

Anzeichen für verschiedene Gebirgsbildungsphasen als für Regressionen der Meere gegeben, so daß eine vormitteleocäne, wahrscheinlich unteroligocäne und eine postoligocäne oder altmiocäne Gebirgsbildungsphase aus den Verhältnissen am Waschberg und seiner Umgebung aus dem Studium der Gerölleinschlüsse abzuleiten wäre. Der Waschberg wird so ein wichtiger Ansatzpunkt für die Flyschforschung¹⁾.

Literaturnotizen.

Fr. Kossmat. Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitteilungen d. geol. Gesellschaft in Wien, VI. Band, 1913, pag. 61—165. Mit 3 Tafeln.

Der Verfasser überschaut hier nochmals in klarer, übersichtlicher Darstellung das von ihm in vieljähriger Aufnahmearbeit durchforschte alpin-dinarische Grenzgebiet und auf Grund von Tellers Aufnahmen und eigenen Bereisungen die angrenzenden Steiner Alpen und Karawanken so wie weitere sich anschließende Regionen der Südalpen und des Karstes, um daraus dann die Grundzüge des gesamten Baues und die Beziehungen zwischen Karst und Alpen zu erschließen und schließlich die hier gewonnene Erkenntnis für die Lösung des ganzen Alpenproblems zu verwerten.

Zur Einleitung verweist Kossmat auf die Ausbreitung und Fazies der oberen mesozoischen und der tertiären Schichten, aus welchen hervorgeht, daß die „adriatische Geosynklinale“ als tektonisches Element alle jene großen Bewegungen, welche für die tektonische Gliederung des alpin-dinarischen Gebirges maßgebend sind, überdauert hat. Während Ostalpen und Karpathen ihre kretazische Faltung durchmachten, war die Adria und ihr Küstengebiet eine Region ruhiger Sedimentation und auch bis weit ins Tertiär hinauf bleibt dieses Verhältnis bestehen. Dies läßt sich schwer mit der Termierschen Anschauung von dem Verschieben der Dinariden über die Alpen und ihrer Faltung beim Rückgleiten in Übereinstimmung bringen. Das gleiche gilt von dem Auftreten der Eruptivgesteine, welche in den Südalpen und Dinariden seit dem Perm, in der Trias und dem Tertiär immer wieder in nahezu den gleichen Zonen durchgebrochen sind.

Von dem reichen Inhalt und dem Ausblick, welcher nach den verschiedensten Seiten hin geöffnet wird, können hier nur die ausschlaggebendsten Momente auszugsweise wiedergegeben werden.

Die im dinarischen Streichen verlaufenden und gegen die Adria hin überkippten Faltenzüge des Karstes reichen im östlichen Krain bis zum OW verlaufenden Karbonsattel von Littai, als dem südlichsten Faltenzug des Save-systems, und stehen mit diesem in normalem stratigraphischen Verband. Nördlich des Save-systems reiht sich die komplizierte Aufbruchzone am Südfuß der gegen S überschobenen Steiner Alpen an, womit auch fazielle Veränderungen verbunden sind (Pseudogailtaler Schichten).

¹⁾ Es sei bei dieser Gelegenheit hier daran erinnert, daß besonders E. Tietze in zahlreichen Arbeiten (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 1882, pag. 70, 1884, pag. 172/73. 1887, pag. 663/66, 824/25 und 1889, pag. 370) für die galizischen Karpaten und deren Außenrand auf verschiedene Dislokationsphasen und Diskontinuitäten nachdrücklich hingewiesen hat. So besteht (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 666 und 823) eine Diskontinuität zwischen der Kreide und dem Oligocän, die an unsere vormitteleocäne zum Teil erinnert, wie auch zwischen dem Ende des Oligocäns und der miocänen Salzionformation — ohne daß eine scharfe Diskordanz ausgeprägt wäre — Gebirgsbewegungen im allgemeinen angenommen werden (auch Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1889, pag. 370). Die Ablagerung des miocänen Saltons erfolgte, während das ältere Flyschgebirge schon eine aus dem Meer hervorragende Uferlandschaft bildete. In allen Schriften wird besonders auch der Standpunkt vertreten, daß das Karpatengebirge nicht mit einem Ruck entstand, sondern daß die Hauptgebirgsbildung in den vorangegangenen Zeiten der hauptsächlichsten Sedimentierung doch auch einige Vorläufer hatte.

Diese im O frei entfalteten Zonen werden im W zusammengedrängt und ineinandergeschoben, wobei die nördlichen Teile die südlichen überwältigen, unter sich begraben. Der Rand der Südalpen drängt über den Karst vor. Die Karstfalten selbst sind staffelförmig quer zerteilt mit Untertauchen der südöstlichen unter die nordwestlichen Abschnitte. An Stelle des stratigraphischen Verbandes von Karst und Save-system tritt Überschiebung des letzteren über ersteren.

Zwischen der übergeschobenen Zone von Littai und den überschobenen Karstfalten kommt eine von Kalken begleitete Grauwackenzone zum Vorschein (Gebiet von Eisuern u. a.), welche Kossmat nun auf Grund von Fossilfunden nicht mehr für paläozoisch (wie früher) haltet, sondern für triadisch, wonach diese Zone den Julischen Alpen anzugliedern ist. Die Grauwacken und Schiefer entspringen demnach den Pseudogailtaler Schiefern.

Die Randlinie, mit welcher die Julischen Alpen über den Karst vorgeschoben sind — die eigentliche Grenze von Alpen und Dinariden — setzt sich gegen W in die *Fratura periadriatica* fort, wobei auch im westlichen Gebiet (Friaul-Südtirol) die inneren Teile über die südlichen vorgeschoben sind. Während aber die äußeren (dinarischen) Zonen einen halbkreisförmigen Bogen um die adriatische Senke beschreiben, bildet die Hauptzone der Südalpen nur einen viel flacheren Bogen und verursacht dadurch im O und W ein Abschneiden der Außenzonen am Überschiebungsrund der Südalpen. Die in Krain auftretenden transversalen Zerlegungen und Überschiebungen sind die Reaktion auf den tangentiellen Druck, die Verkürzung des Raumes der gegen das Innere des Bogens vorrückenden Falten.

In den Julischen Alpen besteht im westlichen Teil vorwiegend OW-Streichen, teilweise mit Überkipfung oder Überschiebung gegen S. Bei Flitsch gabelt sich die Streichungsrichtung: der eine Ast zieht gegen OSO, der größere gegen NO. Im Zusammenhang damit treten teils kleinere Torsionssprünge (Flitsch-Kanin), teils größere radial von N und NO vom Flitscher Kessel ausstrahlende Bruchlinien auf (Raibl, Lahnbruch, Planica, Mojstroca). Zwischen beiden Ästen liegt die Schichtplatte der zentralen Julischen Alpen von einer gegen innen (O) einfallenden Schubfläche umgrenzt und auch im Innern von mehreren analogen Schuppenflächen durchschnitten.

Gegen die Auffassung des zentralen Teiles als ortsfremde Decken führt Kossmat zunächst den Mangel einer faziellen Selbständigkeit der einzelnen Einheiten an. Auch das Vorkommen von Hallstätter Entwicklung liefert keinen Anhalt dafür, da ihm eine tektonische Sonderstellung fehlt. Es gelingt aber auch nicht, ein Wurzelgebiet für die angenommenen Decken nachhaftig zu machen, da sie aus dem geschlossenen Faltenwurf des dinarischen Kreide- und Tertiärgebiets im S und SW nicht hergeleitet werden können, einer Herleitung aus N aber der stratigraphische Verband mit dem paläozoischen karnischen Gebirge als gemeinsamer Basis für die Trias der Karawanken und der Julischen Alpen entgegensteht. Am Nordrand der ersteren steht man aber bereits an der Tonalitnarbe — der „Dinaridengrenze“. Nachdem von den Nappisten die Wurzeln der Nordalpen auch bis an diese Grenze herangerückt werden, so würden hier zwei nach entgegengesetzten Seiten ausgehende Deckenländer in einer schmalen Linie als Wurzelzone zusammenstoßen. Die Struktur jener Gebiete ist besser aus der lokalen Position zu erklären, wo die Abbiegung in das dinarische Streichen und die damit verbundenen transversalen Stauchungen zusammenwirken zu einer derartigen Verschuppung des autochthonen Gebirges, wie dies in analoger Weise auch der Hochkarst zeigt.

Von N her dringen die Steiner Alpen in mehrfacher Überschiebung gegen S vor. Bekanntlich stehen dem am Nordrand der Steiner Alpen Schuppenbildungen in entgegengesetzter Richtung gegenüber. Kossmat kommt zu dem Schluß, daß dies nicht einem Vordringen des Gebirges gegen N zuzuschreiben ist, sondern einer Unterschiebung durch die nördlich angrenzende Zone. An den Schubflächen der Julischen Alpen kann man das Umschwenken einer Schubfläche aus N über W in S-Fallen unmittelbar beobachten, als ein Beispiel für die Gleichzeitigkeit beider Überschiebungsrichtungen, von denen die nördlichen nur auf bestimmte innere Zonen beschränkt sind.

Trotz der Auffaltung des Neogen ist die Hauptfaltung der Gebirgszüge nördlich der Save und der Julischen Alpen schon im Alttertiär erfolgt, wie aus der Verbreitung der Tertiärschichten im allgemeinen hervorgeht. An ihr lassen sich zwei Phasen erkennen: die eine nach der Ablagerung des Eocäns, die andere ziem-

lich genau dem Alter der Cosinaschichten entsprechend (Diskordanz zwischen Eocänflysch und Rudistenkalk am Hochkarstrand). Außerdem sind in den Südalpen mehrfach deutliche Anzeichen der mittelkretazischen Faltung vorhanden. In den Steinalpen sind sowohl an den Nord- als an den Südüberschiebungen die neogenen Schichten in die Tektonik miteinbezogen — ein Zeichen, daß auch bei dieser Bewegung die N- und S-Bewegung gleichzeitig nebeneinander eintrat.

Entgegen der heute vielfach vertretenen Auffassung, daß Alpen und Dinariden an der Judikarien-Gailtallinie und deren östliche Fortsetzung als zwei einander fremd gegenüberstehende Bauelemente aneinanderstoßen, vermag Kossmat eine Reihe gewichtiger Momente aufzuführen, welche für eine viel innigere Beziehung beider Teile sprechen.

Neben der schon von verschiedenen Geologen betonten gänzlichen Verschwommenheit der Grenzen beider im Gebiete vom Adamello westwärts, an welche auch die Verteilung gleicher Phyllitregionen beiderseits der Grenzlinie im Eisack- und Pustertal erinnert, ist es vor allem das Eindringen von dinarischen Strukturlinien in die Zentralalpen. Die von Teller entdeckten südöstlichen Ablenkungen in den Karawanken setzen sich als Störungslinie in der gleichen Richtung über das Drautal hinweg fort ins untere Mölltal, wo sie wahrscheinlich in den Zug der Matreier mesozoischen Schiefer einschwenkt. In gleicher Weise zieht sich weiter östlich die Weitensteinerlinie in die Zentralalpen fort.

Die Tonalite an der Grenze von Zentral- und Südalpen stecken in verschiedenen Zonen (Bacher und Rieserferner in zentralalpinen Gesteinen, Tonalite der Ostkarawanken im karnischen Paläozoikum, Adamello in der südalpinen Permtriasserie). Die Tonalitnarbe ist infolgedessen nicht als tektonische Grenze verwendbar. Vielleicht lassen sich jenen aber auch die Zentralgranite, welche auch tonalitische Ausbildungen besitzen, als Teile des großen periadriatischen Intrusionsbogens anreihen.

Die engen Beziehungen zwischen den Zentral- und Südalpen lenken Kossmats Blick nun auf den Gesamtbau der Ostalpen und führen ihn zu einer neuen und eigenartigen Auffassung, welche ein vollständiges Gegenbild zu der jetzt mit so viel Eifer und Gewalt vertretenen Termier-Lugeonschen Erklärung bildet.

Ebenso wie Karst und Südalpen die adriatische Senke bogenförmig umwallen und gegen sie überfaltet und überschoben und dem Bogendruck entsprechend auch transversal gestaut sind, so bilden auch die Zentralalpen von der Adda bis zur Mur einen periadriatischen Bogen (Tauernbogen), der gegen innen, d. h. Süden überfaltet und überschoben ist. Den Transversalschüben des krainischen Gebietes entsprechen die Aufschiebungen der Murtaler Alpen gegen die Radstädter Tauern und die Überschiebungen der Ötztaler. Das Zentralgneisgewölbe ist gegen Süden Übergeneigt, die sügerichtete Überkipfung der Falten im südlichen Flügel ist lang bekannt. Die Nordalpen mit ihren gegen N gerichteten Schubbewegungen würden das vergrößerte Gegenbild der Überschiebungen an der Nordseite der Julischen und Steinalpen darstellen. Mit gutem Fug kann Kossmat — noch weiter ausgreifend — auf die größeren, gegen die Poebene gerichteten Überfaltungen der Westalpen verweisen, die sich nur sehr gewaltsam als „Rückfaltungen“ erklären lassen um zu zeigen, daß die gegen das Innere des Alpenbogens gerichteten Überfaltungen und Überschiebungen nicht auf die „Dinariden“ beschränkt sind.

Ähnlich wie die adriatischen Bogen im südalpinen, dinarischen Gebiet, jene des Karstes stärker gekrümmt sind und von dem flacher gespannten Bogen der Südalpen überschritten werden, so überschneidet die südliche Grenze der nordalpinen Phyllit-Grauwackenzone der Reihe nach die Schladminger und Radstädter Zone bis zur Schieferhülle des Zentralgneises und ist hier gegen diese aufgeschoben.

Die hochgradige komplizierte Überfaltungsstruktur in den Radstädter Tauern und der nördlichen Schieferhülle der Hohen Tauern können nach Kossmat ebenso oder besser auf Überfaltung aus N bezogen werden wie aus S. Für die Tarntaler Köpfe hat neuerdings Hartmann Schub aus N zur Erklärung der Struktur angenommen.

Kossmat zeigt durch seine Synthese, daß sich viele und wichtige Strukturelemente der Ostalpen ebensogut zum einheitlichen Bild einer Entstehung aus konzentrischem Vorschub gegen die Adria und ohne über die Zentralalpen greifende Deckenbewegung vereinen lassen, als dies Termier, Uhlig u. a. für ihre Auffassung tun konnten — allerdings aber auch nur auf Grund einer stark schematischen Einfügung mancher noch ungenügend bekannter Gebiete und

Außerachtlassung mancher entgegenstehenden Verhältnisse. Die gegen N gerichteten großen Überschiebungen der nördlichen Kalkalpen oder der Zentralschweiz lassen sich doch nicht einfach nach Art der Nordüberschiebungen in den Steinalpen begreifen. An der Inntallinie käme man bei Kossmats Erklärung zu einem gleichen Zusammenstoßen auseinanderstrebender Schubmassen an einer Linie, wie Kossmat dies bei der Tonalitnarbe von Kärnten-Steiermark gegenüber der Deckentheorie mit gutem Grund ablehnt. In den Tauern scheinen übrigens jetzt alle Beobachter in der Annahme großer Bewegungsflächen an der Nordumgrenzung übereinzustimmen.

Nachdem nun von Lugeon-Uhlig u. a. einerseits und Kossmat anderseits gezeigt worden ist, daß eine Erklärung des gesamten Alpenbogens sowohl mit einheitlicher, nach außen gerichteter (nördlicher), als auch mit einheitlicher, gegen innen gerichteter (südlicher) Bewegungsrichtung aufgestellt, beide aber nicht ausreichend bewiesen werden können, so könnte man wohl eher zu dem Schluß kommen, daß die Alpen überhaupt nicht einer einheitlich-gleichsinnigen Krustenbewegung ihre Entstehung verdanken, sondern einer mannigfaltigen Verbindung verschieden orientierter Verschiebungen. Aus beiden obigen Erklärungen erwächst die Frage, wie das Zusammentreffen von entgegengesetzt gerichteten großen Überschiebungen, beziehungsweise Decken an einer schmalen Grenzzone, von der aus sie auseinanderstreben, zu erklären ist (die Deutung der „Pilzfalte“ und des „Alpenfächers“ in neuerer Form). Wurzelzone und Rückfaltung sind einer der wundesten Punkte der Deckentheorie; ebenso für Kossmat die Erklärung der Nordalpen-schübe.

Es ist aber das Verdienst Kossmats, der gekünstelten Abtrennung der Südalpen als Dinariden mit Erfolg entgegengetreten zu sein und gegenüber den Scheuklappen der Ternier-Uhlig'schen Erklärung wieder einmal die Berechtigung anderer Deutungsversuche kräftig betont zu haben. (W. Hammer.)

R. Michael. Zur Kenntnis des oberschlesischen Diluviums. Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanst. 1913, Bd. XXXIV, 1. Teil, Hft. 2, pag. 383—406.

Die Arbeit erweckt deshalb ein besonderes Interesse, weil in derselben auf Grund von zahlreichen neuen Bohrungen in Preussisch-Oberschlesien konstatiert wird, daß Oberschlesien nicht eine Übereisung durchgemacht hat, wie man bisher meist annahm, sondern dreimal vom Eis überzogen war. Die Zusammenstellung der bisherigen Literatur über diesen Gegenstand läßt widersprechende Auffassungen über das Ausmaß der letzten Vereisung erkennen. Nach Frech, Tietze, Klockmann sei die letzte Vereisung nicht mehr nach Oberschlesien gekommen, während Keilhack (im Gegensatz zu Frech und Geinitz) die letzte Vereisung nach Oberschlesien übergreifen läßt und im Katzengebirge den Rand des Inlandeises erblickt. Michael hatte schon 1902 die letzte Vereisung in fast ganz Schlesien angenommen (so daß die norddeutschen Endmoränen einem Rückzugsstadium angehören müssen). Die Endmoränen sind freilich nicht frisch und können morphologisch nicht mit den norddeutschen verglichen werden. Die geringe Erhaltung der Moränen sei eine Folge der unregelmäßigen Einlagerung in das wegen der verschiedenen Gesteinszusammensetzung unregelmäßig erodierte Grundgebirge und vor allem, was Referent besonders bestätigen kann, verursacht durch die Aufarbeitung und Umlagerung von seiten der Schmelzwässer und von Süden kommenden Flüsse. Daher wird mit Recht zwischen einem Beckendiluvium und einem Vorlands- und Gebirgsdiluvium unterschieden, wovon das erstere mehr die ursprünglichen glazialen Aufschüttungsverhältnisse aufweist, während das letztere durch Wasserwirkung verschleiert ist. Bernhardi glaubte nun zuerst zwei durch Sandschichten und Bänder-tone getrennte Grundmoränen in Bohrprofilen beobachtet zu haben, wobei allerdings die liegende Grundmoräne auch fehlen kann und an ihre Stelle Sand und Schotter treten können. Michael teilt nun zahlreiche neue Bohrungen aus Oberschlesien (besonders aus dem Birawkatale) mit, aus welchen einerseits die oft sehr bemerkenswerte bedeutende Mächtigkeit des Diluviums erhellt (so bei Szczyglowitz S von Gleiwitz 135 m und in der Nähe davon bei Kriewald 144 m!, Mächtigkeiten, wie sie sonst nur in Ost- und Westpreußen vorkommen), wie sich auch andererseits das Vorhandensein von zwei bis drei Geschiebemergeln, die durch Sand und Tone ge-