

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 Masstabe 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 ¹⁾, dann glaubt man gern, dass das Wasser jene Schluchten

¹⁾ Vgl. Gutbier, Geognostische Skizzen S. 84 f.

bilden konnte, und wird die vermeintliche Wasserlosigkeit nicht mehr als Argument für die Spaltenatur derselben anführen. Die sächsische Schweiz unterscheidet sich also in Bezug auf die Periodizität der Entwässerung von den meisten deutschen Mittelgebirgen und erinnert darin vielmehr an das Mittelmeergebiet oder an manche tropische Gegenden; aber was dort eine Wirkung des Klimas ist, ist hier eine Folge der Lagerung und Beschaffenheit des Gesteines, denn der poröse und von zahlreichen Klüften durchzogene Sandstein lässt für gewöhnlich alles Wasser einsickern, und nur bei stärker geneigter Oberfläche und bei allzu grossem und plötzlichem Andrang fliesst ein grösserer Teil desselben oberflächlich ab. Auch auf den Schichtenfugen tritt im allgemeinen nur wenig Wasser zu Tage, und nur die Plänerschicht lässt reichlichere Quellen hervortreten, worauf der grössere und regelmässiger Wassergehalt der Bäche des linken Elbuferes beruht (vgl. S. 291 [47]).

Im allgemeinen, besonders auf dem rechten Elbufer, ist nur unmittelbar an den Rändern der Thäler und Schluchten die Bodenneigung genügend, um den Wasserabfluss zu ermöglichen. Abseits der Thälerränder finden sich auch heute noch weite Strecken, auf denen das Wasser gar nicht oder wenigstens nur in ganz geringem Grade abfliesst, auf denen es vielmehr in den Boden einsickert. Wieviel grösser müssen aber diese ganz oder nahezu abflussreichen Gebiete gewesen sein, ehe durch das Einschneiden der von aussen herbeikommenden Flüsse oder auf andere Weise Vertiefungen und damit ein Gefälle geschaffen worden war? Während in einem eigentlichen Gebirge das Wasser auch des entlegensten Winkels infolge der durch den Gebirgsbau gegebenen Bodenneigung von vornherein zum Abfluss gelangt, und die abfliessende Wassermenge bei fortschreitender Erosion im ganzen konstant bleibt, erzeugt in Tafelländern, sofern dieselben nicht von Verwerfungen durchzogen sind und dadurch zu Staffelgebirgen werden, erst die Erosion selbst das zum Abflusse nötige Gefälle, nimmt also die abfliessende Wassermenge beständig zu, bis das ganze Gebiet in den Bereich des Abflusses gezogen ist. Für die grösseren Flüsse, welche schon mit ansehnlicher Wassermenge in das Gebiet der sächsischen Schweiz eintreten, macht diese allmähliche Vermehrung des Wassergehaltes keinen wesentlichen Unterschied, aber für die kleineren Rinnsale ist sie von der grössten Bedeutung. Jede vom Regenwasser angelegte kleinste Schlucht trägt in sich den Keim einer unendlichen Fortbildung, deren Schranken nur in der Berührung mit benachbarten Regenschluchten liegen. In manchen ursprünglich beinahe abflusslosen Gebieten fliessen heute ganz ansehnliche Bäche, welche sich nur bei genauer Untersuchung von den ursprünglich angelegten Bächen unterscheiden lassen. Selbst Gründe, welche heute ihren verhältnismässigen Wasserreichtum Quellen verdanken, können ursprünglich als Regenschluchten entstanden sein.

Wir haben schon bei der Betrachtung der Verwitterung gesehen, wie sich kleine Regenschluchten und kesselartige Erweiterungen derselben in den Felswänden bilden können. Sowohl von ihren hinteren wie von ihren seitlichen Wänden fällt Regen und Sickerwasser in sie hinab, sowohl nach hinten wie nach den Seiten schreitet daher die Zerstörung fort. Aber wie kleine Unregelmässigkeiten den Anlass zur

Sammlung grösserer Wasserfäden und damit zur ersten Anlage von Regenschluchten geben, so machen sich auch bei der Fortbildung derselben kleine Unregelmässigkeiten geltend, so dass die Erweiterung nicht an allen Punkten gleichmässig geschieht, sondern von der Hauptschlucht sich Seitenschluchten abzweigen, von denen sich gleichfalls wieder Schluchten seitwärts erstrecken u. s. w.; die trennenden Quadern werden hierbei vielfach abgetragen, so dass unregelmässig ausgebildete Kessel entstehen. Kleine Unregelmässigkeiten sind auch schuld, dass eine Stelle der Wand etwas mehr Wasser empfängt als die andere oder der Zerstörung etwas geringeren Widerstand leistet, so dass dieselbe an dieser Stelle schneller fortschreitet als rechts und links daneben, dass ein Schluchtsystem die benachbarten überholen und schliesslich ganz verdrängen kann. Das Auftreten lauter kleiner Entwässerungs- und Schluchtsysteme neben einander weist immer darauf hin, dass die Entwässerung erst seit kurzem eingesetzt oder aus irgend einem Grunde geringe Fortschritte gemacht hat; eine weitere Entwicklung ist immer mit der Ausbildung grösserer Systeme verbunden.

Ist die ursprüngliche Oberfläche der Tafel ganz horizontal, war also ursprünglich gar kein Abfluss vorhanden, so geht die Ausbildung der Schluchtsysteme nach hinten und nach den Seiten ganz gleichmässig vor sich, so wird ihre Begrenzung die Form eines Halbkreises besitzen, solange keine Berührung und kein Kampf mit benachbarten Schluchtsystemen stattfindet. Diese Berührung wird im allgemeinen zuerst auf beiden Seiten eintreten, und deshalb wird auch das System hier zuerst eine Einengung erleiden. Aber diese Einengung durch Berührung ist immer mit einer Durchbrechung der trennenden Felswände verbunden; wo wir also länglich gestreckte Schluchtsysteme oder Kessel finden, deren Wände noch unversehrt sind, beruht die längliche Gestalt nicht auf einer solchen Konkurrenz, sondern auf einer Neigung der Oberfläche und der Anwesenheit eines ursprünglichen Abflusses. Je grösser die Neigung und der ursprüngliche Abfluss sind, um so länglicher wird auch das Entwässerungssystem gestreckt sein, so dass ein ganz allmählicher Uebergang zu der gewöhnlichen Anordnung der Wasseradern (vgl. Richthofen Führer S. 136 ff.) besteht. Mit dieser länglichen Streckung ist natürlich eine Bevorzugung der mittelsten Ader in Bezug auf den Wasserreichtum verbunden; je weiter abwärts, um so mehr tritt sie den seitlich zufließenden Gewässern als starker Bach entgegen. Dazu kommt noch, dass weiter abwärts ein grosser Teil des Abflusses überhaupt nicht zum Bach, sondern direkt zum Rande der Tafel gerichtet ist, so dass das Bachsystem, von der Mündung aus gesehen, einem Baume gleicht, der zuerst nur einzelne kleine Zweige aussendet, dann sich aber in mehrere Aeste teilt, die sich gleichfalls wieder verzweigen. Auch den in horizontaler Oberfläche entstandenen halbkreisförmigen Entwässerungssystemen kann sich nach unten ein Bach angliedern, wenn die Bildung der ersten Schlucht und damit die Einleitung der Entwässerung nicht an den Gehängen eines Thales, sondern an einer abseits von einem Flusse etwa durch Verwerfung entstandenen Wand erfolgte, oder wenn die Seitenarme aus irgend einem Grunde erloschen und nur der Mittelarm noch vorhanden ist.

Die Elbe und die grösseren Bäche des rechten Elbufers, welche im krystallinischen Nachbargebiete entspringen, zeigen in der sächsischen Schweiz nur die Stammstrecke, die kleineren Rinnale dagegen und auf dem linken Elbufer auch einige grössere Bäche haben auch ihr, einer Baumkrone zu vergleichendes, Quellgebiet innerhalb der sächsischen Schweiz, und bei ihnen ist umgekehrt der Stamm teilweise nur schwach entwickelt. Länglich gestreckte Sammelbecken grösseren Umfanges, die nach abwärts in einen grösseren Bach übergehen, lassen sich besonders an der Biela, dem Cunnersdorfer Bach und dem Krippenbach oder auch am Grossen Zschand beobachten. Der westöstlich verlaufende Leupoldshainer Bach zeigt uns am besten den Gegensatz der langen, mit der Oberflächenneigung von Süden kommenden, und der kurzen, der Schichtenneigung entgegen von Norden kommenden, Arme. Die Entwässerungssysteme in Gebieten, deren Abfluss ursprünglich sehr gering war, lassen sich am besten in den Felsrevieren östlich von Schandau studieren; besonders schön ist das radiale Zusammenströmen der Wasseradern im Felsenkessel am oberen Ende des Kleinen Zschand zu erkennen, während dicht daneben die Lorenzlöcher viel länglicher gestreckt sind.

In horizontalen Tafeln, wo also keine ursprüngliche Entwässerungsrichtung von Einfluss ist, werden sich die Regenschluchten in der Richtung, in welcher sie den geringsten Widerstand finden, also im allgemeinen einer Kluftrichtung folgend, fortpflanzen. Die kleineren Schluchten haben bloss eine Quaderreihe verdrängt, grössere Schluchten sind an die Stelle mehrerer Quaderreihen getreten; nur dadurch wird die Geradlinigkeit derselben etwas gestört, dass bald hier, bald dort einmal ein einzelner Felsblock stehen geblieben ist. Die Nebenschluchten pflegen der anderen Kluftrichtung zu folgen und stehen daher meist mehr oder weniger senkrecht auf der Hauptschlucht, wie man am Pfaffenstein oder in grösserem Massstabe am Zschergrund bei Wehlen und seinen Nebengründen beobachten kann. Nur wo eine sekundäre Kluftrichtung stark ausgebildet ist (vgl. S. 288 [44]), finden sich schiefe Winkel. In dieser Beziehung ist der Lattengrund östlich von Schandau charakteristisch, von dem sämtliche Seitenschluchten unter einem schiefen Winkel abgehen, und der sich an seinem oberen Ende in zwei derartig schief abgehende, aber untereinander rechtwinkelige, Schluchten teilt, während die Hauptschlucht sich in einer engen Kluft fortsetzt.

Ist dagegen ein ursprünglicher Abfluss vorhanden, so gelangen die Kluftrichtungen nicht zu so unbedingter Herrschaft, weil das auf der Oberfläche abfliessende Wasser der Neigung derselben folgt, die keineswegs immer mit einer Absonderungsrichtung zusammenfällt. Diese Bäche verhalten sich zu den Kluftrichtungen ähnlich, wie sich epigenetische Thäler, d. h. Thäler, die in überlagerndem Gestein angelegt worden sind, zu den Streichrichtungen des Grundgebirges verhalten (vgl. Richthofen Führer S. 173 f.). Sobald der Bach den Verwitterungssand durchschnitten hat, zerlegt er seinen schräg gegen die Kluftrichtungen gerichteten Lauf in zwei mit denselben zusammenfallende Komponenten, d. h. er folgt denselben in rechtwinkeligen Zickzacklinien und erreicht so auf Umwegen, aber doch bequemer, sein Ziel. Sobald er sein Bett

etwas eingetieft hat, beginnen die Verwitterung und Regenerosion ihre Thätigkeit, erweitern das Thal und häufen Felsblöcke und Sand am Boden desselben an. Der Bach schneidet in diesen Schutt von neuem ein und setzt sanfte Windungen an Stelle der rechteckigen Krümmungen oder ist nun wieder imstande, durch geradlinigen Lauf dieselben zu vermeiden und so Thalwände zu erzeugen, welche der Südseite des Königsteins (vgl. S. 126 [54]) gleichen. Auch hier wird die regelmässige Einfachheit gestört, wenn sich mehr als zwei Kluftsysteme dem Bache zur Benutzung anbieten und ihn die rechtwinkeligen Krümmungen vermeiden lassen.

Vielfach sind die Windungen nicht erst beim Einschneiden durch den Einfluss der Absonderungsrichtungen entstanden, sondern schon beim Laufe auf den Sandsteinplatten vorhanden gewesen. Wo immer ein Bach oder Fluss auf einer sanft geneigten Ebene fliesst, mag dieselbe nun die ursprüngliche Oberfläche des Gesteines darstellen oder später durch irgend einen Vorgang der Abtragung entstanden sein, wird er bei dem geringen Gefälle durch das kleinste Hindernis abgelenkt und zu Krümmungen veranlasst werden, die viel bedeutender sein können als die durch die Absonderungsklüfte veranlassten Krümmungen. Beim Einschneiden bleiben diese Krümmungen erhalten, ja werden meist noch verstärkt, weil die Flüsse auf der äusseren Seite der Krümmungen einen Stoss ausüben und Material losreissen, während sie auf der inneren Seite besonders langsam fliessen und Material ablagern. Zugleich mit dem Einschneiden in die Tiefe findet also ein Einschneiden nach der äusseren Seite statt, wodurch ein schräges Hinabgleiten bedingt ist¹⁾. Der obere Teil der Felswand auf der konkaven Thalseite stürzt natürlich nach, so dass hier eine senkrechte Wand entsteht, während wir auf der inneren konvexen Seite einen allmählich sich abdachenden Sporn finden, der mitunter von Flussgeröllen bedeckt ist. Im Elbthal begegnen wir solchen mit der Zeit immer mehr ausgezogenen Krümmungen bei Königstein, Rathen und Zeichen, aber die Sporne fallen ziemlich steil zur Elbe ab, ein Beweis, in wie hohem Grade hier die Tiefenerosion über die seitliche Erosion überwog. Auch in den meisten Seitenthälern können wir solche Thalsporne wahrnehmen, z. B. in ausgezeichneter Weise im Kirnitzschthal bei Hinter-Daubitz; auch tote Flussarme, welche infolge der immer weiter gehenden Ausziehung der Krümmungen und schliesslichen Wiedervereinigung der Flussarme entstehen, kommen z. B. bei der Grundmühle im Kamnitzthale westlich von Dittersbach i. B. vor, aber im ganzen sind doch die Krümmungen nicht so häufig und stark wie im Schiefergebirge.

Geradlinigkeit der Wasserläufe und Schluchten weist also im allgemeinen darauf hin, dass dieselben als Regenschluchten in ganz oder nahezu abflusslosem Gebiete entstanden sind, während Krümmungen, an denen auch die oberen Thälerränder teilnehmen, die Präexistenz eines Baches andeuten; kleinere ursprünglich vorhandene Rinnsale werden eine Mittelstellung einnehmen. Unter Umständen können wir allerdings in Gebieten, welche ursprünglich keinen Abfluss hatten, heute

¹⁾ Vgl. z. B. Ramsay, Physical Geology etc. 3^d ed. S. 243.

doch gewundene Thalläufe finden, wenn nämlich die Erosion durch Ruheperioden unterbrochen war, in welchen das in geradliniger Schlucht herabkommende Wasser nur nach der Seite arbeitete und infolge des geringen Gefälles vielfach abgelenkt wurde, so dass es beim Beginn einer neuen Erosionsperiode ein gewundener Bach geworden war.

Die allerkleinsten Schluchten, welche zugleich die allergeradesten sind, entziehen sich leider der Messung auf der Karte, aber auch bei Gründen von mehr als einem Kilometer Länge, wie dem Schiessgrund, Zahnsgrund, Zscherregrund und Rietzschgrund, beträgt der Ueberschuss der wirklichen Länge, wobei von den kleinen, nur an der Thalsohle vorhandenen, Windungen abgesehen ist, über den geraden Abstand des oberen und unteren Endes nur zwischen 2 und 5 %, beim Amselgrund beträgt dieser Ueberschuss dagegen 17½ %, beim Uttewaldergrund 22½ %, bei der Polenz 28 % und bei den einzelnen zwischen Hauptkrümmungen gelegenen Strecken der Kirnitzsch zwischen 9 und 39 %. Beim Grossen und Kleinen Zschand schwankt der Ueberschuss nur zwischen 3 und 12 %, weil dieselben einen Uebergang von den Schluchten zu den eigentlichen Thälern bilden, und bei der Biela begegnen wir so auffälligen Gegensätzen wie 1 und 58 %, weil die einzelnen Laufstrecken ganz verschiedener Entstehung sind.

Der Ansicht, dass die Thäler Bildungen des fließenden Wassers seien, steht bekanntlich eine andere Ansicht gegenüber, welche lange die herrschende war und auch heute noch von einigen Gelehrten vertreten wird, nämlich die Ansicht, dass die Thalspalten durch Vorgänge des Erdinnern zusammen mit den Gebirgen selbst gebildet und von dem Wasser nur benutzt und schwach abgeändert worden seien, oder dass die Spalten wenigstens dem Wasser den Weg gewiesen hätten. Kjerulf hat diese Theorie neuerdings wieder für Norwegen zur Erklärung des auffälligen Parallelismus der dortigen Thäler angewandt¹⁾. Daubrée hat sie im Anschluss an seine schönen Untersuchungen über die Entstehung der Ablösungsflächen (vgl. S. 289 [45] f.) für einige Gegenden von Frankreich durchgeführt²⁾. Auch die sächsische Schweiz ist ein von regelmässigen Kluftsystemen durchzogenes Tafelland, und diese sollten danach hier denselben Einfluss gehabt haben. Aber thatsächlich folgen nur die kleineren Schluchten den Ablösungsflächen, während dieselben auf die Richtung der grösseren Thäler nur einen sekundären Einfluss ausüben. Weder die Thäler noch die Schluchten sind ursprünglich klaffende Lücken, beide sind erst nachträglich durch das fließende Wasser gebildet worden, aber je kleiner die Wassermenge und je weniger dieselbe von vornherein vorhanden war, um so mehr fügte sie sich in ihrem Laufe den durch die Absonderung angedeuteten Linien. Wenn stellenweise auch die Gesamtrichtung der grösseren Thäler mit den Kluftrichtungen übereinstimmt, wie der Elblauf zwischen Zeichen und Pirna, das Kirnitzschthal zwischen Hinter-Daubitz und dem Schwarzen

¹⁾ Kjerulf, Zeitschr. d. Ges. f. Erdkde. zu Berlin 1879, S. 124 ff. und Geologie des südlichen und mittleren Norwegen S. 328 ff. See- und Thalbildung, Mittel. d. Vereins f. Erdkde. in Halle, 1881. Vgl. dagegen Helland, Ausland 1882 S. 140 ff., S. 328 u. s. w.

²⁾ Daubrée, Synthetische Studien zur Experimentalgeologie S. 230 ff.

Thor u. s. w., so darf man daraus, wie schon die zahlreichen Abweichungen im einzelnen beweisen, nicht auf eine Abhängigkeit des Thallaufes von den Kluftrichtungen, sondern auf eine gemeinsame Abhängigkeit beider von der Neigung der Schichten und der ursprünglichen Oberfläche schliessen.

Das Flusssystem der sächsischen Schweiz ist im allgemeinen durch die Dislokationen der Oligocänzeit bestimmt. Der Hauptfluss ist die Elbe, welche von ihrem Eintritt in die sächsische Schweiz bei Tetschen bis Hernškretschen nach N, von da bis zu ihrem Austritt aus der sächsischen Schweiz bei Pirna und weiter bis Meissen nach WNW bis NW fliesst. Die übrigen Flüsse und Bäche der sächsischen Schweiz fliessen sämtlich der Elbe und zwar ziemlich geraden Weges zu, so dass die sächsische Schweiz ein hydrographisch centralisiertes Gebiet bildet. Nationalökonomisch kommt diese Centralisation bei der Kleinheit und schlechten Zugänglichkeit der meisten dieser Gewässer fast nur für die Flösserei zur Geltung, aber morphologisch ist sie von grosser Bedeutung, weil alle Bildungen, welche durch die Flusstätigkeit bedingt sind, einen einheitlichen Charakter tragen müssen.

Die linken Nebenflüsse stammen teils aus dem Quadersandsteingebiete, teils aus dem Erzgebirge, auf welchem der Sandstein einst ja viel weiter hinaufreichte. Der Kamm des Erzgebirges bildet eine ausgezeichnete Wasserscheide zwischen dem eingebrochenen Becken unmittelbar an seinem Südfusse auf der einen, dem nördlichen Flachlande auf der anderen Seite. Während die Flüsse dort in östlicher Richtung dem Kamme parallel verlaufen, fliessen sie hier quer auf denselben in nördlicher Richtung ab. Je weiter wir nach E vorschreiten, um so kleiner werden diese nördlichen Abflüsse, weil sich die Wasserscheide der Elbe immer mehr nähert. Auf der neuen sächsischen Generalstabskarte hat es zwar den Anschein, als ob die Wasserscheide hier nicht mehr mit dem Kamme zusammenfiele; der südlich zur Eulau fliessende Füllenbach scheint nämlich auf den Nordabhang des Schneeberges überzugreifen, aber es hat hier eine künstliche Ableitung des Wassers stattgefunden, durch welche man sich nicht täuschen lassen darf. Nur einige kleine Bäche fliessen der Elbe in östlicher Richtung zu; im übrigen bleibt die Scheide zwischen nördlicher und südlicher Abflussrichtung bis an den grossen Durchbruch der Elbe bestehen. Auch jenseits derselben gewinnt sie für kleinere Bäche wieder Bedeutung; nördlich einer von Binsdorf zum Rosenberg verlaufenden Linie fliessen die Gewässer nach NW, während südlich davon der Bach von Neu-Ohlisch der Flexur parallel nach E fliesst. Der Kamnitzfluss durchbricht die Flexur von neuem, und jenseits desselben sind zahlreiche Basalt- und Phonolithkegel dem Flexurkamme aufgesetzt, bis wir in der Nähe von Kreibitz die sudetische Dislokation erreichen. Die Kamnitz hat ihren Ursprung nördlich von Hayda auf der Höhenlinie des vulkanischen Mittelgebirges, welches sich hier vollständig auf das Quadersandsteingebirge darauflegt (vgl. S. 276 [32]), so dass wir uns nicht wundern dürfen, in ihm eine wichtigere Wasserscheide als in der hier stark verflachten Flexur zu erblicken. Aber auch diese Wasserscheide ist keine scharfe, denn ausser der Elbe durchbricht sie auch der vom

Jeschkengebirge her gespeiste Polzenbach, der bei Tetschen in die Elbe mündet.

Das Jeschkengebirge ist wieder eine ausgezeichnete Wasserscheide, denn die Scheide zwischen südwestlicher und nordöstlicher Abflussrichtung oder die Scheide zwischen Elbe und Oder, welche bis dahin auf dem Riesen- und Isergebirge lag, springt etwas östlich von Reichenberg auf das Jeschkengebirge über. Diese Wasserscheide zieht sich von hier in nordwestlicher Richtung über die Lausche und den Wolfsberg bis jenseits Bischofswerda fort. Bis zum Wolfsberg verläuft sie unmittelbar nördlich von der Verwerfungslinie, an welcher sich der Lausitzer Horst über das Elbsandsteingebirge erhoben hat, vom Wolfsberg an entfernt sie sich von derselben, da sie eine etwas nördlichere Richtung annimmt, während die Dislokation eine ihrer westlichen Ausbiegungen macht. Die Wasserscheide scheint die alte Kammlinie des Horstes zu bezeichnen, welche infolge der völligen Denudation des Quadersandsteins heute an sich nicht mehr zu erkennen ist. Die Flüsse nördlich der Wasserscheide gehören im östlichen Teile der Görlitzer Neisse, also der Oder, im westlichen der Spree und Schwarzen Elster, also der Elbe, an. Sie fließen im allgemeinen nicht senkrecht zur Wasserscheide, d. h. nach NE, sondern gerade nach N ab, stimmen also in dieser Beziehung mit den Flüssen des Erzgebirges überein. Nur westlich einer von Pillnitz nach Elstra verlaufenden Linie fließen die Flüsse in der Streichrichtung der Falten und Verwerfungen nach NW ab, wahrscheinlich weil sich der Horst hier verflacht (vgl. S. 272 [28] f.) und dadurch seine wasserscheidende Bedeutung verliert. Im ganzen sind die Täler der Lausitz wahrscheinlich epigenetischer Natur, d. h. sie wurden in der ehemaligen Sandsteindecke angelegt und schnitten erst später in das krystallinische Grundgebirge ein, in welchem sie nur noch örtliche Abänderungen erlitten.

Die Flüsse südlich der Wasserscheide sind alle zur Elbe gerichtet, zeigen aber im einzelnen ziemlich bedeutende Unterschiede. Der Kreibitzfluss, welcher das Quadersandsteingebiet bei der gleichnamigen Stadt betritt, fließt senkrecht zu der hier nord-südlich gerichteten Granitgrenze, also in westlicher Richtung, zu der von S kommenden Kamnitz hin. Die Kirnitzsch besitzt dieselbe Richtung, fließt aber, da ihr Eintritt mit einer Krümmung der Granitgrenze zusammenfällt, grossenteils unmittelbar an der Granitgrenze entlang und tritt sogar an zwei Stellen in den Granit über. Der schwache Einfall der Sandsteinbänke ist dort vom Granit ab, hier, wie die Richtung der kleineren Gewässer zeigt, gegen den Granit hin gerichtet, so dass wir das Kreibitzthal als ein Querthal, das Kirnitzschthal als ein Längsbruchthal aufzufassen haben¹⁾. Ist die Gesamtrichtung bei der Kirnitzsch eine westliche, so ist sie bei der Sebnitz eine südwestliche und bei der Polenz eine südliche; durch diese Verschiedenheit der Richtungen erklärt es sich, dass die drei Flüsse trotz des weiten Abstandes ihrer Quellen doch nahezu an demselben Punkte in die Elbe münden. Das unterste, im Quadersandstein gelegene, Stück der Sebnitz bis zu ihrer Vereinigung mit der Polenz

¹⁾ Vgl. v. Richthofen, Führer S. 641 ff.

und das daran anschliessende Stück der Polenz aufwärts bis Hohnstein, laufen einer südöstlich gerichteten Strecke der Granitgrenze parallel, sind also möglicherweise auch als Längsbruchthäler aufzufassen. Von Hohnstein an fehlen diese sekundären Längsthäler; der Amselbach und der Uttewalderbach, welche beide ganz am Rande des Granites entspringen, fliessen, jedenfalls einer schwachen südlichen Neigung der Sandsteinbänke entsprechend, direkt der Elbe zu. Auch die Wesenitz bildet von Dittersbach i. S. bis Lohmen ein Querthal, fliessen von Lohmen bis Liebenthal dem Schichtenstreichen parallel und dann wieder senkrecht auf dasselbe der Elbe zu.

Auch der Lauf der Elbe von Herrnskretsch bis Pirna und abwärts bis Meissen zeigt, wenn wir von den einzelnen Krümmungen absehen, deutliche Beziehungen zu der Lagerung der Sandsteinschichten und zur mittleren Richtung der Granitgrenze. Er bezeichnet die Linie, an welcher der etwa unter $1\frac{1}{2}$ — 2° nach N oder NE gerichtete Einfall der Schichten in eine viel schwächere Neigung, horizontale Lage oder sogar einen schwachen entgegengesetzt gerichteten Einfall übergeht. Der Elblauf entspricht also der Tiefenlinie der Mulde oder des Grabens, welcher zwischen Lausitz und Erzgebirge oder Elbthalgebirge eingesenkt ist (vgl. S. 280 [36] f.); erst in der Gegend von Meissen, wo sich die Dislokationen auskeilen, verlässt der Fluss seine nordwestliche Richtung und biegt nach N um. Von Herrnskretsch aufwärts spielt das Kamnitzthal wenigstens bis Hohenleipa dieselbe Rolle, während das obere Elbthal und auch das obere Kamnitzthal zu den von S kommenden Nebenthälern gehören.

Die südlichen Nebenthäler der Elbe kommen im allgemeinen vom Kamme des Erzgebirges herab und besitzen einen ziemlich rein nördlichen Lauf. Nur nach der Elbe hin, beim Eintritt in das sudetisch streichende Elbthalgebirge, geht diese nördliche Richtung verloren; die Triebisch, die Rote und die Wilde Weisseritz und die Müglitz sind in ihrem oberen Teile erst nach N, dann nach NW gerichtet, um schliesslich in einem scharfen Knie nach NE umzubiegen; welchen Einfluss die Dippoldiswaldaer Verwerfung dabei ausübt (vgl. S. 260 [16]), wird sich erst bei einer speziellen Untersuchung erkennen lassen. Weiter südöstlich, im unzerstörten Sandsteingebiete, ist nichts mehr von jener Umbiegung der Flüsse zu bemerken; die Gottleuba, Biela, der Cunnersdorfer und der Krippenbach sind im ganzen wieder nach N gerichtet. Die wichtigsten Ausnahmen von dieser nördlichen Richtung bilden die grosse Krümmung der Gottleuba unterhalb Berggiesshübel und die nach WNW, also der Streichrichtung parallel gerichtete Thalstrecke des Cunnersdorfer Baches zwischen Cunnersdorf und der Mündung in die Biela. Die Flussläufe scheinen hier in früheren geologischen Perioden zum Teil andere gewesen zu sein (s. Kapitel X); doch liegen die Verhältnisse noch nicht genügend klar, um über die Ursachen derselben zu spekulieren.

Unser Interesse konzentriert sich auf die Elbe, denn die Elbe ist nicht nur in verkehrsgeographischem und kulturhistorischem, sondern auch in morphologischem Sinne die Hauptlebensader der sächsischen Schweiz. Vor ihrem Eintritte in dieselbe hat sie die Gewässer von

ganz Böhmen in sich aufgenommen, ist also bereits ein Fluss von ganz anständiger Grösse. Der namengebende Quellfluss ist vom Riesengebirge bis Pardubitz nach S geflossen, hat sich dann aber nach NW gewandt und diese Richtung bis Lobositz beibehalten. Kurz vorher, bei Melnik, hat er sich mit der ebenso bedeutenden, wenn nicht bedeutenderen Moldau vereinigt, welche, von der obersten Laufstrecke und den kleineren Krümmungen abgesehen, eine rein nördliche Richtung besitzt und diese nun, bei ihrer Vereinigung mit der Elbe, für eine kurze Zeit aufgeben muss. Aber schon bei Lobositz wendet sich der vereinigte Fluss wieder nach N und behält diese nördliche Richtung zunächst bis Aussig bei. Er durchbricht auf dieser Strecke in engem Felsenthale das vulkanische Mittelgebirge, während der Oberlauf der Elbe sowohl wie der Moldau in viel flacherem Lande gelegen war. Bei Aussig wendet er sich wieder eine kurze Strecke nach E, um dann von neuem nördliche Richtung einzuschlagen. Bis Tetschen-Bodenbach werden seine Ufer von Basalt- und Phonolithbergen begleitet, bei den genannten Orten tritt er in das Quadersandsteingebiet ein, in welchem er die besprochene Umbiegung nach NW vollzieht. Die Elbe fliesst hier in einem engen Felsenthale, erst bei Pirna tritt sie in den weiteren Dresdener Thalkessel ein. Von Meissen an bildet sie noch einmal ein Felsenthal, um erst oberhalb Riesa die norddeutsche Tiefebene zu erreichen.

Es ist natürlich, dass ein so auffälliger und für die Hydrographie Deutschlands so wichtiger Flussdurchbruch in so viel besuchter Gegend, wie der der Elbe durch das böhmische Mittelgebirge und die sächsische Schweiz, die Aufmerksamkeit der Geographen und Geologen früh auf sich gelenkt hat. Schon Friedrich Hoffmann ¹⁾ hat denselben ausdrücklich betont, um die Unabhängigkeit der Wasserscheiden von den Gebirgsketten zu erweisen. Er nahm an, dass die Elbe in Böhmen einen See gebildet habe, bis sie an der niedrigsten Stelle des Erzgebirges einen Ausgang fand. Diese Auffassung blieb die herrschende; das in die horizontalen oder sanft geneigten, auf beiden Thalseiten einander vollkommen entsprechenden, Sandsteinbänke eingeschnittene Elbthal galt als von der Elbe selbst gebildet, die ehemals auf der Höhe der Platte geflossen und bei Pirna in einem Wasserfall herabgestürzt sei, und die diesen Wasserfall ähnlich wie der Niagara allmählich weiter rückwärts verlegt habe, bis sie den böhmischen See erreicht und abgezapft hätte. Gutbier ²⁾, Cotta ³⁾, Hermann Credner ⁴⁾ u. a. haben dieser Auffassung Ausdruck verliehen. Freilich dachte man sich häufig bloss den Einschnitt unterhalb der Ebenheit als ein Erosionsprodukt, während man über diesem Niveau das Vorhandensein eines Meeresarmes annahm, den man sich entweder noch aus der Kreidezeit stammend oder auch erst in der Diluvialzeit entstanden dachte.

¹⁾ Vorlesungen über physikalische Geographie 1837, S. 557 u. 587.

²⁾ Geognostische Skizzen S. 74 ff.

³⁾ Cotta, Der innere Bau der Gebirge 1852, S. 52, Geologische Bilder 4. Aufl., S. 76.

⁴⁾ H. Credner, Das Leben in der toten Natur. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 37 (1871), S. 101 ff.

Peschel¹⁾ zog auch die Entstehung jenes Einschnittes durch Erosion in Zweifel. Er machte darauf aufmerksam, dass Spuren eines grossen böhmischen Süsswassersees, dessen Spiegel in 1200' hätte liegen müssen, nicht nachgewiesen worden wären, und schloss daraus, dass die „Spalte durch das Erzgebirge, welche die Elbe heutigen Tages benutzt, um nach den nordischen Tiefebene hinauszu schlüpfen, bereits vorhanden war, ehe sie sich der Nordsee zuwenden konnte.“ Auch im Mittelgebirge müsste sie einen Spalt vorgefunden haben, der unter 600' absolute Erhebung herabreichte, denn sonst würde sie sicher in westlicher Richtung einen Umweg um dieses halbinselartige Gebirge herum gemacht haben, statt es an einer besonders hohen Stelle zu durchbrechen.

Den ersten Versuch, die Schwierigkeiten, an denen Peschel Anstoss nahm, zu umgehen, ohne sich der Spaltheorie in die Arme zu werfen, hat Rudolf Credner unternommen²⁾. Er weist darauf hin, dass die Bildung des Elbthales in die Tertiärzeit zurückreiche, in welcher das Erzgebirge, wie die Aufrichtung der Tertiärschichten am Südfusse beweise, noch wesentlich niedriger war. Ein böhmischer See brauchte damals also nur wenig anzuschwellen, um nach Norden überzufließen; dass aber ein solcher See bestanden habe, gehe aus den Tertiärablagerungen hervor. Es ist fraglich, ob die älteren aufgerichteten Tertiärschichten wirklich Seeablagerungen sind; aus dem kurzen Referat, in welchem der Crednersche Vortrag nur vorliegt, lässt sich nicht ersehen, wie sich seiner Meinung nach die Verhältnisse nach der Hebung des Erzgebirges gestalteten, die gebotene Lösung ist also nicht genügend, aber sie ist insofern bedeutsam, als sie gegenüber der blossen Betrachtung der Gegenwart auf die Entstehungsgeschichte der Gebirge hinweist.

Einen anderen Lösungsversuch hatte Peschel selbst bereits angedeutet. „Will man sich,“ sagt er³⁾, „an den Gedanken klammern, dass die hydrographischen Engpässe in quervortretenden Gebirgen durch die Gewässer, welche wir heute dort fließen sehen, ausgetieft worden seien, so muss man sich zu der Annahme entschliessen, dass die Flüsse älter seien als die Gebirge, welche sie durchbrechen; findet nämlich das Aufsteigen des Gebirges so langsam statt, dass die Erosion des Flusses damit Schritt halten kann, so wird ein Strom sein altes Bett behaupten können, während an seinen beiden Ufern die Wände eines Landrückens oder eines Gebirges aufwachsen.“ Peschel weist diese Annahme als unwahrscheinlich von der Hand, aber wenige Jahre später sprach der hervorragende Erforscher des Coloradoflusses, Powell⁴⁾, dieselbe Ansicht mit voller Bestimmtheit aus, und bald darauf und unabhängig von ihm wurden auch Medlicott in Indien und der Wiener Geologe Tietze zu derselben Meinung geführt. Tietze nimmt auch auf die Elbe ausdrücklichen Bezug⁵⁾; dieselbe durchbreche nicht den alten

¹⁾ Neue Probleme. 2. Aufl., S. 157 f.

²⁾ Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Bd. 49 (1877), S. 165 ff.

³⁾ Neue Probleme. 2. Aufl., S. 158; auch schon im Ausland 1866, Nr. 46.

⁴⁾ Exploration of the Colorado River. Washington 1875, S. 152 f.

⁵⁾ Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt 1878, S. 597.

krystallinischen Wall des Erzgebirges, sondern folge der ehemaligen, heute freilich ausgefüllten Terraindepression, durch welche die Verbindung des böhmischen Kreidemeeres mit dem sächsischen und norddeutschen Kreidemeere vermittelt wurde, während ihre Quellen in altem Festlandsgebiete lägen; als die sächsische Schweiz gehoben wurde, habe das Einschneiden des Flusses mit der Hebung gleichen Schritt gehalten.

Eine ganz andere Lösung des Problems hat Löwl vorgeschlagen¹⁾, weil er das Durchnagen einer Falte oder einer Verwerfung während deren Bildung für unmöglich hält. Seiner Meinung nach besass die sächsische Schweiz ursprünglich ein selbständiges, im S abgeschlossenes Flusssystem, in welchem die Kamnitz-Elbe der Hauptfluss war.

Infolge des Schwindens und allmählichen Abflaufens der norddeutschen Tertiärwässer schnitt dieser die heutige tiefe Rinne ein und veranlasste auch den vom Südrande des Quadergebirges bei Tetschen herabströmenden Bach, sich tiefer einzugraben und „eine Bresche in den Wall des nordböhmischen Tertiärbeckens zu legen“. Das Seebecken, „welches über die Senke zwischen dem Lausitzer- und Isergebirge hinweg mit der tertiären Wasserbedeckung Norddeutschlands in Verbindung stand, begann abzufließen. Ein reissender Strom arbeitete an dem Durchstich der Sandsteinschwelle von Tetschen und an der Vollendung des heutigen Elbthals“.

Tietze und Löwl haben sich über die theoretischen Grundlagen ihrer Erklärungsprinzipien, d. h. des Prinzips der gleichzeitigen und des Prinzips der rückwärts einschneidenden Erosion, ausführlich auseinandergesetzt, und auch andere Forscher haben in diesen Streit eingegriffen. In zusammenfassender Weise hat neuerdings Philippon diese und alle auf Wasserscheiden bezüglichen Fragen behandelt²⁾, so dass wir von einer neuen allgemeinen Erörterung des Problems absehen können. Sowohl die gleichzeitige wie die rückwärts einschneidende Erosion sind imstande, Flussschwellen zu erzeugen; nur eine eingehende Prüfung der thatsächlichen Verhältnisse kann uns darüber belehren, ob die Entstehung des Elbdurchbruches auf eine dieser beiden oder auf irgend eine andere Ursache zurückzuführen ist.

Man wird leicht bemerken, dass bei diesen Theorien über die Entstehung des Elbthals die tektonischen Verhältnisse gewöhnlich nicht ganz richtig aufgefasst worden sind; man hat die älteren und neueren Dislokationen nicht genügend geschieden, hat die Altersbeziehungen zwischen den Dislokationen und den Tertiärablagerungen nicht scharf ins Auge gefasst, hat aus der heutigen Verbreitung der Kreidebildungen falsche Schlüsse auf die Gestalt des Kreidemeeres gezogen. Grosse Teile Sachsens und Böhmens scheinen von einem ziemlich offenen Kreidemeere bedeckt gewesen zu sein, aus dem nur einzelne Inseln hervorragten. Beim Rückzuge des Kreidemeeres blieb wahrscheinlich ein ausgedehntes Flachland zurück, dessen Flüsse dem rückziehenden

¹⁾ Löwl, Ueber Thalbildung. Prag 1884, S. 50 ff.

²⁾ Studien über Wasserscheiden. Mitteil. des Vereins f. Erdkde. zu Leipzig 1885, bes. S. 279 f., S. 290 f., S. 298.

Meere nachflossen. Die Verteilung der Kreidebildungen, die nördliche Richtung der erzgebirgischen und sächsisch-schlesischen Flüsse (während sich aus dem Gebirgsbau NNW bzw. NE-Richtung ergeben würde), der gleiche Verlauf der altoligocänen Flussablagerungen machen es wahrscheinlich, dass das Kreidemeer sich nach N zurückzog und die Flüsse der älteren Tertiärzeit eine nördliche Richtung hatten. Die Verteilung der Gewässer wurde vollkommen verändert durch die Dislokationen, welche sich im Laufe der Tertiärzeit, wahrscheinlich grossenteils in der Oligocänzeit, einstellten und die auf der einen Seite die Sudeten, auf der zweiten den Böhmerwald, auf der dritten das Erzgebirge und das vulkanische Mittelgebirge schufen. Erst seit jener Zeit ist Böhmen ein von Gebirgen eingeschlossener Kessel; damals erst wurden Elbe, Iser u. s. w. nach SW abgelenkt. In Bezug auf den Nordwestrand, d. h. das Erzgebirge, ist es fraglich, ob sich derselbe über das zentrale Böhmen oder nur über das unmittelbar angrenzende nordwestliche Böhmen erhob, denn an der Eger läuft dem erzgebirgischen Bruche ein zweiter Bruch parallel, welcher denselben jedenfalls zum Teil kompensiert (vgl. S. 281 [37]). Der Graben, welcher zwischen beiden Brüchen entstand, wurde durch vulkanische Ausbruchsmassen ausgefüllt, die sich im Osten höher als das eigentliche Randgebirge erheben und daher die Wasserscheide bilden.

Durch dies vulkanische Mittelgebirge und den östlichen Teil der erzgebirgischen Flexur hindurch finden heute die Gewässer von ganz Böhmen ihren Abfluss. Die Hauptfrage ist, ob sich dieser Abfluss sofort mit den Dislokationen einstellte bzw. aus älterer Zeit erhielt, oder ob er ein Resultat späterer Ereignisse ist. Im ersteren Falle kann der Abfluss durch eine klaffende Spalte gegeben gewesen sein, oder aber der Fluss floss über seinem heutigen Bette und hat sich sein Thal selbst gegraben. Um zu erklären, dass der Fluss seine Richtung bewahrte, können wir annehmen, dass der Egerbruch den erzgebirgischen Bruch kompensiert oder gar übertrifft, oder dass sich der Fluss zu einem See aufstaute und an der niedrigsten Stelle überfloss, oder dass er Schotter aufhäufte, oder auch dass seine Erosion an sich mit der Hebung und vulkanischen Aufschüttung Schritt hielt. Ist der Durchbruch der Elbe dagegen erst später eingetreten, so kann Böhmen entweder bis dahin ein abflussreicher See gewesen sein oder, mit oder ohne Seebildung, einen anderen Abfluss, etwa nach Zittau, besessen haben. Der neue Abfluss kann sich durch rückschneidende Erosion des über Tetschen herabkommenden Baches oder durch Verstopfung des alten Ausflusses und dadurch bedingtes Anschwellen des Sees oder durch Flussverlegung während einer Periode der Aufschüttung oder auch auf noch andere Weise gebildet haben.

Wir werden uns begnügen müssen, in den folgenden Kapiteln dem Studium der Erosionserscheinungen einzelne Andeutungen zur Beantwortung dieser Fragen zu entnehmen, zu einer wirklichen Lösung des Problems werden wir nicht gelangen, denn die wichtigsten Fragen, ob der Betrag der Egerdislokation dem der erzgebirgischen gleichkommt oder nicht, ob die geringere Höhe des inneren Böhmens auf Denudation oder auf einer anderen Ursache beruht, ob die Thäler der Elbe und

des Polzen im böhmischen Mittelgebirge etwa durch Lücken der vulkanischen Aufschüttung vorgezeichnet sind, ob in Böhmen in jungtertiärer oder quartärer Zeit ein See bestanden hat, ob ein anderer Lauf der Elbe vorhanden war, diese und andere Fragen können doch nur durch eine eingehende Untersuchung an Ort und Stelle beantwortet werden, welche uns allzuweit über die Grenzen unseres Untersuchungsgebietes hinausführen würde.

IX. Die Gründe.

Die Elbe und ihre Nebenflüsse fließen längst nicht mehr auf der ursprünglichen Sandsteintafel, auf welcher sie nach dem Rückzuge des Kreidemeeres und vielleicht auch noch nach der Bildung der heutigen Gebirge ihren Lauf nahmen, ihre engen und steilwandigen Thäler, die man in der sächsischen Schweiz passend als Gründe bezeichnet, sind vielmehr in weite Platten, die Ebenheiten, eingesenkt, über welche sich dann erst die höheren Felswände und Steine erheben. Erwies sich uns die Anordnung und der Grundriss der Wasserläufe zwar im grossen und ganzen durch Schichtenneigung und Verwerfungen bedingt, aber im einzelnen von Ablösungsflächen oder Spalten unabhängig, so lässt sich auch der Aufriss, besonders das Längsprofil, derselben nur verstehen, wenn wir dieselben als Bildungen des fliessenden Wassers auffassen.

Die Elbe fällt während ihres ganzen, $44\frac{1}{2}$ km langen Laufes durch die sächsische Schweiz nur 10,7 m, da ihr Pegel bei Tetschen in 121,5 m, bei Pirna in 110,8 m Meereshöhe liegt; sie hat also ein mittleres Gefäll von 1:4112¹⁾. Der Anstieg der Platte, in welche sie eingesenkt ist, ist nach S hin viel bedeutender, so dass ihre Gehänge nach aufwärts ganz beträchtlich höher werden. Die grösseren Nebenflüsse, die Kamnitz, Kreibitz, Kirnitzsch, Sebnitz, Polenz, Wesenitz und Gottleuba, haben schon ein viel steileres Gefälle, aber sie bilden doch noch während ihres ganzen Laufes durch die sächsische Schweiz ausgesprochene Thäler; wenn wir dagegen den kleineren Bächen aufwärts folgen, so gelangen wir nach einem steilen Anstiege entweder, wie am Uttewalderbach, Amselbach, an den Thürmsdorfer Bächen, dem Krippenbach, ja selbst der Biela, auf die horizontale oder sanft geneigte Hochfläche, auf welcher der Bach träge dahinschleicht, oder, wie am Kleinen Zschand, Heringsgrund und zahlreichen anderen Bächen des rechten Elbufers, an senkrecht aufsteigende Felswände, von welchen nur noch Regenwasser herabtröpft.

¹⁾ Ueber Berg und Thal. Zeitschr. des Gebirgsvereins f. d. sächs. Schweiz, I, S. 272, nach Angaben der Wasserbaudirektion.