

H. Ebert: Geophysikalische Studien. (Vorgetragen am 11. November 1889.)

Bei einer Reihe von geographischen und geologischen Fragen handelt es sich darum zu entscheiden, einmal, ob eine grössere Anzahl über weitere Erdräume beliebig verteilter Punkte ein und demselben oroplastischen oder geotektonischen Horizonte angehören, und zweitens, welche Reliefform ein, sei es petrographisch oder paläontologisch hinreichend scharf gekennzeichneter geologischer Horizont bei seinem Verlaufe durch ein ausgedehnteres Gebirgssystem aufweist, auch für den Fall, dass derselbe nicht seiner ganzen Erstreckung nach zu Tage liegt, sondern nur an vereinzeltten Punkten nachweisbar ist. Ich möchte mir erlauben, der Societät eine Methode vorzulegen, welche beide Fragen in systematischer Weise zu behandeln gestattet. Dieselbe setzt nur eine gewisse Anzahl von hypsometrischen Bestimmungen an verschiedenen über das ganze Gebiet vertheilten, ihrer Lage nach bekannten Punkten voraus und besteht im Wesentlichen in einer successiven Ausführung von den besonderen Verhältnissen geeignet angepassten Ausgleichungsrechnungen nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Hat man die Coordinaten a, b, c der Schmiegungeebene $ax + by + cz - 1 = 0$ für das durch Messungen im Gelände bestimmte Punktsystem so bestimmt, dass die Summe der Quadrate der übrig bleibenden Abweichungen ein Minimum wird, so geben zunächst die a, b, c ein Maass für das mittlere Fallen und Streichen des betreffenden Horizontes.¹⁾ Sind $\alpha = 1/a,$

1) Dabei wird natürlich, wie überall, wo man die Methode der kleinsten Quadrate in Anwendung bringt, vorausgesetzt, dass die Abweichungen des Punktsystems von der Ebene im Vergleich zu der

$\beta = 1/b$, $\gamma = 1/c$ die Strecken, welche die Schmiegungebene an einer *e. w.* und *n. s.* im Meeresniveau verlaufenden Richtung und an einer vertikal von diesem Niveau an gezählten Co-ordinatenrichtung abschneidet, so erhält man die Lage dieser Ebene in den gewöhnlichen Bezeichnungen des Streichens h und Fallens ε durch die Formeln:

$$\operatorname{tg} h = \alpha/\beta \quad \operatorname{tg} \varepsilon = \gamma/\beta \sin h,$$

wo h von n über e nach s und w von 0 bis 360° herumgezählt ist und die Vorzeichen von α , β und γ über die zwei möglichen Werte von h entscheiden.

Man ist überall dort auf eine derartige Ableitung des Fallens und Streichens eines ausgedehnten Schichtensystems angewiesen, wo die gewöhnliche direkte klinometrische Bestimmung an den einzelnen Punkten versagt, also z. B. in Fällen, wo die zu einem bestimmten Horizonte gehörenden Punkte nur durch Bohrungen erteuft sind, oder wo Gehänge- sturz die wahre Fallrichtung verhüllt, oder wo das Schichten material so gleichförmig ist und die einzelnen Schichten so wenig individualisiert sind, dass man wohl ihre Meereshöhe an einem Orte annähernd bestimmen, aber über ihr Fallen und Streichen direkt nichts aussagen kann. Ferner scheint sich mir das angedeutete Verfahren zu empfehlen, wenn es sich um Entscheidung der Frage handelt, ob Reste einer an verschiedenen Stellen eines Flusssystemes angedeuteten alten Schotterterrässe, oder einer alten Erosionsbasis wirklich zusammen gehören (vergl. u. unter II), oder ob sich die über weite Strecken sporadisch zerstreuten Anzeichen einer alten Strandlinie wirklich zu einem gemeinsamen Horizonte zusammenfassen lassen. In allen Fällen, wo eine direkte Einvisierung nicht möglich ist, erhält man lediglich auf Grund von Höhenangaben bei der bezeichneten Methode ein sicheres Kriterium; im Falle der Reconstruction alter Strandlinien geben die nach der Ausgleichung erhaltenen

räumlichen Entfernung der Punkte so klein sind, dass man höhere Potenzen dieser Abweichungen in den der Gauss'schen Methode zu Grunde liegenden Entwicklungen vernachlässigen kann. Hierzu tritt im weiteren Verfolge der Rechnung die Annahme, dass der ursprüngliche Ablagerungsboden der Schichten eine stetig gekrümmte Fläche gewesen ist, deren Abweichungen von der Ebene klein waren, eine Annahme, welche bei allen einem ruhigen Meeresabsatz entsprechenden Schichtsystemen von längerer ungestörter Bildungsdauer unzweifelhaft zutrifft.

Werte von ε und h ein Urteil über die seit der Bildung der ins Auge gefassten Abrasionslinie in dem betreffenden Erdraume stattgefundenen ryakokrystalen Bewegungen (Hebung und Kippung der Festlandsscholle u. s. w.).

Ferner lässt die Methode bei ihrer Anwendung auf geologisch scharf individualisierte Horizonte in ihrem weiteren Verfolge in übersichtlicher Weise erkennen, wo Lagenstörungen in dem Schichtensystem vermutet werden dürfen. Rechnet man mit den gefundenen mittleren Coordinaten die übrig bleibenden Abweichungen von der Schmiegungeebene aus, so können Punkte mit auffallend grossen Abweichungen bei sonst regelmässigem Verlaufe des Horizontes als dislociert betrachtet werden. Zeigen mehrere benachbart gelegene Punkte grössere einseitige Abweichungen, so kann man vermuten, dass sie alle einer gehobenen oder abgesunkenen Scholle angehören. Eine Wiederholung der Rechnung ohne diese Punkte giebt dann einen noch angenäherteren Wert für den mittleren Verlauf der Horizontes und lässt bei diesem engen Anschluss eventuell neue dislocierte Partieen erkennen. Führt man die Rechnung für das ausgeschiedene Partialsystem von Punkten durch, so geben die Coordinaten des gestörten Teiles den Sinn der Dislocation, die Sprunghöhe und die Grösse und Richtung der erfolgten Kippung der dislocierten Scholle u. s. w. Dieses Kriterium erscheint besonders dann wichtig, wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, ob ein bestimmter, an weit entfernten Punkten angetroffener geologischer Horizont auch geotektonisch noch ein einheitliches Ganze bildet, oder ob er an verschiedenen Stellen seines Verlaufes in Folge später erfolgter Lagenstörungen grösserer Teile verschiedene relative Niveaus repräsentiert (vergl. u. unter II).

Endlich aber, — und das scheint mir der wesentlichste Vorzug dieses Verfahrens, Beobachtungen im Gelände in der angedeuteten Weise zu discutieren, zu sein, — giebt ein Blick auf die resultierenden Abweichungen sofort ein Bild von den stetigen Deformationen, welche das Schichtensystem erfahren hat. Zeigen sich nach einer bestimmten Richtung hin fortwährend wachsende Abweichungen desselben Vorzeichens, so ist dies ein Zeichen, dass die Schicht nach dieser Seite hin aufwärts oder abwärts gebogen worden ist. Ferner lassen sich alle Formen der zusammengesetzten Biegung, namentlich auch die Torsionen, welche das Schichtensystem erlitten hat, an dem

Verlaufe der Abweichungen erkennen; man kann die Richtung der neutralen Linie, um welche die Biegung stattgefunden hat, den Krümmungsradius der gebogenen Schichten, den Sinn und die Grösse der Torsion u. A. m. in systematischer Weise berechnen. Derartige Rechnungen muss man für die in der Natur gegebenen Fälle der Schichtenbiegung anstellen, wenn es sich darum handelt, die Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen über diese Erscheinungen auf die Mechanik der Gebirgsbildung zu übertragen, wie man dies im ausgedehnten Maasse gethan hat; man muss dabei in erster Linie prüfen, ob die in der Natur vorliegenden Bedingungen wirklich auch den bei dem geologischen Experimente stattfindenden nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ entsprechen.

Ich habe das angedeutete Verfahren zur Discussion der folgenden beiden sowohl für die Erdbeschreibung, wie die Erdgeschichte wichtigen Fragen mit Vorteil verwendet:

I) Sind die in der Natur vorkommenden, oft nur sehr geringen Schichtenbiegungen, namentlich die Torsionen, welche einzelne Schichtensysteme augenscheinlich erlitten haben, gross genug, um das Auftreten von gepaarten Kluftsystemen im Sinne der hierüber von Herrn Daubrée und seiner Schule angestellten Experimente zu erklären?

II) Lassen die glacialen und postglacialen Erosionsepochen in Europa einen bestimmten zeitlichen Rhythmus erkennen?

Bei Behandlung dieser Fragen habe ich das Elbsandsteingebirge zum Vergleiche herangezogen, welches als ausgesprochenes Tafelgebirge das Zutreffen der Methode zu Grunde liegenden Voraussetzungen von vornherein vermuten liess. Leider ist das hier bis jetzt vorliegende Zahlen-Material noch nicht zahlreich und wohl auch noch nicht sicher genug, um die Resultate in allen Stücken als definitive erscheinen zu lassen. Ich habe dasselbe einerseits der geologischen Specialkarte der Section Rosenthal — Hoher Schneeberg der Sächsischen geologischen Landesuntersuchung (Blatt 103, bearbeitet von Herrn F. Schalch), andererseits der Monographie des Herrn Alfr. Hettner¹⁾ entnommen. Wenn erst die sächsische geo-

1) Alfr. Hettner, Gebirgsbau und Oberflächengestaltung der Sächsischen Schweiz. pp. 111. Stuttgart 1887. Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde. Herausgegeben von A. Kirchhoff, II. Bd., Heft 4, p. 245—355, 1887.

logische Landesuntersuchung das ganze Gebiet bearbeitet haben wird (zur Zeit der Abfassung dieser Mitteilung ist erst die am Südwestrande des Gebietes liegende Section »Rosenthal -- Hoher Schneeberg« erschienen), werden Angaben in solcher Anzahl und Zuverlässigkeit vorliegen, dass die im Folgenden mitgeteilten Berechnungen mit grösserer Sicherheit werden durchgeführt werden können. Vorläufig galt es zunächst die Methode zu erläutern und ihre Anwendungsfähigkeit auf Probleme, wie die genannten, zu erproben. —

I) Eine der wichtigsten Erscheinungen der Geotektonik sind die Risse und Spalten, welche alle Teile der Erdkruste in den verschiedensten Richtungen durchziehen. Dieselben teilen die Erdrinde gleichsam in eine Unzahl von Wölbsteinen, sie bestimmen die Besonderheiten der Oberflächengestaltung. Denn längs dieser Linien, längs deren sich der Zusammenhang der Gesteinsschichten gelöst hat, haben sich die einzelnen Schollen verschoben und verworfen. Als Begleiterscheinung dieser tektonischen Bewegungen treten die vulkanischen Erscheinungen und die Erschütterungscentren der tektonischen Erdbeben auf. Ihre technische Bedeutung erhalten diese Risse und Spalten dadurch, dass sich in ihnen aus den durch sie circulierenden Minerallösungen die Erzgänge bilden. Aus letztgenanntem Grunde ist ihr Auftreten und ihr Verlauf in sehr vielen Gebieten auch sehr gut untersucht, so dass hier ein grosses Beobachtungsmaterial vorliegt.

Ein besonderes Interesse nehmen diejenigen Spalten in Anspruch, welche sich in grösserer Anzahl zu zwei Gruppen zusammen schaaren, bei denen die Individuen jeder einzelnen unter sich auf grosse Entfernungen hin parallel verlaufen, die also das ganze Gebiet wie ein Netzwerk von Rissen durchziehen und das ganze Schichtensystem im Verein mit den Schichtfugen in eine grosse Zahl mehr oder weniger grosse parallelepipedische Klötze zerlegen.

Was die Erklärung dieses Parallelismus der Klüfte und ihre Verteilung in gepaarte Systeme betrifft, so kann man drei Erscheinungen zur Erklärung heranziehen: a) Das Wirken molekularer Kräfte wie bei der Krystallisation, also eine Krystallisierung im Grossen; b) Eine Zusammenziehung der Gesteinsmasse, die ihrer Bildung folgte, etwa analog dem Zerreißen einer eintrocknenden teigigen Masse, oder eines sich abkühlenden

Magmas; ¹⁾ auch hier sind es wesentlich die Molecularkräfte, die in's Spiel treten; c) Zerreiſung durch äussere mechanische Kräfte. Alle drei Erklärungen sind versucht und weiter ausgeführt worden. Die Hypothese a) hat an sich wenig Wahrscheinlichkeit, weil wir keine wirklichen Krystallindividuen von der hier in Frage kommenden Grösse kennen; b) findet bei der oft sehr regelmässigen säulenförmigen Absonderung der Eruptivgesteine namentlich der Basalte, Porphyre und Trachyte zweifellos statt; c) ist die Annahme, der man sich heute bezüglich der gepaarten Kluftsysteme am meisten zuneigt. Ueber die Ursachen der mechanischen Zerreiſungen eines Schichtsystems und die specielle Art, wie die Kräfte gewirkt haben, kann man verschiedener Ansicht sein. Einer der am meisten anerkannten Erklärungsversuche ist der von Herrn A. Daubrée, ²⁾ welcher die Bildung der genannten Klüfte auf eine Torsion zurückführt, welche die Gesteinstafeln erlitten haben sollen. Der leitende Gedanke war der: Wenn eine dünne ebene Platte so gebogen wird, dass sie die Gestalt einer bestimmten Oberfläche erhält, so muss sie endlich nach geraden Linien zerbrechen, die mit den die neue Oberfläche hervorrufenden Kräften in Zusammenhang stehen.

Diese Theorie der mechanischen Zerreiſung durch Torsion hat besonders deshalb die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, weil Herr Daubrée sie durch eine Reihe von Versuchen illustriert hat. Die Daubrée'schen Versuche sind kurz folgende: Spiegelglasstreifen von 80 bis 90 cm Länge, 35 bis 120 mm Breite und 7 mm Dicke wurden unten zwischen zwei hölzerne, festgeschraubte Backen, wie zwischen einem Schraubstocke eingeklemmt, oben wurden sie in einem Drehschlüssel befestigt. Wird der Dreh-

1) Dabei ist zu unterscheiden, ob das Festwerden von unten her stattfindet, oder von oben her d. h. von einer schon gebildeten festen Kruste, oder ob, — wie es bei Versuchen im Kleinen meist der Fall ist, — die fest werdende Masse an den Rändern, wo sie schon fest geworden ist, gehalten wird. Ferner wird das Reiſsen der Masse in verschiedener Weise erfolgen, je nach der Zähigkeit des von den in die Tiefe sich fortsetzenden Rissen getroffenen halbflüssigen Materials: bei grosser Zähigkeit setzen die Risse sich in die halberstarrte Masse fort, bei grösserer Fluidität ist das Zerreiſen an die vollkommen erstarrten Massen gebunden; in beiden Fällen werden sich verschiedenartige Risserscheinungen bilden.

2) A. Daubrée, Synthetische Studien zur Experimental-Geologie. Deutsch von A. Gurlt. Braunschweig 1880. pp. 235 ff.

schlüssel um eine vertikale Axe gedreht, so ruft man eine Torsion der Glasplatte hervor, die schliesslich zu einer Zerrei-
ssung führt. Bei jedem Versuche war vorher die Platte mit Papier überzogen worden, damit die beim Zerbrecen
entstehenden Stücke nicht auseinander fallen konnten. Herr Daubrée teilt a. a. O. mehrere Photographieen der so ent-
standenen Zerrei-ssungsfiguren mit. Auf ihnen erkennt man trotz
vieler Unregelmässigkeiten im Einzelnen das Vorhandensein von
zwei Richtungssystemen, die gleichförmig zur Torsionsaxe ge-
neigt sind. Die Ausgehenden der einzelnen Risse auf der Platten-
oberfläche sind nahezu geradlinig und haben eine deutliche
Hinneigung zum Parallelismus, nach der Tiefe zu setzen sie
mit verschiedenem Einfallen durch die Platten. Das so ent-
standene Netzwerk von Rissen vergleicht Herr Daubrée mit
einer Reihe von Kluftsystemen in verschiedenen Gegenden und
kommt zu dem Schlusse: »Die Versuche führen uns also dahin,
unter den mechanischen Kräften sehr verschiedener Art und
den seitlichen Quetschungen, welche die Erdkruste überall zu
erdulden hatte, die Torsion als die wahrscheinliche, wenn
nicht gewisse Ursache einer besonders bei Klüften und Ver-
werfungen sehr verbreiteten Zerrei-ssungsart zu betrachten.
Dieses ist eine gegebene Grösse, welche der Versuch zur Lösung
des allgemeinen Problems zu Tage gefördert hat.« (a. a. O.
p. 267.)

Ob die Resultate dieser schönen Versuche in dem Umfang,
wie es Herr Daubrée will, auf die Erscheinungen in der
Natur Anwendung finden können, scheint mir aus den im Fol-
genden entwickelten Gründen nicht ganz unbedenklich zu sein:

1) Die in der Natur tordierten grossen Schichtentafeln
sind stets auf eine zusammengesetzte Form der Festigkeit in
Anspruch genommen. Nicht nur sind gewöhnliche Biegungen der
Schichten bei der Torsion unvermeidlich gewesen, sondern die Last
der überlagernden Schichten hat die darunterliegenden zugleich
immer sehr stark auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen,
wozu sich endlich noch in den meisten Fällen ein tangentialer
Schub und Erddruck gesellte. Die einfachen Bedingungen, unter
denen das Experiment angestellt wurde, liegen also in der
Natur nirgends vor.

2) Bei der Torsion einer Platte nimmt jede Längsfaser
die Form einer Schraubenlinie an. Im Augenblick der Zer-
rei-ssung war bei den Daubrée'schen Versuchen der Drehungs-

winkel etwa 20° . Um eine Glasplatte von 7 mm Dicke, 80 bis 90 cm Länge und 35 bis 120 mm Breite durch die beschriebenen Spalten in einzelne Bruchstücke zu zerlegen, ist also eine ziemlich starke Torsion nötig; die angegebenen Zahlen lassen leicht das polare Trägheitsmoment und das zur Abscheerung nötige Moment der tordierenden Kraft berechnen. Nun finden wir aber, dass in Schichtbezirken, welche, nach ihrer heutigen Lagerung wenigstens zu urteilen, nur eine sehr geringe Torsion erlitten haben, das Gestein vollkommen zerklüftet, ja bis in die kleinsten Teilchen hinein zerstückelt ist. Oft sieht man die Sprünge gar nicht, erst beim Anklopfen des ganz homogen erscheinenden Gesteins fällt es in zahllose kleine Polyeder auseinander; hier durchziehen bis in die kleinsten Teilchen hinein Minimalflächen der Cohäsion das ganze Schichtsystem. Da der Festigkeitsmodul für Abscheerung bei Glas und den Gesteinen wesentlich von derselben Grössenordnung ist, so müssten die Gesteinstafeln zur Erzielung der gleichen Wirkung innerhalb derselben Volumenelemente dieselbe Torsion erlitten haben wie die Glastafel, d. h. für das ganze Schichtensystem müsste die Torsion eine ganz enorme gewesen sein, welche sicherlich die einzelnen Schichten bei ausgedehnteren Systemen mehrere Male um die neutrale Linie der Torsion vollständig herumgewunden haben würde. Davon bemerken wir aber nirgends etwas; bei der Bildung der genannten Zerreiassungsflächen oder Minimalflächen der Cohäsion kann demnach eine Torsion wohl mitgewirkt haben, indess können wir ihr keine vorwiegende oder gar ausschliessliche Bedeutung zugestehen.

Erscheint schon auf Grund dieser mehr qualitativ-quantitativen Betrachtungen die Uebertragung der Daubrée'schen Experimente auf die natürlichen Vorkommnisse gepaarter Kluftsysteme einigermaßen gewagt, so tritt dies bei einer eingehenderen, rechnerischen Behandlung nur noch bestimmter hervor.

Ueber die Festigkeitsverhältnisse bei Gesteinen ist u. A. durch die ausgedehnten Versuchsreihen der Königl. technischen Versuchsanstalten in Berlin ein ergiebige Beobachtungsmaterial geschaffen worden.¹⁾ Ich führe als Beispiele nur folgende Zahlen an:

1) Vergl. u. A. Dr. Böhme, Untersuchungen von natürlichen Gesteinen auf Festigkeit u. s. w. Mitteilungen der Königl. techn. Versuchsanstalten in Berlin. Bd. I, p. 76 f. 1883. Ergänzungsheft II, 1889, und Bd. VIII, p. 94 f. 1890.

Der Festigkeitsmodul für das Zerdrücken ist in Kilogrammen pro Quadratmillimeter bei

Gneiss und Granit	=	5,9
Kalkstein	=	3,6
Sandstein	=	2,9
Basalt	=	20,0.

Mann kann den Festigkeitsmodul des Abscheerens der Grössenordnung nach gleich dem der Zug- oder Druckfestigkeit setzen.

Die Festigkeit des Glases ist auffallend klein; nach Wertheim ist der Coefficient der Zugfestigkeit desselben etwa gleich 1,5.

Untersuchen wir hieran anschliessend, wie z. B. die Verhältnisse im Elbsandsteingebirge liegen. Durch die von der horizontalen Lage im Allgemeinen nur wenig abweichende, sehr geringe Schichtenneigung der regelmässig übereinander abgelagerten Sandsteinbänke, die hier dem Cenoman, Turon und dem Senon angehören, wird dem ganzen Elbsandsteingebirge der Charakter eines ausgesprochenen Tafelgebirges aufgeprägt. Die Schichten haben nur ein geringes Fallen nach Norden, bei einem mittleren Streichen von *w* nach *e*. Sie lagern im *sw* auf der südlichsten der drei palaeozoischen Falten des Erzgebirges auf; im *ne* sind sie von den Urgebirgsmassen des Lausitzer Gebirgsystems zum Teil überschoben worden und haben an dieser Stelle eine starke Biegung erlitten. Eine zweite, scharf ausgesprochene Dislocationslinie bildet die Fortsetzung der grossen erzgebirgischen Verwerfung, auf welcher der *se*-Flügel der Hauptantiklinale dieses Gebirgszuges abgerutscht ist. Die Sprunghöhe dieser Verwerfung vermindert sich allmählich gegen *n* zu, in dem Gebiete des Elbsandsteingebirges brachte sie in den Tafeln des Gebirges nur eine starke Flexur hervor, längs deren die Schichten sich scharf nach *se* zu nach der Tiefe umbiegen und unter den tertiären Gebieten des böhmischen Mittelgebirges verschwinden. Durch diese von *ws* nach *ene* streichende Flexur, die im Allgemeinen von *wn* nach *ese* streichende Lausitzer Ueberschiebungslinie und durch die Grenzlinie, bis zu welcher die cretacischen Schichten des Elbsandsteingebirges auf den Abdachungen des Erzgebirges vordringen, welche nahezu einen *nw* — *se* lichen Verlauf hat, wird demnach eine Tafel von nahezu dreieckiger Gestalt umgrenzt. Wiewohl die wenig geneigten Schichten dieses Tafel-

gebirges anscheinend nur geringe oder gar keine Störungen ihrer ursprünglichen Lage erlitten haben, so ist die Möglichkeit immerhin nicht ausgeschlossen, dass sie als Ganzes oder in einzelnen Teilen einer Torsionswirkung unterworfen gewesen sind. Denn die horizontalen Componenten von ausserordentlicher Gewalt, welche an der Ueberschiebungslinie thätig waren, die positiven oder negativen vertikalen Componenten, welche an der Flexur auftraten, sind sicher nicht mit solcher Gleichmässigkeit verteilt gewesen, dass sich nicht Drehungsmomente und polare Spannungen in dem Schichtensystem entwickeln konnten. Jedenfalls findet man das ganze Gebiet durchzogen von gepaarten Kluftsystemen. Die zu der horizontalen oder wenig geneigten Bankung der das ganze Gebiet zum grössten Teile ausschliesslich zusammensetzenden Sandsteine senkrechte oder ziemlich steil stehende Klüftung spielt im Elbsandsteingebirge eine hervorragende Rolle; das Gestein sondert sich durch sie in mehr oder weniger umfangreiche quaderförmige Blöcke und Stücke ab, welche den Namen »Quadersandsteine« veranlasst haben. Meist zeigen die fast vertikal stehenden Ablosungen eine Anordnung nach zwei Hauptrichtungen, die sich unter nahezu rechten Winkeln schneiden und aus diesem Grunde zur Entstehung der annähernd parallelepipedischen, teils würfeligen, teils säuligen oder plattigen Zerklüftungsformen führen, welche die oroplastische Physiognomie des ganzen Gebietes in hervorragendem Maasse bestimmen. Dabei lassen die grossen vertikal durchsetzenden Hauptklüfte einen entschiedenen Parallelismus über grössere Gebiete erkennen, und vielfach sind schon Versuche gemacht worden, in der Hauptrichtung dieser Klüfte eine gewisse Gesetzmässigkeit festzustellen; ich erinnere nur an die sorgfältig ausgeführten, ausgedehnten Messungen von v. Gutbier¹⁾. Wollen wir die Frage entscheiden, ob es erlaubt ist, im vorliegenden Falle die Bildung dieser Kluftsysteme auf eine eventuell stattgefundene Torsion der Schichten zurückzuführen, so müssen wir nach der oben auseinander gesetzten Methode berechnen, welche Störungen der ursprünglichen Lage die Schichten erlitten haben.

Dies ist im vorliegenden Falle möglich, weil in das im Uebrigen ziemlich einförmige Etagensystem der Sandsteinschichten wenig mächtige Schichten von gänzlich abweichendem petro-

1) A. von Gutbier, Geognostische Skizzen. Leipzig. 1858.

graphischen Habitus concordant eingelagert sind; dadurch sind ganz bestimmte Horizonte markirt, auf welche die Rechnung in Anwendung gebracht werden kann. Thut man dies, so zeigt sich durchgängig, dass nirgends im ganzen Gebiete Schichtenbiegungen von systematischer Form angezeigt sind, die sich auf eine stattgefundene Torsion von hinreichendem Betrage zurückführen liessen.

Als Beispiel möchte ich das Gebiet um den Hohen Schneeberg und die Stadt Rosenthal herum anführen. Bezüglich der Kluftsysteme in diesem Gebiete bemerkt Herr F. Schalch in den Erläuterungen zur geologischen Specialkarte Nr. 41: »Unverkennbar ist es, dass innerhalb dieses Gebietes zwei Kluftsysteme die Oberhand gewinnen, welche annähernd mit der *sc -- nw* und mit der *sw -- ne* Richtung zusammenfallen.« Es zeigen sich hier also zwei Systeme untereinander paralleler Sprünge, die sich nahezu rechtwinkelig durchkreuzen, wie bei den Daubrée'schen Platten, wenn auch ein absolutes Festhalten der Hauptorientierungsrichtungen im ganzen Gebiete nicht stattfindet, sondern Schwankungen von ca. 20° hie und da vorkommen. Als Bezugshorizont empfahl sich die über den grössten Teil des Gebietes verfolgbare concordante Einlagerung von glaukonitischem Mergel und Pläner mit *Spondylus spinosus* (Spinuspläner), welche dem Mitteluron (Stufe des *Inoceramus Brongniarti*) zuzuzählen ist. Wenn sich das Ausstreichen dieses Horizontes auch nicht an allen Stellen der Section, wo es den Lagerungsverhältnissen nach erwartet werden muss, wegen der oft mächtigen Blockverrollung des Labiatussandsteines und Brongniartiquaders beobachten lässt, so lassen sich doch unschwer Anhaltspunkte genug finden, um die hier aufgeworfene Frage zu entscheiden.

Ich habe von 24 Stellen, wo der Spinuspläner nachweisbar ist, die Coordinaten *x. y. z* nach der geologischen Karte bestimmt. Dabei wurden die *x* von der *w* Grenzlinie der Section (Länge $31^{\circ} 40' e$ von Ferro) gemessen nach Osten hin, die *y* von der Nordgrenze aus ($50^{\circ} 54' n$ Breite) nach Süden zu; die *z* geben die Höhe über dem Spiegel der Ostsee. Die folgende Tabelle führt die zusammen gehörigen Coordinaten in Dekametern auf. Die Lage der gewählten Punkte lässt sich auf Grund ihrer horizontalen Coordinaten leicht wieder finden.

Section Rosenthal—Hoher Schneeberg.

	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>		<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
1	2,5	17,5	30,0	13	407,5	471,3	42,0
2	57,5	100,0	31,0	14	492,5	611,3	45,0
3	187,5	186,3	35,0	15	642,5	558,8	43,0
4	121,3	198,8	35,0	16	595,0	747,5	48,0
5	220,0	400,0	40,0	17	795,0	803,8	46,0
6	275,0	300,0	39,0	18	923,8	917,5	49,0
7	256,3	183,8	36,0	19	1023,8	960,0	49,0
8	301,3	72,5	31,0	20	885,0	1026,3	52,0
9	401,3	0,0	26,0	21	667,5	1117,5	57,0
10	341,3	156,3	32,0	22	652,5	1241,3	61,0
11	373,8	125,0	31,0	23	842,5	1181,3	55,0
12	405,0	280,0	35,0	24	1025,0	1051,3	50,0

Hieraus ergeben sich ¹⁾ für die Coordinaten *a*, *b*, *c* der Schmiegungebene und die Strecken *α*, *β*, *γ*, welche sie von den drei Coordinatenrichtungen abschneidet, die folgenden Werte: *a* = + 0,000318003 Dm, *b* = - 0,000919252, *c* = + 0,03196 *α* = 3144,6 Dm, *β* = - 1087,8 *γ* = + 31,3

Für das mittlere Streichen erhält man nach den pag. 130 gegebenen Formeln *h* = 109° 5', also beinahe ein *c w* Streichen; für das mittlere Einfallen *ε* = 1° 45'. Diese Werte stimmen sehr gut mit dem von dem geologischen Landesgeologen für das ganze Schichtensystem geschätzten Streichen und Fallen. Herr Schalch giebt pag. 37 des Textes an: »Im Grossen und Ganzen ist das Einfallen der Schichten ein nach Norden gerichtetes.« Durch Einvisieren der Schichtfugen aus grösserer Ferne wurde er auf ein im Mittel 2—3° betragendes Streichen geführt.

Berechnet man mit dem gefundenen *h* und *ε* die nach der Ausgleichung übrig bleibenden Abweichungen *A*, so erhält man für die einzelnen Punkte folgende Werte:²⁾

1.	- 1,75	7.	+ 2,00	13.	+ 1,22	19.	+ 0,31
2.	+ 2,59	8.	+ 0,63	14.	+ 1,03	20.	+ 0,00
3.	+ 0,25	9.	- 1,28	15.	+ 2,00	21.	+ 0,22
4.	- 0,79	10.	- 0,37	16.	+ 1,13	22.	- 0,54
5.	- 0,63	11.	- 0,16	17.	- 0,50	23.	- 1,88
6.	+ 1,82	12.	- 0,28	18.	- 0,34	24.	- 1,31

1) Bei den hier in grösserer Zahl ausgeführten Ausgleichungsrechnungen lassen sich die Rechnungen in dem vorliegenden Falle durch verschiedene Kunstgriffe nicht unerheblich vereinfachen, deren Aufführung an dieser Stelle zu weit führen würde. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass mich bei diesen Berechnungen Herr Dr. Rich. Schmidt und mein Bruder Wilhelm Ebert in Leipzig wesentlich unterstützt haben.

2) Die hier mitgetheilten *A* sind schon durch *ε* dividirt, sie geben also unmittelbar die Höhenabweichung *z_i - z*, (*i* = 1, 2, ... 24).

Die einzelnen Abweichungen sind sehr klein; bedenkt man, dass die in Betracht gezogene Plänereinlagerung eine Mächtigkeit von 20 bis 30 m hat (vergl. Text zur Karte pag. 30), so müssen die übrig bleibenden Abweichungen als gering bezeichnet werden. Die Plänereinlagerung hat also in dem in Betracht gezogenen Gebiete sehr nahe die Gestalt einer ebenen Schicht. Einigermassen erhebliche Verwerfungen finden sich den Zahlen zu Folge nicht vor; auch dies stimmt mit den Angaben der Sächsischen geologischen Landesuntersuchung überein; pag. 40 des Textes zur Karte heisst es: »Im ganzen übrigen Teile der Section Rosenthal (ausgenommen sind einige Stellen im *s c* des Hohen Schneeberges, die bereits in das Gebiet der erzgebirgischen Bruchzone gehören, in welchem sich die Plänereinlagerung nicht mehr beobachten lässt) konnten Erscheinungen, die auf das Vorhandensein von Verwerfungen oder Brüchen namhafteren Betrages hindeuten, nirgends nachgewiesen werden.«

Noch viel weniger sind systematische Abweichungen bemerkbar; die Vorzeichen und absoluten Werte der λ sind augenscheinlich ganz zufällig über das Gebiet verteilt. Also keine Spur einer tordierten Gestalt ist in dem Schichtensystem als Ganzes nachweisbar. Ganz ebenso gestalten sich die Ergebnisse analoger Rechnungen für die anderen Teile des Elbsandsteingebirges, nur sind hier die Resultate noch nicht so sicher, weil das verwendbare Zahlenmaterial für diesen speciellen Zweck noch nicht völlig ausreichend ist (vergl. weiter unten).

Man könnte annehmen wollen, dass die einzelnen Schichten, nachdem in ihnen durch Torsion jene für sie jetzt so charakteristischen Kluftsysteme geschaffen waren, in die ursprüngliche Lage zurückgeführt worden wären; dann müssten diese rückführenden Bewegungen indessen vollkommen denjenigen gleich und entgegengesetzt gewesen sein, welche die Entstehung der Kluftsysteme herbeiführten, was im Allgemeinen wenigstens höchst unwahrscheinlich ist.

Ebensowenig wie in dem vorliegenden Falle, scheint mir in den von Herrn Daubrée angeführten Fällen (a. a. O. pag. 272 ff.) die Torsion, welche die Schichten erlitten haben, allein hinreichend zu sein, um die Entstehung der auftretenden Lithoklassen und aller damit im Zusammenhange stehender Erscheinungen, namentlich der Grundzüge der Thalrisse zu erklären.

Es sei mir gestattet, diesem Ergebniss noch eine Bemerkung allgemeinerer Art über die Anwendung von Laboratoriumsversuchen auf Probleme der Geophysik überhaupt hinzuzufügen: Bei allen Erscheinungen, welche sich auf molare Massen beziehen, und bei denen die wirkenden Kräfte proportional diesen Massen sind, können wir uns die Bedingungen, unter denen das Experiment angestellt wurde, bis zu den natürlichen Vorkommnissen vergrössert denken, ohne dass die Beziehungen der einzelnen Teile des Phänomens zu einander sich dabei änderten; die Massen werden grösser, aber auch die Kräfte. Ueberall aber, wo die Molecularkräfte in's Spiel treten, müssen wir im Auge behalten, dass diese im Grossen wie im Kleinen immer dieselben sind, wir also nicht ohne Weiteres durch Multiplication aller in Frage kommenden Grössen mit demselben Factor aus den Verhältnissen, die wir im Kleinen beobachten, diejenigen erhalten, welche bei den Vorgängen im Grossen massgebend sind. Die Torsionszerreissung ebener Platten giebt hierfür ein Beispiel; andere Beispiele liessen sich leicht aus der so umfangreichen Litteratur über die Mechanik der Gebirgsbildung und andere Gebiete der dynamischen Geologie anführen.

II. Das Tafelland des Elbsandsteingebirges ist der Schauplatz einer tiefeingreifenden Erosionswirkung gewesen, welche unzweifelhaft schon in präglacialer Zeit begonnen hatte, aber besonders in der Glacialzeit selbst durch die reichlich fliessenden Schmelzwässer eine tiefgehende Ausfeilung und Modellierung des ganzen Gebietes hervorrief;¹⁾ es ist dadurch ein wahres »Erosionsgebirge« geworden. Die zwischen steilen Thalwänden tief eingeschnittenen Fluss- und Bachthäler hat man mit den Cañon des Coloradogebietes verglichen.

Unter den mit der Erosion offenbar in engstem Zusammenhange stehenden Erscheinungen nehmen die sogenannten »Ebenheiten«, so wie die an den Gehängen der jetzigen Fluss- und Bachläufe erkennbaren alten Flussschotterterrassen das Interesse vorwiegend in Anspruch. Die Ebenheiten sind schwach geneigte, nahezu ebene Flächen, an welche sich über weite Strecken verteilte Terrainstufen auffallend eng anschliessen. Diese Stufen bilden also gewissermaassen eine zusammengehörige Denudationsplatte, über welche sich andere Terrainstufen er-

1) Vergl. u. A. E. Mehnert, Ueber Glacialerscheinungen im Elbsandsteingebiet. Inaug.-Diss. Pirna 1888. pag. 33.

leben, die vielfach wieder bis zu einer höher gelegenen solchen gemeinsamen Ebenheit aufragen. Derartige durchgreifende und auf weite Strecken hin zu verfolgende Horizonte kann man im Elbsandsteingebirge mehrere auffinden. Sie markieren sich ziemlich deutlich im Terrain; bei geeigneter Wahl des Standortes gelingt es vielfach eine grosse Reihe von Flächen, welche derselben Ebenheit angehören, zur völligen gegenseitigen Eindeckung zu bringen.

Da das Meer seit der Kreidezeit das genannte Gebiet nicht bedeckt zu haben scheint und auch sonstige Bedenken gegen die Ansicht geltend gemacht werden können, dass diese Terrassen durch die nivellierende Wirkung der Brandung eines sich in einzelnen Absätzen zurückziehenden Meeres entstanden seien, da ferner bei der Gesteinsbeschaffenheit die Glacialphänomene keine tiefer greifenden und bleibenden derartigen Wirkungen haben ausüben können, so ist wohl die Bildung der verschiedenen Ebenheiten den erodierenden und denudierenden Wirkungen der fliessenden Gewässer des Festlandes zuzuschreiben. In der That ist bekannt, dass sich die Erosionsterminante eines Gebietes ausserordentlich verflacht, wenn das Niveau der Hauptentwässerungssader oder das Meer, dem die Gewässer zufließen, für längere Zeit ungeändert dasselbe bleibt. Die Entstehung der Ebenheiten auf dem genannten Wege würde also verständlich werden, wenn man annimmt, dass die Erosionsbasis durch längere Zeit constant war. Nun finden sich aber solche Ebenheiten oft dicht neben einander in sehr verschiedenen Niveaus wieder. So wird der Gottleubabach auf der rechten Seite von der Struppener Ebenheit, auf der linken von der um ca. 80 m tiefer gelegenen Cottaer Ebenheit begleitet. Andere solche in verschiedenen Niveaus liegende und in einer deutlich ausgesprochenen Terrainstufe gegen einander absetzende Ebenheiten sind die Copitzer und die Lohmen-Wehlener Ebenheit.

Es fragt sich, ob man es hier mit Verwerfungen zu thun hat, welche gleichalterige Erosionsniveaus erst später in verschiedene Meereshöhen brachten, oder ob durch diese in verschiedenen Höhen befindlichen Ebenheiten vielleicht verschiedene Epochen der Erosion angezeigt werden. Die eigentümlichen Stufen, in denen die verschiedenen Ebenheiten gegen einander absetzen, würden sich dann in der Weise erklären, dass der gemeinsame Abfluss der Entwässerungssadern des ganzen Gebietes längere Zeit in derselben Meereshöhe verharrte, so dass

allmählich die gleichmässig abtragende Wirkung der Gewässer die einschneidende Wirkung überwog, dass dann das Abflussniveau sich verhältnissmässig rasch erniedrigte und nun das Umgekehrte eintrat, nämlich ein tiefes Einschneiden aller Wasseradern, bis wieder ein längerer Stillstand eintrat und eine neue, tiefer liegende Ebenheit ausgebildet wurde.

Die Frage hat offenbar nicht nur Interesse für das specielle Gebiet; sollten sich in der That die Stufen zwischen den einzelnen Ebenheiten nicht durch locale Bedingungen erklären lassen und sich verschiedene Erosionsepochen ergeben, für die in dem Gebiete selbst keine Gründe nachweisbar sind, so müsste man weiter liegende Ursachen aufsuchen und könnte u. A. an periodische Schwankungen des Klimas denken, wo Perioden der energischen Einschneidung und Vertiefung der Wasserläufe mit solchen Perioden abwechseln, wo die engen Thalfurchen sich allmählich zu ausgedehnten Ebenheiten erweitern. Herr A. Hettner, der sich im X. und namentlich XI. Kapitel der bereits oben pag. 132 citierten Schrift eingehend mit dieser Frage beschäftigt, wagt hierüber keine Entscheidung zu treffen. Er sagt z. B. bezüglich der bereits genannten Ebenheiten bei Copitz und bei Lohmen-Wehlen auf pag. 342 [98]: »Auch die Stufe, in welcher sich die Lohmen-Wehlener Ebenheit aus der Copitzer Ebenheit erhebt, die Stufe, welche diese von dem Dresdener Thalkessel trennt und noch mehrere andere Stufen finden wir weder mit Flussläufen der Gegenwart verknüpft, noch fallen an ihnen Gesteinsunterschiede in die Augen, noch sind Verwerfungen daselbst constatirt worden, so dass wir ihrer Bildung vorläufig ratlos gegenüberstehen.« In der That scheint es mir nicht möglich, mit den bisher angewendeten Kriterien diese wichtige Frage zu entscheiden; ehe man ein Urtheil über die eventuelle Zusammengehörigkeit mehrerer dieser Ebenheiten oder auch umgekehrt ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Epochen der Erosion gewinnen kann, muss man die Beschaffenheit des ganzen Schichtenbaues des Gebirges einer von allgemeineren Gesichtspunkten ausgehenden Prüfung unterwerfen; gerade hier empfiehlt sich die oben auseinander gesetzte Methode, die hier mit Sicherheit in Anwendung gebracht werden kann, da sich auch in den hier in Betracht kommenden Theilen des Gebietes eine nur wenige Meter mächtige, an vielen Punkten zu Tage streichende, an anderen durch Bohrungen, Brunnenbauten u. dgl. erteufte concordant eingelagerte Pläner-

schicht als gemeinsamer Bezugshorizont vorfindet. Führt man die Rechnungen für die Ebenheiten durch, so kann man die erhaltenen Resultate zugleich noch in anderer Weise dazu benutzen, der Frage nach eventuellen Epochen der Erosion näher zu treten:

Wenn Herr Hettner es nicht wagt, auf Grund seiner Studien über die Ebenheiten, die Frage nach der Entstehung der dieselben trennenden Stufen zu entscheiden, so scheint ihm dagegen die andere oben auch schon erwähnte Erscheinung mit einer gewissen Bestimmtheit für einen solchen rhythmischen Verlauf in dem Fortschreiten der Erosionsthätigkeit zu sprechen, nämlich die alten Flussschotterterrassen an den Gehängen der jetzigen Fluss- und Bachthäler. Herr Hettner construiert aus den an vielen Stellen der Gehänge des Elbthales und seiner Nebenthäler deutlich erkennbaren Flussterrassen, die zum Teil noch mit altem Flussschotter bedeckt sind, im Ganzen drei alte Flussböden, welche ungefähr in einem Abstände von 40 m von einander und von dem heutigen Flusspiegel bis in die Nähe von Pirna fortgesetzt gedacht hier in den Höhen von etwa 145, 185 und 220 m erscheinen würden. Da das Schichtmaterial von ziemlich gleichmässiger petrographischer Beschaffenheit ist, so scheinen diese Erosionsterrassen allerdings auf den rhythmischen Gang der einschneidenden Thätigkeit der Elbe zu deuten, von dem Herr Hettner spricht. Herr Hettner bemerkt hierzu pag. 348 [104]: »Warum die Erosionsthätigkeit der Elbe in der Quartärzeit von neuem energisch einsetzt, warum sie zwei grössere Unterbrechungen erlitt, muss noch dahingestellt bleiben.« Die von Herrn Hettner construierten Erosionsterrassen scheinen mir an die rhythmischen Schwankungen der Feuchtigkeitsverhältnisse des quartären Klimas im Great Bassin zu erinnern, wie sie sich in den Seespiegelschwankungen z. B. des Lake Lahontan¹⁾ ausgesprochen finden zu einer Zeit, die etwa jener entspricht, in die wir die Bildung der Ebenheiten und alten Flussterrassen im Elbsandsteingebirge zu setzen haben. Es wäre gewiss interessant, wenn sich ein Synchronismus in den klimatischen Wechseln in den beiden so entfernten Gebieten nachweisen liesse; dadurch würde die in neuester Zeit vielfach ausgesprochene Vermutung, dass die Phänomene der Eiszeiten mit den zwischen ihnen eingeschlossenen Interglacial-

1) Monographs of the United States Geological Survey 11. Washington 1885. Vergl. besonders Ch. VIII. pag. 254 ff.

perioden in gleicher Weise die ganze Nordhemisphäre betroffen hätten, eine Stütze erhalten.

Indessen scheint mir das von Herrn Hettner eingeschlagene Verfahren doch nicht die hierzu nötige Sicherheit zu bieten. So dankenswert der reichhaltige Nachweis von Stellen ist, an denen alte Flussböden vermutet werden dürfen, so ist doch wohl die Zusammengehörigkeit der einzelnen Vorkommnisse zu den drei genannten Erosionsterrassen noch nicht hinreichend sicher festgestellt; auf dem gewöhnlichen Wege ohne Durchführung systematischer Rechnungen ist dies auch kaum möglich, da sich hier noch viel seltener als bei den Ebenheiten die Gelegenheit bietet, grössere Teile einer alten Terrasse von einem Terrainpunkt aus gleichzeitig einzuvisieren. Auch hier lässt das oben auseinander gesetzte Kriterium eine grössere Sicherheit erlangen.

Ich gehe dazu über, die Ergebnisse von Berechnungen mitzuteilen, so weit sie in dem von der geologischen Landesuntersuchung noch nicht publicierten Gebiete auf Grund des vorhandenen Zahlenmaterials möglich sind; die Zahlen sind der Hettner'schen Darstellung entnommen. Als Anfangspunkt der Coordinaten diene die *n w* Ecke der Generalstabkarte (1 : 25000) der Section Pirna; von hier sind alle *x* positiv nach *e*, alle *y* positiv nach *s* gerechnet. Die *x*, *y* der verschiedenen Punkte wurden nach den entsprechenden Generalstabkarten für die Stellen gesucht, für welche bei Herrn Hettner Angaben über die Meereshöhe des Plänerhorizontes vorlagen (gleich *z*). Die folgende Tabelle giebt die so erhaltenen Zahlen:

No.	N a m e	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
1	Kohlmühle	714,2 Dm	540,2	12,5
2	Rottwerrndorf . . .	926,7	798,7	20,5
3	Neuendorf	985,6	844,8	21,5
4	Mockethal	826,9	320,0	13,0
5	Copitz	696,3	279,0	13,0
6	Leupoldishain . . .	1446,4	1029,1	25,0
7	Thürmsdorf	1533,4	775,7	14,0
8	Porschdorf	2096,6	637,4	13,0
9	Langhennersdorf . .	1218,6	1223,7	31,0
10	Hermisdorf	1436,2	1382,4	37,0
11	Schneeberg I	2165,8	2206,7	51,0
12	Schneeberg II	1853,4	2257,9	56,0
13	Mittelgrund	2913,3	2178,6	40,0
14	Rosendorf	3151,4	1643,5	30,0
15	Dittersbach i/Böhmen	4006,4	1602,6	26,0
16	Festung Königstein .	1571,9	878,1	18,0

Hieraus ergibt sich für den mittleren Schmiegungs
horizont: 1)

$$a = + 0,000571 \quad b = - 0,00195 \quad c = + 0,0832$$

$$\alpha = + 1752,4 \quad \beta = - 514,0 \quad \gamma = + 12,02.$$

Hieraus berechnet sich das mittlere Streichen h und
Fallen ε zu:

$$h = 106^{\circ} 21' \quad \varepsilon = 1^{\circ} 24'.$$

Das nach nnc gerichtete sehr schwache Einfallen stimmt
ziemlich nahe mit dem überein, was oben für die Schichten der
Section Rosenthal erhalten wurde. Nach Eintragung der er-
haltenen Werte bleiben für die einzelnen Punkte die folgenden
Abweichungen Δ übrig:

1. Kohlmühle	— 7,27	9. Langhennersdorf	— 1,33
2. Rottwerrndorf	— 3,89	10. Hermsdorf	+ 2,41
3. Neuendorf	— 3,56	11. Schneeberg I	+ 2,11
4. Mockethal	— 0,84	12. Schneeberg II	+ 3,80
5. Copitz	— 0,78	13. Mittelgrund	— 3,09
6. Leupoldishain	— 1,22	14. Rosendorf	+ 1,09
7. Thürmsdorf	— 5,67	15. Dittersbach	+ 3,91
8. Porschdorf	+ 0,42	16. Königstein	— 3,81

Diese Abweichungen sind ausserordentlich gross, z. B. im
Vergleich mit denen, die bei Section Rosenthal pag. 140 er-
halten wurden; sie sind grösser, als dass sie in einfacher Weise
erklärt werden könnten, etwa dadurch, dass man annimmt, dass
die Punkte, auf welche sich die Hettner'schen Höhenangaben
beziehen, im Terrain nicht genau identifiziert worden wären;
bei der grossen Horizontalausdehnung des ganzen Punktsystems
würden selbst beträchtliche Irrungen in den x und y nur einen
geringen Einfluss ausüben.

Die erhaltenen Zahlen lassen somit deutlich erkennen, dass
man in dem genannten Gebiete zunächst gar kein Urteil fällen
kann über die etwaige Zusammengehörigkeit weit von einander
entfernter Horizonte. So könnte z. B. in dem oben angeführten
Falle der Struppener und der 80 m tiefer liegenden Cottaer
Ebenheit die Niveaudifferenz beider Flächen ebenso gut durch
eine Verwerfung einer Scholle neben der anderen längs der
durch den Gottleubabach bezeichneten Linie herbeigeführt worden

1) Bei der Berechnung ist der Punkt 15 nicht mit benutzt, da
er erst später hinzugezogen wurde. Das in der folgenden Tabelle
für ihn angegebene Δ bezeichnet also die Differenz: Wahre Höhe
— weniger der aus den anderen Punkten berechneten mittleren Höhe.

sein, wie durch die Wirkung verschiedener Erosionsepochen. Ganz ähnliches gilt von den Flussterassen; diese können wir erst dann zu einheitlichen Denudationsbasen vereinigen, wenn wir vorher ganz genau darüber orientiert sind, welchen Einfluss eventuelle Dislocationen innerhalb der einzelnen Teile des ganzen Erosionsgebirges gehabt haben.

Es fragt sich, ob man nicht schon auf Grund der wenigen vorstehenden Zahlen hierüber gewisse Andeutungen erhalten kann. Dabei muss freilich im Auge behalten werden, dass hierzu das Zahlenmaterial nicht ausreichend und wohl auch nicht recht sicher¹⁾ ist, und ich wage die folgenden weiteren Ergebnisse der Rechnungen daher zunächst nur als vorläufige hinzustellen.

Auf den ersten Blick ist zu erkennen, dass gänzlich aus dem Bezugshorizont heraustreten die Punkte: 1, 2, 3, 7, 13 und 16 einerseits, die Punkte 12 und 15 andererseits, die ersten mit negativen, die anderen mit erheblichen positiven Abweichungen. Was zunächst den Punkt 15 betrifft, so ist sein grosses positives Δ verständlich; das hier gemeinte Dittersbach liegt so weit im *e* des Gebietes, dass bei ihm der Einfluss der Lausitzer Ueberschiebung bereits merkbar werden kann; der nördliche Teil der Ueberschiebungslinie trifft verlängert geradezu die Gegend von Dittersbach. Desgleichen ist ohne Weiteres die Dislocation verständlich, welche den Punkt 13 so weit nach unten aus dem Schmiegunghorizont herausgeführt hat: Der Punkt 13 = Mittelgrund liegt schon im Gebiete der erzgebirgischen Flexur. Auffallender ist, dass mitten in dem Gebiete die fünf auch räumlich bei einander liegenden Punkte 1, 2, 3, 7 und 16 alle gemeinschaftliche Abweichungen in demselben Sinne von ziemlichem Betrage aufweisen. Es hat also den Anschein, als ob alle fünf Punkte durch dieselbe Dislocation aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht wären. Führt man die Rechnung für diese 5 Punkte durch, so erhält man für das mittlere Streichen und Fallen des durch sie bezeichneten Plänerhorizontes:

$$h = 102^{\circ} 33' \quad \varepsilon = 2^{\circ} 21'$$

1) Ich möchte nicht den Anschein erwecken, als wollte ich Herrn Hettner hieraus einen Vorwurf machen; er selbst giebt zu (pag. 349 [105] n.), dass nach dieser Richtung hin das Beobachtungsmaterial völliger Zuverlässigkeit noch entbehrt.

Die nach der Ausgleichung übrig bleibenden Abweichungen sind:

1. Kohlmühle	+ 0,49	7. Thürmsdorf	- 0,15
2. Rottwerrndorf	+ 0,02	16. Königstein	+ 0,09
3. Neuendorf	- 0,30		

Die Abweichungen sind also auffallend gering, so dass man zu dem Schlusse geneigt sein könnte, dass die genannten Punkte derselben dislocierten Scholle angehören; dieselbe würde etwa an einer nördlich vom nördlichsten Punkte (Kohlmühle) ungefähr in der Richtung *wnw - esc* streichenden Verwerfungslinie abgesunken sein; sie hat nahe dasselbe Streichen, wie der ungestörte Teil des Schichtsystems ($h = 106^{\circ}, 3$), dagegen ein stärkeres Fallen ($\varepsilon = 1^{\circ} 24'$ für die mittlere Schichtlage). Schon hiernach wäre zu vermuten, dass die Verwerfung sich nach Süden immer mehr auskeilt. Rechnet man mit den Coordinaten des dislocierten Horizontes das Δ für Leupoldishain (Nr. 6) aus, so ergibt sich $\Delta = -0,07$, also eine fast völlige Uebereinstimmung. Die Dislocation wäre hiernach mit einer Kippung der abgesunkenen Scholle nach *n* zu verbunden gewesen. Freilich sind die benutzten Werte viel zu wenig zahlreich, um ein sicheres Urteil zu gestatten. Auffallend gering sind indessen die Abweichungen, welche übrig bleiben, wenn man das mittlere Streichen und Fallen des Plänerhorizontes mit Weglassung der anscheinend dislocierten Punkte (1, 2, 3, 7, 16 im *w* und 13 im *s*) berechnet. Die 10 übrig bleibenden Punkte geben

$$h = 104^{\circ} 20' \quad \varepsilon = 1^{\circ} 28'$$

also nahe dieselben Werte wie früher, dabei sind die Abweichungen jetzt nur:

4. Mockethal	- 0,05	10. Hermsdorf	+ 1,44
5. Copitz	+ 0,14	11. Schneeberg I	- 0,39
6. Leupoldishain	- 1,73	12. Schneeberg II	+ 1,36
8. Porschdorf	+ 0,08	14. Rosendorf	- 1,22
9. Langhenndorf	- 1,99	15. Dittersbach	+ 1,18

Liegt bei den ausgeschiedenen 5 Punkten im *w* wirklich eine grosse alle gemeinschaftlich betreffende Dislocation vor? Man könnte dieselbe auffassen als eine Fortsetzung der Grabenversenkung von Dresden, die hier in das Tafelland des Elbsandsteingebirges eingreift. Eine genauere Untersuchung, namentlich auch im Terrain, lässt indessen die Vermutung aufkommen, dass die jenseits der Elbe gelegenen Punkte zu hoch eingeschätzt

sind. Ohne hier auf die Ausgleichungsversuche im Einzelnen einzugehen, möchte ich nur hervorheben, dass die genannten Abweichungen sich ziemlich ungezwungen auch ohne Dislocation erklären würden, wenn man annehmen wollte, dass nicht eine, wie Herr Hettner angiebt, sondern im Ganzen zwei verschiedene Plänerhorizonte das betreffende Gebiet durchziehen, welche mit einander verwechselt worden wären; ich wage nicht hierüber zu entscheiden. Jedenfalls geht aus dem Vorstehenden hervor, dass wir in dem in's Auge gefassten Gebiete noch zu wenig über den inneren Aufbau orientiert sind, als dass wir schon jetzt einheitliche Erosionsbasen mit Bestimmtheit nachweisen könnten. Vergleicht man die gefundenen Zahlen mit einander, so ergibt sich weiter, dass wir überhaupt von einer zeitlichen Rhythmik der Erosion, die sich durch das ganze Gebirgssystem erstreckte, wohl nicht reden können. Individuelle Verhältnisse, die rein localer Natur zu sein scheinen, stehen einer Gliederung der Erosionsthätigkeit in einzelne Epochen in dem oben ausgeführten Sinne entgegen.

Fassen wir demnach die bezüglich der Erosionserscheinungen im Elbsandsteingebirge erhaltenen Resultate noch einmal zusammen, so können wir sagen: Es ist wenig wahrscheinlich, dass Perioden der Erosion, welche einer weiter greifenden Ursache, etwa einem periodischen Klimawechsel, zuzuschreiben wären, die Ursachen sowohl der Ebenheiten, wie der in verschiedenen Niveaus angetroffenen Flussterrassen sind; diese Ursachen liegen wahrscheinlich viel näher. Hierüber ist erst volle Klarheit zu erwarten, wenn die geologische Untersuchung im Oberlaufe der Elbe und namentlich in dem angrenzenden Lausitzer Gebirge weiter fortgeschritten sein wird.

Erlangen, Physikalisches Institut der Universität,
1891, Februar.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1889-1891

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Ebert Hermann

Artikel/Article: [Geophysikalische Studien. \(Vorgetragen am 11. November 1889\) 129-150](#)

