

GEOLOGIE

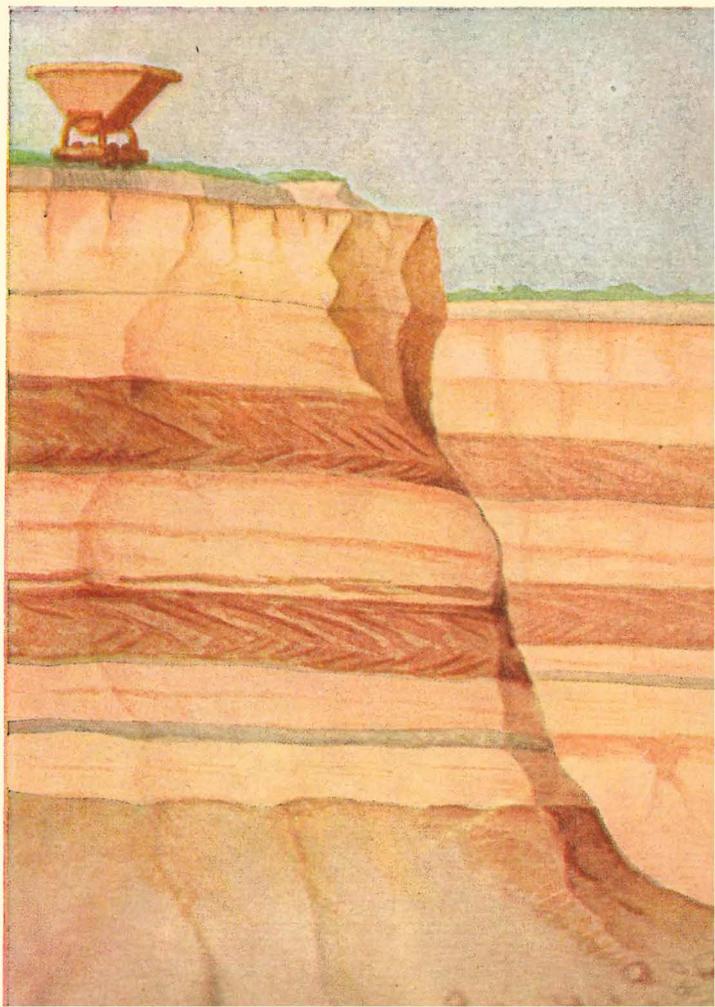
SERIE L • BAND 1
EINZELBAND 60 PFG.

* * * *

EINE SANDGRUBE

SCHOTTER UND SANDE
ALS ZEUGEN DER ERDGESCHICHTE

Unter der Vegetationsdecke entblößt das Profil der Sandgrube die nur wenig mächtigen, dunklen, an abgestorbenen Pflanzenteilen reichen Bodenschichten, die nach der Tiefe zu in verschiedenfarbige Sand- und Kiesbildungen übergehen. Bräunliche und gelbliche feine Sande, besonders im oberen Teil, wechseln mit braunroten groben Schotterlagen, die diagonal oder kreuzgeschichtet sind und als auffällige dickere Bänder das Bild der Grubenwand beherrschen. Andere Schichten schieben sich zungenförmig vor oder sind in einzelne Linsen aufgelöst. Ganz verschieden davon erscheint in ihrer Farbe eine grau- bis olivgrüne feine Lage im unteren Teil des Querschnittes, die aus Ton besteht. Nach der linken Bildseite zu nimmt sie an Mächtigkeit ab und scheint »auszu-keilen«, um vielleicht in derselben Höhenlage des Profils noch weiter links unvermittelt von neuem einzusetzen.



Dieser Band wurde von Dr. Rudolf Hohl, Leipzig, verfaßt. Die Textabbildungen und die farbigen Umschlagbilder sind nach Angaben des Verfassers von Walter Heidenreuter, Leipzig, angefertigt worden.

EINE SANDGRUBE

SCHOTTER UND SANDE

ALS ZEUGEN DER ERDGESCHICHTE

VOLK UND WISSEN SAMMELBÜCHEREI

NATUR UND WISSEN · SERIEL · BAND I



V O L K U N D W I S S E N

VERLAGS GMBH · BERLIN / LEIPZIG

I N H A L T	Vorwort	3
	1. Das Gesicht der Sandgrube	4
	2. Die obersten Bodenschichten	7
	3. Das Gesteinsmaterial der tieferen Schichten	8
	4. Die Entstehung der Sande und Kiese	11
	a) Die Zerstörung der Festgesteine	11
	b) Die Verlagerung der Zerstörungsprodukte	12
	c) Die Ablagerung und Schichtung der lockeren Massen	13
	d) Die Flußschotter und ihre terrassenförmige Ablagerung	15
	e) Die Schottermassen als eiszeitliche Bildungen	16
	f) Die Verfestigung der Lockermassen	17
	5. Arbeit und Leistung der Flüsse in Zahlen	18
	6. Alter und Lagerung der Schichten	20
	7. Kleinbeobachtungen an Wand und Sohle	22
	8. Andersartige Sand- und Kiesbildungen	23
	a) Wind-, Eis- und Meeresablagerungen	23
	b) Die Bildung des Lößes	24
	Nachwort	25
	Fach- und Fremdwörter	26
	Bedeutende Forscher	28
	Literatur	

PREIS 60 PFENNIG Gesetzt von B. G. Teubner in Leipzig (M 109)
 Druck des Innenteils und Umschlages von Druckerei
 Elbe-Saale, Zweigniederlassung Naumburg-Saale (7)
Bestell-Nr. 12535 1.-100. Tausend 1948 • Lizenz-Nr. 334 1000/47-811
 Alle Rechte vorbehalten

Jede Wanderung durch unsere Heimat, schon jeder kurze Gang hinaus ins Freie, ja sogar jeder Schritt bis vor die Tür unseres Hauses gibt uns – haben wir nur die Augen offen – eine Vielzahl geologischer Fragen auf. Was ist das für ein Stein? Wie bildete sich der heimatliche Boden? Wie formte sich die Landschaft, in der wir heute wohnen? Wie sah sie in der Vorzeit aus? Auf welche Weise entstanden die wirtschaftlich so wichtigen Ablagerungen wie Kohlen und Erze und nach welchen Gesetzen die vielschichtigen Massen der Sande und Kiese?

Anschaulich vom zugänglichen Objekt aus in das geologische Denken einzuführen, ist der Zweck dieses ersten Bandes unserer Serie L »Geologie«. Wie belanglos erscheinen uns die Sande und Kiese einer Grube, wie selbstverständlich und nichtssagend kommen sie den meisten von uns vor! Und doch erschließen sie dem, der sich bemüht, auch das Alltägliche mit wachen Sinnen liebevoll zu beobachten, eine wundersame Welt des Werdens und Vergehens. Gar nicht so starr und fest, wie es den Anschein hat, sondern höchst wandelbar ist unsere Mutter Erde, im Großen wie im Kleinen und Kleinsten. Das Lesen dieses Buches allein reicht freilich nicht aus, um die Sprache vergangener Zeiten zu verstehen. Draußen in der Sandgrube selbst müssen wir lernen, müssen Seite um Seite im großen Buch der Natur umblättern, damit ihre Worte sich mit lebendigem Inhalt füllen.

1. Das Gesicht der Sandgrube

An einem schönen Sommertag unternehmen wir einen Spaziergang nach einer Sandgrube draußen am Rande der Stadt. Treten wir ein in sie, so bietet sich unserem Auge ein eigenartiges, recht vielfältiges Bild: die steil abfallende Wand leuchtet gelb und braun und weiß und grau. Und bei aufmerksamer Betrachtung erkennen wir bald eine bestimmte Gesetzmäßigkeit (Abb. 1):

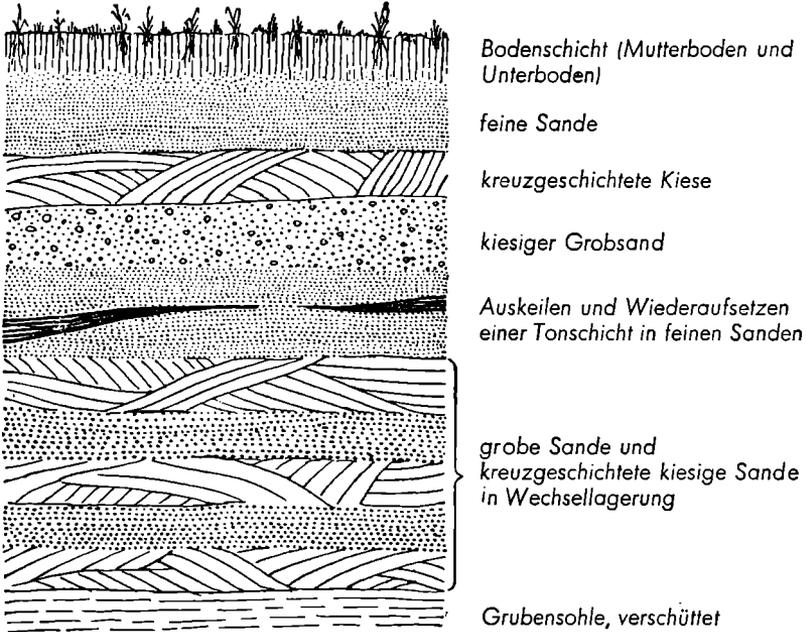
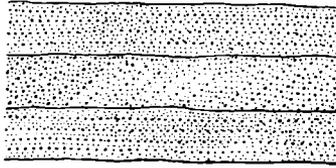


Abb. 1 Geologisches Profil der Sandgrube

Da sehen wir zu oberst eine dunkle, braunschwarze Lage, reich an abgestorbenen Pflanzenteilen, den sogenannten Mutterboden oder die Krume, darunter eine braune, steinreiche Schicht, den Unterboden. Feine lange Wurzelfasern mehrjähriger Ackerpflanzen konnten bis hierher eindringen, während die Wurzeln des Getreides und der Gräser hier nicht mehr zu finden sind. Erst unter der Bodenschicht, die von Krume und Unterboden gebildet wird, und die eine Mächtigkeit von kaum einem halben Meter erreicht, folgt der eigentliche Untergrund: mannigfache Kiese und Sande, darin

Abb. 2
Schräg- oder
Diagonalschichtung



Sand
schräg geschichteter
Sand
Sand

Abb. 3,
Kreuzschichtung
oder diskordante
Parallelstruktur

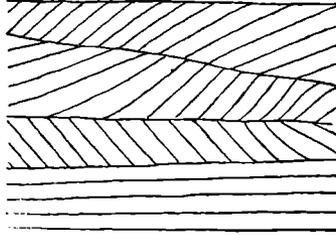
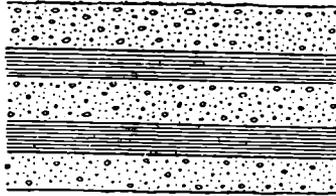
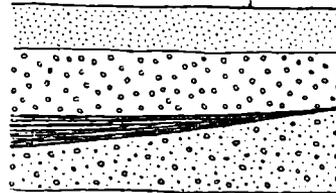


Abb. 4
Wechsellagerung



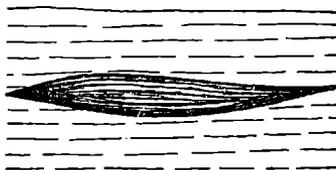
kiesiger Sand
Ton
kiesiger Sand
Ton
kiesiger Sand

Abb. 5
Auskeilende Schicht



Sand
Kies
Tonlage (nach
rechts auskeilend)
sandiger Kies

Abb. 6
Linsenförmige
Ausbildung
einer Schicht



auch Fetzen von graugrünem Ton. Feine und gröbere, ganz verschiedenfarbige Sandlagen oder -bänder lösen einander ab, gehen ineinander über. Kiesige Schichten sind eingelagert, die meist aus abgerundeten, »abgerollten«, manchmal auch kantigen Einzelstücken bestehen, während plattige Formen zurücktreten. Häufig finden sich zahlreiche gröbere »Gerölle« in feinerem Sand; derartige Anhäufungen von Steinen verschiedener Größe bezeichnet man als Schotter.

Nicht immer lagern all diese Schichten genau horizontal, oft sind sie schräg oder diagonal gestellt (Abb. 2), gelegentlich sind sie sogar kreuz und quer gegeneinander gerichtet. Man nennt diese Art der Lagerung Kreuzschichtung oder diskordante Parallelstruktur und will damit sagen, daß die Schichten im ganzen zwar parallel angeordnet sind, im einzelnen jedoch eine deutliche Diagonallage aufweisen (Abb. 3). Folgen dagegen Sande und gröbere Kiese regelmäßig aufeinander, dann sprechen wir von Wechsellagerung (Abb. 4). An einer anderen Stelle »läuft« oder »keilt« eine Schicht aus, sie schiebt sich zungenförmig vor, um in gleicher oder anderer Höhenlage des Anschnittes, des sogenannten Profils, wieder zu erscheinen (Abb. 5); ein andermal zeigt sie die Gestalt einer Linse (Abb. 6). Die Schichten unterscheiden sich im Material und damit oft auch in der Farbe. Die Schotter werden nach der Oberfläche hin immer feinkörniger, über dichtestem, lockerem Sande ruhen tonige, noch feinere Bildungen. Etwas dickere gröbere Schichten werden von papierdünnen Lagen abgelöst. Da die fast waagrecht übereinander liegenden Flächen im Schnitt eine deutliche Bänderung ergeben, bezeichnet man sie als Bänder-tone.

Die hintere Grubenwand bietet ein ganz anderes Bild. Hier erreicht die obere Schicht eine Mächtigkeit von etwa einem Meter und wird von feinerdigem gelblichem oder grauem Staub, dem Löß, gebildet. Dieser ist wasserdurchlässig und zeigt keine Spur von Schichtung. Die Ackerkrume bildet den obersten Teil; sie ist nur flach und weist eine etwas dunklere Farbtonung auf als der Staub. Merkwürdig feste, knollige Gebilde, die sogenannten Lößpuppen oder Lößkindl, finden sich über dem Sand, der sich nach unten hin an den Löß anschließt (Abb. 8). Fast immer bestehen alle diese Schichten aus lockeren Massen. Zuweilen jedoch haften Kiese und Sande so eng aneinander, daß sie mehr oder weniger feste Gesteinsbänke bilden. Gerölle aus groben Kieslagen hingegen zerfallen leicht in tausend Einzelteile, in lockeren Grus.

Doch bevor wir unsere Sandgrube nach weiteren auffälligen Erscheinungen durchforschen, wollen wir die ersten Ergebnisse unserer Beobachtungen zu deuten versuchen. Sie werden uns schon manche sehr wichtige Erkenntnisse vermitteln und uns in die Lage versetzen, gewisse längst abgeschlossene Vorgänge der Erdgeschichte zu verstehen.

2. Die obersten Bodenschichten

Lockermassen (wie zum Beispiel Sande und Kiese) und feste Gesteine (wie zum Beispiel Sandsteine oder Granite) sind nach ihrem Gefüge die beiden Bestandteile, aus denen sich die Erdkruste, also der feste Mantel unserer Erde, aufbaut.

Über den mächtigen Schichten, die den eigentlichen Untergrund bilden, liegt der »Boden«, der aus Mutter- und Unterboden besteht und sich unmittelbar unter der Oberfläche erstreckt. Diese Böden sind nach Erscheinung und Beschaffenheit recht mannigfaltig. Das kommt bereits in ihrer Bezeichnung zum Ausdruck. So spricht man – nach der Verschiedenartigkeit des Materials – von Kalksteinböden, Sandsteinböden, Mergelböden usw. oder – nach ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit – von festen, feinkörnigen und lockeren, von grobkörnigen und durchlässigen oder schließlich auch von nassen und trockenen Böden.

Wie haben sich nun diese auch in ihrer Fruchtbarkeit so unterschiedlichen Böden gebildet, die so wichtig für unsere Ernährung sind? Ihre Entstehung ist durch die verwickelten Vorgänge der Verwitterung zu erklären, die stark vom Klima abhängig und, wie schon der Name besagt, eine Wirkung des Wetters ist. Die Gesteine werden dabei nicht nur aufgelockert, das heißt einer äußeren physikalischen Veränderung unterworfen, sondern werden auch stofflich-chemisch umgeformt. Eine gewisse, nicht unbedeutende Hilfe bei diesen Umwandlungen leisten einzelne Tiere, besonders die Regenwürmer; aber auch pflanzliche Kleinlebewesen, wie Bakterien, Pilze und Algen, sind bei diesem Werk der Umsetzung beteiligt, so daß mit Recht der physikalisch-chemischen Verwitterung eine biologische zur Seite gestellt werden kann.

Der Grad und der Umfang der Verwitterung hängt von verschiedenen Faktoren ab: von dem ursprünglichen Ausgangs- oder Muttergestein, dem herrschenden Klima, den Einwirkungen von Wasser, Wind und Frost und von chemischen Stoffen, die sich in der Lufthülle und im Wasser befinden.

Die entscheidende Rolle bei der Bodenbildung spielt von diesen Faktoren das Klima. Unter verschiedenen klimatischen Bedingungen entstehen aus gleichen Gesteinen ganz verschiedenartige Böden, und umgekehrt kann sich aus den unterschiedlichsten Gesteinen bei dem gleichen Klima ein und derselbe Bodentyp bilden. Kräftig wirken auch der atmosphärische Sauerstoff und die im Wasser gelöste Kohlensäure. Außerdem rufen die in den Sickerwässern enthaltenen Stoffe, die als sogenannte Humussäuren bei den Verwesungsvorgängen pflanzlicher Substanzen (zu Humus, der oberflächlichen dunklen Schicht der Ackerkrume) entstehen, mannigfache Umwandlungen und Ausbleichungen hervor.

Bei der Zersetzung des ursprünglichen Gesteins werden auch diejenigen Stoffe

gebildet, die als Nährsalze den Wert eines Bodens für die natürliche Vegetation und den Nutzpflanzenwuchs ausmachen. (Sie werden in Form natürlicher oder künstlicher Düngung dem Boden zugeführt, wenn ihre Menge infolge ursprünglicher Armut oder späterer Erschöpfung zu gering ist.)

Um zu einer umfassenden Kenntnis der Bodenbildung zu gelangen, bedarf es der eingehenden vergleichenden Betrachtung aller Bodenschichten

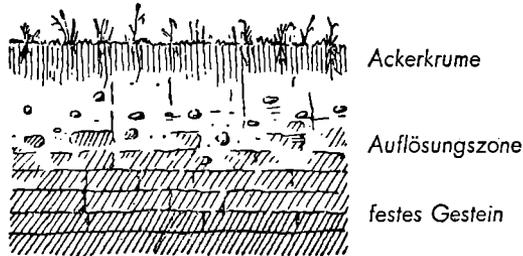


Abb.7 Bodenbildung

und der jeweiligen Muttergesteine, aus denen sie entstanden sind (Abb.7). Eine solche genaue Untersuchung, die in das Stoffgebiet einer besonderen umfangreichen Wissenschaft fällt, die als »Bodenkunde« gleichberechtigt neben der Geologie steht, würde den Rahmen dieses Bandes weit überschreiten. Für uns genügt es zunächst zu wissen, daß die Böden durch Umwandlungen der obersten Gesteinsschichten unter dem Einfluß des Klimas entstanden sind.

3. Das Gesteinsmaterial der tieferen Schichten

Wie der Boden durch die Verwitterung der obersten aufgelockerten Schichten gebildet wird, so entstehen diese ihrerseits durch den Zerfall fester Gesteine. Auch sie können also nur durch mechanische Zerstörung und chemische Zersetzung älterer Massen zustande kommen: die Kräfte der Verwitterung greifen das Baumaterial der Erdrinde an, zerkleinern es und bereiten es chemisch auf.

Gesteine bestehen fast immer aus mehreren, in Form, Härte und stofflicher Zusammensetzung verschiedenen Einzelteilen, den Mineralien, und nur selten – wie zum Beispiel beim Gips, beim Steinsalz und bei manchen Kalksteinen – aus einer einzigen Mineralart. Da mit zunehmender physikalischer Zerkleinerung des ursprünglichen Gesteins immer auch die chemische Umbildung verstärkt einhergeht, können sich nur diejenigen Stoffe erhalten, die sich durch außerordentliche Widerstandsfähigkeit auszeichnen. Sande als letzte und feinste Stufe des Zerstörungsvorganges bestehen daher im all-

gemeinen aus weißem Quarz, aus kleinen und kleinsten Kieselsplittern, die wir gut mit einer Lupe, dem unentbehrlichen Hilfsmittel jedes jungen Naturforschers, erkennen können. Der weitverbreitete Quarz ist nicht nur das härteste, sondern auch das chemisch am schwersten auflösbare gesteinsbildende Mineral. Manche feinen weißen Sande sind fast völlig reiner Quarz. Da sie für die Glasherstellung von technischer Bedeutung sind, werden sie mancherorts, zum Beispiel in der Niederlausitz, in Gruben gewonnen.

Mit Hilfe unseres Vergrößerungsglases erkennen wir im Sande deutlich die fettglänzenden, hellen, splittrigen oder runden Quarzkörnchen, die durch ihren muscheligen Bruch an Glas erinnern, und daneben wenige andere Splitter aus rotem Feldspat, schwarzen Kieselschiefer- teilchen oder dunklen Mineralien. Auffällig ist in feinen Sanden stets ein Flimmern und Glitzern von kleinen weichen hellen Glimmerblättchen, die zwar nicht zahlreich auftreten, aber durch ihr charakteristisches Aufleuchten nicht zu übersehen sind.

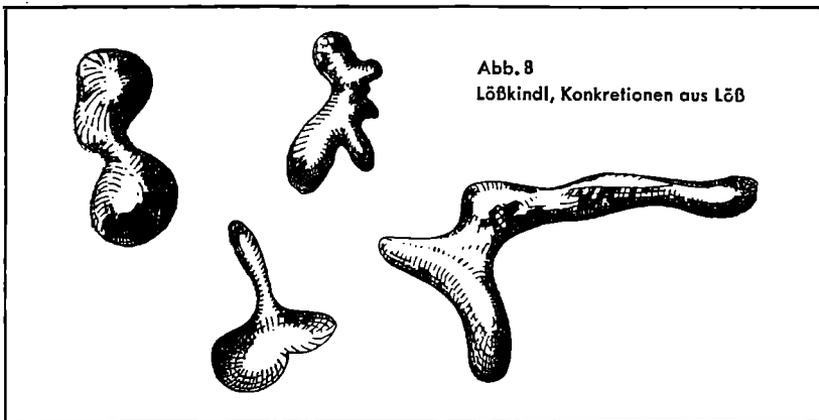
In der Grubenwand wechseln feinere und gröbere Sandlagen miteinander ab, scharf voneinander geschieden oder mehr oder minder ineinander übergehend. Teilweise sind sie auch durch zwischengelagerte Kies- schichten voneinander getrennt (Abb. 1), die aus denselben Gesteins- und Mineralbruchstücken wie die Sande bestehen, sich aber von ihnen vor allem durch die Größe der Einzelteile, die »Korngröße«, unterscheiden. Der Grad der Körnung gilt als Maß für die Unterscheidung von Kies und Sand. Leider wird die Abgrenzung nicht einheitlich durchgeführt. In der Bautechnik, die beide als sogenannte Zuschlagstoffe beim Betonieren in besonders reiner Qualität benötigt, heißen alle Körnungen unter 7 mm Durchmesser Sand, bei größeren Dimensionen spricht man von Kies. Im einzelnen unterscheidet man Fein-, Mittel- und Grobsand und Fein-, Mittel- und Grobkies. In der Gesteinskunde dagegen spricht man bereits bei Körnungen über 1 mm von Kies oder auch von Grus oder Grand. F. RINNE gibt in seiner verbreiteten und anerkannten »Gesteinskunde« folgende Gruppen an (Korndurchmesser in Millimetern): Gerölle größer als 10, Kies grob 10–5, mittel 5–2, fein 2–1; Sand grob 1–0,5, mittel 0,5–0,25, fein 0,25–0,1; Schlamm grob 0,1–0,05, mittel 0,05–0,025, fein 0,025–0,005 und weniger.

Im allgemeinen verwendet man bei der Beschreibung von »Aufschlüssen«, das heißt von allen den Stellen der Erdoberfläche, in denen das Gestein unverhüllt zutage tritt, nicht diese exakten Millimeterangaben, sondern bedient sich dabei anschaulicher Vergleiche: Geröllteile besitzen mindestens die Größe einer Haselnuß, während die Bestandteile vom Kies hirse- bis wallnußgroß sind. Kleinere Körnungen heißen Sand, noch feinere Schlamm und Ton, feinsten Staubsand oft Schluff, auch Schlepp. Für gewisse feine Sande ist in manchen Gegenden der Name Mehlsand üblich. Bei feineren Bildungen versagen die Vergleichsmaßstäbe nicht selten. Dann vermag allein die Maßangabe ein genaues Bild der

Korngröße zu vermitteln. Um mit Sand gemischte Kieslagen sprachlich eindeutig zu kennzeichnen, brauchen wir uns nur auf die vorherrschenden Körnungen zu beziehen: Überwiegen die sandigen Anteile, spricht man von **kiesigem Sand**, im umgekehrten Fall von **sandigem Kies**. Ausdrücke wie **feinsandiger Kies**, **schwachkiesiger Sand** verstehen sich dann von selbst und erleichtern die Beschreibung ebenso wie die knappe und klare Verständigung.

Der im Gegensatz zu Lehm und Ton **wasserdurchlässige Löß**, den wir an der anderen Grubenwand vorfanden, braust beim Betupfen mit verdünnter Salzsäure auf, ohne sich restlos aufzulösen, ein Beweis dafür, daß Kalkteilchen in dieser leicht zerreiblichen Masse enthalten sind. Löß besteht bei den vorherrschenden Korngrößen von 0,05–0,01 mm aus etwa 5 % Ton, 10–25 % Kalk und hauptsächlich zu etwa 60–80 % aus feinsten Quarzkörnchen: er ist Sand, den der Kalk meist in dünnen Häutchen umgibt. Wenn im Laufe der Zeit kohlenstoffhaltige Wasser den Kalk auflösen und fortführen sowie andere Umsetzungsvorgänge eintreten, bleibt Lößlehm als Verwitterungsprodukt zurück. Der innerhalb tieferer Lößlagen wieder ausgeschiedene kohlenstoffhaltige Kalk bildet dann die merkwürdigen **Kalkkonkretionen der Lößkindl, Lößpuppen oder Lößmännchen** (Abb. 8).

Der Lößboden, dessen Fruchtbarkeit sehr groß ist, kann reichlich – bis zu 16 % – pflanzliche Zersetzungsprodukte enthalten. Solch sogenannter **humoser Löß** sieht dunkelbraun bis schwarz aus und bildet die **Schwarzerde – russisch Tschernosjom bzw. Tschernosëm –**, die in der Ukraine und Westsibirien besonders häufig ist. Räume mit geschlossener, dicker Lößdecke sind bei uns als fruchtbare Anbaugelände für Weizen und Zuckerrüben bekannt und haben bestimmte Landschaftsnamen, die den Reichtum des Bodens kennzeichnen: **Goldene Aue am Kyffhäuser, Magdeburger und Soester Börde, Naumberger und Altenburger Pflege**.



4. Die Entstehung der Sande und Kiese

a) Die Zerstörung der Festgesteine

Wir betrachten den Sand durch die Lupe und erkennen als seine Bestandteile vorwiegend Quarz, Bruchstücke roten Feldspates und glitzernden Glimmers, sowie ferner auch dunkle Körner, die in manchen feinen Lagen der Grubenwand mitunter häufiger vorkommen. Im festen Verband bilden diese Mineralien den allbekanntesten Granit und die ihm verwandten Gesteine, wie zum Beispiel Syenit oder Diorit. Unser Sand, so schließen wir, kann also nichts anderes sein als fein zerriebenes, ehemals festes Gestein.

Die gröberen Kiese bestehen aus glatten Kieselsteinen, aus Stücken noch nicht völlig zerfallenen Granits und aus anderem Material. Der Granit fesselt uns besonders, er läßt uns nachdenken und fragen: wo steht er an? Wie erklärt es sich, daß wir ihn in unseren mittel- und norddeutschen Gegenden antreffen, wo doch Felsgestein fehlt oder nur höchst selten örtlich vorkommt? Welche Kräfte konnten ihn zerstören und in Form von Sand und Kies zu uns bringen? Wann und wo erfolgte bei uns die Ablagerung dieser Zerfallsprodukte?

Im Oberlauf unserer mitteldeutschen Flüsse, die ihren Ursprung samt und sonders im Mittelgebirge, also im Fichtelgebirge, im Erzgebirge und im Thüringer Walde, nehmen, hat das fließende Wasser die Felsen aus Granit und anderen festen Gesteinen angeschnitten und Keile herausgelöst, die von dem Fluß dann mitgeführt und früher oder später als Kies oder Sand abgesetzt wurden.

Die Verwitterung arbeitet oben im Gebirge an den Felsgesteinen, lockert allmählich ihr Gefüge und bewirkt, daß sie zerbröckeln oder sich auflösen. Doch in der Natur geht nichts verloren: der Stoff, die Masse bleibt erhalten, nur seine Form wird verändert. Das leicht Zerstörbare wird zuerst zersetzt: aus dem roten Feldspat entsteht unter bestimmten Bedingungen lehmiger Staub als völlig andersartiger Stoff, der chemisch unzerstörbare Quarz hingegen erhält sich als Quarz, selbst wenn er mechanisch bis zu den feinsten Sandkörnchen zerteilt wird. Regen- und Sickerwasser dringen durch vorgebildete Fugen, Risse und Haarspalten in die festen Gesteine ein und bereiten durch ihren Gehalt an Kohlensäure eine langsame, zunächst kaum sichtbare Umwandlung vor. Beim Gefrieren dehnt sich außerdem das Wasser in den Spalten aus und zersprengt den Felsen, da Eis als Wasser in festem Zustand einen größeren Raum einnimmt als flüssiges Wasser. Am stärksten ist die Zerstörung, wenn die Temperaturen längere Zeit um den Gefrierpunkt schwanken und durch das häufige Gefrieren und Wiederauftauen der Sickerwässer das Gestein sich in ständigem Wechsel bald ausdehnt, bald wieder zusammenzieht. So läßt der Spaltenfrost die Gesteine in lockere Schuttmassen zerfallen. Dieser Vorgang vollzieht sich – deutlich sichtbar – heute wie vor-

einst im Hochgebirge, wo die Temperatur täglich stark wechselt: einer nächtlichen Abkühlung bis unter den Gefrierpunkt auch während des Sommers folgt durch intensive Sonnenstrahlung am Tage eine erhebliche Erwärmung. In den Mittelgebirgen wirkt der Spaltenfrost besonders im Frühling zur Zeit der Schneeschmelze.

Der lockere Schutt rollt, dem Gesetz der Schwerkraft folgend, den Abhang hinunter und kennzeichnet die *Ru n s e n* (=Rinnen) der Berghänge an der Taleinmündung oft in Form von Schutthalden, von sogenannten *M u r e n*. Diese von den Seitentälern her kegelförmig in das Haupttal ragenden gewaltigen Schuttmassen werden manchem unserer Leser bekannt sein. An steilen Hängen wandern die Massen schneller, an flachen gleiten sie nur langsam zu Tal. Große, plötzlich in Bewegung geratene Mengen Gerölls bilden den gefürchteten *S t e i n s c h l a g*. Während der Schneeschmelze oder bei sommerlichen Gewittergüssen werden die Lockermassen durch gewaltige Wassermengen, die sogenannten *W i l d b ä c h e*, in Bewegung gesetzt. Alles, was ihnen in den Weg kommt, wird mitgerissen: große Felsblöcke, Schutt und Sand, Bäume und Sträucher, Tiere und Menschen und anderes. Ja, es kommt vor, daß ganze Dörfer von dem talwärts donnernden Gestein verschüttet und vernichtet werden.

b) Die Verlagerung der Zerstörungsprodukte

Bäche oder Flüsse erfassen die lockeren Massen im Tal und führen sie fort. Gemeinsam mit Geröllern aus dem aufgearbeiteten Untergrund des Gewässers, aber auch mit feinem Staub, der vom Wind eingeweht ist, werden sie weitergeleitet. Nur dort, wo kein Fluß oder kein Bach sich findet, bleiben Schutt und Felsblöcke Jahrmillionen liegen und füllen die Senken allmählich aus, bis sie schließlich im Schutt ertrinken, wie in den zentralasiatischen Hochlanden.

Die Bewegung der Gesteinstrümmer äußert sich in einem *R o l l e n* oder, wenn größere Mengen angehäuft sind, in einem *S c h i e b e n*. Das fließende Wasser trägt den Gesteinsschutt weg und rollt ihn beim Transport durch *R e i b e n* und *S c h l e i f e n* der Einzelstücke gegeneinander ab. Daher sind *F l u ß g e r ö l l e* immer glatt geschliffen, poliert, gerundet und von eiförmiger Gestalt. Schieferige, plattige Gesteine bilden eine Ausnahme: sie zeichnen sich durch eine vorgezeichnete Struktur und geringe Härte aus. Je weiter der Transportweg ist, den die Gerölle im Wasser zurücklegen müssen, um so besser sind die Stücke abgerollt und um so kleiner sind sie; werden sie nur über kurze Strecken verfrachtet, dann weisen sie lediglich schwache Rundungen an den Kanten auf. Bei reichlicher Wasserführung und erheblichem Gefälle des Baches oder Flusses können bisweilen größere Blöcke und Felsstücke mitgerissen werden. So ist die Transportkraft unter Berücksichtigung der Reibung abhängig von der Geschwindigkeit der Wasserführung. Auch das sich im Winter am Boden der Flüsse bildende *G r u n d e i s* umschließt oft große Blöcke

und befördert sie, wenn es sich ablöst und als Treibeis an die Oberfläche kommt. Weit ist der Weg, den das fließende Wasser auf dem Festland zurücklegt, bis es schließlich ins Meer mündet. Die Wassermenge wechselt ständig, sie ist starken, oft gesetzmäßigen Schwankungen unterworfen und wird nicht allein bestimmt vom Verhältnis der Niederschlagsmenge zur Verdunstung, sondern ebenso von der Ausdehnung des Stromgebietes. Fällt viel Regen oder ist zur Zeit der Schneeschmelze reichlich Wasser vorhanden, kann der Fluß mehr und größere Stücke mitnehmen als bei Trockenheit. Außer festen Geröllen führt das fließende Wasser aber auch gelöste Bestandteile, deren Menge nach Angaben von A. PENCK $\frac{1}{6000}$ der ins Meer fließenden Gesamtwassermenge beträgt. Wichtiger ist der Gehalt des Flußwassers an feinsten schwebenden Teilchen, an schlammigem und tonigem Gesteinsstaub, der »Flußtrübe« oder »Schweb« genannt wird; wir können ihn in Hochwasserzeiten in jedem heimischen Gewässer treiben sehen.

c) Die Ablagerung und Schichtung der lockeren Massen

Es drängt uns nun, nach den Bedingungen zu fragen, unter denen die im fließenden Wasser transportierten Gesteinsmassen wieder abgelagert werden. Wann setzen sie sich ab, und wie und wo werden sie nach Größe und Gewicht sortiert? Überall dort, wo die Tragkraft eines Flusses nachläßt oder völlig erlahmt, sinkt ein Teil des Schuttes zu Boden, zum Beispiel bei träger Wasserführung und Verlangsamung der Strömung infolge geringen Gefälles. Die Fließgeschwindigkeit ist im Oberlauf im allgemeinen größer als im Mittellauf oder im Tiefland des Unterlaufes; daraus ergibt sich, daß im Gebirge die Fortführung, in mittlerer Höhenlage der Transport und im Flachlande die Ablagerung überwiegt. Der letzte Vorgang wird auch Akkumulation oder Sedimentation genannt. Auf dem gesamten Wege des Gewässers muß also eine Sortierung des Materials erfolgen. Die größten Gerölle werden wir näher dem Quellgebiet, den feinsten Schlamm nahe der Mündung finden, weil dort im Tiefland der Fluß immer mehr an Breite gewonnen hat und infolge seiner trägen Bewegung nur noch die kleinsten Teilchen mit sich führen kann. Hat sich im Flußlauf ein größeres Becken ausgebildet, etwa ein See, so werden natürlich auch an dieser Stelle, wo das Gefälle geringer oder ganz aufgehoben ist, Geröllmassen abgelagert. Besonders der von Hochgebirgsflüssen mitgebrachte Schutt kann in beträchtlicher Menge auftreten, wie zum Beispiel an der Mündung des Rheines in den Bodensee. Ein solches Wasserbecken wird daher mit der Zeit immer flacher und füllt sich allmählich ganz aus. Das Material fällt zu Boden und legt sich in unregelmäßigen Lagen übereinander, die man als Schichtenfolge, -gruppe oder -serie bezeichnet. Sie kommen durch den Unterschied der abgelagerten Gesteinsmassen zustande und werden durch Änderungen der Bildungsbedingungen verursacht. Das gleiche können wir bei der Entstehung von Kies- und Sandbänken an

unseren Flüssen beobachten. Sie entstehen, wenn zu Hochwasserzeiten viel Schutt aus dem Gebirge mitgebracht wird, der dann bei nachlassender Wasserführung zu Boden sinkt. Prüfen wir mit Hilfe des Spatens eine solche Sand- oder Kiesbank etwas eingehender, dann offenbart sich uns sofort ihr unregelmäßiger Bau: Bänder von Schottern, Sanden und Kiesen, Grobes und Feines wechseln miteinander ab, jedoch bänkchenweise übereinander in einer bestimmten Anordnung. Sehen wir nicht dieselbe Ordnung im Profil unserer Sandgrube? Die verschieden gegeneinander scharf abstoßenden Schichtungsrichtungen der diskordanten Parallelstruktur berichten uns von kleinen Änderungen in der Strömung oder der Richtung des Flusses sowie auch von kleineren Unterbrechungen der Sedimentation. Die Schichten der Sandgrube sind also Flußablagerungen aus längst vergangenen Zeiten, in denen Transportkraft und Wasserführung größer waren. Doch davon werden wir später noch sprechen.

Wo lagern sich nun im fließenden Gewässer die feinen, wo die größeren Schichten ab, die so eng beieinander liegen und sich gegenseitig ablösen? Vielleicht vermögen wir aus der Anordnung der Kies- und Sandbänke im Fluß Rückschlüsse zu ziehen auf die Gesetzmäßigkeit, die uns beim Anblick der Sandgrube auffiel?

Während bei starkem Gefälle der Fluß vorwiegend in gerader Richtung fließt, ist sein Weg in den weiten Talauen des Flachlandes durch starke Windungen, sogenannte Mäander, gekennzeichnet (Abb. 9). Der sogenannte Stromsrich, das heißt die Stelle der größten Fließgeschwindigkeit im Querschnitt eines Gewässers, liegt im allgemeinen in der Mitte, wird aber in den Flußschlingen aus seiner geraden Richtung abgelenkt. Die Strömung ist an dem einen Ufer gering und das Wasser flach, daher finden dort ständig Ab-

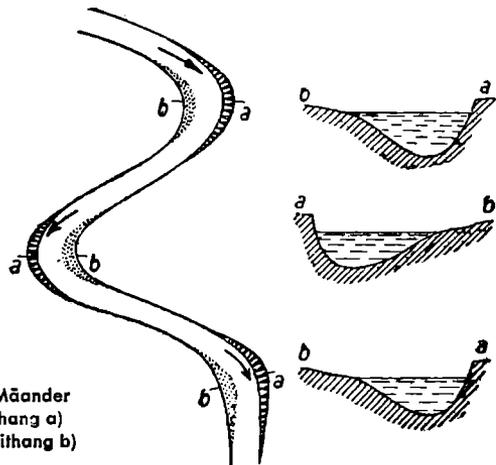


Abb. 9. Flußschleife oder Mäander mit Steilufer (Prallhang a) und Flachufer (Gleithang b)

lagerungen statt, wie Sand- und Kiesbänke beweisen. Auf der anderen Seite aber wird der Fluß aus seinem geraden Lauf in die Kurve geworfen und prallt mit aller Kraft gegen das Ufer an, das er dabei unterfährt, aushöhlt, zerstört und zum Steilhang umbildet. Hier ist die Strömung stark, die Wassertiefe beträchtlich. Während am Prallhang ein Landverlust auftritt, wird an der inneren Seite, dem Gleithang, Land gewonnen. Im Laufe von Jahrtausenden werden beide Uferformen infolge der ständigen Änderung von Wassermenge und Tragkraft des Flusses oft verlagert. Abb. 3 läßt uns die Kreuzschichtung eines Sandgrubenprofils erkennen, die ihre Entstehung den eben geschilderten Erscheinungen, die wir im kleinen bei jedem Hochwasser beobachten können, verdankt.

d) Die Flußschotter und ihre terrassenförmige Ablagerung

Die Aufschlüsse mehrerer Sandgruben einer Gegend zeigen uns, daß sich die Schichten und Bänke oft reihenweise in ganz bestimmten Höhenlagen befinden. Diese auffällige Erscheinung hat ihren Grund darin, daß die Sande und Kiese von Flüssen sedimentiert worden sind, die während der geologischen Vergangenheit ihre Höhenlage verändert haben. Infolge der Verwitterung und der Erosion, deren Ausmaß von Gefälle und Wasserführung, von der Härte des Gesteins, der Bodengestaltung und der Bewachsung abhängig ist, hat sich der Fluß immer tiefer eingefressen. Je nach Stärke der einschneidenden und abtragenden Kräfte bildeten sich mehr oder weniger starke schluchtenförmige Vertiefungen oder Verebnungen und Verbreiterungen des Talbodens und damit ganz verschiedene Talformen.

Stufenförmig liegen die Flußabsätze als Terrassen übereinander. Jeder einzelne dieser »Horizonte« weist eine ganz ebene Oberfläche auf, die steil zum Fluß hin abfällt: er ist nichts anderes als der Rest eines alten Talbodens aus der Zeit, in welcher der Fluß sich noch nicht so tief in das Gelände eingegraben hatte. Die ältesten Terrassenbildungen finden sich dabei am weitesten über dem heutigen Flußtal und die jüngsten oft nur wenige Meter über dem derzeitigen Hochwasserstand der Flüsse. Diese auffällige stufenförmige Bildung erklärt sich daraus, daß auf Zeiten der Ruhe, in denen der Fluß langsam dahinfließ und aufschotterte, Perioden kräftiger Erosion folgten.

Es ist oft nicht leicht, die einzelnen Terrassen an ihren Resten zu erkennen, Sandgruben und andere Aufschlüsse aufzufinden, die es ermöglichen, sich ein Bild eines solchen alten Talbodens zu machen; denn auch die Flußterrassen wurden, wie alle Ablagerungen, von den Kräften der Verwitterung und Abtragung im Laufe der Jahrzehntausende angegriffen und verstümmelt, so daß oft nur Bruchstücke übrigblieben, deren Winzigkeit dem Geologen die Erkenntnis der Zusammenhänge erschwert.

Nachdem die jüngsten Terrassen am Ende der Eiszeit mit Sanden, Kiesen und Lehmen aufgeschottert worden waren, erfuhren die Täler Eintiefungen,

in deren Weitungen sich Auelehm abgelagert, ganz in der gleichen Art, wie wir es noch heute nach Frühjahrsüberschwemmungen beobachten können. Unter dem feinsten Flußschlamm lagert fast immer Sand, darunter Schotter.

Woran können wir nun aber erkennen, ob irgendwelche Schichten tatsächlich Flußablagerungen sind? Diese Lagen mit ihren nach Größe und Gewicht sortierten Bestandteilen sind meist horizontal gerichtet, auch schräg oder kreuzgeschichtet. Hier und da keilen einzelne Schichten aus, auch kleinere Einlagerungen von Tonmassen sind zu finden. Bei aller Regelmäßigkeit der Anordnung im großen zeigt sich doch mannigfacher Wechsel im kleinen. Deuten die Kiese auf Hochwasserzeiten hin, so stellen die feinen Bildungen wie Tonlinsen und -schichten die Absätze ruhigeren Wassers, vielleicht eines toten Flußarmes, dar. Das Bild unserer Grubenwand legt also Zeugnis ab von mancher Wandlung: es gibt Augenblicksberichte aus der Geschichte des Flusses, Kunde von Änderungen seiner Laufrichtung, von den vielen kleinen Schwankungen seines Wasserstandes und von den Ablagerungen, die nach Größe und Schwere verschieden rasch abgesondert wurden.

e) Die Schottermassen als eiszeitliche Bildungen

Um die Ablagerungen des Flusses zu verfolgen, besuchen wir mehrere Sandgruben: solche, die nach dem Gebirge zu gelegen sind, und solche, die sich flußabwärts befinden. Durch den Vergleich erkennen wir die Richtung des Flusses, der früher an vielen Stellen noch häufiger abgelenkt worden ist als sein Nachfahr von heute, da er vor Jahrzehn- und Jahrhunderttausenden noch keinerlei Veränderung seines Laufes durch menschliche Hand erfahren hat. Daß er immer der natürlichen Abdachung des Landes folgend vom Gebirge her aus dem Süden kam, beweisen eindeutig die Gerölle, die wir nun eingehend untersuchen und mit dem Anstehenden, das heißt mit dem zutage stehenden festen Fels, im Bereich des Oberlaufes oder der Zuflüsse vergleichen wollen; denn in echten Flußablagerungen finden sich nur Gesteine, die aus dem Raum stammen, den das fließende Gewässer mit seinen Nebenbächen durchströmt hat.

Wie deuten wir nun die so mächtigen Schottermassen, die wir heute in den Sandgruben des Flachlandes angeschnitten finden, obgleich unsere Flüsse jetzt nur kleine Sand- und Kiesbänke lokal ablagern? Die Erklärung ist uns schwer zu geben:

Der geologischen Gegenwart ging eine geologisch außerordentlich bedeutende Periode der Erdgeschichte voraus: das Eiszeitalter. Gewaltige Eismassen – wie sie heute noch als Inlandeis das Innere Grönlands und das Gebiet um den Südpol bedecken – bewegten sich damals aus Skandinavien und Finnland langsam nach Süden zu und schoben sich in ihrer weitesten Ausdehnung bis zum Rande unserer Mittelgebirge vor. Zu Be-

ginn einer jeden Vereisung kam es zur Aufschotterung von mächtigen Flußkiesen, deren Ursachen von dem Geologen W. SOERGEL erforscht wurden. Da das herrschende kalte Klima alles Leben vernichtete, fehlte dem Mittelgebirge wie dem Flachlande die schützende Pflanzendecke, und so unterlagen sie unter dem Einfluß der Witterung einer intensiven Zerstörung. Weite Flächen wurden abgetragen und die Gesteinsschuttmassen von den Talhängen in die Täler gespült. Infolge der tiefen Temperaturen ließ die Wasserführung der Flüsse nach, ihre Transportkraft erlahmte, und große Sand- und Schottermengen sanken zu Boden. Ein nach Norden gerichteter Ablauf des Flußwassers wurde durch das entgegengesetzt vordringende Eis abgedämmt. In den Tälern entstanden *Staueen*, die sich mit dem Weitergleiten der Eismassen (nach Süden) talaufwärts verlagerten. In ihnen mischte sich Flußwasser mit Schmelzwasser vom Eisrand, und die Bändertone, die wir über den Flußschottern beobachten, setzten sich ab. Im Sommer wurden viel Schmelzwässer vom Eis herangespült, so daß große Mengen vorwiegend gröberer Bildungen abgelagert wurden, während im Winter durch den geringen Zufluß nur wenig Feines niederfiel. Dicke Sommerbildungen wechseln mit feinen dünnen Winterlagen. Da beide im Laufe ein und derselben Jahre entstanden, kann man an ihnen die Jahre auszählen, die zur Bildung bestimmter Bändertonschichten notwendig waren. Darüber hinaus ermöglichen sie, sofern man die Verbreitung der Schichten berücksichtigt, Zeitangaben (in Jahren) über die Geschwindigkeit eines Eisvorstoßes nach Süden oder eines Rückzuges in nördlicher Richtung.

Die Ablagerung von Flußschottern, die nach oben zu in Bändertone übergehen, weist also immer auf den Beginn einer Vereisung hin.

f) Die Verfestigung der Lockermassen

Die durch Ablagerung entstandenen Gesteine heißen *Schichtgesteine*, *Ablagerungsgesteine* oder *Sedimente*. Sie sind fast alle durch eine mehr oder weniger deutliche *Schichtung* gekennzeichnet. – Bis jetzt haben wir nur die Bildung lockerer Massen kennengelernt. Eine Zwischenstufe, einen Übergang zu festen Gesteinen, bilden aber schon einzelne braune Sande und Kiese, die fest aneinander kleben und durch braunen Eisenrost verkittet sind; er stellt das *Bindemittel* dar wie in anderen Fällen Ton oder Kalk. Ton-schlamm in einer Pfütze auf der Grubensohle braucht dagegen nur auszutrocknen, um hart zu werden; wieder anders formt sich Kalkschlamm zu einer festen Masse. Immer aber werden aus lockeren, losen Bildungen allmählich durch die Vorgänge der sogenannten *Diagenese*, das heißt durch nachträgliche Umbildung der abgelagerten Massen, feste Gesteine. Aus Sand entsteht *Sandstein*, aus Ton *Schiefer-ton*, aus eckig-kantigem Schutt wird eine sogenannte *Brekzie* und aus abgerollten Flußkiesen ein sogenanntes *Konglomerat*. In der Tiefe der Erdkruste werden diese Um-

bildungen durch höhere Temperatur und größeren Druck gefördert. Sie vollziehen sich also am besten, wenn jüngere Deckschichten über den sich verfestigenden Stoffen lagern.

Mit der Verfestigung durch Diagenese haben wir das letzte Kapitel der bewegten Bildungsgeschichte der Sedimente kennengelernt. Und so können wir unsere Betrachtungen mit dem ergänzenden Hinweis beschließen, daß ein Gestein im Laufe der Zeit natürlich noch anderen Umwandlungen unterworfen werden kann.

Zusammenfassend lassen sich folgende Phasen der Bildungsgeschichte eines Sediments unterscheiden:

*Zerstörung älterer Gesteinsmassen,
Transport der festen oder gelösten Zerstörungsprodukte,
Ablagerung der Lockermassen,
Diagenese, das heißt Umwandlung zum Festgestein.*

5. Arbeit und Leistung der Flüsse in Zahlen

Naturgemäß können Zahlenbeispiele über die Geröllführung der Flüsse auf Grund von Berechnungen nur ungenaue Angaben sein, weil einmal die Sedimentation starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist und zum anderen die Flußtrübe, der Gehalt des Flusses an feinsten Teilchen, ständig wechselt. Die Art des Flußuntergrundes ist bestimmend für die Schlammführung; denn bei lockerem, weichem Tieflandboden ist eine größere Zerstörung möglich als dort, wo sich der Fluß in feste Gesteine und Geröllmassen einschneidet. Der Gehalt an schwebenden Teilchen ist daher besonders groß in lößreichem, feinerdigem Gebiet, wie etwa bei der Donau im Tiefland des mittleren Ungarn.

Nach der Darstellung des Schweizer Geologen ALBERT HEIM lagert die Reuß jährlich an 200000 Kubikmeter Stein- und Schlammmassen im Vierwaldstätter See ab. 200000 Kubikmeter, das bedeutet eine Menge, zu deren Verfrachtung man ein ganzes Jahr hindurch Tag für Tag drei Eisenbahnzüge mit je 50 Waggonen benötigt! Dieser Gesteintransport entspricht nach Angaben desselben Forschers einer Senkung des Flußgebietes um nur einen Meter in 4100 Jahren. Der Rhein befördert alljährlich 47000 Kubikmeter feste Geröllmassen in den Bodensee. Und die Donau soll täglich 15000 Tonnen Schlamm neben 25000 Tonnen gelösten Stoffen an Wien vorbeiführen. Man hat versucht, aus diesen Zahlen die durchschnittliche jährliche Abtragung, das heißt die Summe der Leistung aller an der Erniedrigung der Landoberfläche arbeitenden Kräfte, zu berechnen, und dabei gefunden, daß Mitteleuropa jährlich durch Abtragung

mehr als 11 Millionen Kubikmeter Gestein verliert und sich dabei doch nur um Bruchteile eines Millimeters senkt. Das käme einer Abtragung von nur einem Meter in einem Zeitraum von über 30000 Jahren gleich. Diese Zahlen berücksichtigen nicht den Charakter vieler Alpenflüsse mit reicher Geröllführung; der Wiener Forscher BRÜCKNER hat ihn in Rechnung gesetzt und für die Land-senkung um einen Meter eine Zeitspanne von 10000 Jahren errechnet. Auch das ist noch ein riesiger Zeitraum, bedenken wir nur, daß die eigentliche Menschheitsgeschichte kaum 5000 bis 6000 Jahre zurückreicht!

Andere Zahlen stammen von dem Amerikaner F.W. CLARKE, der auf Grund von allerdings unvollständigen und sehr unterschiedlichen Unterlagen angibt, daß in einem einzigen Jahr allein von den Festländern 2500 Millionen Tonnen gelöste und 6000 Millionen Tonnen schwebende Stoffe ins Meer geführt werden. Nach seinen Berichten wird die Erde durchschnittlich in 8600 Jahren um einen Fuß gesenkt, das heißt die Erdoberfläche in einem Zeitraum von rund 25000 bis 30000 Jahren um einen Meter abgetragen. CLARKEs Versuche, aus der Menge der jährlich ins Meer geführten Stoffe die Neubildung von Gesteinen zu berechnen, ergaben, daß von rund 9000 Millionen Tonnen 70 % als Ton- und Schiefergestein, 16 % als Sandsteine und die restlichen 14 % als Kalke abgelagert werden.

Alle diese Zahlen geben nur einen ersten Anhalt, so exakt die Einzelunterlagen und so groß die von den Forschern aufgewandte Mühe auch sein mögen. Sie sind schon deshalb nicht genau, weil sie sich nur auf die Menge des von den Flüssen mitgeführten Materials beziehen und die Abtragung durch den Wind, der besonders im Innern der Kontinente einen wesentlichen Faktor darstellt, außer acht lassen. Immerhin vermögen sie uns eine ungefähre Vorstellung von dem gewaltigen Ausmaß der Zerstörung, der die Erdoberfläche ständig ausgesetzt ist, zu vermitteln, nicht minder auch von der Dauer der Zeiten, die vergehen mußten, bevor sich die Schichten ablagern konnten, die in der Sandgrube mit so beredten Worten zu uns sprechen.

6. Alter und Lagerung der Schichten

Die erste Möglichkeit einer vergleichenden Altersbestimmung bietet die *Schichtenlagerung*. Bei Sedimenten ist die untere Ablagerung immer älter als die obere: fließendes Wasser läßt all die groben und feinen Teile zu Boden sinken, die für den Weitertransport zu schwer sind; was später an derselben Stelle niedersinkt, kommt über die vordem abgesetzten Massen zu liegen. Beschreibt man eine bestimmte Schicht, etwa eine grobe braune Kieslage in gelblichen sandigen Absätzen, so bezeichnet man das über ihr Liegende als das »*H a n g e n d e*« und das darunter Lagernde als das »*L i e g e n d e*«. Im allgemeinen werden Kiese und Sande eine gleichförmige übereinanderliegende Schichtenfolge bilden, die sich zumeist in gleichen Zeitabschnitten niedergesetzt haben. Man spricht von *Konkordanz* der Lagerungsform (Abb. 10). Dagegen zeigen Schichtserien, die ungleichförmig liegen und oft in verschiedenen Zeiten entstanden sind, *diskordante Lagerung* (Abb. 11). Man kann sie überall dort beobachten, wo im Mittellauf unserer Flüsse alte Terrassenbildungen auf dem Felsuntergrund selbst abgelagert wurden. Eine Diskordanz im kleinen bietet häufig die *Kreuzschichtung*.

Abb. 10
Konkordante Lagerung

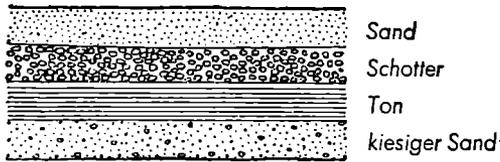
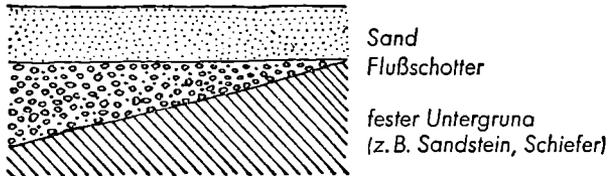


Abb. 11
Diskordante Lagerung



Auf das Alter der Schichten können wir auch durch charakteristische, in der Regel allerdings sehr seltene Funde schließen. Die Abbildung 12 zeigt ein Stück aus dem Gebiß eines ausgestorbenen Tieres, einen Backenzahn des *M a m m u t s*, das durch seine bis zu 5 m langen Stoßzähne ausgezeichnet ist. Dieser riesige Vertreter der eiszeitlichen Lebewelt ist der Vorläufer des heutigen indischen Elefanten. Sein zottiges, dichtes Haarkleid hat man im nordsibirischen Bodeneis gefunden. Seine Knochen wurden meist völlig zerstört und aufgelöst; nur einige wenige verfrachtete das fließende Wasser

mit Schottermassen, in denen sie noch heute lagern und uns Kunde geben von dem Alter dieser Schichten.

In Kiesgruben können wir – sofern die Bildungen jünger sind als der erste Vorstoß der Eismassen aus dem Norden – ein Gestein finden, das fest und

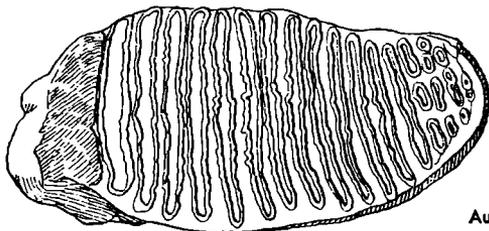


Abb. 12 Kaufläche des Backzahnes vom Mammut

Aus Walther, Bau und Bildung der Erde

hart ist wie Quarz, graubraun, gelb oder schwarz gefärbt, und meist in Knollen oder Klumpen auftritt. Es ist der allbekannte Feuerstein, aus dem die Zeitgenossen der Mammuts, die ersten Menschen, ihre einfachen Werkzeuge fertigten: roh behauene Schaber, Handspitzen, Faustkeile und ähnliche Gebilde, die zu einfachen Verrichtungen wie zum Reinigen der Felle von anhaftenden Fleischresten, zum Bohren von Holz und anderen Zwecken dienten. An ihrer Bearbeitung, von der Schlagbuckel und andere Merkmale zeugen, erkennt man, daß diese Artefakte von Menschenhand künstlich geformt, nicht auf natürlichem Wege entstanden sind (Abb. 13).

Funde von Resten der ersten Menschen sind noch seltener als die von Tieren, weil ihre im Verhältnis zu den Gesteinen sehr weichen Knochen allzu leicht der Zerstörung anheimfielen. Wie wir aus den spärlichen Funden schließen, waren unsere eiszeitlichen Vorfahren kräftige, rohe, ungeschlichte Menschen, mit fliehender Stirn und schmalem kinnlosem Kiefer, starken Augenbrauenbogen und hoher, breitflügeliger Nase. Unstet umherstreifend lebten

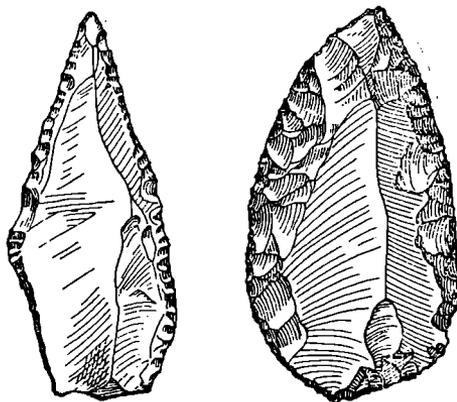


Abb. 13 Artefakte aus den Pleißeschottern von Markkleeberg

sie auf dem Steilufer der Flüsse von Jagd und Fischfang. Ihre Feuer- und Wohnstätten und die Plätze ihrer »Steinindustrie« befanden sich oberhalb des Überschwemmungsgebietes. Spätere große Wasserfluten nahmen von dort das herumliegende Material mit sich und lagerten es mit den Schottern ab. Ob die einzelnen Stücke weit befördert wurden oder bald zu Boden sanken, verrät uns der Grad ihrer Abrollung. Bekannte Fundstellen von Artefakten aus dieser sogenannten »älteren Steinzeit« sind die in den Flußkiesen der Pleiße am südlichen Stadtrand von Leipzig bei Markkleeberg und die von Taubach und Ehringsdorf in den Schottern der Ilm bei Weimar.

7. Kleinbeobachtungen an Wand und Sohle

Rostbraune Striche, Flecken und Bänder, oft auch nur zarte, hauchdünne Linien erkennen wir bei genauem Hinschauen in den feinen hellen Sanden. Sie zeigen uns den Weg, den sich von oben her eindringende Sickerwässer bahnen. Schwärzliche oder bräunliche Lagen in größeren Kiesen weisen dagegen auf alte Grundwasserstände hin. Häufig ist über eingelagerten Tonschichten der Sand oder Kies feuchter als an anderen Stellen des Profils, weil sich über dem undurchlässigen Ton das Sickerwasser staut. Viele Einzelheiten vermögen wir zu entdecken, wenn wir uns daran gewöhnen, genau hinzuschauen und auch anscheinend Nebensächliches zu beachten. Besonders nach einem sommerlichen Regenguß oder zur Zeit der Schneeschmelze im zeitigen Frühjahr ist die Sandgrube eine wahre Fundstätte für den, der an kleinsten Dingen seine Beobachtungsfähigkeit schulen und die Tatsachen erklären will: Viele winzige Rinnale und Bächlein strömen dann die geneigte Grubenwand herab zur Sohle und hinterlassen dabei Rillen oder Riefen, wie sie im großen das fließende Wasser an den Berghängen der Gebirge entstehen läßt. Weiter rinnt das Bächlein auf der Grubensohle, dem natürlichen Gefälle folgend wie ein Fluß. Wie sein großer Bruder nimmt es im kleinen und kleinsten feinste Massen von Ton oder Sand mit, je nach der vorhandenen Neigung des Geländes und seiner Wasserführung, und lagert sie nach der Korngröße gesondert wieder ab, wo die Transportkraft nachläßt oder das wenige Wasser verdunstet oder im Boden versickert ist. Gleich einem reißenden Bach im Gebirge schneidet das Rinnsal tiefer und tiefer in den »Untergrund« ein, bildet Flußschlingen, schafft dabei Prall- und Gleithänge und schüttet im kleinen seine Sandbänke auf. Ja sogar die Entstehung von Terrassen kann man gelegentlich in der Sandgrube selbst erkennen, wenn nach erneuten stärkeren Regenfällen die lebendige Kraft des Bächleins zunimmt und es sich tiefer einzuschneiden vermag. Im winzigsten Maßstab beobachten wir so zu den verschiedensten Jahreszeiten an Ort und Stelle, was uns über Verwitterung, Abtragung, Ablagerung und Talbildung eines Flußgebietes bekannt geworden ist und was uns die Deutung der bunten Mannigfaltigkeit der Sand- und Kiesschichten unserer Sandgrube erst ermöglicht.

8. Andersartige Sand- und Kiesbildungen

a) Wind-, Eis- und Meeresablagerungen

Auf viele fesselnde Einzelheiten sind wir bei unserem Besuch in der Sandgrube bislang schon gestoßen, und doch haben wir sie nicht alle entdeckt und beachtet. So sehr es uns auch lockt, noch weiter zu schauen, zu fragen, zu denken: es ist unmöglich, im Rahmen dieses Bandes alle Erscheinungen zu beschreiben, denen wir in einem Aufschluß begegnen. Um ein möglichst umfassendes Bild zu geben, haben wir das Profil der Sandgrube idealisiert, das heißt, den für unsere Betrachtung günstigsten, den Idealfall, angenommen. Aus diesem Grunde wird der Leser nicht immer alles in diesem Bande Angeführte in einem und demselben Aufschluß finden können. Dies zu wissen, ist wichtig, weil die Wirklichkeit nur zu oft ein etwas anderes Bild bietet.

Nicht alle Sand- und Kieslager sind in jedem Falle Sedimente des fließenden Wassers. In den fluvioglazialen Schmelzwasserbildungen vieler eiszeitlichen Kiessande haben Fluß und Eis gemeinsam gewirkt. Grobe Kiespackungen, wie sie in manchen Kiesgruben angeschnitten sind, können dagegen auch Gletscherabsätze sein. Die schmelzenden Eismassen schichteten als Endmoränen vor dem Eisrand bei längerem Stillstand wallartig auf, was an »Fracht« in ihnen eingefroren war. Allerdings ist das Gesteinsmaterial dann gänzlich anders beschaffen; es stammt nicht aus unseren Mittelgebirgen, aus denen der Fluß seinen Sand und Kies mitbrachte, sondern aus dem nördlichen Einzugsgebiet des Gletschereises, aus Skandinavien und Finnland. Eine Sortierung nach der Größe ist dabei nicht erfolgt, und die oft kantige Form oder nur schwach gerundete Gestalt der Einzelstücke weist darauf hin, daß es sich nicht um Flußbildungen handeln kann. Größere Stücke häufen sich und Sande fehlen, weil die feineren Massen oft von den Schmelzwässern mitgenommen worden sind: sie lagern heute in den weiten Ebenen der sogenannten Sander vor dem ehemaligen Eisrand.

Sandablagerungen sind nicht immer Sandbänke eines fließenden Gewässers, auch der Wind kann den Sand gebracht haben. Der Flugsand und die Dünen an der Küste des Meeres und im Binnenlande, wo sie am großartigsten in der Sandwüste ausgebildet sind, bieten dafür deutliche und überzeugende Beweise. In Mittel- und Norddeutschland entstanden mächtige, feine, gleichmäßige Sandmassen als Bildungen eines Meeres der Vorzeit in der mittleren Braunkohlenzeit, während welcher fast der gesamte norddeutsche Raum überflutet war und sich ein weites Meer nach Süden hin erstreckte: Schalen von Muscheln und Schnecken oder Zähne von Fischen und Reste anderer Meerestiere weisen eindeutig auf den Ursprung dieser Ablagerungen hin.

b) Die Bildung des Lößes

Die gleichmäßigen, staubfeinen Körnungen des Lößes, seine mineralische Zusammensetzung und geographische Verbreitung sowie seine Schichtungslosigkeit zeigen, daß es sich nicht um eine Ablagerung fließender Gewässer handeln kann. Löß findet sich im mittleren Deutschland in einem fast völlig geschlossenen, 17 bis 70 km breiten Streifen zwischen der Nordabdachung der Mittelgebirge und dem Südrand des norddeutschen Tieflandes. In Süddeutschland dagegen bildet der Löß weithin den Boden der Täler. Von Düsseldorf über den Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges, im Teutoburger Wald sowie der Weserkette nach Nordwesten vorspringend und weiter etwa durch die Orte Hannover-Magdeburg-Leipzig-Dresden-Liegnitz verläuft die nördliche Grenze der zusammenhängenden Lößverbreitung. Jenseits dieser Linie liegen nur ganz vereinzelt inselförmige Lößgebiete. Mitunter enthält dieser hellgelbe, meist kalkhaltige Mehlsand Gehäuse winziger Landschnecken, die einst auf den Lößpflanzen lebten, und seltene Knochenreste, unter denen solche von kleinen Nagetieren am häufigsten sind.

Nachdem der deutsche Forscher v. RICHTHOFEN auf Grund eingehender Studien in den großen Lößgebieten der Erde, in China, gefolgert hatte, daß es sich bei dem dortigen Löß um einen während der Wintermonate aus dem regenarmen innerasiatischen Wüsten angewehten Staubabsatz handele, ist man heute mit gutem Recht der Ansicht, daß auch der deutsche Löß ein äolisches Sediment ist. Während der Eiszeit strömten besonders in den Sommermonaten sehr beständige, trockene, kalte Nordostwinde von den Inlandeismassen in das eisfreie Vorland. Sie bliesen aus den völlig pflanzenfreien, nackten Schuttgebieten und Schotterfeldern der Schmelzwässer vor dem Eisrand, nicht minder aber aus den Überschwemmungsmassen der Flußbetten das feine und feinste Trümmermaterial aus und trugen es nach Südwesten. Dort, wo ihre Tragkraft aus verschiedenen Gründen nachließ und ein immer wieder von neuem durchwachsender Grasteppeich des Steppenlandes die feinen Körnungen festzuhalten vermochte, wurde der Staub in großer Menge und auffälliger Mächtigkeit abgelagert, und zwar besonders in den Höhepunkten der einzelnen Eiszeiten. Nur Reste allerdings blieben bis heute erhalten. Seinem Alter nach dürfte der deutsche Löß fast ausnahmslos der letzten großen Eiszeit angehören, deren ackerbaulich wertvollste Bildung er darstellt. Ältere Absätze dieses eiszeitlichen Steppenstaubes sind in den Jahrzehntausenden des Eiszeitalters wieder aufgearbeitet, abgetragen und zerstört worden. Nur im Westen und Süden unseres deutschen Landes kennt man auch einen, freilich weitgehend verlehnten, älteren Löß.

So breiten sich neben den ausgedehnten Schottergebieten einstiger Flußtäler die weiten Flächen des Lößes - Zeugen einer Zeit, da gewaltige Staubstürme über eine kahle, baumlose Steppenlandschaft im Vorland riesiger Eisfelder dahinfegten.

N A C H W O R T

Nicht nur Aufschlüsse wie Sand-, Kies- und Tongruben oder Steinbrüche geben uns die Möglichkeit, den Aufbau des Untergrundes zu erkennen und zu deuten. Auf dem Acker hat der Pflug des Landmanns die oberflächennahen Schichten umgewendet, auf der Wiese der Maulwurf, im Walde das wilde Kaninchen Tieferliegendes nach oben gekehrt. Einen Hanganschnitt der Eisenbahn, Hohlwege, Baugruben oder andere Aufschlüsse sucht der Geologe gern auf; denn sie gestatten ihm einen Einblick in die Art und Lagerung der Schichten. Möchten unsere Ausführungen in recht vielen Lesern das Verlangen geweckt haben, es ihm gleichzutun!

Freilich muß jeder, der draußen in der Natur geologische Studien treiben will, erst lernen, verständnis- und liebevoll auf all die vielen Kleinigkeiten zu achten, die ihm bisher vielleicht belanglos zu sein schienen und die doch oft von so großer Bedeutung sind. Gut zu Fuß muß man sein, wenn man Geologie treiben will, weder Auto noch Eisenbahn oder Fahrrad nutzen bei der Arbeit im Gelände; die entscheidenden Beobachtungen kann man nur dann anstellen, wenn man als Wandersmann kreuz und quer draußen umherstreift. Dazu mit dem alten Geologen- und Bergmannsgruß ein herzhaftes:

»GLÜCK AUF!«

FACH - UND FREMDWÖRTER

Abkürzungen: lat = lateinisch, gr = griechisch, it = italienisch

Akkumulation	accumulare (lat) = anhäufen – In der Geologie Aufschüttung, z. B. die Wiederablagerung von Schottern.
Anstehendes	das unverhüllt zutage stehende Gestein.
äolisch	Aiolos (Aiolos, gr) = Gott der Winde – Durch Wind zustande gekommen.
Artefakt	ars (lat) = Kunst, factus (lat) = gemacht – Vom vorgeschichtlichen Menschen hergestellte Werkzeuge, Waffen, Schmuck- und Kunstgegenstände.
Aufschluß	Stellen der Erdoberfläche, an denen Gestein unverhüllt zutage tritt.
Bodenkunde	Wissenschaft vom Boden, der unmittelbar unter der Oberfläche befindlichen, verwitterten Teile des Untergrundes.
Diagenese	διά (dia, gr) = durch, nach; γένεσις (genesis, gr) = Entstehung – Die nachträgliche Umwandlung von Lockermassen in feste Gesteine.
Diskordanz	discors (lat) = unverträglich – Ungleichförmige Lagerung zweier Gesteinsschichten.
Erosion	erodere (lat) = herausnagen – Die einschneidende Tätigkeit des fließenden Wassers.
Feldspat	verbreitete gesteinsbildende Mineralien von weißer, fleischroter oder grauer Farbe, etwa so hart wie Stahl, mit spiegelnden glänzenden Spaltflächen, woran sie in Gesteinen gut erkenntlich sind.
fluvioglazial	fluvius (lat) = Fluß, glacies (lat) = Gletscher – Durch gemeinsame Wirkung von Fluß und Gletscherwasser entstanden.
Geologie	γη (ge, gr) = Erde; λόγος (logos, gr) = Lehre – Wissenschaft von der Entstehung und dem Bau der Erdrinde. Historisch gerichtete Naturwissenschaft, welche die der unmittelbaren Beobachtung zugänglichen Teile der Erdkruste untersucht und die Eigenschaften, die Lagerung und die in den Gesteinen enthaltenen Reste von Lebewesen für die Erkenntnis der Geschichte der Erde und des Lebens auf der Erde auswertet. (Nach R. Brinkmann)
Gerölle	durch bewegtes Wasser abgerollt und daher gerundete Gesteinstrümmer.

Gestein	aus einzelnen Mineralien, selten nur aus einem Mineral bestehende Anhäufungen, die durch verschiedene geologische Prozesse gebildet wurden und Teile der festen Erdkruste darstellen.
Glimmer	lebhaft glänzende Blättchen, gesteinsbildende Mineralien, sehr weich. Weiß, biegsam und durchsichtig ist der Kaliglimmer (Muskovit), im Volksmunde Katzensilber, dagegen braun bis schwarz (undurchsichtig) der Magnesiaglimmer (Biotit), der ausgebleicht golden aussieht, im Volksmund Katzensilber genannt.
Granit	granum (lat) Korn – Aus Feldspat, Quarz und Glimmer bestehendes, körniges, bereits in der Erdkruste verfestigtes, vulkanisches Gestein.
Grundeis	am Grunde von Flüssen, Seen oder flachen Meeren gebildetes Eis.
Grus	durch Verwitterung entstandene kleine Bruchstücke fester Gesteine.
Hangendes	bergmännischer Ausdruck für die über einer bestimmten Schicht lagernde Schicht. Gegensatz: Liegendes.
Humus	Reste zersetzter oder in Zersetzung befindlicher Pflanzen in der obersten Bodenschicht, von meist brauner bis schwarzer Farbe.
Konglomerat	conglomerata (lat) = zusammenhäufen – Festes Sedimentgestein aus abgerollten Trümmern (Geröllen).
Konkordanz	concor (lat) = übereinstimmend – Gleichförmige Lagerung von Gesteinsschichten.
Konkretion	concretio (lat) = Zusammenballung – Klumpige, knollige, kugelige und andere Zusammenballungen von Kristallmassen und Schichtgesteinen.
Liegendes	bergmännischer Ausdruck für die unter einer bestimmten Schicht liegende Schicht. Gegensatz: Hangendes.
Löß	äolisches Sediment, gelblicher oder grauer, wasserdurchlässiger, ton- und kalkhaltiger, ungeschichteter feinsten Quarzstaub, in Norddeutschland Bildungen eiszeitlicher Winde im eisfreien Vorland.
Lößlehm	verwitterter Löß ohne Kalkgehalt.
Mäander	nach einem gleichnamigen Fluß in Kleinasien, Flußschlinge, schlangenartige Krümmungen fließender Gewässer.
Mineralien	mineralis (lat) = zum Bergwerk gehörig – Alle festen Gebilde der anorganischen Natur von chemisch fester oder nur wenig schwankender Zusammensetzung, im allgemeinen von regelmäßiger äußerer Gestalt (Kristallform). Von Bedeutung für die Gesteinskunde sind nur einige, die sogenannten gesteinsbildenden Mineralien.
Moräne	der von Gletschern oder Inlandeismassen abgelagerte Schutt.
Mure	durch die Gewalt von Wildbächen bei Schneeschmelze oder nach Regengüssen als Schuttströme zu Tal verfrachtete, lockere Schuttmassen im Gebirge.

Profil	hier: Darstellung eines Schnittes durch Teile der Erdrinde zur Veranschaulichung der geologischen Lagerungsverhältnisse, auch der Durchschnitt durch Schichten oder Schichtengruppen selbst.
Puŕta	Landschaft von vorwiegend gras- und krautsteppenartigem Charakter in Ungarn.
Quarz	verbreitetstes Mineral als Gesteinsgemengteil und als Sand, hart, mit muscheligen Bruch, fettigglänzend, fast unzerstörbar, meist farblos, klar bis durchsichtig.
Runse	an Berghängen durch Wasser eingeschnittene rinnenartige Vertiefung.
Sander	sandr (isländisch) = Sande – Schwach geneigte Ebenen vor dem Eisrand mit Sandablagerungen eiszeitlicher Schmelzwässer.
Schluff	feinster Staubsand unter 0,2mm Korngröße.
Schwarzerde	Tschernosem (russisch) – Sehr humushaltiger (bis 16 ⁰ /o), feinkörniger, lößähnlicher schwarzer Boden der Steppengebiete.
Sedimentation	sedimentum (lat) = Bodensatz – Der Vorgang der Ablagerung von Sediment – (Schicht-) Gestein.
Stromstrich	Stelle der größten Fließgeschwindigkeit im Querschnitt eines Gewässers, befindet sich über der größten Wassertiefe etwas unter der Oberfläche.
Terrasse	terra (lat) = Erde, Land – Hier: über der heutigen Talaua des Flusses befindliche Reste alter Talböden, als Stufen im Gelände kennlich, z. T. durch alte Flußablagerungen (Terrassenkiese und -sande, Terrassenschotter) gekennzeichnet.

B E D E U T E N D E F O R S C H E R

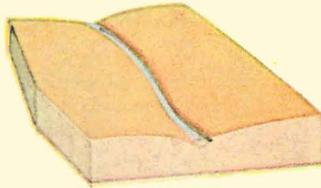
Brückner,	Eduard, 1862–1927, Professor der Geographie in Wien, arbeitete über Klimaschwankungen und die eiszeitliche Formenwelt.
Clarke,	Frank Wigglesworth, Zeitgenosse A. Pends, leitender Chemiker der Geologischen Landesuntersuchung der USA. Seine Forschungen betreffen besonders das Grenzgebiet zwischen Geologie und Chemie (Geochemie) und den stofflichen Aufbau der Erde.
Heim,	Albert, 1849–1937, Professor der Geologie in Zürich, Alpengeologe und Erforscher der Gebirgsbildung.
Obrutschew,	Wladimir, Afanasjewitsch, geb. 1863, sowjetischer Geolog und Forschungsreisender; erforschte große Gebiete Sibiriens, Zentral- und Ostasiens und lieferte wichtige Erkenntnisse auf dem Gebiete der allgemeinen Geologie. Führendes Mitglied der sowjetischen Akademie der Wissenschaften.

- Penck,** Albrecht, 1858–1943, Professor der Geographie, zuletzt in Berlin, arbeitete auf allen Gebieten der Geographie.
- Richthofen,** Ferdinand Freiherr von, 1833–1905, Geograph und Geolog, zuletzt Professor der Geographie in Berlin, erforschte besonders Ostasien. Begründer der äolischen Löbtheorie, Lehrer zahlreicher Geographen und Forschungsreisender.
- Rinne,** Fritz, 1863–1933, Professor der Mineralogie, zuletzt in Leipzig und Freiburg i. Br., arbeitete auf allen Gebieten der Mineral- und Gesteinskunde und erfand zahlreiche neue Untersuchungsmethoden.
- Soergel,** Wolfgang, 1887–1946, Professor der Geologie, zuletzt in Freiburg i. Br., Erforscher der Eiszeit, vor allem ihrer Lebewelt und der Verhältnisse des nicht vom Eis bedeckten Gebietes im Vorlande der Eismassen.

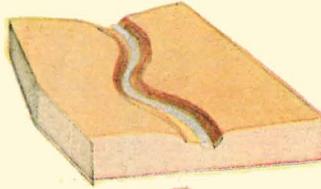
L I T E R A T U R

- Joh. Walther:** Geologie der Heimat, Grundlinien geologischer Anschauung. Verlag Quelle und Meyer, Leipzig; 3. Auflage 1926.
Für den Anfänger, der Geologie als Heimatkunde betreiben will, ist dieses Werk durch zahlreiche gute Abbildungen und leicht faßliche Darstellungsform gut geeignet.
- K. v. Bülow:** Geologie für Jedermann. Francksche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1941. Das Gesamtgebiet der Geologie wird in anschaulicher Weise und allgemeinverständlich behandelt.
- P. Wagner:** Lehrbuch der Geologie und Mineralogie für Höhere Schulen. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1929.
Dieses Werk setzt Vorkenntnisse in physikalisch-chemischer Hinsicht voraus.
- E. Kayser – R. Brinkmann:** Abriß der Geologie. Verlag Enke, Stuttgart 1940.
Hier finden alle, die sich näher mit der Geologie befassen wollen, die beste und übersichtlichste Zusammenstellung der Allgemeinen Geologie.
- Herm. Schmidt:** Geologie Teil I. Geologische Vorgänge der Gegenwart. Wolfenbütteler Verlagsanstalt G. m. b. H. Wolfenbüttel-Hannover 1947.
Dieses Buch wendet sich an den jungen Studenten und vermittelt in gedrängter Form einen guten Einblick in das Leben des Erdkörpers.

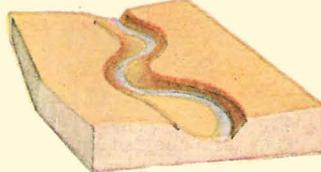
Auf einer wenig geneigten Ebene furcht das fließende Wasser langsam ein Tal aus.



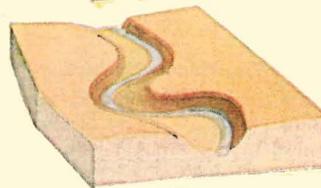
Träge dahinfließend weicht der Fluß im Tiefland immer mehr von seinem geraden Lauf ab, indem er sich schlängelnd seitwärts einagt.



Deutlich ausgeprägt erscheinen in den Flußschlingen oder Mäandern der steile Prallhang und der flache Gleithang.



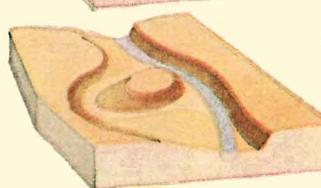
Immer weiter böschen sich die Talhänge ab. Landverlust auf der einen gleicht den Landgewinn auf der anderen Seite ohne Unterbrechung aus.



So wird der Mäander mehr und mehr in die Länge gezogen.



Schließlich nähern sich zwei Prallhänge so weit, daß das fließende Wasser den trennenden Rücken durchbricht, dabei die Schlinge als Altwasser abschnürt und selbst seinen Lauf wieder verkürzt und begradigt, bis das Spiel von neuem beginnt.



DIE GRUPPE II UMFASST FOLGENDE SERIEN:

- A** MATHEMATIK
- B** PHYSIK
- C** CHEMIE
- D** ALLGEMEINE BIOLOGIE
- E** BOTANIK
- F** ZOOLOGIE
- G** DER MENSCH
- H** ASTRONOMIE
- I** GEOPHYSIK
- K** METEOROLOGIE
- L** GEOLOGIE
- M** MINERALOGIE
- N** ALLGEMEINE GEOGRAPHIE
- O** LÄNDER UND VÖLKER
- P** REISEN UND FORSCHUNGEN
- Q** DER JUNGE NATURFORSCHER
- R** SCHÖNHEITEN U. SELTSAMKEITEN
- S** NOCH NICHT VERFÜGT
- T** NOCH NICHT VERFÜGT
- U** GESCHICHTE DER NATURWISSENSCHAFT