

Sitzungsberichte  
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften  
Stiftung Heinrich Lanz  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse  
Abteilung A. Mathematisch-physikalische Wissenschaften

---

Jahrgang 1919. 1. Abhandlung

---

# Die Bedeutung des Pliozäns für die Morphologie Südwestdeutschlands

Von

WILHELM SALOMON  
in Heidelberg

Mit 1 Tafel.

Eingegangen am 4. März 1919



Heidelberg 1919  
Carl Winters Universitätsbuchhandlung

Zwischen den tiefeingeschnittenen, schmalen Tälern des Neckars und der Itter erhebt sich bei Eberbach das mächtige Buntsandsteinmassiv des Katzenbuckels. In den Tälern, die es begrenzen, herrschen Formen, die auf dauernde starke Arbeit der Erosion, Verwitterung und Abspülung deuten. Haben wir doch sogar noch bei Heidelberg am Ausgang des Neckars in die Rheinebene frische unausgeglichene Stromschnellen<sup>1</sup>. Die Wolfschlucht bei Zwingenberg, südlich des Katzenbuckels, ist eine junge unfertige Ausgleichungsschlucht, ihr oberer Abschnitt ein Hängetal, obwohl hier keine glaziale Übertiefung stattgefunden hat, sondern nur die Bacherosion des Seitentales der schnell fortschreitenden Flußerosion des Haupttales nicht rasch genug zu folgen vermochte. Möglicherweise war am Ausgang der Wolfschlucht vor, geologisch gesprochen, nicht sehr langer Zeit noch ein Wasserfall vorhanden. DEECKE (Morphologie von Baden, S. 483) sagt denn auch: „Im badisch-hessischen Grenzgebiete zwischen Itter und Elz nimmt der obere Sandstein weite zusammenhängende, wenig zerteilte Flächen ein... Das Wasser sammelt sich in vielen kleinen Rinnen auf der tonigen, wasserhaltenden Oberfläche und geht am Rande der Tafel in Klingen mit kleinen Fällen über die härteren Bänke schließlich zu Tal.“ (Klinge bedeutet im nördlichen Baden soviel wie Schlucht.)

Ganz anders ist das Bild, wenn man beim Aufstiege vom Neckar den Rand der Katzenbuckel-Hochfläche erreicht. Flache Mulden und Rücken erzeugen hier eine sanftwellige Fläche, in deren Senken die Bäche träge dahinschleichen. Die Wasserscheiden sind wenig ausgeprägt. Die Verwitterung ruht fast ganz, die Erosion ebenfalls<sup>2</sup>. Nur an der eigentlichen Kuppe des Katzen-

<sup>1</sup> SALOMON, Ber. oberrhein. geol. Verein 1909, S. 9. THÜRACH, Erl. Bl. Heidelberg. Bad. geol. Karte. II. Aufl. S. 75.

<sup>2</sup> Eine Schilderung der Katzenbuckelhochfläche bringt auch JÄGER in seiner lesenswerten Arbeit: Über Oberflächengestaltung im Odenwald. Forschungen z. deutschen Landes- und Volkskunde. XV, H. 3. Stuttgart 1904. S. 19.

buckels, die infolge des großen Verwitterungswiderstandes<sup>1</sup> des Basaltes über die Hochfläche emporragt, schreitet die Abtragung durch Verwitterung, Abspülung und Regenerosion noch deutlich fort. (Man vergleiche das Bild bei SPITZ und SALOMON, STILLES geologische Charakterbilder, Heft 8, Taf. 5 a. Es ist bei DEECKE, Morphologie, S. 481 ebenfalls wiedergegeben.) Die Hochfläche selbst liegt, geologisch gesprochen, „tot“ da. Sie ist das Endergebnis von Vorgängen, die zur Ruhe gekommen sind. Eine Periode der Tätigkeit ist von einem Gleichgewichtszustande abgelöst worden. Das ist der Begriff, für den ich in einer vor kurzem erschienenen Arbeit<sup>2</sup> den Namen „tote oder fossile Landschaften“ gebraucht habe. Ich habe mich mittlerweile davon überzeugt, daß mein verehrter Freund HETTNER<sup>3</sup> für denselben Begriff den Namen „heterogene“, PASSARGE<sup>4</sup> aber den Namen „disharmonische“ Landschaft gebraucht hat. Mir will es indessen scheinen, daß diese beiden Namen auch für solche Landschaften angebracht sind, in denen, wie z. B. im Schwarzwald, die höheren Teile durch Gletscher, die tieferen nur durch normale Verwitterung und Flußerosion gestaltet sind. Denn da hat man wirklich in einem räumlich begrenzten Gebiete nebeneinander verschiedeneartige, d. h. also disharmonische oder heterogene Formen<sup>5</sup>. Aus diesem Grunde möchte ich meine Ausdrucksweise nicht aufgeben, obwohl auch einige von mir hochgeschätzte Fachgenossen brieflich gegen den Namen „Tote Landschaften“, andere aber gerade umgekehrt gegen die Bezeichnung „fossile Landschaften“ Einwände erhoben haben.

Es will mir eben doch scheinen, daß wenn man von dem Sinn absieht, in dem der Laie den Ausdruck „tote Landschaften“ gebraucht, diese Bezeichnung für den Fachmann das, worauf es

<sup>1</sup> Manche Geographen und Geologen sagen statt dessen mit Unrecht „Härte“. Daher auch die meiner Ansicht nach verfehlte morphologische Bezeichnung „Härtling“. Allerdings sind die verwitterungsbeständigen Gesteine oft auch hart, aber keineswegs immer.

<sup>2</sup> Tote Landschaften und der Gang der Erdgeschichte. Sitz.-Ber. Heid. Akad. d. Wiss. 1918, 1. Abh.

<sup>3</sup> Die Entwicklung der Landoberfläche. Geograph. Zeitschrift, Band 20, 1914, S. 130—131.

<sup>4</sup> PASSARGE, Physiologische Morphologie 1912, S. 119, 251, Mitteil. geograph. Ges. Hamburg XXVI, H. 2.

<sup>5</sup> Dafür sagt PASSARGE (a. a. O. S. 118) „dissonant“ im Gegensatz zu „konsonant“.

mir ankommt, klar und plastisch zur Anschauung bringt, nämlich die Entstehung unter Bedingungen, die heute in dem betreffenden Gebiete nicht mehr Geltung haben. In diesem Sinne also möchte ich die Katzenbuckel-Hochfläche als eine tote oder fossile, nämlich in einem früheren Abschnitt der Erdgeschichte gebildete und seitdem im wesentlichen unverändert gebliebene Landschaft bezeichnen.

Es taucht nun die Frage auf, wie diese Hochfläche entstanden ist. Da möchte ich von vornherein eine wohl gelegentlich ausgesprochene Vermutung zurückweisen, nämlich die, daß der größere Verwitterungswiderstand der Basaltkuppe des Katzenbuckels selbst auch der weiteren Umgebung Schutz gegen die Abtragung verliehen und so die Hochfläche erzeugt habe. Diese Vorstellung wird schon durch die völlig exzentrische Lage der Kuppe widerlegt. Sie erhebt sich nämlich dicht neben dem tief eingeschnittenen Ittertal, weit entfernt vom Hochflächenrand bei Zwingenberg. Sie hat es vielmehr veranlaßt, daß die Hochfläche sich in ihrer Nähe viel stärker erhebt und unregelmäßig wird (siehe Taf., Prof. I). Sie ist also gewissermaßen ein Schönheitsfehler in dem sonst gleichmäßigen Antlitz der Hochfläche.

Eine zweite Vorstellung, die wiederholt vertreten worden ist, ist die, daß die Hochfläche auf den besonders großen Verwitterungswiderstand einer bestimmten Schicht des Tafelgebirges zurückzuführen sei und daß sie, wie überhaupt die flach abfallenden Kämme und Rücken des Sandstein-Odenwaldes<sup>1</sup>, sowie die in diesem erhaltenen kleineren Hochflächen im wesentlichen mit dem Kristall-sandstein des obersten Hauptbuntsandsteins zusammenfalle. Es läßt sich nicht bestreiten, daß dies Schichtsystem, dem im Odenwald der obere Geröllhorizont ( $c_2$  der badischen geol. Karten) eingeschaltet ist, große Festigkeit besitzt und der Verwitterung lange Widerstand leistet. Es ist derselbe Horizont, der im Schwarzwald und Pfälzerwald sehr geröllreich ist, darum dort „Hauptkonglomerat“ heißt und sich ebenfalls durch seine Wetterbeständigkeit auszeichnet. Diese beruht innerhalb der Kristallsandsteine, wie bekannt, darauf, daß die Körner durch sekundär abgesetzte Kieselsäure zu einem abnorm festen und harten, chemisch

<sup>1</sup> Man vergleiche das Bild von SPITZ und SALOMON in STILLES Geologischen Charakterbildern, Heft 8, Taf. 5b.

wie mechanisch sehr schwer angreifbaren Material verkittet sind<sup>1</sup>. Die Ränder der Katzenbuckel-Hochfläche fallen nun in der Tat im wesentlichen mit dem Kristallsandstein zusammen. Dasselbe gilt vom Nordrand der Königstuhl-Hochfläche bei Heidelberg, von der Kuppe, auf der der Ort Dilsberg liegt, und von der südlich darauf folgenden Kuppe des „Blumenstrichs“, vom „Kirchberg“ nördlich Mückenloch und von vielen anderen Odenwaldbergen, Rücken und Hochflächen. Aber trotzdem ist es nicht richtig, die sämtlichen Hochflächen und ebenen Rücken des hohen Sandstein-Odenwaldes auf den besonders großen Verwitterungswiderstand des Kristallsandsteines zurückzuführen zu wollen. Der sehr ausgesprochene breite und flache Rücken des Weißensteins, nördlich von Heidelberg, und die Hochfläche des Judenwaldes sowie des Ochsenlagers bei Schönau, liegen stratigraphisch gesprochen wesentlich tiefer als der obere Geröllhorizont und fallen mit dem verhältnismäßig rasch abwitternden oberen Hauptbuntsandstein zusammen (siehe Taf., Prof. II). Kaum verläßt man die Nordkante des Königstuhls und wandert nach Süden, so legt sich der leicht abwitternde obere Buntsandstein auf den oberen Geröllhorizont (siehe Taf. Prof. III). Man sieht aus dem Profil des Königstuhls, daß seine Hochfläche die Schichten schräg schneidet. Auch das Katzenbuckel-Plateau, von dem wir ausgingen, besteht nur an seinen Rändern aus dem oberen Geröllhorizont bzw. dem Kristallsandstein. Sobald man sich von den Rändern entfernt, trifft man die leicht verwitternden Schichten des oberen Buntsandsteins (so) an. Die Wetterbeständigkeit des Kristallsandsteins ist also nur die Veranlassung, warum die von der Flußsohle her nach oben arbeitende Talwandverwitterung dort und nicht höher eine Kante bildet; aber die Kante liegt tiefer als die Hochfläche. Sie begrenzt sie, aber sie erklärt sie nicht.

Ganz analog finden wir die flachwellige Hochfläche der Kraichgauer Senke<sup>2</sup>, östlich des Neckars bei Gundelsheim,

<sup>1</sup> Kristallsandsteine kommen untergeordnet im Odenwald auch in tieferen Horizonten vor, z. B. etwas oberhalb des Eckschen Horizontes. Ebenso sind sie im Buntsandstein des Pfälzerwaldes keineswegs auf die obere Grenze des Hauptbuntsandsteins beschränkt.

<sup>2</sup> Die Kraichgauer Senke geht nach Osten ohne scharfe Grenze in das Bauland über. Ich gebrauche hier den Ausdruck „Kraichgauer Senke“ für das ganze Muschelkalk-, Keuper-, Juragebiet zwischen Odenwald und Schwarzwald.

nicht etwa durch den schwer verwitternden Werkstein der Lettenkohle gebildet, sondern durch beliebige, zum Teil sehr rasch verwitternde Schichten, wie die dem Werkstein aufgelagerten Letten (Steinbruch NW Bachenau.) Die Kante der Hochfläche pflegt allerdings auch hier mit schwer verwitternden Schichten zusammenzufallen, z. B. mit reinen Kalkbänken des oberen Muschelkalkes. Aber auch diese Hochfläche hält sich gar nicht an ein konstantes stratigraphisches Niveau, sondern schneidet nach Süden in immer jüngere Schichten ein.

So bleibt uns hier wie im Sandstein-Odenwald meiner Ansicht nach zur Erklärung der Hochflächen und flachen Rücken nur die eine Annahme übrig, daß es sich um eine alte Rumpffläche handelt (= Fastebene = Peneplain = subaërische Abrasions- oder Abtragungsfläche). Diese Fläche ist in einem schwach geneigten Tafelgebirge durch allmähliche Abtragung entstanden. Sie schneidet die Schichtflächen sehr spitzwinklig und erweckt dadurch vielfach den Anschein, als ob sie einer bestimmten Schichtfläche folge. Zur Zeit ihrer Bildung muß sie sich in sehr geringer Höhe über dem Basisniveau der Erosion befunden haben, so wie heute das Gebirge südlich von Langenbrücken und nördlich von Darmstadt auf weite Strecken mit dem Niveau der Rheinebene zusammenfällt, oder sich doch nur ganz wenig darüber erhebt. Erst nachträglich sind die erheblichen Niveauunterschiede zwischen Odenwald und Kraichgau auf der einen, der Rheinebene auf der anderen Seite entstanden; und erst durch die Neubebelung des Gefälles vermochten die Flüsse die Hochfläche zu zerschneiden und den größten Teil des Sandstein-Odenwaldes in einzelne Rücken oder schmale Kämme zu zerlegen.

Wir verlassen Odenwald und Kraichgau und wandern im Pfälzerwald von Hochspeyer zum Eschkopf. Hochspeyer selbst liegt in den Trifelsschichten des Buntsandsteins in dem hier ungefähr bis zu 260 m Meereshöhe eingeschnittenen oberen Speyerbachtal. Der Weg führt über ziemlich sanft geböschte Hänge und Rücken bis zu 400 m Meereshöhe und senkt sich dann in das steiler eingeschnittene Tal von Wald-Leiningen wieder bis zu 280 m. Dann steigt er von neuem aus dem Tale auf die Höhen hinauf und erreicht eine flachwellige Hochfläche von etwa 470 bis 520 m Meereshöhe. Bei Johanniskreuz trägt sie eine Rodung. Im übrigen aber ist sie von wunderschönen dichten Wäldern bedeckt; und so gering sind ihre Höhenunterschiede, daß man

nirgendwo aus dem Walde heraus in die Ferne sehen kann, wenn man nicht an die Ränder der auch hier tief eingeschnittenen Täler des Speyerbaches und seiner Nebenbäche herantritt, oder den Aussichtsturm des über die Hochfläche emporragenden, aus dem Hauptkonglomerate bestehenden Eschkopfes besteigt<sup>1</sup>. Erst hier oben enthüllt sich dem Beobachter der morphologische Charakter der Landschaft. Die endlose Hochfläche, über die er stundenlang wanderte, ist in Wirklichkeit ein allerdings sehr breiter, mannigfach verzweigter Rücken, in den sich von den Seiten her der Speyerbach, der Erlenbach, die Moosalbe und andere Gewässer tief eingenagt haben. Auf der Hochfläche selbst ist alles tot und ruhig. Wo überhaupt oberflächlich fließendes Wasser vorhanden ist, statt in dem porösen und klüftigen Sandstein zu versinken, da schleicht es träge dahin. Eine dichte Verwitterungsdecke verhüllt fast überall das anstehende Gestein. Irgendwelche intensive Erosion ist bei den geringen Neigungen ausgeschlossen. Es herrscht derselbe Gleichgewichtszustand, wie auf der Katzenbuckel-Fläche. Nur ist er hier noch durch die dichte Walbedeckung begünstigt, die jede kräftigere Abspülung auf weite Strecken unmöglich macht.

Anders liegt es natürlich auch hier in den Tälern. In ihnen arbeitet die Erosion und an ihren Wänden die Verwitterung und Abspülung. Merkwürdigerweise liegen aber die oberen Enden gewisser Täler (z. B. bei der Weisenauer Buche, SW von Johanniskreuz) selbst bei Regenwetter untätig da. Auch in ihnen scheint augenblicklich ein Gleichgewichtszustand zu herrschen, der nur bei Wolkenbrüchen auf kurze Zeit gestört wird. Möglicherweise ist diese Erscheinung durch eine Verminderung der Wassermengen zu erklären. Dann sollte sie allerdings allgemein sein, was ich nachzuprüfen zurzeit nicht imstande bin. Hier trägt also nicht bloß die Hochfläche den Charakter der toten Landschaft. Auch die oberen Teile der Seitentäler scheinen tot dazuliegen. Ich komme also auch für den Pfälzerwald zu der Vorstellung, daß sich dieselbe Reihe der Vorgänge abgespielt hat, wie im Odenwald und Kraichgau, daß aber im Pfälzerwald<sup>2</sup> auch die ursprünglich energisch erodierende Tätigkeit der Bäche wieder eine Verringerung erfahren hat, so daß die Quellkessel tot dazuliegen.

<sup>1</sup> HÄBERLE hat eine schöne und lehrreiche Schilderung der umfassenden Aussicht des berühmten Punktes gegeben. „Der Pfälzerwald“, Jahrgang 19, Juli-August-Heft 1918, S. 39.

<sup>2</sup> Wenigstens im Norden. Südlich der Queich liegen die Verhältnisse so verschieden, daß sie einer besonderen Darstellung bedürfen.

Auch im Pfälzerwald sind, wie im Odenwald, bestimmte Sandsteinschichten besonders widerstandsfähig und haben daher die Neigung, Kanten bzw. Terrassen an den Berghängen zu bilden. Es sind in erster Linie das Hauptkonglomerat (b<sup>2d</sup> der bayerischen Karte in 1:100000), die Felszone der Karlstal- oder Trippstadtschichten (b<sup>2c</sup>), die Felsbänke der Rehbergschichten (b<sup>2b</sup>) und die der Trifelsschichten (b<sup>2a</sup>). Die Randkante der Hochfläche von Johanniskreuz wird im wesentlichen von der Felszone der Karlstalschichten gebildet, wie aus dem Blatt Speyer der bayerischen geologischen Karte in 1:100000 deutlich hervorgeht. Sie spielt also hier dieselbe Rolle, wie der Kristallsandstein des oberen Geröllhorizontes im Odenwald. Daß auch sie aber keineswegs die Ursache der Hochflächenbildung ist, sondern die Hochfläche nur zufällig an den Rändern begrenzt, geht aus einer Schilderung von HÄBERLE hervor. (Das Zweibrücker Land, Pfälzische Heimatkunde XIV, Nr. 7, 1918, S. 90.) HÄBERLE sagt wörtlich: „Die ungefähr gleiche Höhenlage der südwestpfälzischen Hochfläche, an deren Decke in der Reihenfolge von Nord nach Süd zuerst Buntsandstein, dann unterer und schließlich mittlerer und oberer Muschelkalk beteiligt sind, zeigt einen auffallenden Hochflächencharakter und erweckt den Eindruck, als ob vor der Zergliederung des Gebietes eine Fastebene die Oberfläche gebildet habe... Es handelt sich also nicht um eine Schichtfläche, sondern wahrscheinlich um die Reste einer alten, weit ausgedehnten Gleichgewichtsfläche, die in einer vergangenen Erdperiode einem weitgehenden Abtragungs- und Einebnungsvorgang unterlag.“

Wir verlassen nun auch den Pfälzerwald und begeben uns nach Donaueschingen. Der Ort liegt in dem Übergangsgebiet zwischen dem eigentlichen Schwarzwald und der „Baar“ genannten Fortsetzung des schwäbischen Juras in 680 m Meereshöhe. Vor ihm breitet sich eine Ebene aus, das Donaueschinger Ried, dem DEECKE (Morphologie S. 139, 183 und besonders 312—313) eine ausführliche Besprechung widmet. Der Boden ist stark humos; die Gewässer schleichen langsam dahin. Alles deutet darauf, daß hier, wie DEECKE angibt, früher ein See vorhanden war. Blickt man nun über diese weite Fläche hinweg nach Osten, so erhebt sich im Hintergrunde eine sehr ausgeprägte Bodenstufe, und hinter dieser in weiterer Entfernung eine zweite. Es ist dieselbe Landschaft, die DEECKE (Morphologie S. 53) nach einer SCHMIDLESchen Photographie abbildet. Leider ist das Bild in-

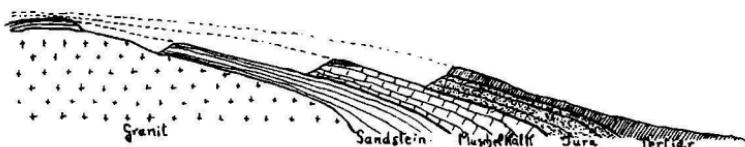
folge ungünstiger Beschaffenheit des Papiers und der ziemlich groben Raster undeutlich. Dennoch erkennt man die beiden Stufen einigermaßen. Begeht man sie an Ort und Stelle, so sieht man sofort, wie das auch die von SCHALCH aufgenommene geologische Karte in 1:25000 zeigt, daß die erste Stufe von den zwar weichen, aber schwer verwitternden Kalken des Lias  $\alpha$  gebildet wird, die infolge ihrer Wetterbeständigkeit die rasch verwitternden und leicht abspülbaren liegenden Keupertone schützen. Der Hang wird also noch vom Keuper, die ziemlich ebene Oberfläche der Stufe aber schon vom Lias  $\alpha$  gebildet. Die höhere Stufe des Hintergrundes entspricht den ebenfalls weichen, aber schwer verwitterbaren Kalken des Weißjura  $\beta$  (Bimammatusschichten). Es ist dieselbe, landschaftlich so außerordentlich charakteristische Höhenstufe, die man von Baden durch fast ganz Schwaben und Franken verfolgen kann. Das Profil IV<sup>1</sup> auf Taf. I ist quer durch die beiden Stufen und das Ried gezogen. Die uns hier zum ersten Male auf unserer Wanderung deutlich entgegentretende Stufenlandschaft beherrscht bekanntlich das ganze Landschaftsbild des sogenannten schwäbisch-fränkischen und des ihm jenseits des Rheines entsprechenden lothringisch-französischen Stufenlandes. Die Stufen stellen sich schon an der Grenze des Buntsandsteingebietes gegen den kristallinen Odenwald und Schwarzwald ein, dann wieder im Muschelkalk<sup>2</sup>, besonders deutlich an den widerstandsfähigen harten Keupersandsteinen und je nach der Gegend in verschiedenem Maße auffällig und bald deutlich, bald undeutlich entwickelt, oder auch örtlich ganz fehlend im Lias  $\alpha$  und  $\epsilon$ , Dogger  $\beta$ , Malm  $\beta$ ,  $\delta$  und  $\epsilon$ , ja gelegentlich auch noch in anderen Horizonten<sup>3</sup>. Da diese Stufenlandschaft auch das im Vorhergehenden behandelte Gebiet des Odenwaldes, Kraichgaues und Pfälzerwaldes mit umfaßt, stehen wir vor der Frage, ob die vorher entwickelten Vorstellungen von der Entstehung der Hochflächen mit der Existenz der Stufenlandschaft in Einklang zu bringen sind oder nicht. Zu diesem Zwecke müssen wir uns klar machen, wie weit die am Aufbau des ganzen Gebietes beteiligten Schichtsysteme in den in

<sup>1</sup> Kopiert von SCHALCHS Blatt Geisingen der badischen geologischen Karte in 1:25 000.

<sup>2</sup> Siehe die erwähnte Arbeit von JÄGER.

<sup>3</sup> Es würde eine für den Zweck meiner Arbeit unnütze Belastung sein, wollte ich hier die sehr umfangreiche Literatur über diese Stufenlandschaften zitieren.

Betracht kommenden Abschnitten der Erdgeschichte räumlich ausgedehnt waren bzw. wo sie von vornherein fehlten, oder durch Abtragung entfernt waren. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias und zum mindesten der untere Teil des Doggers in dem ganzen hier betrachteten Teil von Südwestdeutschland entwickelt waren, wenn auch stellenweise in verschiedener Fazies und verschiedener Mächtigkeit. DEECKE zeigt in seiner Morphologie von Baden (S. 181) sehr einleuchtend, daß im allgemeinen die Mächtigkeit der Sedimente von Süden nach Norden und von Osten nach Westen abnahm und zeichnet auf S. 182 einen hier als Profil V wiedergegebenen idealen Durchschnitt von Westen nach Osten, der die Abnahme der Sedimente nach Westen zeigt.



Schematisches Profil durch das Stufenland der Baar mit den verschiedenen Mächtigkeiten. Nach W. DEECKE, Morphologie von Baden, Seite 182.

Profil V.

Beim Malm und vielleicht schon bei einem Teil des Doggers liegen die Verhältnisse etwas anders. Wir sehen den Malm heute noch in großer Ausdehnung und erheblicher Mächtigkeit im Gebiet der fränkischen und schwäbischen Alb sowie im Schweizer Jura. Wir treffen ihn noch in einzelnen Schollen am Rande der Rheinebene bei Kandern und Istein. Auch war er sicher noch bei Freiburg vertreten. Ein kleines Bruchstück, vermutlich von Malm, hat FREUDENBERG bei Alpersbach im Schwarzwald gefunden (Ber. oberrh. geol. Ver. 1902, S. 11). Im Elsaß finden wir vermutlich zum Malm zu rechnende Stücke in den Geröllen der oligozänen Küstenkonglomerate des Bastberges bei Buchsweiler. (KESSLER, Mitteil. der geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen VII. 1911, S. 199—200.) Weiter im Norden ist Malm nicht mehr nachweisbar. Im Schlot des Katzenbuckels fehlt er anscheinend ganz. In den Strandkonglomeraten von Wiesloch, südlich Heidelberg, die neuerdings durch Wilhelm WAGNER-KLETT (Ber. oberrh. geol. Ver. 1919) sehr gründlich untersucht worden sind, ist das jüngste

sicher vertretene Glied des Jura der mittlere Dogger. An allen nördlicheren Punkten, an denen Weißjura vertreten sein könnte, wenn er ursprünglich vorhanden war, ist er nicht nachweisbar, war also entweder nie entwickelt, oder wurde sehr früh wieder abgetragen. Es besteht also eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, daß der nördliche Teil unseres Gebietes, der Odenwald, Pfälzerwald und das Rheinische Schiefergebirge schon in der zweiten Hälfte der Dogger- oder der ersten der Malmzeit aus dem Jurameere auftauchten, und daß deshalb dort im Norden auch die Abtragung früher einsetzte, als im Süden. Dafür spricht aber auch noch eine andere Tatsache. Im Katzenbuckelgebiet östlich von Heidelberg war zur Oligozän- oder Miozänzeit, je nachdem man die Eruption ansetzen will, noch die ganze Reihe der Decksschichten bis mindestens zum unteren Dogger sicher vertreten; und die mitteloligozänen Strandgerölle von Wiesloch enthalten, ebenso wie die anstehenden Juraschichten von Langenbrücken, ebenfalls noch mittleren bzw. unteren Dogger. Bei Siebeldingen in der Pfalz ist am Gebirgsrande eine fossilreiche Liasscholle erhalten; und ebenso sind aus der Zaberner Bucht Lias und Dogger bekannt. Bei Eschbach NO der Madenburg in der Pfalz stecken in den Strandgerölle noch Muschelkalk und Keuper. Im Mainzer Becken aber liegt der mitteloligozäne Meeressand auf Porphy, Melaphyr und Sandstein des Rotliegenden; und bei Messel im nördlichen Odenwald ruht der nach HAUPTS Untersuchungen (Ber. oberrh. geol. Ver. N. F. Bl. 2, 1912, S. 17) zum Eozän gehörige bituminöse Bläterschiefer unmittelbar auf dem Granit. Ebenso liegen am ganzen Taunus- und Hunsrückrand die Küstenkonglomerate unmittelbar auf Devon.

Der Norden ist also tatsächlich früher abgetragen worden als der Süden. Er muß demnach höher gelegen haben als dieser, während jetzt das Verhältnis umgekehrt ist. Die allgemeine Abtragungsfläche des Gebietes entblößte im Norden viel ältere Gesteine als im Süden. Je mehr man nach Süden ging, um so jüngere Schichten tauchten mit flacher Südneigung aus dem Untergrunde auf, ganz ähnlich wie das heute auf beschränktem Raum an der Süd- und Südostabdachung des Odenwaldes der Fall ist. Dabei kann sich das Niveau der Abtragungsfläche, wie schon auf S. 7 ausgeführt, zum Schluß nur noch wenig von dem der Rheinebene unterschieden haben. Denn vorher war kein Gleichgewichtszustand möglich. Erst später setzten Gebirgsbewegungen

ein, die diesen Zustand von neuem störten, entweder die Gebirge über die Ebene erhoben oder diese letztere senkten oder beide gegeneinander verschoben. Außerdem aber kehrten diese Bewegungen das ursprüngliche Höhenverhältnis des Nordens gegenüber dem Süden um. Heute sind Schwarzwald und Wasgenwald weit höher als ihre nördlichen Zwillingsgebirge. Ich kann die Ursache dieser Umkehrung sowie des Wiedererwachens der Grabenbildung hier nicht näher erörtern, schließe mich aber der zuerst von WERVEKE ausgesprochenen Anschauung an, daß es sich um eine Großfaltung handelt. Schwarzwald und Wasgenwald wurden durch den Seitendruck des Schweizer Jura hoch aufgestaut und bildeten flache Sättel, die durch die Pfälzburger, bzw. die Kraichgauer Mulde von den niedrigeren Sätteln des Pfälzer- und Odenwaldes getrennt wurden. So liegen jetzt der südliche Teil Südwestdeutschlands in Franken, Schwaben und Baden und entsprechend auch das südliche Elsaß und die angrenzenden Teile von Frankreich viel höher als der nördliche Teil, obwohl sie ursprünglich eine tiefere Lage besaßen. Gleichzeitig oder wenigstens ungefähr gleichzeitig muß sich die Neubelebung des Grabens vollzogen haben; und nun erst begannen sich die heutigen tiefen Täler der oberrheinischen Randgebirge und des rheinischen Schiefergebirges herauszubilden. Erst jetzt entstanden die Hauptzüge des westdeutschen Reliefs. Die Verwerfungen der Gebirgsränder mit ihren bis zum heutigen Tage meist unausgeglichenen Stufen (z. B. Heiligenberg- und Gaisbergverwerfungen bei Heidelberg, der Sprung zwischen dem Buntsandstein und dem älteren Gebirge bei Lahr usw.) entstanden erst jetzt. Sie sind nicht oligozän, sondern sehr viel jüngeren Alters. Daraus erklärt es sich auch, daß sie bis jetzt noch nicht ausgeglichen sind, sondern der Landschaft ihr Gepräge geben.

In welche Zeit wir diese Vorgänge aber zu verlegen haben, das wollen wir erst weiterhin untersuchen.

Es fragt sich nun, ob irgendwelche andersartigen Beobachtungen, die im vorstehenden gemachten Annahmen bestätigen. Da ist es eine längst bekannte Tatsache, daß wir im Odenwald und Kraichgau, im Westen in der Pfalz, im Nordosten in der Wetterau und um die Ränder des Odenwaldes herum bis in das Maingebiet bei Aschaffenburg an einer ganzen Anzahl von Stellen eigentümliche weiße, meist kalkfreie, Sand- und Tonablagerungen kennen, die von den meisten Forschern zum Pliozän, von man-

chen allerdings schon zum älteren Diluvium gerechnet werden. Ich nenne als Beispiele<sup>1</sup> Waldhilsbach im Odenwald, südöstlich von Heidelberg, Monsheim und Dexheim in Rheinhessen, Hettenleidelheim in der Pfalz<sup>2</sup>, Riedselz im Elsaß, den Schrambiegel bei Gundelsheim am mittleren Neckar, Aglasterhausen im Kraichgau, Hof Hausen vor der Sonne bei Höchst in der Wetterau, die weißen Sande von Hanau und Umgebung, sowie die weißen Sande unter den Braunkohlen der Grube Gustav bei Dettingen am Main, nahe Aschaffenburg. Ein Teil dieser Vorkommnisse liegt in der Mainebene, ein anderer in dem linksrheinischen Tertiärhügelland in geringer Höhe über dem Rhein, wieder ein anderer in nicht unerheblicher Höhe im Gebirge.

Bei der Frage nach den Ursachen der Bleichung dieser auch technisch wichtigen Ablagerungen sind an sich verschiedene Annahmen möglich. Bleichung durch vulkanische Prozesse ist aber bei der räumlichen Lage und der Entstehungszeit der Ablagerungen sicher auszuschließen. Bleichung durch Thermalquellen kommt in unserem Gebiet vor (Buntsandstein der Starkenburg), ist aber sicher nicht auf die Erklärung der pliozänen Sande und Tone anwendbar. Gewöhnliche Auslaugung des Eisens durch kaltes, an Humusverbindungen reiches Wasser eines Waldgebietes scheint mir bei der sehr weiten horizontalen Ausdehnung, der großen Mächtigkeit und der sehr verschiedenen Höhenlage der betreffenden Schichten ebenfalls nur lokal angenommen werden zu können. So dürfte ernstlich hier wohl nur die Erklärung durch Moorbleichung übrig bleiben<sup>3</sup>, obwohl ich die Bedenken kenne, die von kenntnisreicher Seite dagegen angeführt werden. Tatsächlich können wir aber diesen Vorgang noch heute wunderschön im Landstühler Gebrüch studieren, von wo ihn die bayerischen Geologen beschrieben haben. (GÜMBEL, Geologie von Bayern II, Kassel 1894, S. 1061. REIS: Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken. XIX. München 1903, S. 154. REIS: Die westpfälzi-

<sup>1</sup> Eine eingehende Schilderung dieser pliozänen Ablagerungen wird nächstens die Dissertation eines meiner Schüler bringen.

<sup>2</sup> Die „Glas- und Klebsande reichen durch die ganze pfälzische Rheinfläche.“ Erl. zu Blatt Speyer (XVII) d. geogn. Karte v. Bayern in 1:100 000 Kassel 1897.

<sup>3</sup> Vgl. B. STREMME, Überreste tertiärer Verwitterungsrinden Geol. Rundschau I. 1910. S. 337. H. MEYER, ebenda, VII, 1916, S. 237.

sche Moorniederung, Geognostische Jahreshefte, 1899, S. 97.). REIS sagt an der letztgenannten Stelle wörtlich: „Sämtliche Buntsandsteinschichten der Bruchniederung in unmittelbarer Anlagerung an den Torf oder dessen Nähe nicht über 5 m über dem Niveau sind vollständig entfärbt und zwar bis in eine Tiefe von (je nach der Durchlässigkeit für Wasser) wechselnd 1—2 m. Dieser Prozeß greift, wie erwähnt, auch auf die weniger kapillaren, rötlichen Dünensande selbst über. Die Entfärbung ist daher auch als die Ursache der weißen Farbe der Sande anzusehen, der Entfärbung der wenigen Sandsteingerölle des basalen Schotters und hiermit im Zusammenhang der Ablagerung der weißen Tone usw. — „An gut aufgeschlossenen Stellen randlichen Gehängeschuttes bemerkst man in den dem Torf zunächstliegenden Partien, wenn hier zugleich Tonmaterialien aus dem Buntsandstein in Bruchstücken mit Sandsteinbrocken vergesellschaftet sind, daß die Buntsandsteingerölle, je nachdem sie in diesem Ton stecken oder nicht, zur Hälfte ihre Färbung behalten haben und zur Hälfte gebleicht sind.“

Hier sehen wir also ganz unzweifelhaft als Ursache der Bleichung das Moor. Es wäre nun natürlich nicht berechtigt, daraus schließen zu wollen, daß auch im Pliozän die hellen Farben der Sande und Tone stets auf Moorbleichung zurückzuführen seien. Herr Dr. WENZ, den ich als einen der besten Kenner des Wetterauertertiärs bat, mir seine Meinung über diese Frage zu äußern, teilte mir das Folgende mit: „Die rein weiße Färbung der Sande beobachtet man in der Tat fast regelmäßig. Daß sie auf Moorbleichung zurückzuführen ist, erscheint auch mir nicht unwahrscheinlich. Nur glaube ich, daß es nicht nötig ist anzunehmen, daß es überall zu wirklichen, ausgesprochenen Moorbleichungen gekommen sein muß, sondern daß wohl auch andere Vegetationsformen, vor allem starke Bewaldung in demselben Sinne wirksam sein könnte. Die Ausbleichung geht sehr tief, was bei den porösen Sanden ja nicht weiter auffallend ist. Auch innerhalb der oft sehr mächtigen sandig-tonigen Ablagerungen unseres Pliozän findet man solche weißen Sande. Auch das würde seine Erklärung finden, wenn man an die vielen oft stärkeren, oftmals auch recht schwachen Braunkohleneinlagerungen denkt, die jede größere Bohrung erkennen läßt. Zahlreiche derartige Profile hat KINKELIN publiziert, u. a. in seiner letzten Arbeit über den „Pliozänsee“ in Senckenberg. Abhandl. XXXI.“

Auf die innige Verknüpfung der pliozänen Sande der Wetterau mit Braunkohlenbildungen geht übrigens WENZ selbst in seiner wertvollen Arbeit „Das jüngere Tertiär des Mainzer Beckens“ (Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde, Darmstadt, V. Folge, Heft 2, 1916, S. 60—61) ein. Es ist charakteristisch, daß auch am Niederrhein im Zusammenhang mit den miozänen Braunkohlen des Vorgebirges und ebenso in der Lausitz entsprechende weiße Sande auftreten, die als „Kristallsande“ oder „Glassande“ ein ausgezeichnetes Material für die Glasfabrikation liefern.

Tatsächlich finden wir denn auch in der Pfalz und am Ost- und Nordrande des Odenwaldes in ziemlich großer Verbreitung, wenn auch meist in geringer Mächtigkeit, pliozäne Braunkohlen entwickelt (Laufersheim, Hettenleidelheim, Großkarlbach, Gerolsheim, Weisenheim a. Sand, Freinsheim, Erpolzheim, Bad Dürkheim, Haßloch, Klingenmünster in der Pfalz; Seligenstadt und Dettingen, Kleinostheim, Jügesheim, Weißkirchen, Kleinsteinheim usw. im Maingebiet<sup>1</sup>.

Bei der sehr großen räumlichen Ausdehnung der Bleichung, der Mächtigkeit der des Eisens und Kalkes beraubten Sande und Tone und ihrer sehr häufigen Verknüpfung mit Braunkohlen, scheint mir denn doch die Erklärung durch Moorbleichung für die meisten Vorkommnisse das Naturgemäße zu sein. Es ist nun äußerst auffällig und meines Wissens bisher unerklärt, warum sich diese Moorbildungen und Moorbleichungen in unserem Gebiete in so ungewöhnlich großer Ausdehnung und Zahl der Vorkommnisse in einem zeitlich ziemlich kurzen Abschnitt der geologischen Geschichte eingestellt haben. Als Ursache dafür dürfte mit der größten Wahrscheinlichkeit ein sehr geringes Gefälle des ganzen Gebietes verantwortlich gemacht werden. Die allgemeine Abtragung im Gebirge und die Aufschüttung in der Ebene hatte in jener Zeit einen Gleichgewichtszustand erreicht. Es ist charakteristisch, daß das Pliozän auf den verschiedensten Unterlagen ruht. Im Elsaß liegt es oft auf Oligozän, in Rheinhessen auf Miozän, an anderen Stellen auf beliebigen älteren Gesteinen. WENZ sagt in seiner zitierten Arbeit: „In Rheinhessen lagern die Dinothériensande auf der burdigalsarmatischen Abtragungsfläche, im Frankfurt-Hanauer Becken die

<sup>1</sup> Bei einzelnen dieser Vorkommnisse ist übrigens ein diluviales Alter möglich.

Landschneckenmergel und Schichten mit Mel. Escheri auf der burdigal-helvetischen Abtragungsfläche.“ Die durch die Abtragung entstandene flachwellige Ebene erhob sich nur noch wenig über das Basisniveau der Erosion. Die Flüsse der pliozänen Landschaft schlichen langsam dahin, wie es heute die Bäche auf dem Katzenbuckelplateau tun. Sie flossen in sumpfigen Mäandern, Seen und Tümpel bildend, über die Gleichgewichtsfläche hinweg. Die Sumpfbildung erzeugte Moore, die Moorbildung Bleichung des Untergrundes. Aber diese Zeit des Gleichgewichtes dauerte geologisch gesprochen nicht sehr lange. Energische Bodenbewegungen hoben die jetzigen Gebirge empor und versenkten gleichzeitig das Gebiet der Ebene, erzeugten somit starkes Gefälle; und nun fingen die vorher stagnierenden Bäche und Flüsse von neuem energisch zu erodieren an. DAVIS würde sagen, ein neuer Zyklus setzte ein. Über die Aufschüttungsebene wurden neue Ablagerungen geschüttet: wo das Gefäß ausreichte, wurde die Rumpfebene des Gebirges tief zerschnitten und in einzelne Kämme, Rücken und Hochflächen zerlegt. War in der Seitenwand einer solchen Hochfläche eine widerstandsfähige Schicht vorhanden, so bildete sie eine Kante. Wo das Gefäß geringer war, die Erosion also langsam und ruhiger arbeitete, da entstand aus der Rumpfebene die typische Stufenlandschaft.

Der Bewegungsprozeß, das Heben der Gebirge, das Sinken der Ebene, vollzog sich auf beiden Seiten der Rheinebene nicht ganz gleichmäßig. In der Pfalz kam die Senkung früher zur Ruhe. Darum begleiten dort den älteren Gebirgsrand langgestreckte Tertiärterrassen; darum liegt dort auch das weiße Pliozän an zahlreichen Stellen frei an der Oberfläche. Rechtsrheinisch dauert die Senkung der Ebene bzw. die Hebung der Gebirge noch heute an. Darum finden wir in der Rheinebene am Odenwaldrande, sowohl die Braunkohlen, wie das weiße Pliozän oberflächlich fast nirgendwo entwickelt. Sie sind in der Tiefe versunken und hoch von jüngeren Ablagerungen überschüttet. Die Heidelberger Bohrung hat die Braunkohlen in der Tiefe erreicht. Nähere Angaben darüber werde ich bei Veröffentlichung der wissenschaftlichen und praktischen Ergebnisse der Heidelberger Tiefbohrung mitteilen.

Die Stromschnellen im Neckar bei Heidelberg, auf die schon auf S. 1 verwiesen wurde, die Stromschnellen des Saalbaches bei Bruchsal und ähnliche innerhalb der leicht zerstörbaren diluvialen Ablagerungen zu beobachtende Gefällsknicke, das FREUDENBERG-

sche Profil des Weinheimer Gebirgsrandes deuten ebenfalls auf die Fortdauer sehr junger Bewegungen des Gebirges.

Fragen wir uns nun zum Schluß nach der Zeit der Zerschneidung der pliozänen Gleichgewichtsfläche<sup>1</sup>, so bestehen nur zwei Möglichkeiten. Sie fällt entweder ganz in das Jungpliozän, oder zum Teil noch in das ältere Diluvium, während epigonenhafte Bewegungen noch in der Gegenwart anhalten. Die Neubelebung der Höhendifferenzen von Gebirge und Ebene, die auf S. 13 besprochene Umkehrung der Höhenlage des Südens und Nordens sind nun wohl zweifellos auf den Seitendruck des sich emporwölbenden Schweizer Juragebirges zurückzuführen. Wir wissen aber durch BUXTORFS Untersuchungen, daß dort Überschiebungen über das Miozän nachgewiesen sind. Es ist sehr wahrscheinlich, wie das ja von Schweizer Geologen wiederholt ausgesprochen worden ist, daß diese für die Gestaltung Mitteleuropas so wichtige Gebirgsbildung ihre Hauptphase erst im Oberpliozän erreichte. Auch nach den geschilderten Verhältnissen von Südwestdeutschland ist das sehr wahrscheinlich. Die Verwerfungen, die das Landschaftsbild der Ränder der oberrheinischen Ebene so stark beeinflussen, sind in ihrer heutigen Gestalt jungpliozän, ja zum Teil vielleicht erst altdiluvial, wenn auch wohl meist schon in oligozäner Zeit angelegt. Denn die Verteilung der oligozänen Strandkonglomerate zeigt, daß zur Zeit ihrer Bildung das alte Ufer meist nicht weit von den jetzigen Steilrändern entfernt war; dagegen griff der Septarienton weit über die heutigen Randgebirge über; denn, wie KESSLER in seiner bekannten Arbeit über „die tertiären Küstenkonglomerate in der mittelrheinischen Tiefebene“ (Mitteil. geol. Land. Els.-Lothringen VII, 1911, S. 276) sehr richtig angibt, schneidet der Septarienton an den jetzigen Randspalten des Grabens scharf ab. Seine Strandfazies ist nicht bekannt<sup>2</sup>. Sie muß also gebirgseinwärts gelegen haben. In den tiefen Gräben des Odenwaldes ist kein Septarienton und überhaupt keine marine

<sup>1</sup> SCHEU (Zur Morphologie der schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde) spricht von der „miozänen Peneplaine“, meint aber wohl ebenso wie ich die Abtragungsfläche, auf der das Pliozän im Gebirge aufliegt. Ich ziehe den Ausdruck „Gleichgewichtsfläche“ vor, da es sich um eine Fläche handelt, die nur z. T. Abtragungsfläche, z. T. aber die Oberfläche einer Aufschüttungsebene ist.

<sup>2</sup> Ich sehe hier natürlich von der mir bekannten Tatsache ab, daß der Meeressand die Strandfazies des älteren Teiles des Septarientones ist. Hier handelt es sich aber um den transgressierenden jüngeren Teil.

Tertiärbildung erhalten. Das beweist nun freilich nicht, daß das tertiäre Meer nicht bis dorthin gereicht haben kann. Denn es ist sehr viel wahrscheinlicher, daß auch die großen Gräben von Eberbach und Erbach, die zum Teil landschaftlich unausgeglichen sind, ebenfalls jüngere Entstehung haben.

Ich möchte nicht glauben, daß die starke Ausbreitung des Septarientonmeeres auf Abbrechen der Gebirgsränder an Verwerfungen beruht. Weitaus wahrscheinlicher ist mir die Annahme, daß sich das ganze Gebiet damals epeirogenetisch senkte. Doch kann man darüber allerdings verschiedener Meinung sein. Jedenfalls spricht für meine Auffassung von dem jungen Alter der heutigen Randverwerfungen des Rheintalgrabens die Tatsache, daß diese Verwerfungen landschaftlich bis zum heutigen Tage scharf hervortreten, also unausgeglichen sind. Übrigens ist es falsch, den die Gebirge gegen die Ebene begrenzenden, landschaftlich am schärfsten hervortretenden Sprung ohne weiteres als die „Hauptspalte“ des oligozänen Grabenbruchs anzusehen. Was wir dort beobachten, sind sicherlich meist nur die posthumen pliozänen oder diluvialen Sprünge. Die oligozänen Hauptsprünge könnten sogar zum Teil unter den Alluvionen der Rheinebene verborgen liegen. Das ist von hoher Bedeutung für die auch von mir oft erörterte Frage nach ihrer Stellung, nämlich nach ihrer Konvergenz oder Divergenz<sup>1</sup>. Was man bisher Hauptverwerfung zu nennen pflegte, ist diejenige Verwerfung, bis an deren Abfall die Auffüllung des Grabens heute zufälligerweise heranreicht. Auch das Auftreten der Küstenkonglomerate neben einer Verwerfung beweist nicht, daß diese als Hauptverwerfung aufzufassen ist, sondern nur, daß das alte Meer seinen Spiegel so hoch hatte, daß die noch tieferen Gebirgsstufen ertranken.

### ZUSAMMENFASSUNG.

Gehen wir von der Gegenwart rückwärts, so treffen wir zur Zeit des Pliozäns eine den größten Teil von Südwestdeutschland und sicher auch einen erheblichen Teil des Rheinischen Schiefer-

<sup>1</sup> Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens, Z. d. d. geol. Ges. 1911, Bd. 63, S. 496 u. f.

gebirges bedeckende Abtragungsfläche in etwa gleicher Höhe mit der oberrheinischen Ebene an. Über diese Gleichgewichtsfläche floß der Urmain aus dem Gebiete der heutigen Wetterau nach Norden, während der Urrhein noch durch die Burgunder Pforte abfloß. Alles, was heute das Relief von Westdeutschland charakterisiert, fehlte. Da wölbte sich im Oberpliozän der Schweizer Jura in die Höhe. Gleichzeitig und wohl durch seinen Seitendruck faltete sich SW-Deutschland in die großen Sättel Schwarzwald-Wasgenwald im Süden, Odenwald-Pfälzerwald im Norden. Der oberflächlich unkenntlich gewordene oberrheinische Graben versank von neuem im Verhältnis zu seinen hochaufsteigenden Rändern in die Tiefe. Der Urrhein bog nach Norden um, vereinigte sich mit dem Urmain und schnitt sich in das langsam aufsteigende rheinische Schiefergebirge ein. Die Randgebirge des oberrheinischen Grabens aber wurden durch die neubebalte Erosion skulptiert und teils tief zerschnitten, teils zu flachen Stufenlandschaften umgearbeitet. Reste der alten pliozänen Gleichgewichtsfläche und ihrer pliozänen Deckschichten sind noch an vielen Stellen erkennbar.

Daß auch ältere tertiäre Abtragungsflächen vorhanden gewesen sein mögen, ist wahrscheinlich, ja aus bestimmten Schichtdiskordanzen mit Sicherheit zu erschließen. Morphologisch spielen sie aber kaum irgendwo eine bemerkenswerte Rolle.

Nachschrift. Da mir viel daran lag, die Meinung eines ausgezeichneten Kenners der Bodenkunde über das Problem der Moorbleichung zu hören, so wandte ich mich noch nachträglich an Herrn Prof. RAMANN in München und erhielt von ihm die folgende Mitteilung, die ich mit seiner Erlaubnis wörtlich wiedergebe (Datum 21. II. 1919): „Ausgebleichte, d. h. von Eisenverbindungen durch Auswaschung mehr oder weniger freie und häufig durch sehr geringen Humusgehalt etwas graulich gefärbte Sande sind in allen Braunkohlengebieten häufig. Die Eigenschaften dieser Sande entsprechen den „Bleichsanden“ der Heiden, den „Podsolböden“; sie machen die herrschende Bodenform der niederschlagsreichen, verdunstungsarmen nordeuropäischen Gebiete aus. Ich kenne derartige ausgebleichte tertiäre Sande in großer Ausdehnung aus den märkischen und anderen norddeutschen Braunkohlengebieten.“

kohlengebieten und habe keinen Zweifel, daß sie mit den Braunkohlen und anderen humosen Ablagerungen in genetischer Beziehung stehen.

Die Ursache der Ausbleichung durch Humusstoffe ist noch nicht hinreichend sichergestellt. In der Regel wird angenommen, daß Kolloidwirkungen vorliegen und unter dem Einfluß kolloidlöslicher Humusstoffe die Eisenverbindungen, besonders das Hydroxyd beweglich wird.

In neuester Zeit bin ich zu einer Auffassung gekommen, die ich noch nicht beweisen kann und deshalb noch nicht veröffentlicht habe; für die aber bereits zahlreiche Tatsachen sprechen. Bei Abbau der Eiweißstoffe muß Schwefelwasserstoff abgespalten werden, der bei Luftzutritt ziemlich rasch in Schwefel und Wasser zerfällt.  $H_2S + O = H_2O + S$ . Der Schwefel oxydiert im Boden zu Schwefelsäure. In reicheren Böden werden die geringen Mengen der Säure rasch gebunden. In ärmeren können sie jedoch lösend auf Eisenoxydhydrat und Tonerde wirken (bzw. zerstörend auf Al-Silikate). Bei mangelndem Luftzutritt, wie dies bereits in stark durchfeuchtetem Boden der Fall ist, wird dagegen Schwefeleisen und freier Schwefel bei Anwesenheit von Eisenoxyd gebildet werden:  $Fe_2O_3 + 3H_2S = 2FeS + 3H_2O + S$ . Dies ist der Ursprung der in Torfen, Mooren so häufig vorkommenden Eisensulfide, die hier allerdings meist als  $FeS_2$  auftreten. Die gleichen Bedingungen sind aber auch unter Rohhumusdecken, Trockentorf und besonders bei heidebedecktem Boden durch die eigenartige Wurzelverbreitung dieses Halbstrauches gegeben. Die Eisensulfide oxydieren sich zu  $FeSO_4$ , aus dem dann leicht-hydrolisierbare Oxydverbindungen hervorgehen, die freie Schwefelsäure unter Einwirkung von Wasser abspalten. Es sind also mehrere Quellen für das Auftreten freier Schwefelsäure, allerdings in recht geringen Mengen, gegeben; und hieraus wird die Enteisenung der Böden verständlich, die bei den an angreifbaren Verbindungen armen Sanden besonders deutlich hervortreten muß.

Das ist in kurzen Zügen die Auffassung, die mir am wahrscheinlichsten erscheint und Ortsteinbildung und ähnliche Umsetzungen im Boden leicht verstehen läßt.“

In einem zweiten Briefe fügt Herr Prof. RAMANN hinzu: „Die tertiären Sande sind Ausschlamm-Massen, die von ihren feinerdigen Bestandteilen befreit sind. Die weißen Pfeifentone, die z. B. in der Lausitz in so großer Verbreitung auftreten, sind

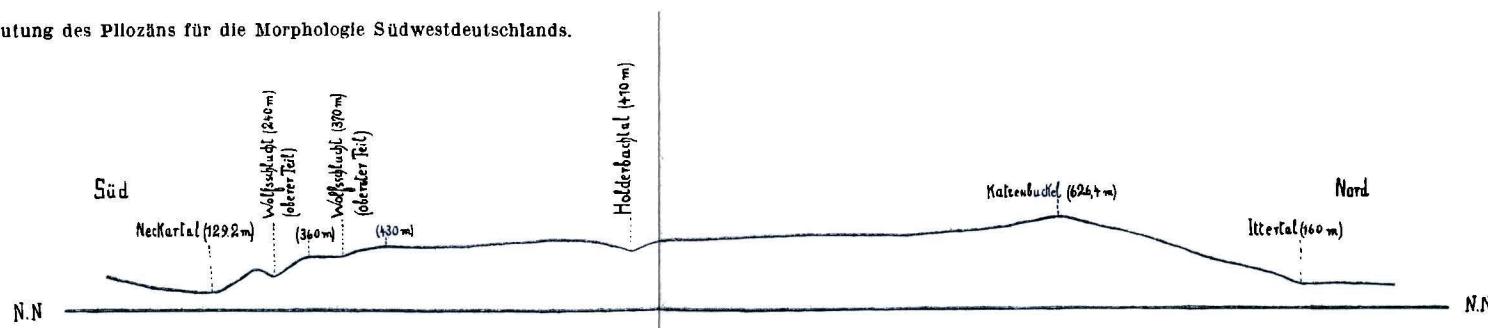
als die ausgeschlämmten und durch Humusstoffe ausgebleichten beweglich gewordenen und feinsterdigen Bestandteile zu deuten. Ähnliche Ablagerungen bilden sich noch jetzt in Mittelschweden; die Böden bestehen fast nur aus Sand und Humus, die feinerdigen Teile werden fortgeführt und kommen dort zumeist in Seen zur Ablagerung. Man kann gegen diese Annahme nicht einwenden, daß tertiäre Sande, Grande und Tone, an die Bodenoberfläche gebracht, verwittern; denn die frühere Verwitterung braucht nicht vollständig gewesen zu sein, sondern schwer angreifbare Teile, wie Kieselschieferbruchstücke, können mehr oder weniger erhalten geblieben sein und durch erneuten Angriff weiter zersetzt werden. Die Abfuhr der Verwitterungsprodukte wird durch Humusbestandteile, die wahrscheinlich als „Schutzkolloide“ wirken, erleichtert.“

Diese ausgezeichneten und sehr interessanten Ausführungen von RAMANN bestärken mich in der Annahme, daß die mächtigen weißen Sande des Pliozäns in dem von mir betrachteten Gebiete im wesentlichen auf Moorbleichung zurückzuführen sind.

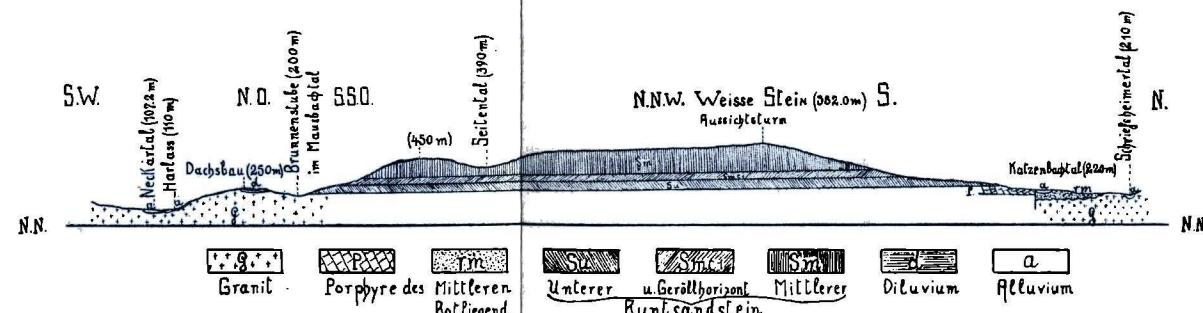
---

Nachschrift II. Um Mißverständnissen vorzubeugen, bemerke ich zu den Erörterungen auf S. 13, daß die Pfälzburger Mulde nach VAN WERVEKE's Forschungen mindestens oligozän, wenn nicht gar noch älter sein muß. Meiner Ansicht nach ist sie ebenso wie die Kraichgauer Senke und die Burgunder Pforte eine „schwache Stelle“, die vielleicht schon variskisch angelegt, bei jeder stärkeren Bodenbewegung immer von neuem den Charakter einer Einsenkung annahm.

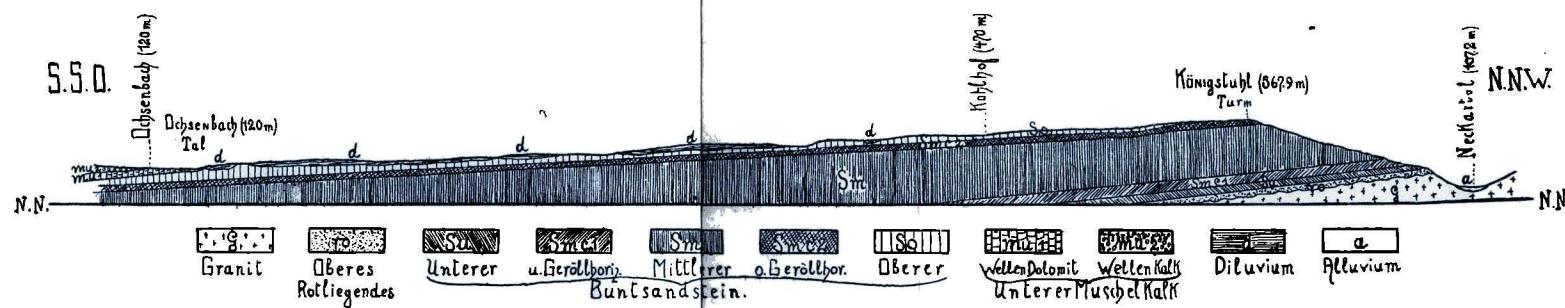
In dem Profil III auf der Tafel ist durch ein Versehen des Zeichners links bei „Ochsenbachtal d“ die Mächtigkeit der Schicht „so“ zu groß gezeichnet. Auch die Neigung der Schichten unter dem Königstuhl ist etwas übertrieben.



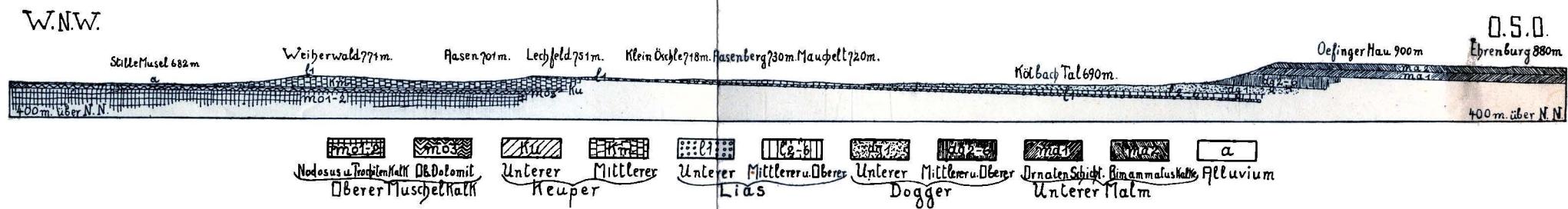
I. Profil durch die Hochfläche des Katzenbuckels im Odenwald. 1 : 50 000.



II. Profil durch die Hochfläche des Weißen Steins bei Heidelberg. 1 : 50 000.



III. Profil durch die Hochfläche des Königstuhls bei Heidelberg. 1 : 50 000.



IV. Profil durch die beiden Jurastufen östlich Donaueschingen, kopiert nach Schalch, Blatt Geisingen. 1 : 50 000.