namentlich den Raupen, ihre Eier an oder in den Leib, damit die ausschlüpfende Brut dieselben auffrisst; noch andere töten oder betäuben die Raupen und tragen sie als Beute in ihre Bruträhren ein. Viele Millionen von Insekten werden auf diese Weise durch ihre eigenen Klassengenossen zu Grunde gerichtet.

Die Insekten äußern sich mithin gegenüber den angestrebten Kulturzwecken des Menschen gleich wirksam in nützlicher wie in schädlicher Weise. Den mittelbaren Einfluß, wie er sich durch die Erhaltung des Gleichgewichts der organischen Welt in dem mehrfach angedeuteten großartigen Maßstabe kundgibt, zu beleuchten und abzuschätzen, wollen wir den eigenen Beobachtungen des Lesers auf einsamen Spaziergängen in der freien Natur überlassen. Ueber den vielfachen, oft sehr empfindlichen Schaden, welchen sie unseren Vorräten, Gärten und Feldern durch ihre gierige Gefräßigkeit zufügen, werden wir nachstehend in der speziellen Darstellung ausführlich berichten. *(Fortsetzung folgt.)*



Am Bache.

Einige Notizen über die Tätigkeit des fliessenden Wassers

(Nach Vorträgen, gehalten in den Sitzungen der geolog. Sektion

von **M. Lucius.**

Die auf der Erde stattfindenden geologischen Vorgänge lassen sich naturgemäß in zwei Gruppen teilen: 1) die tellurischen oder endogenen, welche von Kräften hervorgerufen werden, die ihren Sitz und Ursprung in der Erde selbst haben; 2) die sideralen oder exogenen Vorgänge, die ihren Ursprung in letzter Linie in der Sonne haben.

Die tellurischen Vorgänge, der Vulkanismus und die Bewegungen der festen Erdrinde nebst ihren Begleiterscheinungen wie Gebirgsbildung, Niveauschwankungen, Erdbeben schaffen stets neues Relief; die sideralen Vorgänge stehen ihnen entgegen, sie nivellieren; was erstere emporgetürmt, suchen letztere abzutragen. Die gegenwärtigen Formen der Erdoberfläche sind das momentane Ergebnis dieses ewigen Widerstreites.

Weitaus die wichtigste Rolle beim Abtragen der durch tellurische Kräfte geschaffenen Unebenheiten spielt das Wasser. Alle durch die Verwitterung losgelösten Gesteinteile befinden sich in einem labilen Gleichgewicht und vermittels des beinahe überall tätigen fließenden Wassers können sie, der Schwerkraft gehorchend, zu den tiefsten Stellen der Erde transportiert werden. Die allmähliche Abtragung und Verflachung der Festländer ist besonders das Werk des fließenden Wassers, und hier spielen wiederum die kleinen Gewässer, Bäche und Flüsse, eine Hauptrolle. Die Beachtung der Tätigkeit eines Baches hat aber nicht blos für den Fachmann Interesse, sondern muß die Aufmerksamkeit eines jeden fesseln, der für das Wirken der Natur nur irgendwie mit offenen Sinnen begabt ist. Weiter stehen mit dem Werden und der Tätigkeit des Baches manche andere Fragen von allgemeinem Interesse im Zusammenhang.

Von der Niederschlagsmenge, die ein Gebiet trifft, verdunstet ein Teil gleich wieder. Die klimatischen Verhältnisse, welche wieder von vielen anderen Umständen abhängig sind, auf die nicht weiter eingegangen werden kann, bedingen sowohl das Maß der Verdunstung, als auch die Menge und die Form der Niederschläge. Ein anderer Teil der Niederschläge sickert in den Boden oder fließt oberflächlich ab. Ob dieser Restteil vom Boden aufgesogen wird und sich unterirdisch als Grundwasser ansammelt oder ob es als Wildwasser nach jedem Regenguß über den Boden frei zirkuliert, hängt von dem Relief und der Natur des Bodens ab. Man nimmt im großen Ganzen an, daß von den atmosphärischen Niederschlägen, soweit sie das Festland betreffen, ein Drittel sofort verdunstet, ein Drittel vom Boden aufgesogen wird und ein letztes Drittel oberflächlich abfließt. Doch diese Annahme ist eine nur sehr beiläufige und ist es daher lehrreich, die Verdunstung, die Infiltration und den frei zirkulierenden Teil des Wassers etwas näher zu betrachten.

Es verdunsten jährlich 386 000 cbkm Wasser, was einem Würfel von 76 km Seite entspricht. Es verdunsten nun zwischen dem Äquator und dem 10. Breitegrad jährlich 160 cm Wasser, zwischen dem 50. und 60. Breitegrad aber nur mehr 40 cm, im Mittel beträgt die Höhe der jährlichen atmosphärischen Niederschläge 106 cm. Ein Teil dieser Wassermenge steigt in Dampfform in die Höhe, um dann wieder direkt als Regen sich ins Meer zu ergießen. Es ist dies der kleine Kreislauf des Wassers: sein Weg ist: Meer — Wolken — Meer. Dieser Kreislauf ist besonders heftig in der Nähe

des Aquators, in der Kamenzone und ihrer Nachbarschaft, weiter in einem Gebiet etwa 30—35 ° polwärts.

Ein anderer Teil der Wassermenge tritt aufs Land. Dieser führt den sog. großen Kreislauf aus; sein Weg ist: Meer, Wolken, Boden, Fluß, Meer.

Welche Wassermenge tritt aufs Land, welche fällt direkt ins Meer zurück? Nun, da scheint die Sache sehr einfach zu liegen. Weil die Wassermenge des Ozeans sich nicht mindert, muß die in Dampfform aufs Land übertretende Wassermenge durch die Flüsse dem Meer wieder zugeführt werden, oder die Wassermenge der Flüsse ist gleich der Dampfmenge, welche das Meer dem Festland abgibt.

Die Wassermenge aller zum Meere abdachenden Flüsse beträgt 25 000 cbkm. Es sind dies nur 7 % der gesamten Verdunstungsmenge; 93 % fallen also direkt wieder ins Meer. 25 000 cbkm, welche der Wassermenge der Flüsse entsprechen, über das zum Meer hin entwässerte Gebiet verteilt, entsprechen aber einer Regenhöhe von nur 7 cm. Die Höhe der dieses Gebiet treffenden Niederschlagsmenge beträgt indes 98 cm, was einer Wassermenge von 112 000 cbkm entspricht. Der Rest von 87 000 cbkm wird durch die eigene Verdunstung des Landes gedeckt. Diese Regenmenge wird also nicht direkt von den Wasserdämpfen des Meeres gespeist, sondern von den auf dem Lande von Seen und Flüssen, besonders aber von den aus Wäldern und Wiesen in die Atmosphäre gelangenden Dampfmengen. Natürlich haben alle diese Wassermassen ihren Ursprung im Weltmeere, aber jene 25 000 cbkm Wasserdampf erscheinen im Wasserhaushalt des Landes gleichsam als Betriebskapital, das mehrfach umgesetzt wird, ehe es durch die Flüsse dem Ozean zurückgegeben wird.[1]) Man könnte wohl noch sagen, daß diese 87 000 cbkm dem Lande definitiv gewonnen sind und blos zwischen dem Boden und den Wolken hin- und herwandern.

Eine Schwankung in diesem Betriebskapital macht eine 3,5 mal stärkere Schwankung im Umsatzkapital aus, so daß eine Verminderung oder Vermehrung der Dampfzufuhr vom Ozean sich in viel empfindlicherem Maße auf dem Festlande geltend macht, was gleich das Klima beeinflußt, welcher Umstand wieder von weittragenden Folgen für andere Erscheinungen der Erdoberfläche ist.

Die Verdunstung für ein gegebenes Gebiet hängt indes

[1]) Dr. E. Brückner, „Meer und Regen“ in Naturwissensch. Wochenschrift. 1905. № 26.

nicht blos von der Temperatur, sondern auch von dem physikalischen Zustand des Bodens und der Vegetation ab. Das Maß der Verdunstung ist natürlich um so größer, je schwärzer und wärmer der Boden ist. Wälder und Wiesen aber verhindern besonders die Verdunstung, zumal im Sommer, wo diese am meisten von nöten ist, indem sie die Regentropfen, welche zwischen der Moderdecke von Blättern und durch die Grashalme zum Boden vordringen, gegen die direkte Sonnenbestrahlung wirksam schützen. So hat man das Maß der Verdunstung im dichten Fichtenwald mit 68, im Buchenwald mit 38, im Eichenwald mit 31 % des Niederschlages gefunden. [1])

In den gemäßigten Zonen nützen Sommerregen den Wasserläufen kaum, trotzdem die Regenhöhe des Sommers die des Winters übersteigt; aber da im Sommer auch eine stärkere Verdunstung stattfindet, so ist die Wassermenge des Flusses oder Baches viel regelmäßiger verteilt als bei umgekehrten Verhältnissen. In unserm Lande beträgt die mittlere jährliche Niederschlagsmenge während einer 20jährigen Beobachtungszeit (1854—1873) 765 mm. Im Mittel beträgt die Anzahl der Regentage im Jahre 117. Von Januar bis Juni beträgt die mittlere Höhe der Niederschlagsmenge 350 mm, von Juni bis Dezember 415 mm. Die Regenmenge variiert stark von einem Jahre zum andern, z. B. 1858: 532 mm, 1866: 1026 mm; stärker aber noch von einem Monat zum andern: Januar 1871: 00 mm; April 1869: 00 mm; November 1872: 199 mm; Dezember 1868: 207 mm. [2])

Interessant ist noch folgende Zusammenstellung: die mittlere Wassermenge der Sauer, welche ja den größten Teil unseres Landes entwässert, betrug während 15 Jahre (1855 bis 1869) 325,2 l pro Jahr und pro qm Entwässerungsgebiet; die Regenmenge in derselben Periode für die nämliche Zeit und dieselbe Fläche betrug 776,7 l. 42 % der gefallenen Regenmenge wurden also dem Fluß zugeführt; 58 % aber verdunsteten sofort oder wurden von der Tier- und Pflanzenwelt aufgenommen. [3])

Der Teil, welcher nicht verdunstet, speist die Bäche und mithin die anderen Gewässer. Ist der Boden durchlässig, so dringt so viel Wasser ein, bis derselbe von Feuchtigkeit gesättigt ist, welche als Quell- oder Sickerwasser wieder zu-

[1]) Fr. Toula, Lehrbuch der Geologie, 2. Aufl. S. 61.

[2]) Dr Glæsener, Le G.-D. de Luxembourg historique et pittoresque,

[3]) Sivering, Institut r. g.-d., section des sciences nat. et mathémat. tome XIV. 1874, zit. bei Dr. Glæsener, G.-D. de Luxembourg.

tage tritt, um den Bach zu speisen. Da dieses Wasser längere Zeit braucht, um die Schichten zu durchsetzen, und erhebliche Niederschläge in den Boden eindringen können, so wird der Abfluß des Regenwassers reguliert und der Wasserstand der Bäche und Flüsse solcher Gegenden unterliegt nur einem geringen Wechsel. Ist der Boden indes undurchlässig oder ist die Fläche so stark geneigt, daß die Schwerkraft stärker ist als die Kräfte, welche das Wasser in den Boden einzusaugen streben, so fließt beinahe die ganze Niederschlagsmenge direkt zum Talweg ab.

Solche Wildwasser halten keinen festen Weg ein. Dem Weg des stärksten Gefälles folgend, stürzen sie sich in schmalen Rillen, und ohne daß es zum Ansammeln größerer Wasserfäden kommt, ins Tal, den Bach schnell anschwellend und dessen Wasser durch den mitgeführten Gesteinschutt trübend. Aber ihre Dauer steht im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Wucht, und die von den Wildwassern gespeisten Bäche sind großen Schwankungen unterworfen.

Während Länderstriche mit durchlässigem Boden wenige, aber reichliche Wassermenge führende Bäche und Flüsse haben, die von kräftig strömenden Quellen gespeist werden, welche auch bei größerer Trockenheit nicht versiegen, findet man auf Arealen mit undurchlässigem Boden wenige und schwach fließende Quellen, viele nasse Wiesen, Sümpfe und Weiher, da auf den Ebenen das Wasser keinen Abzug hat; dazu ist der Boden von vielen unansehnlichen Wasserläufen durchfurcht, welche meist mit starkem Gefälle aus dem Bergland in die Ebene stürzend, ein stürmisches aber ephemeres Dasein führen.

Doch gehen wir jetzt etwas näher auf den Ursprung eines Tales ein. Damit ein fertiges Tal oder ein sog. Talweg entstehen kann, müssen unbedingt die ersten Rudimente vorgezeichnet sein, sei es in einer Neigung der Schichten oder in irgendwie entstandenen Bodenfurchen oder Depressionen, welche dem frei abfließenden Regenwasser und den Quellen gestatten, sich zu stärkern Rinnsalen zu vereinigen und so ein Volumen zu erreichen, welches ihnen das dauernde Dasein unter der Form fließender Wasser gestattet. Der Satz, daß die Täler ein Werk der Bäche und Flüsse seien, ist also nicht dahin zu verstehen, als ob irgendwie ein Bach oder Fluß hergekommen sei, um diese Bodenfurche auszuhobeln, sondern jedes Tal hat eine Evolution durchgemacht, und jedem Stadium dieser Entwicklung entspricht auch ein Stadium in der Gestalt des darin fließenden Wassers, und die

Frage, was das primäre sei: das Tal oder der Bach? ist dahin zu beantworten, daß beide Formen sich gegenseitig bedingen, gegenseitig in ihrer Entwickelung von einander abhängen. [1])

Das Experiment der Talbildung können wir überdies an einer geneigten, wasserundurchlässigen Schicht nach jedem starken Regenguß beobachten. Indem die fallenden Regentropfen, der Bodenneigung folgend, abwärts gleiten, vereinigen sie sich zu kleinen Wasserfäden, die etwas unter dem Kamme der geneigten Fläche (denken wir uns eine Böschung an einer Straße) sich eine Rille ausnagen, mit benachbarten Fäden zu stärkeren Rinnsalen sich vereinigen, und losgelöstes Gesteinsmaterial mit sich führend, nach dem Fuße der Böschung in die Ebene stürzen, wo die mitgeführten Bodenteilchen in Gestalt eines Kegels zu Boden sinken. Jede neue Regenschauer verwischt die Grate mehr und mehr, welche die einzelnen Furchen trennen, die Gehänge der Rillen werden sanfter, kleinere Zuflüsse zerfurchen wieder diese Gehänge, unten schneidet das Tälchen immer tiefer ein, nach oben hin verlängert es sich, seitlich findet eine Verzweigung statt, so daß das Sammelgebiet stets vergrößert wird. Was hier im kleinen geschieht, wiederholt sich bei jeder Talbildung. Das Tal wächst von unten nach oben, unten vertieft es sich, die allzu steilen Gehänge rutschen nach oder werden vom Regen abgewaschen und das Material vom Fluß oder Bach fortgeführt, was eine ständige Erweiterung des Tales bedeutet, oben schneidet es immer tiefer in die Unterlage ein, seitlich entstehen immer neue Nebentäler.

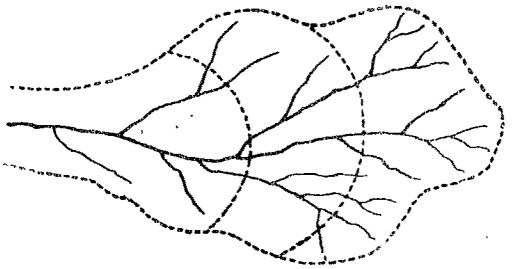


Fig. 1. — Rückwärtsverlängern und Seitwärtsverzweigen eines Talsystems (nach E. Kayser).

Fig. 1 stellt die allmähliche Rückwärts- und Seitwärtsverlegung eines Tales dar, in welchem die einzelnen Stadien

[1]) Stanislas Meunier, Géologie expérimentale.

der Entwicklung durch die punktierte Linie abgetrennt sind, Die Vorgänge spielen sich also folgendermaßen ab: 1. Vertiefen, 2. Nachrutschen der Gehänge, 3. Rückwärtsverlängern, 4. Rückwärtsverzweigen. (Albert Heim.)

Da die Erosionskraft des Wassers bei gleichem Gefälle mit der Wassermenge stets zunimmt, so wird der Talbildungsprozeß sich anfänglich am energischsten da beteiligen, wo der Bach am wasserreichsten ist. Wird das Gefälle vermindert, so kann die Kraft des Baches nicht mehr hinreichen, um sein Bett zu vertiefen, wohl aber vermag er die ihm zugeführten Gesteinsteile noch weiter zu transportieren. Sinkt das Gefälle noch und damit die Schnelligkeit des Wassers bis unter ein bestimmtes Maß, so vermag eine noch so bedeutende Wassermenge das Gesteinsmaterial nicht mehr in der Schwebe zu erhalten und es sinkt zu Boden.

In dem Profile Fig. 2 bedeutet A B eine gleichmäßig geneigte Fläche, welche durch keine Erosionsfurche unterbrochen ist. Über die Fläche fließt ein Bach. Da er am Fuße am wasserreichsten ist und hier mithin am meisten erodiert, so schneidet er am Fuße zuerst eine tiefe Talfurche ein. Der Wasserlauf entspricht dann der Profillinie A 1 2 B. Doch auf der Strecke 2-B hat der Bach das Niveau der Ebene fast erlangt, er hat nicht mehr Gefälle genug, das mitgeführte Material weiterzuführen, sondern lagert Kies und Sand ab.

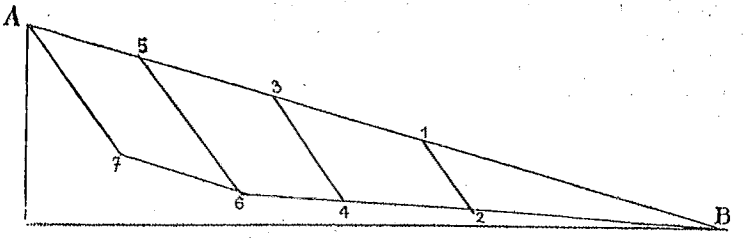


Fig. 2. — Verlauf der Talbildung (nach Hochstetter).

Das starke Gefälle bei 1-2 ermöglicht aber dem Bache, hier tiefer in den Grund einzuschneiden und sein Lauf wird nach einiger Zeit durch die Profillinie A-3-4-2-B dargestellt. Endlich ist der Einschnitt des Tales bis zum höchsten Punkt vorangeschritten, das Tal stellt sich als die Linie A-7-6-4-2-B dar. Auf der Linie A-7 wird der Bach noch weiter erodieren, um auch die höchste Spitze allmählich abzutragen; dieser Teil heißt die Bergregion oder der Oberlauf des Gewässers, der Teil 7-6, wo das fließende Wasser blos transportiert oder

noch die Ufer unterwühlt und zum Absturz bringt, das Tal also erweitert aber nicht mehr tiefer legt, ist der Mittellauf. Die Linie 4-2-B endlich, wo das Wasser die mitgeführten Gesteinsteile zu Boden sinken läßt und ablagert, ist der Unterlauf.

Stellen wir uns jetzt einen Berg vor, welcher zu zwei Seiten gleichmäßig abdacht, Fig. 3. Bei A, wo die oberen

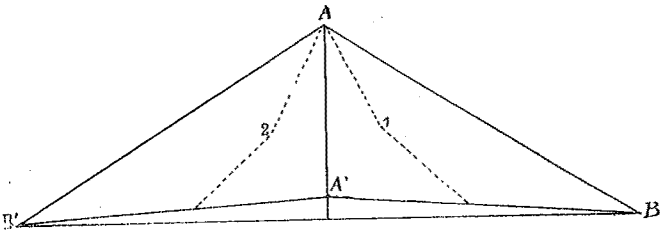


Fig. 3. — Erniedrigung der Wasserscheide (nach Hochstetter).

Partien zweier Täler von entgegengesetzter Richtung und annähernd gleicher Wassermenge sich nähern, wird der wasserscheidende Gebirgsrücken allmählich verschmälert und abgetragen. Im Laufe der Zeiten entsteht die Form A-1-B resp. A-2-B^1, d. i. sanft geneigte Täler mit steiler Wasserscheide. Weiter bleibt von dem Berge endlich nur mehr der flach verlaufende Hügel B^1-A^1-B übrig, aber mit der Schaffung dieser Talform verschwindet auch der energisch erodierende Oberlauf des Wassers, welches jetzt in einem ruhigen Lauf über A^1-B resp. A^1-B^1 fließt.

Aber gesetzt nun, der Wasserlauf A-1-B erhalte reichlichere Regenzufuhr oder werde durch sonstige Zuflüsse reichlicher gespeist. Infolge größerer Wasserfälle arbeitet er rascher und fällt in das benachbarte Gebiet ein, erobert dessen Zuflüsse zum Teil für sich, es entstehen die Bifurkationen. Ein Flußgebiet kann auf diese Weise nach zwei Meeren Wasser absondern. Es ist dies der sogenannte Kampf um die Wasserscheiden. Später kann näher zu B^1 eine leichte Bodenschwellung entstehen, sodaß wieder zwei Systeme sich bilden. Die Wasserscheide rückt also näher nach B^1 hinüber und so kann es kommen, daß die Kammlinie nicht mehr mit der Wasserscheide zusammenfällt.

Das Bestreben des fließenden Wassers geht unaufhörlich dahin, in den Gleichgewichtszustand zu gelangen, welcher dann erreicht ist, wenn die mittlere Stärke des abfließenden Wassers gleich ist dem Widerstand, welchen die Reibung

des Bettes der Bewegung des Wassers entgegengesetzt. Wäre der Untergrund nun von gleicher Beschaffenheit, das Gefälle über die ganze zu überströmende Fläche gleich, wie auch die Wassermenge, dann würde der Schnitt durch die Längserstreckung oder das Längsprofil sich durch eine Kurve geometrisch darstellen lassen. Diese Kurve tangiert an der Mündung mit der Horizontalen, welchen Punkt, von dem die Erosionsarbeit ausgeht, man Erosionsbasis nennt, und steigt bachaufwärts. [1])

Nur einige wenige Flüsse in alten, homogenen Terrains haben diesen Gleichgewichtszustand erlangt, in solchem Falle haben wir ein fertiges Tal vor uns. Bei den meisten Tälern wird die Regelmäßigkeit der Kurve durch Gestein verschiedener Härte und durch seitliche Zuflüsse gestört. In diesen unfertigen Tälern stoßen Ober-, Mittel- und Unterlauf in einem Winkel an einander, statt eine einheitliche, gleichmäßig abfallende Kurve zu bilden, und die Erosionskraft übersteigt im allgemeinan den Bodenwiderstand. Die Lage der Schichten, der Wechsel in der Härte und Festigkeit des Gesteins, sowie Durchlässigkeit und Zerklüftung oder Undnrchlässigkeit spielen eine Rolle in der Entwicklung des Tales, beeinflussen die Gestaltung sowohl des Längs- wie des Querprofils.

In ungestörten Schichten bleibt im allgemeinen die Lagerung des Gesteins auf längere Strecken gleichförmig, und die Talbildung geht demgemäß regelmäßiger und in weniger komplizierter Weise vor sich als in Gegenden mit gestörtem Schichtenbau, wo in den Mulden, Verwerfungsspalten, Grabenbrüchen oder sonstigen tektonischen Senkungen die Richtung der Täler vielfach vorgezeichnet ist, wie auch die Härte des Gesteins hier viel häufiger und unvermittelter wechselt als in Gegenden mit horizontal gelagerten Schichten, so daß oft fertige Talstrecken mit unfertigen abwechseln oder Unter-, Mittel- oder Oberlauf sich beim selben Fluß mehrmals wiederholt.

Ist der Boden undurchlässig, so fließt alles Wasser in zahlreichen Wasserfäden oberirdisch ab. Es entstehen viele Bäche und kleinere Flüsse, die abtragende Tätigkeit des Wassers setzt an vielen Punkten zu gleicher Zeit ein, zwar nur kräftig nach stark strömendem Regen, aber die Flüsse arbeiten schnell, die Täler wachsen rasch in die Tiefe und ebenso in die Breite, weil die an den Talflanken abrieselnden Regenwasser immer neues Material wegwaschen und in den

[1]) A. de Lapparent, Leçons de géographie physique.

Fluß führen, der es weiterbefördert. Zahlreiche aber unbedeutende Wasserläufe, mit meistens vielfach gewundenem Laufe, deren Wassermenge bedeutenden und schnell eintretenden Schwankungen unterworfen sind, charakterisieren ein Gebiet mit undurchlässigem Untergrund.

Bei durchlässigem Boden wird das Regenwasser rasch aufgesogen; seine Tätigkeit ist also als solches sehr gering. Aber in größerer Tiefe sammelt es sich an, wenn es nämlich auf eine undurchlässige Schicht trifft, um dann an geeigneten Stellen als Quellen hervorzubrechen. Diese vereinigen sich dann zu wenigen, starken, unbedeutenden Schwankungen unterworfenen Wasserläufen, welche wegen ihrer Wassermenge schnell erodieren, gewöhnlich aber steilwandigere Talflanken aufweisen als die Talwege im undurchlässigen Gestein, weil bei der Durchlässigkeit des Gesteins die Regenspülung gering ist.

Die Abhängigkeit des Flußsystems eines Areals vom Untergrund kommt auf genauen Karten so zum Ausdruck, daß ein geschultes Auge die Bodenbeschaffenheit auch ohne die Eintragung der konventionellen geologischen Teinten erkennen kann.

Jeder Wechsel in der Härte des Gesteins macht sich in auffallender Weise bei der Talbildung geltend. Die Erosionsarbeit geht in hartem Gestein natürlich langsamer vor sich als in weichem. Wenn z. B. in dem in Fig. 4 a gedachten Falle über weichem Sandsteine (2) ein harter Sandstein, sog. Benglick, einsetzt, so wird das Tal sich unterhalb der harten Schicht rascher austiefen als in derselben, es wird deshalb allmählich eine Talstufe entstehen, über die der Fluß in einem Wasserfalle stürzt. Fig. 4 b.

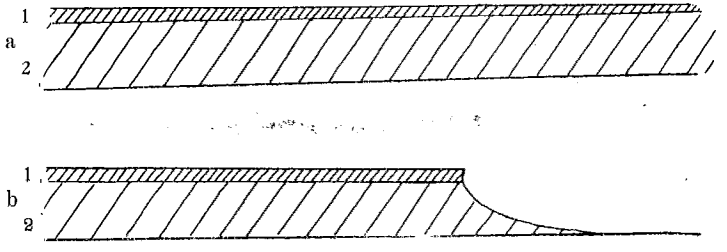


Fig. 4. — Entstehung eines Wasserfalles.

Stößt das Wasser gegen eine Uferwand oder gegen ein Hinderniß in der normalen Richtung seiner Strömung, so wird es nach dem Gesetze der Zurückwerfung unter einem

dem Einfallswinkel gleichen Winkel zurückgeworfen und wendet sich nun, gleichzeitig von seiner Stoßkraft und der allgemeinen Neigung seines Bettes getrieben, allmählich in einem Bogen zur andern Seite. Dort wird das Wasser von neuem zurückgeworfen und wendet sich abermals in schräger Richtung quer über das Flußbett. Die erste Ablenkung ist also die Veranlassung zu einer ganzen Reihe von Windungen. Dadurch also, daß der Fluß auf einen Widerstand stößt — eine schwer zu erodierende Gesteinsbank, eine feste Kiesbank u. s. w. — entstehen die bekannten Flußbiegungen oder Mäander. Eine Hauptursache der Serpentinenbildung liegt jedoch in dem Bestreben des Flusses, durch eine Verlängerung des Laufes eine Verminderung des Gefälles herbeizuführen. Dabei wird natürlich der Talboden ausgeweitet.

Da das Wasser nicht so schnell die harte Schieferbank (Devon) ausnagen kann, so hat in dem im weichen Sandstein (Buntsandstein) liegenden Gebiet der Wasserlauf einen Gefällsüberschuß, der zur Bildung von Mäandern und zu einer Talausweitung führt. Fig. 5.

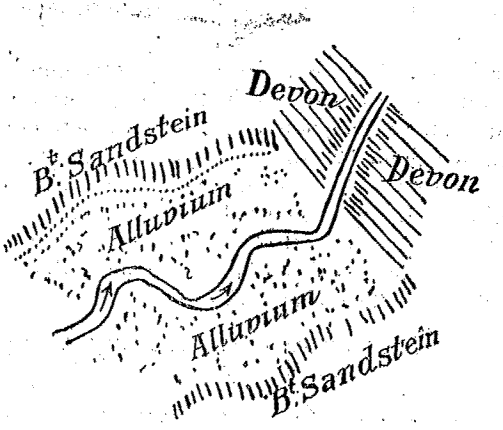


Fig. 5. — Entstehung von Flußkrümmungen (nach K. Keilhack).

Obwohl also im allgemeinen der Oberlauf eines fließenden Wassers reißender und durch Schnellen und Kaskaden charakterisiert ist, kann durch die Gesteinsbeschaffenheit sich dieses Charakteristikum desselben im Unterlauf wiederholen, wie auch im Oberlauf Partien anzutreffen sind, welche inbezug auf Gefälle, Talweite, Ablagerung die Merkmale des Unterlaufes zeigen.

Doch betrachten wir auch den Querschnitt eines Tales.

Bei der Schaffung des Querprofils haben wir zwei Stadien auseinanderzuhalten. 1) Der Fluß legt sein Bett tiefer, indem er sich eingräbt, d. h. durch die Erosionskraft eine Rinne auswühlt und die Wände durch Unterwühlen nach und nach zum Absturz bringt; der Talboden ist schmal, die Wände mehr oder weniger steil, je nach der Terrainbeschaffenheit. 2) Der Fluß hat so viel von seinem Gefälle verloren, daß die erodierende Tätigkeit durch die transportierende ersetzt ist Die Talwände werden nur mehr durch die Verwitterung und Regengüsse geändert; die Verwitterung löst los und die Regengüsse führen zu Tal bis in den Fluß, so daß das Tal immer mehr ausgeweitet und abgeplattet wird. Es ist klar, daß der Unterlauf eines fließenden Wassers breits im zweiten Stadium sein kann, während der Oberlauf im ersten ist, ja, daß einzelne Partieen im Unter- oder Oberlauf im ersten oder zweiten Stadium sich befinden.

Bei einem Stromsystem kommt natürlich der Hauptstrom zuerst ins zweite Stadium. Die Nebenflüsse, welche ja als Erosionsbasis den Einmündungspunkt in den Hauptfluß haben, können erst ins Stadium der Ausweitung gelangen, nachdem der Hauptfluß im Gleichgewicht ist, und so schreitet die Erosion von den Einmündungsstellen ins Meer allmählich die Gebirge hinan bis zuletzt die kleinsten Nebenarme zur Ruhe kommen.

Wie beim Längsprofil, so prägt sich auch Härte und Durchlässigkeit des Gesteins im Querprofil aus. Im harten Gestein sind die Täler tief, eng und steilwandig, im weichen flach, breit und sanft geböscht. Jeder Wechsel im Gestein macht sich in auffälliger Weise bemerkbar. Liegt das Tal in horizontalen Schichten von wechselnder Härte, so nehmen die Gehänge verschiedene Gestalt an; jeder härtern Partie entspricht ein senkrechter Abfall, jeder weichern eine sanftere Böschung. Bei undurchlässigem Boden ist infolge der kräftigen Regenspülung das Tal weit, die obere Kante sanft gewölbt; bei durchlässigem oder stark zerklüftetem Gestein bewahren die Täler steile Böschung, im stark zerklüfteten Sandstein nehmen die Täler cannonartige, die Berge bastionförmige Gestalt an.

Die Geschwindigkeit der Bewegung des fließenden Wassers hängt ab: 1) vom Gefälle und 2) von der Wassermasse. Sie wird gewöhnlich durch die Formel $v = 50\sqrt{r\,i}$ (1) bestimmt, wobei i das Gefälle und r die hydraulische Tiefe, d. h. das Verhältnis der Fläche des Querprofils zum benetzten Umfang vorstellt. Die Geschwindigkeit ist natürlich nicht überall

gleich, sie ist gewöhnlich am schwächsten im Unterlauf, am stärksten im Oberlauf. Doch erleidet diese allgemeine Regel im einzeln viele Ausnahmen wegen der vielfachen Abhängigkeit des Gefälles und der hydraulischen Tiefe vom Untergrund. Auch an einem und demselben Querprofil bewegen sich die Wasserteilchen verschieden schnell. Die größte Geschwindigkeit heißt der Stromstrich. Der Stromstrich befindet sich über der größten Wassertiefe etwas unter der Oberfläche, weil die Reibung am Grunde und an den Ufern, sowie auch an der Luft Verzögerung bewirkt. Da alle ins Wasser geworfenen schwimmenden Gegenstände nach der Linie größter Geschwindigkeit treiben, so kann auf diese Weise die Stromlinie leicht aufgefunden werden; bei gradem Lauf liegt sie in der Mitte, windet sich der Fluß aber hin und her, dann wird die Stromlinie nach dem konkaven Ufer gedrängt. Die hier gemessene Maximalgeschwindigkeit ist 18—20 % größer als die mittlere.

Die Sauer fällt auf eine Länge von 72 km (Martelingen bis Ettelbrück) um 169 m (Martelingen 394 m, Ettelbrück 195 m über d. M.). Ihr Gefälle beträgt also 2,72 m pro km. Das Gefälle der Untersauer ist 63 m (Länge 60 km, Ettelbrück 195, Wasserbillig 132 m über d. M.) Das Gefälle der Alzette bträgt 1,07 m, der Attert 2,40 m pro km. [1])

Die mechanische Arbeit der Bäche und Flüsse ist gleich der Arbeit ihrer Wassermenge, fallend vom Quellpunkt bis zur Mündung, oder ist eine Umsetzung der Sonnenenergie, welche die dazu nötige Wasserdampfmenge vom Meeresniveau bis zum Verdichtungspunkt hob. Die bewegende Kraft des Wassers nimmt zu mit der Masse desselben, sie wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit gemäß der Formel: $fs = {}^1/_2\, v^2$ (2), wobei fs die lebendige Kraft, m die Masse und v die Geschwindigkeit bedeutet. Nach Hopkins und Airy soll die bewegende Stoßkraft mit der sechsten Potenz der Wassergeschwindigkeit wachsen, bei verdoppelter Geschwindigkeit also 64mal schwerere Flußgeschiebe fortzurollen imstande sein. [2])

Eine Gegenüberstellung der Formel (1) und (2) ergibt, daß bei zunehmender Breite des Flußbettes die bewegende Kraft des Wassere abnimmt, in einem engen Tal aber größer ist, weil die Geschwindigkeit im ersten Falle vermindert wird, im zweiten aber zunimmt. Vereinigt sich ein Bach mit

---

[1]) Sivering a. a. O.

[2]) Zitiert bei Fr. Toula, Lehrbuch der Geologie.

einem zweiten Nebenbach, so nimmt ebenfalls die Geschwindigkeit und demgemäß die Transportkraft zu. Da die Wassermenge aufs doppelte angewachsen ist, kaum aber an Breite zugenommen hat, so ergibt sich, daß die Tiefe zwar zugenommen, die Reibung aber bedeutend vermindert wurde, da die vereinigten Wassermassen nur die Reibung von einer Bodenfläche und 2 Seitenflächen, statt von 2 Böden und 4 Seitenflächen auszuhalten hat. [1])

Der Umstand, daß die bewegende Stoßkraft des Wassers mit der sechsten Potenz wächst, erklärt auch die ungeheure Zerstörungskraft mancher Gebirgsgewässer, welche beim Eintreten von Schneeschmelzen und Gewitterergüssen oft schreckliches Unheil in den Gebirgen anrichten. Es ergibt sich ferner hieraus, daß ihre erodierende Tätigkeit eine intermittierende ist. Es sind gewöhnlich nur hurtige Wasserfäden, die bei solchen Gelegenheiten zum reißenden Bergstrom anschwellend, ebensoviel Schlamm als Wasser führend, in kurzer Zeit gewaltige Spuren erodierender Tätigkeit hinterlassen.

Es bedarf außerordentlich geringer Neigung des Gefällwinkels, um eine lebhafte Strömung hervorzurufen. Nach Zusammenstellungen von Elie de Beaumont [2]) erzeugt ein Gefälle von $^1/_2$ cm auf das km oder eine Neigung von 10″ eine Bewegung des Wassers, die nur an der Ortsveränderung schwimmender Körper wahrzunehmen ist; bei einem Gefälle von 3,5′ oder 10 cm ist die Grenze der Schiffbarkeit erreicht; bei 30′ Neigung oder einem Gefälle von ca. 87 cm auf das km werden Gerölle bis zu Kopfgröße, bei $1\,^1/_2$ Grad werden $^2/_3$ m große Blöcke gerollt, und bei einer Neigung von mehr denn 5 Grad hört der Bach auf, eine zusammenhängende Masse zu bilden, er löst sich in einzelne Wasserstürze auf.

Stevenson gibt folgende Zahlen über die Transportfähigkeit des Wassers bei verschiedener Beschleunigung: Bei einer Schnelligkeit von 15 cm am Grunde, was ungefähr einer doppelten Schnelligkeit im Stromstriche gleichkommt, führt das Wasser feinsten Schlamm, bei einer solchen von 20 cm, was einem Gefälle von $^1/_{50\,000}$ entspricht, führt das Wasser Sandkörner so groß wie Leinsamen. Ist also die Schnelligkeit unter 15 cm gesunken oder ist das Gefälle etwa $^1/_{66\,000}$, so kann der Fluß keine Sedimente mehr weiterführen, das Endrelief des Festlandes ist bei dieser Neigung erreicht. Bei 30 cm/sec transportiert das Wasser ganz feinen Kies von

[1]) Charles Syell, Principles of Geologie, vol. I.

[2]) Zit. bei Neumayr, Erdgeschichte, Bd. I, S. 477.

0,0017 m, bei 60 cm/sec wühlt das Wasser Gerölle von 1,5 cm Durchmesser am Boden auf, bei 90 cm führt es am Boden eigroße, eckige Steine. Um im festen Gestein einzuschneiden, bedarf es eines Gefälles von 2,5 m pro km = ca. $^1/_2$ Grad. Fließende Gewässer, deren Talweg diese Neigung nicht mehr anfweist, vermögen ihr Bett also nicht mehr tiefer zu legen oder zu erweitern, sondern vermögen blos zu transportieren.

Diese Transportkraft des Wassers könnte ungewöhnlich erscheinen, sie erklärt sich aber durch verschiedene Umstände. Die meisten Steine besitzen ein spezifisches Gewicht von wenig über 2 $^1/_2$; sie verlieren in reinem Wasser fast die Hälfte ihres Gewichtes, in dem mit festen Teilen, oft sehr schlammreichen Wasser aber noch mehr. Was der auf geneigter Unterlage wirkende Wasserdruck nicht zu leisten vermag, das bewirkt der Stoß des vom Wasser fortgeschobenen Steines gegen den Stein. Gröbere Blöcke liegen ferner auf Anschwellungen feinen Sandes und dadurch, daß das Wasser diese Unterlage angreift, bringt es das gröbere Gestein ins Wanken und in Bewegung, und vermag so dasselbe, wenn auch langsam, doch ein Stück Weg talabwärts zu befördern. Bei Änderungen der Form des Bettes können Vertikalströmungnn entstehen, welche gröberes Geröll aufwühlen und in Bewegung setzen. Dann kann auch durch Stauungen auf irgend eine zufällige Weise das Wasser so viel Druck erhalten, daß seine Transportkraft wesentlich gesteigert wird. Alles Material wird aber entweder auf dem Boden fortgerollt oder es kann vom Wasser bei genügender Feinheit in der Schwebe gehalten und so schwimmend transportiert werden. Diese schwebenden Teile sind auch ein Hauptfaktor der als Erosion bezeichneten austiefenden Kraft des Wassers. Reines Wasser, wenn es auch mit bedeutender Stoßkraft über hartes Gestein wegfließt, wird kaum Spuren hinterlassen; aber das mit Sand und Geröll beladene Wasser schneidet senkrecht in seine Unterlage ein, es wirkt wie eine Säge, deren Zähne von den mitgeschleppten festen Körnern gebildet sind. Jedes Sandkorn, jedes Gerölle wirkt scheuernd und einschneidend auf die Unterlage ein, jedes gleicht einem Geschosse, das, an die Uferwände geschleudert, dieselben unterwühlt und zum Absturz bringt. Diese losen Massen von Sand, Lehm oder Ton, welche als Hilfsmittel der Erosionsarbeit gebraucht werden, sind größtenteils durch die oberirdisch abfließenden Regenwässer als Verwitterungsschutt der weiten Talgewände dem Bache oder Flusse zugeführt worden.

Das mitgeführte Flußgerölle ist aber gleichsam eine

Musterkarte von allem Gestein, welches der Fluß bei Hochwasser anstehend findet. Schreitet man von der Mündung zur Quelle aufwärts, so kann aus dem Umstand, daß eine Gesteinsart im Flußgeröll verschwindet, geschlossen werden, daß wir aus dem Gebiet der betr. Schicht heraus sind. Das häufige Vorkommen eines Gerölles ist in erster Linie abhängig von dem zugehörigen Gebiet, doch spielt hier Festigkeit und Löslichkeit eine große Rolle. Scheinbar großes Vorkommen hat oft seinen Grund in der Widerstandsfähigkeit der betr. Gesteinsart; harte Teile werden durch die Reibung blos entkantet und abgerundet, weiches Gestein wird zermalmt, und so häuft sich das harte Geröll zu großen Sedimenthaufen an, die in keinem Verhältnis zum anstehenden Gestein stehen.

Da der Fluß bei Hochwasser oft Schutt ablagert an Stellen, die er gewöhnlich nicht erreicht, anderseits aber auch am Fuße einer Talwand mächtige Schutthaufen anzutreffen sind, die jedoch nichts mit der Tätigkeit des Flusses zu tun haben, ist bei Bestimmung dieser Sedimente Vorsicht nötig, ob dieselben zu den Flußablagerungen gehören oder sog. Gehängeschutt sind. Der Gehängeschutt ist vom Regen am Fuße der Talwand zusammengeschwemmtes Material, welches die Wasserfäden von den Talwänden mit fortrissen, bestehend aus Steinen, weichem Boden, wozu sich noch die durch Wasser und Durchnässung in Bewegung gesetzten Absturzmassen weichen Bodens hinzugesellen. Dieser Gehängeschutt, welcher oft eine bedeutende Mächtigkeit aufweist und auch in Tälern vorkommt, die heute beinahe kein Wasser mehr führen, charakterisiert sich als solcher durch den Mangel jeder Schichtung nach Gesteinsart oder Korngröße des Materials, die eckige Beschaffenheit des harten Gesteins, welches auf keine Scheuerung oder Reibung an anderm Gestein hinzeigt, sowie durch die Abwesenheit von Sand und Kies, eine Folge der Zermalmung des Sandsteines im bewegten Wasser.

Auf überschwemmten Wiesen oder an unterwühlten Ufern findet man manchmal Lehmgerölle, gerundet wie Kiesel, an zwei entgegengesetzten Punkten mit Vertiefungen versehen, in Form Kartoffelknollen nicht unähnlich, indem die beiden Vertiefungen Augen darstellen. Da daneben noch andere solch grob gerundeter Lehmknollen vorkommen, welche an einer dünnen, zähen Wurzel wie Perlen an einer Schnur eingereiht sind, so ist die Erklärung auf folgende Weise nahe gelegt. Eine von einer Lehmmasse umgebene Wurzel wird abgerissen, gelangt ins bewegte Wasser, der Lehmzylinder bricht an mehreren Stellen, diese Teile scheuern sich nun

gegenseitig zu Kugeln ab, endlich reißt die Wurzel und es entstehen die einzelnen Lehmgerölle mit den eigenartigen Vertiefungen.[1])

Auf eine weitere Erscheinung sei noch hingewiesen, auf die sog. „ripple-marks", Kräuselungsmarken oder Wellenfurchen. Man findet sie im flachen Wasser des Strandes, aber auch an Sand- oder feinen Kiesbänken (besonders wenn der Sand von feinem lux. Sandstein herrührt) unserer Bäche, zumal wenn diese Bänke von einem seichten, ruhigen Wasser bedeckt sind, sind sie häufig, das vom Wind gekräuselte Wasser gleichsam im Abguß wiederspiegelnd. Auch als „fossil" findet man sie häufig auf der Schichtfläche des Sandsteines. Eine gleiche Form von trockenem Sand oder Staub sehen wir bisweilen auf Chausseen, auch wohl bei Schneetreiben. Trübt man Wasser in einem flachen Gefäß stark mit Kreideschlamm, welcher schnell niederschlägt, und bringt dann leichte Wellen im Wasser hervor, indem man z. B. das Gefäß hin und her bewegt, so kann man die Ripple-marks experimentell hervorrufen. Es sind Interferenzerscheinungen der Wellen im flachen Wasser, welche die Kräuselungsmarken hervorrufen.

„Ganz leichte und gleichmäßige Wellen laufen am Strand (oder an sanft geneigten Sandbänken, welche sich am Flachufer einer Bachschleife befinden) empor und wieder zurück. Dabei interferieren die rücklaufenden Wellen mit den herankommenden. An der Stelle der sich ausbildenden stehenden Knoten wirken offenbar größere Wasserdrücke auf den leichten Sand des bespülten Strandes (oder der Sandbank am Flachufer), als an den Stellen der Bäuche. Hier wird also der Sand weggespült, während er sich an den Stellen der Bäuche ansammelt." [2])

Nicht mit Unrecht hat man ein jedes fließende Wasser einem Güterzug ohne Ende verglichen, der beständig dem Meere zurollt und dessen Wagen in der Regel nur am Boden eine Steinlast wälzen, nach Regentagen aber oben mit Sand und Schlamm angefüllt sind. Ungezählte Gewässer tragen durch Jahrtausende und Jahrtausende von allen Bergen herab eine kaum abzuschätzende Menge von verwittertem und zerkleinertem Felsgestein bis in den Schoß der Ozeane. Sir J. Murray hat nach den Mittelwerten der Sedimentmassen der 19 größten Flüsse berechnet, daß die zum Ozean abfließenden

[1]) Vergl. hierzu auch Naturw. Wochenschrift 1904, No. 51.

[2]) O. M. Witt in „Prometheus" XIV, 1903.

Ströme jährlich die aus dem Meere hervorragenden Sandmassen um $^1/_{10}$ Millimeter erniedrigen, was, auf dieser Basis weitergehend, in ca. 7 Millionen Jahren zur gänzlichen Abhobelung der Festländer bis zum Niveau der Ozeane führen würde. Die Frage nun, welches das Endziel der Erosion sei, oder ein Blick in die Zukunft der Erde unter diesem Gesichtswinkel hat die Geologen und Geographen manchfach beschäftigt.

Erinnern wir uns der Tatsache, wie zwei von entgegengesetztem Gehänge, einer geneigten Fläche, eines Berges abfließenden Gewässer dieselben erniedrigen, die sie trennende Wasserscheide zuletzt bis auf eine niedrige Bodenschwellung reduzieren. Denken wir uns ebenso zwei parallel laufende Flüsse Die sie trennenden Grate werden durch die Regenwässer, durch seitliche Nebenflüsse so angenagt, abgetragen, bis zuletzt beide Flüsse sozusagen in einem Tale fließen. Dieser Vorgang bleibt jedoch nicht auf einen Fall beschränkt. Nach allen Richtungen abfließende Gewässer arbeiten in diesem Sinne und so bleibt von einem Gebirge wohl schließlich nichts mehr übrig, als eine von niedrigen Hügeln und flachen Bodenwellen durchzogene Ebene.

Auf diese Tatsachen hin hat Davis seine Theorie der Peneplain als Endziel der Erosion gegründet. (Den Ausdruck peneplain haben die Franzosen ohne Änderung als pénéplaine angenommen. E. Kayser will ihn mit „Fastebene“ oder „Rumpfebene übersetzt wissen [1].) Von namhaften Geologen hat sich dieser, trotz mancher Einwendungen bestechenden Theorie, die für verschiedene Länderteile nicht von der Hand zu weisen ist, A. de Lapparent angeschlossen, der einen Teil des südlichen Amazonenstromgebietes, das französische Zentralplateau und die Ardennen als pénéplaines betrachtet. [2]) Auch Penk ist Anhänger der Theorie Davis'.

Hier ließe sich noch ein Kapitel einschalten über die sinnige Art, wie die Bewässerung als Spiegel der Bodengestalt betrachtet werden kann. Ein viel zerteilter Boden erzeugt so viele kleine Fäden als er Einschnitte hat; ein einförmiger läßt wenige große, wasserreiche Gerinne bilden; über eine Fläche von gleicher Neigung fließen die Wasserfäden parallel neben einander, in der Mulde, deren Wände sich zusammenneigen, stürzen sie von allen Seiten zusammen.

---

[1]) E. Kayser, Lehrbuch der allgemeinen Geologie. S. 331.

[2]) A. de Lapparent, Traité de Géologie, vol. I. S. 167, und Leçons de géographie physique. S. 140.

Eine Erhebung, die sich nach entgegengesetzten Seiten gleichmäßig abdacht, hat Flüsse, die in entgegengesetzten Richtungen in übereinstimmenden Formen abfließen. Und da ähnliche Bodenformen sich neben einander wiederholen, so wiederholen sich auch ähnliche Eigenschaften auf verschiedenen Stufen eines Flußsystems. Ja, in den scharf gezeichneten Linien der Flußläufe kommt die Oberflächengestalt so recht zum Ausdruck, indem in den Wasseradern, die über die Formen der Kruste hinrinnen, auch die leichtesten Höhenunterschiede ihren Ausdruck finden. Aber noch mehr soll uns interessieren die Spuren früherer Tätigkeit der Flüsse und das Kapitel uralter Erdgeschichte, welches wir aus diesen Spuren rekonstruieren. [1])

Die Frage nach dem Alter eines Flusses ist sehr schwierig, oft unmöglich zu deuten. Ein Fluß kann entstanden sein, als über den heute an der Oberfläche liegenden Schichten noch mächtige weitere Schichtkomplexe lagerten, deren Tektonik den ersten Anstoß zur Entstehung des Tales an seiner heutigen Stelle gaben (epigenetische Talbildung). [2])

Von besonderer Wichtigkeit für die Geschichte eines Flusses sind die Flußabsätze. Man findet dieselben oft in bedeutender Höhe über dem heutigen Talniveau; enthalten dieselben Fossilien, so kann man den Schluß ziehen, um welchen Betrag der Fluß sein Bett seit jener Zeit tiefer gelegt hat. Diese alten Flußgerölle lassen oft einen Schluß zu auf das durchflossene Gestein; man ersieht daraus, daß der Fluß die Richtung geändert haben mag, oder daß sein Entwässeruugsgebiet ein anderes gewesen sein mag. Oft liegen nur mehr wenige Reste dieser Flußabsätze in versteckten Winkeln, ihr Aufsuchen ist von großer Bedeutung und die Übereinanderlage solcher Streifen an den Talgehängen zeugt von der gewaltigen Arbeit des Flusses. Daß das Gewässer aber nicht gleichmäßig einschnitt, sondern daß Perioden des Einschneidens mit solchen des Ausweitens oder gar des Ausfüllens des Tales abwechselten, davon zeugen die Talterrassen. Es sind dies in die Talgehänge eingeschnittene Stufen, deren Steilsturz dem Tale zugekehrt ist, während die Oberfläche flach und mit Gerölle und Kies bedeckt ist. Sie sind sehr häufig und fehlen kaum bei einem Talsystem, obwohl sie von Fall zu Fall schärfer ausgeprägt und besser erhalten sind. Von einem Haupttal setzen sie sich in die Nebentäler

[1]) Fr. Ratzel. Die Erde und das Leben. Bd. II, S. 134.

[2]) Das Warktal (1. Teil), XVI. Jahrgang dieser Zeitschrift.

fort, woraus sich ergibt, daß die Erosion der Nebentäler von der jeweiligen Erosionsbasis der Haupttäler abhängt. Jede Terrasse entspricht einem Zeitabschnitte, wo die Erosion aufhörte und Ablagerung an deren Stelle trat, jedem Terrassenabsturz jedoch ein Neueinsetzen der Erosion, welche ihre Ursache in Niveauveränderungen des Bodens, in Vermehrung der Niederschlagsmengen haben, so daß Boden- und Klimaschwankungen in den Talterrassen zum Ausdruck kommen.[1])

Aber auch die Mäander entstehen und vergehen. Das äußere konkave Ufer hat den vollen Druck der Strömung auszuhalten, während am konvexen Ufer sich Sedimente niederschlagen. Das Konkavufer ist mithin Steilufer, das Konvexufer aber Flachufer.

Das konkave Ufer wird immer mehr zerstört, die Zerstörung schreitet von zwei Seiten herbei, weil die Strömungsrichtung in den beiden Ästen eine entgegengesetzte ist (Fig. 6),

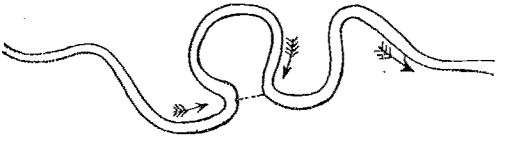


Fig. 6. — Entstehung einer Flußinsel, resp. eines toten Armes (nach Lyell).

der Isthmus, welcher die in die Schlinge hineinragende Halbinsel verband, wird durchschnitten und es entsteht eine Flußinsel. Da natürlich das Gefälle über diesen kürzeren Weg ein größeres ist, so fließt bald die Hauptmasse durch den neuen Weg ab. Das Wasser, welches in das bogenförmige Flußstück eintritt, verlangsamt plötzlich seine Schnelligkeit, die Sedimente sinken zu Boden und dieses Stück versandet nach und nach an seinen Armen, es bildet sich ein toter Arm. Solche halbkreisförmige Altwässer, halb versumpfte Flußschlingen, jetzt ohne Verbindung, sind häufig anzutreffen.

Wie in den inneren Teilen der Flußkrümmungen, so müssen überall, wo die Stoßkraft des Wassers örtlich nachläßt, Anschüttungen entstehen. Es entstehen Sand- und Kiesbänke, die oft als langgestreckte Flußinseln über die Oberfläche des Wassers ragen. Da Hochwasser die Transportkraft des Wassers vermehrt, so verbleiben solche Inseln nicht an einer Stelle, sondern sie wandern, und zwar findet die Wan-

[1]) E. Kayser, Allgemeine Geologie, Talterrassen, S. 341 ff.

derung in entgegengesetzter Richtung statt wie die Strömung.[1]) Denn indem der Fluß an den flachen Oberrand anstößt, wird seine Schnelligkeit plötzlich vermindert, die Sedimente fallen zu Boden; hier wächst also die Insel, am steilabfallenden Untergrund wächst die Geschwindigkeit des Wassers wieder, die Insel wird hier angenagt und abgetragen, die Insel muß also in umgekehrter Richtung wie der Fluß wandern.

Die innere Struktur dieser Sand- und Kiesbänke, wie auch der kegelförmigen Aufschüttungsdeltas — welche entstehen, wenn der schnell fließende Fluß in einen See oder einen ruhiger fließenden Strom fließt, — sind sowohl im Aufbau als auch im Material sehr verschieden und oft wechselnd, da infolge der fortwährenden Änderungen in Geschwindigkeit und Stromstrich es zu einer horizontalen und gleichkörnigen Ablagerung nicht kommen kann.

Vorstudien zu einer Pilzflora

des Grossherzogthums Luxemburg.

II. Theil. Basidiomycetes et Auriculariei.

Von Dr. med. **Johann Feltgen.**
Herausgegeben von Dr. med. **Ernst Feltgen.**

Fortsetzung.

* *Stupposi* Fries. Von Anfang an trocken korkig-faserig, dick. Oberfläche ohne Zonen.

535. **Polyporus albidus** Trog ap. Fries 1828.

An alten Stämmen von Picea und Abies. August bis November.

Auf Picea-Wurzelstock: Berg Geismühl. XI. 94! — Bereldinger Wald. IX. 03!

536. **Polyporus serialis** Fries 1821.

(Synon.: Boletus Poria contigua ββ dimidiata Alb. et Schwein. 1895; Polyporus contiguus Pers.; Polyporus scalaris et pustulatus Pers.; Trametes serialis Fries.)

[1]) Mühlberg, Mitteil. Aargauer naturforsch. Gesellsch., Heft 8.