</sup>.

Abgesehen davon ist das alpine Neocom häufig sehr flyschähnlich so nach Daqué besonders bei Schliersee, wo es am weitesten nach N tritt.

**Barrémien** und **Aptien**. „Schrattenskalk“ reicht nach GÜMBEL vom Grünten bis über Pfronten hinaus und tritt dann, in ansehnlicher Entfernung, noch einmal am Nordhang der Gindelalp auf (vgl. IMKELLER's Einträge auf FINK's und DACQUÉ's Karten). GÜMBEL verweist auf die Abnahme der Mächtigkeit gegen O, was ihn auf ein Auskeilen schliessen lässt. Er unterscheidet drei Stufen: eine mit Requienien, eine mit Foraminiferen und Bryozoen, beide vom Alter des Urgon-Barrémien, eine dritte mit *Orbitulina lenticularis*, Aptien. An der Gindelalp<sup>2)</sup> unterscheidet IMKELLER hornsteinführende Kalke mit *Exogyra aquila* Goldf., darüber Schiefer mit *Orbitulina lenticularis* Bronn, endlich sandig-glaukonitische Kalke mit *Alectryonia rectangularis* Goldf. Die Mächtigkeit scheint etwas über 50 m zu betragen.

**Albien**. Nach GÜMBEL kommt im Grüntenzug über Orbitulinen-schichten ein schmutzigweisser Riffsandstein vor, der nach oben in den normalen Gaultgrünsand überleitet: dieser enthält hier eine Hornsteinknollenschicht mit Fossilien (?). Gaultgrünsand findet man ferner in einigen Kögeln des Murnauer Mooses und mit Seewerkalk verknüpft bei Grub an der Loisach; zuletzt noch auf Kalksandstein lagernd nördlich der Gindelalp bis zum Schliersee. Die Mächtigkeit scheint etwa 40 m zu betragen. An Fossilien erwähnt GÜMBEL

<sup>1)</sup> Über Rätikon und Prättigau, wo Neocomflysch sehr häufig zu sein scheint vgl. LORENZ, Fläscherberg, südlicher Rätikon. Freiburg 1900, 1901; ROTHPLETZ, Alpenforschungen II, 63; MYLIUS a. a. O. 1912, 17 f., 113 ff. (auch 1911, 608).

<sup>2)</sup> Hier liegt der von GÜMBEL öfters erwähnte Wurfgraben.

Ammoniten vom Grünten, *Inoceramus concentricus* und *Belemnites minimus* von den Kögeln und von Grub, IMKELLER Reste verschiedener Art von Schliersee.

**Cenoman.** Seewerkalk konkordant auf Gault wird durch GÜMBEL vom Grüntenzug angegeben; das Gestein steht weiterhin bei Grub und Schliersee bis hinüber zum Schliersberg an; bei Schliersee scheidet IMKELLER im Liegenden der Kalke noch eine Hornsteinbank mit Belemniten (über Gault) und eine Kalkbank mit glaukonitischen Knollen aus. Neben der normalen grauen Farbe sind in Bayern — auch westlich der Iller schon — rote Farbentöne vorhanden. Über die Mächtigkeiten sind wir schlecht unterrichtet. Inoceramenbruchstücke sind nicht selten, genauere Altersbestimmung ist unmöglich. Über Foraminiferen (Grünten, Tegernsee) berichtet EGGER.

Nicht weit südlich vom Grünten, bei Liebenstein, treten in Verbindung mit seewermergelartigem Gestein rote Rudistenkalke auf, von denen ROTHPLETZ (Alpenf. II, 215 ff) sagt, dass sie Seewerkalk vertreten könnten. STEINMANN (Geol. Beob. II, 38) bezeichnet diese Kalke als „lepontinische“ *couches rouges*. Uns erinnern die Rudisten an Gosaukreide; doch wagen wir nicht, die Liebensteiner von den roten Seewerkalken zu trennen; sind doch auch nach MYLIUS die sogenannten „grauen *couches rouges* gar nichts anderes als Seewerschichten“.

Innerhalb der Alpen bestehen Beziehungen zur Vorzone nur insofern als das alpine Cenoman<sup>1)</sup> oft flyschähnlich wird, besonders

<sup>1)</sup> Von Turon wissen wir in den Ostalpen genau genommen gar nichts, wenn wir von einigen Fossilangaben GÜMBEL's absehen, die wenig verlässlich sind. In den Hochalpen könnte es infolge der bekannten Regressionen fehlen; in den Voralpen sind Fossilien in den an das Turon heranreichenden Stufen selten. Der Hauptgrund dürfte darin liegen, dass das Turon in keiner Weise die gleiche Rangstufe wie das umfangreiche Cenoman und das noch umfangreichere Senon einzunehmen verdient, zum mindesten nicht in den Alpen. — Bezüglich der Unterteilung des Senon herrscht leider eine störende Verwirrung, die auf die Einführung des Begriffs „Emscher“ und danach des viel weiteren „Emscherien“ zurückgeht, wodurch die Stufennamen Unter-, Ober-Senon usw. bei den verschiedenen Schulen eine ganz verschiedene Bedeutung erlangt haben. Die norddeutsche Auffassung ist aus KAYSER, 4. Aufl. 1911, 526 ersichtlich, die französische aus DE LAPPARENT, 1906. Will man die beiden in Einklang bringen, wobei man von der französischen ausgehen kann, so würde aus KAYSER's Tabelle gehören: 1. zu der unteren Abteilung (Coniacien) des Untersenons (Emscherien) DE LAPP. die Schichten mit *Mort. margac.* und *Act. westfalicus*, das Coniacien Frankreichs etc., die Schicht mit *Micraster cortestudinarium* in England; 2. zu der oberen Abteilung (Santonien) des Untersenons DE LAPP. Schichten mit *Inoceramus digitatus* und höher mit *Marsupites*, *Uintacrinus* und *Actin. granulatus* im Nordwesten Deutschlands und Dänemarks, das Santonien Frankreichs und Schichten mit *Marsupites* und *Uintacrinus* in England; 3. zum Obersenon (Campanien + Maastrichtien) DE LAPP. die Quadraten (mit Mammilaten-)Kreide und die Mucronatenkreide, das oberste Drittel der letzteren mit *Scaphites constrictus* und *Trigonosema pulchellum* entspricht etwa dem Maastrichtien, das Liegende bis zum Santonien dem Campanien, vgl. STOLLEY und DE GROSSOUVRE.

nahe der Flyschgrenze, so zwischen Iller und Füssen, dann bei Tegernsee-Schliersee. In österreichischem Flysch ist von TOULA (N. J. 1893, II) *Acanthoceras* cf. *Mantelli* gefunden worden.

**Senon.** Untersenson (Coniacien-Santonien DE LAPP.). 1. Seewerkalk mit *Micraster cor testudinarium* gibt es nach REIS im Grüntenzug. Somit kommt auch für den obersten Teil der sonstigen bayerischen Seewerkalke das Alter des Coniacien in Betracht.

2. Seewermergel und Äquivalente. Auf dem Seewerkalk liegt noch in Vorarlberg Seewermergel: die Grenze ist jedoch nicht stabil; die Altersangaben für jede einzelne der beiden Schichten können also stets nur örtliche Gültigkeit beanspruchen.

In dieser Altersstufe beginnt nun, wenngleich echte Seewermergel in Bayern nicht fehlen, ein Fazieswechsel sowohl gegenüber der helvetischen Entwicklung, als auch innerhalb des bayerischen Senons selbst.

a) Echte Seewermergel kommen noch bis zur Iller und, wie es scheint, auch bei Liebenstein und Umgebung, dann aber nur noch bei Schliersee-Leitzach (IMKELLER: Z. deutsch, geol. Ges. 1900, 380, sowie bei DACQUÉ) vor; Foraminiferen aus diesen Schichten (Tegernsee) erwähnt EGGER; doch besagen diese nichts Genaueres bezüglich des Alters. Dies erinnert an einen Fund HANIELS (Z. deutsch. geol. Ges. 1911, 11 d. S. A.), der typische Seewermergel mit typischen Seewerforaminiferen (bestimmt von EGGER) durch „Flysch“ unterteilt von Antonienbad in den Lechtaler Kalkalpen angibt. Die Deutung dieses Flysches als Neocom oder Cenoman oder Gosaukreide bedingt eine Einstellung auch der Seewerschichten in verschiedene Stufen (Unter-, Obersenson). — Im allgemeinen stellt man flyschähnliche Schichten innerhalb der Alpen am sichersten zur Gosaukreide, die ja an mehreren Stellen (Salzburg, Emstal und nahe bei Wien) in voralpinen Flysch übergeht; man braucht aber deswegen den Namen „Flysch“ für solche inneralpine Gebilde nicht fallen zu lassen, wie das neuerdings in allzugrosser Vorsicht geschieht. In den bayerisch-tirolerischen Alpen findet sich derartiger Flysch bei Gerstruben (SCHULZE, Geogn. J.-H. 1907), überhaupt in den Alpen zwischen Iller und Lech (AMPFERER 1909, ROTHPLETZ, Palaeontogr. 1886, HANIEL a. a. O.) und im Lattengebirg (LEBLING, Geogn. J.-H. 1911),

Es sei hier erwähnt, — obwohl und weil in bayerischen Seewermergeln entsprechende Fossilien noch nicht nachgewiesen sind, dass BÖHM und HEIM (Abh. schweiz. pat. Ges. 1909) in ostschweizerischen Seewermergeln „Leibodenmergeln“ eine untersenone Fauna gefunden haben, die mit der Fauna der oberen Gosaukreide an der Salzach<sup>1)</sup> mit *Nucula Stachei* ZITT. und *Inoceramus digitatus* gleichgestellt werden muss (oberes Coniacien, unteres Santonien).

<sup>1)</sup> Über Glaneck vgl. FUGGER, Jahrb. geol. Reichsanst. 1907. Über Lattengebirge vgl. LEBLING, Geogn. Jahresh. 1911.



b) Bayerische Entwicklungsform. Ins Unterseson gehören am Grünten (ausser einem Teil des Seewerkalks) schwärzliche fossillose Mergelschiefer, die nach Osten in graue Mergel vom „Nierentaler Typus“ mit *Taonurus* übergehen. Zu dem Begriff „Nierentaler Fazies“ ist zu bemerken, dass REIS, der die Grüntenkreide gegliedert hat, diesen hier und an anderen Orten in weiterem Sinn anwendet als früher GÜMBEL (REIS 1895, 17, GÜMBEL, Alpengeb.) REIS unterscheidet eine untere Abteilung von Nierentaler Schichten mit Sandeinlagen, wie sie eben im Grüntenzug auf Seewerkalk liegt, und eine obere, die den auf Gosaukreide lagernden rot-grünen Nierentaler Schichten GÜMBELS entspricht. Nur erstere kann in das Unterseson hinabreichen, sie kommt ausser im Grüntenzug noch bei Siegsdorf vor (REIS 1895).

In der typischen Gosauformation der Alpen scheint oberes Santonien zu fehlen (DE GROSSOUVRE 1894), sofern man nicht annimmt, dass die echten Nierentaler Schichten so tief herabreichen. Hierher gehören jedoch aus den Alpen die unabhängig von typischen Gosauschichten, obzwar in deren Nachbarschaft auftretenden Zementmergel vom Eiberg bei Kufstein. Diese transgredieren auf Lias<sup>1)</sup>, sind als dunkelgraue Mergel ausgebildet, führen aber auch rot-grüne den Nierentalern gleichende Lagen und erreichen grosse Mächtigkeit. Die Fauna (SCHLOSSER 1909) mit *Pachydiscus Cayeuxi* GROSS., *Sonneratia Daubréi* und *Savinii* GROSS. und Landpflanzen weist auf eine Vertretung des gesamten Santonien.

Oberseson (Campanien, Maästrichtien DE LAPPARENT).

#### a) Voralpine Entwicklung.

1. Seewermergel. In das Oberseson muss ein oberer Teil der Seewermergel von Liebenstein und Schliersee-Leizach sowie der grauen Mergel vom Grünten und von Siegsdorf gestellt werden. (S. auch S. 515.)

2. Stallauer Grünsand. Am Burgberg (Grünten) folgt auf jene Nierental-Seewermergel ein Grünsandstein, der zwar nach REIS im östlichen Grüntenzug von der hier höher steigenden Mergelfazies verdrängt wird, der aber noch weiter im Osten, bei Stallau (zwischen Heilbronn und Tölz) wieder sehr schön entwickelt ist und auch an der oberen Leitzach noch typisch vorkommt. Am besten bekannt (durch ROHATSCH, SCHAFHÄUTL, IMKELLER, ROTHPLETZ) ist der Grünsand von Stallau. Hier erweist sich das Gestein aus tektonischen Gründen als das Liegende eines ziemlich stark gestörten Verbandes von Kreide und Eozänschichten (vergl. IMKELLER's Profile), der zwischen Flysch und Molasse eingekeilt ist. Die Mächtigkeit beträgt etwa 50 m. Die Fauna enthält keine eigentlichen, bisher als solche benutzten Leitfossilien. Sehr häufig ist *Gryphaea vesicularis*, im

<sup>1)</sup> LEUCHS, Zeitschr. Innsbrucker Ferdinandeum 1907.

übrigen kommen meist untypische Senonbivalven und einige Baculiten vor, doch weisen *Exogyra laciniata* NILSS. und *Ostrea semiplana* Sow. var. *armata*, GOLDF. auf Campanien hin. Einen besseren Anhaltspunkt, zum mindesten hinsichtlich der oberen Grenze, werden wir durch die Betrachtung des Hangenden erhalten. Ein Liegendes scheint nur an der Leitzach vorhanden zu sein; die erwähnten Seewermergel, die dort in nächster Nähe des Grünsands in schlechten Aufschlüssen sichtbar werden.

Sandige, fossilführende Seewermergel mit *Ostrea armata* sind neuerdings von WEPFER aus dem Bregenzer Wald (Vorarlberger Kreidezug) beschrieben worden. Diese Schichten könnten auf gleicher Stufe wie der bayerische Grünsand stehen.

3a. Die Schicht, welche bei Stallau vom Grünsand zu den sogen. „Pattenauer Mergeln“ überleitet, die Grünsand-Übergangsschicht, ein Mergelgrünsand von einigen m Mächtigkeit führt *Belemnitella mucronata*, und IMKELLER betrachtet dies als erstes Auftreten dieses Cephalopoden und als wichtigsten Grund für das „untersenone“ (etwa Unter-Campanien) Alter des darunterliegenden Grünsandes. Über das Vorkommen dieser Schicht an anderen Orten gibt es keine Angaben; doch ist kein Grund zu einem Zweifel, dass der Horizont auch anderswo vertreten ist.

3b. Gleichalterig sind die höheren Lagen der grauen Mergel des Grüntenzugs, in welche nach REIS der Grünsand seitlich übergeht.

4. Die Pattenauer Schichten (J. BÖHM), dunkelaschgraue, kalkreiche Mergel erscheinen nach vorläufigen Mitteilungen von REIS (1895, 17, 1896, 71) im östlichen Teil des Grüntenzugs, nach IMKELLER zwischen Heilbronn und Tölz (Stallau), ferner an der Leitzach, endlich nach BÖHM und REIS bei Siegsdorf (Bergen und Teisendorf). Das Liegende ist gewöhnlich Grünsand; im Grüntenzug und bei Siegsdorf fasst REISS die untere graue Abteilung der Nierentaler Schichten (i. w. S.) als Liegendes auf. Die Mächtigkeit scheint stets gering; bei Stallau gibt sie IMKELLER zu 15 m an. Die Fauna enthält *Belemnitella mucronata*, die aus der Übergangsschicht heraufkommt, dann Formen, die ins Hangende hinaufgehen, wie *Haplophragmium grande*, REUSS<sup>1)</sup>, *Scaphites constrictus* Sow., *Pachydiscus neubergicus* REDT.; auf die Schicht beschränkt sind neben einigen wenig bezeichnenden Formen *Pachydiscus Brandti* REDT.; *Nautilus neubergicus* REDT.; und *Hamites cylindraceus* DEFR., die sämtlich in den jüngsten bekannten Gosauschichten, denen von Neuberg und der Neuen Welt (nahe Wiener Neustadt) vorkommen. DE GROSSOUVRE (1894) bezeichnet diesen Horizont als „Campanien supérieur“<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Das in Gosau ziemlich tief, in der Neuen Welt ziemlich hoch auftritt, vgl. FRAAS, Szenerie der Alpen 238, REDTENBACHER, Ceph. d. Gosausch. 138.

<sup>2)</sup> Dass Pattenauer Schichten auch noch östlich der Salzach bei Mattsee vorkommen, erfahre ich von Dr. REIS; vgl. BÖHM, 33, FUGGER, Jahrb. geolog. Reichsanstalten. 1899, 391.

5. Gerhardsreuter Schichten sind schwarzgraue Mergel, von den Pattenauern durch mehr litoralen Charakter d. h. durch Sand- und Glimmergehalt und Kalkarmut unterschieden; sie erscheinen stets nur in Begleitung jener (Grünten, Stallau, Siegsdorf) und sind wie jene, wenig mächtig, vielleicht 20 m. Die Fauna ist bei Siegsdorf der des Pattenauer Mergels ziemlich ähnlich, bei Stallau ziemlich von dieser verschieden. J. BÖHM fasst Pattenauer und Gerhardsreuter Schichten bei Siegsdorf als zeitlich gleichstehend auf; über den Grünten fehlen bis jetzt genauere Angaben. *Belemnitella mucronata* fehlt im Gegensatz zu den Pattenauer Schichten, wodurch sich die Trennung zwischen beiden Schichten rechtfertigt. Neu treten *Ostrea unguolata* SCHLOTH-(Aachen) und *Solarium granulatum* ZEK. (Gosau) auf. Über Foraminiferen vergl. EGGER. Die Schicht wird in das untere Maastrichtien zu stellen sein. Ein Fossil, das mit Bestimmtheit auf das jüngere Alter gegenüber den Pattenauer Schichten schliessen liesse, fehlt jedoch, so dass wir trotz der gewissenhaften Erforschung nicht in der Lage sind, angesichts des Systems Grünsand-Pattenauer-Gerhardsreuter Schichten auf paläontologischem Weg zu entscheiden, was jünger und was älter ist (vergl. hierzu IMKELLER's Profile, auch bei REIS 1896, 69).

Was schon angedeutet worden, hebe ich noch einmal hervor: die Stufe der Pattenauer-Gerhardsreuter Schichten hat ihr inneralpines Äquivalent in den Gosauergeln (oberer Cephalopodenhorizont der Gosauschichten) von Neuberg und der Neuen Welt, die trotz der grossen Entfernung die gleichen Ammoniten führen, während die enger benachbarten Glanecker Schichten (unterer Cephalopodenhorizont der Gosauschichten, obere Gosauschichten von Reichenhall-Salzburg) nur Ammoniten des oberen Coniacien, unteren Santonien enthalten, über welchen dann gleich die mächtigen Nierentaler Mucronatenschichten als Endglied der Reichenhall-Salzbürger Kreideentwicklung folgen.

6. Hier muss noch ein Gebilde betrachtet werden, das trotz seines Fossilreichtums zeitlich schwer festzulegen oder zu einer von jenen Schichten in Beziehung zu bringen ist. Die Hachauer Schichten, von REIS (1895, 6) nach Hachau bei Siegsdorf benannt, nach IMKELLER auch bei Stallau vorkommend, durch REIS auch vom Grünten angekündigt (1895, 18) sind ziemlich dunkle, grobkörnige, etwas glaukonitische, stellenweise eisen- und glimmerreiche Kalksandsteine von ausgesprochen litoralem Charakter; Austernbruchstücke nehmen wesentlich an dem Bestande teil. Die Mächtigkeit scheint nur ein paar Meter zu betragen. Welchem Gestein sie auflagern, wissen wir nicht. REIS und IMKELLER nehmen an, dass Gerhardsreuter Schichten das Liegende bilden; bei Siegsdorf sind jedoch die Gerhardsreuter Schichten im Liegenden der Hachauer fossillos und an einer anderen Stelle scheinen Nierentaler Schichten als Liegendes in Betracht zu kommen (REIS 1895, 7; 1896, 67); das als

Hachauer Schicht bezeichnete Gestein des Schellenbachgrabens bei Stallau sieht ganz anders aus, gehört vermutlich zu den Gerhardsreuter Schichten und führt auch nicht die für Hachauer bezeichnenden Fossilien (IMKELLER 1896, 44; 1901, 20). Ein normales Hangendes ist ebenfalls unbekannt. Die Fauna, der REIS eine eigene Beschreibung gewidmet hat, besteht aus 70 Arten; darunter sind einige Baculiten (keine *Bel. mucronata*), im übrigen fast ausschliesslich Gastropoden und Bivalven. Vom stratigraphischen Standpunkt aus enthält sie, abgesehen von den vielen neuen Arten, indifferente Formen wie *Ananchytes ovata* LESKE, Aachen-Maastrichter Formen wie *Voluta deperdita* GOLDF., *Pleurotoma formosa* BINK.; *Turbo scalariformis* BINK., ferner Formen der Nierentaler Schichten: *Ostrea acutirostris* NILSS., *Ostrea ungulata* SCHLOTH. und *hippopodium* NILSS.; ausserdem aber auch untersenone Gosauformen, wie die kleine *Gryphaea vesicularis* LAM., *Exogyra Mathéroniana* d'ORB., *Cucullaea gosaviensis* ZITT. (REIS 1895, 8). Mit dem Stallauer Grünsand haben die Hachauer Schichten die meisten Genera gemein; von Arten entspricht *Ostrea semiplana* Sow., der *Ostrea armata* GOLDF., des Grünsandes. Mit der Gerhardsreuter Fauna ist *Ostrea ungulata* gemein; doch ist der Unterschied dieser beiden Faunen im allgemeinen gross. Die Verwandtschaft mit älteren Schichten ist somit grösser; ROTHPLEZ, der die Stallauer Gesteine im Jodquellenstollen und Krankenheil untersucht hat, erwähnt von dort keine Hachauer Schichten zwischen Gerhardsreuter und Eozän.

7. Als gleichalterig mit den Hachauer Schichten betrachtet REIS (1895, 18) den Oberstdorfer Grünsand. Dieser ist von ZITTEL entdeckt worden und lagert nach REIS auf Schichten die den Seewermergeln ähnlich sind und *Terebratula carnea* führen; weiter westlich von der Iller tritt nach freundlicher Mitteilung Professor REISERS auch im Hangenden des Grünsands jener Seewermergel auf. Auch bei Bihlerdorf und am Hüttenberg kommt der Grünsand vor, RÖSCH<sup>1)</sup>. Die Mächtigkeit ist bisher nicht bestimmt worden. An Fossilien sind *Exogyra cf. lateralis* SCHLOTH., *Retiscyphia* (Mukronatenkreide von Lüneburg) und *Haplophragmium grande* REUSS, zu erwähnen. (*Micraster cortestudinarium* dürfte unberechtigtweise von GÜMBEL der ZITTELschen Liste angefügt sein, vergl. Geogn. 4 Jh. I, 166). ZITTEL stellt die Schicht in die „oberste Kreide“. REIS stellt sie den Hachauern gleich, mit denen sie das letzte Fossil sowie *Plicatula subaspera* REIS (1895, 8) gemein hat.

8. Vom Grünten erwähnt REIS ebenfalls noch eine oberste Senonlage, die er den Hachauern gleichstellen möchte. Nähere Mitteilungen fehlen.

Mir scheint bezüglich der Schichten von Hachau, von Oberst-

<sup>1)</sup> Hier in Verbindung mit dunklen Sandsteinen mit *Belemnitella*. Die genauere Stellung dieser, sowie der flyschähnlichen Senonmergel von Sigishofen ist nicht bekannt (RÖSCH).

dorf und Grünten vorläufig nur festzustehen, dass sie dem Senon angehören. Ihre Gleichwertigkeit bedürfte noch weiterer Beweise.

### b) Alpin-voralpine Entwicklung.

Nierentaler Schichten (i. e. S. Gumbels = obere Nierentaler Schichten von REIS) und eng verwandte Gesteine kommen in Bayern vor bei Marienstein (Tegernsee W), nördlich des Wendelsteins, bei Neubeuren am Inn, bei Siegsdorf und innerhalb der Kalkalpen im Becken von Reichenhall-Salzburg. Die echten Nierentaler Schichten sind vorwiegend blassrote oder blassgrüne feine Mergel, benannt nach dem Nierental am Untersberg, wo sie in unbestimmbarer Weise unten an Gosauergel<sup>1)</sup> (Coniacien-Santonien) oben an Mitteleozän grenzen. Sie sind ein küstenfernes Sediment und erreichen im Lattengebirge wenigstens eine Mächtigkeit von fast 300 m. Die Fossilien sind wenige an Zahl und Arten; *Belemnitella mucronata* SCHLOTH., *Ostera acutirostris* NILSS., *ungulata* SCHLOTH., *hippopodium* NILSS. sind die wichtigsten; Inoceramen sind wie gewöhnlich mehr für die Fazies als für das Alter bezeichnend. Die Schichten von Salzburg-Reichenhall (Untersberg, Lattengebirg, Müllnerhorn, Salzburg, Gaisberg) sind dem Alter nach überhaupt nicht genauer denn als Obersenon zu bestimmen.

Zu diesem stets mit Gosaukreide verknüpften Typus gehören aus ausserbayerischem Gebiet die Nierentaler Schichten des Salzburger Seengebietes (vgl. SPENGLER, Mitt. geol. Ges. Wien 1911, LEBLING, N. J. f. Min. etc. B. B. 31, 542) von Gosau (EMMRICH, Cenomane Kreide, Meiningen 186, 21), von Schwarzau in Niederösterreich (BITTNER, Verh. geol. R.-A. 1893, 245) und von Tullnerbach ebendort (DIENER 344). Anhangsweise erinnere ich an die Belemnitellenfunde Abels bei Niederfellabrunn (Verh. geol. R.-A. 1897, 301). Ob endlich Teile der „Inoceramenmergel“ der Wiener Gegend hierher zu stellen wären, das wäre wissenswert, ist aber unentschieden. Im Westen der bayerischen Alpen, so im Rätikon gibt es rot-grün-graue *Couches rouges*, zu deutsch Nierentaler oder bunte Seewermergel, die auf einem Flysch liegen, der die ganze untere Kreide zu vertreten scheint; diese Gesteine gehören nach MYLIUS (1912) zu den Kalkalpen, während sie bisher als „vindelizisch“ (STEINMANN-LORENZ) bezeichnet worden waren; wir sagen statt „vindelizisch“ „voralpin“ und geben theoretisch, im Hinblick auf Salzburg, beiden Teilen Recht.

Von Siegsdorf nimmt REIS (1895, 13) an, dass in dem südlichen Bezirk obere rote Nierentaler auf unteren grauen liegen, dass dagegen im nördlichen Bezirk die oberen Nierentaler durch Pattenauer und vielleicht auch Gerhardsreuter Schichten ersetzt sind. J. BÖHM

<sup>1)</sup> Hier sei bemerkt, dass die von GUMBEL angegebenen *Micraster coranguinum* und *Gryphaea vesicularis* in diesen Schichten und nicht in den Nierentälern vorkommen; vgl. J. BÖHM a. a. O. 9.

war vor REIS zu der Ansicht gekommen — aus Gründen der Lagerung —, dass die roten Nierentaler von Siegsdorf älter seien als jene beiden. Doch scheint die erstere Ansicht, wenn sie gleich in dem überaus verwickelt gebauten Gebiet von Siegsdorf noch nicht endgültig bewiesen sein mag, doch durch manches gestützt: *Bel. mucronata* und *Ostrea acutirostris* gehören nicht nur den Nierentaler-, sondern auch den Pattenauer-, und *Ostrea unguolata* auch den Gerhardsreuter Schichten an; was wichtiger ist, es finden sich Verhältnisse, die auf Wechsellagerung zwischen den ersten beiden schliessen lassen, (REIS 1895, 13): die Pattenauer Mergel lagern nach REIS im Siegsdorfer Gebiet auf unteren Nierentaler Mergeln, die ihrerseits im Grüntengebiet seitlich in Stallauer Grünsand übergehen — letzterer aber unterteuft bei Stallau die Pattenauer, so dass als Hangendes des Grünsands einmal obere Nierentaler und einmal Pattenauer Schichten erscheinen. — Da nun die alpinen Nierentaler Schichten nach Gesteinsart und Fossilführung mit den oberen voralpinen Nierentaler gleichaltrig erscheinen, während andererseits — in den Alpen — die liegenden Gosauschichten nur bis in den unteren Teil des Santonien hereinzureichen scheinen (vgl. DE GRÖSSOUVRE), so kann man auf eine Schichtlücke an der Basis der alpinen Nierentaler Schichten schliessen. — In der Voralpenzone kann man die Grenze zwischen unterer und oberer Abteilung da ziehen, wo *Belemnitella* zum ersten Male auftritt, was leider nur da möglich ist, wo die Nierentaler durch die Grünsandfazies ersetzt ist. Über die obere Grenze wissen wir in der Voralpenzone auch nicht viel mehr als in den Alpen; es ist möglich und wahrscheinlich, dass im südlichen Bezirk der Voralpenzone die Nierentaler eben so weit emporreichen, als weiter nördlich die Gerhardsreuter Mergel (unt. Maastrichtien). Bei Salzburg jedoch scheint in der Flyschzone genau dasselbe zu gelten, wie innerhalb der Alpen: wie die Nierentaler Schichten am Untersberg auf Gosauschichten liegen, so liegen sie östlich der Salzach auf Flysch, und in Flysch und Gosauschichten kommen grosse Inoceramen gehäuft vor, so dass hier zwischen den Alpen und der benachbarten Vorzone mehr Verwandtschaft besteht, als zwischen den einzelnen Teilen der Vorzone selbst. Und die Verhältnisse, wie sie bei Salzburg herrschen, scheinen, in der bayerischen Voralpenzone nicht vereinzelt dazustehen. Wir gelangen nämlich von Salzburg zwanglos hinüber zu den Verhältnissen bei Neubeuern am Jenbach und bei Marienstein. Wir können als obere Nierentaler Schichten auch die lichtgrauen Mergel von Neubeuern (am Inn) mit *Inoceramus regularis* (*Cripsi*) D'ORB. und *Ostrea subuncinella* J. BÖHM bezeichnen (SCHLOSSER 1893, 194). Desgleichen ähnliche, mehr den Seewerschichten verwandte grünlichgraue Mergel im Jenbach nördlich des Wendelsteins (BÖHM, 36), die als Fortsetzung der Neubeurer aufgefasst werden können; dieses Gestein schliesst dünne, ausgeflatschte Lagen eines schwarzen Kalkes ein, der einen

sehr fremdartigen Eindruck macht, doch auf den Höhen westlich des Jenbachs findet man Bruchstücke von ziemlich typischen roten Nierentaler Mergeln. Endlich gehören hierher die lichtgrünlich-grauen, dichten, graufleckigen Mergeln von Marienstein (zwischen Tegernsee und Tölz), die nach v. AMMON *Belemnitella mucronata*, *Ostrea hippopodium*, *Rhynchonella octoplicata* u. a. führen. — Bei Neubeuren, am Jenbach und bei Marienstein liegt Flysch konkordant im S, am ersten und letzten Ort auch Mitteleozän konkordant im N der Nierentaler Mergel. Die Ähnlichkeit dieser Profile mit jenen vom Haunsberg und Mattsee im Salzburger Vorland (Fugger 1899, 425, 400) und zugleich der Gegensatz zu den Verhältnissen von Siegsdorf, Stallau, Sonthofen sind offenkundig.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass von REIS (1895, 18) auch eine „pelagisch-alpine“ Vertretung der Pattenauer-Gerhardsreuter Schichten, nämlich fleckige Nierental-Seewermergel (mit *Terebratula carnea*) von Oberstdorf vorläufig hierher gestellt werden.

### B. Flysch.

Der bayerische Flysch erfordert eine Besprechung getrennt von den übrigen Schichten der Voralpenzone, erstens wegen der mangelhaften Erforschung, welche eine durchgehende Eingliederung in eine Stufenfolge nicht erlaubt, ferner wegen seiner insbesondere morphologisch selbständigen Auftretens.

Die Flyschgesteine sind bekannt<sup>1)</sup>: Konglomerate mit kristallinen Geröllen unbekannter Herkunft, Sandsteine, die oft verkieselt sind, dunkel- und hellgraue Mergel (oft zu Zement verarbeitet) und Kieselkalke, die meist mit den Mergeln wechsellagern.

Auf die spannende Frage nach den Geröllen im Flysch kann ich nur antworten, dass sie den aus alpinem Cenoman und Gosaukreide bekannten gleichen (FINK, REINDL), dass aber kalkalpine Gerölle im Gegensatz zu jenen Sedimenten setlener sind.

Bei Tegernsee gibt es Petroleum, bei Kempten, Heilbronn, Tölz und Tegernsee Jodquellen (ROHATSCH, ROTHPLETZ, HINTZ); über die letztere einige Einzelheiten; sie „gehört zu den warmen alkalisch-muriatischen Schwefelquellen mit erheblichem Gehalt an Natriumchlorid und Natriumhydrokarbonat“; „hervorzuheben sind der hohe Gehalt an Brom-Ion und Jod-Ion“, auch führt die Quelle Radium, Thorium und Aktinium. — Viel besprochen sind die im Flysch vorkommenden basischen Eruptiva, die nach REISER stellenweise Eruptivkontakt zeigen.

Die Mächtigkeit des Flysches kann an die 2000 m betragen, jedenfalls ist sie viel grösser als die der übrigen Schichten in der Vorzone und die der jüngeren Kreide der Alpen; nur die Nierentaler Mergel kommen daneben einigermaßen zur Geltung.

<sup>1)</sup> Man vergleiche hierzu die schönen Übersichten bei GÜMBEL 1861, 620 ff. und RÖSCH 321 f.

Versuche, den Flysch auf petrographischem Wege in Altersstufen zu gliedern, sind bis jetzt entweder gar nicht gemacht worden, oder sie haben nur örtliche Bedeutung erlangt. — Im nördlichen Flyschzug Vorarlbergs hat TORNUST bemerkenswerte Beobachtungen angestellt; doch sind diese für uns weniger wichtig, weil sie nicht unser Gebiet betreffen und weil der dortige Flysch lediglich einer Altersstufe, dem unteren Tertiär, angehört. — BÖHM hat den Siegsdorfer Flysch eingeteilt in 1. bunte Schiefertone mit Hornstein und Reiselsberger-Sandstein (vgl. GÜMBEL 1861, 621), 2. glimmerige Sandsteine mit Kohleteilchen, 3. bläulich-graue Fukoidenmergel. REIS (1895, 92) hält es jedoch für möglich, dass Schuppung diese Auflagerung erzeugt habe. — Im Schliersee-Tegernseer Gebiet ist durch FINK eine rote Schieferschicht von geringer Mächtigkeit bekannt geworden, die mit auffallender Regelmässigkeit der Grenze zwischen Sandsteinen einerseits, Kieselkalken und Mergeln andererseits folgt; die Sandsteine werden als oberste Lage betrachtet. Die sehr schematische und willkürliche Darstellung auf Karte und Profilen beweist jedoch diese Auffassung nicht. DACQUÉ hält — nach liebenswürdiger mündlicher Mitteilung — neuerdings folgende Gliederung im Schlierseer Gebiete für wahrscheinlich: exotische Konglomerate, Mergel und Kieselkalk, rote Schiefer, Sandsteine mit Reiselsberger Konglomerat, womit die FINK'sche Ansicht bestätigt und ergänzt würde.

Das Alter des gesamten Flysches ist bisher vorwiegend auf tektonisch-stratigraphischem Wege bestimmt und das natürlich mit wechselndem Erfolg. GÜMBEL bezeichnete den Flysch hartnäckig als unter-oligozän. REIS versetzte ihn in das Eozän, gab jedoch, wenn ich recht verstehe, (1895, 94), die Möglichkeit zu, dass auch oberste Kreide durch Flysch vertreten sei. BÖHM kam für das Siegsdorfer Gebiet zu der Ansicht, dass der Flysch in das Danien gehöre. Für beide Forscher war dabei die Auflagerung des Siegsdorfer Flysches auf Nierentaler Schichten massgebend. — Inzwischen war man in Österreich (MOJSISOVICS, FUGGER) zu der Ansicht gekommen, dass der Salzburger Flysch mit seinen vielen Inoceramen (und *Pachydiscus Neubergicus*, DIENER, Ostalpen 341) 1. ein Äquivalent der Inneralpinen Gosaukreide darstelle, 2. unter den Nierentaler Schichten liege. — Auch in Bayern wurden im Laufe der Jahre Kreidefossilien gefunden, so bei Neubeuren *Inoceramus*, bei Litzeldorf am Inn ein? *Desmoceras* und Inoceramen, letztere auch in Schliersee (SCHLOSSER 1893, 195) am Rechelberg (eigener Fund) und am Zwiesel (ROTHPLETZ 1910, 42). — Von sonstigen Einschlüssen sind die bekannten Fukoiden, auf die hier nicht eingegangen wird, sowie fossile Hölzer aus Tegernsee, Lauraceen (siehe SCHUSTER) zu erwähnen.

Zu dem Zeugnis der tierischen Fossilien traten die Lagerungsverhältnisse von Neubeuren (Jenbach) und Marienstein, wo, wie im Salzburgischen der Flysch im Liegenden der Nierentaler Schichten auftritt, die andererseits von Mitteleozän überlagert werden.



**Kreidebildungen der bayerischen Alpen und Voralpen.**

		Vorland		Kalkalpen		
		nördliches	mittleres	südliches	Nordrand	Inneres
Tertiär	Mitteleozän	(Grün-) Sandstein, Erz, Flysch und Kalk				
	Untereozän	?				
Danien		Lücke				
		?				
Senon	Maestrichtien	oberste Schicht v. Gerhardsreuter Sch. Pattenauer Sch. Stallauer Grünsand	Seewer ←→	?	Nierentaler Schichten	?
	Campanien					oberste Gosaukr.
	Santonien Coniacien	?	Mergel Seewer		Lücke? Flysch ↔ Flysch und Gosaukreide	
Turon				?	grosse Störung (mit Senkung?) lokal Lücke	
Cenoman			Kalk	Flysch (?) ↔	Flysch und Cenoman grosse Störung mit Hebung, Lücke	
			Vertiefung ← Gaultgrünsand kurze Verlandung	?	Cephalopodenmergel leichte Störung und Hebung	
Albien			Schrattenskalk			
	Apt		Mergelschiefer			
	Barrême		Kieselskalk u. a			
	Hauterive	?	Mergel		Flysch? ↔ Flysch und Neokom	
	Valendis		nicht aufgeschlossen			
Neokom	Berrias				lokale Störung	Mergel v. Kufstein

Schichten unsicherer Stellung fehlen in der Übersicht.

Die tierischen Fossilien beweisen das kretazische Alter des sie einschliessenden Flysches, während jene Profile den in ihnen auftretenden Flysch älter als obersenen erscheinen lassen (bei Salzburg kommt allerdings auch *Pachydiscus Neubergicus* im Flysch vor (vgl. DIENER, Ostalpen, 341). Die Lagerungsverhältnisse von Siegsdorf stören uns dabei nicht, weil wir sie jetzt tektonisch anders deuten können als früher.

Weitere Anhaltspunkte zur Bestimmung des Alters liegen im westlichen Teil der Flyschzone. — Nach TORNUST und RÖSCH liegt der ganze nördliche Flysch des Bregenzer Waldes auf Seewermergel und schliesst an der Basis Nummulitenkalke ein. TORNUST stellt ihn in das Mitteleozän-Unteroligozän. Das gleiche ist am rechten Ufer der Iller festzustellen. Dann aber gelangen wir bald in unsicheres Gebiet und finden festen Boden erst wieder in jenem Kreideflysch. — Auffällig ist, dass weit in Österreich drüben, bei Wien, unvermittelt noch einmal Eozänflysch vorkommt: der sog. Greifensteiner Sandstein (Jahrb. geol. R.-A. IX, 103); andererseits, dass TOULA (N. Jahrb. f. Min. 1893, II, 79) *Acanthoceras cf. Mantelli* in österreichischem Flysch nachgewiesen hat, — Soviel über feste Anhaltspunkte.

In den Alpen haben wir — um das hier zu wiederholen — Flyschfazies im Neocom, im Cenoman (?), in der Gosaukreide, vielleicht auch als Einlagerung in den Nierentaler Schichten (Geogn. Jh. 1911, 63), nebenbei bemerkt auch in den überhaupt sehr flyschähnlichen obereozänen Stockletten (Geogn. Jh. 1911, 68; letztere sind auch in der Voralpenzone, bei Neubeuren, kaum von Flysch zu unterscheiden).

Somit kommen für den bayerischen Flysch folgende Altersstufen in Betracht: Neocom in unbestimmtem Umfang, Cenoman (?), Senon (besonders das untere), Mitteleozän bis Unteroligozän.

Es wäre nun sicher verfehlt, diese ganze stattliche Stufenweise allerorts ausscheiden zu wollen. Am vorsichtigsten und richtigsten dürfte die Altersbestimmung nach dem nächstgelegenen sicheren Anhaltspunkte sein. Man darf z. B. nicht einmal in dem Gebiet zwischen Marienstein und Salzburg, wo der Flysch so und so oft als Liegendes der Nierentaler Schichten auftritt, durchaus von dem vor-obersenen Alter des Flysches überzeugt sein. Denn von Schliersee bis zur Leizach liegt nicht Flysch sondern Seewermergel unter den höheren Senonschichten; hier wird auch von DACQUÉ, mit Recht oder Unrecht, der Flysch in das Danien und Untereozän gestellt. Hier, dann aber auch bei Stallau und vor allem in dem Gebiet östlich von Oberstdorf und südlich der Vorarlberger Kreide bis unter die Kalkalpen hinein liegen noch grosse Rätsel, die vorwiegend die Übergänge zwischen Tertiär- und Kreideflysch, sowie zwischen voralpinem und alpinem Flysch — Übergänge von W nach O, von N nach S — betreffen.

## II. Tektonische Verhältnisse.

Über die tektonischen Verhältnisse in der bayerischen Voralpenzone sind wir noch weniger vollständig als über die stratigraphischen unterrichtet. Es sind wohl die zwei grossen Längsstörungen zwischen Kalkalpen und Flysch, sowie zwischen Flysch und Molasse in ihrem Verlaufe, ausserdem manche Einzelgebiete innerhalb derselben bekannt, doch die Deutung jener und die durchgehende Entzifferung des Gebirgsbaus innerhalb der Linien und quer zu ihnen, ist noch lange nicht abgeschlossen.

Die meist steile Störungsfläche zwischen Kalkalpen und Flysch hat verschiedene Deutung erfahren. Die Annahme einer Verwerfung vermöchte schon vieles zu erklären, so z. B. die jetzige Seltenheit des Flysches in den Kalkalpen, welche unter Annahme einer Verwerfung von mindestens 2000 m Sprunghöhe (Niveaudistanz zwischen Oberneocom und Mitteltrias) nebst nachfolgender Erosion leicht verständlich würde. Doch diese Annahme reicht nicht für alle Fälle aus. — Dass die Kalkalpen an der Flyschgrenze sich nach Westen bewegt haben, wie ROTHPLETZ annimmt, das ist innerhalb an der bayerischen Flyschgrenze weder zu beweisen noch zu bestreiten. Jedenfalls ist eine ostwestliche Bewegung nicht das einzige Ereignis, das an dieser eingetreten ist. Man könnte auch annehmen, dass die Kalkalpen sich gehoben und dann den Flysch — ohne ihn zu überdecken — vor sich hergeschoben hätten. Alle diese Annahmen können die Tatsache nicht verständlich machen, dass helvetisches Neocom und Gault nur nördlich, kalkalpine Schichten gleichen Alters nur südlich jener Störungslinie bekannt sind, und dass diese beiderseitigen Schichten stellenweise nahe aneinander treten (Schliersee). Die grosse Längserstreckung (über 100 km von der Iller nach Osten) der helvetischen Schichten steht in keinem Verhältnis zu der Breite der obertags möglichen Übergangszone; so wird die Annahme einer Verschiebung der Kalkalpen mit einer Schubweite von mindestens einigen Kilometern zu einem kaum bestreitbaren Erfordernis. Warum die Grenzfläche jetzt fast überall steil steht, das wissen wir leider nicht; doch scheint das nicht ihr ursprünglicher Zustand zu sein (s. HAHN); eine ursprüngliche Schaufelfläche liegt wohl nicht vor, weil bei einer solchen der unterschiebende Teil — der Flysch — härter sein müsste als der aufgeschobene, was nicht zutrifft.

Die nördliche Flyschgrenze — gegen die Molasse — hat manches mit der südlichen gemein, ist aber auch stark von dieser unterschieden. Auch hier haben wir eine Störungsfläche von gewaltiger Längsausdehnung, an der Salzach allerdings hört sie mit der Molasse auf; und auch sie steht steil. RÖSCH fand Kreideschollen nördlich der Störung auf der Molasse liegen; TORNUST schloss daraus, dass ursprünglich eine schwach geneigte Schubfläche zwischen

Molasse und Flysch-Kreidezone bestanden habe. Jene Schollen sind jedoch sehr klein und liegen sehr nahe an der Störungslinie, an der Unregelmässigkeiten aller Art von vornherein zu erwarten sind; doch ist es möglich, dass eine Überschiebung aus Osten oder Südosten vorliegt (AMPFERER 1911).

Über die Fortsetzung der Voralpenzone unter der Molasse wissen wir so wenig wie über die der Alpen unter den Voralpen.

Innerhalb dieser beiden grossen Störungslinien ist eines der wichtigsten Gebiete, das an der Iller. (Über das Land westlich der Iller berichten neben den älteren Arbeiten von RICHTHOFEN und VACEK neuerdings RÖSCH, TORNQUIST, PONTOPPIDAN, MYLIUS). Die Grüntenkreide, wenigstens die jüngere, ist wie erwähnt nicht unwesentlich von der westlich der Iller gelegenen, verschieden. Schon GÜMBEL hat sich gegen die Annahme ausgesprochen, dass der Grünten die nach Norden vorgeschobene Fortsetzung des Allgäuer Zugs darstelle. AMPFERER (1911, 667) nimmt eine Überschiebung des Flysch-Kreidestreifens östlich der Iller nach Nord-Westen (vergl. MYLIUS 1912, 72) sowie eine Störung südlich dieses Zuges (gegen Eozän und Flysch) an, erwähnt jedoch, dass Flysch auch normal den Kreideschichten auflagere. Der Grütenzug selbst enthält nach GÜMBEL drei Hauptfalten; im Wertachdurchbruch wäre noch ein Sattel zu sehen. In AMPFERER'S Alpenquerschnitt erscheint dort ein ziemlich stark gestörtes im allgemeinen nach Norden fallendes Paket von Kreideschichten. Den Flyschzug südlich vom Grünten durchsetzt eine Überschiebung, an der die bekannten Seewerkalke von Liebenstein als Fortsetzung des Allgäuer Kreidezuges aufbrechen (MYLIUS 1912, 83 ff.). Der Flysch südlich von Oberstdorf zeigt nach SCHULZE isoklinales Südfallen; bei AMPFERER dagegen erscheint der Flysch östlich von Oberstdorf sehr unregelmässig gebaut. Genaue Angaben fehlen in diesem Gebiet. — Von Pfronten bis Murnau ist Kreide (und Eozän) zwischen Flysch und Molasse unbekannt und wir wissen nicht, ob sie hier einstmals über dem Flysch gelegen waren, oder heute noch unter ihm liegen. Südlich von Murnau durchsetzen nach ROTHPLETZ (1905, Karte) Querverschiebungen die Kalkalpen und den Flysch. Über Beobachtungen aus der Tölzer Gegend berichten ROTHPLETZ (1894) und IMKELLER: dort ist die Kreide wieder vorhanden, unscheinbar zwischen Flysch und Molasse eingekeilt. Der Kreidezug von Stallau ist nach IMKELLER in 3—4 ziemlich regelmässige Falten geworfen, die in kleinem Raum aufeinanderfolgen; gegen die randlichen Störungen hin, die hier ganz senkrecht scheinen, wird die Struktur unruhig und unklar; auch Quersprünge fehlen nicht, doch wissen wir nicht, ob sie auf die Kreideschichten beschränkt sind oder nicht. Doch nahe dem Isartal setzen nach ROTHPLETZ (1894, 105) mehrere grosse Quervorwürfe von verschiedenem Sinn durch Flysch, Kreide und Molasse. Die Lagerungsverhältnisse der Kreideschichten nördlich der Gindelalp (s. IMKELLER'S Karte bei FINK)

entsprechen im wesentlichen denen bei Stallau, auffällig ist ein nord-südliches Streichen bei Kaltenbrunn<sup>1)</sup>. Aus dem Flysch am Tegernsee gibt FINK ein schematisches Profil; die Annahme des gleichen Autors, dass westlich des Tegernsees ein Quersprung den Flysch zerteile, ist nicht zwingend. Ein Bohrloch bei Wiessee, ebendort, traf nach HINTZ in etwa 500 m Tiefe unter Flysch auf roten Kalk (also wohl Seewerkalk). Am Schliersee konnte DACQUÉ in Verfolgung des FINK'schen roten Flysches genauere Beobachtungen über Faltung im Flysch machen. Da die beiderseitigen Hänge verschiedenen Bau zeigen, so muss im Gebiete des Seebeckens eine Querstörung stattgefunden haben; auch die benachbarten Kalkalpen lassen das gleiche erkennen. Bemerkenswert ist jedoch, dass die vorgelagerte Molasse völlig unzerbrochen ist, wie ich bei einem Besuch der Kohlengrube erfuhr. Die Kreideschichten streichen hier auffälligerweise mitten durch die Flyschzone (während sie gewöhnlich deren Nordrand begleiten); sie sind wohl beiderseits von senkrechten Störungsflächen begrenzt und in sich selbst regellos gelagert. Am Jenbach ist Kreide wieder am Nordrand des Flysches zu treffen, in Gestalt von Nierentaler Schichten die zwar stark zerrüttet, aber wohl normal dem Flysch aufgelagert sind. Das Inntal scheint eine wichtige Grenze in seinem Untergrund zu bergen. SCHLOSSER (1893) beschreibt die Lagerungsverhältnisse der Molasse rechts und links des Inn als durchaus verschieden, und da auch aus den Kalkalpen Quersprünge parallel dem Inntal bekannt sind, so liegt es nahe, solche auch in der Flyschzone anzunehmen. Westlich und östlich des Inn fallen Flysch und Kreide meist überkippt gegen das Gebirge ein. Weiter im Osten spitzt sich die Vor-alpenzone zwischen Alpen und Molasse mehr und mehr aus. Dann folgt nach langem Aussetzen, das freilich auch durch Erosion verursacht ist, das wichtige und ausserordentlich verwickelt gebaute Flysch-Kreide-(Eozän)-Gebiet von Bergen und Teisendorf (vergl. die Karten und Profile von BÖHM und REIS). Wir müssen hier gemäss der geänderten Auffassung vom Alter des Flysches die tektonischen Verhältnisse z. T. anders deuten als die Autoren; UHLIG und NOWAK haben bereits eine — wohl zu grosszügige — Deutung unternommen. Man kann in dieser Gegend drei Zonen unterscheiden: der nördliche Bereich wird von einer dünnen Lage von Gerhardsreuter Mergel und Eozän eingenommen; in der Mitte wiegen die mächtigen Nierentaler Mergel nebst Eozän vor; südlich folgt eine grosse Flyschmasse, unter welche die mittlere Zone anormal einschiesst, und die am Südrand von einem zweiten Bereich von Nierentaler Schichten begleitet ist. Von Süden nach Norden nimmt die Zahl der Störungsflächen (Schuppenflächen) zu, nicht aber deren Bedeutung, denn die gestörten Massen werden in gleicher Richtung stets weniger mächtig und die eine grosse Überschiebung im Süden kompensiert die zahlreichen

<sup>1)</sup> Mündliche Mitteilung Dr. IMKELLER's.

kleinen Schuppen im Norden. Auch Querverschiebungen sind häufig. Das Zurücktreten der Faltung hinter die Brüche bezeichnet die Störung dieses doch von lauter weichen Gesteinen eingenommenen Gebietes als sehr heftig. Nunmehr stehen wir am Salzburger Becken, das eine gewaltige Fülle von Erscheinungen und Problemen birgt<sup>1)</sup>. Hier greifen Flysch, Nierentaler Schichten und Eozän auf die Alpen über, der Vorlandflysch deckt östlich der Salzach eine viel breitere Fläche als bisher, die Oligozänmolasse hört auf und Miozän transgrediert im Osten auf Eozän; parallel der Saalach streicht eine grosse Störung gegen das Ostende des Hochstauffen und östlich von dieser bis zur Salzach hinüber liegen zwei Kalkalpenzonen durch Überschiebung übereinander. Den Zusammenhang dieser Erscheinungen verstehen wir heute noch nicht; wir können vorläufig nur beobachten. Der Flysch östlich der Salzach scheint auf den westlichen zuzustreichen: es ist nicht sicher, dass das Fehlen der Molasse die Verbreiterung des Flysches im Osten bedingt. Aus dem gleichen Grunde ist eine Verschiebung des östlichen Flysches an einer Spalte nicht anzunehmen. Das Fehlen der Molasse würde auf stärkere Faltung (Hebung, vergl. NOWAK), die grössere Breite andererseits auf geringere Faltung im Osten schliessen lassen.

Am wahrscheinlichsten ist folgendes: die Flyschzone biegt sich an der Salzach nach Nordosten um, so dass ein Streifen der bis dahin unter den Kalkalpen gelegen, zutage ausstreichen und sie verbreitern kann. Über das Aufhören der Molasse nördlich des Westrandes der Berchtesgadener Schubmasse (Lofer-Reichenhall) ist an anderer Stelle gesprochen worden. Das übrige und meiste bleibt hier noch unerklärt.

### III. Ergebnisse und Folgerungen allgemeiner Art.

Die untere Kreide bis herauf zu den Seewerschichten nach allgemeinen Gesichtspunkten zu beurteilen, ist hier nicht der Ort, zumal die Erforschung dieser Schichten in Bayern noch nicht abgeschlossen ist; besonders sind wir im unklaren darüber, wie und wieweit diese Schichten sich nach Norden und Süden fortsetzen; doch auf die südliche Fortsetzung kommt neuerdings MYLIUS zu sprechen mit der Annahme, dass die ältere helvetische Kreide (in Bayern und Vorarlberg) nach Süden in einen Flysch übergehe, der die unter den Alpen begrabene Fortsetzung des auf den Alpen liegenden Flysches darstelle (MYLIUS 1912, 149). Dieselbe Ansicht hat seit langem HAHN mir gegenüber geäußert.

---

<sup>1)</sup> FUGGER, Jahrb. geol. Reichsanst. 1899 und 1907.  
 HAUG, B. S. G. 1906.  
 HAHN, Jahrb. geol. Reichsanst. 1911.  
 LEBLING, Geogn. Jahrb. 1911.

Angesichts der übrigen Gesteine der bayerischen Voralpenzone nimmt man grosse Wechselhaftigkeit im Horizont, dagegen auffallende Beständigkeit (Wiederkehr) der Faziestypen in der Vertikalen wahr. (Vergl. hierzu REIS 1895, 20 ff., 96 ff.)

1. Die Grünsandfazies (Stallauer, Oberstdorfer, ferner auch Gault- und Eozän-G.) kann nach Küstenabstand und Tiefencharakter als litorale Seichtwasserbildung bezeichnet werden; das Fehlen grobklastischer und schlammiger Bestandteile lässt sie nahe einer Flachküste und fern von Flussmündungen entstanden scheinen. Sie ist stets wenig mächtig.

2. Die Seewerfazies, die mit der Scaglia und gewissen Plänerarten und sicher noch mit vielen anderen vergleichbar ist, stellt in ihrer feinmergeligen Beschaffenheit und ihrem Reichtum an Foraminiferen eine ziemlich küstenferne Ablagerung tieferen Wassers dar; sie ist fossilarm und sehr mächtig. Sie geht bei uns, wenn auch nicht überall, durch das gesamte Senon. Couches rouges<sup>1)</sup> und Nierentaler-Fazies ist die farbige Seewerfazies (rot, grün); sie tritt stets nahe oder auf den Kalkalpen auf, was im Verein mit der roten Farbe darauf schliessen lässt, dass sie die Färbung der Einschwemmung von Laterit aus den gehobenen Teilen der Kalkalpen verdankt; die grüne Färbung wäre sonach durch nachträgliche Reduktion entstanden.

3. Nördlich von dieser (vergl. REIS), am Grünten, bei Siegsdorf und Mattsee, sowie südlich von ihr, nämlich bei Neuberg und Neue Welt im Innern der Kalkalpen, treffen wir die Ammonitenmergel, die Sand und Glimmer führen und schliessen aus den terrigenen Bestandteilen auf ihre Entstehung nahe einer Küste (erkennen zugleich, dass die Gebirgsbildung im Voralpenzug verschiedenwertige Fazies [Nierentaler-Pattenauer] in eine einzige Streichrichtung gebracht hat). Für die alpinen älteren Ammonitenmergel der Gosauformation kennen wir leider bis jetzt kein voralpines, nördliches Gegenglied, das zugleich als nördliche Küstenfazies des untersenonen Flysches erscheinen würde, der ja bekanntlich in der Voralpenzone die Gosaubildungen vertritt. Freilich hindert uns nichts, den Flysch selbst bis zur nördlichen Küste sich fortsetzen zu lassen.

4. Damit gelangen wir vor die Flyschfazies. Wir treffen sie im Neocom (i. w. S.), Cenoman, Untersenon der Alpen, in den Voralpen kennen wir mit Sicherheit nur Untersenon und Tertiärflysch; doch wird aus österreichischem Flysch *Acanthoceras cf. Mantelli* angegeben. All diesen Perioden (dem Neocom in Niederösterreich) gehen alpine Störungen voraus, was den längst erkannten Zusammenhang zwischen Gebirgs- und Flyschbildung deutlich macht. Die räumliche Anordnung (alpin-voralpin) bedarf noch einer Erklärung, die wir im Anschluss an die Betrachtung eines anderen Erzeugnisses

<sup>1)</sup> STEINMANN, SCHARDT'sche Überfaltungstheorie. S. 37.

der Gebirgsstörung finden wollen, wobei zugleich auf die Fazies selbst näher eingegangen wird.

5. Alpines Cenoman, Gosaukreide und Molasse (mit alpinen Geröllen) gelten wie der Flysch als Erzeugnisse der Gebirgsbildung und sind mit diesem wie auch untereinander verwandt. Dass Cenoman und Gosaukreide gleichwertige Sedimente sind, sowie dass sie gegen Norden dem Flysch ähnlich werden, ist bekannt. Schwieriger ist die Vergleichung jener mit der Molasse; beide transgredieren, führen alpine Gerölle und mitunter Brack- bis Süßwasserablagerungen sowie Kohlen; andererseits liegen erstere in, letztere vor den Alpen, erstere sind meist unmächtig, diese ist stets sehr mächtig. Die Eigenschaften nun, welche die Molasse von Cenoman-Gosaukreide unterscheiden, verknüpfen sie andererseits mit dem Flysch: Molasse und Flysch liegen der Regel nach ausserhalb der Alpen und sind beide sehr mächtig. Das Verhältnis zwischen all diesen Sedimenten und überhaupt deren Entstehung wird uns klar, wenn wir uns die geographischen Zustände in den Zeiten ihrer Entstehung vorstellen; die Betrachtung zweier Zeitpunkte wird genügen. Zur Gosauzeit lag über den Kalkalpen eine dünne Wasserschicht, so dass Inseln aufragten, ja sogar abgeschnürte, sich entsalzende Becken bestehen konnten; währenddessen lief eine tiefe Rinne vor den Kalkalpen mit Flyschsedimenten voll, dessen Material grösstenteils nicht aus den Kalkalpen kam, weil dort Festland selten war. In der Molassezeit lag das Meer nur mehr vor dem jetzt frei aufragenden Gebirg in einer neuen Rinne; doch das Wasser war seicht, wurde daher durch die reiche Zufuhr alpinen Materials stellenweise abgeschnürt und ausgesüsst; es stieg jedoch aus unbekanntem Gründen immer wieder an, so dass die Seichtwassersedimente immer mächtiger werden konnten. (Über die Zuführung ausseralpiner Materials wissen wir nichts Bestimmtes). Wir sehen hieraus, dass die Höhenlage des Meeresspiegels, m. a. W. das Mass der Auffaltung des Gebirges über diesen, die bestimmende Ursache für die räumliche Anordnung von Flysch und „Molasse“ und für deren petrographische Ausbildung ist. Die Vortiefenbildung<sup>1)</sup> ist schwer zu erklären; als südlichen Abhang subalpiner Synklinen kann man wohl den Stirnrand der andrängenden Alpen auffassen; der nördliche Hang dagegen muss durch Einsinken entstehen; es scheinen Brüche oder Flexuren von der Art des Donaubruchs oder der Grenze zwischen Schweizer Jura und Molasse zu allen Faltungsperioden eingetreten zu sein, Ereignisse, die um so weiter in das Vorland hinausgriffen je weiter in den einzelnen Störungsperioden der Alpenkörper vordrang. So gelangen wir zu dem Schluss: mit der Faltung wird das Vorland zur Vortiefe, die sich dann mit Sedimenten (Flysch, Molasse) füllt. Die nächste Faltung gliedert eine neue Vortiefe an, während zugleich die ältere Vortiefe

<sup>1)</sup> Vgl. SUESS, Antlitz der Erde.



überdeckt werden kann. In den Ostalpen sehen wir Neocomflysch oben auf der Kalkzone und vermuten dessen Fortsetzung unter dieser; das gleiche scheint für das Cenoman zu gelten; der Gosaukreide entspricht der noch im Vorland sichtbare unterenone Flysch, noch weiter nördlich (stellenweise schon am Kalkalpenrand) folgt Tertiärflysch und dann Molasse. — Ähnliches als wir hier von Süden nach Norden festgestellt haben, gilt in den Ostalpen auch von Osten nach Westen. Von Norden nach Süden und von Westen nach Osten gelangt man in den Ostalpen in Gebiete von älterem Bau (DIENER, Ostalpen 361). Damit scheint die Verdrängung der helvetischen Kreide aus den Ostalpen verständlich zu werden. In Niederösterreich ist, nach dem Vorkommen alpinen Neocoms in der Flyschzone zu schliessen (DIENER, Ostalpen 345 ff., 402) niemals helvetische Kreide gebildet worden, in Bayern findet sie wahrscheinlich nahe Schliersee ihr östliches Ende und das Obersenon kann schon an der Iller nurmehr als Litoralbildung in einem eingeeengten Arme des helvetischen Meeres gelten.

Zum Schlusse nach Betrachtung der örtlichen Verhältnisse, bleibt noch zu untersuchen, ob nicht ausserhalb des behandelten Gebietes Verhältnisse vorliegen, die uns gestatten, das gewonnene Bild weiter auszuführen, oder aber uns zwingen, es zu ändern. Insbesondere muss noch einmal auf das mehrfach berührte Verhältnis zwischen Kalk- und Voralpen eingegangen werden.

Durch die ROTHPLETZ'sche Theorie eines O-W-Schubes an den Flyschgrenzen erfährt das von uns gewonnene Bild keine wesentlich andere Beleuchtung; immerhin mag durch sie künftig noch manches in neues Licht gesetzt werden. Andererseits vermag die Auffassung, dass Glieder der Voralpen auf die Kalkalpen übergreifen, einen allerdings nur präkludierenden Beleg für jene Theorie zu liefern: liegen am Rhein die Ostalpen über den Schweizer Alpen, so kann angesichts der Verknüpfung der Ostalpen mit ihrem Vorland nur auf eine ostwestliche Schubrichtung für diese Überschiebung geschlossen werden; hierdurch wird zugleich manche gewaltsame Nebenhypothese aus dem Gefolge der Deckentheorie erspart, so die Annahme, als wäre z. B. der Prättigau jemals von ostalpinem Gestein überdeckt gewesen.

Das vindelizische Gebirge STUDERS erfreut sich heute keiner grossen Beliebtheit mehr. In der Tat hat die Vorstellung einer den ganzen Alpenbogen begleitenden Trennungsbarre einen abstossenden Einschlag von Schematismus. Immerhin sind TORNQUIST, ROLLIER, ROTHPLETZ (für die Freiburger Alpen), LANG<sup>1)</sup> (für Württemberg), ZUBER<sup>2)</sup> (für die Karpaten) noch neuerdings für das vindelizische Gebirge eingetreten. ZUBER insbesondere hat einwand-

<sup>1)</sup> Jahresh. vaterl. Naturk. 1911.

<sup>2)</sup> Jahrb. geol. Reichsanstalt. 1902.

freie Beweisē für ein dem Flysch Gerölle lieferndes Gebirge, das heute im Karpatenvorland vergraben liegt, beibringen können, und wegen der Frage der Flyschgerölle musste hier auf das vindelizische Gebirge eingegangen werden.

Ungern gehe ich auf die Deckentheorie ein, da ich mich in keiner Weise berufen fühle, sie zu loben oder zu tadeln, wiewohl vielleicht beides vonnöten wäre. Der Satz, dass die Ost-Alpen auf ihr Vorland aufgeschoben sind, hat die Deckentheorie zuerst ausgesprochen und erwiesen. Doch staunend stellt man fest, dass alle jene Orte, welche die engen Beziehungen zwischen den Ostalpen und ihrem Vorland erkennen lassen — das Inntal, Reit i. W., Reichenhall-Salzburg-Hallturm, Gosau, unteres Emstal — in all der langen Zeit seit dem Aufkommen der Deckentheorie durch keinen Deckentheoretiker des gebührenden Besuches gewürdigt worden sind. Mögen noch Hunderte von Überschiebungen nachgewiesen werden, wir sehen keine Möglichkeit, dass die nördlichen Kalkalpen jemals weit von ihrem jetzigen Vorland gelegen, geschweige von diesem durch eine „lepontinische“ Region getrennt gewesen seien. Liest man, was HAMMER im neuen Alpenquerschnitt über das sogen. Unterengadiner „Fenster“, was MYLIUS (1912) über die Faziesverhältnisse im Rätikon schreibt und vergleicht man hierzu die in diesem Referat angeführte Auffassung, so wird man begreifen, dass ostalpine Geologen für den „Siegeszug“ und die „brauchbare Arbeitshypothese“ der Deckentheorie sich nach wie vor nur prozentual begeistern können.

Zum Schluss herzlichen Dank allen, die durch mündliche Besprechung diese Arbeit mehr gefördert haben, als das ein noch so genaues Literaturstudium vermocht hätte, nämlich den Herren SCHLOSSER, IMKELLER, REISER, BÖHM, REIS, MYLIUS, DACQUÉ, KRAUSS, HAHN und BODEN.

### **Verbesserungen zur Kartenskizze auf S. 485.**

In der Erläuterung sollte das erste Feld „voralpin, untere Kreide“ nur horizontal gestrichelt sein.

Die Gosauvorkommen der Skizze W. von LECH sollten die senkrechten Gosaustriche mit den schrägen Flyschstrichen statt mit horizontalen vereinigt enthalten.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Lebling Clemens

Artikel/Article: [Ergebnisse neuerer Spezialforschungen in den deutschen Alpen. 2. Die Kreideschichten der bayerischen Voralpenzone 483-508](#)