

DIE FELDMONIFLACHEN DES SÜDLICHEN SCHWARZWALDES

Von WALTHER PENCK (†)

Ein bergiger, breiter Streifen Landes trennt das norddeutsche Flachland im Norden vom ähnlich flachen, höher liegenden Alpenvorland im Süden. Er wird die mitteldeutsche Schwelle genannt. Am Rhein westlich Schaffhausen und bei Wien berührt sie Strukturzonen, die schon zum Alpensystem gehören.

Diese mitteldeutsche Schwelle bietet eine Fülle heute noch ungelöster Probleme. Als Ganzes ist sie Abtragungsgebiet, also ein Krustenteil, welcher Hebung erfahren hat und vielleicht noch erfährt. Aber offensichtlich ist dieser Hebungsvorgang nicht einheitlicher Natur, sondern er hat die einzelnen Teile der Schwelle nicht nur zu verschiedenen Zeiten, sondern auch in verschiedenem Grad erfaßt. Die Zonen kräftigerer Aufwärtsbewegung haben tiefergründige Abtragung erfahren. Als Berggebiete von stattlicher Höhe ragen sie über die Umgebung hinaus. Das sind die deutschen Mittelgebirge, in denen der varistische Faltenbau entblößt liegt. Auf der geologischen Karte erscheinen sie wie Beulen und wie eine Einfassung der unter sich zusammenhängenden, weniger hohen Teile der Schwelle, in denen das mehr oder weniger stark gestörte Mesozoikum der Abtragung unterliegt. Hierher gehört die südwestdeutsche Stufenlandschaft, die nach SW in den Schweizer Jura übergeht, durch die Pforzheimer Senke über den Rheingraben hinweg mit den analog gebauten mesozoischen Schichtgebieten Lothringens und des Pariser Beckens zusammenhängt, und auf der anderen Seite bis an die böhmische Masse herantritt. Hierher gehört weiter das mesozoische Schichtenland nördlich des Thüringer Waldes und der rheinischen Masse, das von NW geschlossen aus der Ebene auftaucht, in der thüringischen Bucht südostwärts ansteigend, ebenfalls Glieder der böhmischen Masse berührt. Diese erscheint im Norden umgürtet von den dem gleichen Schichtenland zugehörigen Zonen, die von Westfalen bis nördlich dem Harz gefaltet und sichtbar sind. Von hier an ostwärts allerdings liegen jene zum größten Teil im Untergrund des norddeutschen Flachlandes.

Daß die deutschen Mittelgebirge Krustenteile besonders starker Heraushebung seien, ist seit langem erkannt, nur über 1.) die Art dieses tektonischen Vorganges, über 2.) die Entstehungszeit und über 3.) das Verhältnis jener Stücke des varistischen Baus zu den von Mesozoikum erfüllten Depressionen der Umgebung herrscht in vieler Hinsicht noch Dunkel, das in der Vielgestaltigkeit der rasch wechselnden Meinungen zum Ausdruck kommt. Soviel steht jedenfalls fest: die mesozoischen Depressionen sind so, wie sie heute entgegnetreten, nicht Senkungsräume, sondern Zonen der Hebung, aber geringerer Hebung als die Mittelgebirge. Diesen gegenüber sind sie zurückgeblieben, aber gleich ihnen doch gestiegen.

Die teilweise Begrenzung der Mittelgebirge durch Brüche führte zu der Anschauung von der Horstnatur der Mittelgebirge. Die in weiten Teilen herrschende NW-Richtung der Brüche, an denen vielfach, wie in

Rußland, südliche Überschiebung beobachtet wird (Karpinskische Linien), und die gleichgerichtete Erstreckung ganzer Mittelgebirge (Thüringer Wald, Harz) ließen E. Suess einen einheitlichen Bauplan vermuten. Er sah hier Spuren asiatischen Baus, der als Fremdling auf europäischem Boden in den Mittelgebirgen zum Vorschein kommt. Die Jugendlichkeit der Störung, von der noch die Kreide und örtlich selbst das Tertiär betroffen werden, führte schließlich zu der Vorstellung von der tertiären Entstehung der Mittelgebirge. Als Rumpfgebirge wurden sie den Kettengebirgen der Gebirgsgürtel gegenübergestellt, und zwar nicht, weil sich inzwischen herausgestellt hat, daß Rumpfflächen ihre Höhen überspannen, sondern weil in ihnen der schon vor langer Zeit (bis zur unteren Trias) abgetragene Torso oder Rumpf des varistischen Faltengebirges sichtbar wird, von dem man mit Recht annahm, daß er am Ende des Palaeozoikums eine ähnliche Höhengsetaltung besessen hat wie etwa heute die Alpen.

Manche Korrektur erfuhr die Auffassung von der Natur der Mittelgebirge, wie ich sie kurz skizziert habe, in den letzten 1½ Jahrzehnten. Die Untersuchungen im Bereich der jungjurassischen Faltung führten Stille zu der Überzeugung, daß die Mittelgebirge als bewegliche, höher liegende Blöcke als Rahmen einen wesentlichen Einfluß auf die Faltung der zwischen ihnen mächtig entwickelten Sedimente ausgeübt hätten. Die erste Anlage der Mittelgebirge rückte demnach an die Wende von Jura und Kreide. Die gleiche Rolle wurde den Blöcken bei den späteren Faltingsphasen im gleichen Raum im Unterneokom, Senon und Tertiär zugeschrieben. In der Tat steht fest, daß z. B. der Harz schon in der oberen Kreide Mittelgebirge mit entblößtem varistischem Bau war (Gerölle im oberen Zenoman oder Turon bei Harzburg!), und das setzt eine lange voraufgegangene Hebungs- und Abtragungsgeschichte schon voraus. Ebenso zeigte Philippi, daß der Thüringer Wald im Unteroligozän ein gleich fortgeschrittenes Stadium der Abtragung und Entblößung erreicht hatte. Und mehrere Gründe sprechen dafür, daß das Malmeer Südwestdeutschlands ein Abtragungsgebiet umspülte, welches im Bereich des heutigen Schwarzwaldes erschienen war und seither nicht wieder zu einem Ablagerungsraum geworden, nie wieder vom Meere bedeckt worden ist. Diese Erfahrungen zusammen genommen, kann in den kretazischen, tertiären und jüngeren Störungen im Bereich der mitteldeutschen Schwelle nicht der Akt erblickt werden, welcher die Mittelgebirge schuf, sondern nur Abschnitte ihrer Bildungsgeschichte, die sehr viel früher begann und offensichtlich bis in die Gegenwart reicht.

An der Auffassung, daß die Mittelgebirge als Horste an Brüchen in der Vertikalen herausgehoben worden seien, wird zwar gelegentlich noch festgehalten. Offenbar ist sie aber unrichtig. Einmal ist nicht richtig, daß die varistischen Blöcke allseits oder beiderseits, sofern sie eine Längserstreckung besitzen, von Brüchen begrenzt werden. Den Harz begrenzt auf der N-Seite ein überschobener Bruch, ebenso den Kyffhäuser, aber nichts Ähnliches findet sich auf den S-Seiten (Abb. 1). Hier vielmehr liegt die postvaristische Schichtauflagerung auf dem Unterbau in derselben Weise.,

wie sie ehemals abgelagert worden ist. Sie ist geschleppt, aber nicht vom emporgehobenen Massiv durch eine disjunktive Linie getrennt. Das gleiche, aber in umgekehrter Anordnung, findet sich am Thüringer Wald, dasselbe an Schwarzwald—Odenwald, deren W-Seiten von Brüchen gebildet werden, nicht aber die O-, S- und N-Seiten. Und jene Brüche sind zudem nicht Bestandteile des Schwarzwaldes, nicht mit dessen Bildung genetisch verbunden, sondern sie gehören dem Rheingraben an, also einer tektonisch anders bewegten, für sich zu betrachtenden Scholle. Schwarzwald und Odenwald wie ihre Gegenstücke westlich des Rheins werden seither betrachtet als Halbhorste, wie das v. B u b n o f f noch tut, oder was der Sache schon näher kommt, als halbe G e w ö l b e, die von ihrer tektonischen Fortsetzung im W durch den Rheingraben getrennt worden seien. Da K e b l e r gezeigt hat, daß das marine Mitteloligozän des Rheintales noch auf die Schwarzwaldscholle übergreift, das Oligozänmeer also noch keinen Bruchrand vorfand, so wird die Entstehung des Rheingrabens — nicht der Einbiegung, sondern des daraus hervorgegangenen E i n b r u c h e s — vielfach in das jüngere Oligozän gestellt, und auch dem Schwarzwald wird von v. B u b n o f f und anderen eine ähnliche Entstehungszeit zugeschrieben. Es ist das eine Rückkehr zu der durch andere Beobachtungen überholten Anschauung früherer Zeit.

Als sicher herausgestellt hat sich hier nur das eine: die Entwicklungszeit des Schwarzwaldes wie der anderen Mittelgebirge deckt sich zu einem guten Teil mit den Hauptfaltungsperioden der Alpen. Diese zeitliche Koinzidenz wurde für vollständig betrachtet und daraus eine genetische Verbindung hergestellt. V a n W e r v e k e hält daher die Aufwölbung von Schwarzwald, Vogesen usw. und den Einbruch des Rheingrabens für das Ergebnis desselben von S her wirkenden Druckes, der die Alpen aufgestaut habe. Und er illustrierte dies mit dem Verhalten einer mit Schlitzern versehenen Pappetikette, die man seitlich zusammenstaucht. Auf die ganz außerordentlichen Verstöße gegen unsere geophysikalischen Erfahrungen, die in dieser mechanischen Vorstellung enthalten sind, gehe ich nicht ein. Jedenfalls hat die Meinung an Boden gewonnen, daß die Entstehung der Mittelgebirge und diejenige der Alpen in genetischer Verbindung stehen, eine Meinung, welche — wie gesagt — ausschließlich auf der teilweisen Koinzidenz der Bildungszeiten beruht.

Das Strukturbild, welches Harz und Thüringer Wald gewähren, ist einer solchen Auffassung nicht gerade günstig. Der Nordüberschiebung am nördlichen Harzrand steht Südüberschiebung am Südrand des Thüringer Waldes gegenüber. Hier handelt es sich zudem nicht um durchgehende Überschie-

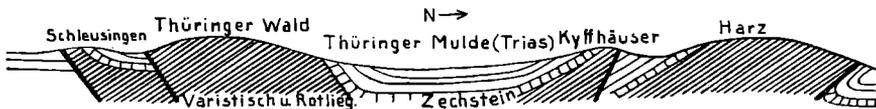


Abb. 1. Schematisches Profil durch Thüringer Wald und Harz.

bung, sondern zwischen die überschobenen Strecken schalten sich reine Bruchstrecken und bruchlose Strecken ein, an denen die Brüche durch Flexuren ersetzt sind, wie sie auf der N-Seite des Thüringer Waldes und

der S-Seite des Harzes herrschen. Nebenbei bemerkt zeigt diese Situation, wie unrichtig es ist, die beiden Mittelgebirge als Horste zu bezeichnen.

Die die Überschiebungen erzeugenden Kräfte können hier kaum aus den Alpen, sondern nur aus dem Raum zwischen Thüringer Wald und Harz selbst hergeleitet werden. Im Schwarzwald dagegen kann zufolge seiner Nähe am Alpensystem der Gedanke nicht so ohne weiteres widerlegt werden, daß seine Bildung mit der Alpenentstehung auch kausal verknüpft sei. Als Wirkung seitlichen Druckes wird das Gebirgsgewölbe in neuerer Zeit geradezu Großfalte genannt (O. Wilckens). Diese Bezeichnung ist wenig glücklich. Eine Großfalte ist eine große Falte und muß die Eigenschaften einer solchen haben. Dazu gehört außer der Längserstreckung a) das Auftreten im Verbande mit gleichartigen Gebilden und b) das näher Aneinanderücken der Knotenpunkte während der Bildung.

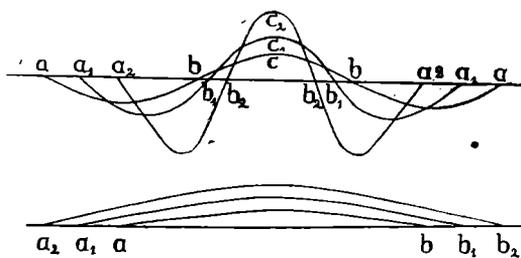


Abb. 2. Faltung (oben). Aufwölbung (unten).

Der ersten Forderung genügt der Schwarzwald so wenig wie irgend eines der deutschen Mittelgebirge. Der zweiten Forderung, wie die jüngsten Untersuchungen zeigen, über die ich nun berichten will, noch viel weniger. Vielmehr stellt sich heraus, daß auch der Schwarzwald wie die von mir bisher näher geprüften Mittelgebirge durchweg durch Vergrößerung der Phase bei steigender Amplitude ausgezeichnet ist. Das ist das Kennzeichen der Verbiegung, nicht der Faltung, bei Aufragungen also der Aufwölbung.

Dieses ist das eine Problem (Bildungsart), welches der Schwarzwald birgt. Ein zweites ist sein Bildungsalter und seine endogene Entwicklung (der Bildungsgang). Und schließlich ist eine sehr wesentliche, ungelöste Frage die Beziehung der Schwarzwaldscholle zu den tektonisch anders gearteten, anders bewegten Schollen, kurz zu seiner Umgebung. Der Beziehung zum Rheingraben wende ich mich heute nicht zu. Was hierüber in großen Umrissen bekannt ist, habe ich kurz erwähnt. Die Rheintalspalten, welche offensichtlich bis heutigen Tags aktiv sind, durchschneiden und begrenzen zum Teil die Ausbreitung der Tertiärfolge. Deren Fazies läßt gewisse Rückschlüsse auf die Höhengestaltung des benachbarten Gebirges und seine Entwicklung zu, aber nur für die kurzen Zeiträume vom Oligozän an aufwärts. Diese Periode ist aber nicht das Entstehungsdatum weder für Schwarzwald noch für die Depression, die nachmals zum Rheingraben wurde. Wir suchen die Seiten des

Gebirges auf, an denen keine aktiven Brüche den Zusammenhang mit der Umgebung gelöst haben; insbesondere versprechen Aufschluß die Ost- und Südabdachung. Auf ihnen habe ich im Sommer 1920 die Arbeit begonnen. Sie ist bei weitem nicht abgeschlossen und nur von einigen Hauptzügen, die sich ergeben haben, kann ich daher berichten.

Es stehen hier im Vordergrund die Beziehungen zu dem Gebiet flachlagernder Schichten, welche das südwestdeutsche Schichtstufenland bilden, ferner diejenige zur Schwäbischen Alb, die keineswegs ohne weiteres als ein Teil des Schichtstufenlandes, gleichwertig etwa der Keuper-, Muschelkalk-, Buntsandsteinstufe usw. betrachtet werden kann, und schließlich diejenige zum Schweizer Jura. Diese Beziehungen sind nicht einfach und durchaus nicht durch die gewöhnliche Anschauung erklärt, daß Schichtstufenland und Alb nichts anderes seien, als die im Sinne der Schwarzwaldabdachung zurückfliehenden Ränder der mesozoischen Auflagerung, welche durch den Schwarzwald aufgebogen, geschleppt worden ist. Das lehrt schon ein Blick auf die topographische Karte: es senkt sich die keine besonders vortretende Unregelmäßigkeiten aufweisende O-Abdachung des Schwarzwaldes in das Schichtstufenland hinein und endet — so möchte man auf den ersten Blick meinen — in der Nähe oder unmittelbar am Fuß der Malmstufe, der schwäbischen Alb. Diese tritt als separate Aufragung entgegen, die von ganz anderer Höhengestaltung, ganz anderer Ordnung ist, als irgendeine andere Schichtstufe. Das hängt durchaus nicht mit einer größeren Mächtigkeit des Malm zusammen. Er ist nicht mächtiger, vielmehr geringer mächtig, als z. B. die Keuperfolge von der Lettenkohle an, die in der Stubensandsteinstufe, z. B. bei Stuttgart, aufgeschlossen ist, oder die Jurafolge, die unter dem Rand der an die blauen Kalke des Dogger geknüpften Stufen erscheint.

Zu dem fügen sich die Verhältnisse des Flußnetzes. Wasser fließt nur abwärts. Der Lauf eines Flusses bezeichnet daher eine Abdachung, die — wenn heute nicht mehr als solche kenntlich — bei Anlage des Flusses doch vorhanden gewesen sein muß. Die Quelläste des Neckar folgen der Schwarzwaldabdachung; der Fluß geht aber nicht durch die Alb hindurch, sondern folgt der Depression, welche Schwarzwald im W, die Alb im O einschließen. Nun kann man zwar hinweisen auf die Tatsache, daß das Oberlaufsystem des Neckar mit seinen Nebenflüssen sich zurückgefressen hat und in das Einzugsgebiet der Donau eingefallen ist, wie zahlreiche gekappte Nebentäler der oberen Donau anzeigen. Gleiches gilt aber nicht für den Mittel- und Unterlauf des Neckar. Diese sind Stücke eines sehr alten Gerinnes, antezedent sogar in bezug auf die Aufwölbung des südlichen Odenwaldes. Diese Laufstrecken setzen eine tektonisch geschaffene Abdachung voraus und zeigen an, daß die nördlicheren Teile der schwäbischen Alb keineswegs und wohl niemals der Schwarzwald- bzw. Odenwaldabdachung angehört. Anders die Donau. Sie folgt der Schwarzwaldabdachung und durchbricht die schwäbische Alb. Einer ähnlichen Richtung folgen ihre nördlichen Nebentäler bis zur Eyach, und sie wurzeln entweder heute noch vor dem W-Rand der Alb oder taten es vor der Anzapfung, Kappung durch das Neckarsystem. So scheinen also die südlichen

Teile der Alb ganz zur Schwarzwaldabdachung zu gehören. Das bedarf indes einer doppelten Einschränkung: 1. heute gehört auch dieser Teil der Alb nicht mehr dazu, und 2. völlig unbekannt und sehr unwahrscheinlich ist, daß die vom Neckar gekappten Nebenflüsse der Donau, angefangen vom Spaichinger Durchbruch bis einschließlich zur Eyach, ihren Ursprung jemals in dem Gebiete fanden, die sich heute als Stücke der Schwarzwaldabdachung zu erkennen geben, daß sie also bis zum Schwarzwald zurückreichten quer über das dort noch ansehnlich breite Stufenland hinweg, das nicht nur der Neckar, sondern auch Enz und Nagold nach N hin durchziehen.

Es wird sich zeigen, daß diese Nebenflüsse in den höchsten und ältesten Teilen der Alb wurzelten, die heute durch Rückfließen der Malmstufe verschwunden sind.

Nicht viel anders ist die S-Seite des Schwarzwaldes beschaffen. Ohne große Unregelmäßigkeiten senkt sie sich zum Rhein, südlich von dem als neue kräftige Aufragung der Schweizer Jura sich erhebt. Dieses Rheinstück folgt einer Depression, die man nur als tektonisch betrachten kann, da sie beiderseits von separaten Höhenzonen begrenzt wird — Schwarzwald-Jura — die offensichtlich tektonisch gebildet wurden. Aber auch dies kann nicht immer so gewesen sein; denn der Rhein erreicht jene Furche, nachdem er die Fortsetzung der schwäbischen Alb nach S westlich von Schaffhausen durchbrochen hat.

Die äußere Form der in den genannten komplizierten Erscheinungen enthaltenen Probleme ist morphologisch. Der Kern jener Probleme jedoch ist ein tektonischer. Krustenbewegungen sind es, welche das Gefälle erzeugen, das die Flüsse zum Fließen und Arbeiten befähigt. In morphologischen Erscheinungen daher kommen die Verschiedenheiten der Krustenbewegungen vor allem zum Ausdruck. Die Frage ist nun die: ist der Schwarzwald eine einheitlich bewegte Scholle für sich, welche den Nachbarschollen: Stufenland, Alb, Jura gegenübersteht, oder sind die letzteren lediglich periphere Teile derselben einheitlichen Scholle, deren Kern und höchstes Stück der Schwarzwald ist. Das ist eine Frage der Abgrenzung tektonisch einheitlich bewegter Gebilde gegeneinander. Der zweite Fragenkomplex bezieht sich auf die tektonische Entwicklung des Schwarzwaldes selbst: a) Ist er eine Aufwölbung oder eine schräg gestellte Scholle? b) Besitzt er die Merkmale einer Falte? c) Welches ist der Entwicklungsgang: Entstehungsbeginn, Ablauf der Aufwärtsbewegung, heutiges Fortdauern derselben oder nicht? Das sind Fragen nach der Art, dem Ablauf und dem Intensitätsgang der Krustenbewegungen überhaupt.

Den einzigen Weg zur Lösung dieser vielgestaltigen geologischen Probleme bietet die morphologische Analyse. Der Untersuchung begegnet hier eine große Schwierigkeit: An keiner Stelle liegen auf dem Schwarzwaldkörper solche korrelierte Schichten, welche Anhäufungen der vom Gebirge selbst stammenden Abtragungstoffe darstellen und deren Auflagerung eine bestimmte, eindeutige Beziehung zu dem jeweils gleichzeitig entstandenen Relief aufweist. Große Talzüge, diejenigen des Neckars, der Wutach und des Rheins, trennen heute das Abtragungsgebiet vom gleichzeitigen Ablagerungsraum des Tertiärs, der sich

auf der Südabdachung der Malmstufe findet. Eindeutige Beziehungen lassen sich jedoch bei hinreichender Vorsicht feststellen, die zwischen Reliefstadien hier und angehörig Ablagerungen dort bestehen. Aber nur lückenhafte Ergebnisse können auf diesem Gebiet erwartet werden. Im Gebiet des Schwarzwaldes selbst ist die Untersuchung angewiesen auf die Ermittlung der einzelnen Reliefstadien.

Das führt uns zu dem, was man von der morphologischen Beschaffenheit des Gebirges weiß oder glaubt zu wissen. Die neueren morphologischen Untersuchungen, welche namentlich von Anhängern der Davis'schen Richtung ausgeführt worden sind (Scheu, G. Braun), haben unzweifelhaft das Eine ergeben: die Oberfläche des Gebirges steht im Gegensatz zu den in sie eingelassenen Tälern. Diese sind tief, eng, schroff eingerissen und haben sich bis weit in die O-Abdachung des Gebirgskörpers zurückgefressen, soweit sie der Rheinebene tributär sind. Sehr viel unbedeutendere Kerben haben die Gerinne geschaffen, die nach O fließen. Es ist das eine Folge der einseitigen Exposition gegen die Hauptregenbringer, die Westwinde, und der größeren Tiefenlage der Erosionsbasis im Rheintal. Die größeren Wassermengen finden auf der W-Seite des Gebirges ein steileres Gefälle vor und haben diese Seite in ein kuppiges Bergland zerschissen, in dem ältere Reliefstadien bis zur Unkenntlichkeit verwischt oder ganz beseitigt sind. Keine großen Aussichten auf die Aufhellung des morphologischen Werdegang des Gebirges bietet daher dessen W-Seite. Gewinnt man dagegen dessen Scheitel, so findet man namentlich in den südlichen Teilen weit ausgebreitete, flache Landschaften vom Typus der Rumpfflächen und diese senken sich nach S und O, bilden die eigentlichen Abdachungen und sind auf den breiten Rücken zwischen den eingesenkten Tälern in breitester, unversehrter Entfaltung erhalten. Aus einer Rumpffläche ist das Talrelief herausgeschnitten, das besagt die bis heute gewonnene Erfahrung. Die Rumpffläche wurde unter dem Einfluß der Davis'schen Lehre vom Erosionszyklus als *Endrumpffläche*, als das Endergebnis der Abtragung betrachtet, d. h. sie wird gedeutet als das letzte Stadium eines abgelaufenen Zyklus, bewirkt durch die fast vollkommene Einebnung eines vordem höher ragenden, gehoben gewesenen Blockes. Neuerliche Hebung führte zur Neubelebung der Erosion und zur Ausbildung der gegenwärtig fortdauernden Zertalung. Die Rumpffläche wird also betrachtet als eine geologisch jugendliche und zwar höchstens tertiäre Schöpfung, und der ganze Schwarzwald ist ein Musterbeispiel zweizyklischer Entwicklung, einer der vielen Fälle, in denen der ruckweise, diskontinuierliche, mehrphasige Ablauf der Krustenbewegungen auf morphologischem Weg nachgewiesen zu sein geglaubt wird.

Auf der anderen Seite wird die Rumpffläche als die wiederaufgedeckte permische Rumpffläche, also als eine alte, vortriadische Schöpfung betrachtet, hauptsächlich darum, weil das Vorstellungsvermögen versagt, wie in kurzen Abschnitten des Tertiärs ein Gebirge eingeebnet werden soll. Mit dieser durch vielfältige Beobachtung widerlegten Anschauung brauchen wir uns trotz des Feuers, mit dem sie A. Hettner verfiert, nicht weiter zu beschäftigen. Abgesehen davon, daß die Landoberfläche im Oberperm noch keine Rumpffläche, sondern ein ansehnliches Bergland war, ist das Übergreifen der Schwarzwaldrumpffläche vom Kristallin bis zum Keuper

durch G. Braun unwiderleglich festgestellt. Diese leicht nachprüf-
bare Erscheinung ist in der Tat höchst eindrucksvoll. Die Verebnungs-
flächen sind beträchtlich weniger geneigt und zwar trotz ansehnlicher,
nachträglicher Schrägstellung als die vom Schwarzwald geschleppten



Abb. 3. Übergreifen der Rumpffläche des südlichen Schwarzwaldes vom Kristallinen auf den Buntsandstein.

Mantelschichten. Wie diese nach O der Reihe nach gekappt sind, so muß die Rumpffläche westwärts immer tiefer ins Kristallin unter die ehemals vorhanden gewesene permotriadische Landoberfläche eingreifen (Abb. 3).

Sieht man von allen Deutungsversuchen und daran geknüpften Folgerungen ab, so bleibt als Ergebnis bisheriger Untersuchungen übrig: die Existenz einer posttriadischen Rumpffläche, die abseits der in sie eingerissenen Täler heute noch in breiten Flächen die Oberfläche des Gebirgskörpers bildet.

Subtilere Beobachtung verschiebt nun auch dieses Bild in erheblichem Umfang. Ehe jedoch hierauf eingegangen werden kann, muß einiges über die Elemente gesagt werden, auf die sich die Beobachtung insbesondere zu richten hat, und über ihre theoretische Bedeutung. Denn offenbar genügt eine rein subjektive Feststellung: dies ist eine Rumpffläche, dies nicht mehr, nicht. Man sieht sich sonst sofort vor große Schwierigkeiten versetzt, wo Verebnungsflächen schräggestellt worden sind, ein Gefälle erhalten haben, das ihrer Bildungszeit und Bildungsart nicht mehr entspricht, und welches das seither und auch heute dort abfließende Wasser befähigt, seichte Runsen und Talungen zu schaffen auch abseits der durch ständig fließendes Wasser ausgezeichneten Talzüge. Solche Umbildung schräggestellter Flächenstücke geht natürlich heute weiter, und sie versieht Verebnungsflächen mehr und mehr mit einem mäßigen Relief, das ihnen ursprünglich nicht eigentümlich war, aber sehr leicht zu einer Verwechslung mit den eigentümlichen Reliefverhältnissen führen kann und oftmals geführt hat. Ich wiederhole hier in Kürze einige Gesetze der Abtragung: Für die Entwicklung der Talhänge gilt folgendes: Sie unterliegen naturgemäß der Abtragung während die Gerinne einschneiden. Das Ausmaß jener Abtragung ist, während das Gerinne um einen bestimmten Betrag einschneidet, um so größer je geringer die Erosionsintensität ist und umgekehrt. Mit anderen Worten: die Talhänge sind, gleiches Gestein vorausgesetzt, um so steiler, je rascher ein Fluß zur Tiefe schneidet und umgekehrt. Vermehrt ein Fluß seine Erosionsintensität, so werden daher die aus ihm emporwachsenden Talhänge in aufeinanderfolgenden Zeiten, das ist von oben nach unten, steiler. Konvexe Hangprofile entstehen. Erlahmt die Erosionsintensität, so findet das umgekehrte statt: konkave Profile entstehen. Die Abtragung auf allen geneigten Flächen geht nun derart vor sich, daß die Flächen bestimmter Neigung parallel zu sich selber zurückfliehen und an ihrem Fuß eine Fläche geringerer Neigung emporwachsen lassen, sofern hier nicht ein Fluß zur Tiefe erodiert und

die Ausbildung der sanfteren Fußfläche verhindert. An jeder Felswand kann man diesen gesetzmäßigen Abtragungsgang verfolgen. Die zurückfliehenden Flächen werden schließlich durch die darunter emporwachsenden



Abb. 4. Umwandlung konvexer in konkave Talgehänge.

Fußflächen verdrängt und ersetzt (Abb. 4). Darauf beruht die Abflachung und Erniedrigung des Landes, sofern keine Tiefenerosion wirkt. Darauf beruht aber auch die Erhaltung der Hangprofile solange sie nicht durch von unten her nachwachsende Hangstücke aufgezehrt worden sind. Ein Talhang, welcher zuerst Zunahme, dann Abnahme und Stillstand der Erosion erlebt, hat nacheinander konvexe und später konkave Gestalt. Jeder konvexe und konkave Gefällsbruch hat also im Abtragungsrelief seine bestimmte Bedeutung; jener bedeutet Zunahme, dieser Abnahme der Erosionsintensität. Die Erosionsintensität hängt nun bei gegebener Hochwassermenge ausschließlich vom Gefälle ab. Und das Gefälle ist unter sonst gleichen Umständen eine Funktion der Krustenbewegungen. Gleichförmige Aufwärtsbewegung einer Scholle ändert das Gefälle der auf ihr fließenden Flüsse nicht. Diese rücken dann vielmehr samt und sonders in eine Gleichgewichtslage ein, in der sie genau soviel einschneiden, als die Scholle steigt. Diese Gleichgewichtskurve ist um so steiler, je wasserärmer das Gerinne. Wird dagegen die Hebung rascher, so wird das Gleichgewicht gestört: die Hebung erneuert das Gefälle in der Zeiteinheit um einen größeren Betrag als der Fluß einzuschneiden vermag. Das Gefälle wird also größer, und damit wächst die Erosionsintensität. Unter sonst gleichen Umständen bedeuten daher konvexe Hangprofile Beschleunigung der Hebung. Nun tritt aber folgendes ein: die Wassermenge nimmt in jedem Fluß von oben nach unten zu. Der Unterlauf ist daher stets ein stärkerer Erosionsfaktor als der Oberlauf. Der Unterlauf ist folglich stets zuerst in der Lage, der durch beschleunigte Hebung erzeugten Gefällsvermehrung auch am vollkommensten entgegenzuwirken. Wird also die Hebung, die in den Zeiten 1—3 gleichförmig war (daher sich gleichbleibendes, überall gleich viel einsinkendes Längsprofil), von nun an rascher, so erodiert zwar von nun an der wasserreiche Unterlauf sofort um mehr in der Zeiteinheit in die Tiefe als vorher, nicht aber der schwächere Oberlauf. Es bildet sich im Längsprofil ein konvexer Knick. Dieser Knick frißt sich zufolge des Gesetzes des Rückschneidens talauf zurück und bildet die Erosionsbasis für die oberhalb folgende Laufstrecke. Diese ist also nicht mehr der Erosionsbasis am Rande der steigenden Scholle tributär, sondern einem Punkt im Tallauf, der nicht relativ sinkt, sondern mitgehoben wird und dazu talauf rückt. Die Oberlaufstrecke ist damit der durch Hebung der Scholle bewirkten Erneuerung des Flußgefälls von nun an entzogen: der Knick, die lokale Erosionsbasis des Oberlaufs wird mitgehoben und rückt zudem talauf vor, steigt also relativ zur Oberlaufstrecke. In dieser erlahmt infolgedessen die Erosionsintensität, und konkave Hangprofile kommen hier zur

Ausbildung: Fortgesetzte Beschleunigung der Hebung läßt im Längsprofil der Gerinne einen konvexen Knick nach dem anderen entstehen; alle wandern talauf, unter jedem entstehen verengte, steile Laufstrecken mit konvexen Talhängen, über jedem sich weitende

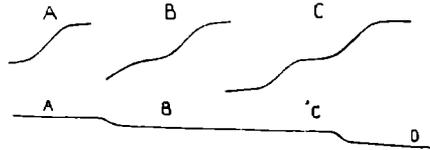


Abb. 5. Aufeinanderfolge von Hangprofilen auf der Talstrecke A—D.

Strecken mit konkaven Hangprofilen (Abb. 5). Das ist der Typus der Schwarzwaldtäler, insonderheit der nach O hin gerichteten. Sie haben im ganzen konvexe Längsprofile, ihnen entlang wechseln Zonen mit konkaven und konvexen Hangstücken ab, und zwar herrschen in den Quellgebieten die konkaven allein, in der O-Abdachung treten die konvexen dazu.

Das ist das eine Untersuchungsmittel, das nur sorgfältig zu erwägen hat, welchen Einfluß die verschieden widerständigen Gesteine ausüben, die ebenfalls gebrochene Längsprofile und entsprechende Folgeerscheinungen erzeugen können sowie die Neigungsverhältnisse der Hänge im einzelnen bestimmen.

Die Talverhältnisse des Schwarzwaldes lassen nicht den geringsten Zweifel, daß dieser eine Scholle lebhafter werdender Aufwärtsbewegung ist. Die zweite Frage betrifft die Entstehung von Verebnungsflächen und die Möglichkeit sie voneinander zu unterscheiden und abzugrenzen. Auch hierüber ein kurze theoretische Vorbemerkung. Nach dem Gesagten ist ohne weiteres verständlich, daß eine sehr langsam steigende Scholle alle Gerinne zwar zum Erodieren zwingt, aber allenthalben nur sehr geringe Erosionsintensitäten ermöglicht. Alle Talhänge müssen daher sehr flach sein. Ein solcher Formenschatz: geringe Flußgefälle, sanfte, ganz wenig geneigte Talhänge ist nichts anderes als eine Rumpffläche, und zwar der am Beginne einer Entwicklung stehende Primärrumpf. Fassen wir, um dem Ziel möglichst rasch nahezukommen, zwei Fälle ins Auge, die allein nach den vorhandenen Erfahrungen für den Schwarzwald in Frage kommen: a) Aufwölbung, welche ihr Areal zum mindesten nicht vergrößert, die also nicht breiter wird, eher schmaler; das wäre der Typus der Großfalte: Gleichbleiben oder Verkleinerung der Phase (Breite) bei wachsender Amplitude (Höhe). b) Aufwölbung, von der immer weitere Gebiete erfaßt werden, also Vergrößerung der Phase bei wachsender Amplitude (Abb. 6).

a) Wächst die Intensität der Hebung der langsam steigenden, von einer Rumpffläche überspannten Scholle, d. h. steigt sie rascher, so bedeutet das Zunahme der Gefälle, Zunahme der Erosionsintensität. Die Rumpffläche wird zertalt. Die Zertalung beginnt am Rande der Scholle, sie greift gegen deren Scheitel vor, auf dem sich natürlich am längsten Reste der Rumpffläche erhalten in Form plateauartiger Flächen zwischen den Tälern.

Die Täler haben die Eigenschaften, wie sie im Schwarzwald tatsächlich beobachtet werden. Aber nichts sieht man im Schwarzwald von einer einzigen Rumpffläche, die am Saum des Gewölbes die stärkste Schrägstellung aufweisen müßte, sofern sie hier noch erhalten ist. Wohl aber finden sich Verebnungsflächen, die fast bis zum Albrand in klassischer Unversehrtheit hinabreichen, jedoch keineswegs mit den Flächen auf dem Gebirgsscheitel ident sind, sondern mittels steilerer Stufen von jenen getrennt sind und im ganzen um so geringeres Gefälle besitzen, je näher dem Gebirgsfuß, je tiefer unten sie liegen. Ehe ich näher hierauf eingehe, soll noch unser 2. Fall erörtert werden.

b) Ein Gewölbe ist ein Gebilde, das während seiner Entstehung die größten Hebungsbeträge in der Zeiteinheit im Scheitel, am Saume dagegen überhaupt keine Hebung erfährt. Nahe dem Saume ist die Intensität = Schnelligkeit der Hebung sehr klein und gegen den Scheitel hin nimmt sie zu. Gesetzmäßig sind daher auch die Abtragungsformen angeordnet: nahe dem Saum entsteht eine Rumpffläche nach der Art eines Primär-rumpfes, die gegen den Gewölbescheitel in ein zertaltes Bergland übergeht. Solche Rumpfflächen nennen wir **Piedmontflächen**. Wird die

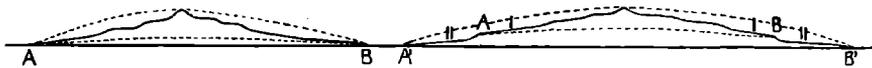


Abb. 6. Abtragung von Aufwölbungen a) bei Großfalten mit gleichbleibender Breite (links) und b) bei Gewölben mit wachsender Breite (rechts).

Hebung rascher und das Gewölbe breiter, so gerät die Piedmontfläche in den Bereich lebhafterer Aufwärtsbewegung und wird zertalt, und gegen den hinausgeschobenen Rand des Gewölbes finden sich nun die Zonen der langsamen Hebung, in denen eine neue, tiefere, die gehobene und zerschnittene alte umsäumende Piedmontfläche entsteht. Beide Flächen sind durch steilere Abfälle, durch je einen konkaven (unten) und konvexen (oben) Gefällsbruch voneinander getrennt. Diese Abfälle und überhaupt stufenförmig übereinander angeordnete Piedmontflächen bedeuten nicht im geringsten, daß die Hebung ruckweise vor sich geht, sondern lediglich stetiges Rascherwerden derselben! Die jüngere Piedmontfläche ist die Erosions- und Denudationsbasis, in bezug auf welche die gebirgswärts vorschreitende Zertalung und Auflösung der höheren Verebnungsfläche fortschreitet. In sie sieht man die tiefere Fläche in Form breiter, nach oben schmaler werdender Täler eingreifen, und die Scheiden zwischen solchen Tälern werden schließlich aufgelöst in einzelne Berge, die man oft weit vor dem Abfall als Inselberge der tieferen Piedmontfläche — ganz unabhängig von der Gesteinbeschaffenheit! — aufsitzen findet. Wunderschön ist das westlich Plauen bis ins Fichtelgebirge hin zu verfolgen¹⁾. Die Piedmont-

¹⁾ Vgl. Walther Penck, Die morphologische Analyse. Geogr. Abhandlungen. Herausgegeben von A. Penck, II. Reihe, Heft 2. Stuttgart, 1924. S. 166. (Anmerkung der Redaktion.)

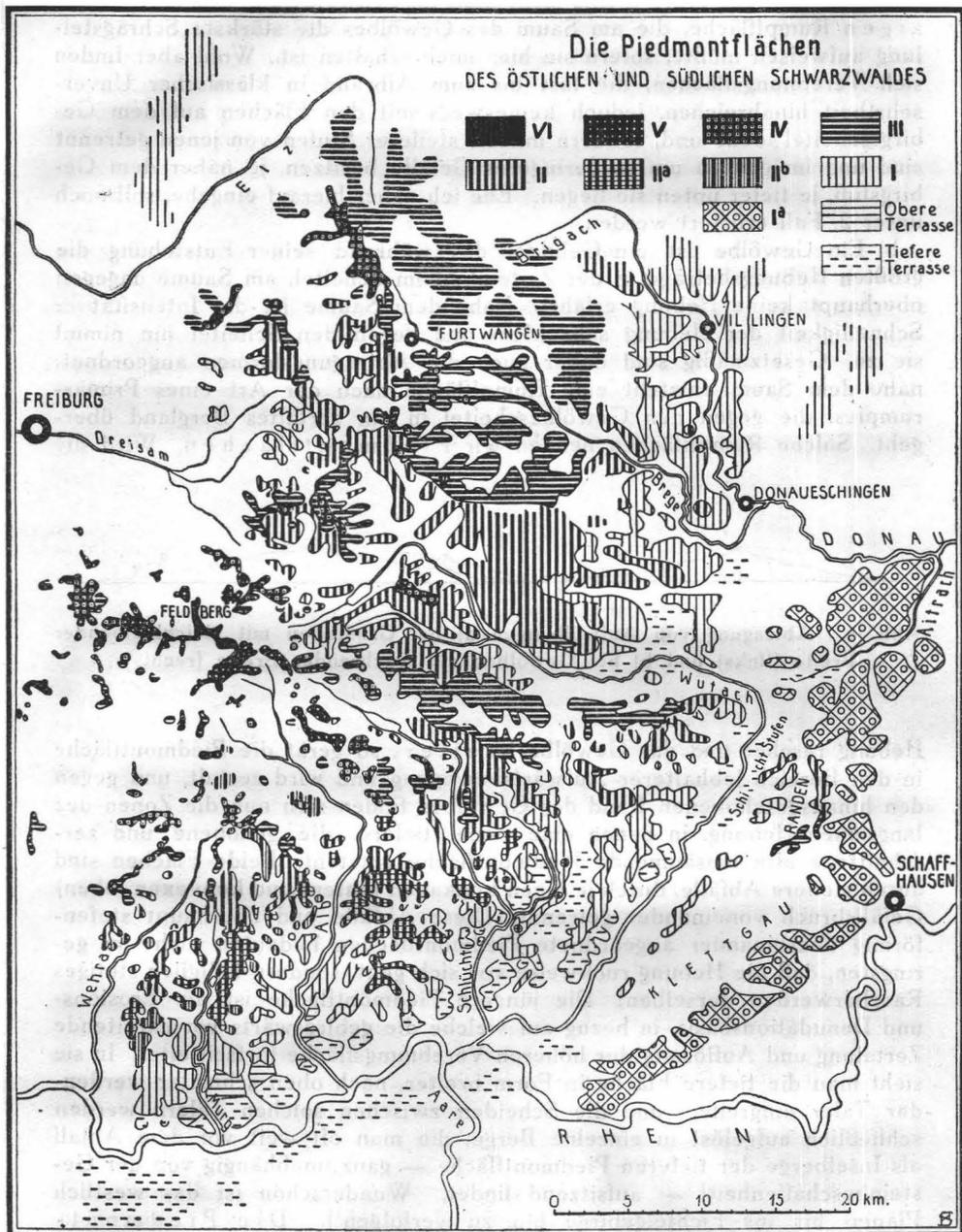


Abb. 7.

flächen greifen als Talböden ins höherliegende Gebirge ein. Und ihre Abgrenzung gegeneinander, wie überhaupt jeder Verebnungsfläche, gelingt vollkommen sicher und eindeutig nicht mit Hilfe des Niveaus, in dem sie sich etwa befinden — sie werden ja auf steigendem Gewölbe in verschiedenem, oft beträchtlichem Umfang schräggestellt — sondern mit Hilfe der Gefällsbrüche, die sie begrenzen: der konkaven am oberen, der konvexen am unteren Rand. Da ist also die Möglichkeit einer exakten Kartierung nach Art der geologischen gegeben. Und sie pflegt sehr viel einfacher zu sein als die geologische, da man die Flächen und die sie begrenzenden Gefällsbrüche leicht auffindet und die Begehung aller einzelnen Stücke, die zur selben Fläche gehören (zwischen denselben Gefällsbrüchen liegen), aber durch eingesenkte Täler voneinander getrennt werden, nicht in allen Fällen unbedingt erforderlich ist. Kartenstudium allein oder als wesentliche Ergänzung kurzer Beobachtung und Begehung, wie das von manchen Morphologen geübt zu werden pflegt, genügt hier bei weitem nicht. Die Fehlerhaftigkeit der Ergebnisse, die bislang im Schwarzwald erzielt worden sind, zeigt das mit großer Deutlichkeit.

Nun kurz die Ergebnisse der Kartierung, soweit sie einigermaßen vollständig erscheint, nämlich im größeren Teil (nicht im ganzen) des SO-Viertels des Gebirges (vergl. Karte Abb. 7).

Es treten bedeutende Gegensätze zwischen nördlichem und südlichem Schwarzwald auf.

Im nördlichen Schwarzwald sind die größten Höhen gebunden an die Stirn des mächtig entwickelten Buntsandsteins. Als scharfe, hohe Stufe setzt er vom Liegendem ab, und auf ihm selbst ist eine weite Rumpffläche vorhanden, die sich ostwärts senkt. Das Kristallin westlich von der Stufe ist in ein lebhaft kuppiges, niederes Bergland zerlegt. Von älteren Formelementen ist im nördlichen Schwarzwald nichts mit Sicherheit zu sehen, wenn man absieht von den Gipfelhöhen. Auch die Buntsandsteinrumpffläche ist kein altes, der Zerschneidung noch vielfach entzogenes Vorläuferstadium des eingesenkten Talreliefs, sondern gebunden an den Ausstrich des oberen Konglomerathorizontes des mittleren Buntsandsteins. Es ist eine typische Stufenrumpffläche, wie sie über jeder Stufe des Stufenlandes angetroffen werden und hier als ein Spezialfall der Anpassung an die Gesteinsverhältnisse gleichzeitig mit den zugehörigen Stufen entstehen und sich weiterbilden. Die Stufenlandschaft beginnt also auf der Höhe des nördlichen Schwarzwaldes. Ganz anders im Süden. Dahin hebt sich der kristalline Unterbau mächtig heraus und bildet schon von Triberg an nach Süden die Höhen des Gebirges. Gleichzeitig verarmt mit dieser Heraushebung die jüngere Schichtdecke. Unteres bis oberes Rotliegendes sind nur noch sporadisch in Störungszonen oder permischen Talzügen vorhanden. Unterer Buntsandstein fehlt, der mittlere, geringer mächtig als im N, transgrediert über eine vollkommene, altriadische Rumpffläche, die auch das obere Rotliegende noch kappt. Der Südteil des Schwarzwaldes erweist sich somit als höherliegendes Gebiet schon in Ober-Perm und Unter-Trias, und nicht nur ist das Ansteigen des Kristallins nach Süden lediglich Folge posttriadischer Heraushebung!

Der Buntsandstein bildet hier aber keine Stufe mehr, wiewohl der obere Konglomerathorizont des mittleren Buntsandsteins, der Stufenbildner im Norden, hier ebensowohl entwickelt ist. Vielmehr greifen die Verebnungsflächen vom Kristallin über den mittleren Buntsandstein und Muschelkalk ohne jede Beeinflussung hinweg. Es entsteht hier die Frage nach dem Alter und der Art dieser sicher posttriadischen Rumpfflächen. Im Gegensatz zum Norden liegen hier sehr alte Vorläuferstadien des gegenwärtigen Reliefs vor und keine Stufenrumpfe. Nun hat hier die Kartierung folgendes ergeben: die ebengenannte, auf die Trias überspringende Rumpffläche ist die ausgedehnteste einheitliche Verebnungsfläche des Schwarzwaldes, sie ist aber keineswegs die einzige. Sie läßt sich von den Höhen des Elzachtals in breitem Zug um die höchsten Teile des Gebirges von Norden über Osten nach Süden verfolgen und ist noch deutlich im SW und W des Feldberges erkennbar. Bei Elzach liegt sie — im Gewölbescheitel! — bei 1000 m bis 1050 m. Von hier sinkt sie nach O bis wenig über 800 m ab und liegt gegen den Rhein zu — im absinkenden Gewölbescheitel! — fast 1100 m hoch. Ich nenne sie kurz III. Darüber erheben sich bei Elzach langgezogene Inselberge, die südwärts breite Rumpfflächenstücke tragen, welche von 1120 m im N bis auf 1300 m in der Umgebung des Feldberges ansteigen. Diese Rumpffläche liegt zentraler und wird auf allen Seiten, N, W, S, O, von wohlhaltenen, oft überaus breiten Resten des tieferliegenden III umgeben. Dieses ist somit Piedmontfläche zu der 1300 m-Fläche, die ich kurz IV nenne. Aber auch IV ist nicht das höchste und älteste Stück, sondern es wird von einem Zug von Inselbergen überragt, von denen Belchen und Feldberg die höchsten sind. Der letztere wie das südlich angrenzende System Grafenmatt—Herzogenhorn tragen auf ihrem Scheitel breite, flache Höhen, die von der Gestaltung einer Rumpffläche nicht weit entfernt sind, und bestimmt nicht betrachtet werden können als das Ergebnis jener Zurundung von Rücken, die sich auf freiliegenden Kuppen geringer Steilheit unter dem Einfluß bestimmt gearteter Abtragungsvorgänge herauszubilden pflegen. Hier liegen sehr alte Flächenstücke vor, die ältesten, erhaltenen, vielleicht die ältesten des Schwarzwaldgewölbes überhaupt. Wir nennen sie V; IV ist die zugehörige, das V ringsumschließende Piedmontfläche und greift in Talform in V, dieses zerlegend ein (Abb. 8).

Zwei Systeme von Piedmontflächen um den ältesten, höchsten, nur aus Inselbergen bestehenden Schwarzwaldteil kann man also in den hohen

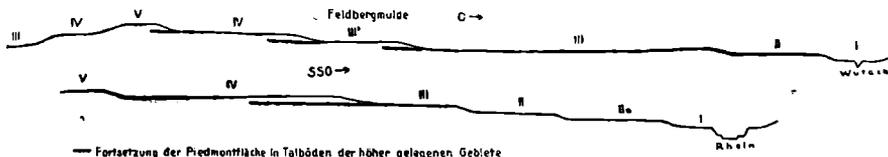


Abb. 8. Die Piedmonttreppen des östlichen und südlichen Schwarzwaldes.

Gebirgstheilen unterscheiden. V und IV verhalten sich genau, wie ein in den zentralen Teilen der Zertalung unterliegendes einfaches, steigendes Gewölbes. (Sie schließen noch Spuren eines Niveaus VI ein.) Besonders kompliziert liegen die Dinge auf der O-Seite des Feldberges selbst. Das Talland öffnet sich hier wie eine breite Bucht. Die Quelläste des

Wutachsystems entspringen hier. Aber nicht auf diese heute in tiefe Täler gefaßte Gerinne geht jene buchtartige Öffnung zurück, sondern auf deren Vorläufer. Eingefaßt von IV im NW, W und SW finden sich hier nämlich isolierte, aber breit erhaltene Flächen, die wie IV selbst vom tiefer liegenden III umgeben sind. An keiner anderen Stelle fand sich dieses III' Element wieder. Nach N, O, S ist es beinahe aufgezehrt durch die tiefere III Fläche, die sonst unmittelbar an IV zu grenzen pflegt. Man gewinnt den Eindruck, daß III' auf die Bucht des Feldberges beschränkt ist.

U n t e r III lassen sich noch mit großer Schärfe zwei tiefere Piedmontflächen unterscheiden, welche die tieferen Teile der Gewölbeabdachung nach O, SO und S bilden, die tiefere jeweils die höhere, beide III umsäumend. Ihnen ist eigentümlich, daß sie als breite, ausgeebene Buchten gegen das Gebirge dort vorgreifen, wo heute Wutach, Mettma und Alb fließen. Beide Piedmontflächen greifen auf die Ostseite des Gebirges über, II wächst aber stellenweise derart mit III, daß sie davon schwer zu trennen ist. Die Stufen zwischen den Piedmontflächen sind auf der O-Seite des Gebirges überhaupt sehr niedrig und die Abfälle von geringer Neigung. Nur subtile Begehung läßt sie exakt feststellen.

Das tiefste Element ist eine überaus breite, etwa 20—30 km rumpfflächenartige Fläche I, in das die terrassierten Täler von Wutach und Rhein eingelassen sind. Diese Fläche ist die wichtigste von allen. Sie hat den Charakter eines ungeheuer breiten Tales, wie es jedoch nicht ein Fluß für sich, sondern nur zusammen mit seinen Nebenflüssen auf sehr langsam steigender oder unbewegter Scholle nach Art der Piedmontflächen schaffen kann. Diese Fläche ist beiderseits von Wutach und Rheintal — deren Oberkante bildend — trefflich entwickelt. Sie spielt eine doppelte Rolle: sie ist Piedmontfläche für Schwarzwald und gleichzeitig für die jenseits höher ragenden Gebiete der Alb und ihrer Fortsetzung nach SW.

Nun hat sich folgendes ergeben: auch auf der Albseite sind, aber beschränkt auf die Gegend südlich des Geisinger Donaudurchbruches Rumpfflächenstücke in breiten Flächen erhalten, und zwar in solcher Lage, daß eine Identifizierung mit Schwarzwaldpiedmontflächen mit großer Sicherheit möglich ist. Diese Möglichkeit ergibt sich aus dem Umstand, daß die Abstände der Kanten der Piedmontflächen hüben und drüben annähernd gleich sind, daß also die Abfälle von Piedmontfläche zu Piedmontfläche hüben und drüben gleiche Höhe besitzen und daher auch die Kanten, mit denen die Piedmontflächen enden, beiderseits der W u t a c h fast genau die gleiche Meereshöhe besitzen.

Ehe ich auf diese sehr wichtige Tatsache eingehe, noch ein Wort über die festgestellten Piedmontflächen. Samt und sonders, an allen Stellen und ohne Ausnahme zeigen sie nicht die geringste Beeinflussung durch die Gesteinsverhältnisse; und von diesen sind auch vollkommen unabhängig die heutigen Ränder der Piedmontflächen, mit denen sie über den jeweils darunter folgenden Piedmontflächen enden. Die Verebnungsflächen gehen unbekümmert um die verschiedenen kristallinen Felsarten über diese hinweg und greifen ebenso unbekümmert über alle Störungszonen wie Bonndorfer Graben, über die gesamte Trias-Jurafolge über, über dieselbe Folge, an welche weiter im N das Stufenland, der Formanpassungstyp κατ' ἐξοχήν geknüpft ist. An der Rumpfflächenatur der Piedmontflächen kann nicht

gezweifelt werden. Die Erscheinungen der Anpassung setzen erst in den Tälern ein und sind umso feiner geartet, je lebhafter in diesen die Abtragung arbeitet. So ist im Wutachtal (unter II) der Beginn von Stufenlandschaftsbildung trefflich zu sehen, und Gleiches macht sich im Albatal und Nebentälern bemerkbar, jedoch nicht in den Regionen über II

Nun also die Beziehungen zur Alb. Die Untersuchung der Alb, die seit zwei Jahren im Gange ist, hat eine ganz analoge Beobachtungsreihe ergeben. Auch hier sind mehrere Piedmontflächen vorhanden und großartig entwickelt, aber nur auf der Abdachung gegen die Donau resp. gegen den Rhein. Hier auch ist mit Hilfe der korrelierten Schichten nicht nur das Alter der Piedmontflächen festgestellt, sondern auch ihr Primärrumpf-



Abb. 9. Übergang der Burdigalian (1) und Vindobonian (2) in Schichtfuge (bei 3) und in Piedmontfläche (P).

charakter: die festländischen Piedmontflächen tauchen ohne die geringste Einbuße an Ausgeglichenheit und Flachheit unter tertiäre Meeressedimente und gehen gegen das Alpenvorland in Schichtfugen zwischen zunächst leicht diskordant, dann kondordant gelagerte Sedimente über. Die transgredierenden Sedimente verhüllen stets die Vorläuferstadien der Abtragungformen. Und diese sind für die Piedmontflächen wieder Rumpfflächen und nichts anderes!

In der Nähe von Spaichingen streicht auf der Höhe der Alb eine scharfe, bedeutsame morphologische Grenze aus, die vom Albrand ziemlich genau östlich verläuft. Nördlich von ihr trägt die Albhochfläche ein lebhaft kuppiges Bergrelief, südlich davon liegt die nach S sich abdachende, zugehörige, unter dem Tertiär (Helvetian!) verschwindende Piedmontfläche. Die Anordnung ist die eines einfachen, steigenden Gewölbes. Aber nur eine Hälfte des Gewölbes ist erhalten — Abdachung vom Scheitel gegen Alpenvorland — die andere Seite ist zerstört und in diese alten Reliefstadien des Albgewölbes ist das Stufenland eingesenkt, so wie ein Steinbruch in die Flanke eines Berges (vergl. Abb. 10).

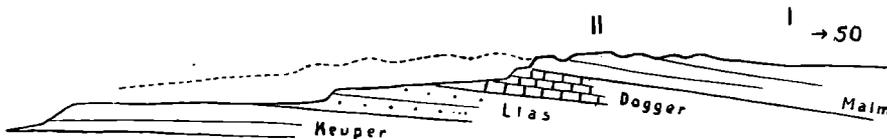


Abb. 10. Profil durch die Rauhe Alb.

Diese Beschaffenheit und Anordnung der Reliefstadien läßt nicht den geringsten Zweifel, daß die Alb eine selbständige, von Schwarzwald unabhängige Aufwölbung ist: die Piedmontfläche I umgürtet im O und S einen älteren, zertalten Bergbereich der Alb. Und wäre dieser nur ein auf dem Malm erhalten gebliebenes altes Stück der Schwarzwaldabdachung, von dieser durch das später eingesenkte Stufenland wie durch ein breites Tal getrennt, so müßte die Grenzzone zwischen II und I nach SW in der Richtung um den südlichen Schwarzwald herum verlaufen, nicht aber direkt auf den mittleren Schwarzwald zu.

Auf den Höhen der Kuppen des Berglandes II, das übrigens durch spätere, von den Tälern ausgehende Dolinenbildung, sowie die Anfänge einer Anpassung an die sehr verschiedenartigen Malmhorizonte, also den Beginn von Stufenbildung eine gewisse Umgestaltung erfahren hat, finden sich zum Teil noch ansehnliche Reste von Verebnungsflächen. Und hier, auf den Höhen der Kuppen, wurden in Bohnerzschloten mittelobereozäne Säugetiere gefunden. II ist also eozän. Seine Zertalung, die gleichaltrig ist mit Entstehung von I dagegen ist Untermiozän: In den Tälern desselben Berglandes sind in der Tat in analogen Bohnerzschloten untermiozäne Säuger gefunden worden. Und auf der Piedmontfläche I transgrediert unteres marines Miozän, Helvetian, bis nördlich des Donautales.

Die Fläche I besitzt eine sehr sanfte Abdachung nach SO und ist von auffallendster Ebenheit. Sie läßt sich nun weit nach SW verfolgen und bildet die so gut wie ebenen, breiten Malmhöhen bis südlich Geisingen. Der hohe Randen ist der südlichste Teil der Alb, der die Fläche II trägt. Sie liegt dort an 900 m hoch, und auf der ganzen Erstreckung von Sigmaringen bis zum Randen schwankt ihre Meereshöhe um nicht mehr als 50—80 m! Wie mit dem Messer abgeschnitten sind alle Höhen, die sie überspannt.

Und hier am Randen ist die Alb mit dem Schwarzwald fest verwachsen, ist die Fläche II der Alb bis auf wenige Kilometer der in übereinstimmender Höhe endenden Schwarzwaldpiedmontfläche II genähert. Daß sie mit dieser ident ist, geht nicht nur aus der Höhenlage und dem Charakter der Fläche hervor, sondern eindeutig und zwingend aus der Tatsache, daß unter den beiden Stücken nur noch eine tiefere Fläche vorhanden ist, die Alb und Schwarzwald gemeinsame I-Fläche.

Vor deren Entstehung war das eozäne Bergland der Alb und die älteren, zentraleren Teile des Schwarzwaldes von einer einzigen, beiden gemeinsamen Piedmontfläche gesäumt, eben I. Auf dieser Rumpffläche flossen die Vorläufer der Donau südlich des Albberglandes vorbei dem nahen helvetischen Meere zu. Der Durchbruch bei Geisingen ist demnach antezedent nicht hinsichtlich der ganzen Albhebung, sondern nur für die nachuntermiozänen Hebungsabschnitte, bei denen die Alb wie der Schwarzwald nicht nur höher wurden, sondern die Gewölbe ihr Areal, ihre Phase vergrößerten. Sie wuchsen beide nach S resp. SW in die Länge und in die Breite. Und letzteres ließ die beiden Gewölbe miteinander verwachsen.

Dadurch geriet die Alb in eine gewisse Abhängigkeit vom Schwarzwald: dieser zog als das rascher steigende und rascher in Länge und Breite wachsende Gewölbe die benachbarten Alzteile mit in die Höhe, erschleppte sie. Dies spiegelt sich deutlich in der Lagerung des Mesozoikums wider: in der Breite der Pforzheimer Lücke und von hier nach NW, wo sich die Alb immer weiter von den rheinischen Gewölben entfernt und deren Einfluß entzogen ist, sind auch die Trias-Juraschichten beiderseits des Albgewölbes gewölbeförmig gelagert: Fallen nach NW im W, nach SO im O der Malmstufe. Bis nach Treuchtlingen-Ansbach hin ist dies von Lehmann und N. Krebs schon nachgewiesen worden. Mit An-

näherung aber an den schleppenden Schwarzwald geht der W-fallende W-Flügel verloren und an seiner Stelle findet sich bis zum Rhein so gut wie söhlig Lagerung, die nach SO (Alb) in steileres SO-fallen, gegen den Schwarzwald in steileres Ansteigen nach NW übergeht (vergl. Abb. 11).

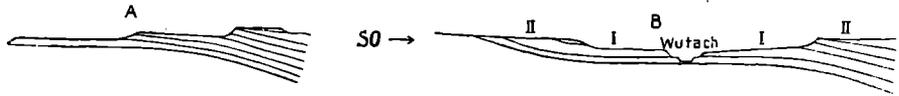


Abb. 11: Lagerung des Mesozoikum nördlich (A) und südlich (B) vom Schwarzwalde.

Verfolgt man nun die Malmstufe vom Randen nach SW weiter, so sieht man die tiefste Verebnung I als weite Piedmontfläche um den Randen südlich herumziehen und sich zu ungeheurer Weitung dehnen. Sie füllt die breite ins Alpenvorland hinausführende Lücke zwischen Randen und Schweizer Jura aus, die Lücke, welche Aare und Rhein benutzen, um die Depression am S-Fuß des Schwarzwaldes zu erreichen. Die Fläche umgibt die Jurahöhen also nicht nur im N, sondern auch im O als breite Piedmontfläche. Auf ihr liegt die sarmatische Juranagelfluh, welche bekanntlich Schwarzwald- neben vorwiegend Juramaterial enthält. Im oberen Miozän wurde diese der Alb, Jura und Schwarzwald gemeinsame Piedmontfläche demnach von einer nach S gerichteten Entwässerung benutzt. Der Rheinlauf ist hier postmiozän.

Die sarmatischen Schichten verhüllen, wie Schweizer Geologen gezeigt haben, ein sehr mäßiges, sanftes Relief. Sie liegen diskordant über Vindobonian im N, konkordant darüber südlich davon. Die Piedmontfläche I geht also nach S wieder in Diskordanz und dann Schichtfuge über und ist also vom Typus eines Primärrumpfes (Abb. 9). Sieht man ab von den der Untersuchung noch bedürftigen Verhältnissen im Jura, so ergibt sich doch als vollkommen sicher: a) der Schwarzwald ist ein Gewölbe, und zwar ein ganzes, kein halbes (IV rund um V, III rund um IV). Er ist weiter keine Großfalte. Mit dem Wachsen in die Höhe ist eine Verlängerung und ein Wachsen in die Breite verbunden. Nicht kann daher an der Vorstellung festgehalten werden, daß Seitendruck den Schwarzwald geschaffen habe. b) Die stufenförmige Anordnung der Piedmontflächen beweist ein stetiges Zunehmen der Hebungintensität. Die Talform beweist, daß diese Hebung bis in die jüngste Zeit immer nur rascher geworden ist; c) die Alb ist ein selbständiges, analoges Gewölbe von analogem Wachstum. Vom Untermiozän an ist es mit dem Schwarzwald verwachsen und erfährt neben der Eigenbewegung Schleppung durch den größeren Nachbarn, aber nur im südwestlichsten Teil; d) der Donaudurchbruch durch die Alb ist antezedent, aber nicht von vornherein, sondern erst seit dem Postuntermiozän; e) der Neckar fließt in einer tektonischen Mulde, die schon im Eozän sichtbar ist und seither durch lebhafteres Steigen der einfassenden Gewölbe nicht nur prononciert, sondern durch deren Längenwachstum nach S verlängert worden ist. Vom Neckarsystem nimmt die heute fortschreitende Formanpassung ihren Ausgang. Sie ist gebunden an das lebhafteste, kontinuierliche Einschnitten. Die hier entstehende Stufenlandschaft ist unter Zerstörung aller alten Reliefstadien in die Flanken der Gewölbe und in die Sohle der zwischenliegenden Mulde eingesenkt. Nach S sind die alten Reliefstadien immer besser er-

halten, bei Donaueschingen schon ist keine Stufenlandschaft mehr vorhanden, wie wohl das stufenbildende Mesozoikum dort ebenso vorhanden und entwickelt ist. Aber es fehlt das lebhaftere Erodieren der Gerinne (Quellgebiete!); f) die Hauptpiedmontfläche des Schwarzwaldes III ist älter als eozän, die jüngste, in welche die terrassierten Täler Wutach — Rhein eingelassen sind: I obermiozän (sarmatisch). II rückt mindestens ins Eozän, IV und gar V ins Mesozoikum. Ist hier auch eine genauere Datierung noch nicht möglich, so ist doch erwiesen, daß die Schwarzwaldaufwölbung im Mesozoikum begann, und es gewinnt Deekes Vorstellung an Unterlagen, daß hier schon im Malm Festland lag. Seither ist die Scholle stetig, nicht ruckweise unter stetiger Zunahme der Hebungintensität gestiegen.

* * *

Die vorstehende Arbeit behandelt den Inhalt eines Vortrages, den Walther Penck am 13. und 20. Dezember 1921 im geologischen Kolloquium der Universität Leipzig gehalten hat. Nach seinem Tode wurde aus dem Kreis jenes Kolloquiums der Wunsch rege, daß der Vortrag veröffentlicht werden müsse. Erfreulicherweise fand sich im Nachlaß das völlig ausgearbeitete Manuskript, das vorstehend abgedruckt ist. Weiter fand sich eine morphologische Karte des Schwarzwaldes, welche mein Sohn nach einer neuerlichen Exkursion am 12. bis 29. August 1922 beendet hatte. Sie liegt auf ein Fünftel verkleinert dem hier beigegebenen Übersichtskärtchen zugrunde. Die Skizzen am Rande der Niederschrift des Vortrages wurden durch Herrn stud. Suder unter meiner Leitung umgezeichnet. Dabei wurden einzelne Darstellungen tunlichst zu größeren zusammengefaßt unter genauer Wahrung ihrer Eigenheiten.

Die Ergebnisse der letzten Bereisung des Schwarzwaldes sind im Texte der Arbeit nicht berücksichtigt. Sie liegen lediglich in stenographischen Tagebuchaufzeichnungen vor; sie werden in folgendem veröffentlicht, da sie einen Einblick in die von Walther Penck befolgte Arbeitsmethode gewähren und eine Kontrolle der Beobachtungen an Ort und Stelle ermöglichen. Von einer stilistischen Feilung wurde abgesehen.

Albrecht Penck.

Ende der Schichtstufenlandschaft in der Baar. Bei Dürrheim endet, von NO herkommend, eine Vorstufe (Schilfsandstein); die Liasstufe darüber zieht noch weit nach S, um bei Donaueschingen (genau bei Pföhren) aufzuhören. Dort ersetzt nicht durch ein unzerschnittenes, höheres Vorläufergelände, sondern durch weite Ausräumungstäler entlang der Donau und Nebenbäche. Die Stufen: Pföhren—Dürrheim—Schwenningen werden gegen N ausgeprägter, höher und zahlreicher. Ihr Auftreten ist geknüpft an die Existenz außerordentlich breiter, weiter Täler. Weithin versumpft, muldenförmig, aber eben doch Einschnitte, welche die strukturellen Denudationbasen entblößten, so lebhaft einschneidend, daß eben mittlere Hänge dabei entstanden, die nun als Stufenhänge zurückweichen. Die Neigung der Stufenhänge ist hier gering. Die weiten, seichten, versumpften Täler (das der stillen Musel) weiten sich an der Donau zu breiten Ausräumungseweitungen, welche das S-Ende der niederen Stufen, sowie des Rückens östlich der Brigach abtrennen von den adaequaten Hügeln in der Vorlage der Alb (Quellgebiet des Wutachsystems). Diese Weitungen liegen um 700 m, darin eingelassen, sehr seicht und sehr breit, die heutigen Talauen (um 680—690).

Tiefstes Niveau, gemeinsam Alb und Schwarzwald: I. Die Stufen sind den Taleinschnitten zugekehrt, und sie sind herausgeschnitten aus einem Niveau, das tiefer als 800 m liegt und über 770 m. Der das Brigachtal auf O-Seite begrenzende Rücken trägt breite Stücke dieses Niveaus in ganz ausgezeichneter, fast ebener Erhaltung, eine vortrefflich ausgebildete und erhaltene Piedmontfläche. Sie setzt auf der Höhe der Liasstufe bis zum Rand der Alb fort, ebenso westlich Brigachtal entlang O-Rand des Schwarzwaldes und in der Breite Villingen—Donaueschingen. I ist keine Stufenrumpffläche. Es greift vom oberen Lias am Rand der Alb über den ganzen Lias, Keuper und Muschelkalk (westlich

Brigach) hinweg, also über alle die Schichten, die weiter nördlich tatsächlich Stufen bilden, und in der Baar nur dort die Anfänge der Stufen zeigen, wo sie durch in I eingeschnittene Täler entblößt sind. Die Stufen sind hier wie bei Wutachgebiet in eine P-Fläche eingekerbt und nicht Stufenrumpfen aufgesetzt. Darin besteht der große Unterschied gegen Alb.

Selbständigkeit der Alb, allgemeine Beziehung zu I. Die Alb ist der P-Fläche aufgesetzt und verhält sich hier daher grundsätzlich anders als alle tieferen Stufen in bezug auf eine P-Fläche. Im eigentlichen Stufenland verhält sich dagegen die Alb genau so, wie alle tieferen Stufen, daher ihre Selbständigkeit nicht erkannt wurde, daß sie auch dort selbstverständlich etwas Besonderes ist, ergibt sich aus folgendem: 1. Die Stufe ist sehr viel ausgeprägter, höher, schärfer, relativ und absolut höher als irgend eine der tieferen Stufen, wiewohl Gesteinsmächtigkeit dazu keinerlei Ursache bietet. 2. Die tieferen Stufen: Buntsandstein, Muschelkalk, Stubensandstein tragen außerordentlich breite, uferlos scheinende Stufenrumpfe. Am Saum der Alb drängen sich die höheren Stufen zusammen, sie sind schmale Terrassen, keine Stufenrumpfflächen; knapp übereinander folgen Lias, Dogger, tieferer Malm. Die Areale der Stufenrumpfe sind also verschieden, d. h. die Veranlagung zur Stufenbildung ist in der Nähe der Alb in andern Umfang gegeben als abseits von ihr. Wo Alb aussetzt, breitet sich (Ellwangen!) auch Lias zu Stufenrumpf aus, verhält sich also wie alle Triasstufenrumpfe. Am Saum der Alb stehen aber auch dort genau übereinander Dogger-Malm-Stufe. Dieses Zusammendrängen der Schichtstufen am Saum der Alb (die Stufen stehen mehr über- als nebeneinander) macht diese relativ und absolut hoch.

Zwischenniveau II. Über I folgt steiler und beträchtlich höher Anstieg bei ca. 930 m und von da breitflächiger, sanfter Anstieg sehr breiter Rücken gegen W bis wenig über 1000 m schon in der Axialzone des Schwarzwaldes. Dieses wohlgesetzte Niveau deckt die Buntsandsteinhöhen vom Kristallin bis zur Brigach. Es erhebt sich sehr deutlich von einem Zwischenniveau im Einzugsgebiet der Wutach, das in etwa 30 m hoher, wenig steiler Stufe über I anhebt (nur S und SW von Bräunlingen) und von 830 im O gegen W auf etwa 1010 m ansteigt. Dieses Zwischenniveau sei II.

Das höhere Hauptniveau von 930 m im O auf wenig über 1010 m bei Vöhrenbach an der Breg und gegen 1040 m um Neukirch—Simmelberg im W ansteigend = III. Es scheint aber nicht allein das Hauptniveau zu bilden, sondern es setzt z. B. bei Vöhrenbach ziemlich scharf terrassenartig gegen ein höheres (Zwischen- ?) Niveau ab, welches auf dem Rücken südlich Furtwangen, der Linach und Urach entwickelt ist, um 1030 m liegt und Flächenhöhe bis an 1100 m aufweist: III' (?).

Klärung wäre erforderlich, ob die Niveaus III und III' (?) zusammenzuziehen sind zu Hauptniveau III.

Die genannten Rücken sind aber schon schmal kupiert, ziemlich unregelmäßig, scharf und tief gelappt von den begleitenden Tälern her, daher ursprüngliche Verbände und zusammenhängende Niveauflächen einigermaßen verwischt. III ist tatsächlich nicht ganz einheitlich, sondern aus zwei Niveaus mit geringen Höhenunterschieden zusammengesetzt; es ist örtlich leicht kuppig (niedere, sanfte Kuppen), Kuppenhöhe 40—50 m, Sättel um 1040 m (und weniger), Kuppen um 1080 m: z. B. beiderseitig Linachtal. Es sind zwei ineinandergefügte Niveaus, das tiefer zertalte (sehr frühes Zertaltungsstadium), das wenig höhere.

Zusammensetzung III—IV. Zwischenniveau im Zuge des Gutachtals. III sind einzelne höhere Kuppen, z. T. sehr flach, niedrig aufgesetzt, die Reste eines früheren Niveaus IV, dessen relative Höhe (wie bei allen Stufen!) im O sehr viel geringer ist als in der zentralen Gebirgszone, wenig über 1100 m.

Zwischen Kandelmassiv (Niveau IVI) und dem Kamm Brend-Kohlwasen, im Zuge des Gutachtals nach N, und nach W im Zuge des Talsystems von St. Peter, stellt sich unter III in 950—1000 m ein Zwischenniveau ein, höchst wahrscheinlich identisch mit II, wie dieses beschränkt auf den heutigen Talzug, ganz offensichtlich ein ungeheuer breites, sehr frühes, altes Stadium der Talanlage. Heute tief zertalt, aufgelöst in Plateauberge, welche von denkbar ausgeprägtester Ebenheit sind (z. B. Kaiserebene). Dieses Niveau senkt sich nach N und nach W im

Sinne der heutigen Entwässerung. Die alte Wasserscheide liegt ungefähr in der Kaiserebene.

St. Märgen liegt auf tieferem Niveau als II, das talartig nach St. Peter und weiter gegen W hinabzieht. Auf dem Auftreten des ungeheuer breiten, talartigen II, ferner des St. Märgenniveaus (wahrscheinlich I) und eines ebenfalls noch sehr breiten, tieferen Niveaus (St. Peter) beruht die weite Lücke, die von St. Märgen über St. Peter freien Ausblick auf die Rheinebene gewährt, eingefasst vom höheren Massiv der Kandel im N und Feldberg nebst Anhängen im S. II steigt im Gebiet Kandel—St. Märgen über 950 m bis wenig über 1000 m (bis etwa 1020 m), Niveau von St. Märgen etwa 840—900 m, das Niveau von St. Peter etwa 720—760 m. All diese Niveaus bilden flache, breite Plateaus zwischen den tief eingerissenen Tälern. Die Niveaus folgen einander um so tiefer, je näher der Rheinebene. Die heutigen Talkerben (Wagensteig, Unteribental) folgen der durch die talartigen Niveaus gebildeten Eintiefung nach W und vereinigen sich zu auffällig breitem Taltrichter kurz oberhalb Freiburg.

Zertalung von II in Umgebung Glashütten—Titisee—Höllsteig. Das Niveau II ist wie um den ganzen Titisee in einzelnen Kuppen aufgelöst. Diese Auflösung wird besorgt durch Talzüge, die zum Teil sich kreuzen und abschneiden, so daß Talwasserscheiden nach der einen Seite sanft, normal abwärts leiten, nach der andern steil, zum tieferen, anschneidenden Tal dagegen übersteil abbrechen. Das ist z. B. der Fall mit dem Tal von Alt Glashütte mit Abbruch gegen Titisee. Der Paß Erlenbruck ist ähnlich Talwasserscheide mit Abbruch nach beiden Seiten; höheres Talniveau, in II eingeschritten, vielleicht entsprechend I (Oberzarten).

Am Paß vermoort, offenbar ehemaliger See, kurzer vermoorter Talboden gegen Hinterzarten, dann Abbruch (Talstufe) eben solcher Talboden mit Tümpeln und ganz ebensolcher Abbruch gegen Titisee. Es ist ein Talniveau, das ganz außer Funktion geraten ist durch starke Eintiefung der Hauptfurchen Titisee—Hinterzarten.

Das Talniveau von Alt-Glashütten (980) liegt sehr viel höher als die Talscheide von Erlenbruck (940) und entspricht genau dem Terrassenniveau von Erlenbruck (980).

Niveau V und VI. Zusammensetzung von V. Höhe der Bärhalde flach, rumpfflächenartig, jedenfalls Flachrelief eines Niveaus, breite konkave Talmulden, vermoort, dazwischen vereinzelte kleine Kuppen und Granit-Klippen, also typisch absteigende Entwicklung und zwar Endrumpffarakter. Es sind hier also (wie überhaupt in entsprechenden Höhen) zwei Niveaus vorhanden: a) das Kuppenniveau und b) das Talniveau. Das erstere (a) entspricht 1300 m, Grafenmatt-Rumpffläche (trefflich in kleinen Stücken erhaltene P-Fläche, über die sich die höchsten Kuppen erheben). Das zweite Niveau (b) entspricht sehr alten Talzügen von großer Flachheit und Seichtigkeit, die offenbar peripher in irgend eine der flacheren, ausgedehnteren P-Flächenstücke auslaufen, die im weiteren Umkreis des Feldberges erhalten sind. a und b werden zusammengezogen zu Niveau V.

Eine ähnliche Zusammensetzung aus mehreren Zwischenniveaus zeigen fast alle Hauptniveaus (wie Fichtel—Erzgebirge!) Grafenmatt ist wohl etwas höher als die Kuppenreihe Bärhalde usw. nach SO. Das kann aber damit zusammenhängen, daß Grafenmatt mit die zentralste Partie von V ist! Vielleicht aber auch liegen auf den sanften, welligen kuppigen Höhen noch Reste von Niveau VI vor. Westlich Feldberg bis an den Schauinsland heran treten breitflächige Rücken auf, die sich ungefähr nach bestimmten Niveaus zuordnen lassen. Aber sonst ist die ganze W-Seite des Gebirges in ein formenreiches Kuppenland vollkommen aufgelöst und von den Niveaus ist nichts mehr vorhanden als Kuppenhöhen. Diese allerdings ordnen sich in W-Abfall gegen Rheinebene, dann im Todtnautal und im ganzen Belchen zusammen in einige wenige Niveaus ein, so daß man sieht, daß sie aus einigen bestimmten Niveaus herausgeschnitten sind. Aber sie lassen sich nicht mehr identifizieren: vorhanden sind nur Kuppenhöhen, gelegentlich mit breiterem, flachem Scheitel, aber keine zusammenhängenden Stücke von P-Flächen. Man weiß, daß solche vorhanden gewesen sein müssen (vorzügliche „Gipffluren“ und konvexe Scheitel), aber nicht mehr welche. Es ist auch nicht mehr zu sagen, ob die Niveaus nach W und SW abgedacht waren und wie stark. Eine Kuppe westlich von einer andern um 100 m höheren kann sehr wohl dem gleichen Niveau wie diese angehören, wenn das Niveau solch starkes Gefälle gegen W besaß.

Ebensogut kann sie aber einen um 100 m tieferen Niveau angehören. Es läßt sich das eben nicht mehr feststellen. Und nur mit Hilfe der absoluten Höhen, die im allgemeinen nahe mit denen der erhaltenen Niveaus in der Feldberggegend übereinstimmen dürften, läßt sich im Todtnau-Belchen-Gebiet für die breiten, flachflächigen Kuppen angenähert vermuten, welchem Niveau sie angehören dürften. Gewißheit liegt in dieser Eintragung auf der Karte aber nicht.

Auffällig ist auf alle Fälle, daß die höchsten Niveaus immerhin erkennbar sind und bis an die Rheinebene vortreten, die tieferen von III an abwärts aber nicht mehr sicher feststellbar sind. Ihnen dürften die terrassenartigen Plateauberge und Absätze entlang dem Talzuge entsprechen, so daß wahrscheinlich die tieferen Niveaus bis I schon ganz an die heutigen Talzüge gebunden sind, welche letzteren ungeheuer tief und jäh eingeschnitten sind. Allem Anschein nach steigen aber auch die höheren Niveaus gegen W bis zur Rheinebene an: V, IV und III scheinen im Belchen—Schauinsland-Gebiet und um Todtnau höher zu liegen als weiter östlich O und S Feldberg. Die Sache ist nachzuprüfen.

SW-Eck des Schwarzwaldes. Der Schwarzwald wird am W-Rand südlich Müllheim von abgesunkener Scholle begleitet, die peripher von Oligozän bedeckt, sonst von Löß überzogen ist und ein niederes, breitwelliges, außerordentlich schönes, liebliches Hügelland bildet, dessen gleichmäßige Kuppenhöhen wie eine niedere Treppe vor dem hohen tief kupierten Kuppen des Gebirges daliegen. Diese Vorhöhen haben dieselben Höhen wie Dinkelberg und die nördlich Wiesetal zugehörigen, abgesunkenen Triasschollen.

Der Jura bildet wellige Hochflächen, wie Stufenrumpfe, Tal lebhafter gewellt, aber sehr gleichmäßig in der Rückenhöhe, gegen die Täler erscheint Stufenlandschaft aus der Hochfläche herausgeschnitten, an Trias, Lias, Dogger gebunden. Steht man auf der Höhe der abgesunkenen Schollen, so kann man sie nach Höhenlage von einander nicht mehr unterscheiden, wohl aber bilden sie zusammen eine einheitliche, außerordentlich breitflächige Höhenlandschaft, die von Dinkelberg das Gebirge im SW und W bis Müllheim umsäumt und hart an das tiefzerschnittene, steil kupierte, konvexe, um fast 1000 m höhere Kuppenland des gänzlich aufgelösten SW-Schwarzwaldes stößt.

Dinkelberg und Umrandung. Der Dinkelberg ist ein niederes, welliges, ziemlich stark zertaltes, daher gelapptes Plateau, die unmittelbare Fortsetzung der Buntsandsteinhöhen nördlich der Wiese. Diese Höhen aber sind sehr viel ebenmäßiger, ebenflächiger, unzertalter (Sandstein) und steigen außerdem sanft gegen W an.

Dieser Anstieg vermittelt den Eindruck der Schleppung einer normal dem Kristallin auflagernden Schichtdecke. Die Tafel bricht nordwärts scharf ab und aus den dadurch entstandenen Tälern steigen in der Fortsetzung der Abdachung, aber gleich beträchtlich höher und völlig aufgelöst, die Kuppen des Gebirges an. Es ist also ein Sprung in der Höhe am Bruch vorhanden, ein unausgeglichener Verwurf, wenn auch der Anfang der Buntsandsteintafel gegen N sehr mildernd, ausgleichend wirkt.

Sehr viel schärfer ist den Sprung entlang N-S-Bruch im Wehratal. Bis dahin zieht der Dinkelberg als teilweise verkarstetes, niederes Plateau mit etwa 450 m hin, dann kommt das Tal, und jenseits mauergleich 900—1000 m die angebrochene S-Abdachung des Schwarzwaldes zum Rhein. Diese Scheide zwischen Wehra und Albtal trägt vielleicht ausgedehnte Niveauflächen, sieht daher geschlossen, unzerschnitten aus und steht dadurch in schroffstem Gegensatz zu dem tiefskulpierten Kuppenland nördlich Dinkelberg, wo die Niveaus zerstört sind und ihre Rekonstruktion mit Hilfe der Kuppenhöhen so gut wie illusorisch ist. Die Grenze zwischen völlig zertaltem S-W-Schwarzwald und nicht völlig aufgelöster S-Abdachung des Gebirges mit erhaltenen Niveaus folgt dem Wehrbruch, der N-S-Linie des Wehratales. Höchst eindrucksvoll ist die hoch über Dinkelplateau aufragende Mauer mit der sich das Kristallin östlich vom Wehratal an dem lebenden Bruch erhebt.

Niveau östlich vom Wehrabruch. Der breitflächige, ebenmäßige, kaum kupierte hohe Kamm östlich über dem Wehrabruch trägt bei Hütten ein Niveau, leicht kupiert mit konvexen Bruchkuppen bis 900 m und konkaven Talmulden mit Sohlen um 850 m. Dieses Niveau steigt gegen N und NO höher an und ist dort überragt von breitflächigem, ebenso ebenmäßigem höherem Niveau um 1000 m, das sich sehr deutlich heraushebt und mit Abhauberg gegen S endet.

Dieses höhere Niveau soll entsprechen II. Das tiefere Kammniveau von Hütten vorläufig = IIa.

Dasselbe Niveau wiederholt sich ebenso ebenflächig östlich von Murgtal und endet gegen S bei Oberwihl. So ist Murgtal also beiderseits begleitet von IIa und dem Tal entlang ist ein tieferes Niveau vorläufig = I eingelassen, das sich gegen Rhein sehr rasch außerordentlich verbreitert, nach N talartig und zwar trichterförmig eingreift und eine Weitung schafft, in welche Murg schluchtartig eingelassen ist.

IIa und anscheinend auch II sind im Wehratal und zwar nördlich Wehr, wo das Tal tief und eng in den Schwarzwald eingelassen ist (also nördlich des Dinkelberg-einbruchs) als (hohe) Hochaltterrassen leicht verfolgbar.

Die Niveaus I, IIa gehen über Kristallin und aufragenden Buntsandstein hinweg. Keine (?) Stufe ist an diesen geknüpft.

Die Talmulden von IIa sind (Hütten — Bergalingen) sehr flach und versumpft, einzelne große, rote Granitblöcke liegen verstreut umher in den Abdachungen gegen die Talmulden sowohl wie auf den Rücken dazwischen und im steilen Abfall des Niveaus gegen Wehratal.

An IIa schließt sich von unter her nicht unmittelbar I, sondern ein kleines Zwischenniveau zwischen 800 und 840 m, sehr niedrig also, aber sehr deutlich nach oben und unten durch konvexe, steile Hänge abgesetzt und deutlich zu verfolgen vom Wehra-Abbruch (Bergalingen liegt darauf!) bis an die Murg hin (der Rand zieht südlich Glashütten vorbei). Es ist sanftkuppig, wellig, nicht eben. I steigt vom Rhein gegen N von 700 bis 800 m an (bei Bergalingen — Glashütten). I ist sehr flach, ausgeglichen, weithin bewaldet und versumpft.

Trichterförmig in Murgtal eingreifend, aber sehr viel weniger weit nach N als I ist eine tiefere Fläche ausgeprägt, die zu Plateaubergen zerschnitten ist. Sie liegt zwischen 500 und 600 m, um 530 m in der Nähe des Rheins. Diese Fläche ist entlang Rhein zu Terrassen verschmälert und zwar dort, wo von N her Zwischentalscheiden, Rücken, zum Rhein hinabrücken. Auf der S-Seite des Flusses ist dieselbe Fläche (500—600 m) sehr schön und breit entwickelt, bildet Piedmont-Fläche vor den Vorbergen des Jura (als Stufenlandschaft entwickelt), und ist von vereinzelt Kegelbergen, Inselbergen überragt.

Rückblick auf Belchen und Feldberg. Im Belchengebiet herrschen geradezu klassisch die Konvexberge (Niveau V und VI, IV tritt als Plateau bereits auf, III als terrassenartige Absätze).

Südlich Herzogenhorn, in den Bergen östlich der Wiese erscheinen neben Plateaubergen (Niveau IV neben terrassenartigen Absätzen von III) spitze konkave Berge (Niveau V), Einzelerhebungen, die sich auf dem Wege der Beseitigung befinden!

Niveau auf Scheide zwischen Murg (Wehra) und Alb. Auf der Scheide zwischen Wiese und Alb südlich vom letzten Konkavgipfel obiger Art (Hockkopf) breitflächige Rücken (Niveau IV), an das bei Ibach von S her nur schmal entwickelt III angrenzt. Dieses liegt an seiner Wurzel 1100 m und dacht nach S bis 1050 m ab. Westlich der Wehra ist es von Einzelbergen von Niveau IV überragt und endet bei Gersbach. Östlich der Wehra ist III sehr stark aufgelöst in einzelne Plateauberge, die gegen S rasch an Höhe verlieren und im Langeck am weitesten nach S reichen, aufgesetzt auf breiterhaltenem, ebenflächigem Niveau II. Dieses hat an der Wurzel etwa 1050 m und dacht sich nach S bis 1000 m ab. (Gegend des Langeck und südlich Höchenschwand.) Es ist das Niveau von Höchenschwand. Darunter schließt sich talartig eingreifend und schon ganz an den heutigen Talverlauf gebunden ein Zwischenniveau westlich der Murg zwischen Hütten und Bergalingen, östlich der Murg zwischen Engelschwand und Oberwihl, östlich der Alb zwischen Höchenschwand und Brunnadern. Es liegt an der Wurzel wenig über 950 m und dacht sich nach S bis auf 860 m ab. Es ist identisch mit Niveau IIa.

Niveau Albtal (Terrassen Rheinthal). Das Zwischenniveau ist fast rings umsäumt von einem tieferen Zwischenniveau, das in die Täler eingreift, sehr breit und flach erhalten ist. Es ist identisch mit „Zwischenniveau 800—840 m. Es hebt sich im Albgebiet wenig über 800 m, im Mittel um 820—830 m, deutlich abgesetzt von Niveau 860—950 m und ebenso von dem tieferen, welches identisch ist mit I. Im weiten, wenig steilen Abfalle vom tieferen Zwischenniveau gegen I liegt Oberwihl. Sehr deutlich und nicht gering

ist die Steigung von I, und zwar zentripetal gegen Albschlucht und nach S gegen Rhein. Abfall beträgt hier von 820 m im N bei Hierbach auf 640 m im S (bei Niederwühl).

Terrassen—Rheintal. 1. Die höchste Terrasse unter Niveau I (640 m an Albschlucht und nahe Rhein, bis 720 m nach oben: Oberwühl und nach N) ist eine Terrasse nördlich Schachen: 545 m, in Albtal eingreifend, dort bei Elzwühl und Tiefenstein etwa 589 m. Auf dieser Terrasse liegen zwischen Schachen und Niederwühl grobe, sandvermischte Schotter: Schwarzwaldmaterial. Die Fläche wird gegen W breiter. Große Orte liegen auf ihr: Rotzel, Oberhof, Döbeln, Rippolingen. 2. Die nächsttiefere Terrasse ist die Fläche von Schachen, von 480 m auf 450 m gegen S abgedacht und am Rheintalrand sehr eben, horizontal. Auf derselben breiten Fläche liegen die großen Orte: Schachen, Hochsal, Harpolingen. 3. Schmale Terrasse unter 450 m, 4. Terrasse von Hauptert, geht in Niederterrasse über.

Tertiärauflagerung zwischen Klettgau und Rhein. Die Unterfläche der Juranagelfluh ist fast so eben wie Schichtfläche. Sie bedeckt eine sehr ausgeglichene Rumpffläche, die durch den rückweichenden Rand der Malmstufe abgeschnitten wird, daher die Unterfläche der Nagelfluh und darunter des Mittelmiozäns ausbeißt wie eine Schichtfläche söhligter Schichten. Nagelfluh liegt über Mittelmiozän, dieses über Süßwassermolasse (oberoligozän), die beiden letzteren reichen aber nicht so weit nach N (keilen gegen N aus) wie Juranagelfluh. Diese greift gegen N über! Das Niveau der Tertiärunterlage liegt um 560 m; taucht steil gegen S, gegen Rhein ein, so daß Tertiär wie Malm ziemlich steilen und breiten Schichtkopf bilden. Die Oberfläche des Tertiärs geht wohl annähernd der Unterfläche parallel, und ist eine nicht ganz so ausgeglichene Rumpffläche, Typus Stufenrumpffläche, die mit scharfem Rande über der Malmstufe absetzt. Über dieses Niveau steigt der Rand ansehnlich an. Diese Tertiäroberfläche ist wellig, leicht hügelig mit Höhenunterschieden von vielleicht 60 m, und überragt von einzelnen höheren Hügeln bis 670 m, also an 100 m über der Höhe des Stufenrandes!

Die Ober- und Unterfläche des Tertärs liegen beträchtlich höher als die Niveaufläche des Böhlhofes zwischen Klettgau und Wutach, eines Niveaus, das sich rechts der Wutach weithin dehnt und der Schwarzwaldabdachung angehört. Dahinter im NW und N folgen höhere Niveaus, die man als einzige weitgespannte Abdachung von grandioser Gleichmäßigkeit gegen den Fuß des Randes, unter diesem gleichsam eintauchend, hinabziehen sieht.

Tertiärauflagerung zwischen Klettgau und Wutach (Böhlhoffläche). Auf der Höhe der Böhlhoffläche zwischen Klettgau und Wutach liegen als Gupf (Denudationsreste) letzte Reste von Juranagelfluh, grobe durch Verwitterung aufgelöste, kalkzementierte Konglomerate, in denen neben wenigem Malm sehr viel Schwarzwaldkristallin enthalten ist.

Somit ist zweifellos, daß die Böhlhoffläche der Unterfläche des Sarmatikum und Oberfläche des Malm südlich Klettgau entspricht. Daher die Übereinstimmung in der Höhe zwischen Böhlhoffläche um 570 m und Unterfläche des Sarmatikum auf Malm—Alb um 560 m! Sehr wesentlich ist, daß die Juranagelfluh auf einem Niveau liegt, das mit gleichmäßiger Ausgeglichenheit und Höhenlage einmal über Lias u. (Arcuata—Kalk), dann östlich Böhlhof über höhere Liasmergel, und südlich Klettgau über Malmbänke (weiß γ — ϵ) hinweggeht. Zwischen Steina und Wutach und Steina und Mettma Muschelkalk, nördlich Mettma auf Kristallin!

Die Böhlhoffläche ist also so wenig eine Stufenrumpffläche wie die Höhe des Malm (Unterfläche der Juranagelfluh), sondern die Ansätze einer Stufenlandschaft im Wutachgebiet, gebunden an das lebhaftere Einschneiden des Flusses, sind wie bei Villingen bis südlich Schwenningen in eine echte Piedmont-Fläche eingelassen, hineingeschnitten.

Auf der Höhe nördlich Horheim, also in der Schwarzwaldabdachung und rechts der Wutach liegen im Niveau der Böhlhoffläche = Unterfläche des Sarmatikums einzelne kristalline Gerölle, ganz offenbar Relikte der äußersten Ausläufer der Juranagelfluh gebirgsaufwärts, auf Muschelkalk. (Hauptmuschelkalk-Trigonoduskalk)

Die Gerölle treten erst nördlich über dem wenig steilen Konvexhang nördlich des Hölzlehofes auf. Damit ist die Identität der Flächenstücke südlich und nördlich des Klettgaus, und SO und NW der Wutach festgestellt. Die Fläche steigt

ziemlich erheblich von SO nach NW an. Im östlichen Teile des Klettgaus liegt sie am Saume des Randes etwa 560 m (ebenso südlich Klettgau), am Böhlhof 570—580 m, nördlich Horheim (westlich Wutach) 610 m, gegen N auf 620 m und mehr ziemlich rasch ansteigend; westlich der Steina, also auf der nächstwestlichen Zwischentalscheide zwischen Krenkingen und Aichen schon 650—690 m, gegen N bis 700 m!

Die Fläche sinkt besonders stark gegen SO und SSO ein und liegt dort südlich Grießen am tiefsten. Von dort steigt sie gegen den Randes wieder mählich, aber deutlich an, wenn auch nicht so stark wie nach N.

Allgemeines Verhalten der Niveaus gegen O von Wutach. Talcharakter Mettmatal. Im Gebiet des Schlüchttales und nach O und NO gegen Wutach werden die Unterschiede der Niveaus recht gering, die Abdachung als relativ steile, einheitliche Fläche von ungeheuren Dimensionen tritt schärfer hervor. Es verflachen und verschwinden die Zwischenniveaus. Der Anstieg zwischen den Niveaus ist nicht hoch und nicht steil, aber er ist deutlich, besonders: deutlich konvex!

Ein ganz ähnlicher Typus wie Steinatal hat Mettma Schlüchtal: ungeheuer hohe, ziemlich tiefe (steile), schroffe Schlucht; felsig, eingelassen in sanfteren Talboden, also Intensitätssteigerung der Erosion. Schlucht ist tief in Kristallin eingelassen, die Höhen darüber haben noch mesozoische Decken, die nach Art der Stufenbildung über Kristallin zurückweichen, deren Oberfläche als Terrasse vor dem nicht sehr steilen Schichtstufenrand sichtbar wird. Es sind das Terrassen, die den ganzen unteren Teil des Schlüchttales auszeichnen, sehr auffällig sind, da sie scharfe Scheide zwischen den steilen Hängen der Schlucht und den Mittelhängen des Tales darüber bilden, die sich aber nicht in das System echter Terrassen einfügen, sondern öfters Zwischenlagen einnehmen, die nicht in sofort sichtbarer Verbindung mit anderen Terrassenresten stehen.

Abdachung der Niveaus von Albtal nach SO. Auf der Zwischentalscheide zwischen Schwarza und Alb sind alle Niveaus höher als die zugehörigen, entsprechenden auf der östlichen Scheide zwischen Schwarza und Mettma. Das dürfte die Folge davon sein, daß die letztere Scheide schon in die SO-Abdachung des Gebirges überleitet, in welcher die Steigung, Schrägstellung = Abdachung der einzelnen Niveaus recht beträchtlich wird.

Westlich Schwarza	Östlich Schwarza
I 730—750 (Nöggenschwühl)	660—90 (Berau)
II Höhenschwand 1010	905 (Brenden)
III 1070—1090 m (nördlich Häusern)	1040—1060 m (Buchbühl)
IV 1200 m	1080—1102 m (Hoch-Staufen)

Die Höhen verglichen an benachbarten und hinsichtlich der Abdachungsrichtung gleichartig und entsprechend gelegenen Punkten.

Alte Entwässerung des Schluchsees. Der Schluchsee entwässert zu Schwarza. Vom See führt aber auch in der direkten Fortsetzung des Tales oberhalb des Sees nach SO ein niederer Talpaß von der Gestalt der V-Kerbtäler, wie sie die Täler hier haben, und hier entspringt die Mettma. In der Richtung dieses tiefen Tales greift von SO her das breite Niveau II, schmalwerdend als schmale Zunge, talartig gegen NW, gegen Feldberg vor. Die Entwässerung ging früher offenbar von Feldberg nach SO, ziemlich gradlinig, dabei mit Abbiegung gegen S via Mettma und zuletzt angezapft durch Schwarza, so daß Biegung nach S heute schon westlicher erfolgt als früher.

Zusammenfließen der Niveaus bei und südlich Bonndorf. Die Zwischentalscheide, auf der Bonndorf liegt, ist so ebenmäßig und einheitlich, wie die entsprechende, die von Donaueschingen nach Brend hinaufführt. Sie ist von ausgezeichneter Flachheit, fast eben, dabei ziemlich stark und sehr stetig nach O abgedacht von 1080 m oberhalb Faulenfirst auf weniger als 900 m bei Bonndorf. Die Neigung ist sehr stetig, gleichmäßig, der Rücken breitflächig! Er trägt auf der ganzen Strecke III, das von Kristallin (und Porphyre des Rotliegenden) über Buntsandstein erst (bei Batzhäusern), dann über Buntsandstein bis Trochitenkalk ohne die geringste Unterbrechung oder Andeutung des Gesteinswechsels hinweggeht.

Die Niveaus sind zwischen Höhenschwand und Neustadt trefflich miteinander zu identifizieren, da sie durch dieselben ziemlich hohen und steilen konvexen

Hangzonen voneinander getrennt sind. So läßt sich Höchenschwander Fläche (= II) direkt verfolgen über Grafenhausen — Schluchsee bis an den Bonndorfer Rücken, geht hier direkt in II über und ist scharf von III des Bonndorfer Rückens nördlich Faulenfirst abgesetzt. Ebenso geht I vom Wutachgebiet in Donaugebiet über und läßt sich ohne Unterbrechung sehr deutlich, nach N mählich ansteigend, verfolgen. Sicher ist ebenso die Identität von I in der Gegend des Albtals und der oberen Wutach bis Breg und Schwarza. Aber bei und südlich Bonndorf, wo die Flächen wenig zerlappt und aufgelöst, noch weithin geschlossen sind, da verfließen dieselben miteinander und gehen in Schichtstufen über.

Von Grafenhausen läßt sich II ohne Unterbrechung und Gehängebruch vollkommen ausgeglichen nach SO bis Birkendorf verfolgen, wo es mit rundem Buckel („Am Bühl“ mit Pavillon) endet. Aber eben dahin reicht ebenso ungebrochen von SW her das Zwischenniveau IIa, das sich gegen I darunter sowie gegen II darüber scharf und deutlich absetzt. An diese Stelle kann man also das Zwischenniveau als solches nicht mehr scharf von II scheiden, während es im Alb-Murg-Gebiet bis zum Wehrbruch sehr scharf abgeschieden ist.

Es verfließt mit II. Im Tal südlich Bonndorf kann man noch einige Terrassen unter II und über I mit dem Zwischenniveau vereinigen, die Terrassen sind aber echte Schichtstufen, gebunden am Wellenkalk. Ebenso geht hier II mit einer Schichtstufe nahe oder ganz zusammen: bei Bonndorf gehört hierher die 800 m-Terrasse, die sich in dem Inselberg östlich von Wittlekofen wiederholt. Man verfolgt II von Grafenhausen, S, SW und NW, von Faulenfirst ohne Unterbrechung in großer Breite und ausgezeichnete Ausgeglichenheit bis nach Ebnet. Ebenso senkt sich III von nördlich Faulenfirst, ohne größere, steilere Unterbrechung, sehr ausgeglichen und flach nach Bonndorf und nach Ebnet. Ein geringer Geländebruch, d. h. ein wenig steilerer Abfall von etwa 50 m kommt allerdings östlich Balzhausen in der Gegend von Ebersbach vor (von 1020 auf 970 m), ein ähnlicher Bruch, noch sanfter und niedriger auf dem nördlich benachbarten Haupt Rücken in gleicher Lage (990 auf 950 m Gegend östlich Glashütten). Diese Abfälle sind sehr sanft, sie liegen im Wald, im Profil der Rücken treten sie als Abfälle nicht sichtbar hervor, und kaum fühlbar sind sie beim Darüberhinweggehen, ganz anders wie die steilen, kaum höheren Abfälle zwischen III und II bei Gündelwangen (westlich Bonndorf), die scharf ausgeprägt, sichtbar festlegbar sind nicht nur auf der Karte wie die obigen Unterbrechungen, sondern auch in der Natur (zum Unterschied von den obigen Unterbrechungen). Bei Ebnet also lassen sich III und II nicht mehr scharf voneinander trennen, wenigstens nicht an allen Stellen. Es sind die Höhenunterschiede zwischen beiden sehr klein, die Hangunterbrechungen sehr sanft geworden, ganz entsprechend der peripheren Lage der betreffenden Stellen.

Am Ende des Bonndorfer Rückens scheint III und II wieder so nahe zusammenzufallen, daß eine Scheidung kaum möglich ist. Die Hochfläche ist gewellt, unregelmäßiger als auf Buntsandstein, leicht und sanft kuppig, und sie geht über unteren und mittleren Muschelkalk hinweg, gegen die Wutach nur allmählich und stetig, ausgeglichen, ungebrochen absinkend. Darunter liegt sehr deutlich I gegen Wutachkañon zu der Hochterrasse absinkend. I geht hier im Wutachgebiet in die Höhe der Liasschichtstufe bei Mundelfingen über, II in die Höhe der Doggerstufe östlich über Mundelfingen und unmittelbar vor dem Albrand III scheint der Albhöhe nördlich vom Randen sehr genau zu entsprechen in Höhenlage und Charakter. Diese Hochfläche ist kein Stufenrumpf, sondern eine Piedmont-Fläche, von Tertiär bedeckt.

Beziehungen der Schwarzwaldabdachung zur Alb. Die Alb gehört südlich Klettgau zur Schwarzwaldabdachung, ist ein Stück davon; daher liegt Unterfläche der Juranagelfluh in der Flucht der abgedachten Niveaus, in der normalen Fortsetzung des nach S und SO geneigten I.

Um Bonndorf, d. h. vom Randen an nach N gehört die Alb nicht mehr zum Schwarzwald, sondern ist ein separates Krustenstück, in dem I, von Juranagelfluh bedeckt, aufgebogen, emporgewölbt ist; daher können die Schwarzwaldniveaus nicht mehr einfach mit Albfläche identifiziert werden!

Es zeigt sich folgendes: I, der Anlage nach Unterfläche der Juranagelfluh, aus dieser Unterfläche hervorgegangen und im S auch noch normal unter die Juranagelfluh eintauchend, liegt im N an 200 m oder mehr unter derselben Unterfläche, die wir auf dem Randen begegnen. Das ist nur so zu verstehen: I im S

angelegt, ist nach N, d. h. gegen höheres Gelände gewachsen, das sich ausgebreitet. Dieses angewachsene Stück der Fläche ist natürlich 1. jünger als die Anlage an der südlichen Peripherie, 2. sie liegt natürlich im Niveau, d. h. in der ungebrochenen Fortsetzung des unversehrten Stückes ursprünglicher Anlage im S, gegen das höhere Gelände nur leicht ansteigend; ansteigend nämlich, a) da jede wachsende Fläche im Sinne der Entwässerung allgemein abgedacht ist, alles Gelände einwärts ansteigt, und b) da die Scheide zwischen Wutach und Donau Hebungszone ist, Hebung andauern kann und die Niveaus und ihre anwachsenden proximalen Stücke schräg gestellt, mitgehoben sein können. 3. Das proximale Stück von I liegt natürlich tiefer als die zur Alb (Randen und Fortsetzung nach N und NO) aufgewölbten Stücke derselben Fläche (aber unversehrt, noch von Tertiär bedeckt, also vom Typus der distalen Stücke primärer Anlage).

Niveaus- und Schichtstufen im Wutachgebiet. Ebenso wie I ist auch II naturgemäß gewachsen, und zwar in Richtung die Gerinnsysteme aufwärts, also im Wutachgebiet von S nach N, und hat sich gegen W die Schwarzwaldabdachung hinauf ausgebreitet und ebenso gegen O auf Kosten der Alb. II liegt heute tiefer als aufgebogene Alboberfläche (Randen mit Tertiärbelag ist aufgebogenes I), nämlich das proximal seit der Anlage geländeaufwärts sich ausbreitende Stück von II, wiewohl es älterer Anlage ist als I. Und es scheint, daß erst III der Schwarzwaldabdachung im Niveau der Albhöhe liegt.

Es ist eine Folge der selbsttätigen Ausbreitung der Niveaus auf Kosten des jeweilig höheren Geländes und der Beziehung dieser Ausbreitung auf das gleiche Niveaustück ursprünglicher Anlage, daß im Bonndorfer Gebiet bis zum Randen hin die Niveaus sehr nahe oder ganz zusammenfallen mit Schichtstufen. Deren Herausbildung setzt wiederum das Einsetzen starker Abtragung — intensiver Erosion voraus (wie sie am proximalen Saume einer sich ausbreitenden Fläche selbstverständlich herrscht) und die Entblößung von strukturellen Denudationsbasen, also von flachlagernden Schichten verschiedener Widerständigkeit voraus. Ausbildung und Weiterbildung der Schichtstufen geht automatisch vor sich und ist bezogen auf Ausstrich widerständiger Schichten, aber diese Ausstriche wiederum kommen nur in soweit zustande, als die Abtragung sie entblößt, da die Abtragung auf die verschiedenen wachsenden Piedmont-Niveaus bezogen ist, so ergibt sich notwendig eine Abhängigkeit der Schichtstufen von den wachsenden Niveaus. Keine Schichtstufen z. B. können unterhalb einer wachsenden P-Fläche entstehen, sondern nur im Bereich der Stufe zwischen dieser und dem nächsthöheren Niveau. Vielleicht sind das die Ursachen für das Ineinandergehen der Niveaus in Schichtstufen im Wutachgebiet: III geht bei Bonndorfer Rücken in Muschelkalkfläche, II bei Mundelfingen und südlich Fuetzen in Doggerfläche, I bei Mundelfingen in Liasfläche über.

Jedenfalls geht auf dieses Ineinandergehen und die Ausbildung von Schichtstufen zwischen den proximal wachsenden Flächen die Schwierigkeit zurück, die Flächen in der weiteren Umgebung von Bonndorf (auf dem Bonndorfer Rücken selbst und südlich davon) mit Sicherheit zu erkennen und zu identifizieren. Man sieht sehr viele kleine Absätze, Terrassen, die zum Teil einfache Schichtstufen sind, wie Zwischenniveaus aussehen, vielleicht auch mit dem zwischen I und II zu tun haben (so bei Bonndorf selbst), andere die mit II oder III oder beiden zu tun haben, und solche, die mit keinem Niveau zu tun haben, sondern aus der inzwischen verschwundenen Stufe zwischen den Niveaus herausgeschnitten sind (die Stufen I—II und II—III kommen in Betracht, in erster Linie I—II).

Tertiär des Randen. Am Randenhof, schon ein wenig darunter, steht Juranagelfluh an, grobes Konglomerat, kalkiges sandiges Zement, große Gerölle, anscheinend nur Malmkalk.

Oberflächlich in lose Schotter aufgelöst, vermischt mit Roterde und Bohnerz, also eine sehr tiefgründige (mehrere Meter mächtig!) Witterzone!

Vom Randenhof an nach oben dagegen fehlt Tertiär vollkommen. Am Randenhof streicht Bonndorfer Bruch durch und trennt nach Regelmann Juranagelfluh im N von tertiärfreiem, gehobenem Flügel im S.

Vom Hof, der im Niveau der Plateauberge bis Tuttlingen hin liegt, führt ein kurzer, noch nicht 100 m hoher, steilerer Anstieg nach S auf den Hohen Randen. Dieser ist ein langgestrecktes, sehr breites und flaches Plateau, weithin so gut wie eben, ganz flach gewellt, ohne jeden Zweifel ein höheres Niveau, das sehr scharf

abgesetzt ist gegen die Tertiärfläche, eine Rumpffläche. Und diese Aufrangung rings vom Tertiär umflutet. Nichts deutet darauf, daß jemals auf der Rumpffläche des Randes Tertiär lag, auf den flachen, fast ebenen Flächen müßten Reste, Gerölle unbedingt vorhanden sein; denn was sollte sie bei dem so gut wie fehlenden Gefälle entfernt haben? Man findet aber nichts als eine tiefgründig aufbereitete, mächtige Schuttzone, gewachsenen Witterboden, Lesesteine, keinen Rest der Nagelfluh!

Der Hohe Randen ist ein höheres Niveau. Er entspricht II oder III auf dem Schwarzwald, sehr wahrscheinlich III, mit dem er auch heute noch in nahe gleicher Höhe liegt! Allerdings ist die relative Erhebung über I so klein, nur 100 m, ganz so wie es im Schwarzwald mit II über I zu sein pflegt.

Stufenland entlang der Wutach. Kappung der Albtäler nördlich vom Randen. Auf der W-Seite wird die Randenrumpffläche durch den fliehenden Stufenrand (Malmstufe) verkürzt genau wie sonst die Alb und wie dort werden durch die von der tief und lebhaft einschneidenden Wutach zurückgreifenden Täler die Täler zur Donau gekappt: Blumberg, Zollhaus usw. Diese Täler brechen scharf gegen die Wutach ab, und ihre Sohlen liegen im Niveau der Hochterrasse. Und wie vor der Alb sind auch vor dem Randen ehemalige Niveaus zerstört und durch schmale aber sehr ausgeprägte Schichtstufen über Muschelkalk, Lias und Dogger ersetzt. Hierher gehören die ausgeprägten Terrassen entlang der Wutach in der Gegend von Stühlingen, Terrassen, die ungefähr im Niveau der Hochterrasse (Muschelkalk), von I (Lias) und II (Dogger) liegen. Diese Ausbildung der Stufen, die nun automatisch zurückfliehen und den Abbruch des Randen und seines tieferen Tertiärniveaus verursachen und zurückverlegen, ist eine ganz natürliche Folge des lebhafteren Einschneidens der Wutach: von ihr greifen lebhafteste Seitenäste zurück, von Donauseite her dagegen geschieht in den Tälern nichts! Von den Talflanken her weichen die hier gebildeten Schichtstufenränder zurück und legen die Abbrüche zurück und verkürzen ebenso die Bergsporne. Alles flieht von Wutach her zurück auf Kosten der Niveaus des Randen. Am raschesten und ausgiebigsten geht das in den Nebentälern vor sich, langsamer entlang den Stufenflächen und an der Stirn der Bergsporne, die der Wutach zugekehrt sind.

Die Unterfläche des Tertiärs. Alter der Flächen, die in I zusammenfallen. Die Unterfläche des Tertiärs ist so gut wie vollkommen eben und verhält sich am Saume der zertalten Albtafel wie der Ausstrich einer söhlig lagernden Schicht. Auf der Fläche liegen im S mittelmiozäne Sandkalke mit *Pecten Herrmannseni* und pseudokonkordant darüber Juranagelfluh. Das Mittelmiozän reicht nach N nur bis zum Zollhaus. Nördlich davon fehlt es und ebenso östlich davon. Bei Thengen treten schmale Denudationsreste des Mittelmiozäns auf. Die Tertiärunterfläche ist älter als Mittelmiozän. Ueber diesem liegt neue Oberfläche, sich mit der Unterfläche sehr nahe deckend. Die neue Oberfläche ist die Denudationsfläche zwischen Mittelmiozän und Juranagelfluh. Diese liegt tatsächlich diskordant über jenem. In der Umgebung des Randen sind also bis zum Zollhaus 3 Oberflächen vorhanden, die sich nahezu decken: 1. mittelmiozän = Basisfläche des Tertiärs, 2. sarmatisch = Diskordanz an Basis Juranagelfluh, 3. heutige Rumpffläche = Oberfläche über Juranagelfluh.

Nördlich Zollhaus sind nur 2 Flächen noch sichtbar: 1. Unterfläche der Juranagelfluh (hervorgegangen aus Abtragung vor- und nachmittelmiozäner Transgression). 2. Oberfläche der Juranagelfluh.

Und nördlich Donau bei Tuttlingen ist nur noch eine einzige Fläche vorhanden = das Produkt aller Abtragungsstadien, die am Randen 3 Rumpfflächen nacheinander geschaffen haben und welche voneinander durch 2 Transgressionen getrennt sind, die 2. und 3. Rumpffläche = Regressionsfläche = Piedmontfläche wie die Basisfläche des Miozäns.

Die Fläche des Niveaus I ist demnach mittelmiozäner Anlage, lebt postsarmatisch wieder an dem bedeckt gewesenen Teil auf und wächst proximal seit Mittelmiozän, d. h. seit Erscheinen der Piedmontfläche vor der mittelmiozänen Transgression, bis zur Gegenwart geländeaufwärts.