

**Smn 156–5**  
**Leuchs Kurt**

# **Die Beziehungen zwischen Gosau und Flyschfazies**

Von

**Kurt Leuchs**

korresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften

Aus den Sitzungsberichten der Österr. Akademie der Wissenschaften,  
Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 156. Bd., 3. und 4. Heft

**Wien 1947**

In Kommission bei Springer-Verlag, Wien

Druck: Christoph Reissner's Söhne, Wien V

# Die Beziehungen zwischen Gosau- und Flyschfazies

Von Kurt Leuchs

korresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften

(Vorgelegt in der Sitzung vom 20. März 1947)

Schon 1882 stellte B i t t n e r in der Arbeit über Hernstein in Niederösterreich fest, daß die petrographischen Unterschiede zwischen Gosau und Flysch in der Vorzone der Kalkalpen schwinden. Seitdem ist in einer ganzen Reihe einschlägiger Untersuchungen von verschiedenen Autoren immer wieder auf die enge genetische und räumliche Nachbarschaft dieser beiden Faziesarten hingewiesen worden. Es ist hier nicht beabsichtigt, alle diese Veröffentlichungen anzuführen, es möge genügen, wenn nur eine Auswahl daraus namentlich erwähnt wird. 1890 bis 1893 hat v o n M o j s i s o v i c s von verschiedenen Stellen solche enge Beziehungen beider Fazies angegeben, 1896 erklärte er ebenso wie P a u l, den Flysch von Salzburg und Oberbayern als „beiläufiges Altersäquivalent der auf die Fjorde der Kalkalpentäler beschränkten Gosau“, und 1899 kam F u g g e r zu gleichem Ergebnis. Am Gersberg (Gaisberg) stellte er konkordante Auflagerung des Muntigler Flysches über Gosau mit Glanecker Schichten und liegenden Konglomeraten fest und damit auch den ursprünglichen Zusammenhang beider Fazies in vertikaler Richtung. 1899 wurde von F u c h s im Gebiete von Gießhübl Übereinstimmung von Gosau und Flysch nachgewiesen.

Allgemein läßt sich feststellen, daß zwischen den typisch entwickelten Gosauschichten der Kalkalpen und dem randlich liegenden Flysch sowohl in der gesamten faziellen Ausbildung als auch in der Fauna starke Unterschiede bestehen. Im Nordrandgebiete der Kalkalpen aber sind an vielen Stellen fazielle Übergänge sichtbar, und da diese sich, wie es eben im Begriff des „Überganges“ liegt, über  $\pm$  breite Zonen erstrecken, öfters auch noch durch rückläufige Ausbildung von Teilen dieser Zonen kompliziert werden, ist es meist schwierig, die Grenze zwischen beiden Fazies genau fest-

zulegen, worauf schon B i t t n e r hingewiesen hat. Auch D i e n e r, 1903, hebt in seinem Überblick über die Flyschzone diese Tatsachen hervor.

Eine übersichtliche Darstellung der räumlichen Beziehungen zwischen Gosau und Flysch gab 1922 K o c k e l. Er unterschied von S nach N: Gosau in Riasküste der Kalkalpen ingredierend, Gosau mehr flyschähnlich, auf Piedmontflächen transgredierend und durch die Inselzone des rumunischen Rückens  $\pm$  getrennt, Oberkreideflysch der Vortiefe.

Während A m p f e r e r 1923 den Flysch als unableitbar vom Alpenkörper und von ihm scharf getrennt bezeichnete, erschien ihm 1924 nur noch fraglich, ob die Gosauschichten mit den Flyschablagerungen unmittelbar zusammenhängen, wahrscheinlich aber, daß zwischen beiden Ablagerungsgebieten ein kristalliner Rücken lag, von dem die exotischen Gerölle stammen. So müssen mehrere Flyschzonen unterschieden werden.

Die in den Kalkalpen liegende Zone wird allgemein wegen ihrer reichen Fossilführung und anderen Ausbildung als Gosauschichten abgetrennt. Jedoch ist, wie A m p f e r e r betont, in ihren oberen Abteilungen die Ähnlichkeit mit den außeralpinen Flyschen auffallend, auch in der Art der Fossilführung und dem geringer werdenden Bestand an exotischen Geröllen. Die Gründe dafür dürften in dem allmählichen Verschwinden des Rückens zu suchen sein, der ursprünglich Gosau- und Flyschmeer trennte.

Drei verschiedene Flyschbezirke erscheinen A m p f e r e r wahrscheinlich: ein südlicher in den Kalkalpen (Gosauschichten), ein mittlerer zwischen Kalkalpen und dem kristallinen Rücken und ein nördlicher zwischen diesem und dem nördlichen Vorland des Flyschmeeres.

Diese Annahmen stimmen im wesentlichen überein mit denen von K o c k e l.

Auf Grund der bis dahin erzielten Ergebnisse im Westteil der Nordkalkalpen, konnte ich 1927 in der „Geologie der bayrischen Alpen“ zusammenfassend feststellen, daß sich gelegentlich, besonders im Osten des bayrischen Alpengebietes, Übergänge fazieller Art zwischen Gosau und Flysch zeigen. In der Gosauformation selbst läßt sich faunistisch und ebenso petrographisch eine südliche litorale Zone mit Nerineen, Actaeonellen, Rudisten, Korallen u. a. von einer nördlicher liegenden Zone unterscheiden, die reich an Inoceramen und zum Teil Cephalopoden ist und küstenferneren Charakter hat. Der Flysch ist die randliche und voralpine Fortsetzung der Gosaufazies in den Kalkalpen, seine Komponenten sind demnach, je weiter sie vom vorgosauisch entstandenen Alpen-

gebirge entfernt sind und je später sie abgelagert sind, auch desto kleiner, wegen der weiteren Verfrachtung und wegen der zunehmenden Gefällsverminderung. Daraus ergibt sich als natürliche Gesteinsfolge die von örtlich stärker entwickelten Konglomeraten zu groben bis feineren Sandsteinen und weiter zu Mergeln und Kalksteinen.

Daß dabei im einzelnen bei der Vielfalt der wirksamen Faktoren in solchen tektonisch unruhigen, wechselvollen Kalkalpen- und Randgebieten auch anders beschaffene Sedimentationsreihen entstehen können, ist selbstverständlich und bedarf keiner näheren Begründung.

Im ganzen aber tritt hier ein Übergang von orogener zu epirogener Sedimentation klar hervor, der ja auch schon in der Gosaukreide vielfach sehr deutlich zu sehen ist.

Diese im wesentlichen auf den bayrischen Alpentheil sich beziehenden Ergebnisse erfahren durch die Befunde in Österreich wertvolle Ergänzung und Erweiterung.

Im Gebiete der Weyerer Bögen hat Trauth 1934 und 1937 grundsätzlich die gleiche Faziesfolge in gleicher räumlicher Verteilung wie Kockel festgestellt. Auf die echte Gosaufazies folgt gegen Nord der Gosauflysch, dann der Klippenflysch und noch weiter nördlich die Inoceramenkreide der eigentlichen Flyschzone. Ähnliche Auffassung zeigt sich bei Vettters 1937, bei Tercier 1936 sowie bei Kossmat 1936, der unter anderem in dem Gebiet von Altenmarkt in Niederösterreich die Bestätigung für die Annahme fand, daß das Oberkreidemeer der Kalkalpen mit dem der Flyschzone in enger Verbindung stand.

Geyer hatte 1907 und 1909 im Gebiete der Weyerer Bögen in den Hangendsandsteinen der Gosauschichten, wie schon 1901 Bittner, einen Übergang in die Gesteine der Inoceramenschichten des Oberkreideflysches festgestellt, wobei er auch das Auftreten der „Hieroglyphen“ des Wiener Sandsteins auf den Sandstein- und Mergelplatten als bezeichnend für Flyschcharakter betonte. Das Liegende dieser Schichten, Breccie bis Konglomerat aus bunten Kalksteinen und Quarzkörnern, erstreckt sich nach Nord, wobei stetige Zunahme von Geröllen aus Quarz und kristallinen Gesteinen erfolgt, bis an die äußere Flyschzone und bildet dort eine Grenzlage an der Basis des Kreideflysches. „Es liegt daher nahe, anzunehmen, daß in jener äußeren Zone auch eine Vertretung der gegliederten Gosauschichten durch eine einförmige Folge von Flyschgesteinen stattfindet.“ Geyer schließt daraus, daß der Oberkreideflysch ebenso das Hangende der Kalkalpen bildet wie die altersgleichen Gosauschichten.

Die weitere Folgerung Geyers von der nur lokalen Erscheinung der stellenweise am Südrande des Flysches sichtbaren Überfaltung oder Überschiebung der Kalkalpen über den Flysch und die Ablehnung deckenförmigen Vorschubes der ganzen Kalkalpen über diesen Vorlandflysch soll an dieser Stelle nicht näher auf ihre Richtigkeit untersucht werden. Für die hier zu erörternde Frage nach den räumlichen Beziehungen zwischen Gosau- und Flyschsedimentationsgebiet können aber auch die Annahmen der Deckentheorie wertvolle Hinweise liefern. So sagt Kober 1938, daß es trotz aller Überschiebung auch Übergänge und Verbindungen der Kalkalpen mit der Flyschzone gibt, dadurch, daß an der Grenze beider Gebiete Klippenzonen auftreten. Die Stirn der vorgosauisch nach Nord gewanderten Kalkalpen lag in der Oberkreide auf der Südseite der Flyschzone. In dieses Gebiet wurden die vordersten Kalkalpentile in Form einzelner Schollen und Schuppen eingeschoben und insedimentiert von dem Klippenflysch, wodurch eine Mischungszone von Flysch und Ostalpin entstand, die, wie Kober sagt, Kalkalpen und Flysch trennt oder verbindet — wie man es sehen will. „Flysch und Gosau kommen in den Kalkalpen zur Ablagerung.“

Es wäre demnach durch die vorgosauische Orogenese die Flyschgeosynklinale zur Vortiefe der Kalkalpen geworden und in dem südlichen Streifen dieser Vortiefe wäre die schon erwähnte Mischung von Gesteinen der Kalkalpen, den mesozoischen Klippen, mit Sedimenten kalkalpiner Entstehung, den Gosauschichten, und solchen der Flyschzone, beide als Klippenhülle, entstanden. Alpines und außeralpines Gebiet ist durch das Fortschreiten der Gebirgsbildung gegen außen vereinigt, und es bilden sich in dem mit dem Alpenkörper verschweißten Vorlandbecken die orogenen Sedimente des Oberkreideflysches.

Durch die Vorgänge bei der vorgosauischen Orogenese sowie bei den weiteren, räumlich weniger ausgedehnten und schwächeren tektonischen Bewegungen wurde auch der kristalline Untergrund, der in Form zweier Rücken im Vorland der Alpen bestand, mehr und mehr zum Verschwinden gebracht, so daß nur die massenhaften kristallinen Gerölle und Blöcke Zeugnis von ihrem früheren Bestande ablegen. Jedoch wurden diese Rücken, Analoga bzw. Fortsetzungen der beiden für das bayrische Gebiet angenommenen vindelizischen Rücken, nicht gleichzeitig in ihrer gesamten Erstreckung durch erosive und tektonische Vorgänge aus aktiver Teilnahme an der Entwicklung der sie umgebenden Sedimentationsgebiete ausgeschaltet. Vielmehr dürften die ursprünglich geschlossenen Rücken in einzelne Teile, Inseln, zerlegt worden sein,

und demgemäß war auch die von ihnen ausgehende Geröllschüttung in die umgebenden Meeresgebiete örtlich und zeitlich verschieden, wie sich aus dem wechselnden Auftreten entsprechender Konglomerate und Breccien ergibt. Je mehr aber diese Rücken zerteilt und erniedrigt wurden, desto besser und ungehinderter wurde die Verbindung zwischen den einzelnen Meereszonen, so daß in der Zeit des Senons, in der im wesentlichen der Oberkreideflysch des österreichischen Kalkalpenvorlandes entstand, vielfach starke fazielle Ähnlichkeit, ja selbst Gleichheit von Sedimenten des Gosau- und Flyschmeeres dadurch zwanglos zu erklären ist.

Die Klippenzone ist deshalb die eigentliche Übergangszone, hat aber im Osten, im Wienerwald, wie Friedl 1920 feststellte, noch durchaus Flyschfazies (Seichtwasserkreide), die Gosau der Kieselkalkzone und der Frankenfelder Decke ist schon sehr flyschähnlich, und selbst die Gosau der Lunzer Decke erinnert in vielerlei Einzelheiten mehr an Flysch als an echte Gosau, die sich erst in der Ötscher Decke in typischer Ausbildung zeigt.

Zu grundsätzlich gleichen Annahmen kam Kraus 1932. Die Deckenbewegung im Wienerwald hat im ganzen nur geringes Ausmaß, der Jura der Klippenzone ist, wie schon früher von verschiedenen österreichischen Geologen betont wurde, gegenüber dem eigentlichen kalkalpinen Jura mehr litoral ausgebildet und erweist sich dadurch als Randfazies des alpinen Sedimentationsraumes, die im Ablauf der Ereignisse vom Flyschmeer überflutet wurde. Dadurch wurde die Sedimentation im Flyschtrog und in den angrenzenden Zonen der Kalkalpen mehr und mehr einheitlich.

Gleichartig war auch weit im Westen, im Bereich der Oberstdorfer Decke (Kraus), die Entwicklung, indem dort der Kreideflysch ebenfalls alle faziellen Übergänge zum Gosauflysch zeigt. Hervorgehoben sei noch, daß im Allgäu ebenfalls vindelizische Schwellen oder Rücken durch die Untersuchung der Gesteinsreihen nachgewiesen wurden, wodurch sich die, von Einzelheiten abgesehen, grundsätzlich in gleicher Weise erfolgte Bildung und Umbildung von kalkalpiner Randzone und Flyschvorland ergibt. Selbst in der nahe dem Südrande der Kalkalpen liegenden Gosau des Muttekopfbereiches ist vielfach Übereinstimmung mit der Flyschfazies vorhanden (Kraus 1941).

Die Untersuchungen von Brinkmann, Loegters, W. Richter, Weigel und Gundlach 1934—1937 in der Gosau der östlichen Nordalpen, für die, wenigstens als Arbeitshypothese, ursprünglich ein enger Zusammenhang zwischen Gosau- und Flyschmeer angenommen wurde, wobei versucht werden sollte, durch lithologische Parallelen einen Anschluß des Flysches

an die Gosau zu gewinnen, ergaben für die meisten der untersuchten Gosaugebiete in fazieller Hinsicht weitgehende Ähnlichkeit einzelner Stufen mit gleichaltrigen Stufen des Flysches. Im Becken von Gosau sind die oberen Gosauschichten bezeichnet durch eine einförmige Folge vorwiegend sandiger und toniger sowie gröberer Sedimente, die denen des Flysches ähneln. Und die Nierentaler Schichten der Maastrichtstufe sind den Inoceramergeln des niederösterreichischen Flysches gleichzustellen als Sedimente des in dieser Zeit wesentlich vergrößerten Meeresraumes. Im Gebiete der Weyererbögen transgredieren die Nierentaler Schichten über Untergosauschichten, beginnen mit bunten Konglomeraten, darüber folgen Orbitoidenkalke mit Inoceramen und Gaudryceras cf. planorbiforme, dann die eigentlichen Nierentaler Mergel mit Inoceramen und reich an Foraminiferen. Nach oben gehen die Nierentaler über in die Zwieselalmschichten (der von Weigel statt dessen geprägte Name Liesenschichten ist allein schon aus Gründen der Priorität abzulehnen!) mit Kalk-Quarz-Phyllit-Breccien, Sandsteinen und Mergeln.

Diese oberste Abteilung der Gosauschichten umfaßt im wesentlichen die Schichtfolge, die Geyer 1907 und 1909 als Kreideflysch bezeichnet hatte (siehe S. 3), wobei er die gegenüber der reichen petrographischen Gliederung der Gosauschichten verhältnismäßig viel einförmigere Schichtfolge dieser Flyschfazies hervorhob. Zusammen mit der zugleich einsetzenden Verarmung der Fauna, wofür vor allem das Fehlen der Rudisten bezeichnend ist, kann die Annahme, daß Gosau- und Flyschkreide im gleichen Ablagerungsraum entstanden seien, als durchaus wahrscheinlich gelten.

Obersenones Alter ist auch durch die allerdings spärlichen Ammonitenfunde für die Inoceramenschichten des Flysches ebenso wie für die Nierentaler Schichten erwiesen. Durch die Senkung der südlichen kristallinen Schwelle, von Kockel Rumunischer Rücken benannt, war, mindestens teilweise, die Verbindung zwischen Gosau- und Flyschmeer hergestellt. Transgressionserscheinungen, im oberen Campan beginnend, treten auf und zeigen die erneute Vergrößerung des Meeresraumes im Kalkalpengebiete, so daß jetzt dort und im Flyschtrogl die Bildung gleichartiger Sedimente, eben der Nierentaler Schichten und ihrer Äquivalente, möglich war. Zugleich entstand Faunenmischung, und im Obersenon, im besonderen während der Maastrichtzeit, war die Fauna des Flysches identisch mit der Fauna der Gosau im Kalkalpengebiete, wie Brinkmann auf Grund seiner Untersuchung der Ammoniten feststellen konnte.

Das stimmt weitgehend überein mit den Anschauungen von Kraus. Ausgehend von seinen Untersuchungen im Allgäu stellte er den stratigraphischen Zusammenhang vom helvetischen durch den ultrahelvetischen bis in den oberostalpinen Faziesraum für die Kreidezeit fest. Deshalb muß enge Verbindung zwischen dem Oberostalpin der Kalkalpen und ihrem nördlichen Vorland bestanden haben. Das gilt aber nicht nur für das Allgäu, sondern auch für die gesamte Erstreckung der Kalkalpen und in besonders starkem Ausmaß für ihren östlichsten Abschnitt.

Schon 1922 war Kockel im wesentlichen zu derselben Annahme gekommen. Durch relatives Ansteigen des Meeresspiegels im Campan vergrößerte sich das marine Gebiet in den Kalkalpen, die noch vorhandenen Inseln des rumunischen Rückens wurden überflutet und damit fiel die schon vorher nicht mehr vollständig geschlossene Schranke zwischen Gosau- und Flyschmeer. Örtlich entstanden Grundkonglomerate, darüber und daneben setzten sich entsprechend feinerkörnige Sedimente in Form der sandigen bis sandfreien Nierentaler Schichten in dem gesamten Meeresbereich, also über Gosauschichten, Flysch und helvetischer Kreide ab.

In einer vor kurzem veröffentlichten Arbeit gibt Kühn 1947 wertvolle Beiträge zur Kenntnis der Gosauschichten, wobei vor allem die Faunen der einzelnen Gosastufen, mit Ausnahme der Ammoniten, eingehend untersucht werden.

Es zeigt sich, daß den Rudisten als Leitfossilien die größte Bedeutung zukommt. Vier rudistenführende Horizonte werden unterschieden, wobei für die hier zur Erörterung stehende Frage die Tatsache wichtig ist, daß im obersten Horizont, im Campan, die Rudisten nicht mehr riffbildend wie in den drei tieferen Horizonten, sondern nur noch in Einzelexemplaren auftreten.

Damit ist wieder ein Beweis für die nach oben zunehmende Verarmung der Fauna an mediterranen Formen gegeben, wie sie ganz allgemein für die Übergangsglieder zwischen Gosau und Flysch bezeichnend ist. Ferner besteht sehr große Übereinstimmung zwischen den Faunen von Campan und Maastricht der Gosauschichten einerseits, des Flysches und der helvetischen Kreide andererseits.

Auch Kühn gelangt zur Annahme einer im Maastricht ihr größtes Ausmaß erlangenden Transgression mit ziemlich gleichmäßiger Sedimentbildung, wie sie sich in den Inoceramenmergeln und Nierentaler Schichten zeigt. Diese sind noch Glieder der Gosauschichten, da sie aber auch außerhalb der Kalkalpen

in der Flyschzone auftreten, geht daraus die im Oberen gleichmäßige Ablagerung über Kalkalpen- und Flyschgebiet hervor.

Gegenüber den in der Zeit des unteren und mittleren Senons im allgemeinen noch starken petrographischen und faunistischen Unterschieden zwischen Gosau und Flysch wird im oberen Senon weitgehende Vereinheitlichung erreicht. Im einzelnen allerdings sind vielfach Unterschiede in der Art der Sedimente und ihrer Mächtigkeit vorhanden. Im östlichen Wienerwald z. B. sind die Nierentaler Schichten zwischen den Inoceramenmergeln und dem Glaukoniteozän nur als linsenförmige Einschaltungen bunter Mergelschiefer geringer Mächtigkeit ausgebildet, wie Friedl festgestellt hat, während sie in den Gosaubecken der Kalkalpen große Mächtigkeit und reiche Gliederung aufweisen. Im Gebiete der Weyerer Bögen erreichen sie mehr als 300 m, einschließlich der dort ausgeschiedenen Übergangsreihe zu den Zwieselalmschichten, die auf Grund der faunistischen Untersuchung von Kühn bereits in die Stufe des Dan gehören und durch ihre große Mächtigkeit, nach Loegters 750 m, die nach der Senonzeit ohne Unterbrechung andauernde Meeresherrschaft in diesem Gebiete beweisen. Petrographische Beschaffenheit: Kalk-Quarz-Phyllit-Breccien, Sandsteine und Mergel sowie die auf Grund der bis jetzt durchgeführten Untersuchungen festgestellte Fossilarmut deuten in gleicher Weise auf den Flyschcharakter dieser jüngsten Kreidesedimente, was ja schon von Bittner und Geyer seinerzeit angenommen wurde.

Ziemlich ähnlich ist im Becken von Gosau die Ausbildung von Nierentaler- und Zwieselalmschichten. Die von Weigel angegebenen Mächtigkeiten von 400 bzw. 250 m sind jedoch von denen im Weyerer Gebiete besonders für die Zwieselalmschichten sehr verschieden. In der Fossilarmut, vor allem an Makrofossilien, stimmen sie mit anderen Vorkommen überein.

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um die großen Unterschiede erkennen zu lassen, die schon auf verhältnismäßig geringe Entfernung vorhanden sind. Aus ihnen ist zu entnehmen, daß in dem gesamten Gebiete wiederholt tektonische Bewegungen stattfanden, deren Stärke und damit ihr Einfluß auf die Sedimentation und auf die Meeresausdehnung in den Teilgebieten sehr verschieden war. Für die gesamten Gosauschichten der Nordalpen zwischen Salzburg-Berchtesgadener Gebiet und Westrand des Wiener Beckens hat Kühn vier Gruppen unterschieden und ihre bezeichnenden Merkmale angegeben, woraus die schon während der ganzen Senonzeit im einzelnen wechselnde Entwicklung deutlich hervorgeht. So

ist es nicht überraschend, daß sich auch in der Zeit des obersten Senons und des Dans noch örtliche Verschiedenheiten ausbilden, wenn auch im ganzen die weitgehende Vereinheitlichung der Sedimentation auf Nachlassen stärker wirksamer tektonischer Vorgänge schließen läßt.

Diese tektonischen Bewegungen dürften vorwiegend in vertikaler Richtung vor sich gegangen sein, da intragosauische stärkere Faltungen und Lagerungsdiskordanzen in den Gosauschichten fehlen. Langsame Senkungen, in den Teilgebieten verschieden stark, sind nötig für die Bildung der wechselnd mächtigen Sedimentreihen, ebenso sind Senkungen der vorgosauisch entstandenen Kalkalpen nötig, um das Eindringen des Gosaumeeres in die Niederungen des Gebirgslandes zu ermöglichen. Im Verlaufe dieser während der Oberkreidezeit sich abspielenden Vorgänge werden allmählich die Höhenunterschiede geringer, die Sedimentation von größerem Material läßt nach, das Meer erreicht zunehmend weitere Ausdehnung, die zunächst lückenhafte Verbindung seiner Einzelteile wird, durch Abtragung und Senkung der noch vorhandenen Grundgebirgsrücken, in der obersten Kreidezeit vollständig, und dementsprechend werden Fauna und Sedimente wesentlich gleichartiger.

Gegenüber diesen Beweisen für engen räumlichen und faziellen Zusammenhang beider Fazies der Oberkreide sind allerdings auch Einwendungen erhoben worden. So hat F. E. Suess 1928 angenommen, daß die Sedimente des Flysches zur Gänze von einem kristallinen Grundgebirge stammen, daß Gesteine alpiner Herkunft im (österreichischen) Flysch fehlen und daß kein Ineinandergreifen und kein eigentlicher Übergang zwischen Gosau- und Flyschfazies der Oberkreide besteht. Auch Cornelius bezeichnet 1940 die Annahme, daß in den Weyerer Bögen die Gosau in den Flysch überginge, als nicht stichhältig.

Dazu ist zu bemerken, daß allerdings ein Teil der Flyschgesteine, vor allem die sogenannten exotischen Gerölle der im Flysch enthaltenen Konglomerate mit ihrer bunten Zusammensetzung aus den verschiedensten kristallinen und eruptiven Gesteinen sowie die aus deren Aufarbeitung entstandenen Sedimente aus dem kristallinen böhmischen und vindelizischen Vorland und Untergrund stammen wie auch die vom Buchdenkmal bei Weyer bis zum Waschberg nördlich Wien jetzt schon in größerer Zahl nachgewiesenen Granitscherlinge und -blöcke sehr verschiedener Größe, daß aber ein beträchtlicher Teil der Konglomerate und vor allem die Hauptmasse der Flyschsedimente zweifellos alpiner Herkunft ist.

Der Übergang von Gosau in Flysch aber ist schon an so vielen Stellen sicher nachgewiesen, z. B. auch südlich Gießhübl in einem jetzt wieder zugeschütteten Aufschluß, der bei den Arbeiten für die Autobahn entstanden war, daß an dem Bestehen dieses Überganges nicht mehr gezweifelt werden kann.

Der Südrand der Flyschzone ist weitaus vorwiegend durch eine Störungszone bezeichnet, an der die Kalkalpen wechselnd steil an und wechselnd weit über den Flysch geschoben sind. Eine Ausnahme besteht an der Traisen, zwischen Lilienfeld und Wilhelmsburg, wo Paul 1896 Flysch über den kalkalpinen Gesteinen feststellte. Auch in einigen anderen Gebieten ist Ähnliches zu sehen. Da aber im übrigen der normale Schichtverband nicht mehr erhalten ist, sind die Übergangsglieder zwischen Gosau und Flyschfazies nur noch teilweise erhalten oder fehlen gänzlich. Daraus darf aber nicht geschlossen werden, daß beide Faziesgebiete ursprünglich völlig voneinander getrennt waren und erst nach Absatz ihrer Sedimente durch entsprechende tektonische Vorgänge neben- und übereinander zu liegen kamen.

Aufgabe genauester lithologischer Untersuchung ist es, die primäre räumliche Anordnung verschiedener Faziesgebiete gleichen Alters und die zwischen ihnen liegenden Übergangsbildungen, soweit solche vorhanden sind oder waren, festzustellen. Dabei sind selbstverständlich auch die paläontologischen Befunde zu verwerten, da die Faunen und Floren von der Beschaffenheit der Sammelmulden und ihrer Umgebung, von der Art der Sedimentation und von einer Reihe anderer Faktoren, von denen hier nur das Klima erwähnt sei, abhängig sind. Änderungen dieser Faktoren führen zu Änderungen in der Organismenwelt, wofür das schon erwähnte Aufhören der Riffbildung der Hippuriten im Campan ein Beispiel ist.

In lithologischer Beziehung ist für die Gosaukreide in den höheren Stufen das Zurücktreten grober Sedimentation und ihr allmählicher, im einzelnen sprunghafter, auch durch Rückschläge unterbrochener Übergang zu feinkörnigen Sedimenten bezeichnend. Damit wird die Angleichung an die Art der Flyschsedimente stetig größer, vor allem aber treten Übergangsbildungen zu diesen stärker hervor und beweisen die vor dem Eintreten späterer tektonischer Umgestaltungen vorhandene, im Verlaufe der Zeit sich immer weiter entwickelnde und in der Maastrichtstufe im ganzen als vollständig zu bezeichnende Einheitlichkeit der Sedimentation und des Bildungsraumes.

Dieser Raum war zunächst, gegen Ende der vorgosauischen Orogenese, in der Hauptsache die nördliche Vortiefe der Kalkalpen,

die im Norden von dem vindelizisch-böhmischen Vorland begrenzt war. In derartige Sammelmulden wird Material für die Sedimente, je nach der orographischen Gliederung der Küstengebiete, zugeführt. Infolge der Längserstreckung des Flyschmeeres in der Richtung West-Ost wurde es vorwiegend von Norden und Süden mit Sinkstoffen beliefert. Da aber dieses Flyschmeer, selbst unter Berücksichtigung der späteren Faltung und Zusammendrängung der Flyschzone, doch nur eine verhältnismäßig geringe Breite hatte und dieser Raum noch durch die Grundgebirgsrücken gegliedert war, die ihrerseits lange Zeit hindurch groben Schutt und feinere Sedimente jeweils nach beiden Seiten und nach ihrer Zerlegung in Inselreihen nach allen Seiten lieferten, ist der Anteil an der Sedimentbildung im Flyschmeer im einzelnen sehr verschieden.

Dreierlei Liefergebiete sind so im Flysch vertreten. Daß dabei der orogene Charakter der Sedimente, vor allem in den älteren Stufen, überwiegt, ist die unmittelbare Folge der alpinen Gebirgsbildung nach der Unterkreidezeit, die durch Schaffung größerer Höhen in dem gesamten südlichen Vorland des Flyschmeeres zu einer gewaltigen Steigerung der Materialzufuhr in tiefere Regionen führte.

Im Alpengebiete selbst entstanden die örtlich mächtigen Breccien und Konglomerate der Gosaukreide mit Mischung von Kalkalpen- und Grundgebirgsbestandteilen, in die Vortiefe wurde vorwiegend Material geringerer Korngröße verfrachtet, aber auch dort kam es vielfach noch zur Bildung von Konglomeraten. Im Ausstrahlungsbereich der kristallinen Rücken trat die Mischung aus verschiedenem Material auf, wozu weiter gegen Nord noch solches aus dem nördlichen Vorland kam.

Scharfe Trennung ist nur ausnahmsweise möglich. Das gilt besonders für die feinkörnigen Sedimente, die in den oberen Stufen überwiegen. Die verschiedene Stärke tektonischer Vorgänge beiderseits des Flysch- und Gosaumeeres läßt aber den Schluß zu, daß die größere Sedimentmenge von den Alpen stammt, für die das Meer der Oberkreide zunächst die Vortiefe bildete, bis sich allmählich die durch Abtragung und Senkung des Alpengebietes ermöglichte Transgression über den Großteil der Kalkalpen ausdehnte.

Im Gesamtüberblick zeigt sich somit im ersten Abschnitt der Sedimentation der Gosauschichten die starke Abhängigkeit von den örtlich verschiedenen Bedingungen während im zweiten Abschnitt die Sedimente mehr und mehr gleichartig werden und schließlich fast völlig, auch faunistisch, mit denen des Flyschmeeres übereinstimmen.

Die Transgression der Oberkreidezeit, die im Cenoman begann und im Senon noch eine erhebliche Steigerung erfuhr, ist in den verschiedensten Gebieten nachzuweisen und stellt eine der ganz großen Transgressionen im Verlaufe der Erdgeschichte dar. Durch sie wurde ein sehr großer Teil von Europa überflutet, die vorher entstandenen Gebirgsländer verschwanden größtenteils wieder und ihre stark abgetragenen und eingeebneten, tektonisch gesenkten Rumpfe wurden ebenso wie ihre Vortiefen und Vorländer zu Meeresboden.

Für die nördlichen Kalkalpen und ihr Vorland läßt sich aus der Beschaffenheit der Gesteinsreihen, die aus den Sedimenten der Oberkreidezeit entstanden, die im einzelnen zunächst sehr wechselvolle Entwicklung feststellen. Sie wird im Laufe der Zeit durch zunehmende Ausschaltung der örtlichen Einflüsse immer einheitlicher, die Unterschiede zwischen Alpen- und Vorlandgebiet werden mehr und mehr ausgeglichen und die Sedimentation wird im Gesamtgebiete wesentlich gleichmäßiger und einförmiger.

Die Darlegungen über die engen Beziehungen zwischen Gosaukreide und Oberkreideflysch wurden veranlaßt durch eigene Untersuchungen in östlichen österreichischen Gebieten, die sich an die im bayrischen, tirolischen und salzburgischen Bereiche ausgeführten anschließen und sie erweitern auf den gesamten Raum der nördlichen Ostalpen und der sie begleitenden Flyschzone.

Über diese sind in den letzten 20 Jahren zahlreiche, vielfach auf sehr genauen Untersuchungen beruhende Arbeiten erschienen, von denen eine Auswahl der wichtigsten hier in Betracht kommenden verwertet wurde.

So hat sich allmählich aus dem zunächst scheinbar unvermittelten Nebeneinander der beiden Fazieszonen die Tatsache ergeben, daß schon seit Beginn der Oberkreidezeit die petrographisch und faunistisch im allgemeinen noch sehr unterschiedlichen Sedimente durch Übergangszonen miteinander in Verbindung standen und daß in der Folgezeit die Sedimentationsbedingungen im gesamten von der an Ausdehnung zunehmenden Transgression erreichten Gebiete wesentlich einheitlicher wurden.

Auch die Herkunft der sogenannten „exotischen Gerölle“ konnte weitgehend aufgeklärt werden. Ihre Ursprungsgebiete sind außer den südlichen und, in geringerem Ausmaß, nördlichen Küstendändern des Oberkreidemeeres, vor allem die am Boden des Meeres aufragenden kristallinen Rücken und Schwellen, deren früherer Bestand jetzt gleichfalls für das gesamte Gebiet nachgewiesen ist. Somit ist, unbeschadet aller für die restlose Lösung von Einzelfragen noch nötigen Untersuchungen, in stratigraphischer und

paläogeographischer Beziehung die Sachlage im wesentlichen geklärt in dem Sinne, wie ich es 1927 für den Westteil des Gebietes dargelegt habe.

### Literatur.

- Ampferer, Otto, Über das Verhältnis von Aufbau und Abtrag in den Alpen. Jb. Öst. Geol. Bundesanst. 73. 1923.
- Über die Verwendung der Schuttausstrahlung zur Erkennung von Gebirgsverschiebungen. Jb. Öst. Geol. Bundesanst. 74. 1924.
- Brinkmann, R., Zur Schichtfolge und Lagerung der Gosau in den nördlichen Ostalpen. Sitz. Ber. Preuß. Ak. d. Wiss. 1934.
- Die Ammoniten der Gosau und des Flysch in den nördlichen Ostalpen. Mitt. Geol. Staatsinst. 15. Hamburg 1935.
- Bericht über vergleichende Untersuchungen in den Gosaubecken der östlichen Nordalpen. Sitz. Ber. Ak. d. Wiss. Wien 1935.
- Gundlach, K., Loegters, H. und Richter, W., Mesozoische Epirogenese und Paläogeographie in den österreichischen Nordalpen. Geol. Rundschau 28. 1937.
- Cornelius, H. P., Zur Auffassung der Ostalpen im Lichte der Deckentheorie. Z. Deutsche Geol. Ges. 92. 1940.
- Diener, C., Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes. Wien und Leipzig 1903. (Hier auch die Arbeiten von Bittner, Fuchs, Fugger, v. Mojsisovics, Paul.)
- Friedl, K., Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone des östlichen Wienerwaldes. Mitt. Geol. Ges. Wien 13. 1920.
- Geyer, G., Über die Gosaubildungen des unteren Ennstales und ihre Beziehungen zum Kreideflysch. Verh. Österr. Geol. Reichsanst. 1907.
- Über die Schichtfolge und den Bau der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstale. Jb. Öst. Geol. Reichsanst. 59. 1909.
- Kober, L., Der geologische Aufbau Österreichs. Wien 1938.
- Kockel, C. W., Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. Mitt. Geol. Ges. Wien 15. 1922.
- Kossmat, F., Paläogeographie und Tektonik. Berlin 1936.
- Kraus, E., Der nordalpine Kreideflysch. Geol. u. Pal. Abh. 19. Jena 1932.
- Der bayrisch-österreichische Flysch. Abh. Bayr. Geol. Landesunters. Heft 8. 1932.
- Flyschähnliche Oberkreide auf den Kalkalpen. Z. Deutsche Geol. Ges. 93. 1941.
- Kühn, O., Zur Stratigraphie und Tektonik der Gosauschichten. Sitz. Ber. Österr. Ak. d. Wiss. Wien 1947.
- Leuchs, K., Geologie von Bayern. 2. Teil. Bayerische Alpen. Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands. Berlin 1927.
- Loegters, H., Oberkreide und Tektonik in den Kalkalpen der unteren Enns. Mitt. Geol. Staatsinst. 17. Hamburg 1937.
- Zur Geologie der Weyerer Bögen, insbesondere der Umgebung des Leopold-v.-Buch-Denkmal. Jb. Oberöst. Musealverein 87. Linz 1937.
- Richter, W., Sedimentpetrographische Beiträge zur Paläogeographie der ostalpinen Oberkreide. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 1937.
- Suess, F. E., Die Entstehung der Landschaft von Wien. Z. Deutsche Geol. Ges. 81. 1929.

Tercier, J., Sur l'extension de la Zone ultrahelvetique en Autriche. Ecl. Geol. Helv. 29. 1936.

Trauth, F., Über die tektonische Gliederung der östlichen Nordalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien 30. 1937.

Vetters, H., Erläuterungen zur geologischen Karte von Österreich und seinen Nachbargebieten. Wien 1937.

Weigel, O., Stratigraphie und Tektonik des Beckens von Gosau. Jb. Öst. Geol. Bundesanst. 87. 1937.

---