

Beiträge zur Entstehungsgeschichte von Asien.

Von **Kurt Leuchs** in München.

Eine von mir auf Wunsch der Geologischen Landesanstalt in Peking in den letzten Jahren durchgeführte Zusammenstellung und Verarbeitung der russischen Literatur über die chinesischen Randgebiete gab mir die Veranlassung zu weiterer Beschäftigung mit den Problemen, welche die Geologie des asiatischen Kontinentes bietet.

Indem ich wegen Einzelheiten über das chinesische Gebiet auf die in den Memoirs of the Geological Survey in Peking erscheinende Arbeit verweise, möchte ich hier nur einige Hauptpunkte herausgreifen und kurz besprechen.

In Asien tritt als einer der wichtigsten Faktoren seiner geologischen Geschichte besonders hervor die Bedeutung der Tethys während langer Zeiträume dieser Entwicklung. Das weite Gebiet zwischen dem ältesten Teil des Angaralandes im N und dem asiatischen Teil von Gondwana im S, gegen W durch Vorderasien nach Europa,

gegen SO durch Hinterindien in die malaiische Inselwelt sich fortsetzend, enthält demgemäß die mannigfaltigsten und wichtigsten Aufschlüsse für die Entstehungsgeschichte von Asien.

Es darf selbstverständlich bei der Bewertung der über dieses Gebiet heute möglichen Anschauungen nicht vergessen werden, daß die geologische Forschung dort über allgemeine Erkundungen mit gelegentlichen, mehr ins einzelne gehenden Untersuchungen noch nicht hinausgekommen ist. In diesem Großteile von Asien beginnt jetzt erst die speziellere systematische Tätigkeit, wie sie in den letzten Jahren sowohl von den russischen Fachgenossen als auch besonders erfolgreich und vielversprechend durch die chinesische Geologische Landesanstalt in Angriff genommen wurde.

Aber gerade aus diesem Grunde erscheint es nützlich, auf die bis heute mit mehr oder weniger Sicherheit gewonnenen Anschauungen über die großen Züge in der Gestaltung dieser Gebiete hinzuweisen.

Nach der Darstellung, welche SUFSS (Antlitz der Erde) gegeben hat, ist für Asien besonders bezeichnend das Wachsen des Angaralandes in südlicher Richtung und die Passivität von Gondwana. An dieser Annahme kann heute noch durchaus festgehalten werden. Denn von der präcambrischen Orogenese, welche das Amphitheater von Irkutsk geschaffen hat, bis zu der jungtertiären Orogenese, die zur Entstehung von Transhimalaya und Himalaya führte, zeigt sich durchwegs eine Angliederung neuer Gebiete an das alte Angaraland. Das trennende Meer zwischen Angaraland und Gondwana wird durch jede neue Orogenese verschmälert, ja selbst vorübergehend aus weiten Gebieten ganz verdrängt mit dem Erfolge, daß am Beginn des Mesozoicums das Meer nur noch südlich des Kwenlun sich behaupten kann und daß es im Tertiär vollständig aus dem Gebiete verdrängt wird, wobei sich das jüngste Glied des Angaralandes, der Himalaya, noch über Gondwana hinüberschiebt. Damit ist dieser lange Abschnitt der Entwicklung beendet.

Es gilt nun, die einzelnen Teile desselben etwas näher zu betrachten. Da möchte ich zunächst betonen, daß diese Entwicklung natürlich nicht so aufzufassen ist, als ob sich ganz regelmäßig eine Kette nach der anderen gebildet hätte. Das würde eine Anordnung der Gebirgsbögen bedingen, welche tatsächlich nicht vorhanden ist. Auch SUFSS hat das ja schon nachgewiesen und mit Verlagerung der gebirgsbildenden Kräfte erklärt.

Wodurch kann nun solche Verlagerung entstehen?

In erster Linie ist hier die Verfestigung einzelner Gebiete ausschlaggebend, welche erzeugt wird durch Gebirgsbildung und die mit ihr in Verbindung stehenden Intrusionsvorgänge samt ihren Einwirkungen auf die durchbrochenen und umgebenden Gesteine. Das Wandern der Gebirgsbildung vom alten Scheitel zum

Zwischengebiete von Minussinsk und weiter zum Altaischeitel ist dadurch zu erklären, ebenso wie das gesamte Fortschreiten der orogenetischen Wirkungen vom Kern des Angaralandes gegen immer weiter entfernte periphere Gebiete.

Zugleich erklärt sich auf diese Weise die vorherrschende Bogenform der Ketten, indem sich die neu entstehenden Faltengebiete um die mehr oder weniger starren älteren Gebirgsmassen herum bilden.

Allgemein betrachtet, erscheint ja die Bogenform sehr wahrscheinlich. Denn bei der Annahme, daß das Baumaterial der späteren Faltengebirge, wenigstens in den meisten Fällen, in marinen Trögen entsteht, wird die Anhäufung von Sedimenten am stärksten in den Randgebieten dieser Tröge erfolgen, welche durch die starke Baustoffzufuhr vom Lande her mehr Sediment erhalten als die küstenfernen Teile großer Ozeane, in welchen die Zufuhr terrigenen Materials wesentlich geringer ist bzw. ganz fehlt.

Handelt es sich aber um relativ schmale Meeresgebiete, um Mittelmeere, so wird naturgemäß die Sedimentbildung von beiden Küsten aus um so rascher und stärker erfolgen, je höher die Küstenländer aufragen.

Noch rascher wird die Sedimentbildung in Mittelmeeren erfolgen, in welchen durch Inseln und Inselreihen weitere Entstehungsgebiete von Sedimenten gegeben sind. Zugleich wird in solchen Meeren größerer Faziesreichtum entstehen, entsprechend dem häufigeren Wechsel der Bedingungen für Sedimentbildung.

Dieser Fall ist z. B. bei den Alpen vorhanden, wo die Häufigkeit der Fazies wohl am stärksten auffällt und nur durch solche Vorbedingungen, wie die eben erwähnten, befriedigend erklärt werden kann.

Ähnlich liegen die Verhältnisse auch im Sunda-Archipel, der ebenfalls durch häufigen, oft unvermittelten Fazieswechsel ausgezeichnet ist, hervorgebracht durch die örtlich und zeitlich rasch sich ändernden Bedingungen für Sedimentbildung, deren Ursache die Zertrümmerung einer in Resten da und dort noch erhaltenen älteren Gebirgsmasse ist.

Es ist einleuchtend, daß jede jüngere Orogenese stärker eingengt ist als die ihr vorhergegangene. Der Raum für die Epikontinentalmeere, um die es sich hier handelt, und damit der für Gebirgsbildung verfügbare Raum ist kleiner geworden, die Falten können sich nicht mehr so frei ausbilden wie vorher, sie stauen sich an den früher entstandenen Hindernissen, den starren Schollen. Deshalb ändert sich ihre Streichrichtung immer häufiger, sie sind gezwungen, den da und dort ihnen entgegenstehenden starren Gebieten auszuweichen und werden dadurch, bei genügender Stärke der orogenetischen Kraft, in den für ihre Ausbildung verbleibenden Räumen um so enger und höher werden.

Einige Beispiele mögen dies näher erläutern!

Mit SO-Richtung zieht der N a n s c h a n am Südrande der Gobi entlang als eine breite Schar paralleler Ketten. Am Hwangho ändert der Hauptteil seine Richtung, die Ketten biegen um in SSO, bis im Tsinlinschan eine neue Richtungsänderung in W—O erfolgt. Westlich des Hwangho lösen sich einzelne schmalere Ketten vom Hauptstamm ab, biegen über NO um in S—N-Richtung und streichen dem Rande von Ordos parallel, so daß sie in ihrem weiteren Verlaufe in W—O-Richtung umschwenken (A l a s c h a n, S c h a r a - n a r i n - u l a, I n s c h a n).

Die Ursache dieses doppelten Ausweichens der Ketten ist die alte starre Scholle von Ordos, welche der vor- bzw. frühdevonischen Kwenlunfaltung gegenüber stabil blieb.

Ein weiteres Beispiel ist in Südchina zu sehen. Um die alte Südostchinesische Masse legt sich das aus paläozoischen Gesteinen bestehende sinoannamitische Faltenbündel, welches in seiner doppelt gekrümmten Streichrichtung deutlich seine Abhängigkeit von dem Umriß der alten Masse kundgibt¹. Sie bildet die Ostgrenze der nach S herabziehenden Tethys, welche ihre Westgrenze im indischen Gondwana hat.

Noch deutlicher infolge des geringeren Alters der Faltung zeigt sich der Einfluß starrer Schollen an der Grenze von Angaraland und Gondwana. Die nach S konvexe Bogenform des Himalaya bekundet einerseits die Allgemeintendenz des Nordlandes zur Angliederung neuer Bogengebiete am Außenrande. Dazu kommt aber noch der vom starren Gondwana ausgehende Widerstand. Auf ihn ist die starke Krümmung des Bogens zurückzuführen und wohl auch die große Vertikalerhebung. Erst da, wo Gondwana zurückspringt, im Punjab und in Assam, ergibt sich für die faltende Bewegung die Möglichkeit breiterer Ausdehnung, deshalb fließen dort die Faltenwellen weit nach S hinab, einerseits die breite Kettengebirgszone von Hinterindien bildend, andererseits Salzkette und Suleimangebirge, welche selbst wieder, gleich wie der Himalaya, die Tendenz der Überwältigung des passiven Vorlandes zeigen.

Wenn die Annahme, daß die Bogenform von Ketten auf den Einfluß älterer Widerstände zurückgeht, richtig ist, ergibt sich daraus die Möglichkeit, Schlüsse auf Alter und Bedeutung der Tarimscholle zu ziehen.

Denn die stark gekrümmte Bogenform des Westlichen Kwenlun und die, allerdings mit wesentlich geringerer Krümmung, dazu spiegelbildliche Form des Südrandes des Tianschan legen den Gedanken nahe, daß die Tarimscholle eine weitere starre Scholle im asiatischen Bau ist. An ihren Rändern hätten sich

¹ DEPRAT und MANSUY, Étude géologique du Yun-Nan oriental. Mém. Serv. géol. de l'Indochine. 1. 1912.

dann, analog wie bei den anderen starren Schollen, die Bögen des Kwenlun und das Bogensystem des Tianschan gebildet. Die Tarimscholle wäre damit Gegenpfeiler zu Gondwana: zwischen beiden wurde die faltende Kraft auf engen Raum zusammengedrängt, daraus entstand die Häufung der Ketten und die große Meereshöhe, welche das ganze Gebiet zwischen Tarinbecken und Punjab besitzt.

Westlich und östlich dieses Gebietes konnten sich, entsprechend dem Zurücktreten der einengenden starren Schollen, die Ketten breiter entfalten, einerseits nach Iran, andererseits nach Tibet, dessen größter Teil nur schwach gefaltetes, spätmesozoisches, z. T. selbst alttertiäres Meeresgebiet ist.

Auch die neueren Untersuchungen im Pamirgebiete sprechen für diese Annahme. NALIWKIN, MUSCHKETOW, HAYDEN haben dort erfolgreich gearbeitet, ihre Ergebnisse hat TRINKLER¹ jüngst kurz zusammengefaßt. Das scheinbar unvermittelte Nebeneinander verschiedener Gebirgssysteme, wie es nach den bisherigen Kenntnissen angenommen werden mußte, hat dadurch eine Klärung erfahren. Es hat sich gezeigt, daß dort eine ursprünglich ziemlich regelmäßige Strukturanlage vorhanden ist, kenntlich durch den stark gegen N konvexen bogenförmigen Verlauf der jungpaläozoischen und mesozoischen Sedimentgesteinstreifen.

Als erster hatte schon IWANOW 1886 dies betont; auch die Annahme STOLICZKA's 1878, daß sich die Triaskalke von Aktasch im südöstlichen Pamir nach SO fortsetzen, ist durch HAYDEN als richtig nachgewiesen, im Gegensatz zu der Ansicht von SUSS, welcher sich die Verbindung durch eine Gneismasse zwischen Mustaghata und Karakorum unterbrochen dachte.

Damit ist jetzt die Verbindung zwischen den mesozoischen Meeressedimenten westlich und östlich des Pamirgebietes nachgewiesen, dieses selbst war größtenteils im Mesozoicum vom Meere bedeckt, welches seine Nordgrenze am Alaigebirge hatte. Im NO und O ist die Grenze heute noch unbekannt, dürfte aber mit dem Westrand der Tarimscholle bezw. mit dem Außenrande des Westlichen Kwenlun zusammenfallen.

Für die Entwicklung des nördlichen und mittleren Teiles von Angaraland ist bezeichnend, daß die Entstehung der heute noch mehr oder weniger geschlossen vorhandenen Kettengebirge im wesentlichen mit der jungpaläozoischen Orogenese ihren Abschluß fand.

Auf diese orogenetische Phase folgte ein auf Grund der bisherigen Forschungen tektonisch verhältnismäßig sehr ruhiger Zeitabschnitt,

¹ Mitt. Geogr. Ges. München. 16. 1923; dazu: NALIWKIN, Vorläufiger Bericht etc. Mitt. Russ. Geogr. Ges. 52. 1916 (russ.); s. auch Besprechungen N. Jahrb. f. Min. etc. 1923. I. 3.

welcher erst im Tertiär wieder durch starke orogenetische Bewegungen abgelöst wurde.

Aber die tertiären Bewegungen erfolgten in ganz anderer Weise als die jungpaläozoischen. Während diese vorwiegend Faltung erzeugten, ging die Wirkung jener weitaus vorwiegend auf eine Zertrümmerung des alten Faltenlandes hinaus. Die Faltengebirge wurden zu Rumpfschollengebirgen umgestaltet. Dabei erfolgten auch tangentielle, faltende Bewegungen, aber nur in geringem Ausmaße und im wesentlichen in den Randgebieten der älteren Gebirge, mit Tendenz von der Hoch- zur Tiefscholle, als Faltung, Überfaltung, Überschiebung, ohne einheitliche Bewegungsrichtung, vielmehr jeweils durch die örtlichen Verhältnisse in ihrem Ausmaß und ihrer Richtung bestimmt¹.

Dieser Gegensatz zwischen älterer und jüngerer Gebirgsbildung dürfte hauptsächlich durch die lange tektonisch ruhige Zwischenzeit hervorgebracht sein. Durch die Abtragung während dieser Zeit wurden vielfach die inneren und tieferen, durch höhere Faltung und höheren Druck stärker zusammengepreßten Teile der alten Faltengebirge freigelegt, diese selbst waren durch die häufigen und großes Volumen einnehmenden Intrusionen noch weiter verfestigt, so daß sie für neue Faltung zu starr wurden. Daher mußte der neue Druck zu Zerlegung in Schollen führen, ein Vorgang, welcher ja auch in anderen carbonischen Gebirgen (rheinisch-westfälisches Steinkohlengebirge z. B.), ja selbst in jungen Kettengebirgen mit zweifacher Orogenese, wie den Kalkalpen, wenn auch dort nicht in so starkem Maße, bekannt ist.

Solche Bewegungstendenz von der Hoch- zur Tiefscholle ist auch bezeichnend für den Osten des Kontinentes. Die großen Landstapeln erscheinen als Störungszonen, an welchen nicht nur eine Zerteilung in Schollen und Senkung der äußeren, sondern zugleich, wenigstens stellenweise, eine tangentielle Bewegung gegen außen stattfand, wie das aus den Beobachtungen SOLGER'S² hervorgeht. Sie bestätigen zugleich die Annahme von HORN³, daß der Druck aus Innerasien kam und gegen O, also gegen außen wirkte.

Nicht die von den ozeanischen Tiefen ausgehenden Zerrkräfte, wie v. RICHTHOFEN⁴ annahm, auch nicht die Unterschiebung des Ozeanbodens unter den Kontinent, wie WILLIS⁵ meinte, sondern die aktive, gegen außen drängende Kraft des Angaralandes hat die Struktur von Ostasien geschaffen.

¹ Näheres darüber: Geol. Rundschau. 5. p. 81. 1914 und Handb. d. Reg. Geol. Bd. 5. Heft 7. 1916.

² BRANCA-Festschrift 1914. Z. D. G. G. 1920.

³ Geol. Rundschau. 5. p. 422. 1914.

⁴ Sitzungsber. Pr. Ak. d. Wiss. 1900 u. f.

⁵ Research in China. Public. Carnegie Institution 1907.

Mit der Annäherung an die Gegenwart macht sich in immer stärkerem Maße der Einfluß der früheren Orogenesen geltend. Jede Gebirgsbildung bringt eine Vergrößerung des Angarakontinentes mit sich. Damit Hand in Hand geht die Verkleinerung des für die Transgressionsmeere verfügbaren Raumes. Das zeigt sich, soweit die Forschungen heute schon ein Urteil darüber zulassen, in der Verteilung der Formationen.

Während marines Cambrium und Silur (die „sinische Formation“ in China) noch fast überall vorhanden sind oder wenigstens mit guten Gründen als vorhanden angenommen werden können, erreicht das marine Devon schon nicht mehr diese Verbreitung. Es fehlt z. B. das Devon in Nordchina, das Unterdevon in Südchina und Zentralasien.

Im Mitteldevon erfolgt die große Transgression über Südchina, Indochina, Oberbirma und Zentralasien.

Schärfer prägt sich der Unterschied im Carbon aus. In Südchina erhält sich das Meer bis ins Untercarbon, in Zentralasien ist nur im S und SW die ganze Formation marin entwickelt, im übrigen Gebiete beginnt eine Transgression im oberen Untercarbon und schon mit dem Ende des Untercarbons wird das Meer aus weiten Gebieten wieder verdrängt.

Das Meer des Obercarbons ist nur im S und SW Zentralasiens vorhanden, von wo es Buchten gegen N entsendet. Die späteren Phasen der jungpaläozoischen Orogenese bringen auch diese zum Verschwinden und im Perm ist Meer nur noch südlich des Kwenlun und Alai vorhanden.

In diesem südlichen Gebietsteil scheint es sich nun lange Zeit erhalten zu haben, wahrscheinlich während des ganzen Mesozoicums oder wenigstens während des größten Teiles desselben. Dafür sprechen die sich mehrenden Funde mesozoischer Meeresablagerungen in Ostbuchara, Pamir, Karakorum, Tibet, Transhimalaya und Himalaya.

Es geht daraus auch hervor, daß Tibet südlich des Kwenlun nicht als altes dauerndes Landgebiet aufzufassen ist, wie WILLIS meint, als Insel zwischen einem nördlichen und einem südlichen Arm der Tethys. Ganz Tibet steht vielmehr unter dem beherrschenden Einfluß der mesozoischen, z. T. selbst noch der alttertiären Tethys und ist erst durch die tertiäre Orogenese dem Angaraland angegliedert worden, zugleich damit die Verschmelzung desselben mit dem indischen Teil von Gondwana herbeiführend.

Die verhältnismäßig frühzeitig erfolgte Landbildung großer Teile des asiatischen Kontinentes und die seitdem vor sich gehende Entstehung festländischer Ablagerungen bietet die Möglichkeit, schon heute eine Reihe von Folgerungen über die Schicksale zu ziehen, welche das Land in diesem langen, noch andauernden Zeitabschnitt erfahren hat.

Am Ende der jungpaläozoischen Orogenese müssen wir uns Angaraland vorstellen als einen vielgestaltigen Komplex von Resten älterer Entstehung, den sog. starren Schollen, welche schon verschieden stark abgetragen waren. Um sie herum und zwischen ihnen breiten sich die carbonischen Faltengebirge aus. Sie werden jetzt die Hauptlieferanten für die kontinentalen Ablagerungen, welche sich in den orographischen Senken und Niederungen zwischen den Gebirgen und in den tieferen Teilen der Gebirge selbst bilden.

Diese Angaraschichten lassen durch ihre Beschaffenheit Schlüsse auf die Klimaverhältnisse zu. In Nordchina dauert die Kohlenbildung vom Carbon bis in das Perm (die mächtigen Flöze von Schansi und Schensi sind permisch), darüber folgt ein ebenfalls mächtiger Schichtenstoß bunter klastischer Gesteine, welcher etwa dem Zeitraum vom Mittelperm bis zur Obertrias entsprechen dürfte. Die folgende Abteilung, pflanzen- und kohlenführend, hat rhätisches bis jurassisches Alter und die oberste, vorwiegend bunt gefärbte Abteilung, könnte dann dem oberen Jura und der Kreide entsprechen.

Diese von SOLGER durchgeführte vorläufige Gliederung des „Überkohlsandsteins“ stimmt gut überein mit der in Zentralasien. Dort fehlt allerdings der permische Kohlenhorizont bis jetzt, aber die übrigen Abteilungen entsprechen im großen denjenigen Chinas. Die stellenweise durchgeführte Untersuchung einzelner Vorkommen, das Auftreten von Pflanzen und Kohlen im mittleren, ihr Fehlen sowie andere Merkmale im unteren und oberen Teil dieser Schichtfolge¹ lassen als sicher erkennen, daß vom Perm bis zur oberen Trias vorwiegend arides, vom Rhät bis zum mittleren bzw. oberen Jura humides, vom oberen Jura bis zum Ende des Mesozoicums wieder arides Klima in Innerasien geherrscht hat. Gleiches scheint jetzt auch für das angrenzende China zu gelten.

So bietet sich hier der Forschung die Möglichkeit, die Klimazonen der mesozoischen Zeit allmählich genauer festzulegen.

Das aride Klima der Kreidezeit setzt sich auch noch im Tertiär fort (Hanhaischichten). Die Oberkreide-Eocän-Transgression, welche von Wer über das Pamirgebiet gegen Zentralasien vordrang, führte zur Entstehung von Übergangsbildungen mit starker Abhängigkeit der Sedimentation vom Lande und seinem Klima, Erscheinungen, wie sie von mir ganz ähnlich in der Libyschen Wüste für die Übergangszeit zwischen dem ariden Klima der oberen Kreide und der Ausdehnung des cocänen Meeres über das Kreideland festgestellt wurden².

¹ Näheres siehe MERZBACHER, Die Gebirgsgruppe Bogdo-Ola im östlichen Tian-Schan. Abh. B. A. d. W. 27. 1916. — LEUCHS, Zentralasien. Handb. d. Reg. Geol. 5. 7. 1916.

² Geol. Rundschau. 5. p. 23. 1914.

Es erhebt sich nun die Frage, wodurch die z. T. sehr große Mächtigkeit dieser klastischen Schichtreihen entstanden ist.

Durch die jungpaläozoische Orogenese waren, das ist wohl als sicher anzunehmen, bedeutende Höhenunterschiede gebildet worden. Die carbonischen Gebirge Asiens müssen relativ große Höhe erreicht haben, denn nur bei Vorhandensein starken Gefälles konnten diese gewaltigen, teilweise sehr grobklastischen Massen aus den inneren Teilen der Gebirge herab an ihren Fuß und noch weit hinein in die angrenzenden Tiefebene verfrachtet werden.

Allmählich wurden dadurch die starken Gegensätze der Höhengliederung ausgeglichen, der tektonisch ruhige Zeitraum zwischen jungpaläozoischer und tertiärer Orogenese erleichterte und förderte dieses Bestreben — und der Gedanke an eine *a l l g e m e i n e A b t r a g u n g* des ganzen weiten Gebietes ist anscheinend nicht ohne weiteres abzuweisen.

Es ist bekannt, daß DAVIS¹ soweit gegangen ist, eine vollständige Einebnung des asiatischen Kontinentes von der Nordküste bis zum Tianschan einschließlich anzunehmen, wobei er allerdings die Ausbildung dieser riesigen Rumpfebene in die jüngere Tertiärzeit verlegt, eine Annahme, welche mit allen über die Chronologie der tektonischen Vorgänge gewonnenen Anschauungen in Widerspruch steht.

Aber selbst unter der Voraussetzung, daß diese Rumpfebenebildung schon früher (mesozoisch) erfolgte, ergeben sich schwerwiegende Bedenken gegen eine solche Verallgemeinerung der einebnenden Vorgänge.

Wie ist dabei die große Mächtigkeit der Angaraschichten einzelner Gebiete zu erklären? Das nördliche Vorgebirge der Bogdoola im östlichen Tianschan mit 10–15 km Breite, weiter westlich die Vorgebirge mit 20 km Breite bestehen ausschließlich aus Angaraschichten, welche nördlich der Bogdoola eine Mächtigkeit von 4350 m erreichen². Diese kann nicht ausschließlich durch Zuschüttung einer dem alten Gebirge vorlagernden Senke entstanden sein, sondern es müssen dazu noch Tieferlegungen des Bodens dieser Senke getreten sein. Ohne *e p i r o g e n e t i s c h e* Senkungen lassen sich diese Verhältnisse nicht erklären.

In dem großen Kohlenbecken von Kusnezkin Westsibirien, um ein weiteres Beispiel zu nennen, beträgt die Mächtigkeit der obercarbonischen produktiven Schichtreihe 7350 m³. Auch dort müssen Senkungen des Beckenuntergrundes angenommen werden, da sonst zwischen diesem und dem den Schutt liefernden Gebirge Höhenunterschiede von mehr als 10 km vorhanden gewesen sein müßten.

¹ Public. of the Carnegie-Institution 1905.

² GRÖBER in MERZBACHER, l. c. p. 247.

³ v. BUBNOFF, Die Kohlenlagerstätten Rußlands und Sibiriens. Berlin 1923, Borntraeger.

Die epirogenetischen Bewegungen haben aber noch eine andere Wirkung. Einerseits beleben sie Abtragung und Ablagerung, andererseits tragen sie zu ihrem Teil dazu bei, eine allgemeine Einebnung zu verhindern durch Schaffung neuer und Vergrößerung der jeweils noch vorhandenen Höhenunterschiede.

Es scheint mir überhaupt angebracht, vor zu weitgehenden Verallgemeinerungen zu warnen! Das Bestreben, aus den doch immerhin nur spärlichen Beobachtungen in diesem großen Gebiete Schlüsse auf seine Gestaltung zu ziehen, ist ja nicht nur verständlich, sondern auch in gewissem Sinn notwendig, aber es muß dabei auch die Verschiedenheit der exogenen Wirkungen berücksichtigt werden, welche sich vor allem aus dem Wechsel des Klimas nicht nur in den einzelnen Zeitabschnitten, sondern auch in den einzelnen Teilen dieser weiten, vom Eismeer bis zum 40. Breitengrad sich ausdehnenden Landmasse ergeben.

Ich möchte hier besonders auf die Verschiedenheit der Erosionsbasis zwischen humiden und ariden Gebieten hinweisen. Jedes aride Gebiet hat seine eigene Erosionsbasis, selbst kleinere Teile eines solchen können bezüglich der Basishöhe ganz unvermittelt nebeneinander bestehen. In solchen Gebieten kann daher die Einebnung Rumpfflächen in ganz verschiedener Höhe schaffen, ebenso wie sich auch in ariden Gebieten noch viel mehr als in humiden kontinentale Sedimente in beliebiger Meereshöhe bilden können.

So falsch es daher wäre, aus der heutigen Lage kontinentaler Schichten in ganz verschiedener Meereshöhe sofort auch auf tektonische Störungen zu schließen, welche ein ursprünglich einheitliches, flaches Sedimentationsgebiet nachträglich zerschnitten hätten — ebenso irreführend erscheint mir der Schluß, die in Zentralasien in verschiedenen Höhen bestehenden Flächen ohne weiteres als Teile einer durch tektonische Bewegungen zerschnittenen einheitlichen Rumpfebene zu betrachten.

Von neueren Beiträgen zu dieser Frage möchte ich hier nur zwei anführen.

Im Alaigebirge hat MUSCHKETOW¹ nachgewiesen, daß flächenhafte Abtragung nur am Nordrande stattgefunden hat, während das eigentliche Hochgebirge durch normale Tiefenerosion ausgestaltet wurde. Die am Südrande des Ferganabeckens sich ausdehnende Rumpfebene ist durch einen Randbruch zerschnitten, ihr nördlicher Teil ist an diesem Bruch abgesunken, der südliche Teil ist durch keinerlei tektonische Störung von dem Hochgebirge getrennt. Die Rumpfebene endet dort, wo mit dem Anstieg des Gebirges zu größerer Höhe die Bedingungen für flächenhafte Ab-

¹ Mém. Comité Géologique. Neue Serie. Lief. 100. Petrograd 1915 (russ.).

tragung aufhören, die Alaikette selbst war niemals Teil einer allgemeinen Rumpfebene.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam v. KLEBELSBERG¹ in Bochara. Auch dort waren schon vor der Zerschneidung der älteren, außer Tätigkeit gesetzten Gebirgsreliefs größere Unterschiede zwischen diesen und dem Relief des eigentlichen Hochgebirges vorhanden, also auch dort läßt sich keine einheitliche Rumpfebene nachweisen.

Es sei hier auch auf die Untersuchungen von BACKLUND² in Sibirien hingewiesen, welche wichtige Beiträge zur Oberflächengestaltung Nordasiens enthalten. Die mesozoischen Angaraschichten sind demnach Ablagerungen in den Flußtälern, welche das alte Angaraland zum Eismeer entwässerten. Das Endziel der Abtragung wurde aber selbst in diesem Teil nie erreicht, denn es erfolgten, besonders gegen Ende des Mesozoicums und im Tertiär, wiederholt Hebungen, wodurch die Erosion immer wieder belebt und das Talsystem vertieft wurde.

Gleichzeitig drangen Basalte in den die Täler querenden Spalten auf, die Lava floß in den Tälern abwärts, diese mehr oder weniger ausfüllend, bis dann das Wasser durch teilweise Ausräumung des Basaltes sein altes Bett wiedergewann.

Wiederholtes Austreten basaltischer Lava an den gleichen Stellen, dazwischen Erosion und teilweises Wegschaffen dieser Massen durch das Wasser führte zu einer Ineinanderschachtelung der Basalte, so daß die orographisch tiefsten zugleich die jüngsten sind.

Es ergibt sich daraus, daß im jüngsten Mesozoicum dieses Land trotz starker Abtragung doch ein wohl ausgebildetes Talsystem hatte und daß, trotz der Unterstützung durch den Vulkanismus, die Einebnung und Zuschüttung nicht vermochte, die belebende Wirkung der (epirogenetischen) Bewegungen zu kompensieren, so daß sich die mesozoischen Täler bis in die Tertiärzeit erhalten konnten.

Auch die tertiären Braunkohlen Westsibiriens liefern, durch ihre Entstehung in Becken, welche dem heutigen Talsystem eingeschaltet sind, Anzeichen für hohes Alter desselben. Gleiches gilt für die jurassischen Braunkohlen von Transbaikalien.

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, daß für Annahme einer einzigen riesigen Rumpfebene kein zureichender Grund vorhanden ist.

Hier sei auch noch die Annahme von WILLIS (l. c. p. 95) erwähnt, daß in Nordchina in der Kreidezeit eine große Rumpfebene

¹ Beiträge zur Geologie Westturkestans. Innsbruck 1922.

² Meddelanden Åbo Akad., Geol.-Min. Institut No. 1, 1920.

vorhanden gewesen sei. WILLIS begründete dies hauptsächlich damit, daß Ablagerungen der Kreideformation in diesem Gebiete nicht bekannt seien, daher auch keine Schutt liefernden Hochländer vorhanden gewesen sein könnten. Nun ist aber nach der ganzen Entstehungsart der kontinentalen Schichten die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß auch die Kreideformation Anteil an der Bildung dieser Ablagerungen hat, wie ich schon früher¹ angenommen habe. Für das Westende von Zentralasien (Ferganagebiet) erscheint dies nach der Lagerung ziemlich sicher, in der Mongolei ist die Kreideformation durch die neuen amerikanischen Forschungen jetzt auch paläontologisch nachgewiesen², an der Straße Kalgan—Urga in der Gobi, etwa in 112° O.Gr., zwischen 43° und 44° n. Br., als 45 m mächtige Sandsteine, Tone und Mergel mit Resten von Dinosauriern, Krokodilen und Schildkröten (Iren-dabas-Formation).

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß durch die zunehmende Erforschung noch weitere Nachweise der Kreideformation geliefert werden und es dürften sich dadurch die nach meiner Ansicht stark übertriebenen Verallgemeinerungen über die Gestaltung der Oberfläche des asiatischen Festlandes allmählich auf das richtige Maß, den wechselnden Bedingungen in den unter verschiedenen Einflüssen stehenden Teilgebieten entsprechend, zurückführen lassen.

¹ Zentralasien, l. c. p. 20.

² GRANGER und BERKEY, Discovery of Cretaceous and Older Tertiary Strata in Mongolia. Am. Mus. Novitates No. 42, 1922.