

Die Trias der Schweizer Alpen und damit zusammenhängende Fragen.

Von **W. Deecke.**

Die Trias der schweizerischen Alpen ist im Verhältnis zu der Massengestaltung des ganzen Gebirges und ebenso verglichen mit der Entwicklung dieser Formation in den Ostalpen ein höchst unbedeutendes Sedimentglied. Sie besitzt indessen großen Wert für die Tektonik, weil sie weithin als erstes leicht erkennbares Schichtpaket (Rötidolomit) über dem Grundgebirge die Lagerung sicherstellt. Neuerdings hat ihre verschiedene Ausbildungsart in den Voralpen, als sogen. alpine Fazies, als ein Hauptbeweis für die Deckentheorie mit ihren enormen Überschiebungen dienen müssen. Gerade deswegen hat mich das Problem der schweizerischen Trias immer interessiert, und ich habe, seit ich mich wieder mit den alpinen Fragen befasse, gerade ihr meine Aufmerksamkeit geschenkt. Ich glaube im Laufe eines Jahrzehnts genug an Ort und Stelle gesehen zu haben, um meine Ansichten aussprechen zu dürfen, d. h. um eine kritische Darstellung der landläufigen Auffassung zu geben. Im Winter 1914 habe ich schon den Kern dieser Ausführungen bei einem unserer Colloquien in Basel vorgetragen, freilich nicht mit dem gewünschten Erfolg, weil die Deckentheorie alles Denken beherrschte. Darüber muß man sich aber dennoch klar werden: läßt sich die sogen. alpine Fazies der Voralpen einigermaßen in ein bekanntes Schema eingliedern, so hört sie auf, als Stütze für große Überschiebungen von Süden her brauchbar zu sein.

Die Trias der Schweizer Zentralalpen gliedert sich in Verrucano, Rötidolomit, Quartenschiefer, wobei man den ersten als Perm und Buntsandstein aufgefaßt hat. Der Rötidolomit ist als Muschelkalk, der Quartenschiefer als Keuper angesehen worden. Über dem letzten ruht Lias mit Belemniten, wodurch das relative Alter sicher gestellt ist. Der ganze Komplex tritt in den Glarner Alpen und im Berner Oberlande auf und keilt westlich gegen eine andere, aus Gips, Rauchwacke und hangenden Dolomiten bestehende Serie in den französischen Westalpen aus. Ebenso wird er in den Bündener Alpen durch eine aus Sandstein, Gips- und Dolomithorizonten zusammengesetzte, bisweilen mächtig anschwellende Serie ersetzt. Wie die Simplon- und Gotthardkarte von SCHMIDT und PREISWERTK dartut, ist südlich der Rhône ein Rauchwackenband als integrierender Bestandteil an der Basis der jüngeren Sedimente erhalten, begleitet von marmorisiertem, stellenweise recht mächtigem Dolomit, beide viel gefaltet, überschoben oder ausgewalzt. Noch weiter im Süden bei Lugano und Como, sowie in Fetzen am Ausgange des Langen Sees steht südalpine Trias an mit Verrucano, Muschelkalk, Esinodolomit, Raibler Schichten, die einen Gipshorizont um-

schließen, Hauptdolomit, Rhät. Die Aufnahmen der italienischen Geologen in den Piemonteser Alpen haben schließlich dargetan, daß zum mindesten der Hauptdolomit in den Cottischen und Seealpen mit Gipshorizonten existiert und damit den Anschluß an die Ausbildungsform der westalpinen Trias ermöglicht.

Niemand wird im Zweifel sein, daß die von den Ostalpen über das Seengebiet bis Piemont reichende Fazies etwas anderes ist als die in der Zentralschweiz vorhandene Serie, daß wirklich zwei Faziesgebiete vorliegen, von denen das südliche durch die Gipse und Rauchwacken und die Dolomite besonders gut gekennzeichnet erscheint.

Während nun so von Westen über Süden nach Osten sich im großen und ganzen, wenn auch auf Umwegen, eine Verbindung der verschiedenartigen Triasschichten herstellen läßt, trennt das diluvial bedeckte Molasseland absolut die Alpen von der germanischen Provinz. Diese reicht bis in das schweizerische Juragebirge und trägt in diesem durchweg den normalen süddeutschen Charakter; nur kennen wir die Schichten unterhalb der Anhydritgruppe infolge der tektonischen Prozesse (Abscherung) nicht mehr, wenn sie überhaupt vorhanden waren. Ein unmittelbarer Anschluß der Schweizeralpen-Trias nach Norden war bisher nicht zu gewinnen und die Parallelisierung von Rötidolomit und Quartenschiefer mit Muschelkalk und Keuper war lediglich wegen ihrer petrographischen gleichartigen Anfeinanderfolge mit jenen geschehen.

Am Südrande der breiten Lücke, in der Flyschzone der Kalkalpen, entdeckte man nun triadische Sedimente in den Klippenbergen von Giswyl, in den Mythen und bei Iberg und konstatierte dort Gipshorizonte, Muschelkalk, mächtige Kalkalgen-Dolomite und sogen. Raibler Schichten, deren Gesteine und Folge an die südalpine Fazies erinnern. Daneben wurde aber bei Iberg Rötidolomit beobachtet, und zwar getrennt von jenen ersten. Die südalpinen Schichtentrümmer sollten über das Aaremassiv nach Norden geschoben und mit Tauchfalte an den Nordrand der Alpenkette gelangt sein. Das perlschnurartige Auftreten dieser „Klippen“ längs des nördlichen Alpenrandes, ihre tektonische Verbindung mit dem Flysch und lokal mit sogen. südalpinen Jura- und Kreideschollen gab oft genug den „sicheren Beweis“ für den geschilderten tektonischen Prozeß.

Untersuchen wir nun ohne alle Voreingenommenheit, was eigentlich sicher bekannt ist, und ob sich nicht doch eine Aulehnung dieser Klippenfazies an nördlichere Vorkommen ermöglichen läßt.

Am klarsten sind wir über den Verrucano. Mit Recht sagte C. SCHMIDT, es sei der nach Norden und Süden abgeschüttelte Schutt der carbonischen Alpenketten. Da aber der Komplex im Norden wesentlich mächtiger ist als im Süden, deutet er an, daß

dort wie bei Beginn der tertiären Alpenfaltung eine tiefere Senke lag, zum mindesten die Höhendifferenzen bedeutender waren. Der Verrucano keilt vom Walensee gegen Süden rasch aus, was man bisher immer als Auswälvungserscheinung gedeutet hat, was aber bei solchen klastischen Gesteinen vielfach durchaus eine primäre Erscheinung sein kann und an vielen Stellen zweifellos ist. Die ihm in jeder Weise homologen Massen des süddeutschen und Thüringer Rotliegenden zeigen dasselbe Verhalten. Ja, sogar der süddeutsche Buntsandstein besitzt noch kräftige Differenzen, da er z. B. in seinem mittleren und unteren Teil bei Freiburg nur 10 m, etwa 20 km nördlich über 120 m Dicke mißt. Da der Verrucano aus den Alpen sich ableitet, verschwindet er in den Zentralmassiven mehr und mehr und zeigt sich erst wieder auf dem Südhange bei Lugano und am Comer See als eine keineswegs bedeutende Schicht (20—30 m) und wird nur dort mächtiger, wo Eruptiva ihm eingeschaltet sind. Auf dieser Südseite ist Zunahme der Mächtigkeit (in der oberen Val Brembana oder mittleren Val Camonica) bestimmt eine ursprüngliche Sache. Nur auf diesem Südhange vermögen wir nach oben hin das Alter leicht zu begrenzen. Der Schutt wird durchweg feiner, nimmt sandsteinartigen Habitus an und geht in den Komplex über, den wir Servino nennen. Dieser führt an einigen Stellen Gips, also den Gipshorizont I, an anderen liegt darin eine typische Fauna der Werfener Schichten. Diese aus den Venezianer Alpen näher bekannt gewordenen Formen sind kürzlich von REICH am Luganer See nachgewiesen und finden sich überall deutlich unter dem hangenden Kalkhorizont. Dagegen fehlt bei Lugano der Gips. Im Norden ist nirgends eine ähnlich sichere Obergrenze bisher gefunden worden; denn der Rötidolomit gestattet verschiedenartige Deutung. Anderswo, z. B. im Rätikon und Bänden, ruhen auf den Sandsteinen Gipse und Rauchwacken und Dolomite von nicht näher bestimmtem triadischem Alter. Die Verrucanobildung kann also bis weit in die Trias hineingereicht haben.

Den Verrucano bedecken im Süden Glieder des Muschelkalkes, im Norden der Rötidolomit. Nur der erste ist sicher einzuordnen. Bei Lugano fand C. SCHMIDT in den grauen dicken Kalkbänken *Retzia trigonella* SCHARR. Aber es zeigt sich, daß wie der Servino stark reduziert ist, so auch der Muschelkalk dort nur der Ausläufer östlich gelegener mannigfaltigerer Schichten ist. Wir haben dort nichts von Bernocoluto, nichts von den Perledokalken, dem *Trinodosus*-Niveau, den *Lommelli*-Schichten und der Pietra verde. Die Luganer Gegend wurde damals eben erst vom Meere überspült, und das westlicher gelegene Gebiet war wohl sicher noch Land, höchstens eine Gipsfannzone.

Erst mit der Dolomitbildung des Esinokalkes setzt die Senkung gründlich ein und greift westlich und nordwestlich vom Luganer See über die alten Massen über (Gipshorizont III).

Bei dieser Gelegenheit ist sofort über die Bedeutung der *Retzia trigonella* als Leitform zu reden. Sie charakterisiert bei Recoaro, in den steirischen Alpen und in Oberschlesien den unteren Muschelkalk: sie dringt in die germanische Trias ein, kommt aber in dieser nur im Trochitenkalk vor (Würzburg, Schwaben, Grötzingen bei Durlach, Heidelberg). Daher darf sie an den Grenzen der deutschen Fazies, also auch in den Iberger Klippen, nur als Muschelkalkfossil, nicht als Leitform für eine bestimmte Stufe desselben benutzt werden. Bei Lugauo wird die Sache ähnlich liegen, da die 10 m Kalk dort den ganzen eigentlichen Muschelkalk vertreten. Von den Gyroporellen gilt das gleiche, da sie in Oberschlesien dem Schaumkalk, in Venetien dem Wellenkalk, in Lothringen und Schwaben der Basis des Trochitenkalkes, in den Südalpen erst dem Esinodolomit angehören. Schon diese zwei wichtigen Leitfossilien zeigen, wie es mit der Sicherheit der bisherigen Altersbestimmungen beschaffen ist.

Der Rötidolomit hat bisher gar keine brauchbaren Fossilien geliefert. Er ist ein fossilereer gelblicher, rötlich verwitternder, kryptokristalliner, in der Mächtigkeit nicht bedeutender Kalk, der häufig stark gedrückt und gequält erscheint. Am Kirchhof bei Innertkirchen oberhalb Meiringen hat PAULCKE vor einigen Jahren in ihm einige dürftige Versteinerungen entdeckt, so schlecht erhalten, daß sie noch immer nicht anders als annähernd gattungsweise bestimmbar waren; es soll sich um *Myophoria*, *Nucula*, *Gervillia*, vielleicht auch *Anoplophora* handeln, was gar nichts besagt, außer daß der Rötidolomit mariner Natur ist. Kleine Nuculiden, Gervillien und Anoplophoren-artige Dinge gibt es genug im Rhät; die Myophorie ist nur mit cf. *vulgaris* bestimmt. Verglichen mit der germanischen Fazies kommen Muschelkalk, Lettenkohle und Rhät in Betracht, von denen ich mich, wie im folgenden erörtert werden soll, für rhätisches Alter entscheide. Dann wäre der Rötidolomit kein Äquivalent des Muschelkalkes, sondern eine Kalkbank des allgemein in Mitteleuropa und besonders im Bereiche des variskischen Gebirges transgredierenden obertriadischen Meeres. Die ihn bedeckenden Quartenschiefer stellen den süddeutschen *Zanclodon*-Mergeln oder den südalpinen Azzarola-Schichten gleichartige Gebilde dar und unterteufen den durch Fossilien wieder kenntlichen Lias. Da sie oft unter Belemniten-führendem Lias liegen, ist eine Gleichalterigkeit mit den „Schwaichel“ genannten Lias- α -Schichten keineswegs ausgeschlossen, wenigstens an manchen Stellen. Ehe wir aber darauf eingehen, wie ich zu dieser Deutung gelangt bin, müssen wir die Klippenfazies besprechen.

Zwischen den Mythen und Iberg kennt man seit langem einen gips- und rauchwackehaltigen Horizont. In ihm stoßen auf der Zweckenalp dunkle Kalke heraus, meistens in Blöcken sichtbar, und enthalten nach QUEREAU verkieselte Gyroporellen nebst

Dadocrinus gracilis SCHAUR.

Retzia trigonella SCHAUR.

Spiriferina Mentzeli

Terebratula vulgaris SCHL.

Isoliert davon beobachten wir im Roggenstock bei Iberg eine gewaltige Masse von fossilieerem grauem Dolomit, unter diesem einen grauschwarzen, arg gedrückten Kalkschiefer, und wieder isoliert, aber im allgemeinen tiefer liegend, an der Mördergrube Rötidolomit, den HOECK dort zuerst konstatierte, während QUEREAU ihn schon aus dem Käswalddobel angeführt hatte. Daß hier im Klippengebiet Rötidolomit neben den anderen Schichten vorkommt, ist sehr wichtig. — Die zweite, bis zu gewissem Grade klare Stelle sind die Klippen von Giswyl, welche HUGI untersuchte. Dort erscheinen an der Basis ebenfalls Gipse und Rauchwacke, und zwar in recht bedeutender Ausdehnung. Abermals liegen auf oder in ihnen Blöcke eines Kalkes mit *Retzia trigonella*, und erst darüber erheben sich die klotzigen Massen der Dolomitberge (Schafnase, Gr. Roßfluh, Mändli) mit 500—600 m Höhe, in der Gr. Roßfluh die prachtvolle C-Falte bildend. Der Dolomit mißt ca. 300 m Mächtigkeit und führt an der Basis Gyroporellen oder, sagen wir lieber, schlechte Kalkalgen. — Wieder anders sehen die Fetzen von Trias aus, welche unter dem Jura der Mythenstöcke in der Scharte zwischen Großer und Kleiner Mythe hervorschauen; es sind nämlich bunte oder graue Griffelmergel mit einzelnen kohlige Reste führenden, dünnen, gelblichen Sandsteinbänken und weißlichen knolligen, an Steinmergel des deutschen Keupers erinnernden Schichten. In der Literatur hat man sie „Raibler Schichten“ genannt, und auf manchen Diapositiven unseres Instituts, die von Schülern STEINMANN's herrühren, sind sie so bezeichnet, auch mir gegenüber von Schweizer Kollegen oft im Gespräche so benannt worden.

Wie diese letzte Parallelisierung zeigt, hat man diese Klippentrias als alpine und im besonderen als südalpine Fazies aufgefaßt. Wie steht es zunächst damit? Nur die mächtige Dolomitbildung läßt sich so erklären, ist aber ganz und gar nichts rein Südalpines, sondern geht von Tirol bis in die Westalpen ganz gleichartig weiter und reicht ans den letzten bis in den Unter-Wallis, wo bei Plex von LUGEON dem Giswyler Kalkalgendolomit gleiche Gesteine nachgewiesen wurden. Höchst irreführend hat die Bezeichnung „Raibler Schichten“ gewirkt. Nichts, aber auch gar nichts spricht für eine Identität dieser nordschweizerischen Mergel mit den Vorkommen in der Lombardei. Es fehlen die bunten Tuffsandsteine, die Gipse und Rauchwacke, die gesamte Fanna. Irgeud welche Mergel unter einem Dolomit wie am Roggenstock darf man doch nicht nur wegen dieser, vielleicht nicht einmal primären Lage so parallelisieren! Die Schichten in der Mythen-

scharte haben weit mehr Ähnlichkeit mit verdünntem normalen germanischen Keuper, die Mergel des Roggenstocks können *Lommelli-Zone*, Raibler Schichten, Azzarolaschiefer sein, je nachdem man den fossilleren Dolomit als Esino-, Haupt- oder *Conchodon*-Dolomit auffaßt, ferner in normaler Stellung befindlich oder überkippt ansieht. Der Rötidolomit des Iberger Gebietes paßt vollends nicht in das Bild. Die tieferen Lagen mit Rauchwacken und Gips werden mit Servino zusammengebracht, wobei immerhin zu bedenken ist, daß in der Luganer Gegend, woher diese Massen überschoben sein sollten, diese Ausbildung fehlt. Deshalb wurde an die Raibler Gipse (Horizont IV) gedacht, die dort noch vorkommen, und der Dolomit über ihnen bei Iberg als Hauptdolomit bezeichnet. Dann fehlt freilich wieder der mächtige südalpine Esinodolomit zwischen Gips und Muschelkalk. Irgend etwas stimmt bei diesem Vergleich immer nicht. An solchen salinaren Sedimenten haben wir jedoch viel näher, in der germanischen Trias, auch keinen Mangel, da ja der Röt, die Anhydritgruppe und der mittlere Keuper Salz und Gips führen können und die beiden letzten mit solchen Ausscheidungen bis in den Schweizer Jura reichen. Im übrigen gilt von diesem Salzkomplex dasselbe wie von dem Dolomit: er ist eine in den Alpen südlich der Hauptwasserscheide und in den Westalpen allgemeine, nur keine charakteristische süd- oder ostalpine Erscheinung. Schließlich bleibt zu bedenken, daß in den hier als Ursprungsgebiet in Betracht kommenden italienischen Alpen nur die Raibler Schichten Gipse bergen, womit wieder die Verbindung dieser letzten bei Iberg und Giswyl mit Muschelkalk nicht stimmt.

Also bleibt eigentlich für wirklich südalpine Trias nichts übrig als der in Blöcken beobachtete Muschelkalk mit *Retzia trigonella* und *Dadoerinus gracilis*. Wie es mit der *Retzia* und den Gyroporellen als Leitformen alpiner Fazies steht, ist oben auseinandergesetzt. Der Crinoid ist nach kleinen, isolierten Gliedern der Zweckenalpe benannt, und da solche selbst im deutschen Muschelkalke bis zur Keupergrenze auftreten, ein recht unsicheres Leitfossil. Nur *Spiriferina Mentzeli* hat wirklich als solches Wert, erscheint jedoch auch in Oberschlesien. Ich halte diese Klippenkalke trotzdem für unteren Muschelkalk, für ein Äquivalent des Wellenkalkes in einer der schlesischen Ausbildung nahestehenden Fazies, nicht für südalpin, weil alle anderen Merkmale fehlen. Von diesem endlich einigermaßen gesicherten Haltepunkte aus werde ich versuchen, den Knoten der anderen Schichten zu entwirren.

Auf der Zweckenalp macht der Diploporenkalk den Eindruck, als sei er die Unterlage der Gipse und Rauchwacke und an dem höchsten Punkte, der zugleich die stärkste Druckstelle ist, durchgedrückt und zerrissen. Wenn dem so ist, wäre der Gipshorizont jünger und ein normaler Repräsentant der germanischen, im besonderen der süddeutschen Anhydritgruppe (Gipshorizont II).

Auch an den Giswyler Stöcken findet man den Diploporenkalk mit Retzien nur in Blöcken (Alpboglen) immer in der unmittelbaren Nähe der Ranchwackenzone.

Jetzt kommt es darauf an, zu beweisen, daß die Anhydritgruppe soweit südlich angenommen werden darf. Gehen wir in Baden von Norden nach Süden, so sehen wir, wie der Buntsandstein ziemlich rasch auskeilt und am Schwarzwaldende bei Waldshut und Stühlingen auf wenige Meter sich reduziert. Der Wellenkalk ist anfangs eine rein marine Ablagerung, die ganz Südwestdeutschland gleichmäßig überdeckte und nach Süden die Grenzen des Sandsteins überschritt. Im Dinkelberg mißt er noch 40 m und, wie die Bohrung bei Rietheim im Kanton Aargau dartat, sogar 74 m und zeigt keine Spuren raschen Auskeilens. Nur im westlichen Schweizer Jura tritt er in den Gewölben nicht mehr hervor, weniger deswegen, weil er nicht vorhanden sein kann, sondern weil die Gipse und Salze nebst den Tönen der Anhydritgruppe eine Abscherung beim Faltenwurf erzeugten. Viel mächtiger aber als der Wellenkalk ist in diesem Grenzgebiete des Rheins der mittlere Muschelkalk, der bis 130 m mißt, wenn seine chemischen Ausscheidungen noch darin stecken. Diesen Horizont können wir aber durch den ganzen westlichen Jura verfolgen, von dem Vogesenfüße her längs des Doubs bis fast nach Salins. Damit sind wir schon in die Breite der Luzerner Klippenregion gelangt und haben sie sogar überschritten. Erst am Plateau de la Serre tritt die Verringerung des ganzen Muschelkalkes auf 40 m ein. Man wird dagegen einwenden, der französische Jura sei weit weg; indessen darf dieser Grund kaum von denjenigen Herren vorgebracht werden, welche für alpinen Jura und Kreide regelmäßige streifenförmige O—W-Verteilung der Fazies annehmen und die Klippen aus einem Gebiete der Südalpen herholen, das weiter entfernt ist.

Wir hätten also anzunehmen: Am Nordrande der Alpen entwickelte sich bei der allgemeinen mitteleuropäischen Senkung in der Untertrias eine Rinne, in welche Meer eindrang vom Osten her und dort eine der schlesischen verwandte Muschelkalkfauna aufkommen ließ. Die Reliefveränderungen im mittleren Muschelkalk brachten diese Furche in den Bereich der süddeutschen Salzpflanzen, welche in diesem Streifen bis zum Beginn der Dolomitbildung anhielt. Es kann aber auch sehr wohl insofern umgekehrt sein, als unsere Anhydritgruppe ein Übergreifen der nördlich vor den Alpen bestehenden übersättigten Salzwasser darstellt; denn Trockenzeit war dieser mittlere Muschelkalk nicht; er verhält sich ganz anders als der obere Keuper mit seinen Sandsteinbänken, Landpflanzen und Sumpftieren. Wäre dem so, ist der Gang der Triasentwicklung zu beiden Seiten der Schweizer Alpen viel gleichmäßiger, als man bisher annahm. Unseren deutschen Hauptmuschelkalk haben wir zwar im ganzen Alpengebirge nicht; er ist etwas

Besonderes und keilt auch in Süddeutschland merklich gegen Süden aus, nimmt im französischen Jura nach Süden hin ab und wird in seinen oberen Teilen in Südbaden und im Basler Jura als *Trigonodus*-Dolomit auffällig dolomitisch. Die Monographie von G. WAGNER über den schwäbischen oberen Hauptmuschelkalk zeigt sehr schön, wie sich diese petrographische Fazies von Süden und Südosten nach Norden und Westen in das schwäbische Triasbecken vorschiebt. Von Südosten und Osten her greift aber auch in den Alpen die Dolomitausscheidung vom oberen Muschelkalk an immer weiter nach Westen über, bis sie schließlich im Keuper das Zentralplateau erreicht. So kommt es, daß wir in den Ostalpen die enorm mächtige Serie der obertriadischen Sedimente finden und, was für unser Problem in Betracht kommt, am Nordrande in den Bayrisch-Salzburger Alpen desgleichen mit einem Salzhorizont an der Basis.

Von größter Bedeutung für unsere Frage ist die Transgression der oberen Trias am französischen Zentralplateau. Dort sehen wir bei Valence die Lettenkohle als typischen Grendolomit mit *Myophoria Goldfussi* auf Granit auflagern, dann folgt Stubensandstein, Mergel etc. Ebenso ist es am Morvan. Aber dort grenzt bei Couches-les-Mines ein rosafarbiger dolomitischer Kalk den Keuper nach oben ab und führt neben Myophorien die Leitform des Hauptdolomits, die *Gervillia exilis* STORP. Damit haben wir den Einschlag der oberen alpinen Trias bis in die Keupermergel des alten Horstrandens, und zwar ebenfalls mit Dolomit als Gestein; damit ist zugleich eine Pforte des ausgedehnten Keuperbeckens zur offenen See angedeutet, deren wir bedürfen, um Formen wie *Myophoria Raibliana* bei Würzburg zu erklären.

In den Südalpen beobachten wir östlich des Luganer Sees über normalem Muschelkalk ein plötzliches Einsetzen der Dolomitriffe, westlich beobachten wir bis zum Simplon und Gotthard nach Norden eine Rauchwackenzone mit Dolomit, also flaches Wasser, dann Senkung und ein Übergreifen der Dolomite tief in den heutigen Alpenkörper hinein. Mag manches in der Verbreitung dieser Schichten erst Folge der tertiären Faltung sein, sie müssen doch in benachbarten Gebiete und ebenso dort existiert und Fortsetzung bis in die piemontesisch-französischen Alpen gefunden haben. Falls nun für den Nordrand des alten variskischen Alpenmassivs das Gleiche zugegeben wird, ist das Auftreten der Dolomitklötze in den Klippen gar nichts Besonderes. Sie können über die Westalpen und Wallis mit dem südalpinen Meeresteil zusammengehängen haben. Der Rand der Transgression wird uns im Westen durch Sardinien und das Zentralplateau wenigstens stückweise angegeben. Unberührt blieb ein Kern, der das westliche Graubünden, die Glarner, Berner und Freiburger Alpen umfaßte und als Grenze der Salzpfannen nach Süden und auf der anderen Seite nach

Norden diene. Nur können wir am Aarmassiv wegen der Schuppenstruktur die Südgrenze nicht mehr ermitteln; immerhin kommen Rauchwacken auf Verrucano oder Sandstein vor. Wie sich das nördliche Voralpenland senkte, wurde das schwäbische Becken trockener, eine Wechselwirkung, die wir später in der Unterkreide genau sich wiederholen sehen.

Die Dolomitbildung setzt natürlich wie in den Ostalpen wegen ihrer Dicke erhebliche Senkung des Alpenkörpers voraus. Nun, daran können wir nach den Erfahrungen in den steirischen, Tiroler und lombardischen Abschnitten nicht zweifeln, obwohl auch dort ein zentraler Kern vorher vorhanden war. Die Dicke der Iberger und Giswyler Dolomite macht mir gar keine Sorge; denn gerade das plötzliche, lokale Anschwellen ist ein wesentliches Merkmal der Kalkalgenriffe. Geben wir die Verbindung mit den Ostalpen zu, etwa über das Rhätikon und die Bayrischen Alpen, müssen wir diese Eigenschaft gerade erwarten. Die Riffe sind heute für uns Kennzeichen einer sich langsam und stetig vertiefenden Stelle, und so etwas würde in der Schweiz zu dem sinkenden Alpenkörper sehr gut passen.

Damit wären die Giswyler Stöcke für die Trias abgefunden, d. h. ihre Trias wäre: Unterer Muschelkalk, eine der Anhydritgruppe + Hauptmuschelkalk entsprechende Gipsserie, etwa von der Lettenkohle an alpine Kalkalgenriffe.

Etwas Schwierigkeit machen die Iberger Klippen und die Mythen, weil in beiden an Rötidolomit anklingende Bänke bekannt sind. Ich halte die Roggenstock-, Mördergrube- und Schynklippen mit QUEREAU für überkippt. Dann wäre die ursprüngliche Gliederung: Dolomit, dunkle Mergelschiefer, Rötidolomit. Die Mythen liegen normal, weil der Lias, Dogger, Malm regelmäßig aufeinanderfolgen. Wir haben dort, wie gesagt, bunte Mergel mit Sandsteinbänken, Steinmergelschichten, Rötidolomit oder wenigstens eine gelbrötliche Kalkbank an der Basis des als Lias angesehenen Kieselkalkes. Es wurde aus dem Lauterbrunnental vom Tschingelgletscher durch GERBER eine ähnliche Gliederung angegeben, nämlich unten Verrucano (2—3 m), Dolomit und Rauchwacke 20—30 m, helle Quarzite und schwarze Schiefer mit Equiseten, bunte dolomitische Schiefer, Rhätkalk (20 m) mit *Aricula contorta*, Schiefer und gelbe dolomitische Bänke. Dort haben wir es also zweifellos mit transgredierendem Rhät zu tun, an dessen Basis ein Rauchwacken-Dolomit-Horizont über ganz dünnem Strandschutt erscheint. TOBLER hat am Stanserhorn Rhät als schwarze Schiefer mit Kalkeinlagerungen, sogar mit Korallen beobachtet. Schwarze Schiefer würden auch auf dem Dolomit des Roggenstocks und unter dem sogen. Rötidolomit liegen, wenn wir die Serie, wie gesagt, umdrehen, was erlaubt ist, da ja Jura und Kreide verkehrt unter dem Dolomit ruhen. In den Freiburger Alpen wurde eine reichere Fauna mit *Pecten Valonensis*

als Leitform gefunden, und *Avicula contorta* ist in den westlichen Alpen ziemlich direkt über Dolomit nachgewiesen: im Osten reichen die Kössener Schichten in den Prättigau hinein. Das Band nördlich der Alpen ist also fast vollständig. Damit harmoniert ferner das Mythenprofil ohne Schwierigkeit: bunte Mergel, Sandsteinbänke mit Pflanzen, eine hangende Dolomitbank, Lias. Schließlich können die von PAULKE gefundenen schlechten Fossilien rhätisch sein. Wichtig in diesem Zusammenhang und dadurch eigentlich erst erklärbar wird der Fund von *Avicula contorta*, den Q'IEREAU schon bei Iberg machte. Es handelt sich nur um Trümmer von dunklem Kalk, jedoch passen sie nun hinein. — Damit sind alle Schwierigkeiten der triadischen Klippen behoben.

In dem Kerne der Zentralalpen erfolgte die Triasbedeckung erst im oberen Keuper, und das Meer schob sich bis zum Rhät langsam über die Reste des carbonischen Gebirges vor, bis mit dem Rötidolomit eine Art Maximum erreicht war. In diesen Teilen kann der Verrucano noch bis in den Keuper gebildet sein; denn es ist ja nur Schutt bestehender Höhen und ohne jeden Alterscharakter. Ein solches transgredierendes Meer hat sehr wechselnde Fazies. Wo die Verhältnisse günstig, siedelt sich die an eine bestimmte Sedimentgruppe gebundene Rhätfauuna an; dann haben wir typisches Rhät und erkennen es als solches. Daneben herrscht anderswo eine Dolomitbildung, die als solche versteinungsleer und arm ist: denn auch der *Trigonodus*-Dolomit unserer Gebiete führt nur lokal Fossilien, und zwar gerade Myophorien und Gervillien oder *Corbula*- und *Nucula*-ähnliche Dinge, wie Lettenkohle und einzelne dolomitische Bänke des Keupers. Wir haben die gleiche Erscheinung im Servino der Südalpen, wo nur bei günstiger Fazies in Sandschiefern die charakteristische Fauna sich einstellt neben Dolomit. Rauchwacken und Gips an anderen Punkten. Daß Dolomitabsatz im Rhät weitergehen konnte, beweist der *Conchodon*-Dolomit.

Somit steht als Ganzes die Schweizer Trias normal zwischen der germanischen und der rein alpinen Provinz, da der untere Teil an die deutsche, der obere an die andere Fazies anklingt; das übergreifende Rhät paßt zu beiden Gebieten. Dies Resultat ist anscheinend ein allgemein gültiges. Denn betrachten wir die alpine und germanische Trias insgesamt, so haben wir in beiden Provinzen unten eine Serie von klastischen Gesteinen (Verrucano—Buntsandstein—Werfener Schichten), dann einen lokal deutlich ausgeprägten Gipschizont (Röt—Servino), drittens eine transgredierende marine Bildung, den Wellenkalk, der ja eine Fauna hat, die uns überhaupt die Parallelisierung erst ermöglichte. Die Tiefe liegt im Osten, das Meer dringt westlich vor. Erst mit der Anhydritgruppe setzen die Differenzen ein, die deutlich die beiden Provinzen in Zentraleuropa trennen, bis im Rhät wieder die Gleich-

artigkeit Platz gewinnt. Die Differenz tritt vor allem in dem Verhalten der Alpen hervor, und so reiht sich die Gliederung ungewungen in ein größeres Ganzes ein. In dem Maße wie der Alpenkörper in der mittleren Trias sinkt, hebt sich das nördlich vorgelagerte Land und liefert den Keuper, wenigstens die Lettenkohlenfazies. Analog ist im Malm und Unterkreide dasselbe süddeutsche Gebiet trocken, wo in dem Alpenkern die tiefe Meeresbedeckung nachweisbar wird. Sobald die Alpen anfangen, wieder energisch aufzusteigen, bricht umgekehrt der Rheintalgraben ein und greift das Miocänmeer weit über die schwäbische Platte hinüber. Darin liegt jedenfalls ein innerer Zusammenhang.

Dieser triadische Meeresteil am Nordrande der Alpen wäre ein getreues Gegenstück zum Molassemeer, das ja auch vom Zentralplateau an bis Bayern herungriff und sich ständig gerade am Alpenrande vertiefte. Solche Vertiefung ging weiter in der Juraformation, dann nach vorübergehender Hebung während des Doggers in Malm und Unterkreide. Daß im Lias nicht alles untertaucht war, zeigt der Gesamthabitus dieser Stufe im Berner Oberland; das Auftauchen oder Vorhandensein von Inselkernen beweist der eisenschüssige, oft grobklastische Dogger mit Korallenriffen, Austernbänken und Spatkalken, die nur in flachem Wasser entstanden sein können. Ich muß diese Frage streifen, weil meine Gegner sofort sagen werden: „Wie darf man die Trias allein behandeln, ohne die mit den Klippen vorkommenden ganz ‚fremden‘ Jura- und Kreideschichten von südalpinem Charakter ebenfalls zu erledigen?“

Da kommen wir auf einen sehr dunklen Punkt der neueren Alpengeologie zu sprechen, auf die Versuche, Tektonik zu machen auf Grund der Fazies. Niemand wird den außerordentlichen Zusammenschub der alpinen Masse leugnen, niemand, daß Überschiebungen, Überfaltungen usw. existieren; aber anzunehmen, daß der Verlauf mesozoischer und alttertiärer Fazies parallel dem Faltenwurf des Tertiärs gegangen sei, ist doch mehr als gewagt. Ging die Verteilung der Faziesbedingungen in Jura und Trias aber z. B. nur schief und dabei gar nicht einmal unregelmäßig, so wird bei der modernen Betrachtungsweise tektonisch Ungleichartiges wegen gleichen Aussehens zu bestimmten Decken vereinigt und umgekehrt. Alles, was wir aus dem sogenannten Autochthonen kennen, spricht für sehr wechselnde Verhältnisse, bald fehlt der Lias oder Dogger, bald ist der Malm koralligen, bald tonig. TOBLER hat für das Aarmassiv schon recht verschiedene Profile angegeben; seitdem hat sich die Mannigfaltigkeit noch gemehrt. Was im Jura nördlich vor dem Aarmassiv sich ablagerte, kennen wir meistens nicht, brauchen jedoch nur an die Mythenklötze und den *Mytilus*-Dogger der Freiburger Alpen mit seinen kohligten Lagen und der brackischen Fauna zu denken, um gewisse Extreme sofort vor Augen zu haben. Nur

bei Iberg ist die Juraformation recht wenig exotisch, wenigstens was in zusammenhängenden Massen zu beobachten ist. Auf die Flyschgerölle darf man tektonisch keinen Wert legen, die können, wer weiß wie weit, herkommen. Selbst diese fallen gar nicht aus dem Rahmen heraus, den der Lias des Allgäus zeigt. Es handelt sich im Malm um Aptychenmergel und weiße, recht fossilere Kalke oder um etwas rötliche Breccienkalke. Warum wir diese nicht mit den Mythen sollen vereinigen dürfen, als Trümmer einer Malmserie, sehe ich wirklich nicht ein: denn oben auf den Mythen fehlt unter den Couches rouges eine Serie, die sehr wohl das Iberger sogen. Tithon sein kann. Die Mythen sind *Dicras*-Kalke, die genannten Breccienkalke treten vielfach im Tithon auf, beide passen als Ergänzung sogar sehr gut zusammen. Außerdem wechselt ja solcher Nerineen- und *Dicras*-Kalk sehr rasch, so daß ein Fehlen in Autochthonen am Aarmassiv ganz möglich ist. Im Berner Jura ist die Gegend von Noirmont dafür ein geradezu typisches Beispiel. Nur 3 km in Luftlinie voneinander entfernt, haben wir Rauracien und Argovien. Am Ausgange des Isèrtales steht bei l'Echaillon mächtiger weißer Kalk mit *Dicras Lucii* an, wenige Kilometer oberhalb ist nur kalkig-plattiges Tithon mit zahlreichen *Hoplites* und *Perisphinctes* entwickelt. Anderswo haben wir seit dem Streit um die BARRANDE'schen Kolonien und der Diskussion über das Corallien von Valfin uns an die Betrachtungsweise rasch wechselnder Fazies gewöhnt. Hier in den Voralpen soll das alles keine Gültigkeit haben, sondern diese verschiedenen Sedimente sollen regelmäßig angeordnet gewesen sein, ehe der große Schub sie erfaßte!

An den Giswyler Stöcken gibt es sogen. Biancone, d. h. einen weißlichen Kreidemergel mit Aptychen. Ich habe mir den Luganer Biancone wieder angesehen vor 3 Jahren und kann nicht sagen, daß ich eine andere Ähnlichkeit finde als die relative Helligkeit des Gesteins. Mergelschiefer mit Aptychen gibt es auch sonst nördlich der Alpen, z. B. im Fläscherberg und vor allem in den bayrischen Ketten. — Die Couches rouges des Iberger Plateaus und der Giswyler Klippen können normal auf der älteren Kreide liegen und sind auch anderswo wie im Mythengipfel vielfach transgredierende Komplexe, da sie im Thuner Gebiet Gaultkonglomerate an der Basis führen. Sie beweisen eben, daß die Alpenbewegung schon in der oberen Kreide im Gange war, ältere Schichten lokal entblößt waren und daher von Turon oder Senon bedeckt werden konnten. Daß die Couches rouges an anderen Stellen in Seewerkalke übergehen, schadet doch nichts, oder in Wangschichten, die unmittelbar unter dem Flysch anstehen.

Weiterhin, wenn ich derartige Fragen besprach, ist mir geantwortet: Wir haben den Beweis an der Hand, daß die Decken von Süden her in weitem Umfange überschoben sind durch die

Verteilung der Fazies in den Decken der helvetischen Kreide. Man hat am Walensee durch die Gliederung der unteren Kreide in den verschiedenen Decken (Mürtschendecke, Churfirten, Säntis) „direkt bewiesen“, daß die isolierten Kreideplatten rückwärts aneinanderpassen. ARN. HEIM hat diesen geistreichen Versuch vom Säntis bis zum Kistenstöckli im Glarner Gebirge durchgeführt. Damit soll dargetan werden, daß diese gesamten Massen aus der Rheintalfurche ausgequetscht sind, daß die am weitesten vorn liegenden nach hinten ursprünglich gehören. Der Versuch hat viel Bestechendes an sich; aber er krankt daran, daß er nicht die Veränderung der Fazies in verschiedenen Richtungen, sondern nur in einer einzigen berücksichtigt. Die Zunahme des Urgons und der Unterkreide überhaupt kann statt nach SO oder S nach O oder NO erfolgt sein; dann paßt der vorgeschobene Säntis nicht minder zu den Churfirten, und er liegt in Wirklichkeit östlich von denselben. Nebenbei sei bemerkt, daß wegen der ausgesprochenen Richtung der Ketten und des dazu senkrechten Schubes das Ursprungsgebiet des Säntis niemals das Hinter-Rheintal sein kann, daß er nie und nimmer mit Schild, Wiggis etc. kombiniert werden darf. Gerade wenn man ihn in der Schubrichtung zurücklegen würde, käme er weit neben Schild und Kistenstöckli und Mürtschendecke zu liegen und würde klar dartun, daß die Fazies sich ostwärts, nicht südwärts geändert hat, und das harmoniert wieder mit dem Urgon in Vorarlberg und Allgäu und zeigt keine weite Horizontverschiebung an.

Schließlich hat man den Flysch in seinen verschiedenen Formen als Beweis für die Deckentheorie herangezogen. Ich möchte ein anderes Gebiet als Beispiel erst einmal vorführen. Im Rheintalgraben haben wir oligocäne Jurakonglomerate an den Rändern und in der Mitte Septarientone, Fischschiefer, bunte Mergel mit Salzen als gleichzeitige Absätze. Schieben wir nun den Graben schief zusammen, so daß große Schuppen von dem Vogesenkern bis zum Schwarzwalde entstehen, so dürfen wir unmöglich die Jura- und Triasschollen, die auf Konglomerate heraufgedrückt sind, als gleichwertige Decken betrachten, weil sie auf diesen liegen, oder gleichartige Konglomerate an der Basis als Reste von Tauchdecken betrachten. Es wird mit Facies in einer so wechselnden Schnittserie, wie es der Flysch ist und sein muß, Tektonik gemacht. Einzelne am Nordrande des Säntis usw. im Flysch gefundene Serpentine sind als Beweis für eine versteckte Decke angesehen worden. Um so etwas mit Recht zu dürfen, müßte man doch erst einmal den Flysch des Molasselandes und seine Unterlage kennen. An der Oberkante des marinen Miocäns und unter der oberen Molasse kennen wir nördlich vom Bodensee erhebliche Geröllschichten mit über kopfgroßen Steinen, die nach ihrer Beschaffenheit aus den Bündner Alpen herrühren. Also mitten in einem weiten Becken

liegen diese Flußschotter! Wie war es nun im Flysch in den Gegenden des Voralpenrandes? Im Hegau usw. existiert er ja nicht. Aber wer kann die Verteilung solcher Schotter a priori beurteilen? Im Flysch erfolgte eine rasche Reliefbildung, Ketten wölbten sich, Mulden entstanden, Horste blieben stehen und Gräben senkten sich ein. Schutt bezeichnet die Ränder, Mergel und Tone die Tiefen, wobei die schlammigen Gesteine durch Strömungen zwischen den Inseln verschleppt wurden. Es macht den Eindruck, als seien diese ersten alttertiären tektonischen Prozesse mehr in O—W- oder in WNW—OSO-Richtung gegangen. In der Schweiz hat dann die miocäne Faltung diese Senken alle völlig zugedrückt und so die Flyschplatten zwischen den Decken geschaffen. Eine Aufgabe wäre es, diese alten Rinnen festzulegen nicht bloß in der Längserstreckung, welche das Flyschband an sich gibt, sondern auch mit ihren Rändern, die durch Konglomerate usw. charakterisiert werden; dann kann der Prozeß der Verdrückung und die Entstehung der deckenartigen Schuppen viel besser ermittelt werden. Derselbe konglomeratische Flysch vom Rande eines Grabens gehört oft zwei oder drei Teilen an, die durch den tonigen Flysch der Mitte getrennt werden, wenn sich die Schollen mit ihm verzahnten. Schließlich wurde das Ganze als ein einheitliches Paket nochmals gefaltet. Damit erklären sich drei Beobachtungen: 1. die oft verkehrte Lage; 2. das so viel konstatierte Auskeilen mächtiger Flyschbänder und ihr Zerteilen in der Streichrichtung der Falten; 3. das Untertauchen der Decken nach Norden und Herauskommen am Rande des Miocäns. Dabei muß unbedingt berücksichtigt werden, daß Druck Gegendruck erzeugt. Die hoch aufgerichteten Nagelfluhen des Pilatusrandes, Rigi, Speer haben alpenwärts den gleichen Druck geübt wie die aufsteigenden Zentralmassive. Sonst wären die zwischenliegenden Massen weiter vorgeschoben. Dies mechanisch notwendige Moment tritt bei der Ausquetschungstheorie ganz zurück, obwohl es durch Rückstau ein Untertauchen nach Norden in den vordersten Deckenteilen gut erklären würde und auch das Hochkommen von Teilen der Unterlage in der Klippenregion verständlich macht.

Bei dieser randlichen Aufpressung sind die Klippen hochgekommen mit dem Flysch. Daher stellt sich jetzt die Reihenfolge bei Iberg oder Giswyl von Norden her ganz einfach dar: Miocän, Flysch, in diesem letzten aufgepreßte Gipszone der unteren und mittleren Trias, obertriadische Dolomite, Juragesteine, Kreide. Es ist genau dasselbe wie die Auspressung der Anhydritgruppe mit Lias- und Doggerschollen an der bekannten Hauenstein—Paßwang-Überschiebung, befördert durch die nachgiebigen, plastischen und löslichen salinaren Sedimente.

Ich fasse die Klippen also bis zu gewissem Grade als autochthon auf, nicht als Reste des variskischen Gebirges, nicht als „fossile

Berge“ mit ROLLIER, sondern als Teile des Alpennordrandes, als zerbrochen im Tertiär, und zwar bei der Entstehung der Flyschgräben und -horste. Wenn in diesen der Untergrund der mesozoischen Schichten soweit irgendwie entblößt wurde, daß die triadischen Salze ausgelaugt wurden und die Tone ins Rutschen kamen, konnten große Schollen in die Flyschrinnen absinken, teils aufrecht, teils überstürzt, und mit dem Flysch später emporgedrückt, z. T. direkt aus ihm herausgedrückt werden.

Nach dieser Auffassung haben wir einen in der Trias langsam untertauchenden Alpenkörper, längs dessen Achse sich nördlich und südlich das Meer nach Westen vorschiebt, im Muschelkalk bis an die Linie Lugano—Brienz vorgedrungen ist, seit dem unteren Keuper diese Bewegung fortsetzt und schließlich bis zum Zentralplateau vollendet. Dabei entstehen in den neu eroberten Gebieten erst Salz, Gips, Rauchwacken, dann Dolomite, die Rauchwacken bergen durchweg sandig-konglomeratischen Strandschutt. Nördlich und südlich des Alpenrestes herrschen annähernd gleiche Verhältnisse. Der deutsche Muschelkalk fehlt, der deutsche Keuper greift weit nach SW über bis nach Mittelfrankreich, bis in den Süden des südfranzösischen Jura und wohl auch bis in die Freiburger Alpen, in denen COLLET und SARASSIN bunte Mergel mit Gipsen und Rauchwacken konstatierten. Die rhätische Periode bringt die Serie des Rötidolomites und zieht den übriggebliebenen Kern in den Bereich des Meeres. Es kann jedoch keine volle Überflutung eingetreten sein, weil an vielen Stellen Lias fehlt und der Dogger Strandfazies besitzt. Immerhin erweitert sich die Furche am Nordrande, und im Malm haben wir unten die volle Mannigfaltigkeit von Tonen, *Diceras*-Kalken, Korallenriffen. Der obere Malm und die unterste Kreide bezeichnen den Höhepunkt der Senkung, wenigstens für den Norden, während im Süden bereits rückläufige Phase einsetzt und im Westabschnitte stellenweise sogar grobe Breccien (Hornfluhbreccie) gebildet werden. Schon oberes Neocom mit dem Urgon bezeichnet den Beginn der negativen Phase, da sich diese Riffbildung um den ganzen Alpenkörper von der Provence bis Oberbayern heranzieht und bald wechselnden Verhältnissen Platz macht. Die verschiedenen glaukonitischen Sandkalke denten Flachsee an, die Senkung geht aber zonenweise noch ruckweise weiter, weil sonst die Urgonkalke nicht verständlich wären. Die allgemeine cenomane Transgression macht sich z. T. auch bemerkbar, in der senonen Phase versucht das Meer mit der Gosauformation von Osten her die alte Rinne zu benutzen, was jedoch nicht ganz glückt. Alle diese Bewegungen waren Vorläufer der tertiären Hauptverschiebungen, die ich nicht mehr zu schildern brauche. Die miocäne Auffüllung der Mittelschweiz bis zur Gegenwart ist dem Verrucano in Dyas und Trias genetisch vergleichbar.

So stellt sich die schweizerische Trias durchaus in einen bekannten Rahmen. Die Konstanz der Meere und Senken macht sich klar geltend. Wie südlich des skandinavischen Schildes immer wieder die baltische Straße auflebt (im mittleren Jura, im Cenoman, im Alttertiär, z. T. im Diluvium), so hier die Furche am Nordrande der Alpen von der Trias bis zum Miocän. Sie wird aber sachte nach Norden geschoben, vor allem im Miocän durch die endlich nach all den Vorbereitungen einsetzende Faltung, dabei an die Kerne von Schwarzwald und Vogesen gedrückt, und ruft damit die Juraketten hervor. Die Hauensteinabscherung ist prinzipiell nichts anderes als die Aufpressung der Gipsmassen bei Iberg und Giswyl, der Rigi gleicht der geneigten Jura- und Nagelfluhtafel von Läuferlingen, nur daß alles gewaltiger ist als im Jura-gebirge.

Die bisher geltende Deckentheorie hantiert mit einem intakten Alpenkörper und einer gleichmäßigen Sedimentdecke. Beides hat nicht existiert, ganz sicher nicht im Flysch, und im Miocän erst recht nicht mehr. Dann hat also der Südschub Diskontinuitäten, Rinnen, Gräben, Fugen aller Art vorgefunden, welche Einzelbewegungen der Schollen gestattet, und dadurch die Schuppenstruktur geschaffen. Es handelt sich um ein immer wieder bewegtes Gebiet, dessen Aussehen in den einzelnen früheren Zeitabschnitten durch die jüngste Faltung und Zusammenschiebung recht dunkel geworden ist. Niemals darf man unter solchen Umständen Faziesdifferenzen tektonisch verwerten.

Hilfsmittel bei Benutzung geologischer Karten.

Von **Hermann L. F. Meyer** in Gießen.

Bei Benutzung geologischer Karten für irgend welche Zwecke erhebt sich häufig der Wunsch, bestimmte Gebiete oder Linien zeitweilig besonders hervorzuheben, um sie einheitlich übersehen zu können, etwa die Tektonik, Quellenlinien u. a. Wenn man für diese Zwecke Pauspapier benutzt, so hat man den Nachteil, daß man dann zwar die gewünschte Zeichnung deutlich erhält, dafür die Originalkarte aber nicht mehr deutlich erkennen kann. Auf verschiedenen Wegen kann man diesem Übelstande begegnen und vor allen Dingen eine für den Unterricht außerordentlich brauchbare Methode gewinnen. In dem letzteren Falle muß man allerdings von vornherein verzichten, daß Einzelheiten einer Karte noch zu erkennen sind, was aber bei der in Frage kommenden größeren Entfernung im Hörsaal sowieso ausgeschlossen ist.

Man kann die fraglichen Punkte direkt auf der Karte auszeichnen, indem man abwischbare Farbstifte benutzt, wie

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [1917](#)

Autor(en)/Author(s): Deecke Wilhelm

Artikel/Article: [Die Trias der Schweizer Alpen und damit zusammenhängende Fragen. 5-20](#)