

sind, um der Öffentlichkeit zugänglich gemacht zu werden, ist mir derzeit nicht bekannt.<sup>2)</sup> Jedenfalls war auch die Antrittsrede zu seinem Rektorat, „Die Geographie und der Staat“, diesem Gedankenkreis entsprungen.

Unsere Gesellschaft hat Sieger 1906 zum korrespondierenden Mitglied ernannt und 1924 durch die Wahl zum Ehrenmitglied ausgezeichnet.

Wie seine Werke in der Wissenschaft, wird auch seine Persönlichkeit in der Erinnerung seiner Freunde und Schüler weiterleben.

Von seinen Arbeiten in den Veröffentlichungen der Gesellschaft seien hier angeführt:

- Schwankungen der hocharmenischen Seen. 31. Bd., 1888, S. 95, 159, 390.  
 Historischer Atlas der österreichischen Alpenländer. 50. Bd., 1907, S. 241.  
 Eine alnstatistische Probeerhebung in der Steiermark. 54. Bd., S. 305.  
 Zum Historischen Atlas der österreichischen Alpenländer. 55. Bd., S. 200.  
 Zu den Zeitströmungen im Geographieunterricht. 59. Bd., S. 106.  
 Wegbahn und Spur. 59. Bd., S. 362.  
 Staatsgebiet und Staatsgedanke. 62. Bd., S. 53.  
 Hans Crammer. 64. Bd., S. 52.  
 Innerösterreich und seine geographische Gliederung. 67. Bd., S. 5.  
 Der Ausflug nach Konstanz. 67. Bd., S. 194.  
 Der Ausflug in den Banat. 67. Bd., S. 264.

## Über den Gang der Abtragung.

Von † Prof. Dr. Walter Penck.

*Die morphologische Analyse, die Walter Penck hinterlassen hat,<sup>1)</sup> ist der größere Teil eines umfangreichen Werkes, das er plante, über dessen gesamten Inhalt er sich aber nicht ausgesprochen hat. Als es sicher war, daß eine seltene Krankheit, die sich bisher immer als unheilbar erwiesen hat, seinen starken Körper und seinen lebendigen Geist untergraben,*

<sup>2)</sup> Nachträglich erfahre ich durch die Familie, daß die hinterlassenen Aufzeichnungen kaum Hoffnung geben, hienach eine druckfertige Handschrift herzustellen.

<sup>1)</sup> Geographische Abhandlungen, herausg. von Albrecht Penck, 2. Reihe, Heft 2, 1924.

*machte ich ihm den Vorschlag, die Gesamtergebnisse seiner morphologischen Analyse in übersichtlicher Darstellung zusammenzufassen. Frisch ging er an die Arbeit, aber bei der Ausführung erloschen seine Kräfte. Sie ist nicht weiter gediehen als bis zum Umfang dessen, was in der morphologischen Analyse bereits behandelt worden ist. Aber dabei wird doch manch Neues gesagt und die Verknüpfung der Erscheinungen miteinander erfährt eine neue Darstellung. Darum lohnt es sich, das unvollendete Manuskript dem Druck zu übergeben. Der dem Tod Entgegengehende hat darin seine letzten Kräfte aufgeboten. Wie schwer ihm die Arbeit geworden ist, ersieht man aus der Form des Manuskriptes. Einzelne Absätze hat er wiederholt geschrieben, bis er ihre endgültige Fassung einfügte. Entbehrt die Darstellung deswegen zwar der Plastik der Sprache, über die Walter Penck in früheren Jahren verfügte, so ist doch die Klarheit und Präzision unverändert geblieben. Es lag nahe, die letzte Arbeit von Walter Penck in der Stadt zu veröffentlichen, in der er geboren ist. Eduard Brückner wünschte sie 1924 für die Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien und ließ das Manuskript deswegen abschreiben. Aber Original und Abschrift kamen ihm aus den Augen und wurden erst in seinem Nachlaß wiedergefunden. Herr Ministerialrat A. E. Forster hat die Arbeit neuerlich für die Mitteilungen der Wiener Gesellschaft erbeten, und gern stellte ich sie für dieselben zur Verfügung und bemerke zur ersten Seite des Textes: Vom Inhalte des Werkes meines Sohnes über die Puna de Atacama habe ich erst nach dessen Veröffentlichung Kenntnis erhalten. Ebenso hat er meine Ausführungen in meinem Vortrage über die Gipfelflur der Alpen erst gelesen, als ich sie ihm in der Korrektur gab. Unsere Anschauungen sind völlig unabhängig voneinander und ohne gegenseitige Beeinflussung erwachsen. Um so größer war unsere Freude über die grundsätzliche Übereinstimmung.*

Berlin, im Mai 1928.

Albrecht Penck.

Die nachfolgenden Mitteilungen betreffen einige allgemeine Ergebnisse von Untersuchungen, die ich seit einem Jahrzehnt über den Ablauf der Krustenbewegungen ausführe. Die Lösung dieses Problems, deren grundsätzliche Bedeutung für die Frage nach den Ursachen der Bewegungen der Erdkruste auf der Hand liegt, ist möglich geworden, nachdem die Abhängigkeit bestimmter morphologischer und stratigraphischer Erscheinungen von den beiden Haupteigenschaften der Krustenbewegungen, ihrer Intensität und ihrem Gang, erkannt ist.<sup>1)</sup> Von jener hängen unter anderem die Höhengestaltung der Hebungszonen und die Neigung der ihr Abtragungsrelief zusammensetzenden Denudationsflächen sowie deren Anordnung ab und über den Gang der Krustenbewegungen, der das Wachstum der Hebungszonen nach Höhe (Amplitude), Länge und Breite (Phase) bedingt, können, wie unlängst noch näher gezeigt wurde,<sup>2)</sup> Fazies und Faziesverteilung der korrelierten Schichten in bestimmter Weise Aufschluß geben. Der Gang der Krustenbewegungen bestimmt aber auch die Anord-

---

<sup>1)</sup> Walter Penck: Der Südrand der Puna der Atacama. Abh. Sächs. Akad. d. Wiss. math.-phys. Kl. XXXVII, Leipzig 1920. Die in diesem Werk aufgeführten und eingehend belegten Zusammenhänge habe ich später zu einem Abriss erweitert, um den physikalischen Charakter der morphologischen Problemstellung darzutun und zu erläutern (Wesen und Grundlagen der morphologischen Analyse, Ber. d. math.-phys. Kl. d. Sächs. Akad. d. Wiss., Leipzig 1920, LXXII, S. 65). Zugleich kündigte ich die eingehende Behandlung der dort nur gestreiften Fragen an, umfangreiches Tatsachenmaterial in Aussicht stellend. Darauf muß die verfrühte Kritik verwiesen werden, die jetzt schon einige jener Einzelfragen angriff, wobei J. Sölch Irrtümer nicht erspart geblieben sind (Geografiska Annaler 1922, Heft 2, besonders Abschnitt VI, S. 178—186), darunter solche, die offensichtlich mitverursacht sind, durch eine unzureichende Würdigung der schon vorliegenden Beobachtungen. Hier habe ich nur zu der Äußerung J. Sölchs Stellung zu nehmen, daß meine Gedankengänge sichtlich beeinflußt seien durch die Ansichten, die A. Penck über die Gipfelfur der Alpen vorgetragen habe (l. c., S. 185). Von den ganz anderen Verhältnissen, an die A. Penck anknüpft, den ganz anderen Wegen, die er geht, und von den ganz anderen Zielen, die er verfolgt, ist hier nicht zu sprechen; A. Pencks Untersuchungen über die Gipfelfur sind im Frühjahr 1919 erschienen (Sitz. Ber. Akad. d. Wiss. Berlin, XVII, 27. März 1919, S. 256), mein Werk über die Puna, in welchem die Grundzüge der morphologischen Analyse entwickelt sind (Kap. III 2—6, Kap. VI, S. 383—389) wurde im Frühsommer 1918 abgeschlossen und für den Druck hinterlegt.

<sup>2)</sup> Walter Penck: Über den Gang Andiner Krustenbewegungen. Geol. Rundschau 1923.

nung und gegenseitige Verknüpfung der den Formenschatz ausmachenden Formgemeinschaften,<sup>3)</sup> worunter solche Einheiten des Abtragungsreliefs zu verstehen sind, die durch übereinstimmende mittlere Neigung und Form der Denudationsflächen ausgezeichnet sind. So setzt sich, um das zu erläutern, das südwestdeutsche Stufenland aus a) Rumpfflächenstücken (von Konkavität beherrschte Flachformen), b) Zonen konvexer Hänge von mittlerer Neigung (öfters zu Gefällsbrüchen verschärft), welche die Stufenränder bilden, und c) steileren Hangsystemen der eingeschnittenen Talstrecken zusammen, entlang welchen — von Terrassenresten abgesehen — konkave und konvexe Hänge, respektive Hangstücke, in bestimmter Weise miteinander abwechseln. Nun stehen hier allerdings — in welchem Umfang und in welcher Weise, werde ich in anderem Zusammenhang ausführen — Ausbildung und Anordnung der drei Formgemeinschaften in sehr sichtbarer Beziehung zum Krustenbau. Das kennzeichnet den Sonderfall, denn sonst besteht eine derartige Bedingtheit nicht, und der Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit erstreckt sich wohl auf die Ausbildung der Einzelformen, nicht aber auf diejenige der Formgemeinschaften und ihre Anordnung.

Die Zusammensetzung des Abtragungsreliefs aus verschiedenen Formgemeinschaften ist eine ganz allgemeine Erscheinung, der in mehrfacher Hinsicht die größte Bedeutung zukommt, in allgemeinste Weise dadurch, daß, so unterschiedlich die Formgemeinschaften und ihre Verknüpfung namentlich in den Gebirgsgürteln und in den stabilen Kontinentalräumen beschaffen sind,<sup>4)</sup> ihre Entwicklung hier wie dort die Art, wie die Abtragung fortschreitet, also deren Gang,<sup>5)</sup> widerspiegelt. Ehe hierauf eingegangen wird, müssen zum

---

<sup>3)</sup> Auch diese und die im folgenden gestreiften Fragen werden in dem angekündigten Werk ausführlich erörtert, worauf im Hinblick auf die Kürze dieser Mitteilungen verwiesen sei. Die betreffenden Abschnitte liegen seit dem Sommer 1922 druckfertig vor.

<sup>4)</sup> Kurze Hinweise darauf finden sich in meinem Vortrag auf dem XX. Deutsch. Geographentag, Leipzig 1920 (Verh., S. 122), und in W. Penck, Über die Form andiner Krustenbewegungen. A. a. O.

<sup>5)</sup> Er läßt sich in Parallele setzen mit dem Abbau im Steinbruch, der — gleichviel, welcher Mittel er sich bedient — flächenhaft oder schachtähnlich von oben her, resp. von der Seite einsöhlig oder etagenförmig fortschreiten kann.

näheren Verständnis einige Worte über die Hangentwicklung und — um Mißverständnissen vorzubeugen — über den Gebrauch des Ausdruckes „Erhaltung der Form“ eingeschaltet werden. Selbstverständlich beseitigt fortschreitende Abtragung jedes gegebene Formindividuum und setzt an dessen Stelle ein anderes, das in seinen individuellen Zügen verschieden ist von seinen Vorläuferformen. Diese Veränderung kann grundsätzlich sein, so daß die neue Form auch einem neuen Formtypus angehört; die neue Form kann jedoch auch demselben Formtypus zugehören wie ihre Vorläufer. Bei solcher Wahrung des Formtypus wird hier von einer Erhaltung der Form gesprochen. Sie beherrscht, um ein bekanntes Beispiel zu nennen, die Entwicklung der Stufenlandschaft: die Abtragung verlegt die Stufen zurück, sie zerstört sie aber als Formtypus nicht, solange die außerhalb des Ganges der Abtragung liegenden Ursachen für die Stufenbildung wirksam sind. Und zurückfliehend lassen die Stufen hinter und unter sich Rumpfflächen oder Stücke von solchen entstehen, die eine ganz andere Bedeutung und eine ganz andere Entstehung haben als die geologisch sehr viel älteren Rumpfflächen und das darüber aufragende niedrigere Kuppengelände auf der Höhe der schwäbischen Alb. Auch die Rumpfflächen am Fuße der Schichtstufen bleiben als Formtypus erhalten — wenn gleich sie als Individuen durch die (stratigraphisch) jeweils tiefere Stufe verkürzt und aufgezehrt werden —, solange das für ihre Ausbildung entscheidende Moment vorhanden ist, solange nämlich das den Rumpfflächen eigene Gewässer- und Talmuldennetz seine örtliche Erosionsbasis an jener festen Gesteinsbank findet, welche auch die Begrenzung der Rumpffläche durch einen Stufenabfall verursacht. Dieselbe Gesteinsbank bildet im Längsprofil der Täler einen geländeaufwärts rückenden Gefällsbruch, eine scharfe Abgrenzung der eingeschnittenen Strecken des Gewässersystems von den nicht eingesenkten auf der Rumpffläche. Zu den letzteren steht der sogenannte Gefällsbruch, der in beliebiger Höhe über den eingeschnittenen Talstrecken liegen kann, als örtliche Erosionsbasis in einem stationären Höhenverhältnis,<sup>6)</sup> weswegen die ihm tributären Tal-

<sup>6)</sup> Dies gilt streng bei horizontaler Lagerung der Schichten und bei geneigter Lagerung nur für Talanlagen, in denen sich der fragliche Gefällsbruch im Schichtstreichen oder in irgendeiner Richtung im Sinne des Schichtenanstieges zurückrißt.

strecken nicht mehr vertieft werden und die diesen zugekehrten Flachgehänge als solche erhalten bleiben.

Diese Talmulden der Rumpffläche haben aber eine erosive Vorgeschichte, wie man leicht an ihrer Fortsetzung in die nächsthöhere Stufe hinein und an deren Abhang an den neu angelegten, eben entstehenden Kerben verfolgen kann. Ihre Anfänge leiten stets mit steilem Gefälle zur Stufenhöhe hinan und besitzen ein funktionierendes Gerinnebett, oftmals auch dann, wenn ein solches talaus bereits verlorengegangen ist. Das sind die Erosionsstrecken, entlang welcher Erosionsarbeit geleistet wird und die sich in den Körper der Stufe zurückfressen, diese zerschneidend, zerlappend; Konkavgehänge<sup>7)</sup> wachsen aus ihnen empor. Bei ihrem Rückschneiden hinterlassen die Erosionsstrecken Laufstrecken ausgeglichenen Gefälles, entlang denen die Erosion zum Stillstand gekommen ist, die also nicht mehr vertieft werden und in einem Zug in das Talmuldensystem der vorgelagerten Rumpffläche übergehen. Diese Strecken sind die stationär gewordenen Denudationsbasen für die angrenzenden Hänge, die daher von ihnen unter Hinterlassung von Flachhängen zurückweichen. Zuerst stellt sich ein konkaver Hangfuß ein, dann wird der ganze Hang konkav. Auch ohne Zutun der Seitenerosion, für welche hier die Voraussetzungen häufig gar nicht gegeben sind, werden so die Erosionskerben zu immer breiteren konkaven Muldentälern. Ist zwischen zwei solchen das höherragende Gelände durch fortgesetztes Zurückweichen der Stufenhänge (über das bekannte Stadium: Inselberge = Zeugen) beseitigt, so überziehen Flachhänge die Zwischentalschneide, d. h. es hat sich an Stelle der gewichenen Stufe die Rumpffläche ausgebreitet,<sup>8)</sup> und aus der Erosionskerbe der Stufe ist ein Stück Talmulde der Rumpffläche geworden.

Der Abtragungsvorgang ist hier komplex: Erosion und Denudation wirken gleichsam in jeder Formgemeinschaft für

---

<sup>7)</sup> Konkavhänge beweisen Zunahme der Erosionsintensität, Konkavhänge Abnahme bis Erosionsstillstand. Vgl. Wesen und Grundlagen, S. 88 dieser Schrift.

<sup>8)</sup> Die Stufenstirne entwickelt sich natürlich ganz ebenso. Ihre Abhänge besitzen ihre Denudationsbasis am Fuß der Stufe. Sie sind konkav und hinterlassen im Zurückweichen sich ausbreitende Flachgehänge, Teile der vorgelagerten Rumpffläche.

sich, da jede derselben ihre eigenen Bezugsniveaus besitzt, nämlich eigene örtliche Erosionsbasen und eigene Denudationsbasen.<sup>9)</sup> An diesem festen Verhältnis ändert die Abtragung so wenig wie am Typus der Formgemeinschaft und an ihrer gegenseitigen Verbindung. Nur die Ortslage der einzelnen Systeme, das Areal, die Ausdehnung der Formgemeinschaften wird verschoben. Ohne weiters ist zu erkennen, daß das Stufenland unter Erhaltung der Form etagenweise abgetragen wird. Den Anlaß hierzu gibt die Entblößung der bestimmt gearteten Schichtfolge in den Einschnitten eines zur Tiefe erodierenden Gewässernetzes. Ohne ein solches (d. h. also: ohne eine Hebung der Scholle von entsprechender Intensität) würde die Schichtfolge trotz ihrer Beschaffenheit und Lagerung keine Stufenlandschaft bilden können, auch dann nicht, wenn sie kraft ihrer Neigung in einer — ungekehrten, also flachen — Abtragungsoberfläche ausstreicht. Dies Verhalten kann unter anderem im Donau-Wutach-Gebiet studiert werden, wo auf den Zwischentalscheiden Entwicklungsstadien sehr alter Anlage noch in einiger Ausdehnung erhalten sind. Darauf komme ich noch zurück; ebenso auf die weitere Tatsache, daß nach dem Aufhören der Ursachen für die Tiefenerosion die Stufenlandschaft verschwinden muß. Diese ist ohne eingesenkte Talstrecken unmöglich und undenkbar: die Existenz der letzteren ist die Voraussetzung für das Vorhandensein jener.

Dieses einfache und der Untersuchung besonders günstige Beispiel zeigt, welche eminente Bedeutung neben der Frage der Erosion und ihrer verschiedenen Bezugsniveaus der Denudation und deren Bezugsniveaus, mit einem Wort dem Problem der Hangentwicklung ganz allgemein zukommt. Es ist hier nicht der Ort, eine Frage eingehend zu behandeln, deren Vernachlässigung einer sicheren und richtigen Beurteilung des Abtragungsreliefs schon viele Hindernisse bereitet hat. Denudationshänge verschiedener Form und Neigung setzen das ge-

---

<sup>9)</sup> Die Bedeutung von Denudationsbasen-Niveaus, in bezug auf welche die Abtragung der jeweils darüber befindlichen Denudationsflächen erfolgt, kommt auf der Erde allgemein zu: a) den Linien des ständig oder gelegentlich fließenden Gewässernetzes, b) konvexen und konkaven Gefällsbrüchen, welche Abtragungshänge verschiedener Neigung voneinander trennen, gleichviel, ob sie durch die Gesteinsbeschaffenheit bedingt sind oder nicht. Näheres hierüber an anderer Stelle.

samte Abtragungsrelief der Erde zusammen: sie sind es, die dem Beobachter als das bestimmende Element entgegentreten, sie sind die Bestandteile der Rumpfflächen<sup>10)</sup> und begrenzen alle Taleinschnitte. Demgegenüber haben die Erosionslinien und zumeist schmalen Bänder durch Seitenerosion erzeugter Flächen am Grunde der Taleinschnitte verschwindenden, mitunter gar keinen Anteil an der Zusammensetzung der Abtragungsoberfläche des Landes, wenn die ersteren auch zweifellos stets einmal vorhanden gewesen sind. Durch diese Tatsache wird die Bedeutung der Erosion als desjenigen Vorganges, welcher der Denudation Angriffsflächen liefert und der Ausbildung von Hängen erst ermöglicht, in keiner Weise berührt. Sie rückt aber eindringlich die Notwendigkeit vor Augen, daß die Untersuchung des Abtragungsreliefs und der dieses zusammensetzenden Formgemeinschaften mit der Entwicklung des Hanges zu beginnen hat. Über diese nur das folgende: die Abtragung eines Hanges beruht darauf, daß das ihn zusammensetzende Gestein durch jede Art Verwitterung zerkleinert, aufbereitet und dadurch in eine bewegliche Form übergeführt wird. Die Beweglichkeit wächst mit der Zerkleinerung und erreicht bei chemischer Endproduktion in den Bodenkolloiden, bei rein mechanischen in einem Grus-Sand-Staubgemisch einen höchsten Wert, der die Materie auch auf sehr sanften Böschungen (weniger als 5°) noch labil macht und zum Abwandern zwingt.<sup>11)</sup> Auf steileren Böschungen wird die Materie naturgemäß schon bei geringerem Beweglichkeitsgrad instabil, d. h. bei weniger

---

<sup>10)</sup> Daß manchen besonders eben scheinenden Rumpfflächen vom Typus der Piedmontflächen rein erosive Entstehung zugeschrieben wird, ist hier nicht vergessen und ändert nicht den oben gekennzeichneten allgemeinen Sachverhalt. Von „äolischen Rumpfflächen“ braucht nicht gesprochen zu werden. Diese Fabel beruht hauptsächlich darauf, daß das den Rumpfflächen eigentümliche Talnetz übersehen wurde.

<sup>11)</sup> Das geschieht in Form der bekannten Feinbewegungen. Die Vegetationsdecke — Rasen, Wald — vermag diese wie überhaupt die Abwärtsbewegung der aufbereiteten Gesteinsmassen nicht zu verhindern. Die etwa verursachte Verzögerung fällt offenbar gegenüber den an sich schon sehr großen Reibungswiderständen nicht sonderlich ins Gewicht. Jedenfalls zeigt die gleich zu erwähnende Anordnung der Bodenhorizonte keine Abhängigkeit von der Bewachsung, sondern überall nur eine solche von der Neigung der Unterlage. Die Spekulationen, durch welche das Vorsichgehen der Abtragungsprozesse unter Wald abzustreiten versucht werden, entfernen sich weit vom Boden der Beobachtungstatsachen und sind vom Grund aus verfehlt.



weitgehender Aufbereitung schon müssen die Gesteinsderivate ihren Ursprungsort verlassen und abwandern. Es können sich daher an einer Böschung von gegebener Neigung Verwitterungsmassen nur von bestimmtem Grad der Aufbereitung gerade noch halten; jenseits dieses, von der Verwitterungs- und Gesteinsart abhängigen Grenzwertes setzen sie sich in Bewegung und an jener Böschung bleiben nur Massen von dem genannten (keinem höheren) Aufbereitungsgrad sichtbar und sind für sie charakteristisch. Da nur in einem normalen Bodenprofil der Aufbereitungsgrad und damit die Beweglichkeit von unten nach oben, vom unversehrten Gestein also gegen die Tagesfläche zunimmt, so findet man unter sonst gleichen Umständen um so tiefere Bodenhorizonte frei zutage liegen, je steiler die Hangneigung ist. An jedem Konkavhang kann man dies verfolgen: mit dem Steilerwerden wird der Boden steiniger, d. h. betritt man jeweils tiefere Zonen des Bodenprofils, im Grenzfall eine Felswand. Dem anderen Grenzfall begegnet man auf den Flachhängen von Rumpfflächen mit mächtigem Bodenprofil (tiefgründige Verwitterung) und vorwiegendem Endprodukt der Verwitterung (z. B. Lehm) an der Tagesfläche.

Diese Anordnung ist stets erkennbar, auch dort, wo das normale Bodenprofil durch Zuwanderung von oben gestört ist. Sie beweist zunächst das fortdauernde Abwandern aufbereiteten Gesteins in allen Hängen, herab bis zu solchen von sehr geringer Neigung. Sie zeigt aber auch, daß, wie gar nicht anders zu erwarten, die Intensität der Abtragung mit der Hangneigung wächst, also an steilen Hängen größer ist als an flachen, gleiche Gesteinsverhältnisse in Betracht gezogen. Die Intensität der Abtragung bemißt sich nach der Gesteinsmenge, die in der Zeiteinheit von einer gegebenen Stelle entfernt wird.<sup>12)</sup> Es ist also zu vergleichen, wo in gleichen Zeiträumen mehr Gestein aufbereitet, beweglich gemacht und zum Abwandern gebracht wird, stets — auch im folgenden — gleiche Gesteinsverhältnisse vorausgesetzt. Die Gesteinsaufbereitung schreitet mit der Zeit fort: eine gewisse Zeitspanne ist nötig, ein bestimmtes Gesteinsquantum nur zu lockern, eine längere, um es in Trümmer zu zerlegen, eine noch längere, um es in das Endprodukt der Verwitterung überzuführen, und zwar ist das Fortschreiten zu höhe-

<sup>12)</sup> Nicht etwa nach der Schnelligkeit des Abwanderns.

rem Aufbereitungsgrad ein ungleichförmiger, nämlich zuerst beschleunigter, dann verzögerter Prozeß.<sup>13)</sup> Um aus dem Schutthorizont des Verwitterungsprofils das Endprodukt hervorgehen zu lassen, ist ein Vielfaches der Zeit erforderlich, die aus dem gelockerten Gestein einen Schutthorizont entstehen läßt; und dies wiederum benötigt ein Vielfaches der Zeit, in der ein gleiches Quantum desselben frischen Gesteins gelockert, d. h. in Stücke zerlegt wird. In gleich langen Zeiträumen wird daher auch ein sehr viel größeres Quantum eines frischen Gesteins zu Schutt aufbereitet als in das Endprodukt verwandelt. Vergleicht man nun zwei Hänge gleicher Zusammensetzung miteinander, etwa einen steilen, auf dem die Massen bereits bei dem Aufbereitungsgrad labil werden und abwandern, welcher dem Schutthorizont des Bodenprofils eigentümlich ist, und einen flachen, auf dem erst das Endprodukt der Verwitterung in Bewegung gerät, so ist evident, daß in gleichlangen Zeiten von jenem größere Gesteinsmengen entfernt werden als von diesem. Die Abtragungsintensität ist dort größer als hier.

Dagegen ist die Aufbereitung als solche gleichförmig; es dauert immer gleich lange, daß aus ein und demselben Gestein ein und dasselbe Verwitterungsprodukt von bestimmtem Aufbereitungsgrad entsteht. Das entsprechende Bodenprofil hat dabei jedes Mal dieselbe Beschaffenheit und Mächtigkeit. Entsteht und hält sich beispielsweise an einem Hang von gegebener Zusammensetzung gerade der Schutthorizont an der Tagesfläche, unter dem die Bodenmächtigkeit bis zum unversehrten Gestein einen bestimmten Betrag hat, so ist nach dessen Entblößung ebensoviel Zeit nötig wie das erstmal, um aus ihm dasselbe Verwitterungsprofil mit demselben Horizont an der Tagesfläche entstehen zu lassen, und das neue Bodenprofil hat dann auch dieselbe Mächtigkeit wie das erste. Diese selbstverständliche Tatsache ist für die Hangentwicklung von fundamentaler Bedeutung, denn auf ihr beruht es, daß jeder Hang oder jedes Hangstück von einheitlicher Neigung gleichmäßig über die Fläche hinab-

---

<sup>13)</sup> Da die Verwitterung die Anpassung der unter den gegebenen Verhältnissen labilen Materie an einen neuen Gleichgewichtszustand bedeutet und mit Annäherung zu demselben (Endprodukt der Verwitterung) die Ursachen für den ganzen Prozeß dahinschwänden, dieser also immer langsamer abläuft bis zum Stillstand.

getragen und dadurch im ganzen parallel zu sich selbst zurückverlegt wird, in dem Maß und in der Art, in welcher das Gestein Lage für Lage aufbereitet wird.<sup>14)</sup> Und es ist ohneweiters einzusehen, daß jeder derartige Hang in einer solchen Zeitspanne, in der das für ihn charakteristische Bodenprofil mit dem Horizont bestimmten Aufbereitungsgrades an der Tagesfläche entsteht, gerade um die Mächtigkeit jenes Bodenprofils geländeaufwärts und -einwärts zurückverlegt wird,<sup>15)</sup> und zwar unter Erhaltung seiner Neigung. Im Rückwandern hinterläßt der Hang ein Hauptstück geringerer Neigung, einen Abflachungshang, sofern dies nicht ein erodierendes Gerinne verhindert. Der Abflachungshang, seinerseits eine Fläche geringerer Abtragungsintensität, wandert gleicherart oder entsprechend langsamer unter Hinterlassung eines noch weniger geneigten Hangstückes zurück usw. Auf diese Art entstehen die Konkavhänge, die von den Linien erloschener Erosion zurückfliehen und für die absteigende Entwicklung charakteristisch sind. Bei ihr bleiben die steilen Hangstücke am längsten auf den Zwischentalscheiden erhalten, bis sie auch dort von den unten nachwach-

---

<sup>14)</sup> Das Verwitterungsprofil sinkt gleichsam immer tiefer ins unversehrte Gestein, und zwar stets um denselben Betrag, um den es durch das Abwandern der Massen von seiner Oberfläche vermindert wird. Es herrscht also ein stationäres Verhältnis zwischen Massenabfuhr und Massenaufbereitung, bei dem auf jedem Hangstück nicht nur die Zusammensetzung, sondern auch die Mächtigkeit des ihm eigentümlichen Verwitterungsprofils gewahrt bleibt. Wird die Abwanderung gehemmt, so kommt das Tiefergreifen der Aufbereitung zum Stillstand, wird sie beschleunigt (z. B. bei Rutschungen), so beschleunigt sie auch jene, bis wieder Gleichgewicht herrscht. Diese Beziehung folgt übrigens schon aus der vorerwähnten Anordnung der Bodenzonen.

<sup>15)</sup> Die genannte Zeitspanne kann man die Aufbereitungszeit nennen. Da diese für verschiedene Gesteine unter sonst gleichen Umständen verschieden lang ist — ein widerstandfähiges Gestein zerfällt schwerer, daher auch langsamer in ein Aufbereitungsprodukt von bestimmter Beweglichkeit als ein weniger widerstandfähiges —, so ist die Abtragungsintensität auf gleichgeneigten Hangstücken von verschiedener Zusammensetzung verschieden groß und sind umgekehrt verschieden zusammengesetzte Hänge gleicher Abtragungsintensität verschieden geneigt. Darauf beruht die Anpassung der Einzelformen an die Gesteinsverhältnisse. Jene Unterschiede in der Abtragungsintensität werden, wie sich zeigen läßt, bei geringen mittleren Neigungen immer kleiner, ohne ganz zu verschwinden. Daher kommen z. B. auf Rumpfflächen die Gesteinsverhältnisse nur in sehr geringem Umfang zum Ausdruck. Ihr Einfluß fehlt jedoch auch hier nicht ganz.

senden Abflachungshängen verdrängt werden: von der höherragenden Zwischentalscheide — Schneide, First oder was sie nun war — bleiben Inselberge, schließlich nur noch Klippen übrig, wie sie auf den Höhen der deutschen Mittelgebirge so häufig, besonders schön im Granit, angetroffen werden, und nach ihrem Schwinden herrschen die Abflachungshänge allein. Die Zwischentalscheide ist dadurch erniedrigt. Man sieht: die Abtragung schreitet bei absteigender Entwicklung fort wie der Abbau in einem von der Seite her einsöhlig in das Gelände getriebenen Steinbruch. Und die Erniedrigung des Landes geschieht keineswegs durch eine Art Abhobelung von oben her, wie G. Göttinger glaubte gefunden zu haben und ähnlich A. Gradmann für die Entstehung der Rumpfflächen aus Firsten im Schichtstufenland annahm,<sup>16)</sup> sondern das Land wird niedriger durch die Rückverlegung der Hänge, die von den Linien ehemaliger Erosion ihren Ausgang nimmt, und in deren Verlauf die Hangstücke in der Reihenfolge abnehmender Neigung auf den Zwischentalscheiden verschwinden.

Gleichen Entwicklungsgang nehmen also die Schichtstufe samt vorgelagerter Rumpffläche und die weiträumigen, für die stabilen Kontinentalregionen aller Klimate charakteristischen Inselberglandschaften, unabhängig von ihrer grundverschiedenen Anlage. In beiden breiten sich Rumpfflächen auf Kosten eines höherragenden Berglandes aus, das, von einer Zone der Inselberge umgeben (falls es nicht selbst schon in eine solche aufgelöst ist), von Hängen einer größeren mittleren Steilheit begrenzt wird, und auf das sich die Erosionsstrecken zurückgezogen haben. Diese verästeln sich im Zurückgreifen weiter und nach wie vor wachsen aus ihnen Konvexhänge von jener mittleren Steilheit empor; im Bereich des zentralen Berglandes und der entsprechend gearteten Inselberge trifft man also in mehr oder weniger großem Umfang noch Erscheinungen, die für die aufsteigende Entwicklung charakteristisch sind.

Demselben Erscheinungskomplex begegnet man, wie wir sehen werden, auch auf den deutschen Mittelgebirgen, hier in Verbindung stehend mit Formgemeinschaften, in denen die

---

<sup>16)</sup> G. Göttinger, Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen, Geograph. Abhandl. IX, H. 1, Leipzig 1907. R. Gradmann, Das Schichtstufenland, Zeitschr. d. Ges. f. Erdk., Berlin 1919, S. 113.

Merkmale aufsteigender Entwicklung vorherrschen. In erster Linie kennzeichnend für dieselbe ist der Konvexhang, der aus Linien zunehmender Erosionsintensität emporwächst. Die flachen Hangstücke befinden sich oben, die steilen unten, im Grenzfall solche von der maximalen Neigung, die ein Gestein kraft seiner Beschaffenheit zu bilden und zu bewahren vermag. Die Flächen intensivster Abtragung, die daher auch am raschesten parallel zu sich selbst zurückverlegt werden, sind demnach ident mit den tiefsten Stücken konvexer Hänge. Im Rückweichen wachsen jene nach oben und zehren dadurch die darüber befindlichen Hangstücke geringerer Neigung und weniger lebhafter Entwicklung nach und nach auf. Es ist leicht einzusehen, daß so nach einiger Zeit die steilsten Hangstücke unmittelbar an sehr viel weniger geneigte darüber grenzen müssen, daß an Stelle der kontinuierlich konvexen Krümmung des Hangprofils ein konvexer Gefällsbruch, eine Diskontinuität, treten muß. Der letztere ist Denudationsbasis für die darüberliegenden flacheren Hänge, und die nunmehr sich abspielenden Vorgänge betreffen nicht mehr das Verhältnis verschieden geneigter Stücke ein und desselben Hanges, sondern dasjenige zwischen einer Formgemeinschaft steilerer Hänge unten und weniger geneigter Hänge darüber, die durch das Erscheinen des Gefällsbruches von ihrem ursprünglichen Bezugsniveau abgetrennt erscheinen. Die nächste Folge ist, daß dort die absteigende Entwicklung platzgreift, wo vordem die aufsteigende herrschte.<sup>17)</sup> Diese Vorgänge

---

<sup>17)</sup> Analog entwickelt sich auch das Gefälle der auf Konvexhängen angelegten Gerinne. Es handelt sich hierbei — wie bei weiteren ähnlich zu bewertenden morphologischen Diskontinuitäten, auf die ich zurückkommen werde — um den un stetigen Ablauf von Reaktionen, der, wie ich schon früher betonte, noch keinen Schluß auf eine Unstetigkeit auch ihrer Ursachen zuläßt, wenn letztere nicht anderweitig erwiesen ist. Das gilt auch von den Erosionshebungsterrassen, bei denen überdies scharf auseinanderzuhalten sind die Bewegungen der Hebungszone, in der die Terrassen wirklich beobachtet werden, und die Vorgänge an ihrem Rand, d. h. an der Grenze gegen die tektonisch anders bewegte Nachbarscholle, wo die Ursachen für die Terrassenbildung liegen. J. Sölch macht diese grundwichtige Unterscheidung nicht, sondern schließt einfach: Erosionsterrassen lassen sich bei einer kontinuierlichen Bewegung nicht erklären, verlangen vielmehr (namentlich bei mehrfacher Wiederholung übereinander) gebieterisch eine Mehrphasigkeit der Gesamthebung mit Hebungsrucken und tektonischen Ruhepausen (c. S. 181). Dieser Schluß wird sich als trügerisch erweisen.

liegen unter anderem der Erscheinungsweise zerschnittener Rumpfflächen zugrunde, deren flache Formgemeinschaften mehr oder weniger scharf an die steileren der eingesenkten Täler angrenzen. Und ebenso bestimmen sie das Verhältnis der in den Flanken vieler Gebirgsketten entwickelten Steilformen zu den flacheren auf ihren Höhen. Wie jedes steilere Hangstück auf Kosten des darüber befindlichen flacheren dieses aufzehrend wächst, breitet sich auch die steil gestaltete Formgemeinschaft auf Kosten der darüber befindlichen flacher gearteten aus und beseitigt sie durch ihr Wachstum. Man sieht: Auch bei aufsteigender Entwicklung schreitet die Abtragung — bei gerade umgekehrter Anordnung der Formen — fort, wie der Abbau in einem von der Seite einsöhlig ins Gelände vorgetriebenen Steinbruch.

Besonders eindrucksvoll ist dies an den Plateaus der nördlichen und südlichen Kalkalpen zu verfolgen.<sup>18</sup> Sie lassen hauptsächlich folgende Gruppen von Formgemeinschaften erkennen: a) auf manchen der höheren Kuppen der Plateaulandschaften finden sich noch Systeme von Flachhängen, die offenbar Reste einer Rumpffläche oder einer ähnlich flachen Formgemeinschaft sind; b) sie ist gänzlich zertalt und bis auf dürftige Überbleibsel beseitigt durch die zurückweichenden steileren Hänge der Täler der Plateaulandschaften. Diese sind also ein Berg- oder Kuppenland, das durch Zerschneidung aus einem flacheren Formenschatz hervorgegangen ist.<sup>19</sup>) Kennzeichnend sind hier

<sup>18</sup>) Nur von den Plateaus der Hochalpenzonen ist hier die Rede. Die Plateaus der Voralpenzonen sind morphologisch einfacher gebaut als diejenigen der Hochalpen — darin verhalten sie sich zu den letzteren wie die Ketten jüngerer Angliederung zu den älteren, zentralen Ketten eines Großfaltensystems — und sind daher bei sonst übereinstimmendem Gang der Abtragung für die uns hier beschäftigende Frage weniger lehrreich.

<sup>19</sup>) Das bestätigt die Auffassung von J. Sölch und F. Machatschek, die beide betonten, daß sich an Stelle der Plateaulandschaften kein Hochgebirge befunden haben könne, aus dem sie durch Erniedrigung hervorgegangen wären (J. Sölch, Eine Frage der Talbildung. Bibliothek Geograph. Handb. Festband Albrecht Penck, Stuttgart 1918, S. 66. F. Machatschek. Morpholog. Unters. in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien, Abt. 1, H. 4, Berlin 1922). Ähnliches äußerte in allgemeiner Form für die Ostalpen auch Fr. Leiden (Geol. Rundschau XIII, H. 1, 1922, S. 18). J. Sölch nennt die Plateaulandschaften „Trugrumpfe“ und will damit — im Gegensatz zur Endrumpffläche eine Entstehung zum Ausdruck bringen, wie ich sie für die Primärrumpfflächen (abgekürzt: „Primärrumpfe“) nachgewiesen habe. Diese sind

die konkaven Formen der absteigenden Entwicklung. An die weitgeöffneten Muldentäler schließen sich gelegentlich schon breite „Verebnungen“, die sich — auch heute noch — auf Kosten des höherragenden Geländes ausdehnen und das Ergebnis des Zurückweichens der steilen Hangstücke von den Adern des ehemaligen Gerinnesystems und ihrer Beseitigung auf den Zwischentalscheiden sind. Die absteigende Entwicklung muß hier schon seit langem im Gang sein, mindestens aber seit dem Zeitpunkt, in dem der konvexe Gefällsbruch in die Erscheinung trat, welcher c) die aus den heutigen Tälern emporgewachsenen Steilhänge von den sanfteren Höhenlandschaften trennt. Da die Strandterrasse des zweiten Mediteranmeeres bereits in die Steilhänge dieser dritten Gruppe von Formgemeinschaften eingekerbt ist, so liegt der Beginn der absteigenden Entwicklung im Bereich der Plateaulandschaften schon lange vor dem Mittelmiozän, und die vorausgegangene aufsteigende Entwicklung muß daher dort weit im Alttertiär zurückreichen. Die steilen Formgemeinschaften zehren durch ihr Wachstum und ihre Rückverlegung

---

wirklich Rumpfflächen, die Plateaulandschaften der Kalkhochalpen jedoch alles andere als dies. Folglich soll das Wort „Trugrumpf“ nicht eine besondere Art von Rumpfflächen bezeichnen, es gibt jedoch zu solchem Mißverständnis unbedingt Anlaß (vgl. J. Sölch, Geografiska Annalen 1922, H. 2, S. 178). Auch aus anderen Gründen kann der „Trugrumpf“ nicht gerade eine glückliche Schöpfung genannt werden: im Begriff des Wortes Rumpf liegt nur, daß es ein Körper ohne Glieder ist, dagegen nicht, daß er solche besaß oder später erwerben kann. Der Ausdruck ist in dieser Hinsicht so neutral wie die Bezeichnung für seine Oberfläche und in morphologischer Übertragung das Wort „Rumpffläche“. Entweder ist ein Ding ein Rumpf oder es ist kein Rumpf und ein Stück Landoberfläche ist entweder eine Rumpffläche oder etwas anderes, aber ein Trugrumpf ist ein Unding. Die Oberflächenformen und der Körper, den sie überspannen, scheinen hier in bedenklicher Weise miteinander verquickt. Die Unklarheit bei J. Sölch geht aber noch viel weiter; nach ihm gibt es auch „steilböschige Flachreliefs“, die „schließlich als Rumpfflächen bezeichnet werden können“ (a. a. O., S. 175). Hangneigung und relative Höhe wird hier miteinander verwechselt. Rumpfflächen sind der allgemein angenommenen und auch von mir streng befolgten Fassung nach gekennzeichnet durch die Flachheit, die geringe mittlere Neigung aller ihrer Böschungen und ein steilböschiger Formenschatz ist immer ein Steilrelief, mag er große oder kleine relative Höhen besitzen, und niemals eine Rumpffläche. Schließlich ist es J. Sölch (o. c. S. 178) offenbar entgangen, daß der „Primärrumpf“ seinen Namen nicht davon hat, daß er einen primitiven Formtypus darstellt, sondern davon, daß er als erstes primäres Stadium einer Entwicklungsreihe auftritt (analog der „Endrumpf“, Abkürzung für „Endrumpffläche“).

die sanfteren Plateaulandschaften darüber auf und lassen sie mehr und mehr zusammenschrumpfen. Auf diesen selbst dagegen — allerdings teilweise stark modifiziert durch die Verkarstung — schreitet der Abbau nach dem für die absteigende Entwicklung charakteristischen Modus fort. Im ganzen also ist hier der Gang der Abtragung *etagenförmig*. Ausgezeichnet zeigen diesen der Verkarstung nicht ausgesetzte Gebirgsketten von ähnlichem morphologischen Bau, z. B. die Großfalten vom andinen oder anatolischen Typus.

Dem gleichen Prinzip begegnet man in den ganz anders gestalteten deutschen Mittelgebirgen.<sup>20)</sup> Zwar treten auch hier, wie seit langem bekannt, flache Formgemeinschaften auf den Höhen auf, die von steilerflankierten Tälern zerschnitten und nach und nach aufgezehrt werden (was verschiedentlich auch schon vollständig eingetreten ist); aber die auf den Höhen weithin erhaltenen Flachformen sind doch nicht nur, wie sich zeigen wird, Stücke einer jeweils einheitlichen, von „Härtlingen“ überragten Rumpffläche, der E. Philippi<sup>21)</sup> wegen der örtlichen Überdeckung mit Unteroligozän präoligozänes, Raßmus<sup>22)</sup> aus gleichem Grunde oligozänes Alter zuschreiben. Noch viel weniger sind sie Stücke einer einzigen alttertiären „Rumpfebene“, die nach G. Braun die ganze mitteldeutsche Schwelle überzogen haben soll, seither mannigfach verbogen worden und Ausgangsform für das ganze gegenwärtig in sie hineinmodelliertere Relief geworden sein soll.<sup>23)</sup> Gewiß ist das Eine: jene flachen Formgemeinschaften sind, wie schon E. Philippi in Thüringen und Teilen Frankens dargetan hatte und seither an anderen Stellen nachgewiesen worden ist, posttriadischer Anlage. Sie haben nicht das geringste mit der permischen Landoberfläche zu tun, die nach einer verbreiteten Meinung durch Abdecken des mesozoischen Sedimentmantels in eben den Rumpfflächen der Mittelgebirge wieder sichtbar geworden sein soll. Ganz unver-

<sup>20)</sup> Ich stütze mich im folgenden auf langjährige, eingehende Untersuchungen im Erzgebirge, Fichtelgebirge, Frankenwald, Thüringerwald, Harz, Schwarzwald und südwestdeutschen Stufenland.

<sup>21)</sup> E. Philippi: Über die präoligozäne Landoberfläche in Thüringen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Berlin, LXII, 1910, S. 305.

<sup>22)</sup> H. Raßmus, Zur Morphologie des nordwestlichen Böhmens, Zeitschr. Ges. f. Erdk., Berlin 1913, S. 35.

<sup>23)</sup> G. Braun, Deutschland, Berlin 1916, S. 18.



einbar ist diese Anschauung mit dem, was wirklich zu beobachten ist.

Um es vorwegzunehmen: auf den deutschen Mittelgebirgen treten nicht je eine, geschweige denn Teile nur ein und derselben Rumpffläche auf, sondern jedes der Gebirge besitzt ein System mehrerer Rumpfflächen, die stufenförmig übereinander Flanken und Höhe überziehen. Diese Anordnung erweist sich als völlig unabhängig vom Gesteinsbau; die Rumpfflächen greifen unbekümmert um die Gesteinsverhältnisse vom mesozoischen Mantel auf den varistischen Kern der Mittelgebirge über, wo diese nicht lebendige Brüche begrenzen. Ganz ebenso verhalten sich die Stufen zwischen den einzelnen Rumpfflächenniveaus: ihr gelappter, gewundener Verlauf steht in Beziehung zum Talnetz, aber nicht zum geologischen Bau. Diese Systeme von Rumpfflächen, die aus später zu erläuternden Gründen Piedmonttreppen genannt werden sollen, sind jeweils demjenigen Gebirgskörper eigentümlich, auf dem sie auftreten; sie finden keine Fortsetzung auf benachbarten Hebungszone und zeigen letztere ein ähnliches Rumpfflächensystem, so besteht zu diesem keinerlei Beziehung, es sei denn eine solche zufällig gleichen oder ähnlichen Alters, d. h. hier: gleichalteriger Entwicklung. Denn die Piedmonttreppe ist, wie zu zeigen sein wird, charakteristisch für eine bestimmte Entwicklungsart, welcher der von ihr überspannte Gebirgskörper unterlag und ihre einzelnen Rumpfflächenniveaus bezeichnen bestimmte Etappen jenes Entwicklungsganges. Solche Etappen können natürlich für benachbarte Hebungszone der gleichen Entwicklungsart im gleichen Zeitintervall liegen. Da die deutschen Mittelgebirge in diesem Sinn gleichartige Hebungszone sind, so überrascht nicht, daß ihre Piedmonttreppen auch untereinander gleichaltrige Glieder, d. h. Rumpfflächen besitzen.

Hier ist eine Bemerkung über das „Alter“ von Rumpfflächen einzuschalten. Wie an denjenigen der Piedmonttreppen zu sehen ist, bilden sich Rumpfflächen weiter, solange sich über sie höherragendes, steilerflankiertes Gelände erhebt. Sie dehnen sich auf dessen Kosten aus und werden ihrerseits von unten, d. h. von der Peripherie her aufgezehrt und verkürzt — ganz wie die Rumpfflächen des Schichtstufenlandes —, wenn dort steilere Formgemeinschaften (z. B. die steileren Hänge ein-

geschnittener Täler oder der Stufe zum nächsttieferen Rumpfflächenniveau) an sie angrenzen. Damit ist das geologische Alter einer Rumpffläche nicht bestimmt durch die Zeitspanne, in welcher das gegenwärtig beobachtete, individuelle Rumpfflächenstück entstanden ist; letzteres kann zu jeder Zeit zwischen dem beliebig weit zurückliegenden ersten Erscheinen der Fläche und der Gegenwart geschehen sein. Vielmehr ist das Alter gegeben durch die Zeit, um welche die Rumpffläche als Formtypus erstmalig erschien, in der sie angelegt wurde. Unter dem Alter einer Rumpffläche kann daher nur das Alter ihrer Anlage verstanden werden, nichts anderes. Über dieses entscheidende Zeitintervall ist Aufschluß oftmals nicht zu gewinnen. Auch die teilweise Überdeckung mit wohldefinierten Sedimenten führt hier nicht unter allen Umständen zu dem gewünschten Ziel, sondern bekundet häufig nicht mehr, als daß die Rumpffläche eben älter ist als die übergreifenden Schichten. So folgt, um ein Beispiel zu nennen, aus der Überdeckung mit Unteroligozän noch keineswegs das oligozäne Alter der Rumpfflächen auf der erzbergischen Nordabdachung, denn das Oligozän überflutet dort von Norden nach Süden ein System von mindestens drei verschiedenalterigen, durch Stufen voneinander getrennten Rumpfflächen, von denen die älteste nicht später als im Cenoman angelegt worden ist. Noch höhere und daher ältere Rumpfflächenniveaus sind im Erz- und Fichtelgebirge vorhanden. Sie dürften unterkretazischer Anlage sein; Näheres läßt sich nicht erweisen.<sup>24)</sup> Keines der anderen von mir unter-

---

<sup>24)</sup> Hier sind die flachen Formgemeinschaften mit eigenem Talmuldennetz auf der Höhe des breiten Erhebungskomplexes zu nennen, der durch Fichtelberg und Keilberg im Erzgebirge näher bezeichnet ist und nicht nur gegen die eingesenkten Täler, sondern auch gegen die umgebenden Rumpfflächenstücke des nächsttieferen Niveaus durch steilere Konvexhänge deutlich abgesetzt ist. Daß jener Erhebungskomplex nur noch der stark zusammengeschmolzene Kern einer ehemals sehr viel ausgedehnteren, von Ost nach West gestreckten Auftragung ist, bekunden die weithin verstreuten Reste derselben: Inselberge, die sich gleicherart über das gleiche Rumpfflächenniveau erheben. Südsüdwestlich von Deutsch-Georgental steigt ein solcher Inselberg entsprechend steil flankiert über jenes Rumpfflächenniveau, dessen oberkretazische Anlage dort durch auflagernde Cenomanreste erhärtet wird. In die gleiche Reihe dürften auch die schon auf recht geringen Umfang zusammengeschmolzenen Rumpfflächenreste auf der Höhe des Ochsenkopfes und Schneeberges im Fichtelgebirge gehören. Auch sie sind gegen das nächsttiefere (aus dem gleichen Granit be-

suchten Mittelgebirge besitzt so alte Flächenstücke von nachweislich vorcenomaner Anlage.

## Wetterbeobachtung und Flugsicherungsdienst.

Von Dr. Walter **Kühnert**, Vorstand der Flugwetterwarte in Wien.

(Mit 5 Abbildungen im Text und auf Tafel 6 und 7.)

Schon bei den ersten größeren Freiballonfahrten zeigten die zahlreichen Unfälle, hervorgerufen durch Schlechtwetter, die Notwendigkeit eines Wetterwarnungsdienstes. Als die Menschen sich nicht mehr vom Winde einfach treiben ließen, als aus dem Sportfliegen sich der Luftverkehr entwickelte, da wuchs auch der Flugsicherungsdienst in gleichem Maße.

An jedem größeren und wichtigeren Flughafen des internationalen Verkehrs besteht eine Wetterwarte und eine Flugfunkstelle, die in gemeinsamer Arbeit der Sicherung des Luftverkehrs dienen. Jeder Wetterwarte sind eine Anzahl von Meldestellen zugeteilt. An größeren Orten bestehen synoptische Meldestellen. Diese beobachten die wichtigsten meteorologischen Elemente zu bestimmten Zeiten (7, 11, 14 und 16 Uhr, eventuell auch 19 Uhr) und melden ihre Beobachtung in ein Zifferntelegramm verschlüsselt an die Wetterwarte, der sie zugeteilt sind. Die Wetterwarte funkt die eingelaufenen Meldungen und die eigene Beobachtung nach festgesetztem Funkplan an die Zentrale des Höhenwetterdienstes Lindenberg, das wiederum alle eingelaufenen Meldungen stündlich als Flugobs ausstrahlt. Dadurch ist es jeder Wetterwarte möglich, eine Stunde nach der Beobachtung eine Wetterkarte zu zeichnen, ohne die Meldungen jeder einzelnen Wetterwarte aufnehmen

---

stehende) Rumpfflächenniveau durch ansehnlich steile, konvexe Hänge scharf abgesetzt und besitzen ihr eigenes seichtes Talmuldenetz. Dessen Zwischental-scheiden sind jedoch noch Klippen, die Überbleibsel von steileren Formgemeinschaften, von steiler geböschten, die Rumpffläche überragenden Zwischental-scheiden aufgesetzt. Sie bezeugen, daß die betreffende Rumpffläche hier die Stelle eines einstmals über sie aufragenden, von Formen noch älterer Anlage umkleideten Berglandes einnimmt, das sie ursprünglich bei ihrer Anlage offenbar als Piedmontfläche umgab und auf dessen Kosten sie sich seither ausgebreitet hat.