



Bibliothek d. Geol. Bundesanstalt
1031 Wien, Tongasse 12

14.287,80

10

P. 1

X. Congrès géol. internat. de Vienne 1903.)

ÜBER DIE KLIPPEN DER KARPATEN.

Von

V. UHLIG.



WIEN 1904.

Gesellschafts-Buchdruckerei Brüder Hollinek, Wien, III., Erdbergstraße 3.

Über die Klippen der Karpaten.

Von V. Uhlig.

Die Erörterung von Klippen und klippenartigen Erscheinungen nahm in der geologischen Literatur des letzten Jahrzehntes einen breiten Raum ein. Hauptsächlich handelte es sich hierbei um westalpine Gebiete und daher war diese Erörterung vornehmlich vom Gesichtspunkte der Überschiebung beherrscht, der nach der übereinstimmenden Auffassung der Geologen in den Westalpen den grandiosen Erscheinungen dieses Gebirges am besten angemessen ist. Die in den Karpaten gewonnenen Anschauungen fanden dagegen meistens nur eine beiläufige Erwähnung.

Ich bin daher sehr erfreut, meine karpatischen Erfahrungen am heutigen Tage vor einem so großen und bedeutenden Forum darlegen zu können. Ich fürchte nur, bei der Kürze der Zeit meinem Thema nicht völlig gerecht werden zu können, denn wohlverstanden, ist ja die Entstehung der karpatischen Klippen fast gleichbedeutend mit der Entstehung der Karpaten.

Der Geolog, der die mährische, schlesische oder galizische Sandsteinzone von Norden her verquert, genießt nach Überschreitung der reizlosen Sandsteinzone einen geologisch wie landschaftlich gleich eigenartigen Anblick: ein schmales, von isolierten Felsen starrendes Band zieht durch das Gelände und bewirkt durch den Gegensatz zwischen den steil aufragenden Kalkfelsen und den flachen Abhängen des Karpatensandsteines höchst sinnfällige geologische Erscheinungen.

Dieses Band, die vielberufene südliche Klippenzone, vermittelt dem von Norden herkommenden Geologen die erste Bekanntschaft mit den Trias-, Lias- und den älteren Jurabildungen der Karpaten. Sie beginnt bei Schloß Brancs am Rande des Wiener Beckens, schließt sich im Waagtale eng an die Kerngebirgszone der Karpaten an, die sie im allgemeinen bogenförmig umgürtet. Im Osten geht sie nach linearem Verlaufe in das alte mesozoische und präpermisch-kristalline Gebirge der Ostkarpaten über. Im mittleren Abschnitte, den sogenannten Pieninen, durchschnittlich 5 *km* breit, schwillt sie im Waagtale bis zu 23 *km* Breite an. Sie enthält auf der 280 *km* langen Strecke vom

Wiener Becken bis nach Zeben im Saroser Komitat ungefähr 5000 einzelne Klippen, deren Größe von den kleinsten Diminutivklippen bis zu den größten Massen von 16 km Länge und 2—3·5 km Breite alle Übergänge aufweist.

Die erste Orientierung im Bereiche der südlichen Klippenzone ist rasch gewonnen. Vor allem erkennt man, daß die Klippenzone im Norden und Süden von alttertiären Zonen begleitet und von der nördlichen zugleich überragt ist. Die nördliche oder äußere Alttertiärzone ist gefaltet, die südliche dagegen — und das ist eine Tatsache von großer Bedeutung — bewahrt flache Lagerung. Die Südgrenze der Klippenzone entspricht einem scharfen, gleichmäßig fortziehenden Bruche, die Nordgrenze einer durch Faltung modifizierten Auflagerungslinie.

Im engeren Bereiche der Klippenzone unterscheidet man 1. die triadischen, jurassischen und neocomen Klippengesteine und 2. die obercretacischen und alttertiären Hüllgesteine; jene bilden isolierte Einheiten, diese ziehen durch die ganze Zone ununterbrochen hindurch. Betrachten wir zunächst die Faciesverhältnisse der Klippengesteine. Die Trias zeigt im allgemeinen die subtatrische Facies, nur der helle karnische Kalk von Kocskocz im Waagtale steht ohne Seitenstück im Bereiche der Karpaten da. Auch die Gesteine des Lias und des untersten Dogger (*Opalinus*- und *Murchisonae*-Schichten) nähern sich der subtatrischen Ausbildung, sind aber toniger und weniger mächtig und enthalten eine Fülle von Versteinerungen aus allen Hauptstufen, die mit der Versteinerungsarmut der inneren Karpatenzonen auffallend kontrastiert. Die roten Hornsteinkalke und Crinoidenkalke des subtatrischen Oberlias der Tatra fehlen in der Klippenzone und umgekehrt kommen rote Kalke im Unterlias der Arvaer Klippen vor, die in der Tatra und in Fátarakriván nicht entwickelt sind. Im mittleren Dogger tritt in der Klippenregion eine Spaltung in die versteinerungsreiche und die Hornsteinkalkfacies auf; jene besteht aus wenig mächtigen Crinoiden- und Ammonitenkalken mit vielen, wenn auch oft schlecht erhaltenen Versteinerungen, diese gleicht teilweise der subtatrischen Facies, weicht aber von ihr durch die Entwicklung mächtiger Posidonomyenschiefer ab.

Auf den ersten Blick scheint die Verschiedenheit der versteinerungsreichen und der Hornsteinkalkfacies die Vorstellung zu begünstigen, es müßte mindestens eine dieser Entwicklungen aus einem fernegelegenen Entwicklungsraume herkommen. Bei näherer Erforschung der Klippenzone erkennt man freilich die Richtigkeit der Neumayrschen Angabe, daß beide Entwicklungen durch Übergänge verknüpft sind, ja man überzeugt sich, daß diese Übergänge noch weit enger und mannig-

faltiger sind, als Neumayr annahm. Man muß also mit diesem Forscher ein Nebeneinanderentstehen der beiden Entwicklungen voraussetzen. Die radiolarienreichen Hornsteinkalke sind vermutlich in größerer Tiefe entstanden als die Crinoiden- und Ammonitenkalke, und da diese Bildungen reihenweise miteinander wechseln, so muß der ehemalige Bildungsraum der Klippenzone im Dogger und Malm durch bandweisen Wechsel von tieferem und seichtem Meere gekennzeichnet gewesen sein. Man muß sich nicht vorstellen, daß die Ablagerung dieser Facies auf den engen Raum der heutigen Klippenzone beschränkt war, im Norden und Süden der Klippenzone ist ein weiter Spielraum hierfür gegeben, und es war offenbar die Faltung und Schuppenbildung, die diese Ablagerungen einander so sehr genähert hat.

Wie auch immer man die Übergänge der Klippenfacies deuten möge, so steht doch vor allem die Tatsache fest, daß weder in der Tatra noch auch in irgendeinem anderen inneren Teile der Karpaten Gesteine bekannt sind, die mit den Facies der südlichen Klippenzone übereinstimmen. Weder die Bildungen der versteinungsreichen noch auch die der Hornsteinkalkfacies kann man in gleicher Folge und Beschaffenheit in den inneren Zonen der Karpaten wiederfinden, sie sind vielmehr gänzlich auf den Außenrand des ehemaligen mesozoischen Ablagerungsraumes der Karpaten, die nachmalige Klippenzone, beschränkt.

Die Klippen haben aber nicht nur eine eigenartige Facies, sondern zeigen auch eine besondere, ihnen eigentümliche Tektonik. Die Klippen der versteinungsreichen Facies sind vorwiegend in parallele Schuppen zerlegt, von kleinen Blattverwerfungen durchschnitten und in Längsreihen angeordnet. Viel seltener kommt eine gruppenförmige Anordnung bei mehr flacher Lagerung der Schichten zur Geltung. Die Hornsteinkalkklippen dagegen bilden langgezogene, zusammenhängende Kämme, Schuppen und schiefe Falten und ihre Schichten zeigen oft verwickelte Sekundärfaltungen. Die Ursache dieses verschiedenartigen tektonischen Verhaltens muß man wohl in der physikalischen Verschiedenheit der Gesteine, besonders in der größeren Sprödigkeit und Massigkeit der Crinoidenkalke einerseits und der größeren Plastizität der Hornsteinkalkfacies andererseits suchen.

Einzelne ältere Forscher haben die Klippen als regellos verteilt hingestellt. Es genügt aber ein Blick auf ein richtig aufgenommenes Klippenkärtchen, um zu erkennen, wie gesetzmäßig die einzelnen Klippen trotz ihrer Isolierung gleich den Steinchen eines Mosaikbildes zum Aufbau eines größeren Ganzen zusammentreten.

Überall, wo die Klippen in ihren tieferen Teilen aufgeschlossen sind, wachsen sie gleichsam aus der Tiefe hervor; auch da, wo sie

nur als kleine Spitzen an Bergrücken hervorragen, liegen die Schichten des Klippengesteines nicht flach auf dem Flysch auf, wie das zum Teil von den Schweizer Klippen beschrieben wird, sondern sie zeigen eine mehr oder minder steile Lagerung.

An nicht wenig Punkten sieht man die Hüllschichten konkordant unter die Klippen einfallen und wiederum konkordant auf ihnen aufruhend. Namentlich bei plastischer Beschaffenheit des Klippenmaterials, zum Beispiel bei den *Opalinus*- und *Murchisonae*-Schichten, ist diese Konkordanz so vollständig, daß man es sehr wohl begreift, daß die alten Autoren die Klippenkalke als Einlagerungen im Karpatensandstein betrachteten. Wenn dennoch alle späteren Forscher nach dem Vorgange von Beyrich in der Annahme einer scharfen Diskordanz zwischen den Klippen und ihrer Hülle übereinstimmen, so geschieht dies in den Pieninen weniger wegen der Verhältnisse im einzelnen Aufschlusse, als vielmehr wegen der scharfen Begrenzung und Isolierung der Klippen, des Mangels petrographischer Übergänge von den Klippen zur Hülle, der selbständigen Verbreitung der Klippen und der Tatsache, daß die Hüllschichten Klippen von verschiedenem geologischen Alter umgeben.

Die Hüllschichten gehören zum Teil der Oberkreide, zum Teil dem Alttertiär an. Gemeinsame Faltung hat die vorwiegend plastischen Hüllschichten in konkordante Lagerung gebracht, während sie ursprünglich vielleicht nicht ganz gleichmäßig abgesetzt waren. Bestand doch eine kurze Festlandsperiode zwischen Senon und Mittel-eocän, die sich in den inneren Karpaten durch die Verteilung dieser Formationen, durch die Entwicklung eines geschiebereichen Litoral-Kordons und das Vorkommen von Landpflanzen und selbst Kohlenbildungen bekundet und auch in der Klippenzone aus dem Vorhandensein von Hippuritenkalkgeröllen im Eocänconglomerat erschlossen werden kann.

Im Cenoman herrschen grobklastische, im Senon feinklastische und kalkige Gesteine vor, es fehlt aber auch im tieferen Teile nicht an feineren, im höheren nicht an gröberen Sedimenten. Auch das Eocän beginnt mit grobklastischen Bildungen. Im Waagtale und in den Ostkarpaten treten Cenomangesteine, in den Pieninen Senon und Eocän in den Vordergrund.

Im Bereiche der Hüllgesteine erregen unstreitig die Conglomerate das meiste Interesse. Sie treten nicht vereinzelt auf, wie Neumayr meinte, sondern in allgemeiner Verbreitung und häufig solcher Mächtigkeit, daß sie selbst Bergzüge bilden. Stets spielen Hornsteinkalkeinschlüsse eine viel größere Rolle als Geschiebe von Czorsztyner Kalk und Crinoidenkalk, was dem Massenverhältnisse, in dem

diese Bildungen an der Zusammensetzung des Klippengebirges beteiligt sind, bestens entspricht. Neben den von den Klippen herrührenden Kalkgeschieben kommen aber auch Geschiebe von Quarzit, Porphy, Porphyrit, Melaphyr, Gneis und Granit vor. Nicht selten heften sich die Geschiebe unmittelbar, und zwar bisweilen einseitig, an größere Klippen an, sie erscheinen aber auch in größerer Entfernung von den Klippen.

Eine zwar unterbrochene, aber regelmäßig nach Südosten fortstreichende Reihe von größeren und kleineren Klippen schlägt gleichsam eine Brücke von der pieninischen Klippenzone zum alten Gebirge der Ost- und Südkarpaten. Auch diese großen alten Gebirgsmassen finden wir gleich den kleineren Klippen der westlicheren Gebiete von cenomanen Exogyrensandsteinen und Conglomeraten, von Inoceramenmergeln, Nummulitenconglomeraten und jüngerem Flysch rings umrahmt und müssen daher auch diese Gebirge als echte Klippen oder Inseln ansprechen, die sich nur durch viel bedeutendere Größe von den Klippen des Westens unterscheiden.

Die Oberkreide beschränkt sich hier nicht auf den Rand des alten Gebirges, sie breitet sich auch in mehrere Kilometer langen Decken und größeren und kleineren Denudationsresten über die Höhen des kristallinen Schiefergebirges aus, sie dringt ferner in die große mesozoische Mulde am Außenrande des kristallinen Gebirges ein und verwandelt die jurassisch-neocomen Kalkzüge zum Teil in Klippen. So ergibt sich hier das anziehende Bild einer größeren Insel, die am Außenrande von einem Schwarm von Klippen begleitet ist. Die tithonisch-neocomen Nerineen- und Caprotinenkalke sind hier von der Oberkreide nicht nur umhüllt, wie in den Pieninen, sondern sie treten wegen ihrer größeren Mächtigkeit und flacheren Lagerung auch als breiter Unterbau des Gebirges unter der Kreidedecke hervor. Die ursprüngliche Ablagerungsdiskordanz ist hier nicht nur am Kontakt der Oberkreide mit dem kristallinen Grundgebirge, sondern wegen der größeren Massigkeit der tithonisch-neocomen Kalke auch zwischen diesen und dem Conglomerat erhalten. Gewaltige, auf dem kristallinen Grundgebirge aufruhende Tithon- und Neocomkalkzüge, wie der stolze Königstein, der Bucegi, das Nagy Hágymasgebirge gehen durch Aufschüttung der Oberkreide und vorherige Denudation in ein förmliches Gewirr von größeren und kleineren Klippen über.

An 1000 und vielleicht über 1000 *m* mächtig, türmen sich die Conglomeratmassen in den Schluchten des Bucegi in teils schwebender, teils leichtgeneigter Lagerung auf und umschließen nicht nur ungemessene Mengen von kopf- und faustgroßen Tithon- und Neocomblöcken, sondern auch mehr als hausgroße Kalksteinmassen, die man



Fig. 1. Der Bucegi-Gipfel südwestlich von Ia Omu, aufgenommen vom Rande der Gaura-Schlucht.
Die leichtgeneigten Banke des Genomanconglomerats enthalten mehrere Riesenblöcke von Tihon-Neocomkalk, die hier mit schwarzen Linien umzogen sind.

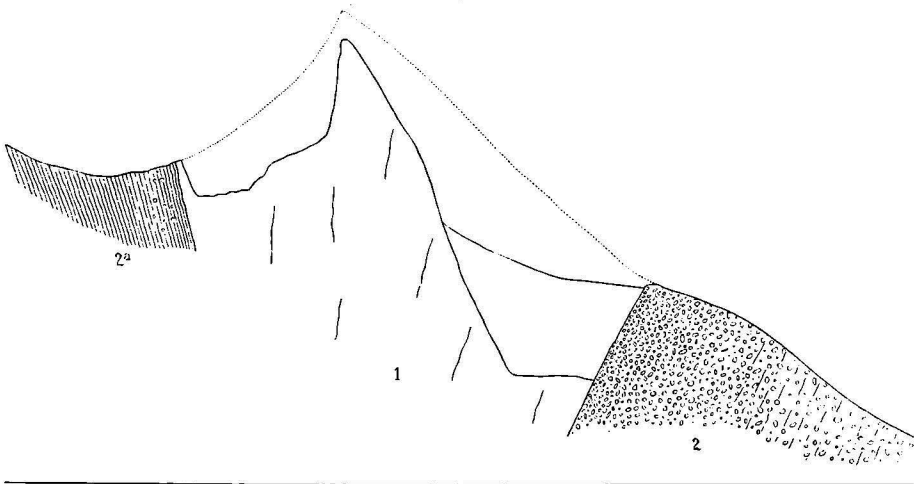


Fig. 2. Monte Gaura, westlich von La Omu, Bucegi. Zeigt das cenomane Bucegi-Conglomerat in schwebender Lagerung mit einzelnen sehr großen Blöcken von Tithon-Neocomkalk, die hier mit schwarzen Linien umzogen sind.

geneigt sein könnte, für anstehendes Gebirge zu halten, wären sie nicht in prächtigen Wandaufschlüssen als Blöcke erkennbar (s. Fig. 1 und 2 auf S. 432 u. 433). Und dieselbe Massenhaftigkeit der Blockbildung begegnen wir am Königstein bei Kronstadt, am Csukás, im Persányer Gebirge, am Ciahläu, an der Steanisoara in der Moldau, im Gyergöer Gebirge und in etwas geringerem Grade in der Bukowina und der Marmaros.

Oberkreide und Eocän sind aber in den Ostkarpaten nicht die einzigen Perioden der Klippenbildung. Die Ablagerung des Mesozoicums

Fig. 3.



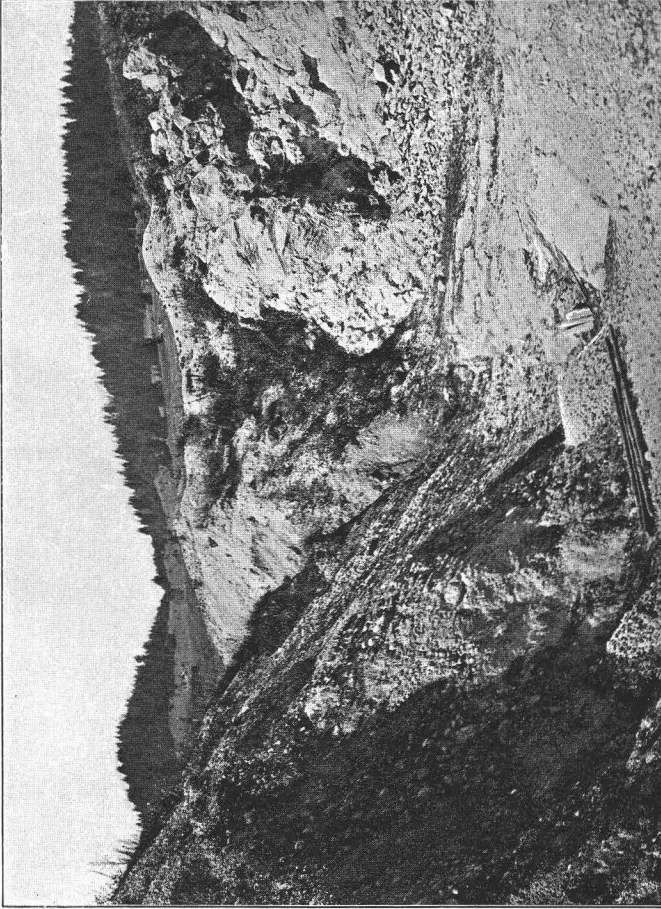
Klippe von weißem karnischen Riffkalk mit *Halobia austriaca* im Valea mare bei Kimpolung, Bukowina.

1 Karnischer Riffkalk, 2 Conglomerathülle, 2a Conglomeratarmer Teil der Umhüllung, Sandsteinbänken und Schiefer mit einzelnen Kalkgeschieben (Neocom). Die nebenstehende Figur 4 zeigt die photographische Aufnahme der Kontaktpartie zwischen 1 und 2. Die Klippe ist durch Steinbruchbetrieb stark reduziert.

(Aus „Bild und Bau der Karpaten“, S. 32.)

wurde hier wiederholt durch Denudationsperioden unterbrochen und durch Transgressionen wieder fortgesetzt und so fand hier in verschiedenen Perioden wiederholt Klippenbildung statt. Die erste Periode verzeichnen wir im Braunen Jura. Conglomerate mit *Sphaeroceras* enthalten bei Kimpolung in der Bukowina große Blöcke von weißem, wohl sicher triadischem Riffkalk und Bruchstücke von Serpentin. Auf Butia Psenilor bei Pojorita umfließen schwärzliche Schiefer mit *Posidonomya alpina* triadischen Kalkstein und verleihen ihm dadurch das Wesen einer Klippe. Eine zweite

Fig. 4.



Karnische Riffkalkklippe des Valea mare bei Kimpolung, Bukowina.

Rechts der weiße Riffkalk der Klippe, links das mächtige, durch dunklen Ton leicht verkitzte Kalkconglomerat.

intensivere Phase der Klippenbildung folgte im Neocom und Tithon. Zahlreiche große Blöcke von Triaskalk wurden mit kleineren Geschieben in neocome Sandsteine eingeschlossen und größere Massen ragen als echte Klippen aus einem mächtigen Geschiebemantel auf, wie die zuckerhutförmige Klippe des Valea mare bei Kimpolung (s. Fig. 3 und 4). Bruchstücke von Glimmerschiefer im Neocomsandstein zeigen an, daß die Denudation schon im Neocom bis zum kristallinen Grundgebirge vorgedrungen war. Das Cenoman erscheint sonach in den Ostkarpaten als die dritte Phase der Klippenbildung. Hier haben diese Vorgänge ihren Höhepunkt erlangt, indem von der Brandungswelle des Cenomanmeeres nicht nur die neugebildeten Tithon- und Neocomkalke, sondern auch alle älteren sedimentären Bildungen angegriffen und auf weite Strecken vom kristallinen Grundgebirge abgekehrt wurden.

Im dritten Hauptklippengebiete der Karpaten, in Westsiebenbürgen, umkränzen bei Toroczko zwei mächtige Tithon-Neocomkalkzüge den kristallinen Gebirgskern. Der westliche ruht unmittelbar auf dem kristallinen Grundgebirge; die Talmulde zwischen beiden Kalkzügen ist durch typisches Cenomanconglomerat mit massenhaften Kalk- und anderen Geschieben ausgefüllt. Weiter nach Süden und Südwesten hin nimmt das Conglomerat in Verbindung mit grobbankigen grauen Sandsteinen mehr und mehr überhand und es treten auch an der Westkante des Tithon-Neocomzuges Oberkreideconglomerate auf, die das kristalline Grundgebirge bedecken und sich an den Neocomkalk anschmiegen. Infolgedessen sehen wir die kompakten Kalkzüge sich zuerst in größere Inseln, dann in kleinere und immer kleinere Klippen auflösen (s. Fig. 5 und 6, S. 437 u. 438). Die Abstände zwischen den einzelnen Kalkklippen werden immer größer und schließlich ragen in der Gegend des Zalathnatales nur noch kleine Spitzen aus dem übermächtigen Mantel der grobklastischen Sedimente hervor¹⁾. Zugleich kommen hier neben den cenomanen Gesteinen auch rote Tone und Kalkmergel, wohl dem senonen Puchower Mergel der Westkarpaten und den Inoceramenmergeln der Ostkarpaten entsprechend, als Klippenhülle zur Geltung. Ebenso klar, ja vielleicht noch klarer als in den Ostkarpaten, ist hier der Übergang kompakter, auf dem Grundgebirge aufruhender Kalkzüge in Klippenreihen zu verfolgen.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die sogenannte nördliche Klippenzone am Außenrande des Karpatengebirges. Auch hier können wir, wie in den übrigen Klippengebieten, Klippen-

¹⁾ Der größte Teil dieser Sedimente wurde von Herbig irrtümlich als Neocom aufgefaßt.

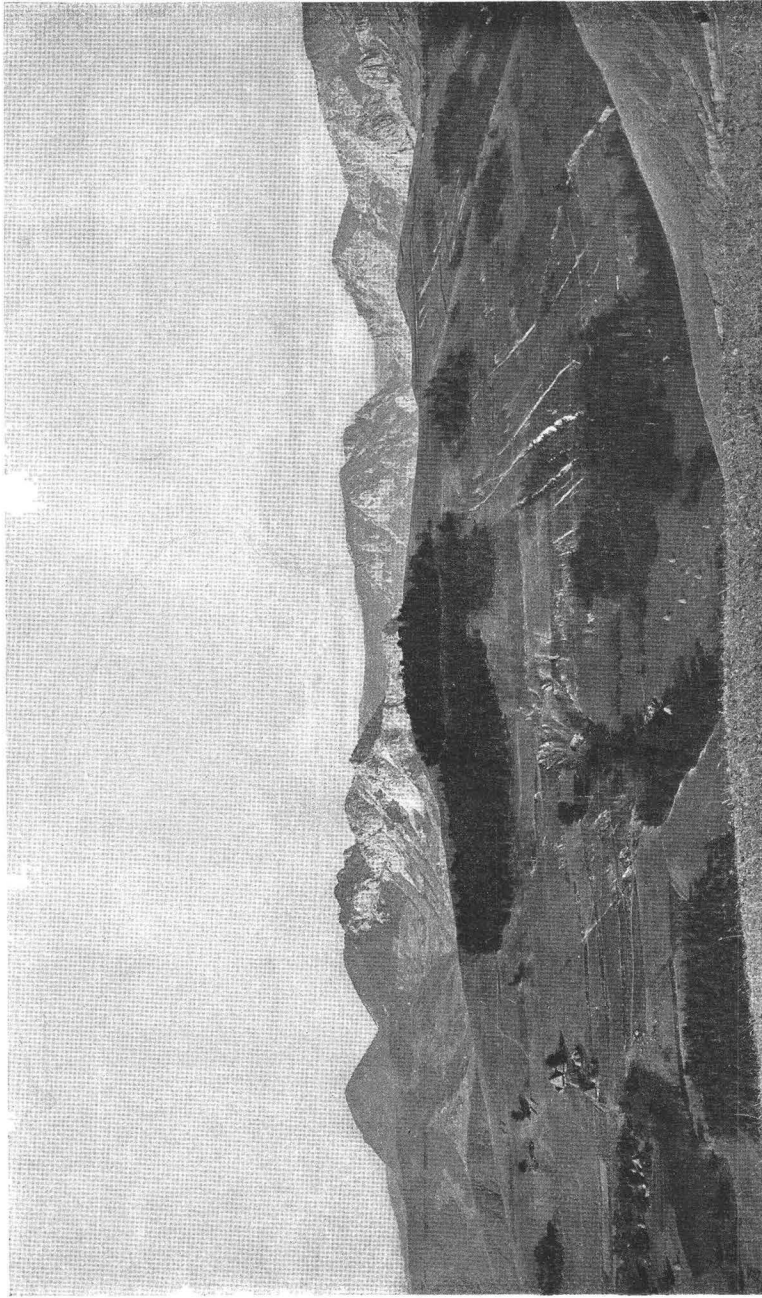


Fig. 5. Die Tithon- und Neocomkalkketten am Rande des siebenbürgischen Erzgebirges, aufgenommen von Stina Remetului an der Straße von Nagy Enyed nach Ponor. Im Vordergrund obercretacischer Karpatensandstein und Conglomerat, im Hintergrunde die Kalkketten, die im Norden (rechts) auf kristallinen Schiefen ruhen.

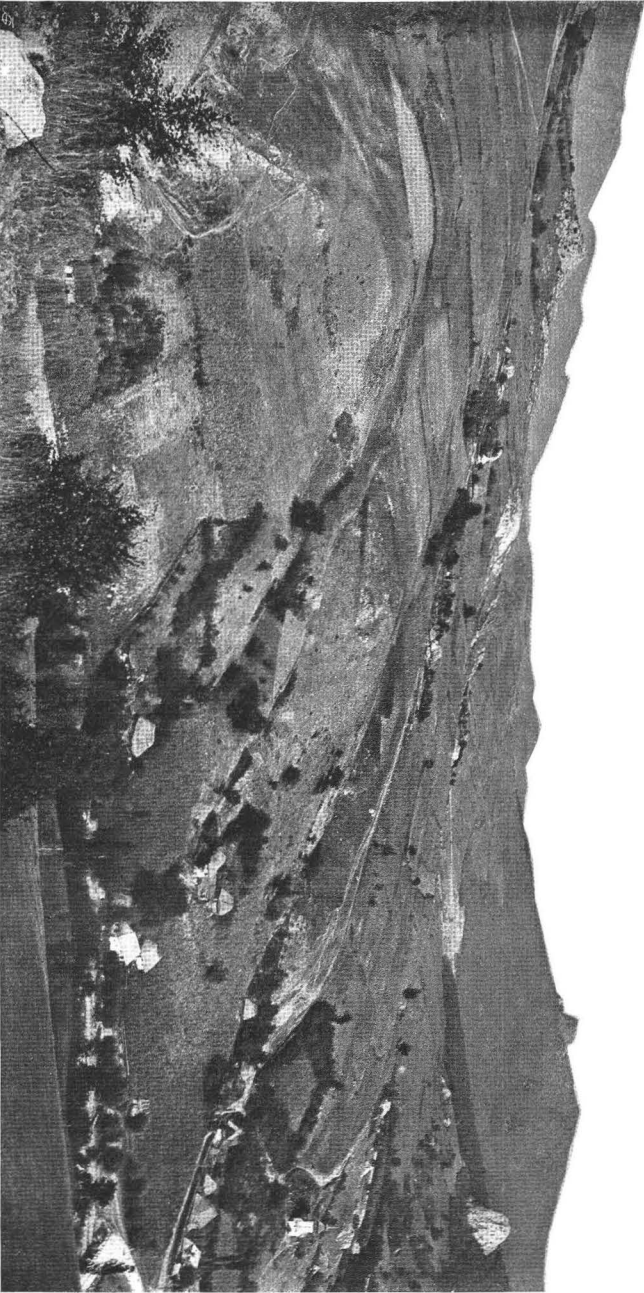


Fig. 6. Tihon-Neocomkalkklippen zwischen Mezesd und Toffahud im Zalathnatale (Ompolytal), westlich von Gyula-Fehérvár. Kleine Kalkklippen ragen aus obercretacischen Karpatensandsteinen und Conglomeraten hervor. Mit den Sandsteinen sind hier rote Schiefer und Mergel nach Art der Puchower Mergel verbunden.

gesteine und Hüllgesteine unterscheiden; diese bestehen aus senonen Schichten (Friedeker und Baschker Schichten im nördlichen Mähren und in Schlesien, Belemniten- und Inoceramenschichten in Südmähren und Niederösterreich, Pralkowcer Schichten und Inoceramenschichten in Galizien) und aus alttertiärem Flysch, jene aus sämtlichen Unterkreidestufen einschließlich des Godulasandsteins (Albien) und aus dem Obertithon. Nur im südlichen Mähren kommen noch tiefere Tithonbildungen und bei Czettechowitz die Oxfordkalke hinzu. Offenbar haben wir die Ursache des Mangels älterer mesozoischer Gesteine in dem Umstande zu suchen, daß der Bildungsraum der eigentlichen Sandsteinzone im älteren Mesozoicum trocken lag und erst im Tithon, in Mähren schon etwas früher, von Süden her inundiert wurde. Tithonische Korallenkalke und Untere Teschener Schiefer, sodann die Unterkreide lagerten sich an das neue Ufer an und hatten in vorober-cretacischer Zeit zusammen mit den inneren Zonen der Karpaten die erste Hebung und Faltung zu bestehen.

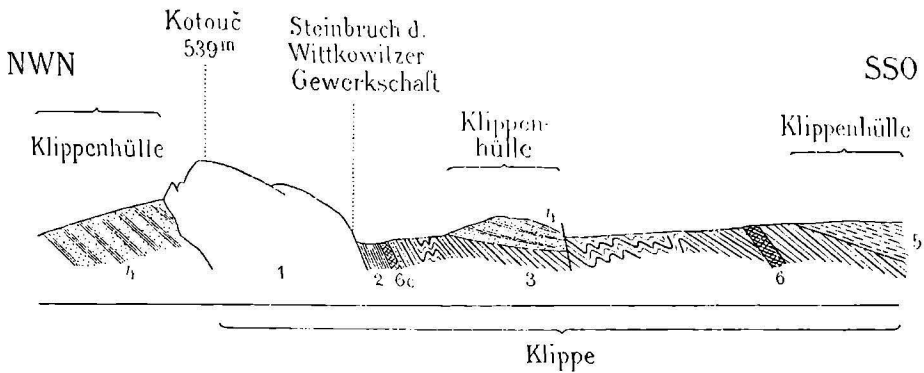
Man hat früher in der nördlichen Klippenzone nur die Kalkmassen als Klippen angesprochen, offenbar weil nur sie klippenartig aufragen. In Wirklichkeit gehören aber die Neocomgesteine, geologisch genommen, ebenso zu den Klippen wie das Tithon, wenn sie auch vermöge des geringen Härteunterschiedes zwischen ihnen und der Klippenhülle landschaftlich nicht als Klippen hervortreten. Es ist das derselbe Fall wie bei den Klippen der *Opalinus*- und *Murchisonae*-Schichten der südlichen Klippenzone, die Stache deshalb als „Kryptoklippen“ bezeichnete. Das Tithon gehört derselben Ablagerungsreihe an wie das Neocom und teilt dessen geologische Schicksale.

Wir können in der nördlichen Klippenzone Klippen und Inseln unterscheiden, die nur aus Tithon, andere, die aus Tithon und Neocom, und endlich solche, die nur aus Unterkreide bestehen. Über das Verhältnis des Obertithons zum Neocom klärt uns die berühmte Klippe von Stramberg auf. An der Südseite der großen Kalkmasse von Stramberg vollzieht sich unter Erscheinungen, die an die Vorriffzone von E. Fraas und an die Übergangszone der Südtiroler Dolomitriffe erinnern, der Übergang in die Unteren Teschener Schiefer. Die Kalkmasse von Stramberg verdankt ihr klippenartiges Äußere dem Facies- und Härteunterschied gegenüber dem im wesentlichen gleichalterigen Unteren Teschener Schiefer. Vermöge dieses Umstandes bildet sie keine echte, sondern eine Scheinklippe. Sie ist aber auch von senonem Baschker Sandstein und alttertiären Nummulitenschichten umhüllt. Diese Schichten umgeben aber nicht den Stramberger Kalk für sich, sondern umziehen auch die auf dem südlich geneigten Stramberger Kalk aufruhenden Unteren und Oberen Teschener Schichten

und das jüngere Neocom. Somit ist die Stramberger Riffmasse vermöge der Senon- und Eocänhülle auch eine echte Inselklippe; dies aber ist sie nicht für sich allein, sondern in Verbindung mit den Schichten des Valangien und des jüngeren Neocom. Wir haben in Stramberg nicht eine Tithon-, sondern eine Tithon-Neocomklippe vor uns (s. Fig. 7).

So wie die Riffmasse von Stramberg für sich allein nur eine Scheinklippe ist, so sind wohl auch die sogenannten Blockklippen von Bobrek, Koniakau usw. in Schlesien, die vom Unteren Teschener Schiefer rings umschlossen sind (beziehungsweise waren), nichts anderes

Fig. 7.



Durchschnitt der Stramberger Klippenpartie, durch den westlichen Teil der Riffkalkmasse geführt. (Maßstab 1:25.000.)

1 Obertithonischer Riffkalk, 2 Unterer Teschener Schiefer, 3 Oberer Teschener Schiefer (Valanginien), 4 Baschker Sandstein (Senon), 5 Alttertiär, Ton und Sandstein mit Nummuliten, 6 Teschenit, 6c Teschenitkontakt.

(Aus „Bild und Bau der Karpaten“, S. 203.)

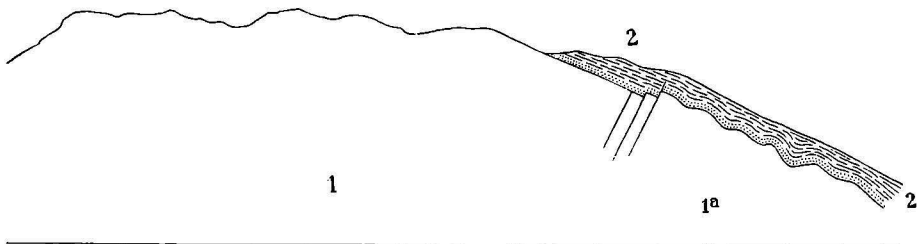
als mit dem Unteren Teschener Schiefer gleichalterige Miniaturriffe nach Art gewisser bukowinischer Triaskalkmassen.

Die Hüllschichten der nördlichen Klippenzone sind ungemein reich an Blöcken von kristallinen Gesteinen und von verschiedenen älteren Ablagerungen, besonders aber von Tithonkalk. Die Ausstreuung dieser Blöcke folgt dem ganzen Nordsaume der Sandsteinzone. Wir erinnern hier nur an die Conglomeratmasse von Stramberger Kalkblöcken am Rande der Klippe von Stramberg, die auch Hébert bemerkt und beschrieben hat, an die enormen Blockanhäufungen von Kruhel bei Przemyśl, die nach Niedźwiedzki viele Jahre lang eine lebhaft betriebene Kalkindustrie alimentierten, und verweisen namentlich auf die Beschreibungen Hoheneggers. Man könnte

Seiten mit Zitaten von Lill, Boué und Beyrich angefangen bis in die neueste Zeit hinein ausfüllen, die sich auf diese Blockbildungen beziehen. Wiederholt wurden Kontroversen über die ziemlich irrelevante Frage geführt, ob einzelne besonders große Massen anstehendes Gestein oder nur lose Blöcke bilden.

Wie in der südlichen Klippenzone wurden auch hier bei plastischer Beschaffenheit der Klippengesteine diese mit der Klippenhülle parallel gepreßt. Nur bei harter Beschaffenheit und massiger Entwicklung der Klippen blieb die ursprüngliche Ablagerungsdiskordanz erhalten. Den letzteren Fall zeigen am deutlichsten die großen, mächtigen Klippen von Nikolsburg. Die senonen Hüllschichten sind hier nicht nur am Saume der Klippen entwickelt, sondern sie breiten sich in flacher

Fig. 8.



Tithonklippe nördlich von Nikolsburg.

1 Weißer Tithonkalk, bei 1a liegt der große Turol-Steinbruch, 2 Senonkreide, oben grünliche glaukonitische Inoceramenmergel, darunter eine zirka 2 m mächtige gelbliche Lage.

Von den kleinen Verwerfungen, die im Turol-Steinbruch aufgeschlossen sind, ist eine älter, zwei jünger als die Senonhülle.

(Aus „Bild und Bau der Karpaten“, S. 196.)

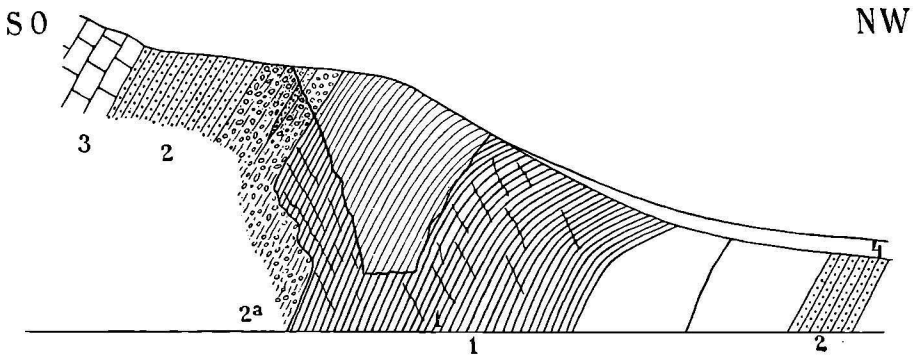
Deckenform weithin über den Klippenkalk aus (s. Fig. 8) und senone Breccien mit Tithonfragmenten erfüllen, wie Abel gezeigt hat, die Spalten des Tithonkalkes. Die späteren Faltungen haben hier nur verhältnismäßig wenig eingegriffen, es entstanden wohl kleinere Brüche, aber die Lagerung blieb verhältnismäßig flach. Vielleicht ist dieser Umstand übrigens nicht bloß auf die massige Beschaffenheit der Klippenkalke, sondern auch auf die vermutlich granitische Unterlage der Kalke zurückzuführen.

Wiederum an anderen Punkten sind spröde, aber kleine Kalkmassen von Sandsteinen umgeben, wie in Kurowitz und Czettechowitz in Mähren und in Roczyny in Galizien. In Kurowitz zeigen Quetschflächen zwischen dem Klippenkalke und der Conglomerathülle, daß hier

eine Abscherung des Klippenkalkes begonnen hat (s. Fig. 9). In Czettechowitz ist dieser Prozeß viel weiter vorgeschritten: der Klippenkalk ist hier beiderseits durch wellig verlaufende Brüche begrenzt, denen parallel Quetschflächen durch den umgebenden Sandstein verlaufen (siehe Fig. 10). Hier erfolgte also eine Emporpressung der spröden Kalkmasse.

Wie mannigfaltig sich auch die verschiedenen Modifikationen der karpatischen Klippen gestalten mögen, so gleichen sie sich doch alle in einem Punkte: in dem steten Vorhandensein von Conglomeratblöcken der Klippengesteine in der Klippenhülle. Diese Erscheinung war es denn auch zumeist, die in G. Stache (1871) die Vorstellung erweckte, es müßten die Klippen der Pieninen schon vor Ablagerung der Klippenhülle ein gehobenes Gebirge,

Fig. 9.



Tithonklippe von Kurowitz in Mähren.

1 Obertithonischer Aptychenkalk, 2 Steinitzer Sandstein, alttertiär, bei 2a eine mächtige Ablagerung von Tithonkalkgeschoben mit einzelnen Sandstreifen, 3 Marchsandstein, alttertiär.

(Aus „Bild und Bau der Karpaten“, S. 198.)

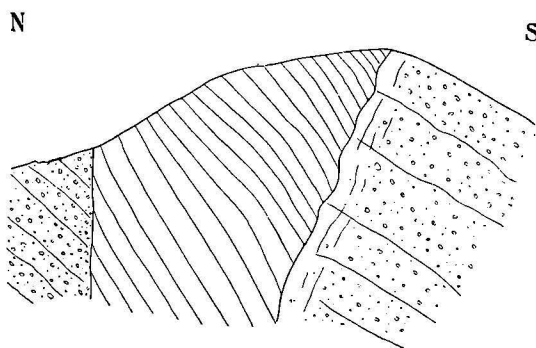
einen klippenreichen Küstenstrich nach Art des dalmatischen Küstenlandes gebildet haben, nachdem schon vorher L. Hohenegger für die Nordkarpaten ähnliche Anschauungen ausgesprochen hatte.

Mit jener Sicherheit und Schärfe, die nur durch intensive und sorgfältige Naturbeobachtung gewonnen werden können, erkannte L. Hohenegger schon in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Ablagerungslücke, die Faltungs-, Kontinental- und Erosionsperiode zwischen Unter- und Oberkreide, zwischen dieser und dem Eocän. Die selbständige Verbreitung der Unterkreide, der Oberkreide und des Eocäns und das Wesen der Blockbildungen am Rande der Karpaten waren ihm ebensowenig entgangen wie die Spuren der gemeinsamen nachmaligen Faltung und so wurde er, ohne eigentlich die Frage

der Klippenbildung im Auge zu haben, zum eigentlichen Urheber jener geohistorischen Betrachtungsweise, die wir dem Klippenproblem zugrundelegen müssen.

Und in der Tat, alle die Erscheinungen, die wir hier aus verschiedenen Teilen der Karpaten flüchtig überblickt haben, konvergieren wie in einem Brennpunkt in der Inseltheorie. Unmöglich können wir uns dem Gewichte der Tatsache entziehen, daß die Klippenzone vom Rande des Wiener Beckens bis nach Rumänien von einem Kranze von Conglomeratbildungen umzogen ist und daß sich solche Conglomerate auch in der ganzen nördlichen Klippenregion wie nicht minder in Westsiebenbürgen und bei den älteren Klippen der Bukowina wiederfinden. Wir können unmöglich die Bedeutung der weiteren

Fig. 10.



Westliche Juraklippe in Czetechowitz, Mähren.

In der Mitte Kalkstein nach Art des Kurowitzer Tithonkalkes, an den Seiten Marchsandsteine mit Geschieben. Die Kontaktflächen bilden Bruchflächen, parallel diesen Bruchflächen durchsetzen Quetschzonen den Sandstein.

(Aus „Bild und Bau der Karpaten“, S. 199.)

Tatsache verkennen, daß diese Conglomerate in größerer Entfernung von den Klippen- und Küstenregionen immer spärlicher, die Blöcke immer kleiner werden und schließlich fast verschwinden.

Der Umstand, daß sich den Kalkblöcken der Klippenhüllen auch Blöcke von Granit und anderen kristallinen Gesteinen beimischen, kann die Bedeutung der Tatsache, daß die Kalk- und Hornsteingeschiebe mit dem Muttergesteine der Klippen identisch sind, nicht nur nicht verdunkeln, sondern bestärkt uns noch mehr in der Annahme bedeutender vorobercretacischer und voreocäner Hebungen. Betrachten wir die wahrhaft enormen, selbst die Nagelfluhe der Schweizer Molasse in Schatten stellenden Conglomerate der Ostkarpaten, so werden wir zwar über die Großartigkeit der Denudationsvorgänge billig erstaunt

sein und vielleicht die Entstehung und Einstreuung der hausgroßen Blöcke schwer verständlich finden, aber gewiß werden wir keinen Augenblick daran zweifeln, daß hier das Neocom samt allen älteren Formationen ein gehobenes Gebirge bildete, als hier das Oberkreidemeer eindrang und das gewaltige Spiel seiner Brandungswellen begann.

Daß sich die Blöcke zuweilen nur an einer Seite der Klippen vorfinden und die lithologische Beschaffenheit der Hüllschichten zu beiden Seiten eines Klippenstriches nicht immer gänzlich übereinstimmt, ist in der Art der Ablagerung am Saume von Küsten- und Inselstrichen wohlbegründet. Stecken besonders manche kleinere Klippen nicht sämtlich in echt litoralen, sondern teilweise auch in feinklastischen, kalkreichen und in größerer Tiefe abgesetzten Sedimenten (Puchower Mergel, Inoceramenmergel), so hängt dies wohl mit der positiven Bewegung der Strandlinie zusammen, die sich im Verlaufe der Oberkreide vollzog und welche die kleineren Klippen rascher den litoralen Bedingungen entzog als die großen Felsmassen. Spielen ferner diese feinklastisch-kalkigen Sedimente in den Pieninen eine größere Rolle als in den Ostkarpaten und im Waagtales, so ist das ersichtlich der exponierten Stellung der Pieninen zuzuschreiben, die der Hauptmasse des mesozoischen Gebirges weiter entrückt und mehr in den Ozean vorgeschoben waren, als die eng an das Gebirgsrückgrat sich anschmiegenden Klippen der Ostkarpaten und des Waagtales.

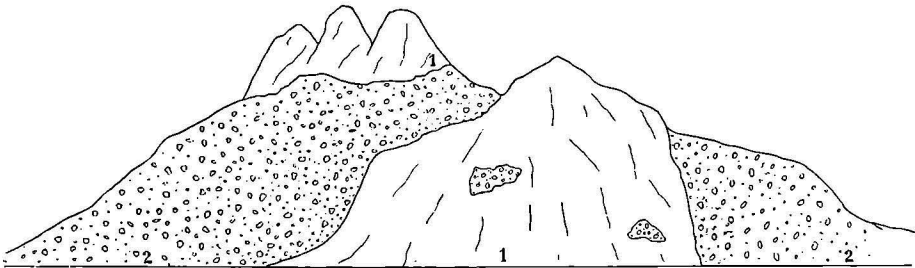
Ebensowenig wie die Natur der Hüllschichten können wir aber auch die Tatsache der eigenartigen Tektonik der Klippenzüge, ihren spezifischen Bau, ihre regelmäßige Verteilung und besonders den in den Ostkarpaten klar zutage liegenden Übergang der kleineren Klippen in die großen und mächtigen, auf dem älteren Gebirge aufruhenden Tithonzüge außeracht lassen. Beunruhigt uns vielleicht der Umstand, daß die jüngeren Hüllschichten in den Pieninen vorwiegend nur im Umkreise der Klippen liegen und nicht sie selbst bedecken, so zeigen uns die Ostkarpaten Jura- und Neocomkalke als breiten Unterbau der Kreideconglomerate und wir sehen letztere in meilenlangen schwebenden Decken über die Höhen des kristallinen Grundgebirges hinziehen.

Die ursprüngliche Ablagerungsdiskordanz ist in den Pieninen durch nachträgliche Faltung stark verwischt, aber in den Ostkarpaten können wir sie untrüglich nachweisen. Erkennen wir endlich in den Ostkarpaten ältere wiederholte Klippenbildungen im Jura und Neocom, die sich ebenfalls im Zusammenhange mit Re- und Ingressionen des Meeres im wesentlichen unter denselben Erscheinungen vollzogen, wie die großartigere Klippenbildung der Oberkreide- und der Eocänzeit, so finden wir uns auch hierdurch auf die Inseltheorie verwiesen. Auch die vielfachen Modifikationen des Klippenphänomens, das Auf-

treten von Klippen mit parallel gefalteter Hülle und von Klippen, die von Brüchen begrenzt oder selbst überschoben sind, stehen nicht im Widerspruche zu dieser Theorie, sie vertiefen vielmehr unseren Einblick in die Vorgänge der Klippenbildung und die mitwirkenden Umstände.

Selbstverständlich darf die Inseltheorie nicht in dem Sinne aufgefaßt werden, als entspräche jeder Klippe des gegenwärtigen Geländes eine genau ebenso umgrenzte Klippe der Oberkreide- und Eocänzeit. Nicht selten werden obercretacische oder eocäne Klippen und Küstenregionen durch Aufschüttung der Hüllen und nachmalige Faltung in eine viel größere Anzahl von kleineren Einheiten zerlegt worden sein, wobei diese Zerlegung bei harter Gesteinsbeschaffenheit unter Faltung und Bruch, bei plastischer vorwiegend nur unter Faltung erfolgt sein

Fig. 11.



Tithon-Neocomkalkklippe, umhüllt von Oberkreide-Conglomerat am Wege von Hárunkút (Kis Békás) zum Szalok, nordöstliches Siebenbürgen.

1 Weißer koralligener Tithon-Neocomkalk, 2 Cenomanconglomerat mit runden Geschieben von Tithon-Neocomkalk, Gneis und anderen Gesteinen. Einzelne Geschiebepartien kleben an der Wand der Klippe. Gesamthöhe der Klippe über dem Boden 5–6 m.

(Aus „Bild und Bau der Karpaten“, S. 159.)

dürfte. Daher ist also nicht die strenge und völlige Zerlegung der mesozoischen Faltungs- und Hebungszonen in obercretacische und eocäne Inseln eine unerlässlich notwendige Voraussetzung der Inseltheorie, sondern es genügt der Bestand von zur Oberkreide- und Eocänzeit gehobenen Faltungszonen.

Jene Klippen, die von Brüchen begrenzt sind, erinnern an die Neumayrsche Durchspießungstheorie, die auf karpatischem Boden aus teilweise zutreffenden Beobachtungen entstanden und daher gewissermaßen berechtigt, wenn auch in ihrer ursprünglichen Form nicht richtig ist. Der Unterschied zwischen der Durchspießungs- und der Inseltheorie ist bei näherer Betrachtung nicht so groß, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Beide haben, um mich eines

modernen Ausdruckes zu bedienen, Faltung „en place“ zur Voraussetzung, beide legen dem Härteunterschiede der gemeinsam gefalteten Gesteine eine große Bedeutung bei, beide nehmen gewisse, die regelmäßige Faltung abändernde Umstände in Anspruch. Während aber die Inseltheorie diese Umstände ganz allgemein in der Ablagerungsdiskordanz zwischen Klippen und Hülle und der, der Ablagerung der Hülle vorangehenden Faltung und Erosion erblickt, stützte sich Neumayr auf lokale Verhältnisse. Die Juragesteine der Klippen deuten nach Neumayr auf große Differenzen der Ablagerungstiefe und demnach auf einen sehr unebenen, ungleiche Widerstände bietenden Untergrund. Ferner nahm Neumayr auch in den cretazischen Schichten große Härteunterschiede an, indem gerade am Rande der Klippenzone die harten und massigen Chocsdolomite durch terrigene, plastische Gesteine ersetzt sein sollen.

Letztere Annahme beruht auf der irrigen Voraussetzung, daß die große Felsmasse von Haligócz in den Pieninen zum Chocsdolomit gehört; in Wirklichkeit besteht sie aus Trias- und Liaskalken. Auch die erstere Annahme hat wohl nicht die Bedeutung, die ihr Neumayr zuschrieb, die zahlreichen Übergänge zwischen den Hornsteinkalken und der versteinungsreichen Facies warnen vor der Überschätzung dieses Faktors. Neumayrs begünstigende Umstände reichen daher nicht aus, um dem Einwurfe zu begegnen, daß sich ein ähnlicher Härteunterschied gemeinsam gefalteter Gesteine wie in den karpatischen Klippen in vielen anderen Gebieten wiederfinde, ohne daß dort Klippenbildung einträte. Endlich versagt die Durchspießungstheorie vollständig bei den Klippen der nördlichen Klippenzone und den großen Klippen und Inseln der Ostkarpaten und Westsiebenbürgens.

Und nun kommen wir zu den eingangs erwähnten Hypothesen, welche die Klippen teils mit großen Überschiebungen, teils mit einer Einwanderung aus dem Süden in Zusammenhang bringen. Die Karpaten bilden, wie ich teilweise schon im Jahre 1897 zeigen konnte, keinen günstigen Boden für diese Vorstellungen, sie bieten nicht nur keinen Anhaltspunkt hierfür, sondern die bestimmtesten Anzeichen dagegen und ich übertreibe sicher nicht, wenn ich behaupte, daß derartige Hypothesen auf karpatischem Boden gewiß niemals hätten entstehen können.

Man macht sich eine ganz falsche Vorstellung von den karpatischen Klippen, wenn man dabei an Kalkmassen denkt, die nach Art der westalpinen „Klippen“ auf dem Flysch aufzuruhen, gleichsam zu schwimmen scheinen. In den Karpaten kann in dieser Beziehung keine Täuschung aufkommen, da die Klippen hier teils die Hüllen ersichtlich tragen, wie vielfach in den Ostkarpaten, teils deutlich die Hüllen

durchsetzen und in den Aufschlüssen von unten heraufkommen, wie in den Pieninen. Das letztere ist selbst der Fall, wo die Klippen von Brüchen begrenzt oder an Hüllgesteine angeschoben und selbst schief übergeschoben sind.

Vielleicht hat die Bemerkung H o h e n e g g e r s, daß einzelne kleine Klippen durch Steinbruchbetrieb gänzlich ausgerottet wurden, auf fernerstehende Geologen den Eindruck gemacht, als gäbe es „wurzellose“ Klippen auch in den Karpaten, wie man dies für die Westalpen annimmt. Aber diese Bemerkung galt teils großen Einschlußblöcken, teils den obenerwähnten kleinen heteropischen Stramberger Kalkriffen der Unteren Teschener Schiefer und ist somit für unsere Frage ohne Belang.

Die Überschiebung der Klippenkalke hätte nach Absatz des Alttertiärs erfolgen müssen; damals aber waren die inneren Zonen der Karpaten schon völlig gefaltet und im wesentlichen im Zustande von heute. Diese inneren Zonen sind von einem ununterbrochenen Kranze von Nummulitenconglomeraten, voll von Abfallstücken ihres eigenen Felsgerüstes umgeben und flache, selbst horizontale Eocänschichten breiten sich zwischen dem Kerngebirge und der Klippenzone aus. Von Süden her konnte also die Überschiebung nicht kommen. Ebenso wenig aber auch von Norden, denn der nördlichen Überschiebung steht die südliche Neigung der Sandsteinzone sowie die Tatsache entgegen, daß nirgends in der Sandsteinzone Trias, Lias und Dogger entwickelt sind. Wären die Klippen wurzellose Massen, so müßten es naturgemäß auch die kristallinen Schiefer der Ost- und Südkarpaten und Westsiebenbürgens sein, auf denen die Kreide und das Eocän deckenförmig aufruhn und die das eigentliche Gebirgsrückgrat der Ostkarpaten bilden. Auf die wiederholte Klippenbildung der Bukowina und die Erscheinungen der nördlichen Klippenzone ist die Überschiebungshypothese nicht anwendbar. Endlich versagt die Überschiebungshypothese und die verwandte Einwanderungshypothese von M. Lugeon völlig der unbestreitbaren und offenkundigen Tatsache gegenüber, daß sowohl die Klippen der südlichen wie die der nördlichen Klippenzone ihre eigentümliche, in keinem anderen Teile der Karpaten wiederkehrende Facies aufweisen und daher unmöglich aus anderen Teilen der Karpaten hergeleitet werden können. Ist es nicht widersinnig, die kontinuierliche Kette der Oberkreide der Klippenzone mit ihrer nördlichen hercynischen Fauna auf den Süden und auf eine Gegend beziehen zu wollen, in der die Oberkreide größtenteils fehlt und, wenn vorhanden, eine andere Facies zeigt? Und ist es endlich nicht ebenfalls widersinnig, die einzige mesozoische Zone der Karpaten, die durch das

ganze Gebirge ununterbrochen hinzieht, aus denjenigen Teilen des Gebirges herleiten zu wollen, wo das Mesozoicum viele Meilen weit vollständig fehlt, wie im Osten, oder nur in unterbrochenen, auf kleinere Gebirgseinheiten beschränkten und zum Teil durch Flysch getrennten Partien auftritt, wie im Westen?

Wenn sich nun auch klar herausstellt, daß nur die Inseltheorie den Erscheinungen der karpatischen Klippen gerecht wird, so verschließen wir uns doch durchaus nicht der Möglichkeit, daß auch durch andere Prozesse klippenähnliche Bildungen zustande kommen können, wie zum Beispiel durch Überschiebung, durch Horstbildung, auch durch Durchspießung und selbst durch vulkanische Explosionen und Eruptionen. Man tut aber Unrecht, wenn man derartige Bildungen als Klippen bezeichnet. Waren es doch die karpatischen Klippen, die zuerst so benannt wurden, und man kann daher nur solche Vorkommnisse Klippen nennen, die mit den karpatischen dem Wesen nach übereinstimmen. Die fast schon üblich gewordenen Bezeichnungen „tektonische“ und „vulkanische Klippen“ stoßen daher gegen das Gesetz der Priorität, sie widerstreiten aber auch dem geographischen und allgemeinen Sprachgebrauche. Man sollte daher die klippenartigen Gebilde, die nicht echte Klippen bilden, nach ihrem jeweiligen tektonischen Charakter ansprechen und das Wort Klippe hierbei ganz aus dem Spiele lassen. Eine sogenannte „Horstklippe“ ist doch füglich nichts anderes als ein kleiner Horst, eine Überschiebungsklippe nichts anderes als eine kleine Überschiebungsscholle oder ein Überschiebungszeuge, wie sich A. Rothpletz ganz richtig ausdrückte, eine Durchspießungsklippe nichts anderes als eine kleine Durchspießungsantiklinale. Für die durch vulkanische Kräfte isolierten Massen könnte vielleicht die Deffnersche, für gewisse Partien des Rieses verwendete Bezeichnung Sporaden beibehalten werden.

Selbst die Ausdehnung der Bezeichnung „Klippe“ auf sämtliche karpatischen sogenannten Klippen unterliegt gewissen Bedenken. Die Entstehung der Klippen, wie wir sie in den Pieninen vor uns sehen, ist im wesentlichen auf drei Phasen zurückzuführen: 1. Erste Faltung und Hebung sowie Reliefbildung; 2. Ingression des Meeres und Absatz der Hüllschichten; 3. nachmalige gemeinsame Faltung der Klippen- und Hüllgesteine. Unter den karpatischen Klippen finden wir nun solche, bei denen die jetzt vorliegende Gestaltung wesentlich durch die beiden ersten Prozesse bedingt ist, und andere, bei denen auch oder nur die dritte Phase starke Spuren hinterlassen hat. Bezeichnet man nun nur die Klippen der ersteren Art schlechtweg als Klippen, so bleibt man in strenger Übereinstimmung mit dem geographischen Begriffe einer Klippe.

Von diesen echten Klippen wären die Klippen der zweiten Art zu sondern, denen auch die nachmalige gemeinsame Faltung wichtige Eigenschaften aufgeprägt hat. Da wohl so ziemlich alle Klippen der eigentlichen Pieninen zu dieser letzteren Gruppe gehören, möchte ich vorschlagen, Klippen der letzteren Art danach als „Pieninklippen“ oder kurzweg als „Pienine“ zu bezeichnen. Jeder Pienin war ursprünglich eine Klippe oder ein Teil einer Klippe oder eines gehobenen, mehr oder minder gefalteten und erodierten Terrains, aber erst durch die nachmalige Faltung wurde die Klippe oder das gefaltete Terrain in einen oder mehrere Pienine umgewandelt.

Die großen kristallinen Massen der Ost- und Südkarpaten sind sicher als obercretazische und eocäne Klippen und Inseln zu deuten, sofern sie von den entsprechenden Conglomeraten rings umgeben sind oder waren, aber nicht als Pienine, da die nachmalige Faltung auf die Hauptgestaltung ihrer kristallinen Kerne kaum einen wesentlichen Einfluß ausgeübt haben dürfte. Die kleineren jurassisch-neocomen Kalkmassen dagegen, welche die ostkarpatische Insel am Außenrande begleiten, haben größtenteils den Charakter von Pieninklippen. Die mesozoischen Gebirge der West- und Zentralkarpaten können als eocäne Klippen, Inseln und Halbinseln bezeichnet werden, aber mangels der dritten Phase nicht als eocäne Pienine. In demselben Gebiete kann man auch Klippen der Miocänzeit und der Congerienperiode nachweisen, aber nicht Pienine dieser Perioden.

Die geologischen Erscheinungen sind naturgemäß im Bereiche der Pieninklippen weit mannigfacher als bei echten Klippen im engeren Sinne. Wir fanden bei einzelnen Pieninklippen die ursprüngliche Ablagerungsdiskordanz noch deutlich oder in Spuren erhalten, bei anderen fast gänzlich oder gänzlich verwischt. Einzelne Pienine haben die ursprünglich nördliche Neigungsrichtung bewahrt, andere wurden durch die jüngere Faltung gleichsam nach Süden gebeugt. Wieder andere wurden verschoben und vielleicht auch abgeschert und überschoben oder sie erhielten eine Begrenzung durch wellige Quetschflächen und Brüche und an Stelle der ursprünglichen Ablagerungstrat eine sekundäre Bruchdiskordanz. Bei einzelnen Klippen kann man die ältere Unterlage oder das Grundgebirge nachweisen, bei anderen nicht. Die Vorgänge der Hebung, Umhüllung und nachmaligen Faltung wiederholten sich hauptsächlich in der Eocän- und in der Oberkreidezeit und jede Phase hinterließ ihre besonderen Einwirkungen auf die lokal verschiedenartig entwickelten Gebirge. So bildet die endgültige Gestaltung eines Klippengebietes das Produkt sehr vielfältiger und verschiedenartiger Vorgänge.

Das wechselnde Hervortreten bald des einen Faktors der Klippenbildung, der Hebung und Erosion, bald des anderen, der Faltung, hat zur Folge, daß nicht nur Übergänge von echten zu Pieninklippen bestehen, sondern auch mehr oder minder deutliche Analogien mit rein tektonischen, lediglich auf Faltung und Überschiebung beruhenden Erscheinungen. Blieb zum Beispiel die ursprüngliche Diskordanz zwischen Klippe und Hülle bei geringer Einwirkung der nachmaligen Faltung erhalten, so kann die Grenze zwischen der echten und der Pieninklippe verwischt sein. War aber anderseits die Einwirkung der dritten Phase, der nachmaligen Faltung, äußerst intensiv, die der ersten dagegen sehr schwach, so konnte dem betreffenden Klippengebiete ein vorwiegend tektonischer Charakter aufgeprägt werden, dann war Faltung oder Überschiebung für die endgültige Gestaltung ausschlaggebend und wir haben den Fall zu verzeichnen, wo der Pienin das Wesen einer vorwiegend tektonischen Erscheinung, einer Falte, eines Horstes oder einer Überschiebung annehmen kann und die Grenze zwischen Pieninklippen und tektonischen Klippen verschwimmt.

Aus diesem Verhältnisse können aber Schwierigkeiten für die geologische Auffassung nur dann entstehen, wenn Schlußfolgerungen auf einzelne Punkte statt auf das ganze Gebirge begründet werden. Die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen ist hier viel zu groß, um an wenigen Stellen erschöpft sein zu können, es bedarf der Untersuchung weiter Strecken in verschiedenen Teilen des Gebirges, um die großen Züge entziffern zu können, in denen die Natur die geologische Geschichte der Karpaten niedergeschrieben hat.

Bilden nun die Klippen wirklich eine Art Interferenzerscheinung zwischen den transgredierenden Formationen der Oberkreide und des Eocäns und den älteren, vorher gehobenen Gesteinen, warum spielen sie, wird man fragen, gerade in den Karpaten eine so bedeutungsvolle Rolle, während doch die erwähnten Transgressionen ziemlich allgemein verbreitet sind? Die Ursache davon liegt wohl hauptsächlich in lokalen Verhältnissen. Nicht umsonst bilden die Karpaten denjenigen Teil der mediterranen Ketten, in dem die klastisch-terrigenen Absätze der Sandsteinzone die mächtigste Entwicklung erlangt haben. Der cenomanen Phase der ostkarpatischen Geschiebebildung läßt sich in den Westalpen nichts an die Seite setzen; selbst die eocänen Conglomerate der Schweiz treten dagegen weit zurück und erst das Miocän bringt in den Westalpen in seiner Nagelfluh eine ähnliche Bildung hervor. Die senonen Geschiebe der Karpaten haben nur in den Ostalpen in den Gosauconglomeraten ein Äquivalent, in den Westalpen fehlen zumeist auch diese Spuren. Um die große Bedeutung des Eocäns und Oligocäns in den Karpaten im Gegensatz

zu den Alpen zu würdigen, genügt wohl ein Blick auf die geologische Karte. Endlich zeigen die Ostkarpaten schon im Jura und Neocom untrügliche Anzeichen von wiederholten Denudationen und Transgressionen, wovon in den Alpen nichts bekannt ist.

Die Entwicklung der nördlichen äußeren Klippenzone, eine weitere Sondererscheinung der Karpaten, ist durch die große Breite der Geosynklinale des Karpatensandsteines bedingt. Im wesentlichen entspricht die nördliche Klippenzone den ersten Anlandungen des übergreifenden Meeres der Sandsteinzone am sudetischen und ostgalizischen Außenufer; diese tithonisch-untercretazischen Anlandungen blieben durch das weite Synklinorium der eocänen und obercretazischen Sandsteine von den inneren Teilen der Karpaten getrennt und erhielten dadurch den Charakter einer selbständigen Klippenzone am Außenrande.

Finden wir in den West- und Zentralkarpaten nur eine innere, südliche Klippenzone entwickelt, im Osten dagegen zwei, und zwar eine am Rande des ostkarpatischen, die andere am Rande des westsiebenbürgischen Gebirgsrückgrats, so entspricht das dem Umstande, daß das Gebirge im Osten schon zur Zeit des Cenomans für das Meer fast ebenso durchgängig war wie im Eocän, während es im Westen dem Cenomanmeere ein geschlossenes Ganze entgegenstellte, in das das Meer nur am Rande eindringen konnte. Im Osten scheint schon die vorcenomane, im Westen erst die voreocäne Faltung die großen Hauptzüge des geologischen Baues des mesozoischen Gebirges vorgeschrieben zu haben.

Die namentlich in den Zentralkarpaten auffallend hervortretende Selbständigkeit der pieninischen Klippenzone hängt ersichtlich mit der eigentümlichen Gesamtanlage der karpatischen Faltengebirge zusammen. Die gebirgsbildenden Kräfte äußerten sich hier nicht in eng zusammengepreßten Faltenzügen wie in den Alpen, sondern es entstand hier im innersten Teile (dem sogenannten inneren Gürtel) ein großes flachschildförmiges Gebirge mit fast schwebend gelagerten symmetrischen Triasdecken, weiter nach außen folgten wohlabgegrenzte Faltungs- und Erhebungszentra mit je einem präpermischen, besonders granitischen Kerne, die Region der kuppelförmig symmetrischen inneren und der einseitigen äußeren Kerngebirge und endlich der schwach gehobene Faltungsbogen der Klippenzone. Zwischen den inneren und äußeren Kerngebirgen, zwischen diesen und der Klippenzone befinden sich breite, flache und tiefe Zonen ungefalteten oder nur schwach gefalteten Landes, die sogenannten Austönungszonen. In diese durch die voreocäne Gebirgsbildung geschaffenen neutralen Tiefenregionen drang das Eocänmeer ein. Seinen Strand markieren allenthalben am Rande der Tatra, der Niederen Tatra, des Fatrakrivan, des Lubochnia-

gebirges, des Suchy- und Mala Maguragebirges, des Inovecz und der Kleinen Karpaten mächtige Conglomeratbänder, die sich da und dort tief in das Gebirge hinein erstrecken und teilweise unmittelbar auf Granit und kristallinen Schiefeln ruhen. Flach, selbst fast horizontal liegt das Eocän in der Tiefe der innerkarpatischen Kessel und Niederungen. Die nachalttertiäre Faltung, die ihren eigentlichen Sitz in der Sandsteinzone hatte, erstreckte ihre Wirkung bis in die südliche Klippenzone. Sie zwang hier die Klippen zu neuerlicher Adjustierung, brachte wohl auch Durchspießungen, Zusammenpressungen und kleinere Überschiebungen hervor, aber ihre Einwirkung ging nach Süden nicht über den Klippenbogen hinaus. Am Walle dieses äußeren Faltungsbogens der mesozoischen Karpaten brach sich die Wucht der nachalttertiären Faltung und das Alttertiär der innerkarpatischen Kessel blieb daher vor faltigem Zusammenschiebe bewahrt.

Die Faltungen der Geosynklinale der Sandsteinzone fanden aber in den inneren Karpaten eine Art Ergänzung in Brüchen. Belastet mit alttertiären terrigenen Sedimenten, senkten sich die Austönungszonen, und zwar am Außenrande der Kerngebirge vorwiegend mit breiter Fläche, am Innenrande an scharfen Brüchen, die größtenteils wieder auflebenden alten Randbrüchen folgten.

Ein solcher Randbruch begrenzt auch die Innenseite der Klippenzone und ein solches flaches Senkungsgebiet trennt sie vom Kerngebirge der Tatra, und so hat die eigenartige Isolierung der Pieninen ihre Wurzel in der Existenz der neutralen Austönungszonen, die dem geologischen Bau der Karpaten ein hervorstechendes Gepräge verleihen.

Gerade dieses verdient aber in hohem Grade unsere Aufmerksamkeit. Die neutralen Austönungsregionen, die schwebende Lagerung des Mesozoicums im innersten Teile der Karpaten, der symmetrische Bau dieses innersten Teiles und der inneren Kerngebirge beweisen, daß die Faltung nicht in allen Kettengebirgen ausschließlich in seitlichen Zusammenschiebungen zum Ausdruck kommt. Mit untrüglicher Klarheit zeigen gerade die Karpaten, daß die Faltung nicht nur zu seitlichen Verlagerungen, sondern vor allem zu **E m p o r t ü r m u n g e n** und **A u f p r e s s u n g e n** führt, und daß speziell die kristallinen Zentralkerne die Hauptträger dieser Erscheinungen bilden.

Wegen der geringeren Intensität der Faltung konservierten sich in den Karpaten die Einwirkungen der vorpermischen, der vor- und nach-obercretazischen Faltungsperioden in viel deutlicherer Weise als in jenen Gebirgen, in denen die tertiären Faltungsphasen zwar gewaltige Verschiebungen bewirkt, aber dadurch auch die Spuren der älteren Bewegungen völlig verwischt haben. So tritt gerade die geologische Geschichte unserer Kettengebirge in den Karpaten in ein viel

helleres Licht als in anderen weit großartigeren Gebirgsabschnitten. Es zeigt sich aber auch, zu wie verschiedenartigen Gestaltungen die Gebirgsbildung in verschiedenen Teilen eines und desselben großen Kettenzuges führen kann und wie verfehlt es wäre, wollte man die Gestaltung eines Teiles als maßgebend für alle anderen ansehen.

Nicht durch überwältigende Großartigkeit, wohl aber durch die Klarheit der geohistorischen und geotektonischen Erscheinungen sind die Karpaten bemerkenswert und in diesem Sinne sind sie berufen, nicht nur zur Klärung der Klippentheorie, sondern auch zur Richtigstellung unserer Anschauungen über den Bau und die Entstehung der Kettengebirge beizutragen.

Literaturnotiz.

Die Literatur über die karpatischen Klippen findet sich in folgenden Arbeiten zusammengetragen:

- V. Uhlig. Ergebnisse geologischer Aufnahmen in den westgalizischen Karpaten. II. Der pieninische Klippenzug. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1890, 40. Bd., S. 559.
- Die Geologie des Tatragebirges. Denkschr. der kais. Akademie der Wissensch. math.-naturw. Klasse, LXIV, 1897, S. 643, LXVIII, 1899, S. 43.
- Beiträge zur Geologie des Fátrakriván-Gebirges. Denkschr. der kais. Akademie der Wissensch. math.-naturw. Klasse, LXXII, 1902, S. 1.
- Beziehungen der südlichen Klippenzone zu den Ostkarpaten. Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissensch. math.-naturw. Klasse, Bd. CVI, 1897, S. 190.
- Bau und Bild der Karpaten. Wien und Leipzig, 1903. Verlag von F. Tempsky.

Betreffs der Oberkreide der Ost- und Südkarpaten ist namentlich auf die Arbeiten von J. Simionescu, Popovici-Hatzeg, Blanckenhorn und F. von Nopcsa, betreffs Westsiebenbürgens auf die Aufnahmen der königl. ungar. geologischen Anstalt (besonders L. von Roth-Telegd und M. von Pálffy) hinzuweisen.

Inhaltsangabe.

	Seite
Die südliche Klippenzone	427
Die Klippen der Ost- und Südkarpaten	431
Westsiebenbürgische Klippen	436
Die nördliche Klippenzone am Außenrande der Karpaten	436
Die Inseltheorie	443
Die Durchspießungstheorie	445
Die Überschiebungs- und Einwanderungshypothese	446
Klippenähnliche Bildungen als Ergebnis tektonischer Prozesse	448
Phasen der Klippenbildung	448
Klippe und Pienin	449
Tektonische Beeinflussung der Klippen und Modifikationen der Klippenbildung	449
Abhängigkeit der karpatischen Klippenbildung von der Gesamtanlage der Karpaten	450