

**THEORETISCHES  
ZUR FAZIESVERTEILUNG IN DEN ALPEN.**

(EIN BEITRAG ZUR BEURTEILUNG DER DECKENTHEORIE.)

---

VON  
K. HUMMEL.

---

SONDER-ABDRUCK AUS DER  
ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT,  
BAND 71, JAHRGANG 1919, MONATSBERICHT Nr. 5—7.

---

**Theoretisches zur Faziesverteilung  
in den Alpen.**

**(Ein Beitrag zur Beurteilung der Deckentheorie.)**

**Von Herrn K. HUMMEL.**

---

Freiburg i. Br., den 17. März 1919.

Während der letzten zwei Jahrzehnte wurde die Alpengeologie von der Deckentheorie beherrscht. Niemand wird leugnen, daß die geologische Erforschung der Alpen dieser Theorie sehr viel zu verdanken hat. Sie hat es ermöglicht, den Bau des Gebirges unter einheitlichen Gesichtspunkten zu betrachten, dadurch wurde die Übersicht über die Mannigfaltigkeit des Vorhandenen sehr erleichtert. Ferner haben die großzügigen, fesselnden Leitgedanken der Deckentheorie den Eifer der Einzelforschung mächtig angeregt und dadurch die Kenntnis der Einzelheiten des Alpenbaus sehr gefördert. Aber infolge der Übertreibungen, die sich einzelne Anhänger der Deckentheorie zu schulden kommen ließen — ich erinnere nur an die phantastischen Profile, in welchen die Decken kilometerhoch über den jetzigen Bergspitzen und ebenso tief unter dem Meeresspiegel gezeichnet wurden — und ferner infolge der mechanischen Unwahrscheinlichkeiten, um nicht zu sagen Unmöglichkeiten, welche die Theorie in sich birgt, hat allmählich eine Reaktion gegen die Deckentheorie eingesetzt, die zu begrüßen ist, weil sie verhindern wird, daß sich eine gute Arbeitshypothese verwandelt in ein Dogma, welches der wissenschaftlichen Erkenntnis gefährlich zu werden begann. Viele der Einzelarbeiten der letzten Jahre haben sich darauf beschränkt, nachzuweisen, daß sich die Deckentheorie auch auf dieses oder jenes Stückchen der Alpen anwenden läßt. Alles, was nicht zu dieser Theorie paßte, wurde mehr oder weniger stillschweigend übergangen und die Grundlagen der Theorie wurden als unerschütterlich feststehend hingenommen. Die Reaktion gegen die Deckentheorie wird nun dazu führen müssen, deren Grundlagen nachzuprüfen. Besteht die Theorie diese Prüfung, wird sie

nachher um so gefestigter dastehen. Halten aber ihre Grundlagen der Nachprüfung nicht stand, dann wird es für den wissenschaftlichen Fortschritt nur von Vorteil sein, wenn man die Theorie sobald als möglich „historisch“ werden läßt.

Die Deckentheorie hat eine tektonische und eine stratigraphische Hauptgrundlage. Zunächst stützt sie sich auf die Erkenntnis, daß vielerorts in den alpinen Gebirgen große Überfaltungen und Überschiebungen vorhanden sind. Zur eigentlichen Deckentheorie (d. h. zu der Annahme, daß große, jetzt nördlich der Zentralmassive liegende Sedimentmassen von deren Südseite stammen und erst durch Deckenschub nach Norden gekommen sind) kommt man aber erst, wenn man diese Erkenntnis mit der stratigraphischen Tatsache verknüpft, daß innerhalb der Alpen einerseits an vielen Stellen gleichaltrige, aber faziell verschiedene Sedimente nahe beieinander, aber in tektonisch getrennten Gebirgstteilen vorkommen, während andererseits an weit voneinander entfernt liegenden Stellen sich dieselbe Fazies wiederholt. Die erste dieser Tatsachen könnte man leicht ohne die Deckentheorie erklären; denn ein Fazieswechsel auf kurze Entfernung ist durchaus nichts Seltenes. Die zweite Tatsache dagegen erklärt die Deckentheorie recht einleuchtend, indem sie annimmt, daß die isopischen, jetzt in getrennten Gebieten vorgefundenen Sedimente ursprünglich isotopisch waren und in zusammenhängenden, dem Streichen des jetzigen Gebirges parallel verlaufenden Zonen gebildet wurden. Erst bei der Gebirgsbildung sollen dann diese langgestreckten Fazieszonen als Deckensysteme übereinander geschoben und durch die spätere Erosion die Sedimente der ursprünglich einheitlichen Faziesbezirke in örtlich getrennte Stücke aufgeteilt worden sein.

Die tektonischen Grundlagen der Deckentheorie sind schwer angreifbar. Denn die Tatsache, daß Überschiebungen in den alpinen Gebirgen vorkommen, läßt sich nicht abstreiten. Doch überschreiten die tatsächlich sichtbaren Überschiebungen, z. B. die unbestreitbar nachgewiesenen Deckenbildungen des helvetischen Faziesbezirks, nirgends mittlere Ausmaße, und man braucht daraus nicht notwendig auf solch gewaltige Deckenschübe zu schließen, wie LUGÉON, TERMIER usw. sie annehmen. Zudem kann man manche tektonische Erscheinungen, die man jetzt als Beweise von weitreichenden Überschiebungen ansieht, vielleicht auch auf andere Weise deuten, ich erinnere nur an

die Arbeiten von MYLIUS<sup>1)</sup>. Und wenn auch dessen Theorie der mehrseitigen kurzen Schübe und der Drehung der Kraft- richtung mancherlei Gezwungenes an sich haben mag, so weiß ich doch nicht, ob sie mehr mechanische Unwahrscheinlichkeiten in sich birgt als die Annahme der Deckentheorie, daß ganze Serien von flächenhaft recht großen, aber verhältnismäßig dünnen Schichtpaketen nacheinander die ganze Breite der Alpen überquert haben, ohne dabei vollkommen den inneren Zusammenhalt zu verlieren. Wenn man aber auch im Gegensatz zu MYLIUS anerkennen will, daß die in den Alpen vorhandenen Überschiebungen das Ausmaß von 5—6 km oft recht wesentlich überschreiten, und in der helvetischen Zone scheint mir dies unzweifelhaft der Fall zu sein, so braucht man damit noch lange nicht zur eigentlichen Deckentheorie, zur Herleitung der Decken von jenseits der Zentralmassive, zu kommen, sofern es gelingt, die der Deckentheorie zugrunde liegenden Faziesverhältnisse auf andere Weise ebenso einleuchtend zu erklären. Es scheint mir dafür zwei Wege zu geben, deren Gangbarkeit untersucht werden muß.

Zunächst kann man behaupten und zu beweisen suchen, daß das, was die Deckentheoretiker für isopisch halten (es handelt sich dabei vor allem um das Verhältnis der Fazies der Klippen bezw. der nördlichen Ostalpen zu der Fazies der Südalpen), tatsächlich heteropisch ist und deshalb auch nicht isotopisch gewesen zu sein braucht. So haben u. a. FRECH<sup>2)</sup> und DEECKE<sup>3)</sup> versucht, eine nähere Verwandtschaft der Klippenfazies mit der germanischen Fazies nachzuweisen, auch MYLIUS zielt in ähnlicher Richtung. Bei all diesen Versuchen steht jedoch letzten Endes Ansicht gegen Ansicht; denn wenn die Klippenfazies nicht genau mit der süd- bzw. ostalpinen Fazies übereinstimmt, so ist sie doch ebenso sicher recht verschieden von der germanischen Fazies. Sicherheit können all diese Versuche erst dann erhalten, wenn uns einmal durch Bohrungen der mesozoische Untergrund des schweizerischen und baye-

---

<sup>1)</sup> H. MYLIUS: Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen. München 1912/13.

— Derselbe: Berge von scheinbar ortsfremder Herkunft in den bayerischen Alpen. Landeskundl. Forschungen, herausgeg. v. d. Geograph. Ges. in München, Heft 22.

<sup>2)</sup> F. FRECH: Die Trias der Zentralalpen und der Lombardei (Lethaea geognostica, II, 1, 3. Abt., Kap. V).

<sup>3)</sup> W. DEECKE: Die Trias der Schweizer Alpen und damit zusammenhängende Fragen. Centralblatt 1917, 1.

rischen Molasselandes genauer bekannt sein wird. Allerdings scheint es mir ein schwacher Punkt der Deckentheorie zu sein, daß die gewaltigsten Deckenbildungen, die isoliertesten Klippen, gerade in den Gegenden liegen, in denen wir wenig oder nichts vom mesozoischen Untergrund des unmittelbaren Vorlandes wissen, während an anderen Stellen, wo die Fazies des Vorland-Mesozoikums besser bekannt ist, z. B. im südlichen Teil der Westalpen, das Ausmaß der von den Deckentheoretikern angenommenen Überschiebungen bedeutend geringer ist. Zwar zeichnet TERMIER auch für diese Gegenden einige das ganze Gebirge überquerende, weit nach Westen reichende Decken, diese schweben aber völlig in der Luft; es sind keine Zeugenklippen von ihnen erhalten, diese Decken sind also äußerst hypothetisch.

Aussichtsreicher als dieser erste, von FRECH, DEECKE, MYLIUS usw. beschrittene Weg scheint mir ein anderer Weg zu sein, der die Faziesverteilung in den Alpen ohne Deckentheorie zu erklären gestattet, ohne daß es nötig wäre, die von den Anhängern der Deckentheorie festgestellten faziellen Ähnlichkeiten zwischen Nord- und Südalpen usw. anzuzweifeln. Es scheint mir nämlich die Möglichkeit vorzuliegen, daß die isopischen Sedimente, welche wir in den verschiedenen Teilen der Alpen finden, niemals isotopisch gewesen sind, wie dies die Deckentheorie annimmt, sondern daß sich in verschiedenen Bildungsräumen gleichartige oder ähnliche Sedimente gebildet haben, während sich gleichzeitig in zwischenliegenden Zonen andersartige Sedimente niederschlugen. Zwar dürfte es sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein, einen exakten Beweis für diese Annahme zu erbringen, da die Feststellung von Übergängen sehr erschwert wird durch die mannigfachen tektonischen Störungen, welche wir aus weiter unten zu erörternden Gründen in besonderer Stärke gerade an den Faziesgrenzen erwarten dürfen. Der jetzige Stand unserer Kenntnisse gestattet jedenfalls einen derartigen unmittelbaren Beweis noch nicht. Trotzdem scheint es mir nicht überflüssig zu sein, sich mit dieser Möglichkeit zu befassen; denn da in der letzten Zeit fast jede Einzelarbeit in den Alpen im Banne der Deckentheorie stand, so ist vielleicht manche Tatsache, welche auf derartige Möglichkeiten hinweisen könnte, der Beobachtung oder Beachtung entgangen, weil man eben überhaupt nicht mit solchen Möglichkeiten rechnete. Weitere Arbeiten könnten also recht wohl Tatsachenmaterial

beibringen, durch welches meine Annahme unmittelbar gestützt wird. Ich selbst kann derartiges Tatsachenmaterial zunächst noch nicht beibringen und habe mir daher auch nur das Ziel gesetzt, mittelbar auf Grund von Analogieschlüssen die Möglichkeit zu beweisen, daß sich isopische Sedimente gleichzeitig in verschiedenen, durch Gebiete anderer Fazies getrennten Bezirken bilden können. Ich will also Beispiele für solche Fälle beibringen aus tektonisch weniger gestörten Gebieten, wo die gegenseitige Lage der Fazies durch Deckenschub nicht verändert wurde.

Als besondere Fazies allgemeinsten Art muß man die Eruptivgesteine ansehen. Bei diesen ist die Tatsache, daß sie sich in verschiedenen Bezirken unabhängig voneinander in völlig gleicher „Fazies“ bilden können, so selbstverständlich, daß ich dies hier gar nicht zu erwähnen hätte, wenn nicht auch Eruptiva bei der Identifizierung der verschiedenen Deckensysteme eine Rolle spielen würden; ich erinnere an die basischen Gesteine der leontinischen Decken. Daß wir diese Gesteine jetzt an vielen Stellen finden, wo keine Eruptionen mehr zu sehen sind, das beweist noch lange nicht, daß diese Gesteine völlig wurzellos und „exotisch“ sind. Denn die vulkanischen Magmen vermögen auf verhältnismäßig sehr kleinen Gängen und Spalten nahe an alten tektonischen Linien emporzudringen; bei der nachfolgenden Überfaltung und Schuppung wurden hauptsächlich diese älteren tektonischen Störungszonen so zerdrückt und verändert, daß jetzt nichts mehr die alten Eruptionen erkennen läßt.

Für alle kristallinen Schiefer gilt in etwas beschränkterem Maße dasselbe wie für Eruptivgesteine. Die Metamorphose verwischt zwar nicht alle primären Gesteinsunterschiede, aber sie vereinheitlicht doch im allgemeinen den Typus, so daß unschwer in getrennten Gebieten vollkommen gleiche Fazies entstehen können. Auch sie dürfen daher zur Feststellung früherer örtlicher Zusammenhänge nach der Methode der Deckentheorie nur sehr mit Vorsicht benützt werden.

Ebenso erübrigt es sich, besondere Beispiele dafür anzuführen, daß sich terrestrische, und überhaupt kontinentale Bildungen in getrennten Bezirken in durchaus gleicher Fazies wiederholen. Die Bildungen der alten Kontinente fast aller Epochen und Gegenden sehen sich oft zum Verwechseln ähnlich und lassen

sich nur durch ihren Fossilgehalt unterscheiden. Dies gilt insbesondere auch für alle salinaren Bildungen — bestehen doch bei den Salzablagerungen der indischen Salzkette Zweifel darüber, ob sie zum Cambrium oder zum Tertiär zu rechnen sind! Salzbildungen, Gipse, Rauchwacken u. dgl. dürfen daher niemals zum Beweis für ursprüngliche Isotopie jetzt örtlich getrennter Ablagerungen dienen. Trotzdem spielen die salinaren Bildungen der alpinen Trias eine wichtige Rolle bei der Vergleichung nord- und südalpiner Sedimente.

Auch bei Riffbildungen sollte man eigentlich nach allem, was uns die heutige Verbreitung der Korallenriffe lehrt, nicht erwarten, daß man sie als Beweis für die frühere räumliche Zusammengehörigkeit jetzt getrennter Gebiete benützen könnte. Da sie aber in der für unsere Betrachtung besonders wichtigen ost- und südalpinen Fazies eine so hervorragende Rolle spielen, habe ich sie bei der Zusammenstellung meiner Beispiele nicht völlig ausgeschieden.

Es bleiben nun die normalen, d. h. geschichteten marinen Sedimente aller Art. Bei diesen ist der Gedankengang, daß gleichartige und gleichaltrige Sedimente in einem zusammenhängenden Bezirk gebildet wurden, am nächsten liegend. Aber auch hier sollte eigentlich schon eine ganz einfache, altbekannte Tatsache zu der Erkenntnis führen, daß es nicht notwendig so sein muß. Wir finden nämlich vollkommen übereinstimmende, sich nur durch die verschiedenaltrige Fauna unterscheidende Faziesbildungen in verschiedenen Formationen an verschiedenen Orten. Ich erinnere an die Ähnlichkeit zwischen manchen unterdevonischen Hercynkalken und den Hallstätterkalken der alpinen Trias<sup>4)</sup>. So gleicht ferner die südwestdeutsche Hauptrogenstein fast völlig dem Oolith des Barrêmeiens und oberen Hauteriviens des Neuenburger Jura. Beispiele dieser Art könnten noch in großer Zahl gefunden werden. Wenn nun aber gleichartige Fazies sich zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Orten bildeten, so ist nicht einzusehen, warum sie sich nicht auch zu gleicher Zeit an verschiedenen Orten bilden können. Die Ähnlichkeit muß dann entschieden noch größer werden als bei verschiedenaltrigen Bildungen, weil ja auch die Fauna ungefähr dieselbe sein wird. Und wenn wir nun noch annehmen, daß die Bildungs-

---

<sup>4)</sup> Vgl. FRECH: *Lethaea palaeozoica*, 2. Bd., S. 133.

räume zwar getrennt, aber in nicht allzu großer Entfernung voneinander liegen, wie dies bei den hypothetischen Bildungsräumen der ost- bzw. südalpinen Fazies der Fall wäre, so sind die Momente, welche zur gegenseitigen Übereinstimmung der Fazies auch während längerer geologischer Zeiträume führen können, noch bedeutend vergrößert. Denn man darf dann annehmen, daß der vertikale (d. h. zeitliche) Wechsel der Sedimentation in beiden Räumen gleichartig beeinflußt wird durch tektonische Bewegungen, welche entweder den gesamten alpinen Sedimentationsraum überhaupt oder aber die trennende, beiden Räumen benachbarte Mittelzone betreffen. Kommt man so schon durch allgemeine Überlegungen zu dem Ergebnis, daß eine Faziesverteilung, welche die alpinen Faziesverhältnisse ohne Deckentheorie zu erklären gestattet, theoretisch durchaus möglich ist, so sollen die folgenden Beispiele zeigen, daß solche oder doch ähnliche Fälle der Faziesverteilung in den uns bekannten sedimentären Schichten gar nicht allzu selten wirklich vorkommen.

Die Beispiele habe ich auf Grund von Literaturangaben, meistens an Hand von HAUGS „Traité de Géologie“, zusammengestellt. Die fazielle Beschaffenheit eines Gesteins läßt sich oft nur durch den Augenschein mit Sicherheit beurteilen, Literaturangaben lassen ungewiß, ob es sich tatsächlich um gleiche Fazies handelt, wenn die Vergleichspunkte nicht unmittelbar betont werden. Es ist daher möglich, daß ich im einen oder anderen Fall nicht vollkommen gleichwertige Sedimente zueinander in Beziehung gebracht habe. Da dies aber sicher nicht für alle im folgenden aufgeführten Fälle zutrifft, so kann das Ergebnis meiner Untersuchung durch diese Überlegung nicht wesentlich beeinflußt werden, zumal ich es für wahrscheinlich halte, daß die Beispielsreihe nicht vermindert, sondern im Gegenteil erheblich vermehrt würde, wenn die oben angeführten Schwierigkeiten bezüglich der Beurteilung der Faziesverhältnisse auf Grund von Literaturangaben nicht beständen. Denn in sehr vielen Fällen verstecken sich gleichartige oder sehr ähnliche Faziesbildungen in getrennten Gebieten unter verschiedenen Lokalnamen.

Häufigen Fazieswechsel findet man im Silur des nördlichen Europa. Man geht wohl nicht fehl, wenn man diese Tatsache mit der beginnenden kaledonischen Ge-

birgsbildung in Zusammenhang bringt. Mit der Annäherung an diese Gebirgszone wächst überall der Anteil des terrigenen Materials an der Sedimentation, zugleich wächst aber auch die Mächtigkeit der Sedimente. Dies weist darauf hin, daß wir in der Gebirgszone sowohl festes Land als auch besonders tiefe, oder vielmehr andauernd sich vertiefende marine Senken hatten. Für die Art, wie die Faziesbildungen im Silur von Jemtland ineinandergreifen, ist eine von WIMAN<sup>5)</sup> gegebene Karte recht lehrreich. Allerdings ist diese Karte eine Verquickung einer Fazieskarte mit einer Altersstufenkarte, und sie gibt daher ein übertriebenes Bild vom Ineinandergreifen der Faziesbezirke. Tatsache aber scheint mir jedenfalls zu sein, daß wir im Untersilur von Jemtland starken Fazieswechsel haben und daß die Faziesgrenzen durchaus nicht geradlinig und keineswegs parallel dem jetzigen Gebirgsstreichen verlaufen. Zwar ist dieses Silurgebiet von Jemtland insofern für meine Zwecke nicht besonders beweiskräftig, als einige Autoren das Ineinandergreifen der Fazies auch dort auf Deckenschübe zurückführen wollen. Daß die großen Quarzitmassen, namentlich der Vemdalsquarzit und der Strömsquarzit, mehr oder weniger stark überschoben sind, steht fest. WIMAN glaubt jedoch an Überschiebungen von nur geringem Ausmaß, und auch HÖGBOHM<sup>6)</sup> hält die oben genannten Quarzite für nur von „minor thrusts“ (im Vergleich zu der großen Hochlandüberschiebung) beeinflusst, und die weiter westlich gelegene Quarzitreihe (Oviksfjällen, Föllinge) hat er in seiner Karte (Taf. 8) sogar als unmittelbar autochthon eingezeichnet. Dann kommt man aber unbedingt zu einem recht starken Fazieswechsel, mindestens zu einem stark bucht-förmigen Eingreifen der normalen untersilurischen Fazies zwischen die Quarzitfazies in der Gegend des Storsjös. Auf keinen Fall kann WIMANS Fazies der gebankten Schiefer (nördlich von Oviksfjällen) und die Fazies des Quarzits mit *Phacops elliptifrons* (Offerdal) durch Überschiebung gedeutet werden. Die Entstehung des letzteren möchte WIMAN vielleicht auf das Vorhandensein von Inseln im Silurmeer zurückführen. Ebensolche Annahmen kann man aber dann ebenso gut für die anderen, größeren Quarzitmassen machen.

---

<sup>5)</sup> C. WIMAN: Kambrisch-silurische Faziesbildungen in Jemtland. Bull. Geol. Inst. Upsala, Bd. III, 1897, Taf. VII.

<sup>6)</sup> A. G. HÖGBOHM: Studies in the post-silurian thrust region of Jemtland. Geol. Fören. Stockholm Förhandl., Bd. 31, 1909, S. 289.

Von irgend einer Küste müssen diese Sandmassen unbedingt gekommen sein. Ist es nun wahrscheinlich, daß diese Küste oder dieses Inselgebirge, wenn es auch im allgemeinen dem Streichen des jetzigen Gebirges parallel verlief, vollkommen geradlinige Begrenzungen hatte? Ist es nicht viel natürlicher, anzunehmen, daß es sich um eine mannigfach gegliederte Küstenlinie handelte? Dann braucht die ursprüngliche Faziesverteilung gar nicht wesentlich von der jetzigen verschieden gewesen zu sein. Daß die mächtigen Quarzitmassen sich tektonisch anders verhielten als die normalen Silurschichten, und daß sie daher mehr oder weniger auf ihre Umgebung hinaufgeschoben wurden, das ist ja natürlich. Auch der angeblich einen Raum von 140 km überquerende Deckenschub der skandinavischen Hauptschubmasse mit ihrer nochmals andersartigen Silurfazies (Kölschiefer usw.) läßt sich vielleicht (ich betone, daß ich hier nur von theoretischen Möglichkeiten spreche) auf verhältnismäßig viel geringere randliche Überschiebungen umdeuten, wenn man annimmt, daß die ursprünglichen Faziesgrenzen keine geraden Linien waren, sondern ungefähr den jetzigen Überschiebungsrandern parallel verliefen. Die Gebiete, wo wir jetzt die Hochlandsfazies des Cambriums und Silurs entwickelt sehen, lassen sich als mehr oder weniger abgeschlossene, allmählich sich vertiefende Meeresbecken innerhalb eines Inselgebirges auffassen. Die präcambrischen Gesteinsmassen der Überschiebungsdecke waren dagegen vielleicht teilweise überhaupt niemals von silurischen Sedimenten bedeckt, sondern bildeten die Landmassen, von denen das Material der silurischen Quarzite herkam. Wir sehen jetzt freilich nirgends mehr unmittelbare Küstenbildungen des Silurmeers am Rande dieser hypothetischen Inseln; die Litoralbildungen wurden wieder abgetragen oder von der Überschiebung verdeckt. Auch wenn wir jetzt ein solches präcambrisches Massiv ringsum von Überschiebungsflächen begrenzt finden, so schließt dies nicht aus, daß die Hauptmasse des Massivs trotzdem autochthon ist; denn es kann sich um randliche Überschiebungen kleineren Ausmaßes handeln. Man muß dann allerdings, in ähnlicher Weise wie ROTHPLITZ oder MYLIUS, annehmen, daß der Schub nacheinander in verschiedenen Richtungen wirkte. Dies ist gerade für das kaledonische Gebirge insofern nicht ganz unwahrscheinlich, als es ja feststeht, daß der Hauptschub in Skandinavien in anderer, entgegengesetzter Richtung ging als in Schottland.

Daß gerade die alten Küstenlinien zu Überschiebungslinien wurden, ist nicht verwunderlich; denn dafür sprechen sowohl mechanische (Starrheit des alten Massivs gegenüber den biegsameren jüngeren Sedimenten), als auch tektonische Gründe (Wiederaufleben der tektonischen Linien, welche ursprünglich die Bildung der Küste veranlaßten).

Ein kleineres Beispiel von inselförmiger Entwicklung einer tektonisch bedingten Fazies haben wir im Untersilur von Locknesjön in Jemtland. Es ist der sogenannte Lof-tarsten, eine detritogene Einlagerung im Orthocerenkalk. WIMAN<sup>7)</sup> hat nachgewiesen, daß diese rings von normalem Orthocerenkalk umschlossene Fazies an das Vorhandensein von tektonischen Störungen und das Aufragen von Grundgebirgsinseln im Silurmeer geknüpft ist. Dieses Vorkommen dürfte, in verkleinertem Maßstabe, eine Parallele bilden zu manchen Sedimenten der lepontinischen Fazies in den Alpen.

W. W. WATTS<sup>8)</sup> ist der Ansicht, daß das Untersilurmeer Englands kein offenes Meer war, sondern ein vulkanischer Archipel. Diese Angabe bezieht sich vor allem auf das außerhalb, südöstlich der kaledonischen Geosynklinale gelegene Gebiet. Da aber die terrigenen Sedimente der Geosynklinale beweisen, daß sie im allgemeinen in größerer Landesnähe gebildet wurden als die kalkreicheren Sedimente der südöstlichen, neritischen Fazies, darf man vermuten, daß das Gebiet der Geosynklinale ebenfalls Archipel-Charakter hatte. Wohl sind die Sedimente der Geosynklinale im allgemeinen bathyal, aber sie sind zugleich terrigen. Diese Verhältnisse scheinen mir die Richtigkeit von DEECKES<sup>9)</sup> Ansicht zu beweisen, daß die Geosynklinale keine einfachen Mulden, sondern Gebiete großer Höhenunterschiede und starker Krustenschwankungen sind, in denen inselförmige Landmassen und große Meerestiefen, bzw. rasch einsinkende, von mächtigen Sedimentmassen erfüllte Becken nahe beieinander liegen. Ein modernes Beispiel für

---

<sup>7)</sup> C. WIMAN: Eine untersilurische Litoralfazies bei Locknesjön in Jemtland. Bull. Geol. Inst. Upsala, Bd. IV, 1898, S. 133.

<sup>8)</sup> Handbuch der regionalen Geologie, III, 1, The British Isles, S. 74.

<sup>9)</sup> W. DEECKE: Die alpine Geosynklinale. Neues Jahrb., Beil. 33, 1912. S. 831—858.

solche Verhältnisse ist der hinterindische Archipel, insbesondere die Gegend der Molukken.

Im Devon bietet die Verteilung der kalkigen Fazies des Unterdevons, des sog. Hercyns, ein gutes Beispiel für die Wiederholung vollkommen gleicher Fazies in verschiedenen, voneinander getrennten Bezirken. Wir haben ein zusammenhängendes Gebiet dieser Fazies im Osten (Böhmen, Ostalpen). Außerdem finden wir petrographisch wie faunistisch sehr ähnliche Sedimente vereinzelt weit ab von diesem geschlossenen Gebiet, nämlich im Harz, an der Lahn, im Kellerwald, in Südfrankreich usw.

Bemerkenswert ist es, daß die eigenartige, strichweise Verbreitung des Hercyns sich bei den faziell recht ähnlichen Hallstätter Kalken wiederfindet.

Diese typische Fazies, welche auch in der Deckentheorie eine wichtige Rolle spielt, soll sich nach HAUG<sup>10)</sup> in zwei Geosynklinalen gebildet haben, die durch eine im Gebiet der jetzigen Adria gelegene Geantiklinale getrennt waren. Wenn diese Fazies sich in zwei nur lose zusammenhängende Geosynklinalen bilden konnte, so ist nicht einzusehen, warum sich gleichartige Schichten nicht noch in einer dritten, nördlich der Zentralalpen gelegenen Geosynklinale gebildet haben sollen.

Eine ähnliche Wiederholung einer Cephalopodenfazies in zwei durch eine Geantiklinale getrennten Geosynklinalen beobachten wir im Lias von Italien<sup>11)</sup>. In Ligurien (Spezia) einerseits und im Süden von Toskana (Monte Cetona) sowie im westlichen Sizilien andererseits ist der Lias in bathyaler Cephalopodenfazies entwickelt, in den Apuaner Alpen dagegen und im östlichen Sizilien und Calabrien findet sich neritische Brachiopodenfazies. Für wichtig halte ich es, daß die Grenzen dieser Faziesbezirke nicht mit dem jetzigen Gebirgstreichen parallel laufen. HAUG stellt zwar (S. 985) eine derartige Parallelität fest; diese bezieht sich aber nur auf den Verlauf einzelner Ketten, nicht auf die Gesamtrichtung des Apennin, denn diese ist NW—SO, während HAUG selbst N—S als die Streichrichtung der liassischen Synklinalen angibt und die Synklinale von Toskana mit derjenigen von Westsizilien verbindet. Dies berechtigt zu der Annahme, daß auch die

10) *Traité de géologie*, 1937, S. 897.

11) *Traité de géologie*, 1937, S. 952 u. 984.

alpinen Faziesgrenzen stellenweise quer zum Gebirge verlaufen.

In den französisch-italienischen Alpen nimmt HAUG<sup>12)</sup> für den Lias ebenfalls zwei N—S streichende Geosynklinale an, die durch die Geantiklinale des Briançonnais getrennt werden. Sowohl in der westlichen Synklinale der Dauphiné, als auch in der östlichen des Piemont bilden sich Tonschiefer von großer Mächtigkeit; in beiden haben wir also ungefähr dieselbe Fazies. Denn die Eruptiva, durch welche sich die liassischen Gesteine der östlichen Synklinale von denen der westlichen unterscheiden, kann ich nicht als Charakteristikum der marinen Fazies betrachten. Eine ähnliche Faziesverteilung wie im Lias herrscht nach HAUG in diesen Gegenden noch während des ganzen Jura.

Ein sehr typisches Beispiel für die Wiederholung einer ganz fest umschriebenen Fazies in weit getrennten Gebieten haben wir in den Grauen Kalken des oberen Lias, die nach den Feststellungen von G. BOEHM<sup>13)</sup> sowohl in Venetien, als auch in Nordfrankreich, im Dpt. Sarthe, auftreten.

Der neritische Dogger des südwestlichen Frankreich wiederholt sich in ähnlicher fazieller Ausbildung am Nordrande der iberischen Meseta, während in der zwischenliegenden Pyrenäen-Geosynklinale eine vollkommen andere, eine bathyale Doggerfazies vorkommt.

Im Malm sind in der Umgebung des Schwarzwalds und der Vogesen einerseits und am Morvan andererseits recifale Bildungen entwickelt; in der zwischenliegenden Senke fehlen die Riffe, es bildeten sich dort ähnliche Sedimente wie in Schwaben jenseits der alten südwestdeutschen Massive.

Beispiele kleineren Maßstabs zeigt die Entwicklung des Malms westlich von Genf. Das etwa 10 km lange und 5—6 km breite Kimmeridge-Riff von Valfin<sup>14)</sup> liegt inmitten gleichaltriger Schichten von anderer, geschichteter Fazies. Etwas kleinere Riffinseln finden sich nordöstlich und südwestlich davon. Der Übergang vom

---

<sup>12)</sup> HAUG: *Traité de géologie*, 1907, S. 973.

<sup>13)</sup> G. BOEHM: Die Fazies der grauen Kalke von Venetien, im Département Sarthe. *Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges.* 1887.  
— Derselbe: Über die Fauna der Schichten mit *Durga* im Département Sarthe. *Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges.*, Bd. 40, 1888.

<sup>14)</sup> HAUG: *Traité de géologie*, 1907, S. 1062.

Riff zur geschichteten Fazies vollzieht sich auf verhältnismäßig sehr kurze Entfernung. Bei tektonischer Beanspruchung würden sich die Riffkalke höchst wahrscheinlich aus mechanischen Gründen anders verhalten als die geschichtete Fazies. Also auch wenn die Riffe nicht ohnehin von alten tektonischen Linien, die wieder aufleben könnten, begrenzt werden, so würden tektonische Trennungslinien jedenfalls am leichtesten an der Grenze der beiden Fazies entstehen. Wie leicht könnte also durch stärkere gebirgsbildende Bewegungen in dieser Gegend eine ganze Reihe von scheinbaren Klippen oder Fenstern mit ausgesprochen verschiedener Fazies in den verschiedenen tektonischen Elementen entstehen!

Die untere Kreide des südöstlichen Frankreichs<sup>15)</sup> bietet ähnliche Verhältnisse, wie ich sie oben vom Malm von Burgund angeführt habe, nur sind die Riffbildungen weniger deutlich mit alten Massiven verknüpft. In der Gegend südwestlich Grenoble einerseits und in der Basse Provence andererseits ist Urgonfazies vorhanden, in der zwischenliegenden, NW—SO streichenden „Fosse vocontienne“ finden sich nur bathyale Bildungen, die Urgonkalke fehlen. Ähnlich verlaufende Faziesgrenzen sind in diesem Gebiet später in Cenoman<sup>16)</sup> und Turon vorhanden, nur treten an Stelle der neritischen Urgonfazies allmählich (im Turon) kontinentale Bildungen, während sich in der Fosse vocontienne anstelle von bathyalen neritische Sedimente bilden. Wir haben hier also Konstanz der symmetrischen Anordnung der Faziesbezirke auf beiden Seiten der Fosse vocontienne während eines recht langen geologischen Zeitraums. Die Lage der Faziesgrenzen schwankt während dieser Zeit allerdings in gewissem Maße, aber namentlich die Nordgrenze der Fosse bleibt nahezu an derselben Stelle.

Zur unteren und mittleren Kreide gehört auch das Beispiel, welches mir die erste Veranlassung zu diesen Betrachtungen gegeben hat. Im Albien und Cenoman des Ardennen-Departements sind drei Faziesbezirke vorhanden, welche folgende Profile aufweisen<sup>17)</sup>:

---

<sup>15)</sup> HAUG: Traité de géologie. 1907. S. 1188.

<sup>16)</sup> HAUG: Traité de géologie, 1907. S. 1250 und 51. ...

<sup>17)</sup> BARROIS: Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes. Annales de la Société géol. du Nord, Bd. V, 1878, S. 227.

1. Nordwestlicher Bezirk, Gegend Rozoy-Liart:

Grünsand der *Pecten asper*-Zone.

Gaize de Marlemont (Zone der *Schloenbachia inflata*).

Sables grossiers de Liart (Glaukonitischer Quarzsand, Albien mit *Douvilléceras mammillare*).

Stellenweises Vorkommen von Aptien.

2. Mittlerer Bezirk, südlich des Malacquoise-Baches, bis in die Gegend von Attigny:

Grünsand  
Marne de Givron } *Pecten asper*-Zone.

Zone der *Schloenbachia inflata* fehlt oder ist durch geringmächtige Tonablagerung vertreten.

Gaize de Draize (Albien mit *Douvilléceras mammillare*).

3. Südöstlicher Bezirk, Argonnen:

Grünsand der *Pecten asper*-Zone.

Gaize de l'Argonne (Zone der *Schloenbachia inflata*).

Gaultton (Albien mit *Hoplites interruptus*).

Grünsand (Albien mit *Douvilléceras mammillare*).

Stellenweises Vorkommen von Aptien.

Diese drei Profile zeigen, daß während des ganzen Albians und Cenomans die fazielle Entwicklung im nordwestlichen und südöstlichen Bezirk nahezu vollkommen übereinstimmt. Der einzige erhebliche Unterschied ist das Fehlen des Gaulttons im Nordwesten. Dieser Ton nimmt jedoch schon im nördlichen Teil der Argonnen erheblich an Mächtigkeit ab. Der mittlere Bezirk dagegen hat eine vollkommen andere fazielle Entwicklung, nur die oberste Stufe, der cenomane Grünsand, stimmt mit den beiden benachbarten Bezirken überein. Die Nordgrenze des mittleren Faziesbezirks ist sehr scharf; sie verläuft für alle Stufen etwa im Tal des Malacquoise-Baches. Die Südgrenze ist nicht ebenso scharf zu ziehen, da die einzelnen Faziesstufen etwas übereinandergreifen; der allgemeine Verlauf der Faziesgrenze stimmt aber in seinem Streichen mit der nördlichen Grenze überein. Die drei Faziesbezirke sind höchstwahrscheinlich tektonisch bedingt und gehen vermutlich auf eine schwache mesozoische Faltenbildung zurück, die sich posthum an die stärkeren paläozoischen

Falten der Ardennen und des Kohleengebirgs anschloß. Ob im Tal des Malacquire-Baches tektonische Störungen im jurassischen Untergrunde nachzuweisen sind, konnte ich nicht in Erfahrung bringen. Sicher sind aber solche Störungen an der südlichen Faziesgrenze vorhanden. Im Jura der Gegend von Semuy hat R. GRAHMANN bei seinen während des Krieges vorgenommenen Untersuchungen mehrere kleine Verwerfungen nachgewiesen. Ebenso stellte ich selbst in der Gegend zwischen Montgon und Le Chesne eine schwache, ONO streichende Flexur fest, so daß mir die tektonische Grundlage der Faziesgrenzen dort ziemlich sicher erwiesen zu sein scheint. Wenn nun in diesem Gebiet eine stärkere Gebirgsbildung einsetzte, würden mit aller Wahrscheinlichkeit die Hauptstörungslinien mit den Faziesgrenzen ungefähr zusammenfallen, zumal der Wechsel der Mächtigkeiten und der Gesteinsbeschaffenheit das Abreißen der Schichten an diesen Stellen begünstigt. Die jetzt feststellbaren Faziesübergänge würden also wahrscheinlich vollkommen verwischt werden, und es läge die Möglichkeit sehr nahe, daß der mittlere Faziesbezirk als eine tektonische Klippe oder als ein Fenster angesehen würde.

Am Rande des Rheintalgrabens finden wir überall die mitteloligozänen Küstenkonglomerate, denen in der Mitte des Grabens gleichaltrige Septarientone, Fischschiefer usw. entsprechen. DEECKE<sup>18)</sup> hat schon darauf hingewiesen, wie deckenähnliche Erscheinungen zustande kommen könnten, wenn Schwarzwald und Vogesen von beiden Seiten her etwas über den Rheintalgraben geschoben würden. Ich möchte noch darauf aufmerksam machen, daß man diese Küstenkonglomerate, ebenso wie den obenerwähnten silurischen Loftarsten ganz gut als eine tektonische Fazies bezeichnen könnte; denn sie finden sich im Rheintalgraben überall, wo durch tektonische Bewegungen eine oligozäne Küste geschaffen wurde. Wären inmitten des Rheintalgrabens größere Horste stehen geblieben, oder hätten sich ähnliche Gräben östlich oder westlich des Rheintalgrabens gebildet, so würden wir wahrscheinlich an all diesen Stellen ähnliche Konglomerate finden. Ich möchte diese Tatsache in Parallele setzen, nicht nur mit dem alpinen Flysch, sondern auch mit den Breccien der lepontinischen Fazies. Wir finden diese Fazies jetzt sehr häufig in be-

---

<sup>18)</sup> W. DEECKE: Die Trias der Schweizer Alpen und damit zusammenhängende Fragen. Centralblatt 1917, Nr. 1.

sonders stark gestörten Zonen, die „Decken“ sind zerquetscht und ausgewalzt. Die Deckentheorie führt dies auf die ostalpinen Massen zurück, die sich über die lepontinischen Decken hinwegwälzten. Warum wurden aber die helvetischen Decken nicht in derselben Weise zerquetscht und ausgewalzt, als sich die höheren Decken darüber hinwegbewegten? Liegt nicht die Vermutung nahe, daß die lepontinischen Breccien — und dasselbe gilt für den Flysch — nur strichförmige Bildungen an tektonischen Störungslinien sind, daß sie ebenfalls als tektonische Fazies zu betrachten sind? Sie können sich dann in durchaus ähnlicher Ausbildung mehrmals innerhalb des Alpenkörpers wiederholen, und die mehr oder weniger übereinstimmende tektonische Lagerung, auf welche sich die Deckentheorie stützt, erklärt sich dann einfach dadurch, daß ähnliche Sedimente ihre Entstehung ähnlichen tektonischen Vorgängen an verschiedenen Punkten verdanken. Daß solche tektonische Bewegungen während des Mesozoikums im Alpengebiet, namentlich in der lepontinischen und ostalpinen Zone, nicht selten waren, daß dieses Gebiet keine einheitliche, langsam sinkende Mulde, sondern eine tektonisch mannigfach bewegte Zone war, das wird ja mehr und mehr auch von den Anhängern der Deckentheorie zugegeben und bedarf wohl keines weiteren Beweises mehr.<sup>19)</sup>

Über die Faziesverteilung in den Meeren der Jetztzeit stehen mir leider zu wenig Angaben zur Verfügung, so daß ich nicht in der Lage bin, vollkommen beweiskräftige Beispiele anzuführen. Selbst im offenen Ozean scheinen die heutigen Faziesgrenzen oft einen recht verwickelten Verlauf zu haben. So greift im nördlichen Atlantischen Ozean der Globigerinenschlamm mehrfach auf große Entfernungen hin fingerförmig nach Norden in den Bereich der terrigenen Sedimente hinein.<sup>20)</sup> Viel größer muß der Fazieswechsel aber offenbar in den großen ost- und westindischen Archipelen sein, deren Sedimente leider bisher recht unvollkommen erforscht wurden. Doch spricht ja allein schon die Verbreitung der Korallenriffe und die Verteilung der über- und untermeerischen Vulkane für eine

---

<sup>19)</sup> Vgl. ARGAND: Sur l'arc des Alpes occidentales. *Eclogae geol. Helv.*, Bd. XIV, 1916, 1.

<sup>20)</sup> HAUG: *Traité de géologie*, 1907, S. 155.

sehr wechselvolle Verteilung der Fazies, wobei Wiederholungen in getrennten Bezirken sicher nicht ausbleiben.

Die Reihe meiner Beispiele kann sicherlich noch vermehrt werden. Aber was ich angeführt habe, scheint mir zu genügen, um den Beweis zu erbringen, daß zum mindesten die Möglichkeit besteht, die Faziesverteilung in den Alpen und den anderen alpinen Gebirgen ohne Deckentheorie zu erklären. Die Wahrscheinlichkeit der ganzen Deckentheorie, soweit sie von jenseits der Zentralmasse gekommene Überschiebungen annimmt, schwindet damit beträchtlich; denn durch die tektonischen Erscheinungen allein kann die Deckentheorie, soweit sie sich nicht auf lokale Deckenbildungen, z. B. innerhalb des helvetischen Faziesbezirks, beschränkt, nicht ausreichend begründet werden.

Wenn die Deckentheorie stürzt, so schwindet freilich mit ihr das schöne, einheitliche Bild, das wir uns in den letzten beiden Jahrzehnten vom Aufbau und Werden der Alpen machten. Es schwindet auch die übersichtliche Anschauung, daß während des Mesozoikums im Alpengebiet nur verhältnismäßig wenige, dem jetzigen Gebirgsstreichen parallel verlaufende Faziesgrenzen vorhanden waren. Die Synthese auf Grund der Einzelbeobachtung hat dann von neuem einzusetzen. Ich halte es für wahrscheinlich, daß man auf Grund von unvoreingenommenen Einzeluntersuchungen zu dem Ergebnis kommen wird, daß das Alpengebiet während der ganzen geologischen Geschichte eine tektonisch labile Zone war, meistens den Charakter eines Inselgebirges hatte. Moderne Beispiele für ein derartiges Gebiet haben wir im indoaustralischen Archipel mit seinem raschen Wechsel zwischen großen Meerestiefen und Bergeshöhen, mit seinen Korallenriffen und Vulkanreihen, mit den häufigen Erdbeben, die auf das Andauern tektonischer Vorgänge hindeuten.<sup>21)</sup>

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen übrigens auch Beobachter, die sonst durchaus auf dem Boden der Deckentheorie stehen, ich nenne nur ARGAND und STAUB. Letzterer

---

<sup>21)</sup> Vgl. H. A. BROUWER: Kort overzicht onzer kennis omtrent geologische formaties en bergvormende bewegingen in den O. J. Archipel beoosten Java en Celebes. Verh. Geol.-Mijnbouwkundig Genootschap vor Nederland en Kolonien. Geol. Serie, Deel II, Jan. 1918.

hat sich in einer neuen Arbeit<sup>22)</sup> eingehend mit den Faziesverhältnissen Graubündens befaßt. Trotzdem STAUB in dieser Arbeit in jeder Weise für die Deckentheorie eintritt, scheinen mir die tatsächlichen Ergebnisse seiner Untersuchungen mit meinen Annahmen durchaus nicht in Widerspruch zu stehen. Denn am wichtigsten scheint mir die Tatsache zu sein, daß er die faziellen Verhältnisse der von ihm untersuchten Gebiete nur dadurch erklären kann, daß er eine während des ganzen Mesozoikums andauernde Gebirgsbildung annimmt und dadurch natürlich zu einem mesozoischen Inselmeere geführt wird. Für die Richtigkeit der Annahme, daß große Gebiete der Nordalpen weither von Süden überschoben sind, kann ich in dieser Arbeit keine Beweise finden. STAUB hat solche wohl auch gar nicht gesucht; denn er steht von vornherein auf dem Boden der Deckentheorie. Und er konnte solche Beweise in seinem Arbeitsgebiet überhaupt nicht finden, weil sich seine Untersuchungen, wie er selbst ausdrücklich betont (S. 166/67) in erster Linie auf diejenigen Gebiete beschränken, in denen der Zusammenhang der Decken mit den Wurzeln noch unmittelbar nachzuweisen ist, wo es sich also nur um Überschiebungen von verhältnismäßig geringem Ausmaß handelt, deren Vorhandensein auch ich keineswegs anzweifeln möchte. Alle Verknüpfungen über größere Entfernungen hin sind jedoch meines Erachtens rein spekulativ; sie erfolgen auf Grund von Faziesähnlichkeiten und werden hinfällig, sobald man annimmt, daß sich ähnliche Fazies in verschiedenen Bezirken wiederholen. Und für einen derartigen Fall gibt STAUB selbst den Beweis, indem er (S. 170) von der „pseudoostalpinen“ Trias der Splügenerkalkberge und des Avers sagt, daß sie faziell, aber nicht tektonisch dem Briançonnais der Westalpen entsprechen. Wenn in diesem einen Fall die tektonische Verknüpfung auf Grund der Fazies nicht erlaubt ist, warum soll sie in den meisten anderen Fällen zulässig sein? Die tektonische Lagerung kann wohl nur in den seltensten Fällen den Zusammenhang erweisen, zumal wenn noch solche Zweifel möglich sind wie in den Freiburger Alpen und im Chablais, wo die gegenseitige tektonische Lage der Klippen- und der Brecciendecke von SCHARDT einerseits und von LUGEON, JEANNET und ZYNDEL anderer-

---

<sup>22)</sup> R. STAUB: Über Faciesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizer Alpen. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, N. F., Lief. XLVI, III.

seits genau entgegengesetzt gedeutet wird. Und, abgesehen von den besonderen Verhältnissen kleineren Maßstabs im helvetischen Faziesbezirk, können auch die Faziesübergänge nicht gut zum Beweis für die Richtigkeit der Annahme der Deckentheorie ins Feld geführt werden; denn STAUB betont selbst, daß ein absolut genaues Bild der Faziesübergänge und -zusammenhänge bis in alle Einzelheiten und Feinheiten hinein in Graubünden auf lange hinaus zu den noch zu erstrebenden Dingen gehört, daß er die Faziesveränderungen nur in ihren großen Zügen studiert hat und es der späteren Detailforschung überlassen muß, die unzähligen sekundären Schwankungen von Mächtigkeit und Fazies der Bündner Sedimente in ihren richtigen Zusammenhang zu bringen. Dieser richtige Zusammenhang kann aber (zumal vielleicht manches, was man jetzt der Theorie zuliebe für „sekundär“ hält, sich als recht wesentlich erweisen könnte) unter Umständen erheblich anders ausséhen als das, was jener Autor jetzt als „die großen Züge“ betrachtet, die schon auf durchaus sicherem Fundament stehen sollen. Solange die Deckentheorie in ihrer jetzigen Form ein Teil dieses Fundamentes bildet, kann ich dieses nicht als sicher betrachten. Sichere Grundlagen kann nur die jetzt noch fehlende Einzelforschung geben — diese wird entscheiden.

---