

Die Wirkung des Grundwassers auf die Oberflächen- gestaltung der nordböhmisches Kreide.

Von Wilhelm Vortisch.

Inhaltsübersicht.

- Einleitung: zwei Arbeitsrichtungen in der Morphologie-Induktion, ausgehend vom geologischen Bau-Deduktion, ausgehend von den Abtragungsvorgängen. Beispiele aus der Forschungsgeschichte: westeuropäische Stufenländer, Piedmont-treppe W. Pencks in Schwarzwald und Fichtelgebirge, von Davis zu W. Penck, Hirschberger Kessel und Riesengebirge, Deeces Theorie der Stufenlandschaft, Ergebnis für die morphologische Untersuchung S. 7-11
2. Feststellung über das Zusammenfallen von Verbreiterungen rezenter Talböden mit dem Grundwasserspiegel im Kreidegebiet zwischen Mittelgebirge und Jeschken, hiezu Beispiele 1—7 S. 11-15
3. Quell- und Sickerwasseraustritte zur Erklärung obiger Feststellung und Erweiterung der Erklärung auf andere verwandte Fälle, Erörterung der Beispiele 1—7 vom Standpunkt dieser Theorie S. 15-21
4. Die Wirkung des austretenden Grundwassers in der bisherigen Literatur:
- A: Stufenländer: Elbesandsteingebirge nach Hettner, Lamprecht, Andert, Adersbach-Wekelsdorfer Felsen nach Petraschek, Heuscheuer nach Rathsburg, Pfälzer-Wald nach Häberle und Löffler, Tambacher Schichten in Thüringen nach Weber, süddeutsches Stufenland nach Wagner, Maingegend nach Schrepfer, westliches Pariser Becken nach Schmitthenner S. 21-26
- B: Lose Massen: Miozän des Wiener Beckens nach Schaffer (anekathäretische Erosion), Grundwasserfurchung nach Passarge, Wirkung der Grundwasserstockwerke den Bolsonen der Puna de Atacama nach W. Penck S. 26-27
- C: Lehrbücher und zusammenfassende Darstellungen S. 27

1. Einleitung.

Durch die morphologische Literatur zieht sich der Kampf um die vorwiegende Bedeutung des inneren Baues oder der äußeren Kräfte auf die Gestaltung der Landoberfläche wie ein roter Faden. Der Feldgeologe verwertete natürlich schon lange, bevor man an eine selbständige Morphologie dachte, morphologische Beobachtungen. Er wußte, daß festere Gesteine Erhöhungen bilden, daß Kluftsysteme Einfluß auf die Talrichtung haben u. a. m.. Ihm waren die Tatsachen des inneren Baues vor allem geläufig und der Einfluß, welchen diese auf die Landformen ausübten, mußte ihm naturgemäß vor allem in die Augen fallen — kein Wunder, daß er ihn bisweilen sogar überschätzte. Man

kann noch heute von achtenswerten, der Morphologie aber ferner stehenden Gelehrten sehr pessimistische Urteile über diesen Zweig der Naturwissenschaften hören, welche auf einer Überschätzung der Bedeutung des inneren Baues beruhen.

Anders der Beobachter, welcher zu morphologischen Fragen als Grundlage geographischer Studien gelangte. Die allgegenwärtigen, physikalisch verhältnismäßig leicht verständlichen exogenen Kräfte, ihr Widerspiel gegen Hebung und Senkung versprachen dem geologisch weniger Vorgebildeten eher allgemeine Prinzipien und wurden daher zur Erklärung der Landformen bevorzugt. Wie die vorige Erklärungsweise mehr induktiven Charakter hatte, begünstigte die letztere die Deduktion. Auch sie schoß bisweilen über ihr Ziel hinaus und machte sich so der Vernachlässigung des inneren Baues schuldig. Trotzdem darf nicht verkannt werden, daß die deduktive Erfassung der Entstehung der Landformen bei aller Unvollkommenheit der aufgestellten Hypothesen der Morphologie erst allgemeine Beachtung und den Charakter einer selbständigen Wissenschaft verlieh. Davis und als vorläufiges Endglied W Penck gehören dieser Richtung an. Die Peneplain Davis ist so recht ihr Kind — schon ihre leichte Vorstellbarkeit als geometrische Ebene mag ihren förmlichen Siegeszug um den Erdball befördert haben.

Die Unterscheidung der beiden Arbeitsrichtungen erfährt keine Einbuße dadurch, daß ein Geograph wie Hettner immer und immer wieder auf die Bedeutung des geologischen Baues für die Erklärung der Oberflächenformen hingewiesen hat, während W Penck als Vertreter der Deduktion geologisch gut vorgebildet war.

Für den Kampf zwischen der mehr den inneren Bau bevorzugenden, hauptsächlich induktiv eingestellten Methode und der Erklärungsweise, welche die Wirkung der äußeren Kräfte mehr in den Vordergrund stellt, kann die Erforschungsgeschichte vieler im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses stehenden Landschaften als Beispiel dienen:

In der Frage der Entstehung der Stufenländer S.- und W Deutschlands und N.-Frankreichs hat gegenwärtig die geologische Betrachtungsweise das letzte Wort. Die Terrassen und Stufen sind nicht durch Erosionsstillstände geschaffen, sondern durch den Einfluß des geologischen Baues auf die noch heute fortwirkenden exogenen Kräfte. Sogar eine kappende Fastebene glaubt man entbehren zu können. Vgl. die Arbeiten von Gradmann, Löffler, Schmitthener, Schrepfer, Wagner, Weber (Literaturverzeichnis!), die Zusammenfassung in Supan-Obst 1930, S. 306—321 und die gegengerichtete Kritik Phillipsons.

Das deduktive Gebilde der Piedmonttreppe W Pencks 1925 im südlichen Schwarzwald ist, wenn Bubnoff 1927 recht hat, zu

Gunsten wiederaufgelebter, tektonisch an älteren, aber weiter wirkenden Brüchen zerstückelter Rumpfflächen stark einzuschränken — auch ein unter Berücksichtigung des geologischen Aufbaues gewonnenes Ergebnis. Man muß sich fragen, ob die Entstehung einer Piedmonttreppe im Sinne W Pencks überhaupt irgendwo einwandfrei erwiesen ist. Im Fichtelgebirge, ihrem Urtypus (Penck 1924, S. 165—183), ist ihre Entstehung noch nicht unter entsprechender Beachtung des geologischen Aufbaues nachgeprüft.

Die Verschiebung der Betrachtungsweise Davis' durch W Penck, nämlich die gleichzeitige Berücksichtigung der Krustenbewegung und der Erosion (differentielles Verfahren), war für die abweichenden Ergebnisse W Pencks von größter Bedeutung. Mag sein, daß man dadurch der Wirklichkeit in gewissen Fällen näher kommt als mit der Betrachtungsweise Davis'. Es gibt aber einerseits Beispiele, wo die Abstraktion des letzteren vollauf genügt, andererseits solche, denen auch Penck nicht gerecht wird, wie der im Nachfolgenden besprochene Einfluß des Grundwassers auf die Abtragung. Dieser Vorgang fällt ganz aus der Theorie W Pencks heraus. Alle Naturvorgänge sind für uns nur schematisch erfassbar. Es kommt nur darauf an, ob die Wirklichkeit unserer Regel näher oder ferner steht.

Um ein naheliegendes Beispiel aus einer anderen Naturwissenschaft anzuführen, sei an die Keplerschen Gesetze erinnert. Würde unsere Sonne nicht an Masse die Planeten weit überwiegen, hätte Kepler nicht ermitteln können, daß sich diese Planeten in Ellipsen bewegen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Bei Ermittlung dieser Regel war er vom Zufall begünstigt, denn die Attraktionswirkung der Planeten untereinander kann zunächst vernachlässigt werden. Das Beispiel kommt dem Schema sehr nahe. Bei dem im All verbreiteten Fall, wo in ihrer Masse nahestehende Himmelskörper um ihren gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, wäre eine Regel nicht so leicht aufzustellen gewesen. Erst der Fortschritt in der Erkenntnis machte in unserem Planetensystem aus Abweichungen von den Keplerschen Gesetzen, aus „Störungen“, wie wir uns, der Natur gegenüber etwas überheblich, ausdrücken, die Ermittlung des Neptun möglich.

Nun sind gerade die Abtragungsvorgänge in ihrer Wirkungsweise so wandelbar und vielgestaltig, daß das durch Berücksichtigung eines Faktors entwickelte Schema der Wirklichkeit nur selten entsprechen kann. Die Wirklichkeit liegt gewissermaßen zwischen den Schemata. Die grandiose Verallgemeinerung W Pencks mutet dem gegenüber etwas naiv an. Noch lange Forschungsarbeit wird nötig sein, um die abtragenden Kräfte gegenseitig so abschätzen zu können, daß die Landformen deduktiv

entwickelt werden können. Dann haben sich die beiden Forschungswege der Morphologie wieder vereinigt, durch den Ausbau der Induktion, durch gründliche und messende Beobachtung wird die Grundlage für die Deduktion der Landformen geschaffen sein.

Es gibt aber auch Beispiele, wo die geologische Erklärungsweise zu weit gegangen ist.

Ich erinnere an die morphologische Erforschung des Hirschberger Kessels und angrenzender Teile des Riesengebirges. Ältere Beobachter (Literatur siehe Cloos 1922, S. 26) sahen den Hirschberger Kessel als Senkungsfeld an. Cloos (1922, S. 26 bis 29, 1925) war durch seine granittektonische Methode zur Überzeugung gelangt, daß die Oberflächenformen nur durch den Bau des Granitkörpers und seines Kontakthofes bestimmt seien. Berg 1927 macht dagegen Gründe geltend, welche für die Richtigkeit der älteren Anschauung sprechen. Die Kammfläche, welche nur mit sehr sanftem Hange auf den harten Kontakthof ansteigt, die in bestimmter Höhe gipfelnde Vorstufe sind Staffeln einer Fastebene. Im Hirschberger Kessel ist diese noch tiefer versenkt und weiter zerstückelt. Die Lage der granittektonischen Elemente, welche übrigens im Hirschberger Kessel eine sehr unübersichtliche ist, wurde durch die jungen, morphologisch wirksamen Brüche nicht wesentlich geändert.

Auch die Theorie Deeces 1918, S. 175—183, über die Entstehung der Stufenlandschaft ist eine zu weitgehende geologische Betrachtungsweise. In ihrer Ablehnung muß Schmitthenner 1920, S. 211, beigestimmt werden, wenn er sagt: „Deecke glaubt, daß die Landstufen dort liegen, wo das harte, stufenbildende Gestein einst seitlich in weiche Tone und Mergel überging. Es ist zweifellos, daß die Faziesverhältnisse beim Entstehen der Stufenlandschaft eine Rolle spielen; aber selbst wenn erwiesen wäre, daß die Landstufen Faziesgrenzen folgen, ist damit nur eine Tatsache festgestellt, aber noch nichts über die Bildung von Landstufen und Landterrassen ausgesagt.“ Es wäre richtiger, zu sagen, daß die Erklärung Deeces unvollkommen ist, da sie die Vorgänge bei der Entstehung der Landstufen und Landterrassen außer acht läßt, — ein Fehler, der von Geologen oft gemacht wird.

Soviel geht jedenfalls aus allen diesen Beispielen hervor, daß die geologische Vorarbeit für das Verständnis der Landformen nötig ist. Der geologische Bau darf nicht nur flüchtig durch das Studium geologischer Karten in Betracht gezogen werden, sondern muß dem Morphologen stets gegenwärtig sein. „Man darf nicht Geologie nur lesen, sondern muß sie wirklich kennen“ (Deecke 1918, S. 1.) Selbst geologische Detailkarten können versagen und mit der geologischen Auffassung ändern sich auch

die Anschauungen über die Genese der Formen. Ein Beispiel hierfür kann in meiner Arbeit 1925, S. 56, nachgelesen werden. Da die Phonolithkuppen an der Lausitzer Überschiebung nicht Deckenreste, sondern Stiele sind, können verschiedene Folgerungen Staffs nicht aufrechterhalten werden.

Aber für eine vollständige morphologische Erklärung genügt es nicht, die Oberflächenformen einfach als abhängig vom geologischen Aufbau zu erkennen, sondern es müssen auch die Vorgänge angegeben werden, welche aus dem geologischen Material eben diese Formen geschaffen haben. Die Vernachlässigung des Vorgangsartigen wäre ein Fehler, in welchen Geologen schon oft verfallen sind. Am wenigsten gilt diese doppelte Vorsicht bei der Rekonstruktion von Fastebenen, da die Abtragung in diesem Falle schließlich mit allen Einzelheiten des geologischen Aufbaues fertig geworden ist. Die verwickelten Abtragungsvorgänge führen zu dem einfachen Ergebnis der Herausbildung einer Ebene, brauchen also im einzelnen nicht studiert werden. Man sieht denn auch, daß die am wenigsten bestrittene Arbeit des Morphologen in der Wiederherstellung von Altflächen besteht.

2. Feststellung.

Beziehung zum geologischen Bau und Entstehungsvorgang sind also bei der Erklärung morphologischer Erscheinungen zu beachten. In meinem nordböhmischen Arbeitsgebiet, welches auf den Tafeln I meiner Arbeiten 1925 und 1932 dargestellt ist, kann man östlich des Deckenrandes des eigentlichen Mittelgebirges folgende Beziehung zwischen geologischem Aufbau und Geländegestaltung beobachten:

Wo die rezenten Talböden mit der Oberkante des schwebend gelagerten oder schwach geneigten Schlönbachi-Mergels oder anderer wasserundurchlässiger Schichten zusammenfallen, verbreitern sie sich auffallend und unverhältnismäßig zur Wasserführung ihres Gerinnes.

Hiefür können viele Beispiele angeführt werden:

1. Der Grünerberg K 584 östlich von Zwickau besteht seiner Hauptmasse nach aus Emschersandstein (Andert 1929, S. 85 bis 89). In diesem angelegte Reste der postruptiven Verebnung in reichlich 400 m Höhe (Vortisch 1925, S. 40) werden von einem phonolithischen Stielhärtling überragt. Jüngere Abtragung hat die Verebnungsreste erniedrigt und auf der O-, N- und W-Seite gegen die heutige Talsohle Stufenabdrücke geschaffen. Auf der O-Seite hat sich das Tal des Hammerbaches verbreitert. Auf der N- und W-Seite fehlen stärkere Gerinne.

Bei der Bauernwirtschaft hart am Waldrande der N-Seite wurde einige Meter unter der Tagesfläche beim Brunnenbau „Letten“ unter Sandstein angetroffen. Das stimmt mit der Angabe Anders: Obere Grenze γ 330—350 m. Die Nähe wasserhaltender Schichten wird auch durch ein kleines Torfmoor erwiesen, vgl. Firbas 1927, S. 185, Nr. 3. Auf dem undurchlässigen Talgrunde der W-Seite liegen Teiche (Moorteiche, Balleteich). Von hier hebt sich der Mergel gegen den Glaserter Berg zu rasch heraus. Oberhalb der Moorteiche wird das Tälchen bald schmaler und nimmt stärkeres Gefälle an. Der Grundwasserhorizont ist hier kaum erreicht. Schließlich steigt man wenige Meter auf eine plateauartige Wasserscheide empor, von welcher gegen O der Zufluß des Hammerbaches mit geringem Gefälle hinabfließt. Hier, auf der Nordseite des Grüner Berges, ist die Verbreiterung der Talsohle auffälliger. Die Grundwasseraustritte, welche die Fußhänge der Sandsteinwände durchsickern und durch Moorbildung und Riedgräser angedeutet sein können, sind teilweise durch stärkere Quellen ersetzt — Überfallquellen wegen der leichten Südneigung der Schichten.

2. Gegen S schließt sich an die über der Straße Zwickau—Klein-Grün emporragenden Sandsteinwände eine fast ebene, auf die altglaziale Terrasse des Teichberges (Eckflur zwischen Hammerbach und Woberbach, Vortisch 1925 m, S. 30, d, S. 46, 47.) eingestellte Fläche. Trotz ihrer jüngeren Zerschneidung ergibt sich ihr ehemaliger ununterbrochener Zusammenhang aus der Bestreuung der Kuppen und Rücken mit Phonolithschutt vom Grünerberg, welcher unter den heutigen Verhältnissen nicht mehr dorthin gelangen kann. Die Zerschneidung erfolgt von der heutigen Talsohle an der Oberkante des Mergels durch auffallend breite Mulden. Auf der, vom Bad in der Zwickauer Niedervorstadt gegen NW emporgreifenden, liegt ein Torfmoor, welches seine Entstehung dem undurchlässigen Untergrund verdankt. Firbas 1927, S. 184, Nr. 1. Weiter S verbreitert sich der Woberbach selbst und nimmt links den Lattengraben auf, welcher aus einer enorm verbreiterten, zwischen Hohlstein und Teichberg gelegenen Mulde mit ebenem Boden kommt. Der Teichberg gehört bereits einer höheren Scholle an und der herausgehobene Mergel bildet gegen den Lattengraben hinab Erdrutsche, welche der Bahn Zwickau—Deutsch-Gabel gefährlich werden. Bis zu dieser Störung ist das ganze Gebiet S des Grünerberges durch starke Quellen nahe dem Talgrunde über der Oberkante des Mergels ausgezeichnet. Eine solche speist die nahe am Hohlsteinfuß auf dem undurchlässigen Talgrunde zur Fischzucht angelegten Teiche (Grundbesitzer H. Josef Teifel). Weiter S, in der breiten Mulde des Lattengrabens, lag ehemals der Lattenteich. Der bei der Weberei Lewinger und Glas angelegte was-

serreiche Brunnen erreicht ebenfalls den Mergel, Andert 1929, S. 84, nach Müller. Diese starke Quellbildung auf der S-Seite des Grünerberges ist wohl durch eine leicht S-Neigung der Kreideschichten begünstigt.

3. Eine ähnliche Landstufe wie um den Grünerberg bildet der Emschersandstein W von Zwickau. Die Oberkante der Stufe wird von einem großen schotterbestreuten Rest der post-eruptiven Verebnung mit Balleberg K 451, Stolleberg K 432 und Hutberg K 493 als Stielhärtlingen gekrönt, Vortisch 1925, S. 26, g, S. 39, 40. Unter dem Stufenabbruch liegt die Oberkante des Mergels bei Rodowitz nach Andert 1929, S. 83 in 300—320 m, fällt also ungefähr mit der Talsohle zusammen. Die Stufe wird gegen N noch durch die linke Flanke des Lotzengrundes (s. g. Tal der Einsamkeit) verlängert. Seine durch das reichliche Grundwasser über dem Mergel geförderte rückschreitende Erosion wird in der geologischen Zukunft den Woberbach zwischen Martinstal und Röhrsdorf anzapfen. Am Fuße der Wände und auf den Fußhängen sind Quellen und Grundwasseraustritte häufig. Am Wege nach Haida, W Bildstock K 323, liegt ein Torfstich (Firbas 1927, S. 185, Nr. 4), unterhalb Rodowitz, auf dem stark verbreiterten lettigen Talgrunde, der Bürgsteiner Bretteich. Oberhalb Rodowitz hat der Stufenrandbach den Grundwasserspiegel zwar erreicht, wie die Quellen und Grundwasseraustritte beweisen, aber es ist nur lokal zur Ausbildung von Verbreiterungen gekommen.

Noch auffallendere Beispiele treffen wir weiter südlich.

4. Die weiträumige Ebene zwischen Limberg K 472 W Wartenberg, Groß-Grünau und Luher Berg K 344 ist nach Müller 1926, S. 298, Abb. 1, Bohrprofile S. 303 und geologische Karte, nicht völlig einheitlich gebaut. W der Bahnstrecke liegt die Oberkante des Schlönbachi-Mergels unter der Talsohle, O davon ist der Mergel weiter herausgehoben. Immerhin bleibt die Oberkante des Mergels nahe der stark verbreiterten Talsohle und die Wässerchen, welche zur Polzen und zum Jungfernbach abfließen, können für die Ausbildung dieser Ebene nicht allein verantwortlich gemacht werden. Andert 1929, S. 107 stimmt bezüglich dieser „Tonmergelfläche südlich des Tolzberges“ den Aufnahmsergebnissen Müllers bei.

5. Vollkommener ist das Beispiel der Teichwiese weiter NO. Nach Müllers Karte fällt der Fuß der umgebenden Sandsteinhöhen mit der Grenze zwischen Schlönbachi-Mergel und Emscher zusammen. Die Hohlform ist bis auf ein kleines Pfortchen gegen SO vollständig geschlossen. Das winzige Bächlein, welches dort hinausfließt, steht in keinem Verhältnis zu der großen Ausräumung. Schon der Name „Teichwiese“ deutet auf die ehemalige Ausnutzung der günstigen natürlichen Verhältnisse zur Anlage

einer künstlichen Wasseransammlung. Müller 1928, S. 67, schätzt die Fläche auf 170 ha.

6. O von Wartenberg liegt der Hammerteich, nach Müller 1927, S. 10, 52, 54 und Karte, 1928, S. 67, 71, Abb. 7, 8 auf „Mergeln der unteren Skaphitenstufe“ Nach der Andertschen Auffassung wäre das das oberste Mitteluron. Aber Andert 1929, S. 149, 150, Tafel 12, Fig. 2 (identisch mit der obigen Abb. 7 Müllers) sieht den undurchlässigen Talboden, auf welchem der Teich angelegt ist, als Mergel und Pläner des tiefsten Mittelurons an. Wie dem auch sei, undurchlässiger Talboden und aus durchlässigem darüberfolgendem Sandstein aufgebaute Flanken reihen die starke Talverbreiterung den vorigen Beispielen an. Das Tal soll nach Müller altdiluvial angelegt und dann angezapft worden sein.*) Die Verbreiterung wäre erst nachher erfolgt, als nur noch kleinere Gewässer flossen, geht also nicht auf Rechnung stärkerer Erosionskraft des ehemaligen, größeren Flusses.

7 Am auffallendsten sind jedoch die Verhältnisse, welche wir in den breiten Tälern S von Böhm.-Leipa treffen, die Graber 1903 Teichtalungen genannt hat. Auf der Karte Steiners 1891, T. 1, fällt das riesige Gebiet S von Leipa auf, welches durch den Robitzbach zur Polzen entwässert wird. Die die Gewässer anziehenden Tiefen sind a) die Drum-Hohlener und b) die Hirschberg-Habsteiner Teichtalung, welche sich S von Neuschloß, in fast entgegengesetzter Richtung aufeinandertreffend, vereinigen. Die Bezeichnung „Teichtalung“ stammt wohl von Graber 1903, 1907, S. 3. Ursprünglich wurde hier in den beiden Talungen unter der Talsohle von Müller 1914, 1925, 1928, S. 67, der Schlönbachi-Mergel vermutet. Aber die Arbeit Anderts 1929, S. 139—144, 192, erbrachte eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß die undurchlässigen Schichten der oberen Skaphitenstufe dieses Autors zuzurechnen sind, über welchen in den benachbarten Felsenlandschaften und in Erosionsresten der Talungen selbst die durchlässigen Sandsteine der unteren Schlönbachi-Zone folgen. Bei Drum—Hohlen handelt es sich allerdings um ziemlich stark geneigte Schichten, vgl. auch Müller 1928, S. 72, Abb. 10.

Nach Hibsich 1930 (Karte) nehmen beide undurchlässige Schichten (Mergel der Zone des Inoceramus Schlönbachi und obere Skaphitenstufe in der Sprache Anderts) am Aufbau des Talgrundes Anteil. Die Gesteine der Habstein—Hirschberger Gegend lagern flach. Hier spricht nach mündlicher Mitteilung

*) Nach flüchtiger Begehung scheint mir eher das Umgekehrte wahrscheinlich. Die wie die unweit W gelegene Teichwiese durch Freilegung des Grundwasserspiegels entstandene Hammerteichweitung zapft die Polzen beim Krassateich an. Die Anzapfung kann eventuell künstlich vollendet worden sein.

von Herrn Direktor Müller neuerdings eine Bohrung bei Thamm-mühl für die Richtigkeit seiner Anschauung. Mergelige Gesteine folgen erst ziemlich tief unter der Talsohle, aber der Grundwasserspiegel ist der Teichspiegel, und darauf kommt es bei meiner Theorie der Entstehung der Ebenen an. Die Verhältnisse sind hier noch auffallender als im Westgebiet. Die Ebene, welche auch das scharf begrenzte, gegen SO in eine Spitze auslaufende Kummergebirge umfaßt, kann kein versenktes Stück der post-eruptiven Verebnung sein, da Sandsteinklippen (z. B. Ruine Habstein, Mäuseschloß), sowie Gang- und Stielhärtinge oft zu steile Böschungen haben. Auch die scharfe Grenze gegen die Felsenlandschaften des Maschwitzberges und Kummergebirges, deren Schluchten auf die Ebene eingestellt sind, ist dieser Auffassung nicht günstig, denn von der posteruptiven Verebnung sind wir nur weiträumige Flexuren gewöhnt. Man könnte, da diese weite Ebene um das Kummergebirge herum gegen das Polzengelände breit geöffnet ist, auch vermuten, daß eine Uropolzen diese Ausräumung besorgt hat. Auch diese Vermutung muß fallengelassen werden, denn Müller 1914 hat bei seiner gründlichen Kartierung in der Hirschberger Ebene keine Spur von Schottern gefunden. Außerdem könnte in diesem Falle die Begrenzung der Ebene keine so gradlinige sein, denn ein mäandrierender Fluß hätte stellenweise*) Prallhänge geschaffen. Es muß sich bei diesen Grenzen vielmehr um Bruchlinienstufen handeln, wobei die Verschiebung allerdings nicht beträchtlich zu sein braucht. Andert 1929, S. 143, 144, erachtet eine Senkung der Kummergebirgsscholle um 20 m für genügend. Das würde auch hinreichen, um die Oberfläche dem Einfluß der undurchlässigen Schichten der oberen Skaphitenstufe zu entziehen. Seine Felsenlandschaft würde dann den durchlässigen Sandsteinen der unteren Schlönbach-Zone angehören. Die Bruchlinienstufen, welche das Kummergebirge umgeben, wären dann invers und die Hirschberger Ebene keineswegs ein Graben, wie man früher, durch die morphologischen Verhältnisse verführt, angenommen hat. Für die Entstehung dieser Ebene bleibt nur die im folgenden dargelegte, für alle angeführten Beispiele gültige Auffassung.

3. Erklärung.

Nachdem durch eine Reihe von Beispielen die zuerst aufgestellte Beziehung zwischen geologischem Aufbau und Geländegestaltung erwiesen wurde, müssen wir uns nach obigen Grundsätzen mit den Vorgängen beschäftigen, welche diese Beziehung hergestellt haben. Ich lege diese Vorgänge zunächst so dar, wie sie sich für mich aus Naturbeobachtung und Literaturstudien ergeben. Das bisherige Schrifttum wird nachher besprochen.

*) bogenförmige.

Es handelt sich um flachlagernde tonige wasserundurchlässige Schichten unter durchlässigem, mehr oder weniger verfestigtem Sandstein, welcher durch die Verwitterung in Sand aufgelöst wird. Ein Wasserlauf bildet zunächst im Sandstein eine Kerbe, deren Profil außer von der Erosionskraft des Gerinnes auch von der Beschaffenheit des Sandsteins abhängen wird. Ist dieser locker, leicht zerfallend, so ersticken durch Abbruch an Diaklasen entstandene Wände leicht in den Fußhängen, ist er trotz seiner Durchlässigkeit fest und schwerer in Sand auflösbar, so erhalten sich die Wände leichter und der Fußhang bleibt umgekehrt klein oder kann ganz verschwinden. Schuttgekrieche gibt es hier vielleicht überhaupt keines, oder es tritt gegen die Hinabspülung des Sandes auf den Fußhängen zurück. Auf dem kahlen Fels der Wände wird auch die Regenspülung durch das rasche Versickern des Regenwassers herabgesetzt und dadurch die Erhaltung schroffer Wände und Schultern begünstigt. In dem Augenblicke, wo der Einriß den Spiegel des über der tonigen Schicht aufgestauten Grundwassers erreicht, wird die Hinabspülung des Sandes in das Gerinne durch einen weiteren Faktor begünstigt, nämlich durch das seitlich heraustretende Grundwasser. Ob das Grundwasser ständig oder nur nach starken Regengüssen fließt, ist für das Ergebnis gleichgültig. Wenn das Grundwasser an der ganzen Linie heraus sickert, wird es mächtigere Fußhänge aus Sand nicht beseitigen, sondern, auch diese durchsickernd, nur den Abtransport des Sandes in das Gerinne beschleunigen. Wird von oben wenig Sand geliefert, kann direkt eine Unterspülung der Felswände zustande kommen. Diese Unterspülung geht nicht dauernd weiter, sondern hat schließlich das Nachbrechen der hangenden Gesteinsmassen von Diaklasen aus und damit die Erhaltung steiler Wände zur Folge. Der auf den Talboden gehäufte Schutt und Sand wird nach und nach, wie oben beschrieben, aufgezehrt. An gleichmäßiger verteilten Grundwassenaustritten werden auf diese Weise die Talflanken gleichmäßiger zurückgedrängt werden, stärkere Quellstränge wirken mehr durch Erosion und rückschreitende Zertalung. In der Regel werden sich aber beide Vorgänge verbinden und das Rückschreiten der Hänge unter Erhaltung des schwach gegen das Gerinne geneigten Talbodens und des scharfen randlichen konkaven Knickes im Querprofil beschleunigen. Es können sich natürlich tributäre Gerinne ausbilden, an welchen sich dasselbe wiederholt. Das ist nur eine Verlegung des Schauplatzes obiger Vorgänge.

Man erhebe nicht den Einwand, daß diese Einflüsse zu geringfügig sind. Vorgängen von geologischer Dauer können, so lange keine Messungen vorliegen, immer nur aus dem Ergebnis erschlossen werden. Der Vorgang wird hier nur in der

Hauptsache geschildert, auf Nebenerscheinungen wie Frostsprengung usw. wird nicht näher eingegangen. Die Erklärung ist eine streng aktualistische. Auf einen weiteren Umstand muß aber noch Rücksicht genommen werden. Die größere Menge des in das Gerinne geschafften Sandes verbraucht mehr von dessen lebendiger Kraft, hemmt daher seine Erosionsfähigkeit. Hievon ist die seitliche Erosion weniger betroffen, da sie durch die Ausbildung eines ebenen Talbodens mit Hilfe des Grundwasseraustrittes weniger Widerstand findet als die Tiefenerosion. Die Folge ist das seitliche Pendeln des Gerinnes und geringeres Gefälle im Längsprofil. Auf diese Stufung des Gerinnes hat aber auch die weiter unten folgende Talstrecke einen Einfluß. Wenn sich hier unter den tonigen, leicht erodierbaren Schichten¹⁾ oder jenseits einer Störung wieder festere Sandsteine einstellen, so wirkt deren größere Widerstandskraft gegen die Erosion auch mit im Sinne einer Verbreiterung²⁾ u. Abflachung³⁾ der höheren, weniger Widerstand bietenden Talstrecke. Diese Art der Stufung³⁾ und des Wechsels des Talquerschnittes kommt vor allem durch den Wechsel harter mit mächtigen weichen Gesteinsmassen zustande. Die Talhänge werden durch die steiler geböschten harten und sanfter geböschten weichen Gesteine gebildet. Ist jedoch die Mächtigkeit der weichen Schicht verschwindend, wie bei den tonigen Zwischenlagen Lamprechts (siehe unten!), so kann der Gestaltswechsel des Tales nicht durch die wechselnde Widerstandskraft gegen die Erosion entstehen, sondern die Verbreiterung²⁾ und Abflachung³⁾ geht auf Rechnung der Quell- und Sickerwasserunterspülung. In flachliegenden Sedimenten, in welche mächtige undurchlässige, weiche Schichten eingeschaltet sind, wird diese Art der Beeinflussung des Längs- und Querschnittes dort zur Geltung kommen, wo der Talboden in den, über dem undurchlässigen Gestein gebildeten Grundwasserspiegel fällt. Die Verbreiterung des Querschnittes und Abflachung des Längsprofils im weichen Gestein wird sich also noch eine Strecke weiter aufwärts fortsetzen. Unrichtig ist es, die größere Widerstandskraft der tonigen Schicht gegen die Erosion hierfür verantwortlich zu machen, wie es Lamprecht 1928, S. 30, getan hat. Im Falle des Schlönbachi-Mergels verbietet sich das von selbst. Ein Gestein, das in höherer Lage von selbst die Hänge hinabrutscht, kann der Scheuerkraft eines Gerinnes nicht größere Widerstandskraft entgegensetzen als ein halbwegs verfestigter Sandstein.

Es handelt sich natürlich bei dieser Erosionsbehinderung durch Überlastung mit Sand immer um ein Kräfteverhältnis.

1) bei flacher Lagerung!

2) des Talbodens. 3) des Gefälles.

Eine bedeutende Wirkung wird nur auf kleine Gerinne von geringer lebendiger Kraft zustande kommen. (Nr. 1—6, S. 11—14.) Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür ist die oben beschriebene Teichwiese W Wartenberg (Nr. 5, S. 13), wo durch eine enge Pforte von einem winzigen Bächlein riesige Sandmengen hinausgeschafft worden sein müssen. Aber diese Pforte ist eben in solchen Fällen immer vorhanden und unterscheidet sie von einer Deflationswanne. Eine Reihe von Übergängen verbindet dieses Beispiel mit dem anderen Extrem, wo es sich um ein kräftiges Gerinne von starker Erosionskraft handelt. Dessen Einschneiden wird durch den hineingeschafften Sand*) nicht wesentlich behindert werden und die Freilegung des Grundwasserspiegels wird sehr bald tributären, in höherer Lage entspringenden Gerinnen überlassen bleiben, wenn die Wirkung der Grundwasseraustritte nicht durch die drainierende Wirkung der nahen, tief eingeschnittenen Furche zu sehr gehemmt wird.

In größerem Maßstabe, bei größerer Mächtigkeit der undurchlässigen Schichten, ist dieser Fall unter dem Steilabsturz vieler Landstufen entwickelt, S. 25 u. f. Auf der darunterliegenden Landterrasse sind die weichen Schichten, je weiter gegen die nächste Stufe, um so tiefer entfernt. Nach Schmitthenner (siehe S. 26) soll diese Entfernung der weichen Schichten durch Dellenbildung erfolgen. Nähert man sich der nächsten Stufe noch mehr, so wird schließlich die Landterrasse durch eine Fläche auf den, diese nächste Stufe krönenden durchlässigen harten Schichten gebildet, welche deren Hangendschichtfläche nahekommt. Über der Liegendschichtfläche der durchlässigen harten, die Landstufen krönenden Schicht tritt das Grundwasser als Quellen oder Sickerwasser aus, unterspült das harte Gestein, fördert den Hinabtransport des Schuttes in den Stufenrandfluß und bewirkt so Rückverlegung der harten Schicht und damit der Stufe.

In kleinerem Maßstabe schließt sich hier die durch das Sickerwasser über tonigen Zwischenlagen bedingte Ausbildung von Löchern, Höhlen, Leisten und Stufen an den Wänden der Talflanken an, wie von Hettner und Lamprecht (siehe unten, S. 21) bereits geschildert.

Eine starke Verbreiterung der Talsohle an dem kräftigeren Flusse oder Bache kann nur entstehen, wenn dieser aus anderen Gründen, etwa regionaler Art, wie: Verlangsamung der Hebung oder klimatische Einflüsse, in demselben Niveau bleibt. (Nr. 7, S. 14.) Dann kann in der durch Grundwasserwirkung in ihrer Entstehung begünstigten Ebene Mäandrieren, sogar

*) oder Schutt. Ich schließe in die nachfolgende Betrachtung auch andere durchlässige, mit undurchlässigen tonigen Schichten wechselnde Gesteine, ein!

Aufschotterung zustande kommen (vgl. S. 26). Es gibt auch unter den älteren Flußterrassen solche Talböden, welche eine Anpassung an den geologischen Bau zeigen und trotzdem regional verknüpfbar sind. (S. 22.) Ob hier einfach der Wechsel in der Widerstandsfähigkeit gegen Erosion und Hangabflachung oder außerdem bzw. ausschließlich die Quellunterspülung für die Entwicklung der einstmaligen Talböden maßgebend war, kann vielleicht nach dem oben S. 17 Erläutertem (Verbreiterung und Gefälleminderung an der Oberkante der weichen undurchlässigen Schichten) entschieden werden.

Unter den S. 11—15 angeführten Beispielen sind 1—6, besonders 5, durch kleine, im Grundwasserspiegel festgehaltene Gewässer entstandene Verbreiterungen der Talböden.

Die an der Ausräumung beteiligten Gewässer sind durch steile Laufstrecken mit den Hauptgerinnen, in welche sie münden, verbunden. Von den kleinen Teichen W des Grünerberges bis zur Einmündung in den Woberbach senkt sich das kleine Gerinne auf eine Strecke von kaum 800 m um ungefähr 15 m. Die anschließenden Beispiele ergeben ähnliche Verhältniszahlen. Entschieden dem entgegengesetzten Extrem (regional bedingtes Festliegen der lokalen Erosionsbasis) nähert sich das Beispiel Nr. 7 der Teichtalungen. Das Gefälle von der Wasserscheide am SO-Ende des Kummergebirges bis zur Einmündung des Robitzbaches in den Polzenfluß O des Münzberges beträgt auf eine Entfernung von etwa 22 km nur 40 m. Dem Bieberbach genügen vom Töllenteich bis zum Hirnser Teich auf 6 km reichlich 10 m, also ungefähr dasselbe Gefälle wie dem vorhergenannten Tammühl- und Robitzbach. Das Gefälle des Polzenflusses von Kummer bis zur Einmündung des Robitzbaches O des Eintrittes des Flusses in das eigentliche Mittelgebirge ergibt sich auch nur mit etwa 30 m (Entfernung 18 km). Hier liegt die posteruptive Verebnungsfläche dem heutigen Talboden mit einem Abstand von 60 m am nächsten.

Bis zur Altglazialzeit war der Fluß im eigentlichen Mittelgebirge zu einer riesigen Tiefenerosion gezwungen, um durch die emporwachsende Schwelle (Vortisch 1932) sein Gefälle zu wahren. Schon während dieser Zeit konnte er in der Leipaer Gegend in die Breite arbeiten und mit seinen Zuflüssen die Gesteinsmassen über dem Grundwasserspiegel der Teichtalungen verringern. Da die Glazialterrassen aus der Leipaer Gegend in das eigentliche Mittelgebirge noch nicht durchverfolgt sind, weiß man nicht, ob auch in der Glazialzeit die Hebung im Mittelgebirge noch weiter ging. Wenn ja, wäre dadurch ein Grund gefunden, daß auch noch in der jüngsten Zeit die Tiefenerosion in der Leipaer Gegend stockte. Teilweise mußten schon die schwer

durchsägbaren Eruptivgesteine des Mittelgebirges im Flußbette eine solche Wirkung haben. Alle diese Faktoren aber, welche die Polzen in der Tiefenerosion in jüngster Zeit hemmten, ermöglichten nach dem oben S. 18 gesagten, daß der Einfluß des einmal angeschnittenen Grundwasserhorizontes der Teichtalungen auf die Geländegestaltung voll zur Geltung kommen konnte. Eine Aufschotterung des heutigen Talbodens der Polzen um 10 m würde genügen, um die Umgebung des Kummergebirges auf der NO-Seite und um seine SO-Spitze herum auf der SW-Seite mit Anschwemmungen zu bedecken und den Polzenfluß wenigstens teilweise durch die Teichtalung zu leiten — eine Bifurkation oder Flußverlegung, an deren Entstehungsmöglichkeit vielleicht noch nicht gedacht wurde. Hätte jedoch die Polzen in der jüngsten Zeit rasch in die Tiefe gearbeitet, so hätte eine rasche Zertalung der Teichtalscholle bis unter den Grundwasserhorizont dessen morphologische Wirkung gehemmt und die Ausbildung der weiten Ebenen verhindert.

Durch die vorgebrachte Theorie werden auch sonst alle Einzelheiten der angeführten Beispiele erklärt. Die Grundwasseraustritte sind, wenn der Grundwasserspiegel einmal angeschnitten ist, bei schwebender Schichtlagerung mehr oder weniger linienhaft verteilt. Diese zurückfliehende Linie im Erosionsniveau wirkt wie eine Säge flächenhaft entblößend und entfernt auch die Wasserscheiden, wie auf der NW-Seite des Grünerberges (Beispiel 1), oder nahe der SO-Spitze des Kummergebirges. An Verwerfungen muß der Vorgang, wegen des Abschneidens des Grundwasserhorizontes, notwendig halt machen und diese scharf hervortreten lassen, wie es an der Umrandung des Kummergebirges auch tatsächlich der Fall ist. Das Endergebnis ähnelt dem bei der Deflation. Aber durch diese müssen Wannen entstehen, welche sich auch nach neuerlichem Einsetzen eines fluviatilen Regimes durch Seen oder nach deren Ausfüllung durch entsprechende Sedimente kundtun würden. Nichts von alledem ist in unserer Gegend bekannt. Die enge Verknüpfung der Entblößung mit der Erosion wird durch das Vorhandensein einer, wenn auch kleinen, aus der „Wanne“ hinausführenden Pforte bewiesen, so im Beispiel des Lattengrabens SW vom Hohlstein bei Zwickau (Nr. 2) oder der Teichwiese bei Wartenberg (Nr. 5).

Einen richtigen Namen für diesen Vorgang zu finden ist nicht ganz leicht. Die Bezeichnung Quellunterspülung nimmt zu wenig auf das in breiter Front heraussickernde Grundwasser Rücksicht. Unter Quellerosion wird Unterminierung und Nachbrechen nur nebenbei mitverstanden. Die Grundwasserfurchung Passarges bezieht sich nur auf lose Massen, vgl. S. 27. Am klarsten bleibt wohl immer noch der Ausdruck Quellunterspülung.

— Quell- und Sickerwasserunterspülung wäre genauer, aber etwas umständlich und gibt immer noch keine vollkommene Vorstellung der in Betracht kommenden Vorgänge.

4. Literaturdurchsicht.

Unser Gebiet war bisher nur in geringem Maße Gegenstand morphologischer Forschungen. Weit eingehender wurde das nur durch die Mittelgebirgsschwelle getrennte Elbesandsteingebirge (Sächsisch-Böhmische Schweiz) untersucht. Als 1887 Hettners erste Schrift erschien, war die geologische Erforschung noch nicht weit genug gediehen. So konnte auch die Abhängigkeit der Formen vom geologischen Bau nicht entsprechend gewürdigt werden. Erst 1903 erkannte Hettner im linkselbischen westlichen Teil des Gebirges in vollem Umfange einen vom Gestein abhängigen Stufenbau. Jedoch ist die Entstehung dieses Stufenlandes noch nicht ganz klar, S. 623, 624. „Der Sandstein der Sächsischen Schweiz ist nun keineswegs ein hartes, sondern ein sehr mürbes Gestein; Die Widerstandsfähigkeit des Quaders besteht in seiner Durchlässigkeit; sie macht sich daher gegenüber dem spülenden Wasser geltend. Der Quadersandstein wird nur langsam durch Untergrabung zerstört und weicht in Wänden zurück.“ Erst 1921, S. 85, wird die Quell- und Sickerwasserunterspülung unumwunden als derjenige Faktor hingestellt, welcher die Landterrassen des Elbesandsteingebirges und anderer Stufenländer bildet. Eine klare Darstellung des Vorganges, wie ich sie oben anstrebe, wird aber auch hier vermißt. Genauer beschreibt Hettner schon 1903, S. 614, die Entstehung der Kleinformen. Er vermutet, daß das in den Schichtfugen austretende Sickerwasser, die Frostsprengung begünstigend, Löcher, Nischen, Höhlen usw. bildet und dadurch die höheren Partien der Wände unterminiert und zum Einsturz bringt.

Als entschieden vom geologischen Bau unabhängig werden die zum Teil schottertragenden Erosionsterrassen in unmittelbarer Nachbarschaft der Elbe erkannt, an welche sich mit sanfter Neigung gewisse Ebenheiten (Krippener, Ostrauer, Rathmannsdorfer) anschließen. Diese sollen, ebenfalls unabhängig vom Bau, der Kesselbildung ihre Entstehung verdanken.

Eine Vervollständigung der Ansichten Hettners bringt erst die Arbeit Lamprechts 1928 im Winterberggebiet, welche so recht zeigt, wie Vervollständigung der Kenntnis des geologischen Baues den Schlüssel zur Erklärung der Landformen bietet. Seine gründlichen Studien erlauben einen bisher unerreichten Einblick in den Aufbau des Quaders aus durchlässigen tonarmen, meist mächtigeren Schichten und tonreichen Zwischenlagen. Für die Ausbildung der Fugen, Höhlen, Simse usw. der Wände wird im

der Höhenlage der Schollen die tonigen Schichten seiner oberen Grenze des Mittelturon und die obere Grenze des Schlönbachi-Mergels benutzt, Andert 1929, S. 10: „In der Mittelgebirgssenne wird der Talboden meist durch die wasserundurchlässigen Schichten der Stufe γ der Schlönbachi-Zone gebildet.“

So ist die morphologische Erforschungsgeschichte der Sächsischen Schweiz ein weiteres Beispiel für den Sieg der geologischen, induktiven Methode über die Deduktion. Die Ergebnisse von Staff und Raßmuß 1911, als extremste Vertreter der Deduktion, sind weitgehend einzuschränken. Durch die Arbeiten von Hettner, Lamprecht und Andert ist der große Einfluß grundwasserführender Schichten auf die Geländegestaltung in diesem, dem unseren benachbarten und geologisch ähnlich gebautem Gebiet sichergestellt, aber dem Vorgange selbst ist besonders dort, wo es sich um größere, ausgedehntere Terrassen und Stufen handelt, etwas zu wenig Beachtung geschenkt worden.

Hand in Hand mit der Erforschung der Sächsischen Schweiz geht das Studium einiger anderer Landschaften, welche ebenfalls neben undurchlässigen, tonigen Gesteinen aus durchlässigen Sandsteinen, seltener Plänern und Konglomeraten, aufgebaut sind.

Zunächst handelt es sich um die ebenfalls der oberen Kreide angehörigen Gebiete von Adersbach-Wekelsdorf und der Heuscheuer.

Im Gebiete von Adersbach-Wekelsdorf hat Petraschek bereits 1908 auf die große Bedeutung der Gesteinsdurchlässigkeit für das Landschaftsbild hingewiesen. Für ihn ist „durchlässig“ gleichbedeutend mit „widerständig gegen die Abtragung“, „undurchlässig“ mit „geringem Widerstand gegen die Abtragung“. Bei letzterer denkt er wohl vorwiegend an Abspülung. Durch eine sanft muldenförmige Verbiegung der Schichten entstehen elliptisch umlaufende Landstufen, eine Geländeform, welche Grund als Hilfslandschaft bezeichnet hat, vgl. Nowak 1915, S. 5, und schematisches Diagramm, Fig. 1, S. 12. Von Bedeutung ist die Feststellung Petrascheks 1908, S. 611, 612, daß die Landterrassen zum großen Teil mit der Oberkante der durchlässigen Gesteine zusammenfallen, die tonigen Schichten also hier auf weite Strecken entfernt wurden, und daß die Landstufen nur im oberen Teil aus durchlässigem Gestein, der Fußhang aber aus tonigen Schichten besteht. Eine Erklärung dieser Erscheinung gibt die unten zitierte Arbeit Webers über die Oberflächenformen der Tambacher Schichten, siehe dort!

Die Arbeit Rathsburgs 1912 über die Morphologie des Heuscheuergebirges ist eigentlich mehr der Widerlegung der Wüsten-theorie Obsts (1909) gewidmet. Aber es wird auf die große

Bedeutung der Gesteinszusammensetzung und des spülenden, sickernden und infiltrierenden Wassers hingewiesen.

Einer viel älteren Formation als der Kreide, dem Buntsandstein (untere Trias), gehört die Felsenlandschaft des Pfälzer Waldes an. Häberle nimmt für die Entstehung der Oberflächenformen dieselben Gesetzmäßigkeiten in Anspruch, wie Hettner in der Sächsischen Schweiz (1919, S. 323). Das Sickerwasser hat denselben Einfluß wie dort auf die Entstehung der Kleinformen, aber nach Häberle wirkt es außerdem durch Infiltration mit Verwitterungslösungen (Häberle 1909, S. 322, 1915, S. 273—280).

Über den Pfälzer Wald hinaus auf das gesamte Pfälzer Stufenland erstreckt sich die Arbeit Löfflers 1929. Die das Rückschreiten der Stufenränder bewirkenden Abtragungsvorgänge beschreibt die Autorin im Sinne Schmitthenners (siehe unten!). Hier ist die „Quellerosion“ (z. T. = Quellunterspülung) der entscheidende geologische Faktor, Löffler 1929, S. 33—36.

Noch tiefer in der Formationsreihe stehen die Tambacher Schichten (Oberrotliegendes), deren Formenschatz am NW-Ende des Thüringerwaldes in jüngster Zeit von Weber einer gründlichen Untersuchung unter genauester Beachtung der geologischen Verhältnisse unterzogen wurde. Auch hier handelt es sich durchaus um klastische Gesteine, — harte durchlässige Konglomerate und weiche undurchlässige Schiefer. Entsprechend geringen Schichtmächtigkeiten ist auch das entstandene Stufenland von kleinem Ausmaße, aber um so leichter zu überblicken. Wie im Adersbach-Wekelsdorfer Gebiet nach Petraschek fehlt breiteren Terrassen größtenteils die Bedeckung durch die undurchlässigen Gesteine. Diese setzen erst unweit der nächstfolgenden Stufe ein und bilden auch deren unteren Teil. Aber durch entsprechende Übergänge ist dieses Profil mit schmälere Terrassen verknüpft, welche noch ganz mit den undurchlässigen Gesteinen bedeckt sind, Weber 1926, S. 83, Abb. 7. Das Hinaufreichen der leicht abtragbaren Schiefer an den Stufenhängen erklärt sich durch die Schutzwirkung der Konglomerate auf mächtigere Schiefer, W., S. 77, 78. Auf den ersten Blick scheint ein solches Profil der Erklärung durch die Wirkung der Grundwasseraustritte zu widerstreben, da ja im Grundwasserspiegel keine Ebene entwickelt ist. Weber lehnt denn auch mit Philippson diesen Einfluß für sein Arbeitsgebiet ab, S. 110: „Da die Durchlässigkeit der Konglomerate geringer ist als etwa die der südwestdeutschen und nordfranzösischen Jurakalke, und da auch das Einzugsgebiet nur einen mäßigen Umfang hat, so sind die Quellen viel zu schwach und zu wenig zahlreich, um einen nennenswerten Einfluß auszuüben.“ Die Wirkung eines geologi-

schen Faktors kann durch den Hinweis auf seine Geringfügigkeit nicht abgelehnt werden, solange keine genauen Messungen vorliegen. Gegen dieses Prinzip wurde schon oft verstoßen. Fehlen extrapolierbare Messungen, so können viele exogene geologische Kräfte nur an ihrer Summenwirkung erkannt werden. Das ist oben durch die Beschreibung weiter Ebenen im Grundwasserspiegel geschehen. Einen gewissen Einfluß muß man daher dem Grundwasseraustritt auch im Gebiete Webers zuschreiben, umso mehr, da er seine Wirkung in anderen Gebieten nicht bestreitet. Das Fehlen von Ebenen an der Oberkante der undurchlässigen Schichten kann sich durch deren rasche Zerstörung durch andere Faktoren erklären. Gegen andere Stufenländer handelt es sich wahrscheinlich nur um Abstufungen in der Wirkung des Grundwassers. Der Einfluß der feineren Gesteinsunterschiede innerhalb der Gruppen „durchlässig“ und „undurchlässig“ ist noch lange nicht genügend bekannt. Übrigens sind in anderen Stufenländern die Terrassen auf weitere Erstreckung gegen die weiter unten folgende Trauf von den undurchlässigen Schichten gebildet, vgl. Schmitthenner 1920, S. 209, letzte 6 Zeilen, Wagner 1928, S. 369 u. f. Die Lettenkohle, nur 15—25 m mächtig, baut im SW-deutschen Stufenland riesige Flächen auf. Solche Beispiele laden natürlich vielmehr zur Erklärung durch Grundwasseraustritte ein.

Bisher hatten wir es nur mit Landschaften zu tun, wo sowohl die undurchlässigen, als auch die meisten durchlässigen Gesteine klastischer Natur waren. Die Wirkung des Gegensatzes „durchlässig“ und „undurchlässig“ muß sich aber auch dort geltend machen, wo tonigen Gesteinen hauptsächlich klüftige und daher durchlässige Kalke gegenüberstehen. Hieher gehört in erster Linie das klassische Gebiet der Stufenlandschaft—Südwestdeutschland. Wagner 1928 hat auf die Vernachlässigung des geologischen Baues beim Studium der Morphologie hingewiesen. Von Wichtigkeit sind seine Zusammenstellungen S. 370, 371 über die Beteiligung der Formationsabteilungen und stratigraphischen Stufen am Aufbau der Oberfläche. Die im Verhältnis zur Mächtigkeit größte Beteiligung zeigt die Lettenkohle. Sie bedeckt in Württemberg nach Chr. Regelmann nicht weniger als 1051 km². Bei ihrer geringen Mächtigkeit genügt die Abflachung der Hänge in ihrem Bereich nicht zur Erklärung, ein flächenhaft wirkender geologischer Faktor muß mit im Spiele sein. Dieser wäre eben durch das austretende Grundwasser gegeben.

Über die Rückverlegung der Stufe des feinkörnigen Buntsandsteins in der Maingegend äußert sich Schrepfer 1924, S. 197, wie folgt: „Sie geht flächenhaft durch die Quellerosion vor sich, deren Wasser längs des ganzen Verlaufes an der oberen Bröckelschiefergrenze austritt und in weit wirksamerer Weise durch die

aufschlitzende, tiefe Einbuchtungen schaffende Tätigkeit der aus Kluffquellen entspringenden zahlreichen Bäche gefördert wird.“ Trotz der nach Ost gerichteten Schichtneigung wirkt diese Unterspülung und Zerlappung an den gegen West gerichteten Ausstrichen der undurchlässigen Gesteine.

Eine nähere Aufklärung über diesen Vorgang empfangen wir durch Schmitthenner 1923 im westlichen Pariser Becken. Schichtfallen und Steilhänge der Landstufen liegen hier gerade umgekehrt wie am Main. Wasseraustritte über der Oberkante der undurchlässigen Gesteine entstehen am aufsteigenden Schichtaustritt durch die Wölbung des Grundwasserkissens in Form der Überfallquellen und durch ruhendes Grundwasser in allseitig abgeschlossenen grundwasserführenden Schichten in Form der Überlaufquellen, vgl. Schmitthenner, S. 12, 13 mit Abb. „Der ganze untere Teil der Landstufe des Moselberglandes und der Côtes lorraines ist eine Quellzone“ (S. 64). „Die Wandverwitterung und Unterminierung des harten durchlässigen Gesteins und der Vorgang der Dellenvermehrung im weichen durchlässigen Material, das darunter hervorkommt, läßt so die Landstufe entstehen und gemeinsam mit der Erosionsarbeit der Flüsse und Quellen ganz langsam nach rückwärts wandern“ (S. 67). So beachtet Schmitthenner mehr als die früher erwähnten Autoren die Wirkung und den Vorgang der Quell- und Sickerwasserunterspülung und berücksichtigt auch die enge Verknüpfung mit der Erosion. Auch ein gewisser Zusammenhang der Landterrassen mit den Erosionterrassen im Sinne des oben S. 22 dieser Arbeit aus der Sächsischen Schweiz angeführten Beispiels wird von Schmitthenner S. 68—70 zugegeben. Bei Erosionsstillständen verbreitern sich die Talböden dort, wo sie mit den Landterrassen (leicht zerstörbaren Gesteinen) zusammenfallen und werden, wenn überhaupt, besonders hier abgeschottert. Unverständlich ist allerdings die Schlußfolgerung Schmitthenners, wonach bei Ausbleiben einer Neubelebung der Erosion z. B. durch Hebung, wenn die Landterrassen einmal auf die sich verbreiternden Talsohlen eingestellt sind, die Abtragung soweit erlahmen soll, daß der Charakter des Stufenlandes dauernd gewahrt bleibt. Auch das Stufenland muß bei sehr lang dauerndem Verharren der Erosionsbasis immer mehr in eine Fastebene übergehen. Es ist kein Grund zur Annahme, daß ihr Formenschatz der Zeit besser widerstehen sollte, als der anderer Landschaften. Ich halte die Gipfflur des Böhmisches Mittelgebirges für eine solche fast erloschene, aus nahezu schwebenden Gesteinen (Eruptivdecken, Tuffen und Kreide-Tertiärsedimenten) aufgebaute Stufenlandschaft.

Am klarsten werden wohl die durch Grundwasseraustritte bedingten Vorgänge von Schaffer 1914, S. 45—47, im

Miozän des Wiener Beckens beschrieben. Über undurchlässigen Tegeln entfernt das Grundwasser durchlässige Sande in vormiozänen verschütteten Talfurchen, welche schließlich selbst bloßgelegt werden. Diesen Vorgang der Aufdeckung eines alten Reliefs bezeichnet Schaffer mit dem wohl allzuschwierigen griechischen Wort: *anekatharätische Erosion*.

Weitere Beispiele für die geologische Wirksamkeit des unter losen Gesteinen austretenden Grundwassers werden von Passarge 1920, S. 220, 221, Abb. 105, als Grundwasserfurchung bezeichnet. So entstehen in Löß, Rotlehm, vulkanischen Tuffen Zirken und Wandspornfeiler.

Schließlich gehört hierher auch der Einfluß, welchen die Grundwasserstockwerke in den Anschwemmungen der Bolsone der Puna de Atacama nach W Penck 1920, S. 41—53, Fig. 1, auf das Gefälle und den Querschnitt der streckenweise intermittierenden Flüsse ausüben.

Die von den drei letztgenannten Autoren angeführten Beispiele betreffen lockere Gesteine außerhalb der eigentlichen Stufenländer. Aber Grundwasseraustritte in irgend einer Form müssen auch auf verfestigte Gesteine wirken. Allerdings wird die Arbeit hier langsamer vonstatten gehen, aber in Zeiträumen von der Dauer der geologischen wird damit zu rechnen sein, wenn auffallende Landschaftsformen diese Erklärungsweise begünstigen.

Die Lehrbücher der allgemeinen Geologie von Kayser 1921, Credner 1912 und Haug 1927 schweigen über die Quell- und Sickerwasserunterspülung als geologischen Faktor, Salomon (1924, S. 587, 1) erwähnt sie nur nebenbei. Aber auch manche Kompendien der Morphologie behandeln sie nur flüchtig. A. Penck 1894 und Davis 1912 gehen nicht darauf ein. In der von Obst herausgegebenen Neuauflage der physischen Erdkunde von Supan wird S. 312, 317 der Ausdruck Quellerosion im Sinne von Quellunterspülung gebraucht, aber nicht näher erörtert. Phillipson 1931 bespricht zwar die Wirkung der Grundwasser- und Quellaustritte S. 78, 79, Fig. 52—54, betrachtet sie jedoch als geringfügig, wie er denn überhaupt die Theorie der Entstehung der Stufenlandschaft von Schmitthener ablehnt (Phillipson 1931, S. 416—426).

Die Literaturdurchsicht ergibt also, daß die Quell- und Sickerwasserunterspülung, ausgehend von gewissen älteren Arbeiten Hettners, erst in neueren Arbeiten über die Entstehung der Stufenländer als Faktor gewürdigt wird, welcher bei der Entstehung größerer Formen mindestens mitbeteiligt ist.

Schriftenverzeichnis.

- Andert, H.: Die Kreideablagerungen zwischen Elbe und Jeschken, I. Das Elbesandsteingebirge östlich der Elbe. — Abh. Preuß. Geol. L., N. F., H. 112, Berlin 1928.
- Die Kreideablagerungen usw., II. Die nordböhmisches Kreide zwischen Elbesandsteingebirge und Jeschken und das Zittauer Sandsteingebirge. — Abh. Preuß. Geol. L., N. F., H. 117, Berlin 1929.
- Beck, R.: Erläuterungen zur geol. Spezialkarte des Königreiches Sachsen, Sektion Berggießhübel, Blatt 102, Leipzig 1889. — (Mit geol. Karte.)
- Erläuterungen usw., Sektion Pirna, Bl. 83, Leipzig 1892. (Mit geol. Karte.)
- Erläuterungen usw., Sektion Königstein-Hohnstein, Bl. 84, Leipzig 1893. — (Mit geol. Karte.)
- Erläuterungen usw., Sektion Sebnitz-Kirnitzschtal, Bl. 85, Leipzig 1895. — (Mit geol. Karte.)
- Beck, R. und Hibsch, J.: Erläuterungen usw., Sektion Großer Winterberg-Tetschen, Bl. 104, Leipzig 1895. — (Mit geol. Karte.)
- Berg, G.: Zur Geomorphologie des Riesengebirges. — Zeitschrift f. Geomorph., 2, S. 1—20, Leipzig 1927.
- Bubnoff, S. Zur Frage der Piedmonttreppe im südlichen Schwarzwald. — Z. Geom., 3, S. 90—98, Leipzig 1927.
- Cloos, H.: Der Gebirgsbau Schlesiens und die Stellung seiner Bodenschätze, Berlin 1922.
- Tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen I. Das Riesengebirge. Berlin 1925.
- Credner, H.: Elemente der Geologie, 11. Aufl. Leipzig 1912.
- Deecke, W. Morphologie von Baden auf geologischer Grundlage, Geologie von Baden, III. Teil, Berlin 1918.
- Firbas, F.: Paläofloristische und stratigraphische Untersuchung böhmischer Moore. IV Die Geschichte der nordböhmisches Wälder und Moore seit der letzten Eiszeit. (Untersuchungen im Polzengebiet.) — Beihefte zum Bot. Zentralbl., 43, Abt. II, Dresden 1927.
- Graber, H. V. Die Teichtalungen im Süden von B.-Leipa. — 40. Jahresbericht der Staatsrealschule in B.-Leipa für das Schuljahr 1902—1903, Leipa 1903.
- Der Maschwitzberg bei Habstein in Nordböhmen. Eine geol.-petrographische Studie. — Jahresber. d. Staatsrealschule B.-Leipa f. d. Schuljahr 1906—1907, Leipa 1907.
- Gradmann, R.: Das Schichtstufenland. — Z. Ges. Erdk. S. 113—139, Berlin 1919.
- Häberle, D.: Die gitternetz und wabenförmige Verwitterung der Sandsteine. — Geol. Rundschau, 6, S. 264—285, Leipzig 1915.
- Die Zerstörung der Steilwände im Buntsandsteingebiet des Pfälzengewaldes. — Nat. Wochenschr. N. F., 18, S. 321—329, 337—344, Jena 1919.
- Haug, E.: Traité de Géologie, I, Les Phénomènes géologiques. 4. Aufl. Paris 1927.
- Herrmann, O. und Beck, R.: Erl. z. geol. Spezialkarte d. K. Sachsen, Sektion Hinterhermsdorf-Daubitz, Bl. 86, Leipzig 1897. — (Mit geol. Karte.)

- Hettner, A.: Gebirgsbau und Oberflächengestaltung der Sächsischen Schweiz. — Forsch. Deutsch. Landes- und Volksk., 2, H. 4, Stuttgart 1887.
- Die Felsbildungen der Sächsischen Schweiz. — Geogr. Z., 9, S. 608—626, Leipzig 1903.
 - Die Oberflächenformen des Festlandes, ihre Untersuchung und Darstellung, Leipzig-Berlin 1921. — (Die 2. Aufl. stand leider nicht zur Verfügung.)
- Hibsch, J.: Erläuterungen zur geol. Karte der Umgebung von Gräber und Kosel westl. Böhm.-Leipa, mit geol. Karte. — Knihovna státního geol. úst. čsl. r., (Bibliothek geol. Staatsanst. tschechosl. Rep.), Prag 1930.
- Kayser, E.: Lehrbuch der allgemeinen Geologie, 1, Physiographische Geologie und äußere Dynamik, 6. Aufl., Stuttgart 1921.
- Lamprecht, F.: Schichtenfolge und Oberflächenformen im Winterberggebiete des Elbesandsteingebirges, Bad Liebwerda 1928. — (Dissertation.)
- Die Schichten des sächsisch-böhmischen Turons rechts der Elbe. — N. Jb. Min., Beil. Bd. 67, Abt. B. S. 113—138, Stuttgart 1931.
- Löffler, E.: Die Oberflächengestaltung des Pfälzer Stufenlandes. — Forsch. Deutsch. L. Volksk., 27, S. 1—78, Stuttgart 1929.
- Müller, B.: Der geol. Aufbau des Hirschberger Teichgebietes. — Monogr. u. Abh. zur Intern. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie, 5, Der Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen, III, Leipzig 1915. — (Mit geol. Karte.)
Die geol. Sektion Hohlen des Kartenbl. Böhm.-Leipa-Dauba in Nordböhmen. Mit geol. Karte. — Sborník st. geol. úst. čsl. r. (Jahrb. geol. Staatsanst. tschechosl. Rep.), 5, S. 111—174, Prag 1925.
- Die geol. Sektion Wartenberg. Mit geol. Karte. — Sborník st. geol. úst. čsl. r. (Jahrb. geol. Staatsanst. d. tschechosl. Rep.), 6, S. 297—332, Prag 1926.
 - Die geol. Sektion Oschitz-Hammer des Kartenbl. Turnau in Nordböhmen. — Mitt. Ver. Naturfr. Reichenberg, 49, Reichenberg 1927.
 - Die geol. Grundlagen der nordböhmischen Teichwirtschaft. — Firgenwald, Vierteljahrsschrift f. Geol. und Erdkunde der Sudetenländer, 1, S. 65—76, Reichenberg 1928.
- Nowak, E.: Die Exkursion des Prager geogr. Inst. nach Nordböhmen. — „Lotos“, 63, Prag 1915.
- Obst, E.: Die Oberflächengestaltung der schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen. — Mitt. Geogr. Ges. Hamburg, 24, S. 85—191, Hamburg 1909.
- Passarge, S.: Die Grundlagen der Landschaftskunde, 3, Die Oberflächengestaltung der Erde, Hamburg 1920.
- Penck, A.: Morphologie der Erdoberfläche, 2 Bd., Stuttgart 1894.
- Penck, W.: Der Südrand der Puna de Atacama. — Abh. math.-phys. Kl. sächs. Ak. Wiss., 37, Nr. I, Leipzig 1920.
- Die morphologische Analyse, Stuttgart 1924.
 - Die Piedmontflächen des südlichen Schwarzwaldes. — Z. Ges. Erdkunde S. 81—108, Berlin 1925.

- Petraschek, W.: Die Oberflächen- und Verwitterungsformen im Kreidegebiet von Adersbach und Wekelsdorf. — Jahrb. geol. Reichsanst., **58**, S. 609—620, Wien 1909.
- Phillipson, A.: Grundzüge der Allgemeinen Geographie, II. Bd., 2. Hälfte, Morphologie (zweiter Teil), 2. Aufl., Leipzig 1931.
- Rathsburg, A.: Zur Morphologie des Heuscheuergebirges (zugleich ein Beitrag zur Morphologie der Sächsischen Schweiz und der „Wüstenformen“ in Deutschland überhaupt). — Bericht der Naturw. Ges. Chemnitz, **18**, S. 120—188, Chemnitz 1912.
- Salomon, W.: Die geologische Tätigkeit der festländischen Gewässer. — Grundzüge der Geologie, herausgegeben von W. Salomon, **1**, Allgemeine Geologie, Stuttgart 1924.
- Schalch, F.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreiches Sachsen, Sektion Rosenthal — Hoher Schneeberg, Bl. 103, Leipzig 1889. — (Mit geol. Karte.)
- Schaffer, F.: Das Miocän von Eggenburg. — Abh. geol. Reichsanst., **22**, H. 4, Wien 1914.
- Schmittthener, H.: Die Entstehung der Stufenlandschaft. — Georg. Z., **26**, S. 207—229, Leipzig 1920.
- Die Oberflächenformen der Stufenlandschaft zwischen Maas und Mosel. — Pencks geographische Abh., 2. Reihe, H. 1, Stuttgart 1923.
- Die Entstehung der Dellen und ihre morphologische Bedeutung. — Z. Geomorphologie, **1**, S. 3—28, Leipzig 1926.
- Schrepfer, H.: Das Maintal zwischen Spessart und Odenwald. — Forsch. Deutsch. L. u. Volksk., **23**, S. 185—224, Stuttgart 1925.
- Staff, H. v. und Rasmuss, H.: Zur Morphogenie der Sächsischen Schweiz. — Geol. Ru., **2**, S. 373—381, Leipzig 1911.
- Steiner, F.: Die Regulierung des Polzenflusses. — Prag 1891.
- Supan, A. und Obst, E.: Grundzüge der Physischen Erdkunde, 7. Aufl., 2, T. 1, das Land, (Allgem. Geomorphologie), Berlin und Leipzig 1930.
- Vortisch, W.: Die Schotterbildungen südlich und westlich der Laisitzer Überschiebung und des Jeschkenbruches von Niedergrund bis Drausendorf. — „Lotos“ **73**, S. 1—68, Prag 1925.
- Die posteruptive Verebnung bei Haida und Böhm.-Leipa. (Manuskript seit einiger Zeit fertiggestellt, konnte wegen der gegenwärtigen Stockung im Erscheinen wissenschaftlicher Zeitschriften noch nicht gedruckt werden.)
- Wagner, G.: Morphologische Grundfragen im süddeutschen Stufenland. — Z. Deutsch. Geol. Ges., **79**, Abh., S. 355—374, Berlin 1928.
- Weber, H.: Die Oberflächenformen der Tambacher Schichten bei Eisenach. — Forsch. Deutsch. L. Volksk., **24**, S. 63—124, Stuttgart 1926.

Topographische Karten

Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie 1 75.000

Zone 2, Kolonne X, Bodenbach—Tetschen

Zone 2, Kolonne XI, Rumburg—Warnsdorf

Zone 3, Kolonne XII, Turnau

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1932

Band/Volume: [80](#)

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

Artikel/Article: [Die Wirkung des Grundwassers auf die Oberflächengestaltung der nordböhmischen Kreide 7-30](#)