

dass dieselben in Konglomeraten mitunter die Gerölle durchschneiden, dass Versteinerungen in der Nähe der Klüfte verzogen und verkrümmt sind, also lauter Thatsachen, welche gegen die Austrocknungstheorie und für eine Zerreiſung sprechen. Auch künstlich konnten derartige regelmässige Klüfte durch Kontraktion nicht nachgeahmt werden, dagegen gelang es, durch Zerreiſung einer Glasplatte bei Torsion, durch Pressung eines Prismas aus Formwachs unter einer hydraulischen Presse, sowie endlich durch horizontalen Druck auf ein längliches Prisma Spalten-systeme zu erzeugen, welche den in der Natur vorkommenden nachgebildet erscheinen. In dem dritten Falle trat aber die Spaltenbildung erst nach vorausgegangener Faltung ein, so dass wir davon für die Erklärung der sächsischen Schweiz keinen Gebrauch machen können. Hierfür scheint der erste Fall die meiste Analogie zu bieten, da wir ja in dem Bau der sächsischen Schweiz thatsächlich eine Torsion erkannten (vgl. S. 282 [38]).

Weder die Hebung bezw. Senkung des Quadersandsteins in der sudetischen Richtung, noch die Aufwölbung am Kamme der erzgebirgischen Flexur konnten bei der spröden Natur des Gesteins bruchlos erfolgen; so dass sich hierbei Systeme von Sprüngen gebildet haben mögen, welche den Störungslinien theils parallel gerichtet sind, theils senkrecht auf denselben stehen. Daraus erklärt es sich, dass im nord-westlichen Teile die WNW- und NNE-Richtung, am südöstlichen Rande dagegen die WSW- und NNW-Richtungen vorherrschen. Dagegen ist es schwer, die Beziehungen zu erklären, welche die letzteren Richtungen zugleich zu der betreffenden Strecke des Lausitzer Granitrandes zeigen. Möglicherweise sind die Krümmungen desselben auf eine Einwirkung der erzgebirgischen Richtung zurückzuführen. Eine Lösung aller Schwierigkeiten und eine volle mechanische Erklärung ist erst nach einer ganz genauen Aufnahme zu erwarten, welche am besten im Zusammenhange mit der geologischen Kartenaufnahme vorgenommen würde.

---

## VII. Verwitterung und Abtragung.

Die geognostische Zusammensetzung der sächsischen Schweiz ist, wie wir gesehen haben, eine höchst einförmige. In fast ununterbrochener Folge liegen Sandsteinbänke übereinander, die sich nur durch die verschiedene Mächtigkeit, die verschiedene Grösse der Quarzkörner und den verschiedenen Reichtum an thonigem oder eisen-schüssigem, seltener kalkigem Bindemittel unterscheiden. Es ist ein Quarzsandstein, der im Durchschnitt zu 96—98 Proz. aus Quarzsand, zu 2—4 Proz. aus Eisenoxyd oder Thon besteht, so dass die einzelnen Sandkörner fast ohne Bindemittel miteinander verwachsen sind<sup>1)</sup>. Auf

<sup>1)</sup> Fallou, Grund und Boden des Königreiches Sachsen S. 116 ff.

dem linken Elbufer findet sich eine im Mittel etwa 6 m mächtige Einlagerung von kalkigem oder mergeligem Plänersandstein, welche von der Elbe allmählich bis über 500 m Meereshöhe ansteigt. In einem etwas höheren Niveau wird der Sandstein stark thonig und geht bei Naundorf, Wehlen und Zatzschke in reinen Thon oder Mergel über. Ausserdem helfen nur einige Basaltkuppen, die ursprünglich grossenteils im Quadersandstein eingeschlossen waren, sowie Diluvialkiese und -lehme die Einförmigkeit unterbrechen. Der Sandstein liegt auf dem rechten Elbufer im ganzen ziemlich horizontal, auf dem linken in schwach geneigten Bänken; regelmässig angeordnete, senkrechte Klüfte haben den Zusammenhang der Bänke gelöst.

Das Regenwasser, welches auf diese Sandsteinflächen auftritt, sickert durch die Klüfte und auch in dem porösen Gestein selbst rasch in den Boden ein. Nur nach starken Regengüssen und zur Zeit der Schneeschmelze rinnt ein grösserer Teil des Wassers oberflächlich ab, weil dann die Menge des auf einmal zugeführten Wassers zu gross ist, als dass der Boden dasselbe ganz fassen könnte. Wo die Sandsteintafeln durch Gründe unterbrochen werden, tritt ein Teil des eingesickerten Wassers, wie man besonders im Winter an den Eiszapfen bemerken kann, auf den Schichtenfugen zu Tage und tränkt die Pflanzen, denen die Sonnenstrahlen nur wenig Feuchtigkeit entziehen. In diesen Gründen finden wir daher die Fichte und üppige Farnkräuter, während auf den trockenen Sandsteintafeln selbst nur die bescheidene Kiefer fortkommt. Eigentliche Quellen finden sich in der sächsischen Schweiz nur da, wo die krystallinische Grundlage zu Tage tritt, oder wo die Plänereinlagerung oder die thonige Zwischenschicht das Wasser auffangen, oder wo Basalt oder Lehm den Quadersandstein bedecken. Auf dem Basalt nehmen z. B. die Quellen um den Grossen Winterberg ihren Ursprung, der thonigen Zwischenschicht scheinen einige der Quellen zwischen Rosenthal und Schöna zu entspringen, während andere einem diluvialen Gehängelehm angehören, und das glaciale Diluvium scheint z. B. die kleinen Quellen hinter der Bastei zu erzeugen. Bei weitem am wichtigsten sind aber die Quellen der Plänerschicht. Auf der Plänerschicht treten alle die Quellen um den Schneeberg zu Tage, welche die Biela, den Cunnersdorfer und den Krippenbach bilden; auf ihr entspringen auch die Quellen der Schweizermühle und von Königsbrunn, welche zur Begründung der dortigen Wasserheilstalten Veranlassung gegeben haben; auf ihr liegt die mächtige Wasserschicht, welche den tiefen Brunnen der Festung Königstein speist, ihr verdanken vielleicht auch, als Spaltquellen, die starken Quellen im Grunde der Langen Biela oberhalb Herrnskretsch ihren Ursprung<sup>1)</sup>. Wir haben früher gesehen, dass die Plänerschicht nur auf dem linken Elbufer oder, genauer gesagt, nur südwestlich der Elb-Kamnitzlinie zu Tage tritt, auf dem rechten Ufer dagegen unter der heutigen Sohle der Thäler liegt. Daher sind auch die an diese Schicht gebundenen Quellen im ganzen auf das linke Ufer der Kamnitz-Elbe beschränkt. Das linke Ufer ist aber

<sup>1)</sup> Vgl. Gutbier a. a. O. S. 87 f. Schiffner, Beschreibung der sächsisch-böhmischen Schweiz S. 21 ff.

vor dem rechten auch dadurch bevorzugt, dass die geneigte Schichtenstellung den oberflächlichen Abfluss des Wassers und die Vereinigung der kleinen Wasseradern begünstigt. Es unterscheidet sich daher in Bezug auf seine Bewässerung gar nicht so sehr von anderen Gegenden; am rechten Ufer dagegen können wir stundenlang wandern, ohne unseren Durst stillen zu können, und die Bäche verlieren hier häufig mehr Wasser im Sande, als sie zugeführt erhalten.

Die geognostische Zusammensetzung eines Gebirges bedingt aber neben der Wasserführung auch den Charakter der Verwitterung. Dieselbe wird in der sächsischen Schweiz ganz überwiegend ein mechanischer Prozess sein, denn die Menge des Bindemittels ist im Quadersandstein so gering, dass seine Umänderungen ohne Bedeutung sind, der Quarz aber ist nur unter ganz besonderen Verhältnissen einer chemischen Umwandlung oder Lösung fähig, so dass auch diese gegenüber der mechanischen Wegführung desselben nicht in Betracht kommen kann. Zwar pflegt der an sich weisse oder gelbe Sandstein eine graue Kruste zu besitzen, aber dieselbe beruht nicht auf einer chemischen Umwandlung, sondern auf der Eindrängung kleinster organischer Bestandteile zwischen die lockeren Sandkörnchen.

Es sind wesentlich drei Formen, in welchen sich die Verwitterung äussert, in der Bildung von Sand, in der Zersprengung des Gesteins und in der Ablösung ganzer Quaderblöcke. Die Sandbildung kann eine Folge dieser Erscheinung sein, da die Felsblöcke häufig durch die Gewalt des Sturzes zermalmt werden, im allgemeinen aber wird sie die Verwitterung einleiten. Der Regen, der auf das Gestein trifft, dessen Wasser von der Oberfläche nach aussen abfliesst oder in die Klüfte hinabrinnt oder durch das ganze Gestein hindurchsickert, der Bach, der über den Fels dahinrauscht, der Wind, der, mit Sand beladen, die nackten Felswände peitscht, der Wechsel von Wärme und Kälte, der die Quarzkörner und noch mehr das im Gesteine enthaltene Wasser ausdehnt und zusammenzieht, der es zu Eis erstarrt und das Eis wieder schmilzt, die Vegetation, besonders die Moosvegetation, „welche mit ihren Würzelchen zwischen die Sandkörner eindringt und dann in kleinen Polstern abfällt und jedesmal Sandkrusten mit loszieht“ (Gutbier S. 100), sie alle sind thätig, um den Sandstein in Sand zu verwandeln.

Wo diese Sandbildung an einem Abhange vor sich geht, fallen die losgelösten Sandkörner infolge ihrer Schwere zu Boden; falls sich keine schützende Vegetationsdecke über den Sand breitet, nimmt der Wind die feineren Sandkörner weg und häuft sie an anderen Stellen wieder auf, aber nur das spülende und fließende Wasser führt, gegenwärtig wenigstens, grössere Sandmassen auf weitere Entfernung fort. Wo daher das Wasser fehlt, bleibt der Sand liegen und bildet eine Decke, welche das darunter liegende Gestein den Einflüssen der Verwitterung entzieht. Nur wo durch einen Thaleinschnitt oder irgend eine andere Ursache ein steiles Gefäll erzeugt wird, fliesst wenigstens ein Teil des Wassers oberflächlich ab und nimmt den angehäuften Sand mit fort. Während sich daher die Hochflächen im allgemeinen in einem Ruhezustande befinden, entfaltet die Verwitterung ihre volle Kraft an

den senkrechten Felswänden, denen wir in der sächsischen Schweiz so häufig begegnen, und deren Entstehung uns später beschäftigen wird.

Fast jeder einzelne Quader dieser Felswände zeigt sich von der Verwitterung angegriffen. Dass die Seitenflächen der Quadern dieser Einwirkung unterliegen, bezeugen uns vorstehende horizontale Leisten, welche ihre Erhaltung einer grösseren Widerstandsfähigkeit des Gesteines an dieser Stelle verdanken. Am stärksten hat die Verwitterung an den Schichtenfugen und Ablösungsflächen wirken können, worauf die allgemeine Abrundung der Felsblöcke beruht. Diese Abrundung ist am oberen Rande der Felswand, welcher dem Wind und Wetter am meisten ausgesetzt ist, am stärksten ausgeprägt, so dass das Profil der Quaderblöcke hier fast das Ansehen von Kreisquadranten gewinnt. Greift aber die Verwitterung nicht nur von einer Seite, sondern, wie es bei einzelnen Felspfeilern der Fall ist, von allen Seiten an, so schliesst auch die Oberfläche der Felsen halbkugelförmig ab. An anderen Punkten findet sich an diesen nackten Felsoberflächen eine unregelmässige Abwechselung von Höckern und Leisten, Löchern und Furchen, welche Gutbier (S. 58 ff.) passend mit den Karrenfeldern der Schweizer Kalkalpen vergleicht, wenngleich sie an Grösse weit hinter denselben zurückbleiben, da die Höhendifferenzen hier wohl kaum je mehr als  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  m betragen. Die Furchen pflegen von dem Gipfel des Blockes nach allen Seiten abzufallen und weisen dadurch vielmehr auf eine Thätigkeit des Wassers als des Windes hin; das Wasser hat hier natürlich nicht chemisch, sondern mechanisch gewirkt, und wie im Kalke eine ungleiche chemische Zusammensetzung dem Wasser den Weg zu weisen scheint, so scheinen hier die kleinen Rücken und Gipfel durch gröbere Quarzkörner bedingt zu sein. An einzelnen Stellen, besonders an den Kanten der Tafelberge, findet man beckenförmige Vertiefungen, welche vielfach für alte, künstlich ausgehöhlte, Opferbecken gehalten worden sind, welche ihre Entstehung aber wohl gleichfalls dem auftreffenden Regenwasser verdanken.

Auch in einer anderen Beziehung bringt die mechanische Auflockerung des Sandsteines eine ähnliche Wirkung wie die chemische Lösung des Kalkes hervor. In vielen Fällen sind die Sandsteinflächen dicht mit Löchern besetzt, zwischen denen ein unregelmässiges Netzwerk aus feuchtem, leicht zerreiblichem Sandstein stehen geblieben ist<sup>1)</sup>. Diese Löcher scheinen sich nur an den Seitenflächen und Unterflächen (bei Ueberhängen), nie aber an den Oberflächen zu finden. An den Unterflächen haben sie eine kreisförmige Gestalt, an den Seitenflächen die Gestalt eines Kreissegmentes, das etwas grösser als ein Halbkreis, und dessen abschneidende Sehne horizontal ist und immer den unteren Rand bildet. Besonders häufig und gut ausgebildet sind diese Löcher an den Schichtenfugen, wo sie die Gestalt kleiner Höhlchen annehmen. Sie sind dann kugelförmig nach innen gewölbt, der Boden ist eine horizontale oder sanft nach aussen, selten nach innen geneigte Ebene, die häufig mit Sand bedeckt ist. Im allgemeinen haben sie 10—15 cm Oeffnungshöhe; es findet jedoch ein allmählicher Uebergang zu den

<sup>1)</sup> Vgl. die Abbildungen bei Gutbier, Geogn. Skizzen S. 93—98.

grösseren Höhlen statt, deren Höhe oft 5 m erreicht. Manche Bänke scheinen eine besondere Empfänglichkeit für diese Bildungen zu besitzen, denn man sieht hier eine Höhle unmittelbar neben der anderen, während sie darüber und darunter gänzlich fehlen.

Gutbier hält diese Löcher und Höhlen für eine Wirkung des Nebels, welcher sich besonders in den Felsendickichten fängt. Ein kieselig-thoniges Bindemittel, wie in den meisten feinkörnigen Sandsteinen vorhanden, widerstehe am besten der Zerstörung; walte aber der Thon vor, so nehme er begierig das Wasser auf, welches ihn mechanisch aufweiche und ausführe. Aber es ist schwer, sich vorzustellen, wie der Nebel Höhlen von 5 m und grösserer Höhe geschaffen haben soll, so dass auch Gutbier für diese grösseren Bildungen zum Teil die Hilfe des Meeres in Anspruch nimmt. Vielfach begegnet man ihnen an ganz frei gelegenen Stellen, z. B. an den Wänden der Kaiserkrone, wo Nebel nur ganz selten auftreten, und andererseits sieht man sie auch in Steinbrüchen angedeutet, wo der Nebel noch gar keinen Zutritt gewonnen hat. Wenn diese Bildungen also nicht wohl vom Nebel hervorgerufen sein können, so hat Gutbier doch darin sicherlich Recht, dass sie dem Wasser zugeschrieben werden müssen, welches sich innerhalb des Gesteines befindet; da ist aber das Schwitzwasser, das von oben in den Felsen einsickert und denselben ganz durchdringt, bis es von der Unterfläche der Bänke herabtropft oder sich in den Schichtenfugen sammelt, von weit grösserer Bedeutung als das Wasser, das von unten und der Seite her aus der Atmosphäre aufgenommen wird. Die Wirkung dieses Schwitzwassers ist eine rein mechanische, so dass wir keinen stalaktiten- und stalagmitenartigen Bildungen begegnen; wir vermögen jedoch nicht zu sagen, wie weit das Wasser selbst, und wie weit das Gefrieren desselben wirksam ist. Eine andere Schwierigkeit für die Erklärung liegt darin, dass sich im allgemeinen nicht zusammenhängende Eintiefungen, sondern eben diese Löcher und Höhlchen gebildet haben, welche durch schmalere oder breitere Zwischenräume getrennt sind. Bischof, der sich mit den gleichartigen Sandsteinbildungen von Adersbach und Weckelsdorf beschäftigt hat, sieht die Ursache in einer verschiedenen Härte und Widerstandsfähigkeit des Gesteines<sup>1)</sup>, aber es ist unwahrscheinlich, dass in horizontaler Richtung eine so regelmässige Abwechselung harter und weicher Stellen stattfindet. Die Ursache liegt vielmehr in der Verteilung des Wassers, welches besonders an den Wurzeln der Gewächse in das Gestein dringt und in einzelnen, wenn auch vielen und kleinen Fäden das Gestein durchsickert. An manchen Stellen fehlen diese Unregelmässigkeiten; statt einer Reihe von Höhlen finden wir eine Art Ueberhang, dessen stark angegriffene Decke eine gleichmässig nach innen geneigte Ebene bildet.

Nachdem an einem Punkte der Anfang mit der Wegführung des Sandes gemacht und so ein Löchelchen gebildet war, musste die Vergrösserung desselben leichter vor sich gehen; auf horizontalen Flächen gleichmässig nach allen Seiten, während an vertikalen Flächen

<sup>1)</sup> Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1844.

das Sickerwasser nur von oben und von den Seiten her wirken konnte. Je mehr Wasser an einem Punkte zusammenfliesst, und je angreifbarer der Sandstein ist, um so stärker wird die Wirkung sein; daher kommt es, dass diese Höhlchen sich besonders an den Schichtenfugen finden, dass die grösseren Höhlen in einem Niveau zu liegen pflegen, wie man am Kuhstall oder am Quirl so schön beobachten kann. Jede solche Höhle kann sofort wieder der Ausgangspunkt für neue Angriffe werden; am hinteren Ende finden sich daher vielfach kleinere Höhlchen von gleicher Gestalt. Mitunter werden dieselben zu engen Gängen, deren Länge leicht 1 m erreicht; sie mögen etwas grösseren Wasserfäden entsprechen. Der Zwischenraum zwischen zwei Höhlchen wird von beiden Seiten angegriffen; an der schmalsten Stelle stehen dieselben daher vielfach durch kurze Gänge in Verbindung, die der Aussenwand parallel laufen, dazwischen bleiben dann sanduhrförmige Pfeiler oder kurze Wände stehen; wenn auch diese weggewaschen werden, so entstehen einfache Einbiegungen im unteren Teile der Bänke.

Die grösseren Höhlen der sächsischen Schweiz sind, soweit sie diesen Namen überhaupt mit Recht tragen, wesentlich dieselben Bildungen, wie die kleinen Höhlchen und Ueberhänge. Die Hieckelshöhle in den Hieckelsschluchten, die etwa 8 m hoch, 14 m tief und 45 m breit ist (Gutbier S. 98), ist nichts als ein grosser Ueberhang; der Diebskeller im Quirl mit 35 m Tiefe und 17 m Breite<sup>1)</sup> unterscheidet sich nur durch die Grösse von den kleineren Höhlchen. Es kommt, z. B. in den Tyssaer Wänden, vor, dass diese Höhlen eine ganze Felswand durchsetzen und dadurch zu Thoren werden. Der Kuhstall und das Prebischthor sind solche Thore, nur dass hier oberflächlich spülnendes Wasser und die Wegführung ganzer Quadern mitwirken mochte, obgleich die Einleitung des Prozesses immer durch die Sandbildung geschah.

Andere Thore sind ganz anderer Entstehung; sie bilden mit vielen der zahlreichen Löcher und Keller und manchen sogenannten Höhlen zusammen eine Gruppe von Bildungen, die alle den Charakter von Durchgängen haben, sich aber auf drei verschiedene Typen zurückführen lassen. Entweder sind es einfache Klüfte, deren Wände nach oben zusammenneigen (z. B. die Dianenhöhle bei der Waltersdorfer Mühle) oder enge Schluchten, die oben durch herabgefallene Felsblöcke geschlossen sind (Uttewalder Felsenthor, Amselloch u. s. w.), oder, und zwar am häufigsten, entstehen sie dadurch, dass sich Felsblöcke geneigt und an eine Wand angelehnt haben (z. B. der Diebskeller am Bärenstein, Kuhstall am Pfaffenstein)<sup>2)</sup>.

Verhältnismässig weniger wichtig als die Sandbildung ist die Zerspaltung des Gesteines durch die Verwitterung. Die Sprünge, welche von den auf ganz andere Kräfte zurückzuführenden Losen oder Klüften (vgl. S. 287 [43] ff.) wohl zu unterscheiden sind, laufen durchaus

<sup>1)</sup> Schäfer und Friedemann, Neues Wanderbuch durch Sachsen I, S. 35.

<sup>2)</sup> Ein Verzeichnis derartiger Bildungen, aber ohne Beschreibung, gibt Schiffner a. a. O. S. 7 und 8.

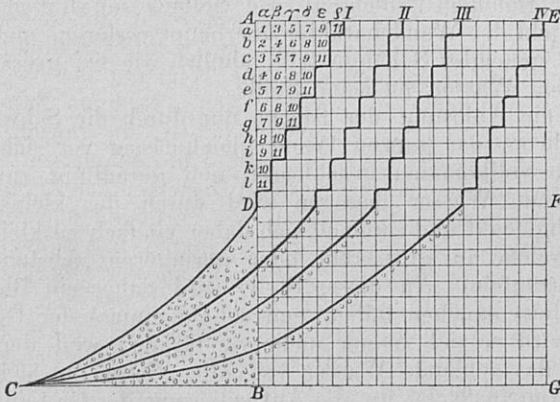
nicht immer von einer Schichtenfuge zur anderen, sondern gehen häufig nach oben, häufig nach unten blind aus. Sie haben oft eine senkrechte Richtung; ein interessantes Beispiel dafür findet sich am Diebskeller beim Bärenstein, wo man an einem grossen, schief an eine Wand gelehnten Felsblocke einige Sprünge senkrecht auf der Schichtfläche stehen, andere gegenwärtig eine senkrechte Stellung einnehmen sieht. Diese Sprünge können nur eine Wirkung der Vegetation oder des Frostes sein; manchmal mögen sich allerdings Baumwurzeln in den Fels gedrängt und ihn zerspaltet haben, im ganzen aber werden wir die Sprünge auf das Gefrieren zurückführen müssen. Der Gefrierprozess hat im allgemeinen bei porösen Gesteinen das Zerfallen in Sand, bei dichten Gesteinen die Entstehung von Sprüngen und eckigen Bruchstücken zur Folge. In unserem grobkörnigen, fast cämentlosen Sandsteine wird daher die Bildung von Sand an der Oberfläche die verbreitetere Wirkung sein, aber hier und da, wo sich etwa grössere Wasseradern finden, mag wohl auch einmal der ganze Stein auseinandergesprengt werden. Besonders häufig bilden sich derartige Sprünge parallel grösseren Klüften, an denen eine ganze Felswand gleichsam abblättert.

Eine dritte Art der Wirkung, welche aber mit der vorigen viel Aehnlichkeit hat, besteht in der Ablösung ganzer Quaderblöcke. „Füllt sich die Kluft mit Schnee, dringt später Wasser in sie und friert hierauf das Ganze, so werden die Felsen wie durch einen Keil auseinandergetrieben und teils ganze Felsmassen abgesprengt, teils an benachbarte angelehnt“ (Bischof a. a. O.). Dasselbe Resultat tritt ein, wenn Bäume ihre Wurzeln in die Klüfte hinabsenken und beim Wachsen den Fels zur Seite drängen, wenn durch Sandbildung die Lose und Schichtenfugen immer mehr erweitert werden, so dass der Block endlich seinen Halt verliert und hinabfällt, oder wenn ein Bach oder eine Regenflut den letzten Widerstand überwindet und den Fels mit sich fortreisst.

Noch mehr natürlich als die Sandbildung ist die Ablösung ganzer Quadern an die mehr oder weniger steilen Felswände gebunden, weil nur hier das Gefälle vorhanden ist, welches die Entfernung der gelockerten Blöcke ermöglicht. Im allgemeinen wird die Ablösung der Blöcke an der oberen Felskante beginnen und von hier gleichzeitig nach unten und hinten, jedoch mit grösserer Schnelligkeit nach unten fortschreiten, so dass meist ziemlich steile Abhänge entstehen. Auf Fig. 1 ist über der Linie DF der Fortschritt der Ablösung bei würfelförmigen Blöcken, d. h. bei gleichem Abstände der Lose und Schichtenfugen, bei völlig gleichartiger Beschaffenheit des Gesteines und Abwesenheit stärkerer Wasserwirkung schematisch dargestellt. Die lateinischen Buchstaben bezeichnen die horizontalen Bänke, die griechischen die vertikalen Reihen. Zuerst wird sich  $\alpha\alpha$  und  $\beta\alpha$  ablösen, nun erst wird  $\alpha\beta$  bei hinreichender Abrundung seinen Halt verlieren können. Gleichzeitig mit  $\alpha\beta$  fällt aber auch  $\gamma\alpha$  u. s. f., wie die eingeschriebenen Zahlen andeuten. Man sieht, dass am Ende jedes Zeitraumes ein treppenförmiges Ansteigen stattfindet, wobei jede Stufe zwei Quadern hoch und eine breit ist, so dass der Neigungswinkel der Felswand  $63\frac{1}{2}$  be-

trägt ( $\tan \varphi = 2$ ). Die quaderförmige Absonderung ist es also, welcher die sächsische Schweiz ihre steilen Felswände verdankt, durch die sie

Fig. 1.



sich so wesentlich von den meisten anderen deutschen Mittelgebirgen, z. B. dem in vieler Beziehung so verwandten rheinischen Schiefergebirge, unterscheidet.

Natürlich erleidet dies Normalprofil in der Natur die mannigfachsten Abänderungen. Grössere Wassermenge, welche z. B. aus einer Neigung der Oberfläche entspringen kann, verstärkt die in horizontaler Richtung wirkenden Kräfte, bedingt also einen sanfteren Abfall der Wand und damit eine Verdrängung der Felsen durch humusreicheren Boden. Pfeilerförmige Gestalt der Quadern begünstigt die Abtragung nach der Tiefe, plattenförmige die Abtragung\* nach hinten. Am wichtigsten aber ist ungleiche Beschaffenheit der übereinanderliegenden Gesteinsbänke; sind die unteren Bänke weicher, neigen sie besonders zur Bildung von Höhlen und Ueberhängen, so werden sie eher zerstört als die darüberliegenden. Mitunter, nämlich wenn die Kluft, an welcher der Abbruch erfolgt, etwas nach hinten gerückt fortsetzt, behalten die oberen Bänke ihre Lage und bilden Ueberhänge, meist aber verlieren sie ihren Halt und stürzen herab oder senken sich auch nur, wenn sie dem Boden nahe sind und die Ablösungsflächen weit auseinanderliegen, sanft abwärts, ohne eine Bewegung in horizontaler Richtung zu erleiden und ohne den alten Platz ganz zu verlassen. Die meisten der oft haus-hohen Blöcke, welchen man überall begegnet, und die man häufig an die Felswände lehnen sieht, sind auf diese Weise in ihre heutige Lage gebracht worden. Verheerender sind die eigentlichen Bergstürze, bei denen oft mehrere Hundert Kubikmeter zugleich abstürzen und grossenteils zertrümmern; die grosse Zahl glatter, senkrechter Felswände weist auf die Häufigkeit solcher Bergstürze hin. Eine grössere Weichheit der oberen Bänke oder auch nur einer der oberen Bänke hat umgekehrt ein schnelleres Zurückweichen derselben und damit Terrassenbildung zur Folge; viele der Felsterrassen, welche der Wanderer an den Schramm-



steinen, an den Felswänden beim Prebischthor, am Teichstein u. s. w. so deutlich und auf so weite Erstreckung bemerkt, sind auf diese Ursache zurückzuführen, ohne dass die Corrosion des Windes dabei eine bedeutende Rolle gespielt zu haben scheint. Besteht die ganze Wand aus weichen, thonigen Schichten, wie vielfach am linken Elbufer der Fall ist, so geht der Wandcharakter überhaupt verloren, und ein gleichmässig sanft geneigtes Gehänge tritt, ähnlich wie bei grösserem Zufluss von spülendem Wasser, an seine Stelle.

Wenn die Ablösung der Blöcke nur durch die Schwere erfolgte, so müsste sie an der ganzen Wand gleichmässig vor sich gehen, die Wand würde vollkommen geschlossen und geradlinig zurückweichen. Das abfliessende Wasser dagegen wird durch die kleinste Unregelmässigkeit abgelenkt und sammelt sich daher vielfach zu kleinen Wasserfäden an, welche in grösserem oder geringerem Abstände von der Wand herabträufeln. An dieser Stelle wird daher ein Block eher als rechts und links daneben fallen, und sobald einmal der Gegensatz gegeben ist, wird er sich immer mehr verstärken, weil der einmal gebildete Riss das spülende Wasser von allen Seiten an sich zieht, und weil er die Angriffsfläche für die Auflockerung des Gesteines vermehrt.

Die kleinen Risse oder Schluchten, welche auf diese Weise entstehen, sind meist geradlinig, weil sie die Stelle einer oder mehrerer Quaderreihen einnehmen, und pflegen in ziemlich gleichmässigen Abständen aufzutreten. Einen eigentümlichen Ausdruck erhalten die Felswände, wenn ihre Richtung die Kluftrichtungen schräg schneidet. Die Südseite des Königsteins bildet hierfür ein typisches Beispiel, indem sie sich als eine regelmässige Zickzacklinie darstellt, deren einzelne Stücke einander in nahezu rechten Winkeln schneiden. Ganz in der Nähe ist die regelmässige Wandbildung an der Nordseite des Quirl besonders schön zu beobachten<sup>1)</sup>. Wenn lokal mehr als zwei Kluftsysteme ausgebildet sind, so geht die Regelmässigkeit verloren, so finden sich vielfach schiefwinkelige Blöcke, so gewinnen die Felswände ein rauhes und unregelmässiges Ansehen.

Diese Risse greifen gewöhnlich nicht sehr tief in die Wand hinein, denn sie verdanken ja ihre Fortpflanzung dem Regenwasser, dessen Abfluss sie selbst erst hervorrufen, das ihnen also ebensogut oder beinahe ebensogut von den Seiten wie von hinten zuströmt. Von den im allgemeinen auf der Wand senkrecht stehenden Hauptschluchten zweigen sich daher unter rechtem Winkel wenig kürzere Seitenschluchten ab, welche der Wand parallel gerichtet sind. Die Seitenschluchten zweier benachbarten Hauptschluchten können sich zu einer Schlucht vereinigen und so eine Gruppe von Felsquadern von der Wand abtrennen. Gewöhnlich sind diese Schluchtensysteme auf den Rand einer Felswand beschränkt, aber unter günstigen Umständen, namentlich wenn bei einem schmalen Rücken oder einem Tafelberge der Angriff der Witterung von zwei oder mehr Seiten erfolgt und die Wand eine grössere Höhe besitzt, können dieselben eine beträchtliche Ausdehnung gewinnen. Der Pfaffenstein, die Felsen südlich der Schweizermühle,

<sup>1)</sup> Vgl. die Abbildungen bei Gutbier S. 33.

die Tyssaer Wände gehören zu den schönsten und bekanntesten Beispielen solcher wirrer Schluchtenkomplexe.

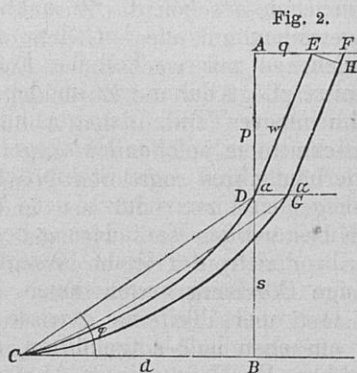
Aber die Quadergruppen zwischen benachbarten Schluchten werden allmählich immer mehr verkleinert. Auf den Felskanten und Felsrücken sind auf diese Weise einzelne Blöcke liegen geblieben, in welchen die Phantasie vielfach Aehnlichkeiten mit einem Lamm oder einer Lokomotive oder Stiefel und Stiefelknecht entdeckt hat. Auf diese Weise sind auch die einzelnen Felspfeiler wie der Prebiskegel, die Katzenkirche bei Dittersbach, die Herkulesssäulen bei der Schweizermühle, die Barbarine am Pfaffenstein entstanden. Endlich werden auch sie der Verwitterung unterliegen, aber schon sind neue gleiche Gebilde hinter ihnen geschaffen worden.

Die Blöcke und der Sand, welche durch Schwere und Wasser aus der Felswand ausgebrochen sind, fallen auf den terrassenartigen Vorsprüngen und am Fusse derselben nieder und würden sich daselbst zu einem immer höher anwachsenden und schliesslich die ganze Felswand verhüllenden Schuttkegel anhäufen, wie es in der Sahara thatsächlich der Fall ist, wenn nicht das Wasser an ihrer Fortschaffung arbeitete. Fliesst unmittelbar am Fusse der Wand ein grösserer Bach oder ein Fluss vorüber, so entfernt derselbe allen durch die Verwitterung gelieferten Schutt; im allgemeinen bleibt aber diese Wegschaffung dem von der Oberfläche der Wand und aus den Schichtenfugen herabträufelnden Wasser überlassen, welches auf dem Schuttkegel herabrinnt und die leichteren Bestandteile wegspült oder auch in denselben einsickert und an der Oberfläche desselben langsam nach aussen dringt, hier ebenso wie auf den Schichtenfugen die feineren Partikeln mit sich nehmend. So häuft sich der Schutt nur bis zu einer bestimmten Höhe an, in welcher ein Gleichgewicht zwischen der Transportkraft und der Schuttbildung an dem noch frei aufragenden Teile der Wand erreicht ist. Bevor das jedoch geschehen ist, pflegt der obere Teil der Wand ein ganzes Stück zurückgewichen zu sein, so dass der Schutt auch den noch nicht zurückgewichenen unteren Teil der Felswand bedeckt. Der Fusskegel einer Felswand pflegt daher nur an der Oberfläche aus losen Blöcken und Sand, im inneren Teile dagegen aus festen Quadern zu bestehen. Strasseneinschnitte in solchen Fusskegeln zeigen grossenteils anstehendes Gestein, ja häufig sind sogar Steinbrüche in den Fusskegeln in Betrieb. Die Fusskegel sind zwar durch neue Zuführung und Wegführung von Schutt in beständiger Veränderung begriffen, aber dieselbe geht äusserst langsam vor sich; der leicht bewegliche Sand hat daher meist eine gleichmässige Böschung angenommen, Kiefernwald hat sich auf demselben angesiedelt und ihm eine gewisse Festigkeit verliehen, und nur die grossen, oft schon halb eingehüllten, Felsblöcke mitten im Walde belehren uns über die Natur dieser Abhänge. Nur wenn einmal eine ganze Wand in einem gewaltigen Bergsturze herabkommt, bietet sich dem Auge ein wirrer Trümmerhaufe dar, wie ihn der Wanderer im Hochgebirge an der Mündung jedes Wildbaches zu sehen Gelegenheit hat. Ein solcher Vergleich mahnt uns an die Kleinheit der sächsischen Schweiz und die Zähmheit ihrer Gebirgsnatur, wenn uns der Anblick der senkrechten Felswände dieselbe vielleicht für eine Weile hatte vergessen lassen.

Die Felswände haben nicht nur für die landschaftliche Physiognomie, sondern für den ganzen Organismus der sächsischen Schweiz eine so grosse Bedeutung, dass wir noch etwas länger bei ihnen verweilen und die Gesetze, welche für ihre Bildung massgebend sind, etwas näher betrachten müssen.

Die Gesetze der Erosion lehren uns, dass die Gestalt und Lage eines Wasserfadens, welcher gerade allen zugeführten Schutt wegschaffen kann, von der Menge und Beschaffenheit dieses Schuttes, von der Wassermenge und von der Lage der Mündung oder der Erosionsbasis abhängig ist. Je grösser die Wassermenge ist, desto kleiner braucht das Gefäll zu sein, um gleiche Wasserkraft zu erzeugen; je grösser die Schuttmenge ist, desto grösser muss dagegen die Wasserkraft oder, bei gleicher Wassermenge, das Gefäll sein, um ihn vollständig fortzuschaffen. Durch das Verhältnis von Wasser und Schutt ist die Gestalt des Wasserlaufes, die im allgemeinen eine nach aufwärts ansteigende Kurve sein wird<sup>1)</sup>, bestimmt, aber die Lage derselben verändert sich mit der Lage ihrer Mündung oder Basis. Je höher diese über dem Meeresspiegel liegt, um so höher auch ein bestimmter Punkt der Kurve, je weiter die Mündung von der Wand entfernt ist, um so weiter aufwärts, also in einem um so höheren Punkte, schneidet die Wand die Kurve. Diese Gesetze finden aber auf die Gestaltung einer Felswand und ihres Fusskegels Anwendung, weil dessen Anwachsen, wie wir sahen, in dem Fortschaffen des Schuttes durch das Regenwasser seine Grenze findet. Die freie Felswand wird an jeder Stelle und zu jeder Zeit so hoch sein, dass der von ihr gelieferte Schutt durch das abfliessende Regenwasser bis zum nächsten Bach und von diesem weiter zum Fluss fortgeschafft werden kann.

Die gegebenen und mit Ort und Zeit wechselnden Grössen (Fig. 2)



sind: die Wand AB, welche von der Erosionsbasis C einen Abstand  $BC = d$  und über derselben eine Höhe  $AB = h$  besitzt, die auf der Flächenein-

<sup>1)</sup> Vgl. irgend ein Lehrbuch der Geologie oder physischen Geographie, z. B. v. Richthofens Führer S. 133 ff., oder auch der Wasserbaulehre. Eine besonders eingehende Behandlung bei Gilbert, Report on the Geology of the Henry Mountains S. 93 ff. und Philippson, Ein Beitrag zur Erosionstheorie, Peterm. Mitteil. 1886 S. 92 ff.

heit fallende Regenmenge  $R$  und die Stärke der Verwitterung  $V$ . Die Wand  $AB = h$  gliedert sich infolge der Verwitterung bald in die freie, unter einem nach der Beschaffenheit des Gesteines verschiedenen Winkel  $\alpha$  nach rückwärts ansteigende, Felswand  $DE = w$ , deren vertikale Komponente  $AD$  wir mit  $p$ , deren horizontale Komponente  $AE$  wir mit  $q$  bezeichnen wollen, und einen Fusskegel  $DC$ , dessen Höhe  $DB = s$ , dessen Basis  $BC = \alpha$  und dessen Böschung eine Kurve mit dem mittleren Neigungswinkel  $\varphi$  ist. Es gelten dafür die Bezeichnungen  $s = d \tan \varphi$ ,  $p = w \sin \alpha$ ,  $h = p + s = w \sin \alpha + d \tan \varphi$ . Die Verwitterung erfolgt nur an dem freien Teile der Wand  $w$ , der Betrag der Schuttbildung  $S$  oder, anders ausgedrückt, der Abtragung in einem bestimmten Zeitraum  $T$  ist gleich der Grösse der Wand, multipliziert mit der mittleren Stärke der Verwitterung, also  $S = wV$ . Wir können hierbei  $V$  durch eine Senkrechte auf  $ED$ , nämlich durch  $EH$  darstellen, so dass  $S = w \cdot EH$ . Diese Masse wird, wenn Gleichgewicht zwischen Schuttbildung und Transportkraft vorhanden ist, bis an das untere Ende  $C$  des Fusskegels und von da aus durch andere Agentien weiter transportiert. Das Volumen des Fusskegels bleibt also in diesem Falle dasselbe, d. h.  $D$  wird bei der Abtragung in einer der Basis  $BC$  parallelen Linie bis zum Schnittpunkt  $G$  der in  $H$  zu  $w$  gezogenen Parallele rückwärts verlegt, so dass die Abtragung  $S$  im Zeitraume  $T$  durch das Parallelogramm  $EFGD$  repräsentiert wird, und die Wand aus der Form  $EDC$  in die Form  $FGC$  übergegangen ist.

Es fragt sich nun, unter welchen Bedingungen die Grösse der freien Wand  $w$  und die Höhe des Fusskegels  $h$  oder, anders ausgedrückt, unter welchen Bedingungen die Stärke der Abtragung und des Transportes im Gleichgewichte bleiben, welchen Einfluss eine Veränderung der Grössen  $d$ ,  $h$ ,  $\alpha$ ,  $V$  und  $R$  darauf ausübt.

Man könnte meinen, dass schon die Zurücklegung der Wand an sich, d. h. die Vergrösserung von  $d$ , dieses Gleichgewicht stören müsste, da doch die Böschungskurve mit wachsender Entfernung von ihrem Fusse immer höher ansteigt. Aber die Zurücklegung der Wand und die Einbeziehung rückliegender Teile in den Abfluss hat zugleich eine Vermehrung der Wassermenge und damit eine Herabdrückung der Kurve, eine Verkleinerung ihres mittleren Neigungswinkels  $\varphi$ , zur Folge. Bald wird sich der eine, bald der andere Faktor stärker geltend machen; im Mittel werden sie, wie uns die Erfahrung lehrt, einander aufheben, d. h. der freie Teil der Wand und der Fusskegel werden in verschiedenen Abständen vom Fusse das gleiche Höhenverhältnis bewahren. Der obere Teil des alten Fusskegels, mag derselbe aus Schutt oder aus anstehenden Quadern bestanden haben, wird bei der Rückverlegung der Wand abgetragen. Je weiter diese Rückverlegung fortschreitet, um so tiefer greift die Abtragung in den Kern des alten Fusskegels hinab, um so mehr legt sie die bei der ersten Zerstörung der Wand stehen gebliebenen und von Schutt überdeckten unteren Teile wieder bloss und trägt auch sie jetzt ab, so dass man im unteren Teile längerer Fusskegel nicht, wie man zuerst erwarten sollte, mächtige Schuttmassen, sondern einen, nur von einer dünnen Schuttlage bedeckten, sanft ansteigenden Boden anstehenden Gesteines findet.

Auch die Höhe  $h$  der Wand kann an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten verschieden sein. Je höher die Wand ist, auf einer um so grösseren Fläche erfolgt der Angriff der Verwitterung, um so grösser ist also die Schuttbildung, um so steiler muss der Fusskegel ansteigen, um den Transport der grösseren Schuttmenge zu ermöglichen, um so höher erhebt er sich daher über die Erosionsbasis. Der Böschungswinkel des Fusskegels nimmt also mit der Höhe der Wand zu, die Höhe desselben bewahrt zur Höhe der Wand und damit auch zur Höhe des freien Wandteiles immer das gleiche Verhältnis. Die Abtragung  $S = w \cdot EH$  ist also der Höhe der Wand proportional, der Grad des Rückschreitens  $EF$  ist von der Höhe unabhängig<sup>1)</sup>. Eine solche Aenderung der Höhe kann an einer und derselben Wand im Laufe der Zeit eintreten, wenn die Platte, deren Rand die Wand bildet, nicht horizontal, sondern geneigt ist. Ist diese Neigung von der Wand aus rückwärts gerichtet, so wird der freie Wandteil allmählich immer niedriger und kann schliesslich ganz verschwinden, womit die Abtragung ein Ende hat; im umgekehrten Falle dagegen wird die Wand mit der Zeit immer höher, bietet also der Verwitterung eine immer grössere Angriffsfläche dar. Es handelt sich hier natürlich nur um den Fall, dass an der Oberfläche der Platte selbst keine oder nur eine ganz geringe Abtragung stattfindet; eine stärkere Neigung derselben ist in der sächsischen Schweiz kaum vorhanden und braucht darum auch nicht betrachtet zu werden. Ebensowenig kommt eine Neigung der Grundfläche zur Geltung, wie sie sich an Felswänden einstellen kann, die durch Verwerfung gebildet sind. Der Fusskegel bewahrt natürlich seine Lage gegen die Horizontale, wird also im Falle einer gegen die Wand gerichteten Neigung der Grundfläche besonders gross, im anderen Falle besonders klein werden, so dass in jenem Falle die Abtragung gehemmt, in diesem gefördert wird.

Wir haben die Felswand bisher als senkrecht betrachtet; sie kann aber auch eine grössere oder geringere Neigung besitzen oder in Terrassen ansteigen. Die Wirkung dieses Umstandes besteht nur darin, dass ein Teil des Schuttes schon auf den Terrassen oder sanfteren Gehängestrecken liegen bleibt, dass also der Fusskegel in mehrere Teile zerlegt wird; aber er ist uns zugleich ein Anzeichen für eine weichere Gesteinsbeschaffenheit und reichlichere Wasserzuführung, also für zwei der Abtragung günstige Umstände.

Je stärker aus irgend einem Grunde die Verwitterung ist, um so grösser ist auch die Schuttbildung, um so steiler muss der Neigungswinkel  $\varphi$  werden, damit die gleiche Wassermenge den Schutt noch bewältigen kann. Dadurch tritt aber eine Verkleinerung des freien Wandteiles  $w$  und damit eine Beschränkung der Schuttbildung ein, welche der stärkeren Verwitterung entgegenwirkt. Eine vermehrte Intensität der Verwitterung hat also auch vermehrte Schuttbildung im Gefolge, aber die Vermehrung erfolgt nicht in dem gleichen Verhältnis.

Umgekehrt wird bei einer Vermehrung des abfliessenden Regen-

<sup>1)</sup> Dutton hat diesen Satz in der Tertiary History of the Great Cañon District mehrfach, besonders S. 63, betont, aber auf den Beweis desselben verzichtet.

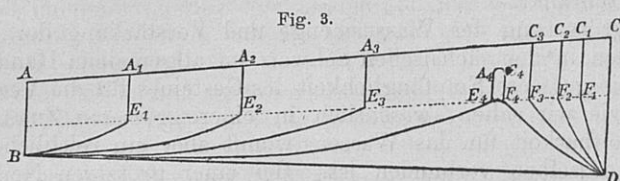
wassers die Böschung  $\varphi$  verkleinert, der freie Wandteil  $w$  und damit die Angriffsfläche der Verwitterung vergrössert, es tritt also eine Verminderung der Schuttbildung ein, welche die Verkleinerung des Fusskegels einschränkt.

Vergrösserung der Wassermenge und Verstärkung der Verwitterung werden in der sächsischen Schweiz im allgemeinen Hand in Hand gehen. Die grössere Empfänglichkeit des Gesteines für die Verwitterung besteht, wie wir sahen, wesentlich in einer grösseren Zugänglichkeit und Angreifbarkeit für das Wasser, womit aber ein reichlicheres Hervortreten desselben verbunden ist. Bei einer grösseren Neigung der Oberfläche strömt das Wasser reichlicher zu, aber bringt auch gleich eine Menge Schutt vom oberen Teile der Gehänge mit. Auch eine Schichtenneigung hat grössere Zufuhr von Wasser und Schutt im Gefolge. Steigen wir in grössere Meereshöhe auf, so nimmt, wenn auch unbedeutend, die Regenmenge und damit die Transportkraft zu, aber zugleich wird durch diese grössere Regenmenge und durch den häufigeren Frost die Verwitterung und damit die Schuttbildung vermehrt. Wird das Klima im Laufe der Zeit rauher, so tritt natürlich dieselbe Wirkung ein; wird es umgekehrt trockener, so nimmt die Verwitterung ab.

Es ist daher meist schwer, a priori zu bestimmen, ob die Vermehrung der Wassermenge oder der Schuttzuführung eine grössere Wirkung ausüben, ob also der Fusskegel im Verhältnis zur freien Wand grösser oder kleiner werden wird. Im allgemeinen unterliegt dies Verhältnis geringeren Schwankungen, als man zunächst denken sollte, und nur in extremen Fällen, wenn etwa ein tropisches Klima mit gänzlichem Mangel an Frösten oder andererseits ein regenloses Wüstenklima eintreten sollte, würde der Schuttkegel fast ganz verschwinden oder die Felswand ganz verhüllen. Aber ein gleiches Verhältnis von Fusskegel und freier Wand zeigt keineswegs eine gleiche Stärke der Schuttbildung und Abtragung an. Während Wassermenge und Stärke der Verwitterung in Bezug auf den Böschungswinkel und die Höhe des Fusskegels einander entgegenwirken, unterstützen sie einander in Bezug auf den Betrag der Schuttbildung. Sowohl eine grössere Stärke der Verwitterung wie eine grössere Menge des abfliessenden Wassers haben vermehrte Schuttbildung und Abtragung im Gefolge; erst recht tritt diese also ein, wenn bei geneigter Oberfläche, Schichtenneigung, weicherer Gesteinsbeschaffenheit, höherer Lage, rauherem Klima sowohl Verwitterung wie Wassermenge sich steigern. Wenn zwei in allen diesen Beziehungen verschiedene Wandstrecken an einander grenzen sollen, so würde nach einiger Zeit ihr Profil mehr oder weniger dasselbe geblieben, aber die eine viel weiter zurückgerückt sein als die andere.

Die Aenderungen in der Entfernung der Erosionsbasis, der Neigung der Platte, der Höhe und Gestalt der Wand, wie wir sie kennen gelernt haben, können sich unter einander und mit den Aenderungen der Verwitterung und Regenmenge in der verschiedensten Weise verbinden und danach einander entweder unterstützen oder einander entgegenwirken. Es ist nicht nötig, alle diese Kombinationen im einzelnen

durchzuführen, nur den Einfluss der Schichtenneigung wollen wir etwas näher ins Auge fassen (vgl. Fig. 3) <sup>1)</sup>.



Die Sandsteinbänke der sächsischen Schweiz sind grossenteils schwach nach N oder NE geneigt, und mit der Neigung der Schichten ist meist eine gleiche Neigung der Oberfläche verbunden, auch wenn die ursprüngliche Oberfläche längst abgetragen ist. Auf jeder Seite einer solchen geneigten Platte können durch Verwerfungen oder Thalbildung Felswände gebildet werden, an welchen die Verwitterung ihren Angriff einsetzt; welche Höhe die ursprüngliche Felswand besitzt, hängt von den Bildungsursachen derselben ab und hat mit der Verwitterung nichts zu thun. Wir wollen annehmen, dass der Fusspunkt D der Wand auf der oberen Seite, d. h. der Seite der Schichtenköpfe, in derselben Meereshöhe liege wie der Fuss B der unteren Seite, dass also dort die Wand entsprechend höher sei. Wie erst betrachten wir die Neigung der Platte als so gering, dass sie von der Verwitterung nicht angegriffen werden kann. Es ist der Fall denkbar, dass die Höhe der Wand AB auf der unteren Seite gleich 0 ist; dann wird die Platte nur von D her angegriffen werden. Ist aber auf der unteren Seite eine Felswand vorhanden, so wird sie ebensogut zurückverlegt wie auf der oberen Seite und sogar in schnellerem Tempo als dort, weil Wassermenge und Schuttbildung auf der Seite des Schichteneinfalls viel reichlicher sind. Der geringeren Höhe der Wand entsprechend, ist das Mass der Abtragung auf der unteren Seite bei gleichem Rückschreiten ein geringeres, aber je weiter die Rückverlegung gediehen ist, um so kleiner wird der Unterschied, so dass das schnellere Rückschreiten den Einfluss der geringeren Wandhöhe ausgleichen und überwiegen kann. Manche Forscher, z. B. Ramsay, dem wir die erste eingehende Untersuchung solcher Steilwände, der sog. escarpements, verdanken <sup>2)</sup>, haben diesen Umstand zu sehr vernachlässigt, haben sich von der Höhe der Wand auf der Seite der Schichtenköpfe zu sehr imponieren lassen. Der grössere Fortschritt der Abtragung auf dieser Seite ist vielfach nur scheinbar, weil die von unten her wirkende Abtragung mit ihrer grösseren Ausdehnung, aber geringeren Mächtigkeit weniger deutlich ist; wo er wirklich vorhanden, ist er meist, wie im Weald, durch grössere Weichheit des Materials bedingt. In der sächsischen Schweiz werden wir

<sup>1)</sup> Durch die Indices werden die Zeitmomente bezeichnet.

<sup>2)</sup> Ramsay, Physical Geology and Geography of Great Britain, 3<sup>d</sup> ed., London 1872, S. 108 ff. und 210.

die schnellere Abtragung überall auf Seiten der Schichtenneigung bemerken, weil Ungleichheiten des Materials fast ganz fehlen, und weil die Geringfügigkeit der Neigung den Höhenunterschied viel weniger als die Richtung des Wasserabflusses zur Geltung kommen lässt.

Aehnlich also der Brandungswelle greift die atmosphärische Erosion eine Felswand an. Wie jene bei steigendem Meeresspiegel die Klippen immer weiter landeinwärts drängt und an ihrem Fusse einen mit Blöcken und Geröll bestreuten felsigen Strand schafft, so schreitet auch unter dem Einflusse der Verwitterung und des spülenden Regenwassers eine Felswand immer weiter rückwärts, um schliesslich vielleicht ganz zu verschwinden und eine sanft geneigte, mit dünnem Schutt bestreute Gesteinsplatte zurückzulassen.

---

## VIII. Ursprung und Anordnung der Gewässer.

Die Regenschluchten und die weiteren kesselartigen Lücken, die breiteren oder schmaleren Quadergruppen, welche zwischen ihnen stehen geblieben sind, und welche schliesslich zu Pfeilern und einzelnen Blöcken zusammenschrumpfen, stellen alle Oberflächenformen dar, welchen wir in der sächsischen Schweiz überhaupt begegnen. Die Thäler und Schluchten, Felskessel und Rücken sind nichts als Wiederholungen dieser Formen in grösserem Massstabe und entstehen dann, wenn das Wasser nicht mehr in zahllosen kleinen Fäden, sondern zu grösseren Rinnsalen, Bächen und Flüssen vereinigt fliesst, wenn sein Angriff an einzelnen Stellen energischer ansetzen, grössere Breschen in die Felswand schlagen kann. Diese grösseren Formen sind aber nicht bloss wichtiger im Haushalte der Natur, sondern sind auch der Beobachtung leichter zugänglich, und verdienen aus beiden Gründen eine eingehendere Betrachtung.

Wer die sächsische Schweiz im Sommer durchwandert, ist allerdings nicht geneigt, dem fliessenden Wasser eine grosse Rolle bei der Gestaltung der Oberfläche zuzuschreiben, denn namentlich auf der rechten Seite der Elbe findet man nicht nur in steil ansteigenden Schluchten, sondern auch in langgestreckten und gewundenen Thälern, z. B. dem eine Meile langen Grossen Zschand, nicht einen Tropfen Wasser, welcher den Gedanken an eine thalbildende Wirkung desselben erweckte. Aber wenn man diese selben Schluchten und Thäler nach einem starken Regengusse oder zur Zeit der Schneeschmelze besucht, hat sich das Bild verändert, dann stürzen tosende Wassermassen herab, die ganze Weite des Thalbodens einnehmend und Trümmer jeder Art mit fort-reissend <sup>1)</sup>, dann glaubt man gern, dass das Wasser jene Schluchten

<sup>1)</sup> Vgl. Gutbier, Geognostische Skizzen S. 84 f.