

**JAHRBUCH**  
DER  
KAISERLICH-KÖNIGLICHEN  
**GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT**



LXVI. BAND 1916.

Mit 12 Tafeln.



---

**Wien, 1917.**

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

In Kommission bei R. Lechner (Wilh. Müller), k. u. k. Hofbuchhandlung,  
I. Graben 81.

~~~~~  
**Die Autoren allein sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.**  
~~~~~

# Inhalt.

---

Personalstand der k. k. geologischen Reichsanstalt (1. Dezember 1917) Seite  
V

---

## 1. Heft.

- F. Wähner:** Zur Beurteilung des Baues des mittelböhmisches Faltengebirges. Mit 8 Tafeln (Nr. I—VIII) und einer Textabbildung 1
- C. F. Eichleiter und O. Hackl:** Chemische Untersuchung der Schwefelquelle in Lubatschowitz. 73
- G. Schlesinger (Wien):** Meine Antwort in der Planifronsfrage. II. Die niederösterreichischen Planifronsmolaren. Mit 14 Abbildungen im Texte 93
- O. Ampferer:** Ueber Kantengeschiebe unter den exotischen Geröllen der Gosauschichten. Mit einer Lichtdrucktafel (Nr. IX) 137
- C. F. Eichleiter und O. Hackl:** Chemische Analyse der Heiligenstädter Mineralquelle 139
- 

## 2. Heft.

- Dr. Fritz v. Kerner:** Quellengeologie von Mitteldalmatien. Mit zwei Tafeln (Nr. X und XI) 145
- J. V. Želízko:** Beitrag zur Kenntnis der Gervillien der böhmischen Oberkreide. Mit einer Tafel (Nr. XII) 277
- Otilie Saxl:** Ueber ein Juravorkommen bei Skutari in Albanien. Mit 8 Abbildungen im Text. 281
- 

## 3. und 4. Heft.

- Dr. A. Aigner:** Geomorphologische Studien über die Alpen am Rande der Grazer Bucht 293
- Dr. Emil Tietze:** Einige Seiten über Eduard Suess. Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie 333
-

## IV

### Verzeichnis der Tafeln.

---

	Seite
Tafel I—VIII:	
zu: <b>F. Wähner</b> : Zur Beurteilung des Baues des mittelböhmisches Faltengebirges	1
Tafel IX:	
zu: <b>O. Ampferer</b> : Ueber Kantengeschiebe unter den exotischen Geröllen der Gosauschichten	137
Tafel X und XI:	
zu: <b>Dr. Fritz v. Kerner</b> : Quellengeologie von Mitteldalmatien	145
Tafel XII:	
zu: <b>J. V. Želízko</b> : Beitrag zur Kenntnis der Gervilien der böhmischen Oberkreide	277

---

# Personalstand

der

k. k. geologischen Reichsanstalt.

(1. Dezember 1917.)

---

## Direktor:

**Tietze Emil**, Phil. Dr., Ritter des Leopold-Ordens und des österr. kaiserl. Ordens der Eisernen Krone III. Kl., Besitzer der Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste, k. k. Hofrat, Ehrenpräsident und Inhaber der Hauermedaille der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien, III. Hauptstraße Nr. 6.

## Vizedirektor:

**Vacek Michael**, Besitzer der Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste, k. k. Hofrat, III. Erdbergerlande Nr. 4.

## Chefgeologen:

**Geyer Georg**, Ritter des kais. österr. Franz Josef-Ordens, k. k. Regierungsrat, korr. Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, III. Hörnesgasse Nr. 9.

**Bukowski Gejza v. Stolzenburg**, k. k. Oberbergrat, III. Hansalgasse Nr. 3.

**Rosiwal August**, a. o. Professor an der k. k. Technischen Hochschule, III. Kolonitzplatz Nr. 8.

**Dreger Julius**, Phil. Dr., k. k. Bergrat, Mitglied der Kommission für die Abhaltung der ersten Staatsprüfung für das landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und kulturtechnische Studium an der k. k. Hochschule für Bodenkultur etc., Präsident der Geologischen Gesellschaft in Wien, Ehrenbürger der Stadt Leipnik und der Gemeinde Mösel, III. Ungargasse Nr. 71.

## Ober-Bibliothekar:

**Matosch Anton**, Phil. Dr., k. k. Regierungsrat, Besitzer der kais. ottomanischen Medaille für Kunst und Gewerbe, III. Geusaugasse Nr. 35.

## VI

### Vorstand des chemischen Laboratoriums:

Eichleiter Friedrich, kais. Rat, III. Kollergasse Nr. 18.

### Geologen:

Kerner von Marilaun Fritz, Med. U. Dr., k. k. Bergrat, korr. Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften, Mitglied der Kommission für die Abhaltung der ersten Staatsprüfung an der Hochschule für Bodenkultur, III. Keilgasse Nr. 15.

Hinterlechner Karl, Phil. Dr., k. k. Bergrat, XVIII. Klostersgasse Nr. 37.

Hammer Wilhelm, Phil. Dr., XIII. Waidhausenstraße Nr. 16.

Waagen Lukas, Phil. Dr., Besitzer des Goldenen Verdienstkreuzes mit der Krone, III. Sophienbrückengasse Nr. 10.

### Adjunkten:

Ampferer Otto, Phil. Dr., II. Schüttelstraße Nr. 77.

Petrascheck Wilhelm, Phil. Dr., XVIII. Scherffenbergstraße 3.

Ohnesorge Theodor, Phil. Dr., k. k. LandsturMLEutnant, Besitzer des Signum laudis (derzeit eingerückt zur militärischen Dienstleistung), III. Hörneggasse Nr. 24.

Beck Heinrich, Phil. Dr., k. k. LandsturMingenieur (z. M. eingerückt), III. Erdbergstraße Nr. 35.

Vetters Hermann, Phil. Dr., Privatdozent an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben, k. k. LandsturMingenieur - Oberleutnant (z. M. eingerückt), V. Stollberggasse Nr. 11.

### Assistenten:

Hackl Oskar, Techn. Dr., IV. Schelleingasse 8.

Göttinger Gustav, Phil. Dr., Preßbaum bei Wien.

Sander Bruno, Phil. Dr., Privatdozent an der k. k. Universität in Wien, k. k. LandsturMingenieur-Leutnant (z. M. eingerückt).

### Praktikanten:

Spitz Albrecht, Phil. Dr. (z. M. eingerückt).

Spengler Erich, Phil. Dr., Privatdozent an der k. k. Universität in Graz, III. Marxergasse 39.

### Für das Museum:

Želízko Johann, Amtsassistent, III. Löwengasse Nr. 37.

**Für die Kartensammlung:**

Zeichner:

Lauf Oskar, I. Johannesgasse 8.

Skala Guido, III. Hauptstraße Nr. 81.

Huber Franz (z. M. eingerückt), VIII. Hamerlingplatz 3.

**Für die Kanzlei:**

Gaina Johann, Rechnungsrevident im k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht.

**Kanzleioffiziantin:**

Girardi Margarete, III. Geologengasse Nr. 1.

**Diener:**

Amtsdiener:

Palme Franz, Besitzer der Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste  
III. Rasumofskygasse Nr. 23,Ulbing Johann, Besitzer des silbernen Verdienstkreuzes und der  
Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste III. Rasumofskygasse Nr. 23,Wallner Matthias, k. k. Offiziersstellvertreter, Besitzer der ihm  
zweimal verliehenen kleinen Silbernen Tapferkeitsmedaille  
(z. M. eingerückt), III. Rasumofskygasse Nr. 25.

Präparator: Špatný Franz, III. Rasumofskygasse Nr. 25.

Laborant: Felix Johann, III. Lechnerstraße 13.

Amtsdienergehilfe für das Museum: Kreyća Alois, III. Erd-  
bergstraße 33.Amtsdienergehilfe für das Laboratorium: Bartl Anton (z. M.  
eingerückt).

---

# Zur Beurteilung des Baues des mittelböhmisches Faltengebirges.

Von F. Wähner.

Mit 8 Tafeln (Nr. I—VIII) und einer Textabbildung.

Zu den Lichtseiten, die Prag als Hochschulstadt besitzt, gehört der Umstand, daß das Stadtgebiet und seine nahe wie weite Umgebung vortreffliche Gelegenheit zu geologischer Schulung bietet, wie sie wenige andere größere Städte aufzuweisen haben dürften. Die sogenannte Silurmulde — um vieles andere unberührt zu lassen — ist nicht nur ein seit langem rühmlich bekanntes und dennoch nicht ausgeschöpftes paläontologisches und stratigraphisches Arbeitsgebiet, sondern sie ist zugleich ein besonders geeigneter Boden für tektonische Studien. Auf einem mühelosen Spaziergange kann man bereits einen lehrreichen Einblick in den Bau des älteren Paläozoikums erhalten und eine Reihe von Musterbeispielen verschiedener Störungen kennen lernen. Dies ist u. a. den überaus zahlreichen künstlichen Aufschlüssen zu danken, die durch Straßen- und Eisenbahnbau und durch eine mannigfaltige, ausgebreitete Steinbruchindustrie geschaffen wurden. Gar manches wichtige Vorkommen ist zwar durch diesen Betrieb zerstört und für immer der Beobachtung entzogen worden, stets aber werden dadurch viele andere bloßgelegt und der Beobachtung zugänglich gemacht.

Man wird verstehen, daß es mir seit dem Beginne meiner Prager Lehrtätigkeit nahe lag, jene Gelegenheit auch für den theoretischen und praktischen Unterricht in der Tektonik auszunützen. Während meiner zehnjährigen Wirksamkeit an der deutschen technischen Hochschule konnte ich das erwähnte Uebungsfeld besonders für die Unterweisung der zahlreichen Hörer der Bauingenieurschule verwerten; bietet doch die richtige Beurteilung der Lagerungsverhältnisse eine der wichtigsten Grundlagen für die Ausführung von Eingriffen in den Boden wie für fast alle Arten von technisch-geologischen Untersuchungen. In den letzten Jahren war ich an der deutschen Universität außerdem in der Lage, einige meiner Schüler in jenem Gebiete in selbständige tektonische Untersuchungen einzuführen. Ich selbst habe im mittelböhmisches Faltengebirge ein ausgezeichnetes Vergleichsgebiet für meine tektonischen Arbeiten in den Alpen gewonnen, das sich insbesondere für gewisse allgemeine Fragen des Gebirgsbaues als fruchtbringend erwiesen hat.

Meine Beobachtungen im Verein mit den zahlreichen älteren Untersuchungsergebnissen führten mich gegenüber der geltenden Anschauung bald zu einer veränderten Auffassung des Baues des tief abgetragenen alten Gebirges, die auch bei der schulmäßigen Darstellung vorzubringen nicht vermieden werden konnte. Seit einer Reihe von Jahren hat sich die Teilnahme jüngerer Prager Forscher beider Nationen der Tektonik des altpaläozoischen Gebietes zugewandt, es ist bereits eine Reihe tüchtiger Arbeiten erschienen, die ähnliche Ergebnisse gebracht haben, und weitere Arbeiten stehen in Aussicht. So mag es an der Zeit sein, jene Auffassung den Fachgenossen in Kürze darzulegen. Es dürfte von Vorteil sein, die sich ergebenden Gelegenheiten zu benützen, um die hier mitgeteilten Beobachtungen zu vervollständigen und Tatsachen, die für oder gegen die erörterte Auffassung des Gesamtbaues sprechen, zu ermitteln und bekanntzugeben. Zudem sollen mir die folgenden Zeilen die Möglichkeit bieten, bei beabsichtigten anderweitigen Auseinandersetzungen auf in dem genannten Gebiete gewonnene Erfahrungen hinzuweisen.

---

## 1. Geschichtliches über die Längsbrüche. Eine tektonische Regel.

Obleich die neue Auffassung zunächst auf dem Boden der Beobachtung erwachsen ist, ist es doch nötig und lehrreich, an die älteren Arbeiten und die dort vertretenen Anschauungen anzuknüpfen; es ist dies um so notwendiger, als sich hierbei zeigen wird, daß die vorzulegende Auffassung, die übrigens aus den in den letzten Jahren erschienenen Arbeiten bereits hervortritt, gar nicht so neu ist, sondern in gewisser Beziehung eine Rückkehr zu älteren Auffassungen darstellt.

Man weiß seit langem, daß die mittelböhmisches „Silurmulde“ keine einfache Synklinale, sondern eine mehrfach, ja vielfach gefaltete Formationsgruppe darstellt. Schon die Verbreitung der einzelnen Schichtengruppen, wie sie die geologische Karte zeigt, widerspricht der Annahme eines so einfachen Lagerungsverhältnisses. Selbst die jüngste der Schichtengruppen, die *Barrande'sche Stufe H*, die dem oberen Mitteldevon entspricht und in den Querschnitten am seltensten auftritt, bildet keineswegs nur den Kern einer Mulde, sondern kommt in zwei im Streichen des Gebirges liegenden Hauptverbreitungsgebieten vor, von denen das nördliche nach dem Orte Hostim, das südliche nach dem Orte Srbsko bezeichnet werden kann.

Die Beobachtungen über tektonische Störungen gehen weit zurück; es genügt jedoch, von den an den Namen *Krejčí* anknüpfenden größeren Arbeiten auszugehen, der zuerst systematische Zusammenstellungen der als Brüche zu bezeichnenden Störungen veröffentlicht hat.

### a) *J. Krejčí*.

Von größter Bedeutung für den Bau des ganzen Gebietes sind die Längsbrüche, das „Kluftsystem mit nordöstlichem Streichen“ *Krejčí's*. Suchen wir zunächst, wie billig, einen Ueberblick über die

Anschauungen zu gewinnen, die hierüber in den beiden wichtigsten Abhandlungen des genannten verdienten Forschers ausgesprochen sind<sup>1)</sup>, <sup>2)</sup>. Auf die darin niedergelegten zahlreichen Beobachtungen wird man noch lange bei allen tektonischen Arbeiten über Mittelböhmen zurückgehen müssen.

Die Feststellung der im Streichen liegenden Störungen beruht darauf, daß — abweichend von der dem bekannten, oft wiederholten idealen Profil Barrandes entsprechenden einfachen synklinalen Lagerungsfolge — im Hangenden irgendeiner jüngeren Schichten-Gruppe irgendeine ältere Schichten-Gruppe auftritt, mit der für eine gewisse Strecke wieder eine regelrechte Lagerungsfolge (jüngere Schichten über älteren) beginnt.

Für Krejčí sind diese Brüche im Zusammenhange mit der Gebirgsbildung entstanden durch dieselben Bewegungen, aus denen die Faltung der Gesteinsschichten hervorgegangen ist. Es ist darum nicht zufällig, daß er von Hebungen spricht, die entlang den Bruchlinien eingetreten sind, und es wäre unberechtigt, diese Vorstellung etwa damit abzutun, daß man sie auf ältere Gebirgsbildungstheorien zurückführt. Hiegegen sprechen am deutlichsten Stellen, an denen ausdrücklich auf einen „lateralen Druck“ hingewiesen wird, durch den die Brüche entstanden sein sollen.

Um die Auffassung Krejčí's besser erkennbar zu machen, sind im folgenden einige seiner Aeußerungen im Wortlaut angeführt, wobei einzelne Ausdrücke hier durch den Druck hervorgehoben werden. In den Erläuterungen (S. 6) ist in der Einleitung von „gebirgsbildenden Zusammenschiebungen“ der ältesten silurischen Gesteinsschichten<sup>3)</sup> die Rede, „welche sich durch Faltungen und Schichtenstörungen als Folge von Dislokationen zu erkennen geben . . .“<sup>4)</sup>.

In der Uebersicht finden wir in dem Abschnitte, der „das Gebiet der Primordialfauna“, mithin kambrische Schichten behandelt, folgenden Satz (S. 11): „Die ursprünglich horizontalen Konglomeratschichten wurden durch Bruchlinien, die parallel zum nordöstlichen Streichen des Silursystems und senkrecht darauf verlaufen, zersprengt und längs dieser nordöstlichen Bruchlinien reihenweise aufgerichtet, so daß sich die Konglomeratschichten in einzelne einseitig gehobene und gegen NW einfallende Streifen verteilten . . .“ Aehnlich wird (S. 15) in dem Unterabschnitt über das Trzemoschnagebirge die Entstehung von fünf parallelen, nach NO streichenden Bergrücken, die aus jenen Konglomeraten bestehen,

<sup>1)</sup> Krejčí und Helmhaacker, Erläuterungen z. geol. Karte d. Umgebungen von Prag. (Archiv d. natw. Ldsdurchf. v. Böh., IV, 2. Prag 1879.)

<sup>2)</sup> Krejčí und Feistmantel, Orogr.-geotekton. Uebersicht des silur. Gebietes im mittl. Böhmen. (Dasselbe Archiv, V, 5. Prag 1885.)

<sup>3)</sup> Darunter sind alle älteren paläozoischen Bildungen im Gegensatze zum Karbon zu verstehen; gemeint ist: die ältesten, d. i. silurischen Schichten.

<sup>4)</sup> Der Satz erscheint ein wenig schwerfällig, da wir unter Schichtenstörungen und Dislokationen dasselbe zu verstehen pflegen. Aus den späteren Ausführungen ist klarer ersichtlich, daß sowohl die Faltungen wie die Verwerfungen (diese letzten sind hier unter „Schichtenstörungen“ verstanden) als durch die gebirgsbildenden Bewegungen hervorgerufene Lagerungsstörungen aufgefaßt werden.

erklärt und an anderer Stelle (S. 93) wird als „die Hauptwirkung“ der „Bruchlinie der Příbramer Lettenkluft“ „die Hebung des Třešněžgebirges und des ganzen Brdawalde“ hingestellt, „dessen südliche steile Lehnen, welche hoch über die untergelagerten azoischen Schiefer emporgehoben sind, dieser Bruchlinie parallel sind“.

In dem Abschnitt über die Verbreitung der obersilurischen Stufen (Obersilur + Devon) wird (S. 78) darauf hingewiesen, daß man in den Tälern auch „die Bruchlinien verfolgen kann, nach denen sie“ (die Stufen) „durch gegenseitigen Druck zu antiklinalen und synklinalen Schichtenwellen aufgestaut und durch Verschiebungen gegeneinander verworfen sind.“ Der Beschreibung der Bruchlinien gehen allgemeine Bemerkungen über das „Kluftsystern mit nordöstlichem Streichen“ voran (S. 92): „Dieses System herrscht... am meisten vor und veranlaßt nicht bloß Schichtenbrüche und Verwerfungen, welche nordöstlich, also parallel zur Schichtenablageung<sup>5)</sup>, streichen, sondern auch die wellenförmigen synklinalen und antiklinalen Faltungen der Schichtenzonen, wie sie in den Durchschnitten der Silurmulde sich darstellen. Es<sup>6)</sup> ist offenbar durch einen lateralen Druck entstanden, dem nach Schluß der Silurperiode ihre mehr oder weniger horizontalen oder flach muldenförmigen Schichtenablagerungen unterworfen waren“<sup>7)</sup>.

Die Längsbrüche sind in den zahlreichen Profilen Krejčís als steil zur Tiefe setzende, zumeist lotrechte Verwerfungen gezeichnet oder sie durchqueren, wenn das nicht der Fall ist, die Schichten zu beiden Seiten oder doch auf einer Seite des Bruches. Nach der graphischen Darstellung unterscheiden sie sich demnach nicht von „echten“ Verwerfungen, d. i. von Senkungsbrüchen, obgleich sie, wie gesagt, theoretisch als Brüche aufgefaßt wurden, an denen Aufwärtsbewegungen von größeren Gebirgstteilen stattgefunden haben.

#### b) J. Krejčís und E. Suess.

Auf die in den Erläuterungen (1879) beschriebenen streichenden Sprünge der Gegend zwischen Beraun und Prag beruft sich E. Suess zur Begründung einer neuen Vorstellung über den Bau des mittelböhmisches Gebietes: „Diese Sprünge liegen im Streichen der böhmischen Silurmulde, welche nach diesen Erfahrungen anstatt des früher gebotenen Bildes einer einfachen Synklinale mehr und mehr das Bild einer sehr breiten und verwickelten Grabensenkung annimmt“<sup>8)</sup>. Diese Anschauung ist, obgleich sie auf einem seltsamen,

<sup>5)</sup> Augenscheinlich eine Konzession an Barrande, entsprechend der vorher (S. 91) erwähnten „ursprünglich muldenförmig konzentrischen Lagerung“ der Schichten. Im nächstfolgenden Satze wird bereits eine der horizontalen recht nahe kommende ursprüngliche Lagerung der Schichten angenommen. Auch sonst ist von ursprünglich horizontaler Lagerung die Rede. (Vgl. den oben S. 3 von S. 11 der „Übersicht“ angeführten Satz.)

<sup>6)</sup> Das Kluftsystern!

<sup>7)</sup> Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß Krejčís dem Auftreten von Eruptivgesteinen eine Mitwirkung an den tektonischen Veränderungen zuschreibt.

<sup>8)</sup> E. Suess, Das Antlitz der Erde, I, 1885, S. 168. Die in demselben Jahre erschienene „Übersicht“ Krejčís und Feistmantels lag Suess bei der Ab-

leicht erkennbaren Irrtum beruht, herrschend geworden und hat die auf überaus zahlreichen guten Beobachtungen fußenden Veröffentlichungen Krejčí's und seiner Mitarbeiter verdunkelt.

Die von Suess eingeführte Vorstellung scheint nicht aus einer eingehenden Beurteilung des damals bekannten Baues des mittelböhmisches Gebietes hervorgegangen zu sein, sondern sie ordnet sich ein in eine Betrachtung des Baues der böhmischen Masse. Die von Krejčí aus den beobachteten Lagerungsverhältnissen erschlossenen Längsbrüche sind nach Suess (a. a. O.) „nur ein Teil jenes großen Systems von Sprüngen, von welchem die böhmische Masse durchsetzt ist . . .“ „Heute läßt sich schon erkennen, daß ein sehr großer Teil Böhmens . . . der Schauplatz ausgedehnter Senkungen gewesen ist, welche sich auf weichender Unterlage auf zahlreichen Sprungflächen vollzogen haben.“

Es ist hier nicht der Ort, den Bau jenes ausgedehnteren Gebietes ausführlicher zu berücksichtigen, wobei nicht geleugnet werden soll, daß anderwärts Senkungen nachgewiesen sind. Man könnte sogar ergänzend auf die seither von Hirsch aus den Lagerungsverhältnissen der oberen Kreide festgestellten Senkungen von sehr beträchtlichem Ausmaße hinweisen, die das Gebiet des böhmischen Mittelgebirges betroffen haben und kaum anders als durch zentripetale Bewegungen erklärt werden können<sup>9)</sup>. In allen zur Vergleichung heranzuziehenden Fällen handelt es sich, wie hier nur nebenbei und vorgehend bemerkt wird, um Bewegungen weit jüngeren Alters. Selbst wenn jedoch gezeigt werden könnte, daß die in der böhmischen Masse erkannten Störungen demselben geologischen Zeitabschnitt angehören, würde uns das nicht von der Aufgabe entheben, für das durch seinen Bau verschiedene mittelböhmisches Gebiet zu prüfen, ob die ermittelten Störungen mit der Voraussetzung einer Grabensenkung in Einklang stehen.

Aus den kurzen Äußerungen Suess' im Antlitz ist nicht mit Sicherheit zu entnehmen, ob derselbe die Senkungsbrüche ein altes Faltenland ergreifen läßt oder ob die heutigen Lagerungsverhältnisse durch jene Brüche hervorgebracht sein sollen. Aus dem oben angeführten Satze, der die neue Anschauung eingeführt hat, ließe sich eher auf das letztere schließen. Die Vorstellung liegt ja nahe, daß selbst eine noch annähernd horizontal lagernde Formationsgruppe, die von zwei Seiten gegen das Innere des Gebietes treppenförmig absinkt, nachher aus Staffeln besteht, deren Schichten gegen das Innere des Senkungsgebietes geneigt sind. Vor allem würde durch diese tektonischen Vorgänge erklärt werden, daß in den äußeren Teilen des Gebietes die ältesten und älteren, im Innern die jüngeren und jünger-

---

fassung des I. Bandes seines Werkes noch nicht vor. Er verweist jedoch auf eine ihm von Prof. Krejčí mitgeteilte vorläufige Skizze; dieser entspricht wohl die der Uebersicht (1885) als besondere Karte beigegebene „Skizze einer geologischen Karte des mittelböhmisches Silurgebietes“ 1:288.000, in welcher die von Krejčí unterschiedenen Bruchlinien verzeichnet sind.

<sup>9)</sup> Diese sehr zuverlässigen Nachweise sollten auch von geographischer Seite bei der heute üblichen Annahme geologisch junger Hebungen wohl beachtet werden.

sten Schichtengruppen an der jetzigen Oberfläche erhalten sind. Wir wissen jedoch, und aus Krejčí's Profilen in den Erläuterungen (1879) ist es bereits klar ersichtlich, daß die sog. Silurmulde den Rest eines viel verwickelter gebauten Faltengebirges bildet. Andererseits muß zugegeben werden, daß auch ein derartiges Faltengebirge nach seiner Bildung entlang von Brüchen zur Tiefe sinken kann, die ähnliche Lagerungsverhältnisse hervorrufen könnten. Es fragt sich nun, ob die heutigen Lagerungsverhältnisse wirklich solche sind, die jener Vorstellung entsprechen.

Schon aus den Erläuterungen ist hinsichtlich der Längsbrüche ein für das dort behandelte Gebiet giltiges tektonisches Gesetz zu erkennen, das aus der Uebersicht (1885) für das ganze Gebiet Bestätigung findet und darum noch deutlicher und mit voller Bestimmtheit hervortritt: Von zwei Gebirgszonen, die durch einen der weithin verfolgten Längsbrüche getrennt werden, erscheint im sogenannten Nordflügel (genauer NW- oder NNW-Flügel) der ehemals vorausgesetzten Mulde, in dem das vorherrschende Schichtenfallen gegen S (SO, SSO) gerichtet ist, die südliche Zone gehoben, bzw. die nördliche Zone gesenkt; dagegen erscheint im südlichen Teil des Gebietes, in dem das entgegengesetzte Schichtenfallen herrscht, von zwei durch einen Längsbruch geschiedenen Gebirgszonen die nördliche Zone gehoben, bzw. die südliche Zone gesenkt. Kürzer ausgedrückt lautet das ermittelte Gesetz: Von den durch einen Längsbruch getrennten Gebirgszonen erscheint die innere gehoben, bzw. die äußere gesenkt.

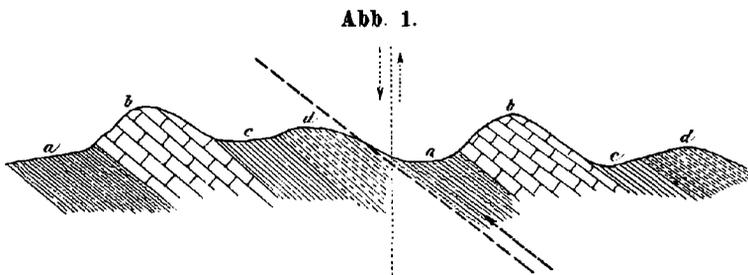
Wer sich der geringen Mühe unterzieht, diese Angabe an den Krejčí'schen Profilen, von denen viele seither mehrfach wieder gegeben wurden, zu prüfen, wird sich von ihrer Richtigkeit unschwer überzeugen. Hier müssen wir uns auf die Betrachtung von Beispielen beschränken.

Bleiben wir zunächst bei den „Erläuterungen“ und halten uns an das in dem Maßstabe der alten Spezialkarte 1:144.000 gezeichnete Uebersichtskärtchen (S. 83), in dem zwei Längsbrüche kräftig hervortreten. Der nördliche ist die Hyskov-Prager Bruchlinie (später von Krejčí als Prager Bruchlinie bezeichnet), die im sogenannten Nordflügel zwei Züge von untersilurischen Gesteinen (*D*) trennt. Von N nach S fortschreitend, gelangen wir in der nach S (SO) fallenden Schichtenreihe aus den tieferen Untersilurstufen allmählig in die höheren, worauf jenseits der Bruchlinie die tiefste Untersilurstufe ( $d_1$ ) erscheint, die wieder regelrecht von den höheren Stufen überlagert wird. Man vergleiche insbesondere Fig. 5 der großen Profiltafel („Tab. I“) der Erläuterungen. Das Profil enthält im Nordflügel die beiden sehr vollständigen Untersilurzüge, zuerst, links im N beginnend, die Schichtenfolge  $d_1$ — $d_5$ , den Liegendzug, hierauf, weiter südlich, den Hangendzug, ebenfalls von  $d_1$ — $d_5$ , noch weiter südlich von obersilurischen Gesteinen usw. überlagert. (Das sehr lange Profil reicht bis in die untersilurische Stufe  $d_6$  des Südflügels.) In der die Erläuterungen begleitenden geologischen Karte der Umgebungen von Prag 1:86.400 sind die beiden Untersilurzüge leichter zu

verfolgen, wenn man sich durch das helle Band der Quarzitstufe ( $d_2$ ) leiten läßt<sup>10)</sup>.

In dem unten (Abb. 1) folgenden Querschnitt ist die durch eine Störung bewirkte einmalige Wiederholung einer einseitig geneigten Schichtenfolge allgemein dargestellt. Er ist auch zur Erläuterung für die eben erwähnten, im mittelböhmisches Untersilur des „Nordflügels“ festgestellten Lagerungsverhältnisse verwendbar, wobei die Schichten-*gruppe b* mit Rücksicht auf die dem dickbankigen harten Gestein entsprechenden steileren Böschungen die Quarzitstufe  $d_2$  vertreten kann. Wenn wir uns die beiden Gebirgszonen durch eine lotrechte Verwerfung getrennt denken, so ist klar, daß das links (nördlich) befindliche (äußere) Gebirgsstück gesenkt, bzw. der in seinem Hangenden auftretende, rechts (südlich) liegende (innere) Gebirgssteil gehoben erscheint.

Die zweite Störung, die in dem Kärtchen (S. 83 der Erläuterungen) kräftig hervortritt, bietet ein Beispiel aus dem Südflügel, u. zw. aus dem obersilurisch-devonischen Kalkgebiet; sie wurde als die Koda-Lochkover Bruchlinie bezeichnet<sup>11)</sup>. Es genügt vor-



läufig, auf die Gegend von Srbsko und Koda zu beiden Seiten des Berauntales hinzuweisen und das für unsere Betrachtung Wesentliche aus den verwickelten Lagerungsverhältnissen zu erwähnen, wie es in Krejčis Profiltafel in Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Im S, bzw. SO sehen wir die jüngeren devonischen Stufen  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$  und  $H$  regelrecht in annähernd nördlichen Richtungen fallen, worauf im Hangenden der Tonschieferstufe  $H$  wieder die Kuollenkalk  $g_1$  auftreten. Nimmt man zur Erklärung dieser Lagerungsverhältnisse im Hangenden von  $H$  eine Verwerfung an, so erscheint der südlich liegende (äußere) Gebirgssteil gesunken, bzw. der nördliche (innere) gehoben.

<sup>10)</sup> In der Gegend NO und O von Prag sind mindestens drei gut unterscheidbare untersilurische Gesteinszüge vorhanden, die im wesentlichen die gleichen Lagerungsverhältnisse zeigen. — In der Uebersicht (1895) sind viele Untersilurdurchschnitte dem Text eingeschaltet. Von ihnen wären rücksichtlich der beiden weithin verfolgten Züge besonders Fig. 28, 29, 31, 32 (S. 40—43) einzusehen.

<sup>11)</sup> Noch eine dritte „Hauptbruchlinie“, die Bruchspalte des Brdarückens genannt, ist in dem Kärtchen verzeichnet; sie tritt aus dem weiter südwestlich gelegenen Gebiet in das der Prager Umgebungskarte und verläuft hier (im SO) an der Grenze der azoischen Schiefer und des Untersilurs unter eigenartigen Lagerungsverhältnissen, die später zu erwähnen sein werden.

In der Uebersicht (1885, S. 92—98) unterscheidet Krejčí sieben weithin verfolgbare Bruchlinien mit nordöstlichem Streichen, die hier nicht näher besprochen werden sollen. Auch soll hier ebensowenig wie früher auf die Veränderungen hingewiesen werden, welche die Ergebnisse neuerer Arbeiten gebracht haben. Zu den Bruchlinien, die hauptsächlich in den inneren Teilen des Gebietes und in den jüngeren, dem eigentlichen Silur und dem Devon entsprechenden Schichtengruppen bekannt wurden, kommen andere, die den äußeren Gebietsteilen und den älteren, kambrischen und vorkambrischen Gesteinen angehören. Eine der wichtigsten ist die südlichst gelegene, die Bruchlinie der Przibramer Lettenkluff, von der vermutet wird, daß sie sich weit nach NO fortsetzt und sich dort mit den Fortsetzungen zweier nördlich der Lettenkluff gelegenen Bruchlinien vereinigt. In dieser Vereinigung wird sie bis in die Gegend südlich von Prag verfolgt, wo sie an der Grenze der azoischen Schiefer und des Untersilurs verläuft<sup>11)</sup>. Bei Przibram ist die Störung schon lange durch den Bergbau genau festgestellt. Es handelt sich hier im wesentlichen um die Wiederholung einer aus zwei Gliedern bestehenden, vorherrschend nach NW fallenden Schichtenfolge, der vorkambrischen Przibramer Schiefer und der diskordant darüberliegenden, wahrscheinlich unterkambrischen Grauwacken und Konglomerate. Das Lagerungsverhältnis ist zumeist so aufgefaßt worden, daß die im NW der Bruchlinie gelegene Gebirgszone gehoben, d. i. auf der gegen NW geneigten Verwerfungsfläche über die im SO liegende Gebirgszone hinaufgeschoben ist. E. Suess (Antlitz I, S. 168) sieht selbst hier eine Senkung, u. zw. eine solche des südöstlichen Teiles<sup>12)</sup>. Für unsere Betrachtung genügt es zunächst, hervorzuheben, daß bei Annahme von Senkung der äußere Gebirgsteil gesunken erscheint.

Auch im NW wird eine im älteren Gebirge verlaufende wichtige Störung unterschieden: die Bruchlinie von Skrej. Die nördlichen (weit außerhalb des eigentlichen Silurgebietes gelegenen) Vorkommnisse des Kambriums von Skrej (und Tejrzowitz) liegen diskordant auf azoischen Schiefen, zeigen nordöstliches Streichen und fallen „südöstlich gegen eine Bruchlinie ein, . . . an der Aphanite und Porphyre das azoische Schiefergebiet durchsetzen und sich hoch über die Zone der Primordialfauna erheben“. (Übersicht, S. 98, Profil Fig. 9 auf S. 21.) Der letzterwähnte orographische Gesichtspunkt spielt bei Krejčí auch hinsichtlich anderer Bruchlinien eine Rolle. Man wird ihm heute darin nicht folgen, da das orographische Hervortreten bei so stark abgetragenen alten Gebirgen auf dem größeren Widerstande beruht, den die betreffenden Gesteine den Abtragungsvorgängen entgegensetzen<sup>13)</sup>. Aber im SO des mächtigen, annähernd im Streichen liegenden Porphyrzuges von Pürglitz-Rokyžan folgen

<sup>12)</sup> Für denjenigen, der weiß, wie sehr Suess jeder Hebung abhold war, und wie er nur mit dem größten Widerstreben sich dazu herbeiließ, aus der Faltung hervorgehende Aufwärtsbewegung gelten zu lassen, ist das nicht weiter erstaunlich. Die Annahme von Senkungen gehört in den Rahmen der übrigen Darstellung. (Vgl. oben S. 5.)

<sup>13)</sup> Dies gilt auch für die aus kambrischen Konglomeraten wie für die aus untersilurischen Quarziten bestehenden Bergzüge. (Vgl. oben S. 3—4.)

abermals vorkambrische Schiefer, die wieder vorherrschend gegen SO fallen, in der Fallrichtung auf weite Erstreckung anhalten und sodann unmittelbar von untersilurischen Gesteinen überlagert werden. (Vgl. das Profil Fig. 39 auf S. 47 der Übersicht<sup>14</sup>). Diese azoischen Schiefer liegen wie die genannten Eruptivgesteine im Hangenden des Kambriums von Skrej und sind von ihm außer durch die Pürglitzer Eruptivzone zweifellos durch eine tektonische Störung (oder durch eine Reihe von Störungen) getrennt. Wird diese Störung als eine steil niedersitzende Verwerfung aufgefaßt, so erscheint der 15 km lange Zug des Kambriums von Skrej, demnach wieder die äußere Gebirgszone, gesenkt, bzw. das im SO folgende vorkambrische Schiefergebiet gehoben, ein Schluß, der mit der oben erwähnten Anschauung Krejčís übereinstimmt.

Auch entlang den anderen von Krejči unterschiedenen streichenden Bruchlinien finden wir ähnliche Lagerungsverhältnisse, so daß die oben aufgestellte Regel für das ganze Gebiet bestätigt wird. Betrachten wir diese Störungen als Senkungsbrüche, so erscheint stets die äußere Gebirgszone gesunken. Die Regel gilt ferner nicht nur für die großen, weit verfolgten Bruchlinien, sondern auch für die weit überwiegende Mehrzahl der in den zahlreichen Querschnitten Krejčís dargestellten kleineren (oder bisher nicht weit verfolgten) Längsbrüche.

Besonders auffallend tritt uns die Regel bei Einsichtnahme in Profile entgegen, in denen mehrere nur aus einigen wenigen (oft aus zwei oder drei) Schichtengruppen bestehende Gebirgsstücke nacheinander auftreten, die — bei Annahme von Senkungen — als regelmäßig aufeinanderfolgende Staffeln betrachtet werden können. Hierher gehören Fig. 5 (S. 15 der Uebersicht mit fünf durch Längsbrüche getrennten Gebirgszonen im Südflügel); Fig. 11 (S. 29, vier Staffeln im NW, eine im SO, die gegen eine viel breitere mittlere Gebirgszone abgesunken erscheinen); Fig. 27 (S. 40 mit vier Staffeln im Nordflügel); Fig. 38 und 39 (S. 47 mit je vier Staffeln im Nordflügel).

Krejčís Querschnitte erstrecken sich ziemlich gleichmäßig über das ganze Gebiet. Daß er bei der Wiedergabe derselben völlig unbefangen vorging, steht außer allem Zweifel. Das aus ihnen zu entnehmende tektonische Gesetz ist ihm übrigens, wie es scheint, unbekannt geblieben.

Unter der Voraussetzung, daß an den das mittelböhmisches Faltengebirge durchziehenden Längsbrüchen Senkungen eingetreten sind, ergibt sich demnach, daß zu beiden Seiten einer mittleren Gebirgszone, der der größere (nördliche) Teil des obersilurisch-devonischen Kalkgebietes angehört, sowohl die im NW als die im SO folgenden Gebirgszonen treppenförmig gesunken sind. Ist die Voraussetzung richtig, dann ist das Gebiet tektonisch nicht nach der von Suess eingeführten Vorstellung als ein Graben, sondern im Gegenteil als ein Horst anzusehen.

<sup>14</sup>) Von neueren Arbeiten wäre hervorzuheben: Jahn, Ueb. d. geol. Verhältnisse des Kambrium v. Tejřovic u. Skrej. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1895, Bd. 45, S. 641—791.

Dieses auffallende Ergebnis kann nicht aufrechterhalten werden. Das vorgestellte tektonische Gebilde wäre ein recht sonderbarer Horst. Daß im ganzen Gebiete das vorherrschende Schichtenfallen gegen innen (einerseits gegen SO, anderseits gegen NW) gerichtet ist, mag noch hingehen und könnte aus einer älteren muldenförmigen Anlage erklärt werden. Daß aber in den inneren, tektonisch zu höchst liegenden Gebirgstteilen die jüngeren Schichtengruppen erhalten blieben, wogegen diese in den äußeren Gebirgstteilen abgetragen sind, diese Tatsache steht zur Vorstellung eines Horstes (in dem das Gegenteil zu erwarten wäre) in Widerspruch.

Suess hat auch nach dem Erscheinen der „Uebersicht“ Krejčí's (1885) an seiner Auffassung festgehalten. Dies geht aus einem kurzen Hinweis in Antlitz II (1888), S. 143 hervor, in dem „die langen Bruchlinien des böhmischen Grabens, welche uns Krejčí kennen lehrte“, erwähnt werden.

Es wäre müßig, Vermutungen über den Weg auszusprechen, der zu jenem Irrtume geführt hat. Man wird einem Gelehrten, der es unternommen hat, den Bau der Festlandsmassen der Erde zu überblicken und zu diesem Zweck eine ungeheure Literatur zu beherrschen, zubilligen müssen, daß es ihm nicht gegönnt war, in jedes Teilgebiet und in die Ergebnisse jeder Einzeluntersuchung mit gleicher Gründlichkeit einzudringen.

Merkwürdiger ist, daß diejenigen, die seither die Gebiete Böhmens und der böhmischen Masse zusammenfassend dargestellt und sich hierbei, wie verständlich, auf die Schilderung und die Durchschnitte Krejčí's gestützt haben, des besprochenen Irrtums nicht gewahr wurden und das Schema der Grabensenkung unbesehen annahmen. Eine graphische Darstellung zur Erläuterung dieser Auffassung oder eine anderweitige Begründung der Voraussetzung hat bisher niemand zu geben vermocht.

#### c) F. Katzer.

Katzer drückt sich in seinem sehr verbreiteten Buche<sup>15)</sup> über die Frage so aus (S. 962 f.): „Der in Mittelböhmen erhaltene Rest dieser Ablagerungen für sich betrachtet, bietet das Bild einer verwickelten Grabensenkung im Sinne des Meisters der Geotektonik Ed. Suess, das heißt das Bild eines von zwei ziemlich parallelen Bruchflächen eingeschlossenen, bei dem großen, längst begonnenen und noch immer währenden Schauspiele des Zusammenbruches der Erdrinde hinabgesunkenen Teiles derselben. Die eine dieser beiden Hauptbruchlinien dürfte der nordwestlichen Grenze des mittelböhmischen Granitgebirges entsprechen, die andere durch die Westgrenze des Pürglitz - Rokytzaner Porphyrmassives angedeutet sein und etwa von Kladno über Radnitz bis Chudenitz verlaufen.“

Es ist bezeichnend für die Sachlage, daß die Grundlagen für die tektonische Vorstellung erst gesucht werden müssen. Zunächst handelt es sich darum, die SO- und die NW-Grenze der vorgestellten

<sup>15)</sup> Katzer, Geologie von Böhmen. Prag 1892. — Zweite (unveränderte) Ausgabe 1902.

Grabensenkung ausfindig zu machen. Von dem erwähnten Nordrande des großen mittelböhmisches Granitgebietes hat bereits S u e s s (Antlitz I, 168) wegen seines fast geradlinigen Verlaufes gegen NO vermutet, daß er einem Bruche entspricht, und diesen der Lettenkluft und den von Krejčí (in den Erläuterungen) aufgestellten Bruchlinien angereicht. Der Verlauf dieser Linie ist zwar recht weit entfernt davon, geradlinig zu sein, dennoch ist im großen ihr Parallelismus mit jenen Störungslinien unverkennbar. Der Granit ist jedoch hier keineswegs passiv von einer Störung betroffen worden, sondern wahrscheinlich an einer entsprechenden Störungsfläche emporgedrungen. Wir besitzen an der Granitgrenze gegen die azoischen Schiefer keinen Anhaltspunkt, um über die Art der Bewegung, die sich hier abgespielt hat, etwas auszusagen. Dasselbe gilt für einen weiter im NO gelegenen Punkt (bei Tehov), wo die Granitgrenze durch im Kontakt veränderte untersilurische Gesteine gebildet wird, die hier abseits von dem zusammenhängenden altpaläozoischen Gebiete zwischen Granit und azoischen Schiefen auftreten und gegen den Granit einfallen<sup>16)</sup>.

Nicht anders steht es mit dem Versuche, die NW-Seite des Pürglitzer Porphyrgyzes als die andere (nördliche) Grenze der vorausgesetzten Grabensenkung zu verwerten. An der zwischen dem kambrischen Gesteinszuge von Skrej - Tejzowitz im NW und dem südlich angrenzenden Zuge von Eruptivgesteinen verlaufenden „Bruchlinie von Skrej“ ist nicht zu erkennen, in welchem Sinne die angrenzenden Gesteinszüge bewegt worden sind. Wir mußten oben das im SO des Porphyrgyzes folgende neuerliche Auftreten der azoischen Schiefer berücksichtigen, um zu schließen, daß der kambrische Gesteinszug gegenüber dem südöstlichen vorgambrischen Gebiete gesunken ist. Das ist also die entgegengesetzte Bewegung gegenüber derjenigen, die die Voraussetzung der Grabensenkung erfordert.

Um die Darstellung K a t z e r s vollständiger wiederzugeben, sind noch einige Anführungen erforderlich. „Das zwischen den beiden Bruchflächen . . . hinabgesunkene Terrain wird selbst wieder von einer Unzahl von Verwerfungsklüften durchsetzt, durch welche Dislokationen hervorgebracht sind, welche den Bau des Gebirges sehr komplizieren“ (S. 963). „Dem System“ (der großen streichenden Bruchlinien) „gehören zunächst die beiden erwähnten Senkungslinien an; ferner die Sprünge, welche inmitten der großen Grabensenkung eine neue Senkung bewirkten und durch die Diabasmassen an der Grenze des Unter- und Obersilurs, sowie die vielfachen Einkeilungen obersilurischer Gesteine in untersilurische Schichten gekennzeichnet sind; weiter die Przibramer Lettenkluft und zahlreiche Verwerfungsspalten, welche im Wald- und Kalksteingebirge nachgewiesen sind“ (S. 964).

In Uebereinstimmung mit Katzer wird man an der Grenze von Unter- und Obersilur eine Störungszone annehmen müssen, auch

<sup>16)</sup> Krejčí, Erläuterungen, S. 52 und Profil Fig. 21; Uebersicht, S. 48 und Profil Fig. 40. Katzer, Geologie, S. 994—997, Profil Fig. 472. Katzer hat selbst einen Beitrag zur Kenntnis der Kontakterscheinungen geliefert; Jahrb. Geol. Reichsanstalt, XXXVII, 1888, S. 355—416.

wenn man über die Natur dieser Störungen anderer Ansicht ist. Katzer sucht Barrandes Kolonien — diese sind unter den „Einkeilungen“ zu verstehen — durch Senkungen an steil niedersitzenden Verwerfungen zu erklären; in seinen Profilen bezeichnet er die Kolonien als Verwerfungen, er macht aus der „Kolonie Haidinger“ Barrandes eine „Verwerfung Haidinger“ usw. Halten wir diesen Standpunkt fest, so ergibt sich für derartige Wiederholungen von Schichtengruppen (oberste Stufe [ $d_6$ ] des Untersilurs, darüber ober-silurische Graptolithenschiefer [ $e_1$ ], [Verwerfung], im Hangenden abermals  $d_5$  usw.), im südlichen Teile des Gebietes (bei Nordfallen): daß die südlich der Verwerfung gelegene Gebirgszone gesunken ist, — im nördlichen Teile des Gebietes (bei Südfallen): daß die nördliche Gebirgszone gesunken ist —, mithin eine Bestätigung der Regel von der Senkung der äußeren Gebirgstteile. Katzers Profile zeigen dies deutlich: Fig. 347, S. 923 für die Kolonie Haidinger im sogenannten Südfügel; Fig. 356, S. 926 für den Nordflügel. Betrachtet man aber eine Kolonie als eine durch zwei Verwerfungen hervorbrachte Einsenkung<sup>17)</sup> von Graptolithenschiefer ( $e_1$ ) in eine Schichtenfolge der Stufe  $d_5$  nach Art eines örtlich beschränkten Grabenbruches, wie dies Katzer z. B. für die Kolonie Krejčiči (in dem eben angeführten Profil Fig. 347) anzunehmen scheint, so ist dadurch über das tektonische Verhältnis der im Liegenden der Kolonie auftretenden untersilurischen Gesteine zu den in ihrem Hangenden auftretenden nichts ausgesagt.

Bei anderen Längsbrüchen hat Katzer über den Sinn der Bewegung richtig geurteilt, wobei er dort, wo Krejčiči und andere ältere Beobachter von Hebung sprachen oder gesprochen hätten, der von ihm vertretenen Suess'schen Auffassung entsprechend, Senkung des anderen Gebirgstteiles voraussetzt. In solchen Fällen erscheint dann auch nach Katzer die äußere Gebirgszone gesunken und es ergibt sich daher für den aufmerksamen Leser ein Widerspruch zu der Auffassung des Gebietes als Grabensenkung. So heißt es S. 831, daß längs der Lettenkluff die Absenkung der Przibramer Partie (d. i. also des südöstlichen Gebirgstteiles) gegen das Trzemoschnagebirge stattfand. Von den im NW der Lettenkluff gelegenen Längsbrüchen, die in dem Profile Fig. 184, S. 831 verzeichnet sind, wird S. 832 vermutet, „daß auch hier stets der südliche Flügel gegen den nördlichen abgesunken sein dürfte“<sup>18)</sup>. Von der großen Prager Bruchlinie, durch welche das Untersilur des nördlichen Teiles des Gebietes in zwei selbständige lange Züge zerfällt (vgl. oben S. 6), wird S. 836 erklärt, daß der nördliche Zug abgesunken ist.

Auch hinsichtlich der das ober-silurisch-devonische Kalkgebiet durchsetzenden wichtigen Bruchlinie von Koda (vgl. oben S. 7) erkennt Katzer (S. 968 und 1069), daß der südliche Gebirgstteil gegen den nördlichen abgesunken ist. Er legt sich jedoch dieses Verhältnis durch den Hinweis zurecht, daß der genannte Sprung „gewissermaßen

<sup>17)</sup> Nur auf ein derartiges Lagerungsverhältnis könnte der Ausdruck „Einkeilung“ angewandt werden.

<sup>18)</sup> Nach den im Profile dargestellten Lagerungsverhältnissen ist dieser Schluß nur mit der Einschränkung auf die im SO von Straschitz gelegenen Brüche richtig.

die Mitte der Grabensenkung andeutet“. Es bedarf keiner Erläuterung, daß die Mitte einer regelrechten (annähernd symmetrischen) Grabensenkung, wie man sie sich vorstellt, nicht von einem Bruche, sondern von einer Gebirgszone gebildet wird, die tiefer gesunken ist als die beiderseits angrenzenden und die weiterhin folgenden Gebirgszonen. Der im SO des Bruches Koda - Srbsko gelegene Gebirgs- teil bildet nach der älteren Anschauung nicht die Mitte des Gebietes, er gehört noch dem sogenannten Südflügel, d. i. dem südlichen Teile des Gebirges an, der durch vorherrschendes NW-Fallen gekennzeichnet ist. Er ist aber auch nicht der tektonisch zutiefst liegende Teil, obgleich er gegenüber der nördlich folgenden Gebirgszone gesunken erscheint; denn südlich folgen noch tiefer liegende Teile. Namentlich im südwestlichen Abschnitte des Gebietes sind jene Bruchlinien festgestellt, denen entlang — immer bei Annahme von Senkungen — die jeweils südlich folgende Gebirgszone gesunken ist. Der Mitte des ganzen Gebietes entspricht jedenfalls viel besser das im N des Bruches Koda-Srbsko liegende Kalkgebiet mit der länger im Streichen zu verfolgenden Mulde von Hostim-Hluboczep, in deren Kern die jüngsten Gesteine des Faltengebirges, die dem oberen Mitteldevon entsprechenden Tonschiefer (Stufe *H*) erhalten sind. Diese ist denn auch nach der alten Vorstellung der synklinalen Lagerung, die auch heute nicht leichterhand über Bord zu werfen ist, da sie ja auf den im großen zu beobachtenden Lagerungsverhältnissen beruht, als die Mitte jener idealen Mulde angesehen worden. Daß auch diese breitere Zone des Kalkgebietes nicht als der tektonisch zutiefst liegende Teil eines Senkungsgebietes betrachtet werden kann, ist klar. Sie liegt nicht nur höher als der südliche Teil des Kalkgebietes, sondern auch höher als die weiter im N folgenden Gebirgszonen, die, entlang von streichenden Bruchlinien abgetrennt, je weiter nördlich, desto tiefer liegen. Dagegen würde dieser nördliche Teil des Kalkgebietes vermöge seiner tektonisch hohen Lage dem mittleren, am höchsten liegenden Teile eines Horstes entsprechen, falls die beobachteten Lagerungsverhältnisse auf Senkungsbrüchen beruhen. (Vgl. oben S. 9 f.) Wie immer wir also versuchen, die Vorstellung der Grabensenkung anzuwenden, stets versagt solches Bemühen.

Daß die zahlreichen in der Geologie von Böhmen zumeist nach Krejčí widergegebenen Durchschnitte in ihrer übergroßen Mehrzahl gegen die von Katzer vertretene Anschauung sprechen, bedarf nach dem vorangegangenen kaum eines Hinweises. Katzer hat das bekannte Barrande'sche Idealprofil durch ein neues Idealprofil (Fig. 180, S. 829 und Fig. 612, S. 1070) ersetzt, dem noch einige Worte zu widmen sind. In dasselbe sind vier Längsbrüche aufgenommen. Im äußersten NW sieht man die „Phyllite des Urschiefergebirges“ (die vorkambrischen Schiefer) und das Kambrium (von Skrej) gegen den Pürglitz-Rokytzaner Porphyrgyz, bzw. gegen die im S desselben abermals auftretenden alten Schiefer abgesunken. An der Grenze des Untersilurs gegen das Obersilur ist (zur Erklärung der Kolonien) im NW wie im SO je eine Verwerfung eingezeichnet, durch die die Einschaltung der obersilurischen Graptolithenschiefer  $e_1$  in die untersilurische Stufe  $d_5$  hervorgebracht wird; in beiden Fällen

erscheint wieder die äußere Gebirgszone gesunken. Der vierte Bruch (von Koda) scheidet den südöstlichen Teil des Kalkgebirges, in dem Nordwestfallen herrscht, von seinem nordwestlichen Teil; der erstere erscheint gesunken. Die vier Längsbrüche trennen demnach fünf (in ihrer Zusammensetzung und Begrenzung ziemlich ungleichartige) Gebirgszonen: eine mittlere, zwei nördlich und zwei südlich gelegene<sup>19)</sup>. Die beiden äußeren Zonen liegen am tiefsten, jede von ihnen ist gegen die nach innen folgende gesunken; diese nach innen folgenden Gebirgszonen erscheinen wieder gegen die mittlere gesenkt, der die höchste Lage zukommt.

#### d) F. E. Suess.

Die Stellung, die F. E. Suess in seinem sehr lesenswerten Buche<sup>20)</sup> in der erörterten Frage einnimmt, ist nicht ganz leicht zu erkennen. Die Voraussetzung der Grabensenkung steht auch hier im Vordergrund und taucht aus der sonst gegenständlichen Schilderung immer wieder auf. Eine Veränderung oder wenigstens Klärung der Auffassung liegt darin, daß der Verfasser das Gebiet für ein altes Faltengebirge erklärt, das nach seiner Bildung von großen Verwerfungen zerstückelt worden ist. Diese würden daher gegenüber der Faltung eine jüngere geologische Erscheinung darstellen. „Das ganze Gebiet alter Sedimente Mittelböhmens stellt sich vielmehr dar als ein durch nordoststreichende Brüche zertrümmertes und abgesunkenes Stück eines gefalteten Gebirges“ (S. 110<sup>21)</sup>). Dieses Urteil wird in der den Schluß des Abschnittes bildenden Uebersicht eingeschränkt durch die Bemerkung: „Das Gebiet war ohne Zweifel schon vor der Zerstückelung in die langen leistenförmigen Schollen in nordöstliche<sup>22)</sup> Falten gelegt; ein Teil der steilen Schichtenstellung, der steilen Schlepplung und Schichtknickung und Faltung muß aber der Reibung und dem Drucke beim Niedergange der einzelnen Schollen zugeschrieben werden“ (S. 155<sup>23)</sup>).

<sup>19)</sup> Diese hier der einfacheren Beschreibung wegen vorgenommene Gruppierung bringt keine Symmetrie im Aufbau zum Ausdruck; nur in der Fallrichtung der Schichten zeigt sich Symmetrie im großen.

<sup>20)</sup> Franz E. Suess, Bau und Bild der Böhmisches Masse. Wien und Leipzig 1908.

<sup>21)</sup> Wenn der Verfasser sich hierbei auf die im vorangehenden Satze erwähnten Aufnahmen der geologischen Reichsanstalt und insbesondere Krejčís sorgfältige Studien zu berufen scheint, so kann in Uebereinstimmung mit früheren Erörterungen nur gesagt werden, daß die Ergebnisse jener Untersuchungen zur Annahme einer Senkung des ganzen Gebietes oder von ausgedehnten inneren Teilen desselben nicht berechtigen. Eine Berufung auf den wirklichen Urheber dieser tektonischen Vorstellung ist weder hier noch später erfolgt.

<sup>22)</sup> Gemeint sind nordöstlich streichende Falten.

<sup>23)</sup> Der Gedanke findet sich auch bei Katzer, nach dem sich die Druckwirkungen „in Zusammenfaltungen, Brüchen und Verwerfungen äußerten“, und der weiter erklärt: „Da das Gebiet von einer Reihe mehr minder paralleler Bruchflächen durchzogen wird, so hat sich entlang derselben die Absenkung als sogenannte Staffelleitung vollzogen und ist stellenweise die Abgleitung mit einer Schlepplung der Schichten verbunden gewesen“ (Geologie v. B., S. 965). Ein Hinweis auf bestimmte Vorkommnisse wird weder hier noch dort gegeben. Die Vorstellung

Eine weitere Veränderung ergibt sich daraus, daß F. E. Suess augenscheinlich einen Anschluß an die auf den beobachteten Tatsachen beruhende ältere Vorstellung von der synklinalen Lagerung zu gewinnen sucht. So ist S. 117 von dem „langgezogenen Ellipsoid des altpaläozoischen Senkungsgebietes“, das vom Untersilur umschlossen wird, die Rede, worunter demnach nur das innen gelegene obersilurisch-devonische Gebiet verstanden wird. In viel umfassenderem Sinne wird S. 130 und 131 in den Bezeichnungen von Durchschnitten von der „muldenförmigen Grabensenkung“ und dem „muldenförmigen Graben“ gesprochen. In der Uebersicht wird S. 154 gegenüber der (schon lange aufgegebenen) Anschauung von einer „Bildung (der altpaläozoischen Sedimente) in einem geschlossenen Becken“ und von der „Ablagerung in einer Mulde“ erklärt: „Vielmehr stellt das Gebiet eine komplizierte konzentrische Grabensenkung an vorherrschend nordöstlichen Brüchen dar. In den am tiefsten gesenkten Teilen, in der Mitte sind die jüngsten Glieder der ganzen Schichtserie, die Kalke und Schiefer des Mitteldevon erhalten geblieben.“ Es ist kaum nötig, hier abermals darauf hinzuweisen, daß diese Vorstellung im Widerspruch zu den tatsächlichen Verhältnissen steht, da die von den jüngsten Gesteinen eingenommene Mitte des Gebietes gerade die tektonisch am höchsten liegenden Teile darstellt.

Auch bei F. E. Suess finden wir in bezug auf einige Längsbrüche richtige Urteile über den Sinn der Bewegung. So heißt es S. 118, daß die kambrischen Sedimente von Skrej—Tejrzowitz an einer Bruchlinie entlang des Pürglitzer Porphyrstockes abgesunken sind. Wenn man auch nicht zugeben kann, daß entlang dem Porphyrzuge eine derartige Bewegung zu erkennen ist, so liegt doch tatsächlich die im NW desselben befindliche, mithin die äußere Gebirgszone tektonisch tiefer als die nach innen folgenden Gebirgstelle. (Vgl. oben S. --.) S. 122 wird Näheres über die Przibramer Lettenkluft mitgeteilt, an der die (im NW liegenden) „azoischen Schiefer auf die kambrischen Grauwacken hinaufgeschoben scheinen“. (Die inneren Gebirgstelle erscheinen daher gehoben.) Die Annahme einer Aufschubung an der gegen NW geneigten Bruchfläche bildet eine Rückkehr zu einer den Beobachtungen besser entsprechenden Betrachtungsweise.

Auch die Bewegungen an den im NW der Lettenkluft von Krejčí aufgestellten Längsbrüchen, die das große Gebiet der kambrischen Grauwacken und Konglomerate durchsetzen, scheinen nicht im Sinne der Grabensenkung aufgefaßt zu werden; denn S. 130 wird überraschenderweise von dem durch jene Brüche erzeugten „kambrischen Grauwackenhorst des Ždar- und des Trhonberges“ gesprochen, „der nordöstlich unter die Stufe  $d_1$  allmählich hinabtaucht“. Unter Voraussetzung senkender Bewegungen erscheinen wirklich die

---

geht auf Krejčí zurück, der mehrfach bemerkt hat, daß die Schichtenstörungen (Faltungen usw.) in der Nähe einer seiner Bruchlinien heftiger werden, und der die Faltungen in ihrer Gesamtheit auf die Bruchbildung zurückführt. (Vgl. oben S. 3 f.) Das Tatsächliche kann ich auf Grund eigener Beobachtung nur bestätigen. Es wird nötig sein, auf die Erscheinung und ihre Erklärung zurückzukommen. (Vgl. darüber auch S. 18 f. und Fußnote 27.)

südöstlich liegenden Schollen immer tiefer gesunken, so daß hier mindestens ein halber Horst angenommen werden kann<sup>24)</sup>.

Hiernach wird man weniger erstaunt sein über den folgenden Satz: „Die Profile nach Krejčí und Feistmantel mögen einen Begriff geben von den Unregelmäßigkeiten, durch welche das allgemeine Schema der konzentrischen Senkung des mittelböhmisches Paläozoikums gestört wird.“ Der Verfasser verweist damit auf fünf Profile durch den südwestlichen Teil der Silurmulde (Fig. 20—24, S. 129), die wie die übrigen von ihm wiedergegebenen Querschnitte nicht nur „Unregelmäßigkeiten“, sondern zumeist in voller Deutlichkeit die oft erwähnte gegenteilige Regel erkennen lassen und daher gegen jenes Schema in offenem Widerspruch stehen. Gleich das erste der angeführten Profile (Fig. 20), das durch azoische Gesteine und tiefere untersilurische Stufen geführt ist, stellt einen ausgesprochenen Horst dar, indem gegen den breiten mittleren, im großen muldenförmig gebauten Teil im NW (außen) vier gegen SO fallende schmale Gebirgszonen regelmäßig treppenförmig abgesunken erscheinen, während im SO (außen) ein gegen NW fallendes Gebirgsstück ebenfalls gegenüber der Mitte gesenkt ist.

Im ganzen gibt F. E. Suess neun Querschnitte nach Krejčí wieder, in denen 22 Längsbrüche dargestellt sind; von diesen zeigen 16 Brüche deutlich die Senkung des jeweils nach außen folgenden Gebirgsstückes, wogegen nur an einem Bruche ebenso deutlich das entgegengesetzte Verhalten zu erkennen ist. Rechnet man die Brüche, an denen der Sinn der Bewegung aus der Zeichnung nicht so klar hervortritt, hinzu, so finden wir 19 Brüche, welche unserer Regel folgen, gegenüber dreien, bei denen dies nicht der Fall ist<sup>25)</sup>. —

So erscheinen F. Katzer und F. E. Suess als gewiß unbeeinflusste Gewährsmänner gegen die von ihnen vertretene Auffassung.

## 2. Vorläufiges zur Beurteilung der Längsbrüche.

Die im Streichen liegenden Störungen, die uns beschäftigen, sind aus den Lagerungsverhältnissen erschlossen worden, wie das bei Verwerfungen größeren Ausmaßes zumeist der Fall ist, als solche

<sup>24)</sup> Diese Auffassung steht im Einklange mit dem von Krejčí (Uebersicht, S. 15, Fig. 5) gegebenen langen Querschnitte, zum größten Teile auch mit dem schon (S. 12) erwähnten Profile Katzers (Geologie v. B., S. 831, Fig. 184), das nur in dem am weitesten gegen NW gelegenen, dem Ždarberge entsprechenden Teile insofern abweicht, als dieser nach den gezeichneten Lagerungsverhältnissen gegen den südöstlich liegenden Teil wieder ein wenig gesunken erscheint, wogegen allerdings (S. 832, mit Bezug auf das ganze Gebiet und das Profil) allgemein gesagt wird, daß „stets der südliche Flügel gegen den nördlichen abgesunken sein dürfte“.

<sup>25)</sup> Daß „die Zone H bei Srbsko (an einer Verwerfung) abgesunken ist“, hat F. E. Suess (S. 148) gleichfalls erkannt. (Vgl. oben S. 7.) Schließlich (S. 148) spricht er sogar von „kleinen Ueberschiebungen“ der Gegend von Konjéprus, wo die devonischen Kalke  $f_3$  von obersilurischen Kalken  $e_3$  und diese von Graptolithenschiefen  $e_1$  überlagert sind. (Von dieser wichtigen Störung, die J. Jahn in demselben Jahre [1903] bekannt gemacht und in ein schon 1891 angefertigtes Profil aufgenommen hat, soll später die Rede sein.)

nicht sichtbar; die Störungsflächen selbst sind im allgemeinen der Beobachtung nicht zugänglich. Im Untersilur verlaufen sie in Tonschieferzonen, in denen es an Aufschlüssen mangelt, und selbst die das Kalkgebirge durchsetzende wichtige Bruchlinie von Koda-Srbsko verläuft in Längstälern, die in den mitteldevonischen Tonschiefern der Stufe *H* ausgewaschen sind. Wenn wir in dem bei Radotin ins Berauntal mündenden Quertale aufwärts nach NW wandern, verqueren wir — wir befinden uns im sogenannten Südfügel und bewegen uns aus dem Liegenden ins Hangende — nach der Reihe die oberste Stufe des Untersilurs  $d_6$ , die verschiedenen Stufen des Obersilurs und die devonischen Knollenkalke  $g_1$ , die hierauf durch eine als die Fortsetzung des Bruches von Koda betrachtete Längsstörung abgeschnitten sind. Auf die steil auferichteten Knollenkalke  $g_1$ , die nahe der Bruchlinie stellenweise starke Störungen des regelmäßigen gleichgerichteten Einfallens (untergeordnete Faltungen usw.) erkennen lassen, folgt hier wieder das Obersilur ( $e_1$  und  $e_2$ ) in zumeist flacherer Lagerung, und dennoch ist auch hier die Grenze selbst nicht aufgeschlossen, auch dort nicht, wo die Orthocerenkalke  $e_2$  nahe an die  $g_1$ -Kalke herantreten. Wieder verläuft die Störung durch kleine Längstäler, die durch die Graptolithenschiefer, vielleicht auch durch eine die Verwerfung begleitende Zertrümmerungszone bedingt sind.

Zu welchen Widersprüchen wir gelangen, wenn wir die großen Längsbrüche mit Krejčí und mit E. Suess als steil niedersetzende, die Schichten verquerende Verwerfungen betrachten, ist oben gezeigt worden.

Wenn man ähnlichen, durch streichende Störungen hervorgerufenen Wiederholungen von Schichtenfolgen in den Alpen oder einem anderen Faltengebirge begegnet, so zweifelt heute wohl nicht leicht ein Beobachter, der mit derartigem Gebirgsbau vertraut ist, daran, daß man es mit Brüchen, die aus dem Faltungsvorgang hervorgehen, mit Faltungsüberschiebungen, mithin im großen mit Schuppenbau zu tun hat. Auch in anderen Gebieten sind jene Störungen gewöhnlich nicht aufgeschlossen; wir sehen zwar die jüngeren Schichtengruppen gegen die älteren, oder, wie wir vielfach zu sagen pflegen, unter die älteren Schichten einfallen, aber wir können nicht mit Sicherheit ermitteln, ob sich die jüngeren Schichten in der Tiefe wirklich unter die älteren fortsetzen, ob die älteren Schichten die jüngeren tatsächlich überlagern. (Vgl. den Querschnitt Abb. 1.) Die Fälle, die aus den Westalpen oder in den Ostalpen aus dem Sonwendgebirge beschrieben wurden, in denen wir bei verhältnismäßig flacher Lagerung die älteren Gesteine unmittelbar auf den jüngeren liegen sehen und die Hand auf die Grenze legen können, sind nicht die Regel, sondern die Ausnahme. Und dennoch ziehen wir beispielsweise in den sog. österreichischen Vor-alpen und an vielen anderen Orten unbedenklich den Schluß, daß auf dem Faltenbau beruhende Ueberschiebungen jene Lagerungsverhältnisse hervorrufen.

Es ergibt sich die Frage: Dürfen wir die tektonischen Erfahrungen und Anschauungen, die in den Alpen und ähnlich gebauten Gebirgen gewonnen wurden, ohne weiteres auf ein Gebiet der böhmischen

Masse übertragen und auf ein geologisch älteres Gebirge anwenden? Die Faltungen, die das mittelböhmische ältere Paläozoikum kennzeichnen, greifen nicht auf das flach gelagerte Oberkarbon über, das in den anschließenden Gegenden zumeist auf vorkambrischen Gesteinen liegt, in einigen Vorkommnissen aber auch über untersilurischen Schichten erhalten blieb. Das mittelböhmische Faltengebirge muß demnach in dem das Oberdevon und das Unterkarbon umfassenden Zeitraume entstanden, über den Meeresspiegel erhoben, bzw. Festland geworden und weithin wieder abgetragen worden sein, so daß die festländischen Bildungen des Oberkarbons auf den genannten älteren Gesteinen abgelagert werden konnten. Wenn von irgendwelchen, so muß nämlich gerade von den jüngeren, den devonischen Schichtengruppen, unter denen sich pelagische und Tiefseeablagerungen befinden, angenommen werden, daß dieselben ehemals eine weitaus größere Verbreitung besessen haben, als ihnen heute zukommt.

Wir könnten uns darauf berufen, daß Ueberschiebungen auch in weit älteren Gebirgen festgestellt worden sind. Wenn wir aber nicht leichtsin urteilen, sondern sorgfältig prüfen wollen — das scheint gerade im vorliegenden Falle, in dem der Gebirgsbau bis vor kurzem anders aufgefaßt wurde, geboten zu sein —, so werden wir uns diesen Bau zunächst etwas näher besehen, Schichtenstörungen, besonders Brüche genauer kennen zu lernen suchen. An Gelegenheit hierzu fehlt es nicht. „Die Verwerfungsklüfte im böhmischen Silur sind unzählbar, sie begleiten den Beobachter auf allen Wegen“, sagt Krejčič (Erläuterungen, S. 82) mit voller Berechtigung. Wer es nicht verschmäht, ins kleine und einzelne zu dringen, wird manches ermitteln können, das auch auf den Gebirgsbau im großen ein Licht wirft.

Daß die in Mittelböhmen auftretenden altpaläozoischen Schichtengruppen eine kräftige, stellenweise sogar eine hochgradige Faltung erfahren haben, darüber kann schon lange kein Zweifel mehr bestehen. Es ist unmittelbar aus der Beobachtung zu entnehmen und eine in vielen Querschnitten festgelegte Erfahrung. Derartiges mit den an Verwerfungen zu beobachtenden Schlepplungserscheinungen zu vergleichen, geht schon darum nicht an, weil jene Faltungen von Schlepplung zu verschieden sind. Eine Schlepplung ist überdies immer eine örtlich beschränkte Schichtenstörung, und nur, wo die Verwerfungen sich häufen und nahe aneinander treten, häufen sich unter Umständen auch die Schlepplungserscheinungen, die aber auch dann von regelmäßiger Faltung leicht zu unterscheiden sind. Man sieht die Schlepplung auch in diesem Falle an die Verwerfung gebunden<sup>26)</sup>.

Eine in regelmäßige Falten gelegte Schichtengruppe können wir rücksichtlich der Ausbildung der Falten und aller tektonischen Er-

<sup>26)</sup> Es wird sich Gelegenheit ergeben, einen Fall von gehäuften und heftigen Schlepplungserscheinungen aus einem weithin durch sehr ruhigen Bau ausgezeichneten Gebiete der Salzburger Alpen zu beschreiben. (Vorläufig wäre zu verweisen auf F. Wähner, Einiges über Gebirgsbau und Gebirgsbewegungen; Schriften Ver. z. Verbr. natw. Kenntn. in Wien, LVI., 1916, Taf. 1 und zugehörige Erklärungen (S. 230). Auch hier sind diese Störungen getrennt durch kleine und große, von Störungen unberührte Strecken, in denen die Schichten horizontale oder sehr flache Lagerung zeigen.

scheinungen auf das genaueste beschreiben, im allgemeinen aber können wir darüber, auf welche Ursache immer wir die Faltung zurückführen mögen — Volumvergrößerung der Gesteine ausgenommen — nicht viel anderes aussagen, als daß die Schichtengruppe augenscheinlich seitlich (tangential) zusammengeschoben und dadurch gefaltet worden ist<sup>27)</sup>.

Die starke seitliche Zusammenschiebung der Schichtengruppen, die mit kräftiger Faltung verknüpft ist, pflegt sich auch in anderen tangentialen Bewegungen zu äußern. Im folgenden sollen Beobachtungen mitgeteilt werden, welche zeigen, daß Anzeichen lateraler Bewegung im mittelböhmisches Faltengebirge in der Tat in großer Zahl vorhanden sind. Aus ihnen kann selbstverständlich nicht sofort mit Sicherheit auf die Natur der großen Längsbrüche geschlossen werden. Sie beweisen schließlich nichts anderes als der Faltungsvorgang selbst, der ebenfalls Bewegung in tangentialem Sinne darstellt. Aber sie tragen mit dazu bei, ein kräftig bewegtes Faltengebirge erkennen zu lassen, dem man wohl auch zutrauen darf, daß bei seiner Bildung jener Grad des Seitenschubes und der Schichtenstauung erreicht wurde, der sich in den Faltungüberschiebungen kundgibt.

### 3. Weitere Kennzeichen tangentialer Gebirgsbewegung.

#### a) Bewegungsspuren an Schichtflächen.

Eine ungemein häufige Erscheinung, die in den meisten Schichtengruppen des älteren Paläozoikums Mittelböhmens zu beobachten ist, ist das Auftreten von Glättung oder von Rutschstreifen auf Schichtflächen; nicht selten sind diese in ausgesprochene Rutschflächen verwandelt. Am leichtesten erkennt man solche Zeichen von Bewegung in den deutlich geschichteten kalkigen Bildungen, in den obersilurischen Stufen  $e_2$  und  $f_1$  und in den devonischen Knollenkalken  $g_1$  und  $g_3$ . In den dunkel gefärbten Kalken ( $e_1\beta$  usw.) und in Kalken mit dunklen Zwischenlagen sieht man sehr oft spiegelnde Harnische an Stelle der Schichtflächen. Bekannt sind diese in den  $f_1$ -Kalken; auch in  $g_1$  sind sie recht häufig. Im Untersilur sind die Anzeichen von Bewegung an Schichtflächen vielleicht nur deshalb leichter an den harte Gesteine enthaltenden Stufen festzustellen, weil diese häufiger aufgeschlossen sind. In untersilurischen Quarziten sind Rutschflächen nicht selten entlang den dickeren, aus Tonschiefer bestehenden Zwischenlagen der Sandsteinbänke zu sehen, nicht so leicht hin-

<sup>27)</sup> Es scheint allerdings ein ursächlicher Zusammenhang zwischen manchen Vorkommnissen kleiner enger Falten und den großen Längsbrüchen zu bestehen. (Vgl. oben S. 14 und Note 28.) Aber für den Standpunkt, der diese Brüche aus der Faltung hervorgehen läßt, ist jener Zusammenhang ein anderer als der, den man früher vermutet hat. An jenen Stellen, an denen die seitliche Zusammenschiebung ein hohes Maß erreichte, konnten einerseits die Schichten in besonders enge Falten gelegt werden, konnte es andererseits zur Trennung der Gesteine an Ueberschiebungen kommen.

gegen an den nur mit papierdünnen Zwischenmitteln bekleideten Schichtflächen der dicken Bänke. Es ist verständlich, daß an den ersteren Bewegung leichter und daher häufiger eintritt. Die erst-erwähnten Rutschflächen sind in den im Betriebe stehenden Steinbrüchen sehr vergänglich, da die mürben Zwischenlagen von den harten Gesteinsbänken leicht abbröckeln.

Eine leicht zugängliche Stelle, an der die Erscheinung gut zu beobachten ist, befindet sich an dem gegen die Moldau gerichteten Vorsprunge des Wyschehrader Felsens in Prag, der vor einigen Jahren mit einem Straßentunnel durchbrochen worden ist. Steil aufgerichtete, wellig gebogene Sandsteinbänke der Grauwackenschiefer  $d_4$  des Untersilurs fallen hier (im Nordflügel) „widersinnig“ gegen NW. Einige Schichtflächen, die dem von N kommenden zugewendet sind, sind mit schwach ausgeprägten, aber deutlichen Rutschstreifen bedeckt, die auf den steilen Flächen ungefähr in der Richtung des Fallens verlaufen. Zumeist sind hier die Streifen als Abformung auf einem Quarzhäutchen zu sehen, das die Schichtflächen überzieht, und gerade der letzterwähnte Umstand bewirkt wohl, daß die verhältnismäßig zarten Streifen an der Oberfläche sich so lange erhalten. Man sieht sie am besten, wenn man unmittelbar vor dem gegen Prag gerichteten Tunneleingang auf der hochgelegenen Straße einige Schritte nach rechts gegen die Moldau zu geht und von diesem nach der Flußseite abgeschlossenen Punkte die gegen den Beschauer fallenden Schichtflächen betrachtet. Die Streifen sind auch im photographischen Bilde erkennbar.

Oberhalb Hluboczep sind hart an dem höheren Teil der Strecke Smichow—Hostiwitz der Buschtiehrader Bahn steil aufgerichtete dicke Bänke der  $g_3$ -Knollenkalke des Südflügels aufgeschlossen, wobei ausgedehntere Teile der hangenden Schichtflächen entblößt sind. Vier oder fünf (nahe übereinander folgende) der sonst so unebenen Schichtflächen dieser Knollenkalke sind durch die Gebirgsbewegung auffallend eben geworden, sie haben ihre knollige Beschaffenheit insoweit eingebüßt, als die emporstehenden Teile der Knollen abgeschliffen sind, und nur an den zwischen den Knollen liegenden, teilweise erhaltenen Vertiefungen ist die knollige Beschaffenheit noch erkennbar. Die Rutschstreifen sind besonders dort noch gut sichtbar, wo ein auf der Rutschfläche ausgeschiedenes Kalkspathäutchen sich erhalten hat; sie verlaufen auch hier in der Fallrichtung der Bänke.

Man muß sich hüten, den in Rutschflächen verwandelten Schichtflächen allzu große tektonische Bedeutung beizumessen. Besonders wenn solche innerhalb einer engeren Schichtengruppe auftreten, sind sie keineswegs als Bewegungsflächen höherer Ordnung, als mit Schichtflächen zusammenfallende Längsbrüche anzusehen. Ein Teil der Bewegungsspuren auf Schichtflächen entsteht wohl in engster Verbindung mit dem Faltungsvorgange. Bei der Faltung verschieben sich die festen Gesteinsbänke um geringe Beträge entlang den Schichtflächen, d. i. entlang den weicheren Zwischenlagen und den dünnen Zwischenmitteln quer zu den Achsen der Falten. Die Zwischenlagen und Zwischenmittel erleichtern und begünstigen dadurch das Zu-

standekommen der Faltung in hohem Grade<sup>28)</sup>. An heftig gefalteten dünnplattigen Kalken ist in frischen Aufschlüssen stets Glättung der Schichtflächen zu beobachten. Ein gutes Beispiel bietet der bekannte Barrandefelsen bei Prag<sup>29)</sup>.

#### b) Ablösung von Schichtengruppen.

Der eben erwähnte Barrandefelsen, links der Moldau zwischen Slichow und Kuchelbad gelegen, bietet einen in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerten Bau. Die zahlreichen engen Falten, in die hier dünnplattige ober-silurische Kalke (vielleicht noch zum Teile zu  $e_2$  gehörig, besonders aber die jetzt als oberstes Silur angesehenen  $f_1$ -Kalke) zusammengeschoben sind, greifen nicht auf den darunterliegenden hellen (sicheren) Orthocerenkalk  $e_2$  und ebensowenig auf die im Hangenden folgenden devonischen Kalke über. Namentlich die durch Steinbrüche gut aufgeschlossenen Knollenkalke  $g_1$  lassen auf weite Erstreckung (im Streichen sowohl wie in der Fallrichtung) nur auffallend ebene Schichtflächen erkennen. Wir befinden uns hier im Südfügel der großen Mulde von Hluboczepe (und im sog. Südfügel des ganzen Gebietes), alle Schichtengruppen sind ziemlich steil aufrichtet und fallen gleichmäßig in annähernd nordwestlicher Richtung. Diese konkordante Lagerung der Schichtengruppen beruht auf einer Faltung, die sich unter großen räumlichen Verhältnissen abgespielt hat und durch die u. a. die ausgedehnte Mulde entstanden ist, in deren Kern im Tale von Hluboczepe die jüngste Schichtengruppe des Faltengebirges (Stufe  $H$ ) auftritt. Eine Abweichung von dieser im großen zu beobachtenden Lagerung zeigen die erwähnten dünnbankigen Kalke des Barrandefelsens, die in so weitgehender Art in enge Falten gelegt sind<sup>30)</sup> (Taf. I [1], Abb. 1). Die Bildung dieser kleinen Falten war nur möglich, wenn sich die Schichtengruppe hierbei sowohl von ihrem Liegenden als vom Hangenden entlang Schichtflächen abgelöst hat. Die der Beobachtung zugänglichen Bewegungsspuren stehen mit diesem Schlusse in Übereinstimmung. Die innerhalb der Gruppe der stark gefalteten Kalke erkennbare Glättung der Schichtflächen, die vornehmlich die dunklen Zwischenlagen zeigen, ist wohl auf eben diese hochgradige Faltung zurückzuführen. In größtem Ausmaß aber finden sich Rutschspiegel nächst der Hangendgrenze der  $f_1$ -Kalke, wo eine mit *Spirifer inchoans*

<sup>28)</sup> Hierüber wie über weitere einschlägige Vorgänge Ausführlicheres an anderer Stelle. Vorläufig wolle der oben angeführte Vortrag<sup>28)</sup> verglichen werden (S. 222 ff.).

<sup>29)</sup> Počta hat gezeigt, daß die an dieser Oertlichkeit aufgeschlossene prächtige Faltung unter Bruch erfolgt ist, und weitgehende Gesteinszertrümmerung (bis zur Mikrobreccienbildung) von den Biegungsstellen der Falten beschrieben. Prof. Phil. Počta, Ueber Büge in den Schichten des Barrandeschen Felsen. 1 Taf. (Sitzungsberichte d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1908, S. 1—19.)

<sup>30)</sup> Daß am Barrandefelsen „die gefalteten Schichten zwischen anderen Kalkschichten liegen, die ebene Flächen haben“, ist vor mehreren Jahrzehnten Krejčí (Übersicht, S. 93) aufgefallen, der tektonische Unregelmäßigkeiten stets beachtet zu haben scheint und zur Erklärung der hier auftretenden Faltung eine besondere Ursache heranzuziehen sucht. Er meint, daß diese merkwürdigen Faltungen sich „leichter durch eine Infiltration und Imprägnierung ehemals tonschieferiger Gesteine durch Kalk und die daraus sich ergebende Anschwellung und Fältelung der Schichten erklären“ lasse, „als durch den Druck der nachbarlichen Diabase“.

*Barr.* erfüllte dunkle Kalkbank und die ihr benachbarten Bänke nicht bloß an den Schichtflächen Harnische zeigen, sondern wo dichte dunkle Gesteinslagen auch im Innern von zahlreichen glänzenden Rutschspiegeln durchzogen sind. Musterbeispiele von Harnischen sind von hier in Sammlungen gewandert, die Spiriferenbank hat ihres Inhaltes wegen ebenfalls zur Ausbeutung gereizt, und so bildet das jetzt an der erwähnten Hangendgrenze sichtbare Vorkommen nur einen Rest des noch vor einem Jahrzehnt sehr schönen und lehrreichen Aufschlusses.

In diesen obersten Schichten der Stufe  $f_1$  vollzieht sich der tektonische Uebergang zwischen der überaus heftigen Faltung der obersilurischen Kalke und der ruhigen Lagerung der ebenfalls steil aufgerichteten devonischen Kalkschichten. Die wenigen dicken Bänke sehr harten hellen gelblichen bis blaßrötlichen Crinoidenkalkes, die als eine Vertretung der Stufe  $f_2$  betrachtet werden, sind von jener Faltung bereits unberührt, und in den darüber folgenden Knollenkalken  $g_1$  zeigt sich in der Richtung gegen das Hangende erst in großer Entfernung auf ganz kurze Erstreckung wieder eine mehr ins Kleine gehende wellige Faltung einiger Bänke dieser hier sehr mächtigen Schichtengruppe. Bezeichnenderweise wird durch die am Barrandefelsen aufgeschlossene kräftige Faltung eines kleinen Teiles der obersilurisch-devonischen Schichtenreihe an der im großen deutlich ausgeprägten konkordanten Folge dieser Gesteine nichts geändert, so weitgehend auch die Abweichung in den Lagerungsverhältnissen jenes Teiles erscheint.

Die stark gefalteten obersilurischen Kalke des Barrandefelsens kann man nach S an der Straße, die hier beinahe im Streichen verläuft, bis in einen schräg in das Gehänge eingreifenden Steinbruch verfolgen, und hierbei ist zu beobachten, daß dieselben Gesteinsbänke im SW bei steilem nordwestlichem Fallen auf weite Erstreckung vollkommene ebene Schichtflächen darbieten. Die Verbiegung und Zerknitterung zu kleineren und größeren Falten stellt sich gegen NO an der Straße an einer bestimmten Stelle ein, indem die Schichten sich zunächst plötzlich kräftig nach abwärts biegen. Im Steinbruche sind diese (hier nicht kleingefalteten) Schichten von einer mächtigen Bank hellen Orthocerenkalkes unterlagert, in dessen Liegendem die Uebergangsschichten  $e_1\beta$  aufgeschlossen sind<sup>31)</sup>. Alle diese tieferen Schichten sind an der am Barrandefelsen erkennbaren Faltung nicht beteiligt. Da sie aber im unmittelbaren Liegenden der Falten (am Fuße des Barrandefelsens) nicht aufgeschlossen sind, so könnte es sein, daß sie dort mit den jüngeren Schichten gefaltet sind. Zweifellos, da deutlich zu beobachten, ist jedoch die oben beschriebene Ueberlagerung der stark gefalteten obersilurischen Gesteine durch jüngere, nicht ins Kleine gefaltete Schichten.

Derartige Abweichungen in den Lagerungsverhältnissen kommen im mittelböhmischen Faltengebirge nicht selten vor. E. Kayser hat einen Fall vor einigen Jahren aus der Gegend von Hostim erwähnt

<sup>31)</sup> Ueber Versteinerungen derselben vgl. J. J. Jahn, Geolog. Exkursionen im ält. Paläozoikum Mittelböhmens, Internat. Geol.-Kongr. Wien 1903, S. 9.

und mit einem von Holzappel aufgenommenen Lichtbilde erläutert<sup>32)</sup>. Man sieht hier innerhalb der engeren Schichtengruppe  $g_1$  in zahlreiche kleine Falten gelegte dünn-schichtige „Mergelkalke“ getrennt durch einige viel schwächer gefaltete dicke Kalkbänke, die auf eine größere Strecke ganz ebenflächig begrenzt sind. Ob man nun dem Unterschied in der Gesteinsbeschaffenheit (er ist geringfügig) oder der Gliederung in dünne Schichten den größeren Einfluß auf die Art der Faltung zuzuschreiben geneigt ist — die Schichtung beruht auf dem Vorhandensein von tonhaltigen Zwischenmitteln (die in den dünnplattigen Knollenkalken reichlicher auftreten), mithin ebenfalls auf der Gesteinsbeschaffenheit —, sicher ist, daß beide Umstände bei der Faltung der bergfeuchten Gesteine wirksam sind und daß die dickbankigen Kalke sowohl von den liegenden wie von den hangenden dünn-schichtigen Knollenkalken sich abgelöst haben mußten, damit jeder der drei Teile der Schichtengruppe für sich gefaltet werden konnte.

Die obersilurische Stufe  $e_1\beta$ , die Uebergangsschichten zwischen den Graptolithenschiefern  $e_1\alpha$  und den Kalken  $e_2$ , die im wesentlichen aus Schiefern und Kalkbänken in vielfacher Wechsellagerung bestehen, ist infolge dieses Aufbaues zur Ausbildung kräftiger Faltung sehr geeignet. Ein oft erwähnter und viel besuchter Aufschluß in diesen Schichten ist der Südabhang des Jaworkaberges gegen die Beraun bei Karlstein, der von Jahn eingehend beschrieben worden ist. Die genannten Gesteine sind hier in enge geneigte Falten von ungleichmäßigem Bau zusammengeschoben, der darauf beruht, daß die dünnen dunklen Schichten stellenweise noch heftiger und mehr ins Kleine gefaltet sind als eine in sie eingeschaltete, bis zu 1 m mächtige helle Crinoidenkalkbank<sup>33)</sup>.

Wer einmal seine Aufmerksamkeit auf derartige Vorkommnisse gelenkt hat, erkennt sie auch an minder günstigen Aufschlüssen. So, wenn über kräftig gefalteten und steil aufgerichteten viel flacher gelagerte Schichten derselben Stufe aus dem Gehänge heraustreten. Danach scheint es sich um eine im Gebiete recht verbreitete Erscheinung zu handeln. Unter kleineren Verhältnissen tritt uns diese entgegen, wenn innerhalb einer steil aufgerichteten Schichtengruppe eine kleine Folge von dünnen Bänken wellig gebogen erscheint, wogegen die sie einschließenden dicken Bänke ebenflächig begrenzt sind. In den guten Aufschlüssen der untersilurischen Stufe  $d_4$  ist dies an Sandsteinbänken gut zu sehen, obgleich derartige Vorkommnisse nicht so auffällig sind als die früher erwähnten, in denen kräftige Faltung einen viel stärkeren Gegensatz hervorruft.

<sup>32)</sup> E. Kayser, Lehrb. d. allgem. Geol., 4. Aufl., Stuttgart 1912, S. 192 und Fig. 132, S. 191.

<sup>33)</sup> J. J. Jahn, Beitr. z. Stratigr. u. Tekt. der mittelböh. Silurform. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1892, S. 413, Fig. 5.) Die Ungleichmäßigkeit der Faltung, dazu Verschiebungen und Zerreißen treten in der Natur noch stärker hervor als in der angeführten, sonst sehr genauen Zeichnung, die die beobachteten Verwicklungen in ein einfacheres System zu bringen sucht. — In einem der bekanntesten, von dem Prager Photographen Eckert aufgenommenen großen geologischen Lichtbilder, die in viele Institute gelangt sind, ist ein bezeichnender Teil des Aufschlusses in großem Maßstabe wiedergegeben.

In besonders (fast mikroskopisch) kleinem Maßstabe kann eine im wesentlichen gleichartige Erscheinung an in Steinbrüchen aufgegebenen Gesteinsstücken, u. zw. an Tonschiefern, festgestellt werden, die als verhältnismäßig dünne Zwischenlagen untersilurische Sandsteinbänke trennen. An solchen Zwischenlagen wurden gut ausgeprägte (kräftig gestriemte) ebene Rutschflächen, die mit den Sandsteinbänken parallel verlaufen, und an manchen den Rutschflächen benachbarten Schieferblättern derselben Zwischenlage eine überaus zarte Fältelung beobachtet, die die Richtung der Rutschstreifen unter verschiedenen Winkeln kreuzt, mit scharfer Lupe gut sichtbar ist und mit ähnlicher feiner Fältelung verglichen werden kann, wie sie auf ebenen Schichtflächen von Phylliten häufig vorkommt. Es ist klar, daß jene Fältelung durch die schichtenparallele Bewegung, die zwischen den Sandsteinbänken sich abspielte, hervorgerufen worden ist; wir erkennen demnach einerseits kräftige Bewegung (Gleitung), die durch die weiche tonige Zwischenlage erleichtert wurde, den primären Vorgang, andererseits leichte Stauung in benachbarten Teilen der Zwischenlage. In diesem Falle läßt die schichtenparallele Rutschfläche die Verknüpfung der Faltungsercheinung (Fältelung) mit der „Ablösung“ einer Schichtengruppe deutlich hervortreten.

Es ist verständlich, daß Ablösungen von Schichtenreihen sich noch leichter vollziehen, wenn eine ganze ziemlich mächtige Schichtengruppe von weichen oder dünnplattigen (leichter beweglichen) Gesteinen Folgen von festen oder härteren oder aus mächtigen Banken bestehenden (schwerer beweglichen) Gesteinen zwischengelagert ist. Es kann dann zur Ausbildung selbständigen Baues der einzelnen Gesteinsfolgen kommen, sei es, daß dieser Bau im wesentlichen durch Faltung oder durch Bruch hervorgerufen wird. Zur Entstehung solch selbständigen Baues einer Schichtengruppe gehört, daß dieselbe sowohl von der überlagernden (falls eine solche vorhanden) wie von der unterlagernden Schichtenreihe sich ablöst. Für den alpinen Gebirgsbau sind solche Vorgänge von großer Bedeutung, wie an anderer Stelle gezeigt werden soll<sup>34)</sup>. Im mittelböhmischen Faltengebirge dürfte der vergleichsweise selbständige Bau, der einzelnen Stufen des Untersilurs zukommt, auf solche Art zu erklären sein. So ist an der Stufe  $d_4$  nicht selten zu erkennen oder es ist doch mit Wahrscheinlichkeit zu schließen, daß sie für sich (ohne daß andere Stufen an diesem Bau teilnehmen) in Falten gelegt und durch Brüche verschiedener Art zerstückelt worden ist<sup>35)</sup>. Oft beruht auf solchem Bau eine außerordentlich große

<sup>34)</sup> Die für diese Erscheinung angewandten Bezeichnungen „unharmonische“, „diskordante Faltung“, „Abscherungsfalten“ (Buxtorf, Wilckens, Tornquist) deuten an, daß man sie für verhältnismäßig selten hält; sie zeigt jedoch in Wirklichkeit weite Verbreitung.

<sup>35)</sup> Ein leicht erreichbarer schöner Aufschluß in zumeist steil aufgerichteten  $d_4$ -Schichten, der solchen, hauptsächlich durch größere und kleine Falten gekennzeichneten Bau erkennen läßt, befindet sich am rechten Gehänge des Moldautales zwischen Komorzan und Zavist bei Königsaal, das durch die in geringer Höhe über dem Flusse verlaufende Eisenbahnstrecke angeschnitten ist. Man sieht das Wesentliche schon im Vorüberfahren mit dem Dampfer bei Nachmittagsbeleuchtung. Manche der hier zu beobachtenden Faltungen und Brüche pfege ich

scheinbare Mächtigkeit der betreffenden Schichtengruppe. Krejčí hat solche übergroße Mächtigkeiten einzelner Stufen bereits auf Störungen zurückgeführt.

Gegenüber dem Schlusse, daß solche und andere Vorkommnisse auf einen verhältnismäßig selbständigen Bau der betreffenden Silurstufe hinweisen, läßt sich einwenden, daß die Höhe der Aufschlüsse stets sehr beschränkt ist und daß uns darin ohne Zweifel nur ein geringfügiger Teil der mächtigen Gebirgsmassen erhalten ist, die sich einst darüber erhoben und seither abgetragen wurden. Man könne daher nicht wissen, ob nicht früher in größerer Höhe jüngere Gesteine mit eingefaltet und so an jenem Gebirgsbau beteiligt gewesen sind. Wie aber in dem erwähnten Beispiele (und auch sonst auf weite Erstreckungen) die Stufe  $d_4$  für sich eine breite Gebirgszone zusammensetzt, wobei keineswegs eine einfache und einheitliche Schichtenfolge, sondern diese in vielfachen tektonischen Wiederholungen vorliegt, so sehen wir anderwärts eine ebenfalls breite Gebirgszone aus einer anderen Schichtengruppe, z. B. aus der Stufe  $d_5$  aufgebaut, die wieder in sich gefaltet und an Brüchen verschoben erscheint, wobei abermals kein anderes Gebirgsglied an diesem Bau beteiligt ist. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß in einer solchen Gebirgszone nicht nur die Gesteine der jüngeren, sondern auch die der älteren Stufen fehlen, deren Vorhandensein doch wohl zu erwarten wäre, wenn nicht wirklich ein selbständiger Bau vorläge, der nur unter Ablösung der Schichtengruppe von ihrem Liegenden und Hangenden entstanden sein kann<sup>36)</sup>.

#### c) Beobachtungen an Querbrüchen.

Querbrüche (und Diagonalbrüche) sind schon seit langem durch den Eisenerzbergbau sowohl des Nord- als des Südfügels bekannt geworden. (Lipold, Helmhacker, Vala, Feistmantel.) Sie

in Lichtbildern als Beispiele bei der Behandlung der Lagerungslehre zu verwenden. Soweit ich nach meinen Aufnahmen und nach der Erinnerung es beurteilen kann, hat R. Kettner in einem Profile (B. z. K. d. geol. Verh. d. Umgeb. v. Königsaal, Verh. Geol. Reichsanst. 1914, S. 885, Fig. 1) eine recht genaue Darstellung jener Faltungen gegeben, die sich sehr zu ihrem Vorteile von den älteren, auch den in großem Maßstabe gehaltenen, zu stark schematisierten Querschnitten unterscheidet. — Derartige Vorkommnisse führen zur Vermutung, daß eine aus einer einzelnen Stufe bestehende Gebirgszone auch dort, wo sie bei großer Mächtigkeit eine isoklinale, scheinbar einheitliche Schichtenfolge darstellt, in Wirklichkeit mehrfach in sich gefaltet ist.

<sup>36)</sup> Ob die einzelnen Stufen des Untersilurs wirklich so scharf voneinander geschieden sind, wie es vielfach den Anschein hat, darf bezweifelt werden. Genaueste Durchforschung günstiger Aufschlüsse wird vielleicht lehren, daß diese Zonen an ihrer stratigraphischen Grenze tektonisch ineinandergreifen. Solche Funde würden nicht gegen die Annahme vergleichsweise selbständigen Baues der betreffenden Schichtengruppen sprechen. Das „sandig-tonige“ Untersilur in seiner Gesamtheit und die Gesamtheit der überwiegend kalkigen obersilurisch-devonischen Stufen sind in ihrem Auftreten im allgemeinen ebenfalls recht selbständig. Dennoch ist gerade hier tektonisches Ineinandergreifen der beiden Grenzstufen  $d_4$  und  $e_1$  in nicht wenigen Fällen, nicht nur in der weitaus vorherrschenden Zahl der Barrandé'schen Kolonien, festgestellt. Mit diesen wie mit einem lange bekannten Vorkommen von Untersilur inmitten des Kalkgebietes werden wir uns noch zu beschäftigen haben.

haben die Erzlager auf kleinere oder größere Strecken ins Liegende, bzw. ins Hangende verworfen, dürften mithin, da die Schichten in der Regel ziemlich steil aufgerichtet sind und das Maß der horizontalen Verschiebung oft beträchtlich ist, mehr oder minder ausgesprochene Blattverschiebungen darstellen. Beobachtungen über das Auftreten von Rutschstreifen auf den Bruchflächen und ihr Verhalten werden nicht mitgeteilt, es fehlen daher genauere Aufschlüsse über die Richtung der Bewegungen.

Krejčís Bemerkungen über das „Kluftsystem mit nordwestlichem Streichen“ haben wenig Anklang gefunden, wohl aus dem Grunde, weil er von der Ansicht ausging, daß die Täler Gebirgsspalten entsprechen. (Uebersicht, S. 99.) Es kann vorweg gesagt werden, daß Querbrüche in so großer Zahl vorkommen, daß jedes Quertal nicht nur mit einem, sondern mit mehreren, manche mit vielen Querbrüchen zusammenfallen, daß mithin bei der doch recht verschiedenen Richtung der Täler auf nähere ursächliche Beziehungen zwischen diesen Erosionsformen und den Brüchen nicht geschlossen werden kann.

Mit Recht haben neue verdienstliche Arbeiten dem Auftreten von Querbrüchen weit größere Beachtung geschenkt, als dies vordem der Fall war<sup>37-40</sup>). Wenn ihnen auch geringere tektonische Bedeutung zukommt als den großen Längsstörungen, die Wiederholungen umfangreicher Schichtenreihen hervorrufen, so braucht man doch nur eine der Karten zu vergleichen, die den angeführten Veröffentlichungen beigegeben sind, namentlich die in größerem Maßstabe gehaltenen, wie Kettners Karte des Motoltales 1:30.000, um zu erkennen, welch großen Einfluß diese Brüche dadurch, daß sie die Schichtengruppen an so vielen Stellen um ansehnliche Beträge quer auf das Streichen verschieben, auf das Kartenbild ausüben. Zugleich zeigt sich, daß erst durch solche kartographischen Darstellungen für unser Gebiet der Standpunkt der Uebersichtsaufnahmen völlig überwunden ist.

Erlauben uns diese Verschiebungen von Schichtengruppen auf das Vorhandensein von Querbrüchen zu schließen, so ermöglichen die zahlreichen künstlichen Aufschlüsse im mittelböhmischem Faltengebirge, die Querbrüche selbst zu sehen, an den bloßgelegten Bruchflächen genauere Beobachtungen über die relative Richtung, in der sich die durch sie zerschnittenen Gebirgsstücke bewegt haben, vorzunehmen und sie in den verschiedensten Schichtengruppen in außerordentlich großer Zahl auch dort festzustellen, wo die durch sie hervorgerufenen Verschiebungen zu geringfügig sind, um daran die Brüche zu erkennen. Dazu kommt, daß die Aufschlüsse uns mit einer Art von Querbrüchen

<sup>37)</sup> Jos. Woldřich, Die geolog. Verhältnisse der Gegeud zwischen Litten-Hintertřebán und Poučnřk bei Budňan. (Sitzgsber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. in Prag 1914.)

<sup>38)</sup> J. Čermák, R. Kettner a J. Woldřich, Průvodce ku geol. a morf. Exkursi česk. přírodopyců a lékařů v Praze 1914 do údolí motolského a šareckého u Prahy. (Sborník klubu přírodov. v Praze 1913, I.) V Praze 1914.

<sup>39)</sup> R. Kettner, Zpráva o geol. studiích v okolí Dobřřše a Nového Knína. (Sborník České společnosti zeměvědné, XXI, 3-4, 1915.)

<sup>40)</sup> R. Kettner, O slepencích žiteckých, nejspodnějším horizontu českého kambria. (Rozpravy České Akad. XXIV, tř. II, čís. 34.) V Praze 1915.

bekannt machen, die überhaupt keine Verschiebung von Gebirgsstücken aus der Streichrichtung bewirken. Dieselben scheinen bisher trotz ihrem ungemein häufigen Vorkommen wenig Aufmerksamkeit erregt zu haben. Sie verdienen eine eingehendere Besprechung.

An diesen eigenartigen Querbrüchen verlaufen die Rutschstreifen parallel zu den Schichtfugen und Schichtflächen oder sie weichen von dieser Richtung nur stellenweise und ganz geringfügig ab. Von vornherein möchte man erwarten, daß an Verwerfungsflächen alle möglichen Bewegungsrichtungen zu ermitteln sind, daß außer vertikal und horizontal gestreiften Rutschflächen auch alle Zwischenrichtungen annähernd gleichmäßig vertreten sind. Wenn nun, wie es der Fall ist, schichtenparallel verlaufende Rutschstreifen außerordentlich häufig auftreten und — wenigstens in manchen Schichtengruppen — gegenüber sonstigen Bewegungsrichtungen überwiegen, so muß dieser Tatsache eine bestimmte Ursache zugrunde liegen, es muß sich um eine gesetzmäßige Erscheinung handeln. Die Ursache ist leicht zu erkennen.

Da die Schichten und Schichtenreihen der Sedimentgesteine entlang den weicheren (dünnen) Zwischenmitteln und (dicken) Zwischenlagen der festen Gesteinsbänke und entlang den den großen Schichtenfolgen zwischengelagerten Schichtengruppen weicherer Gesteine verhältnismäßig leicht trennbar sind, werden sich an ihnen verhältnismäßig oft Ablösungen und Verschiebungen der Schichtengruppen einstellen. Wenn nun ein Gebirgsstück an zwei Querbrüchen von seiner Umgebung sich abgetrennt, zugleich entlang Schichtflächen von seinem Liegenden (und etwa auch vom Hangenden) sich abgelöst hat und die Bewegung in der Richtung der Abtrennung und Ablösung eine kurze Strecke unter allseitigem Gebirgsdruck fortsetzt, so wird die Bewegung parallel zur unteren Schichtenablösungsfläche erfolgen, auf der das Gebirgsstück gewissermaßen gleitet, und dieses wird einerseits auf Schichtflächen Bewegungsspuren zurücklassen, andererseits an den beiden Querbruchflächen schichtenparallele Streifung hervorrufen. Dem häufigen Auftreten von Glättung und Rutschstreifen auf Schichtflächen entspricht daher das häufige Vorkommen von Querbrüchen mit schichtenparalleler Bewegung und umgekehrt; die eine Erscheinung setzt die andere voraus. Die Art von Bewegung, die sich an solchen Querbrüchen abgespielt hat, können wir als schichtenparallele Querverschiebung bezeichnen.

Es hängt mit der häufigeren Anlage und der längeren Erhaltung guter Aufschlüsse in festen Gesteinen zusammen, daß sich in allen so beschaffenen Schichtengruppen des älteren Paläozoikums und in den vorkambrischen Gesteinen Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen leicht auffinden lassen. So finden sie sich oft in der Quarzitstufe  $d_2$  und in den Sandsteinen der „Grauwackenschiefer“  $d_4$  des Untersilurs und in allen kalkigen Stufen des Obersilurs und Devons. In besonders großer Zahl aber treten sie in den dünnplattigen Kalken dieser Stufen, in kambrischen Grauwacken und in den vorkambrischen Gesteinen des Gebietes auf. Wo keine entsprechenden Aufschlüsse vorhanden sind, kann man die Erscheinung wenigstens an einzelnen Gesteinsstücken nachweisen, die dem Gehängeschutt oder dem Waldboden entnommen sind und an die Schichtfläche ver-

querender Bruchfläche mit der ersten parallele Rutschstreifen erkennen lassen. An solchen läßt sich freilich nicht feststellen, ob wir es mit einem Querbruch oder etwa einem Diagonalbruch zu tun haben.

Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen scheinen (mindestens zum Teil) mit der aus dem Seitenschub hervorgehenden Faltung in noch engerer ursächlicher Beziehung zu stehen als die schon lange bekannten Querbrüche (die gewöhnlichen Blattverschiebungen), die Verschiebungen von Schichtengruppen aus dem Streichen bewirken. Man betrachte Taf. II [2], die ein bezeichnendes Beispiel eines derartigen Querbruches wiedergibt. Das örtlich beschränkte Vorkommen ist in einem Einschnitte bloßgelegt, mit dem die Strecke Smichow—Hostiwitz der Buschtiehrader Bahn oberhalb Slichow den aus einem kleinen Gewölbe von Knollenkalken der devonischen Stufe  $g_1$  bestehenden Hügel Schwagerka durchsetzt. Die Rutschfläche streicht N—S; da sie sich im Streichen biegt, weicht sie von dieser Richtung streckenweise, besonders rechts oben, ab. Auch von der lotrechten Stellung weicht sie ein wenig ab, indem sie gegen den Beschauer (gegen W) schwach überhängt. Die hell beleuchteten Flächen rechts sind Schichtflächen, die von anderen Brüchen durchsetzt und durch den während des Bahnbaues vorgenommenen Abbau des Gesteins teilweise verletzt sind. Unmittelbar beim Querbruch ist die eine dieser Schichtflächen, an der stellenweise stark verwitterte in der Fallrichtung verlaufende Rutschstreifen zu sehen sind, unter einem Winkel von  $50^\circ$  gegen NNW geneigt; an anderen Stellen, rechts vorne und besonders oben, ist die Neigung der Schichten geringer und gegen N  $30$ — $35^\circ$  W gerichtet. Die Schichten fallen nicht ebenflächig ein, sondern sind deutlich (zum Teile unter Vermittlung von Brüchen) gebogen. Diese Biegung der Schichten machen die Rutschstreifen der Querbruchfläche genau mit, so daß man den Eindruck erhält, daß die Schichtenbiegung und die Bewegung, welche die Striemung der Bruchfläche hervorgebracht hat, einem und demselben tektonischen Vorgang entspricht.

Bemerkenswert ist ferner, daß die Bruchfläche in diesem Falle sich nicht gegen die Tiefe, in die liegenden Schichten fortsetzt, sondern gegen die bloßgelegte Schichtfläche ziemlich stark einwärts biegt (gegen O umbiegt), wodurch eine Art Uebergang von der Bruchfläche zur Schichtfläche hergestellt wird. Die Schichtfläche *abc* war zugleich die Gleitfläche, auf der sich das hangende Gebirgsstück (sei es auf- oder abwärts) bewegt hat. Links unten ist ein kleiner Rest einer Reibungsbreccie erhalten, die sich in die an der Schichtfläche bergseits sich hineinziehende Kluft fortsetzt. An der Querbruchfläche ist vielfach das Gestein weitgehend zertrümmert, aber durch Kalkspat, der auch die Rutschfläche überzieht, wieder verkittet. Im Hintergrunde links ist eine zweite, stark verwitterte Bruchfläche entblößt, deren Rutschstreifen vom Standpunkte der Aufnahme nur sehr undeutlich erkennbar sind, nicht schichtenparallel verlaufen, sondern eine ganz andere Richtung besitzen. Sie entspricht einem Diagonalbruch, streicht annähernd WNW—OSO und die Rutschstreifen sind zumeist ausgesprochen nach OSO (nach rechts) geneigt; außerdem sind daran flachere und horizontale und schwach nach WNW geneigte Rutschstreifen zu beobachten. —

Eine vorzügliche Gelegenheit, die einschlägigen Erscheinungen zu untersuchen, bietet der große Steinbruch der Podoler Zementfabrik in Dworetz, rechts der Moldau, südlich von Prag. Obersilurische und devonische Gesteine von den Graptolitenschiefern  $e_1\alpha$  bis zu den Knollenkalken  $g_1$  bilden hier eine regelrechte flache Mulde, die von überaus zahlreichen Quer- und Diagonalbrüchen (auch von Längsbrüchen) durchsetzt ist. Manche dieser Brüche bewirken auch Verschiebungen im vertikalen Sinn, wie an den hellen Orthocerenkalken  $e_2$ , die von dünnplattigen dunklen Kalken ( $e_1\beta$  und  $f_1$ ) unter- und überlagert werden, deutlich zu bemerken ist. Daß es sich aber wesentlich um seitliche Verschiebungen handelt, zeigen die Rutschstreifen (manchmal als kräftige „Hohlkehlen“ entwickelt) an den bloßgelegten Bruchflächen, die zumeist schichtenparallel verlaufen. Der lebhaft betriebene Steinbruch bringt es mit sich, daß die Rutschflächen immer wieder zerstört und daß an ihrer Stelle neue (und Fortsetzungen der alten) aufgedeckt werden. Es würde sich lohnen, hier alljährlich neue photographische Aufnahmen zu machen, um an einer zusammenhängenden Reihe der nahe aufeinanderfolgenden jeweiligen Zustände vergleichende Beobachtungen vornehmen zu können.

Taf. III [3], Abb. 1 gibt eine photographische Aufnahme des Steinbruches mit Fern-Objektiv aus dem Jahre 1911 wieder, die von Herrn Prof. Ausserwinkler in Prag freundlichst zur Verfügung gestellt wurde. Der Standpunkt der Aufnahme liegt in einer Entfernung von 1 km in westsüdwestlicher Richtung vom Steinbruche am westlichen Gehänge des Moldautales an dem hochgelegenen Teile der Strecke Smichow—Hostiwitz der Buschtiehrader Bahn nahe dem Wächterhause. An dem hellen Bande der Orthocerenkalke tritt die muldenförmige Lagerung deutlich hervor, ebenso einige kleine Verwerfungen. An den die hellen Kalke überlagernden dunklen  $f_1$ -Kalken läßt sich besonders eine Querbruchfläche an den stark erhabenen schichtenparallelen Wülsten und entsprechenden Vertiefungen (Hohlkehlen) erkennen.

Der Aufschluß liegt annähernd in der Richtung N—S, die Achse der Mulde verläuft ungefähr W—O. Im Südfügel der Mulde ist das Fallen bei einem Neigungswinkel von  $20^\circ$  gegen N  $15^\circ$  O, im Nordfügel ungefähr gegen SSW gerichtet. Die Abweichung in der Lagerung von dem normalen Schichtenstreichen (NO und ONO) und -Fallen ist also beträchtlich. Im südlichen Teile desselben tiefgelegenen großen Steinbruches ist jedoch in den das Liegende des Orthocerenkalkes bildenden dunklen Uebergangsschichten  $e_1\beta$  moldauwärts ein deutliches Hinabbiegen in nordwestlicher Richtung zu beobachten. Dieses Einfallen gegen NW würde den normalen Lagerungsverhältnissen entsprechen.

Von den Querbrüchen verlaufen die nahe südlich der Muldenmitte gelegenen zumeist in der Richtung NNO, die Rutschstreifen sind auf ihnen wie die unter dem Orthocerenkalk liegenden dünnen Schichten zumeist nach dieser Richtung geneigt. Außer der NNO-Richtung konnte ich an Querbrüchen kürzlich noch die Richtungen N  $15^\circ$  O, N  $25^\circ$  O und N  $30^\circ$  O feststellen. Ein Diagonalbruch streicht O  $30^\circ$  N, ein Längsbruch O  $10^\circ$  S. Durch Krümmungen im Streichen der Brüche ergeben sich viele Abweichungen. Die Stellung der Bruch-

flächen ist zumeist vertikal, durch Biegungen (um horizontale Achsen) vollziehen sich gleichfalls ansehnliche Abweichungen, so daß Neigungen nach verschiedenen Richtungen vorkommen. Die Rutschstreifen verlaufen auf allen Brüchen zumeist schichtenparallel<sup>41a)</sup>.

Eine Querbruchfläche mit kräftig ausgebildeten Hohlkehlen zeigt Taf. III [3], Abb. 2 nach einer Nahaufnahme vom 4. Mai 1912 des damaligen Hörers J. John, der leider nicht mehr unter den Lebenden weilt. Die stark erhabenen Wülste und kräftigeren Rutschstreifen sind stellenweise gekrümmt, verlaufen aber im allgemeinen wie die feinen Rutschstreifen parallel zu den nahe der Muldenmitte gelegenen  $f_1$ -Kalken des Südfügels, wie an der gegen S ansteigenden Grenzlinie des unterlagernden hellen Orthocerenkalkes zu sehen ist. Hinter dieser Rutschfläche ist eine zweite viel weniger unebene Querbruchfläche sichtbar, deren Rutschstreifen infolge der perspektivischen Verzerrung stärker geneigt zu sein scheinen, als es in Wirklichkeit der Fall war.

Die einzelnen Querbrüche sind gewöhnlich nur wenige Meter voneinander entfernt, können einander aber noch viel näher rücken. Das sind die im großen leicht erkennbaren Brüche von augenscheinlich großer flächenhafter Ausdehnung. Die zwischen diesen Brüchen liegenden Gebirgsstücke sind aber noch von zahllosen mehr verborgenen Rissen durchsetzt, nach denen die Schichten in größere und kleinere parallelepipedische Stücke zerfallen, und an denen ebenfalls typische kräftige Rutschstreifen zu erkennen sind, die wieder zumeist schichtenparallel verlaufen. Die aus den obersilurischen dünnbankigen dunklen Kalken gewonnenen Platten werden, bevor sie in die Oefen wandern, im Steinbruche in umfangreichen Haufen aufgeschichtet, wobei sie mit den Schichtflächen übereinandergelegt werden. Man kann daher, indem man an den Seitenwänden dieser großen Anhäufungen vorübergeht, auf einfache Weise an den dem Beschauer zugekehrten Flächen erkennen, daß eine recht große Zahl derselben natürliche Bruchflächen sind, und an vielen von ihnen kräftig ausgebildete schichtenparallele Rutschstreifen wahrnehmen, — ein handgreifliches, rasch belehrendes Anschauungsmittel. Nicht selten findet man parallelepipedisch geformte Gesteinsstücke, die von einem Paare durch die Gebirgsbewegung geglätteter Schichtflächen und zwei Paaren von schichtenparallel

<sup>41a)</sup> An dem oben erwähnten Längsbruch, auch an manchen Querbrüchen verlaufen die Rutschstreifen horizontal. An einem nahe der Muldenmitte untersuchten, nach NNO streichenden Querbruch ist ein breiter Teil der Bruchfläche mit Rutschstreifen versehen, die senkrecht auf den anderen vorhandenen Streifen stehen, also fast vertikal verlaufen. Auf derselben Fläche finden sich auch Rutschstreifen, die in Zwischenrichtungen verlaufen. Wie an so vielen Rutschflächen zeigt sich auch hier, daß an einem und demselben Bruche wiederholt Bewegungen eingetreten sind, und daß diese Bewegungen nicht immer in derselben Richtung vor sich gingen. So finden sich auch an einem gegen N 30° O streichenden Querbruch, der sich von der Muldenmitte schon dem Nordfügel nähert, wobei der Orthocerenkalk noch horizontal liegt, gegen S geneigte, an anderen Punkten gegen N geneigte Rutschstreifen (die Neigung ist meist gering), auch horizontale Streifen kommen vor. In manchen Fällen lassen sich — es ist dies ebenfalls eine auch anderwärts nicht selten zu beobachtende Erscheinung — Rutschstreifen verschiedener Richtung an demselben Punkte derselben Rutschfläche übereinander feststellen, wobei oft die älteren Rutschstreifen durch neue teilweise verwischt, undeutlich gemacht werden

gestreiften Bruchflächen begrenzt sind. Auf den geglätteten Schichtflächen sind Rutschstreifen, falls sie überhaupt zu erkennen sind, weitaus zarter ausgebildet als auf den Bruchflächen. Außerst selten stehen die die Schichten verquerenden Rutschflächenpaare senkrecht aufeinander, sie bilden fast immer schiefe Winkel von verschiedener Größe, ein Zeichen, daß hier neben den Querbrüchen nicht Längsbrüchen, sondern Diagonalbrüchen verschiedener Richtung größere Bedeutung zukommt.

Man kann dieselben Erscheinungen auch an kleinen Gesteinstücken feststellen und oft mit dem Hammer noch weitere Trennungen nach den die Schichten quer durchsetzenden Rutschflächen vornehmen, die manchmal nur wenige Zentimeter von einander abstehen. Die betreffenden Schichten sind demnach in außerordentlich weitgehender Weise durch Brüche zerteilt, eine der tektonischen Erfahrungen, die immer wieder das Erstaunen darüber hervorrufen, daß unter solchen Umständen der Schichtenverband aufrechterhalten werden konnte, und zu dem Schlusse führen, daß solche Bewegungen unter allseitigem Druck sich abgespielt haben. An den zahlreichen hier gesammelten Stücken konnten manche Einzelheiten beobachtet werden, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Wichtiger wäre die Verknüpfung, die sich hier und da zwischen Quer-, bzw. Diagonalbrüchen und den Bewegungsflächen erkennen läßt, die aus Schichtflächen hervorgegangen sind. Andererseits ist es leicht erklärlich, daß an manchen Stücken die Rutschstreifen in ihrer Richtung geringfügig von der der benachbarten Schichtflächen abweichen. Da nicht sämtliche Schichtflächen miteinander genau parallel sind, kommt es auf die Lage derjenigen Schichtfläche an, längs der das betreffende Gebirgsstück sich bewegt hat.

Aehnliche Beobachtungen können noch an manchen anderen Punkten, besonders in dünnplattigen dunklen Kalken ( $e_1 \beta$ ,  $f_1$ ,  $g_1$ ) und in Kalken mit dunklen Zwischenlagen ( $f_1$ ,  $g_1$ ) angestellt werden. In großer Menge trifft man Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen ferner in den kambrischen und vorkambrischen Gesteinen Mittelböhmens. Wir begnügen uns, ein Vorkommen in unterkambrischen Grauwacken kennen zu lernen, das in einem nahe der Przi bramer Schmelzhütte gelegenen alten Steinbruche aufgeschlossen und durch auffallende Regelmäßigkeit der Ausbildung ausgezeichnet ist.

Wir haben es hier mit einem für das mittelböhmisches Faltengebirge ungewöhnlichen und von dem normalen stark abweichenden Streichen und Fallen zu tun. Die im Steinbruche aufgeschlossenen kambrischen Sandsteinbänke fallen unter Winkeln von 20 und 30° gegen WSW. Das ist auch die Hauptrichtung der zahlreichen Querbrüche, die parallel zueinander in geringer Entfernung die Schichten durchsetzen. In Taf. IV [4] ist in der Hauptsache nur eine Querbruchfläche dargestellt, aber in der Fortsetzung der nämlichen, gegen S gerichteten Steinbruchwand nach links (in westlicher Richtung) sieht man eine ganze Reihe derartiger Querbruchflächen hintereinander. In dem in Lichtdruck wiedergegebenen photographischen Bilde ist an manchen Stellen ein Teil des sonst zusammenhängenden Felsens abgebrochen, und dann erkennt man dahinter eine kleine Fläche gleicher

Beschaffenheit, so links oben von der Mitte des Bildes bei der beschatteten Stelle. Die durch den Steinbruchbetrieb bloßgelegten Verschiebungsflächen sind mit einer Art Schmiere überzogen, die wohl durch die Gebirgsbewegung aus der Zerreibung des angrenzenden Gesteins entstanden ist. Daher sieht man im allgemeinen keine Schichtfugen, und nur dort, wo der das eigentliche Gestein verhüllende Ueberzug entfernt ist, konnte die Verwitterung eingreifen, so daß auf gewissen Strecken infolge des Auswittersns oder Herausfallens der weicheren Zwischenmittel engere oder weitere Schichtfugen sich gebildet haben. Im übrigen sieht man auf den Verschiebungsflächen höhere und breitere Erhabenheiten und entsprechende Vertiefungen (Hohlkehlen) und auf ihnen schwächere Rutschstreifen, alle diese Skulpturelemente meist ziemlich genau parallel zu den Schichtflächen verlaufend. Rechts oben im Bilde sieht man ein Bündel von kleinen Längsbrüchen, die die Stelle eines Längsbruches vertreten, die Schichten schräg durchqueren. Damit steht eine kleine Knickung der Schichten in Verbindung. Die Hohlkehlen und Rutschstreifen machen diese Schichtenverbiegung mit. — Auch das zwischen den großen, weithin verfolgbaren Rutschflächen liegende Gestein ist noch vielfach von Bewegungsflächen mit gleichgerichteten feineren Rutschstreifen durchzogen, so auch rechts im Vordergrund des Bildes, in dem sie undeutlich wahrnehmbar sind. Auf der Südseite des Steinbruches sind ebenfalls Querbruchflächen mit schichtenparallelen Hohlkehlen und Rutschstreifen von gleichartiger Beschaffenheit entblößt.

In demselben Steinbruche sind auch einige wenige Diagonalbrüche zu beobachten, die nicht deutlich hervortreten und nur auf kurze Erstreckung zu verfolgen sind; sie sind ebenfalls mit schichtenparallelen Rutschstreifen versehen. Eine Bruchfläche verläuft senkrecht auf die Fallrichtung, genau im Streichen; dieser Längsbruch zeigt keine Rutschstreifen. Andere von dieser Richtung nur schwach abweichende Bruchflächen sind dagegen wieder deutliche Rutschflächen mit schichtenparallelen Streifen. Zahlreiche im Steinbruche gesammelte Gesteinsstücke zeigen die beschriebenen Erscheinungen im kleinen.

Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen von sehr ähnlicher Beschaffenheit sind in den vorkambrischen Schiefeln und Grauwacken vielfach zu beobachten. Zu erwähnen wäre das ausgedehnte Gebiet zu beiden Seiten des Moldautales südlich von Königsaal und ein kleines Vorkommen in der Modrzaner Schlucht. Bei vielen vorkambrischen Vorkommnissen wie bei dem besprochenen unterkambrischen könnte das eigenartige Aussehen der Bruchflächen zur Vermutung verleiten, daß wir es nicht mit Bewegungsflächen, sondern mit an Gebirgsspalten (feinen Rissen) auftretenden Verwitterungserscheinungen zu tun haben. Es läßt sich bei vorkambrischen Gesteinen, die auf den ersten Blick sehr dicht und gleichmäßig ausgebildet zu sein scheinen, in manchen Fällen zeigen, daß sie aus quarzreicheren und quarzärmeren Lagen bestehen. Da läge es nahe voranzusetzen, daß die härteren und chemisch widerstandsfähigeren Lagen es sind, die gegenüber den minder widerstandsfähigen an jenen Flächen hervortreten. Die Brüche bilden jedoch nicht offene Klüfte, sondern die zu beiden Seiten der Bruchfläche anstehenden Gesteine schließen un-

mittelbar aneinander — man kann sich auch noch an Gesteinsstücken, die man längs solcher Flächen zerteilt, hiervon überzeugen —, es entspricht daher jeder Erhöhung auf der einen Seite eine Vertiefung auf der anderen Seite des Bruches. Schon hierdurch verbietet sich ein allfälliger derartiger Erklärungsversuch. Wir finden ferner — das ist bei dem aus der Gegend von Prizibram beschriebenen Vorkommen der Fall — außer den großen, oft weithin verfolgbaren Bruchflächen in den dazwischenliegenden Gesteinen auch andere kleinere, ebenfalls mit schichtenparallelen Streifen versehene Flächen, die das Aussehen von typischen Rutschflächen besitzen; sie sind mit den andersartigen durch Uebergänge verbunden. Es scheint, daß einerseits die Gesteinsbeschaffenheit, andererseits die Art der Bewegung die Unterschiede in der Ausbildung der Rutschflächen bedingt.

Ueberraschend ist das wenn auch seltene Auftreten von Längsbrüchen (bzw. von Diagonalbrüchen, deren Richtung jener von Längsbrüchen sehr nahe kommt,) mit gleichfalls schichtenparallelen Rutschstreifen, die demnach auf Bewegungen in der Streichrichtung des betreffenden Gebirgsstückes (oder einer dieser sehr nahe kommenden Richtung) hinweisen. Auch dieser Umstand könnte zu Zweifeln über die Natur jener Flächen Veranlassung geben. Es ist darum nicht überflüssig, auf einen im Kalkgebirge vorkommenden derartigen Bruch aufmerksam zu machen, der geradezu als ein Schulbeispiel einer gut ausgeprägten Rutschfläche gelten kann. Er liegt in den  $g_3$ -Knollenkalken von Hluboczep, die hier im allgemeinen steil aufgerichtet sind und anscheinend ein einheitlich gebautes Glied des Südflügels einer ausgedehnten regelmäßigen Mulde bilden. In einem beschränkten Teile des Gebietes aber sehen wir die genannte Schichtengruppe für sich in eine kräftig bewegte Falte gelegt, wogegen in den weiter westlich gelegenen großen Aufschlüssen die Stufe  $g_3$  nur eine untergeordnete Knickung erkennen läßt, die vielleicht mit jener Falte in Zusammenhang steht. In einem Steinbruche ist das Gewölbe der Falte aufgeschlossen, so daß die Bänke auf der südlichen Seite des Bruches gegen S, auf der nördlichen Seite gegen N fallen; auch die Gewölbebiegung ist sichtbar. An der Südseite desselben Steinbruches findet sich der erwähnte Längsbruch (Taf. V [5], Abb. 1).

Das Fallen der Kalkbänke ist unter einem Winkel von ungefähr  $40^\circ$  gegen SSW gerichtet. Die durch einen großen Teil des Bildes ziehende, durch den Steinbruchbetrieb bloßgelegte Verschiebungsfläche streicht ungefähr O—W, könnte daher auch als ein der Streichrichtung der Schichten sehr nahe kommender Diagonalbruch bezeichnet werden; sie ist keine ebene, sondern eine mehrfach gekrümmte Fläche und mit zahlreichen den Schichtflächen parallelen Rutschstreifen bedeckt. Das Photogramm ist aus der Richtung N  $30^\circ$  W, schräg auf das Streichen der Rutschfläche, aufgenommen; diese erscheint daher im Bilde in ihrer Streichrichtung verkürzt. Die Rutschstreifen sind sehr kräftig und regelrecht ausgebildet; ihr Aussehen im Bilde beruht auf der starken Verkleinerung. (In dieser Hinsicht wäre der als Maßstab aufgestellte,  $46\frac{1}{2}$  cm lange, infolge der Reproduktionsart schwer erkennbare Hammer nahe der rechten unteren Bildecke zu beachten.)

Die vielfach aus- und einspringende Felskante rechts begrenzt die Ansicht gegen eine (nicht sichtbare) Steinbruchwand, in der die Schichten in der Fallrichtung aufgeschlossen sind. Links von dieser Kante verläuft eine schmale Fläche in einer Mittelrichtung zwischen der Streich- und der Fallrichtung der Schichten. Im tieferen Teile dieser Fläche sind, besonders in der Nähe des Hammers, Rutschstreifen zu sehen, die gleichfalls schichtenparallel verlaufen und teilweise die deutliche Fortsetzung von Streifen der großen Rutschfläche bilden.

Die große O—W streichende Verschiebungsfläche verdeckt die Schichten; das eigentliche Gestein ist durch eine mehrere Zentimeter dicke Ausscheidung von Kalkspat verhüllt. Der größte Teil der sichtbaren Rutschstreifen ist daher eine Abformung jener Rutschstreifen, die sich an der südlichen Begrenzungsfläche des durch den Steinbruchbetrieb entfernten Gebirgsstückes befanden. In ihrem weiteren Verlauf nach O (links) verschwindet die Rutschfläche für den Beschauer, sie dringt dort in den Felsen ein und trennt sodann die zur Linken aufgeschlossenen (nach rechts und vorn geneigten), vom Steinbruchbetrieb noch verschonten Bänke von den im S der Rutschfläche (vor dem Beschauer) gelegenen Schichten.

Taf. V [5], Abb. 2, gibt eine Nahaufnahme eines Teiles derselben Rutschfläche wieder, in der die Rutschstreifen in größerem Maßstabe (vgl. den Hammer) dargestellt sind. Nächst dem rechten Rande des Bildes liegt ein Gesteinsstückchen in einer kleinen Hohlkehle.

Es wäre falsch, aus dem Auftreten derartiger Längsverschiebungen den Schluß zu ziehen, daß diese in einem anderen Zeitabschnitt entstanden sind als die übrigen Brüche, mit denen sie auf das engste verknüpft sind. Jene zeigen vielmehr, daß aus der gleichen Gebirgsbewegung auch Verschiebungen hervorgehen, die nicht in der allgemeinen Schubrichtung liegen, sogar solche, die annähernd senkrecht hierauf gerichtet sind. Das Gebirge ist durch zahlreiche Quer-, Diagonal- und Längsbrüche und überdies durch Schichtenablösungsflächen in eine Unzahl großer und kleiner Schollen zerlegt. An allen diese Schollen begrenzenden Flächen gingen Bewegungen vor sich und die Gebirgsschollen mögen zu Zeiten in ähnlicher Weise bewegt worden sein wie ein im Hochwasser des Flusses abgehender Eisstoß, der gegen eine hohe Mauer gepreßt wird, so daß alle Schollen steil aufgerichtet und parallel gestellt werden, wobei es nun — darin liegt die Vergleichung — manchen Schollen gelingt, annähernd senkrecht zur Schubrichtung auszuweichen. So mag auch manche Gebirgsscholle einem Längsbruch entlang durch den allgemeinen Schub bewegt werden, sei es, daß der Längsbruch schon früher entstanden war, sei es, daß er durch eben jenen Schub, aus dem Bewegungen nach verschiedenen Richtungen hervorgehen, erst gebildet wurde.

---

Blattverschiebungen sind ausgesprochene Kennzeichen von seitlichen Gebirgsbewegungen. Man bringt sie mit Recht mit der Faltenbildung, bzw. mit dem Zusammenschub der Gesteinsschichten, der sich in der Faltenbildung äußert, in Verbindung. Bei den Verschiebungen,

die parallel zur Schichtung erfolgen, wird man an einen besonders engen Zusammenhang ihrer Entstehung mit der der Falten denken können, wenn man sich an die entlang den Schichtflächen vor sich gehenden Verschiebungen erinnert, die bei der Biegung der Gesteinsplatten eintreten. Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen, über die hier berichtet wurde, scheinen weite Verbreitung zu besitzen; sie kommen auch in verschiedenen Schichtengruppen der Ostalpen vor.

Gegenüber diesen wird man als gesteigerte tangentielle Bewegungen ansehen müssen die gewöhnlichen Blattverschiebungen, die seitliche Verschiebungen von Stücken von Schichtengruppen gegenüber benachbarten Stücken quer auf das Streichen bewirken. Hierher gehören die Querbrüche, die im mittelböhmisches Silur durch den Bergbau bekannt geworden sind, und diejenigen, die durch die oben erwähnten neuen Untersuchungen aus der Verbreitung der Ablagerungen erschlossen wurden. Sie scheinen hier hauptsächlich bei steilerer Schichtenstellung vorzukommen.

Auf der Nordseite des Prokopitals reiht sich auf eine Länge von etwa  $1\frac{1}{2}$  km im Streichen Steinbruch an Steinbruch. Die künstlichen Aufschlüsse bewegen sich im Nordflügel der großen Mulde von Hluboczep in den Knollenkalken teils von  $g_1$ , teils von  $g_3$  und sind besonders in der jüngeren Stufe allein bei annähernd vertikaler Schichtenstellung beinahe ohne Unterbrechung 1 km weit zu verfolgen. Diese ausgezeichnet entblößten  $g_3$ -Kalke bieten die beste Gelegenheit, Musterbeispiele von Blattverschiebungen vorzuführen, da man sowohl die Bruchflächen sehen und untersuchen, wie an den durchschnittenen Schichtengruppen das Maß der Querverschiebungen feststellen kann. Einer unserer jüngeren Kräfte wird es voraussichtlich in naher Zeit möglich sein, eine eingehende Darstellung dieser Vorkommnisse zu liefern. Um dieser nicht vorzugreifen, sollen hier nur einige Bemerkungen folgen.

Die Feststellung der Verschiebungen wird erleichtert durch die verhältnismäßig geringe Mächtigkeit der Stufe  $g_3$ , durch ihre Unter- und Ueberlagerung durch recht verschieden aussehende Gesteine und dadurch, daß in  $g_3$  selbst unschwer mehrere Unterabteilungen unterschieden werden können. Man kann zweckmäßig drei solche Unterabteilungen aufstellen und diese, um an der gut eingebürgerten Barrandeschen Stufenbezeichnung festzuhalten und sie weiter auszubilden, in der bei anderen Abteilungen bereits üblichen Weise durch Hinzufügung griechischer Buchstaben bezeichnen. Der stratigraphisch tiefste Teil ( $g_3\alpha$ ) besteht aus dünnschichtigen, zumeist roten Knollenhalken (Barrandes Couches bigarrées<sup>41b</sup>), die in ihrer Fazies vollkommen mit den selteneren triasischen und den weit verbreiteten liasischen und oberjurasischen roten Cephalopodenknollenkalken übereinstimmen. In ihrem unteren Teile vollzieht sich der bekannte Uebergang von den Tentaculitenschiefern  $g_2$  zu den Knollenkalken  $g_3$  durch fortschreitende Kalkknollenbildung und durch Wechsellagerung. (Barrande stellt diese Schichten zu seiner

<sup>41b</sup>) Barrande, Défense des colonies, III, 1865, pag. 9 ff., 333 f.

bande  $g_2$ .) Als  $g_3\beta$  kann man die eigentlichen grauen Knollenkalke  $g_3$  ansehen, die als Felsen hervortreten und durch den Steinbruchbetrieb abgebaut werden, in ihrem unteren Teile noch dünnbankig sind, während sie im oberen aus weit dickeren und weniger gut geschiedenen Bänken bestehen. Die dritte Unterabteilung bilden die dünn-schichtigen Kalke, die nach oben durch Wechsellagerung den Uebergang zwischen  $g_3$  und den dunklen Tonschiefern  $H$  vermitteln. Sie sind viel stärker der Faltung unterworfen als die übrigen Teile von  $g_3$  und häufig auffallend wellig gebogen. Auch diese Schichten-gruppe muß sich von ihrer Nachbarschaft, u. zw. von den verhältnismäßig starren liegenden Knollenkalken abgelöst haben. Wie stark sie innerlich bewegt ist, erkennt man in guten Aufschlüssen, wie oberhalb Hluboczep, daran, daß sämtliche Schichtflächen glänzende Rutschspiegel geworden sind und daß dieser Glanz auch an allen kleinen Stücken zu sehen ist, zu denen hier an einem Punkte diese Gesteine zu Schotterzwecken verarbeitet werden. Wichtig ist ferner, daß in  $g_3\gamma$  nicht selten Radiolarien-Hornsteine auftreten, die allerdings zumeist abgetragen sind, so daß man sie dann nur im Verwitterungsboden feststellen kann; das ist wohl die Ursache, daß sie so lange unbeachtet blieben. Manchmal treten solche Hornsteine noch im tiefsten Teile der  $H$ -Schiefer auf, die dann jenen Teil von  $g_3\gamma$  vertreten mögen. Jedenfalls bezeichnen die Radiolarien-Hornsteine die Grenze zwischen  $g_3$  und  $H$  und es ist nichts dagegen einzuwenden, wenn man die Uebergangsschichten schon zur Stufe  $H$  rechnet. Diese Vorkommnisse haben nichts zu tun mit den Linsen und Knollen von Hornstein, die in anderen kalkigen Schichtengruppen, besonders häufig in  $g_1$ , auftreten.

Die Flächen, an denen sich in der beschriebenen Schichtenreihe die Querverschiebungen vollzogen haben, zeigen horizontale, nahezu horizontale und von dieser Richtung nicht stark abweichende Rutschstreifen. Es sind demnach recht flache Blattverschiebungen. Im Gegensatz zu den durch schichtenparallele Rutschstreifen ausgezeichneten Querbrüchen verqueren hier die Rutschstreifen die steil aufgerichteten) Schichten in ausgesprochener Weise, sie stehen nicht selten senkrecht oder fast senkrecht auf diesen.

Taf. VI [6] läßt einen dieser Querbrüche deutlich erkennen. Die Hauptmasse der grauen  $g_3$ -Knollenkalke ist abgebaut. Stehengeblieben sind der liegende Teil  $g_3\alpha$  und der hangende  $g_3\gamma$  nebst den an diese Unterabteilungen angrenzenden Kalkbänken von  $g_3\beta$ , die jene leichter beweglichen Gesteine vor Abrutschungen schützen. Die beschatteten, gegen den Hohlraum überhängenden Bänke links im Vorder- und Mittelgrunde sind solche Schutzbänke für  $g_3\gamma$  und zeigen durch ihre auffallende Unterbrechung eine Querverschiebung an, entlang der das im Mittelgrunde liegende Gebirgsstück um etwa 18 m nach links (südlich) gegen den im Vordergrunde links liegenden Teil verschoben erscheint. Diesem Bruche gehört die im Mittelgrunde (Mitte und rechts) befindliche Rutschfläche an, — genau genommen sind es mehrere einander sehr naheliegende Rutschflächen, deren Reste erhalten sind, — deren Streifen teils horizontal verlaufen, teils von dieser Richtung nicht stark abweichen. Diese Rutschfläche begrenzt, soweit sie er-

halten ist, gegen O die hoch emporstehenden Schichten (hauptsächlich  $g_3\alpha$ ), deren Ansicht den Hauptteil des Bildes ausmacht und in denen die oben (S. 33) erwähnte (noch weithin nach W zu verfolgende) untergeordnete Knickung zu sehen ist. Die Rutschfläche gibt uns ebenfalls ein Maß für die Querverschiebung. Die am rechten Rande des Bildes unter der Mitte, über und rechts von der nahen Schutthalde befindlichen steilen Schichtflächen entsprechen stratigraphisch den obersten Bänken des durch die Rutschflächenreste nach O begrenzten Gebirgsstückes; sie bilden den untersten Teil von  $g_3\beta$ . In der Fortsetzung der Rutschfläche nach links (gegen S) liegt eine vom Beschauer abgewandte und daher nicht sichtbare stark verwitterte Rutschfläche, die das im Vordergrund links liegende, mit den beschatteten Schichtflächen beginnende Gebirgsstück (hauptsächlich  $g_3\gamma$ ) gegen W begrenzt. An ihr ist viel Reibungsbreccie erhalten. Trotz der starken Verwitterung erkennt man an vielen Stellen ausgesprochen horizontal verlaufende Rutschstreifen.

Die Verschiebungen, die sich an diesen Querbrüchen vollzogen haben, sind offenbar erst erfolgt, als die Faltung bereits die steile Aufrichtung der Schichten bewirkt hatte. Der Seitenschub, aus dem die Faltung hervorging, muß noch fortgedauert haben, als die Schichten bereits entsprechend stark zusammengeschoben waren, es kam zur Trennung und Bewegung an neu entstehenden Quersprüngen oder zu neuen Bewegungen entlang den schon während des Faltungsvorganges entstandenen Quersprüngen, wobei die einzelnen Gebirgsstücke jeweils nach den Richtungen des geringsten Widerstandes verschoben wurden. Der Umstand, daß die erwähnte Knickung der steil aufgerichteten Kalkbänke sehr weit zu verfolgen ist, obgleich diese Bänke von überaus zahlreichen Querbrüchen durchsetzt und verworfen sind, spricht ebenfalls dafür, daß diese Querbrüche jünger sind als die Faltung<sup>42a)</sup>.

Es gibt auch in diesen steilgestellten Schichten Querbrüche, die andere Verschiebungsrichtungen aufweisen, darunter solche mit schichtenparallelen Rutschstreifen. Hätte die den letzteren entsprechende Bewegung zu einer Zeit stattgefunden, als die Schichten bereits steil aufgestellt waren, so müßte sie steil nach abwärts oder aufwärts gerichtet gewesen sein. Es ist aber wahrscheinlich, daß die schichtenparallelen Bewegungen früher, zur Zeit, als die Schichten noch flacher gelagert und in Faltung begriffen waren, eingetreten sind. Jedenfalls sind die Rutschstreifen kein Nachweis für absolute Bewegungsrichtungen (in bezug auf den Erdkörper), sondern nur für Richtungen im Verhältnisse zu den Gesteinskörpern, an denen sie haften und mit denen sie alle seit ihrer Bildung vollführten Bewe-

<sup>42a)</sup> In Alb. Heim, Das Säntisgebirge (Beitr. z. geol. K. d. Schweiz, N. F. XVI, Bern 1905) ist ein eigener, von Marie Jerosch bearbeiteter umfangreicher Abschnitt den Querstörungen des mittleren Teiles jenes Gebietes gewidmet. Auch hier ein Gebirge, dessen Schichten durch hochgradige Faltung größtenteils sehr steil aufgerichtet sind. Die Entstehung der Querbrüche (zumeist Horizontalverschiebungen) wird zum Teile in eine jüngere Phase desselben Faltungsvorganges verlegt, ein sehr großer anderer Teil wird als jünger denn die letzte Phase der Faltung angesehen. Unser Gebiet, das in dem Zeitraum Oberdevon-Unterkarbon gefaltet wurde, stellt ein bemerkenswertes Seitenstück zu jenem weit jüngeren Gebirge dar.

gungen mitgemacht haben. Tatsächlich findet man in dem besprochenen Gebiete Querbrüche mit Rutschstreifen verschiedenen Alters — die Altersunterschiede mögen geologisch sehr gering sein — mit einander kreuzenden Richtungen, und ich glaube auch schichtenparallele Rutschstreifen gesehen zu haben, die durch flacher verlaufende jüngere Streifen teilweise verwischt sind. Letzteres wäre nachzuprüfen.

Daß die eigentlichen Blattverschiebungen die Längsbrüche verwerfen und daher auch jünger sind als diese<sup>42b)</sup>, geht aus den neuen Untersuchungen J. Woldrichs<sup>37, 38)</sup> und R. Kettners<sup>38-40)</sup> hervor. Dies wirft zugleich ein bezeichnendes Licht auf das Alter und die Natur der Längsbrüche. Es kann sich nicht um ein altes Faltenland handeln, das in weit jüngerer Zeit von Längsverwerfungen betroffen worden ist, sondern jene Längsbrüche müssen in dem Zeitraum entstanden sein, in dem die älteren paläozoischen Schichtengruppen gefaltet wurden. Denn jene Querverschiebungen sind zwar verhältnismäßig jung, gehören aber noch der Zeit des Faltungsvorganges (im weiteren Sinne) an, sie müssen sich in der Zeit des seitlichen Zusammenschubes, wenn auch in dem letzten Abschnitte desselben, ereignet haben. Sie durchsetzen denn auch jene Längsbrüche, die wie die große Bruchlinie der Przibrämer Lettenkluff heute — auch von den genannten Forschern — als Ueberschiebungen angesehen werden.

#### d) Isoklinale Lagerung.

Bildete die altpaläozoische Schichtenreihe eine einheitliche Synklinale, so wäre die zumeist gleichsinnige Lagerung, die wir einerseits im nordwestlichen, andererseits im südöstlichen Teile des Gebietes antreffen, eben durch diesen synklinalen Bau erklärt. Daß wir mit dieser einfachen Vorstellung nicht ausreichen, ist schon lange ersichtlich. Wenn wir von den zahlreichen Falten kleinen Ausmaßes absehen, die in so vielen Schichtengruppen beobachtet und, wie es scheint, jeweils auf eine einzelne derselben oder einen kleinen Teil der Gesamtheit beschränkt sind, so zeigen schon die großen Falten der obersilurisch-devonischen Schichtenfolge, die in der Mitte des Gebietes erkannt sind, daß wir es mit einem großen Stück eines ehemals viel umfangreicheren echten Faltengebirges zu tun haben. Die Wiederholungen kleinerer und größerer Schichtenreihen, die sowohl im sogenannten Nordflügel wie im sogenannten Südflügel festgestellt sind, haben ferner in jedem der beiden Teilgebiete das Vorhandensein kleinerer und größerer Längsstörungen erkennen lassen, und somit sind wir mit Rücksicht auf den Faltenbau und mit Rücksicht auf die vorhandenen Längsbrüche nicht mehr in der Lage, den isoklinalen Bau, der einerseits im N, andererseits im S zu beobachten ist, auf eine einheitliche Mulde zurückzuführen. Es sind andere Ursachen dafür zu suchen.

Der isoklinale Bau drückt sich für jedes der beiden Teilgebiete nicht nur darin aus, daß das vorherrschende Fallen der Gesteine gegen das Innere des ganzen Gebietes gerichtet ist, sondern er wird dadurch noch augenfälliger und bezeichnender, daß die Längsbrüche darin keine Aenderung hervorrufen. Die Anführung zweier Beispiele,

<sup>42b)</sup> Auch im Sämtisgebirge ist dies meistens der Fall.

die schon aus der älteren, von uns viel benützten Literatur ersichtlich sind, wird vorläufig genügen.

In einem südwestlichen Teile des Gebietes, das aus vorkambri- schen Schiefen (und Grauwacken) und kambrischen Grauwacken und Konglomeraten zusammengesetzt ist, finden wir eine mehrfache Wieder- holung der beiden Schichtengruppen bei vorwiegend nordwestlichem Einfallen, oder es halten die Konglomerate in der Fallrichtung so lange an, daß Krejčí schon hieraus, um nicht eine ungeheure Mächtigkeit dieser Schichtengruppe annehmen zu müssen, auf das Durchstreichen von Längsbrüchen zu schließen sich genötigt sah.

Die zwei langen und mächtigen selbständigen Züge von unter- silurischen Gesteinen, die im nördlichen Teile des Gebietes festgestellt sind, zeigen beide vorherrschend gleichsinniges Einfallen nach SO.

Neuere und neueste Arbeiten bestätigen trotz vielen Abweichungen im einzelnen das Erwähnte im wesentlichen. Auch dort, wo eine untersilurische Stufe quer auf das Streichen auf weite Erstreckung anhält, können wir in beiden Teilgebieten nicht selten wahrnehmen, daß trotz vielen durch Kleinfaltung und durch Brüche herbeigeführten Störungen und sonstigen Unregelmäßigkeiten der Lagerung immer wieder die das betreffende Gebiet kennzeichnende Schichtenstellung sich einstellt und herrschend wird.

Solche allgemeinere Erfahrungen sind selbstverständlich nicht be- weisend für den Bau der einzelnen Gebietsteile, sie deuten aber im Zusammenhang mit den in anderen Faltengebirgen gewonnenen Be- obachtungsergebnissen an, daß geneigte Falten und daraus hervor- gehende Ueberschiebungen für die Herausbildung des vorliegenden Gebirgsbaues von Bedeutung sein könnten. Das Auftreten geneigter Falten stellt schon einen höheren Grad der Faltung und ein höheres Maß seitlichen Zusammenschubes dar als das Vorkommen gewöhnlicher Falten. Bei den geneigten Falten ist jeder zweite Schenkel überkippt und von ihnen ist nur ein Schritt zur Entwicklung jener hochgradigen Faltung, jener weitgehenden Schichtenstauung, die in den Faltungs- überschiebungen vorliegt.

Schon vor mehr als fünf Jahrzehnten hat Lipold in seiner bekannten, zu wenig gewürdigten Schrift gegen Barrandes Kolonien dem Auftreten liegender Falten große Bedeutung für den Gebirgsbau zugeschrieben, und neuere Arbeiten zeigen immer deutlicher, daß ein auf gleichsinnig geneigten Falten beruhender Gebirgsbau tatsächlich vorhanden ist. Es wird sich Gelegenheit bieten, auf einige Ergebnisse dieser Arbeiten einzugehen.

#### 4. Ueberschiebungen.

In einzelnen Schichtengruppen des Untersilurs sind dort, wo eine solche in scheinbar überaus großer Mächtigkeit eine selbständig gebaute Gebirgszone für sich zusammensetzt, zahlreiche Brüche zu beobachten. Unter ihnen befinden sich viele die Schichten verquerende, diese oft schräg durchsetzende Längsbrüche, die unter irgendeinem Winkel gegen den Horizont geneigt sind. Wenn die an den Bruch anstoßenden Schichtenenden keine Schleppungserscheinungen erkennen

lassen, dann können wir nicht beurteilen, ob wir es mit einem Senkungsbruch oder einer Ueberschiebung (Aufschiebung) zu tun haben. Diese Brüche sind noch wenig untersucht. Es kommen aber Ueberschiebungen unter ihnen vor. Ob dieselben aus geneigten Falten hervorgegangen sind, oder ob sie unmittelbar durch den Seitenschub gebildet wurden, ist nicht von wesentlicher Bedeutung. In jedem Falle tragen sie mit dazu bei, erkennen zu lassen, daß die Schichtengruppen durch die Gebirgsbewegung gestaut, auf einen kleineren Raum zusammengeschoben wurden. Solche Brüche finden sich auch in der obersilurisch-devonischen Schichtenreihe und könnten uns, wenn sie genauer bekannt wären, manchen Fingerzeig bieten.

Je mehr sich ein innerhalb einer Schichtengruppe auftretender Längsbruch in seiner Neigung der der Schichten nähert, einen je spitzeren Winkel er demnach mit den Schichten bildet, desto leichter wird er übersehen, besonders wenn die Gesteinslagen mehr oder weniger stark zerbrochen sind und zum Zerfalle neigen. Fällt die Bruchfläche auf kürzere oder längere Erstreckung — zumeist handelt es sich schon wegen der Beschränktheit der Aufschlüsse um das erstere — mit einer Schichtfläche zusammen, so kann sie in ihrer Natur nur erkannt werden, wenn die Schichten, die ja auf einer Seite des Bruches mit diesem parallel liegen, auf der anderen Seite eine andere Lagerung besitzen, d. i. an ihm unter irgendeinem Winkel abstoßen.

Südlich der Schwagerka bei Slichow sind an dem unteren Teile der wiederholt erwähnten Eisenbahnstrecke Smichow—Hostiwitz die Uebergangsschichten  $g_2$ — $g_3$  (von den Tentaculitenschiefern zu den höheren Knollenkalken) und die roten dünn-schichtigen Knollenkalken  $g_3 \alpha$  gut entblößt. Unter den die Uebergangsschichten durchsetzenden Brüchen befindet sich einer, der ein gutes Beispiel für den eben erwähnten Fall bietet (Taf. VII [7]). Die Schichten fallen unter- und oberhalb des Bruches in annähernd südlicher Richtung, wobei die hangenden Schichten um etwa  $20^\circ$  stärker geneigt sind als die liegenden. Die hangenden Schichten biegen sich kaum merklich in der Nähe der Bruchfläche in der Weise, daß sie sich dieser anzuschmiegen suchen. (Schleppung.) Weiter nach links unten werden sie parallel mit den liegenden Schichten, so daß hier (auf kurze Erstreckung) von einer Störung nichts zu bemerken wäre. Der Bruch kann noch dadurch festgestellt werden, daß man von dem zerstückelten Gestein einige Teile abräumt und so ein Kalkspatblatt bloßlegt, das deutliche Rutschstreifen zeigt; die letzteren verlaufen flach, sie sind in derselben Richtung wie die unterlagernden Schichten geneigt. In diesem Falle besteht kein Zweifel, daß das hangende Gebirgsstück nach rechts oben, mithin in annähernd nördlicher Richtung aufwärts geschoben ist.

Von den Längsbrüchen, die an der Grenze von Schichtengruppen verschiedenen Alters verlaufen und an denen ältere Gesteine über jüngere bewegt worden sind, sind heute einige mit Sicherheit erkannt. Sehen wir hierbei vorläufig ab von der Przibrämer Lettenkluft, die schon lange als Ueberschiebung aufgefaßt wird, und von der gegen die Kolonien gerichteten Schrift Lipolds, so wäre von Neueren zunächst Jahn zu nennen, der gelegentlich seiner erfolgreichen stratigraphischen Untersuchungen u. ä. die an der Nordseite der Konjepruser

Devonscholle durchstreichende Ueberschiebung festgestellt hat<sup>43)</sup>. Mit guter Kenntnis der Art des alpinen Gebirgsbaues hat sodann der treffliche Seemann, der seither den Heldentod in dem furchtbarsten aller Kriege gefunden hat, die weitere Umgebung von Konjeprus durchforscht<sup>44)</sup>. Schon eine Betrachtung der unten angeführten Profiltafel ist für den vorliegenden Zweck belehrend. Wir besehen zuerst einige kleine Brüche am rechten Gehänge des Berauntales nördlich von Srbsko, östlich von Tetin, Profil 1 und (in größerem Maßstabe) Profil 3. Zweimal ist — wir befinden uns im „Südflügel“ —  $f_2$ -Kalk (mit aufgelagertem  $g_1$ ) nach SSO über  $g_1$ -Knollenkalk geschoben, so daß auf tektonischem Wege wiederholte Wechsellagerung der beiden gegen N oder NNW geneigten Schichtengruppen hervorgebracht wird. (S. 83 und 90.) Sodann sind hier (ein wenig weiter nördlich) ober-silurische Kalke ( $e_2$ ) über den devonischen  $f_2$ -Kalk geschoben, ein Bruch, der nach Seemann aus der weiter westlich, am Berge Damil zu beobachtenden regelmäßigen flachen Mulde hervorgeht, deren (an der Beraun) überkippter Nordflügel über den Südflügel geschoben ist.

Unter weit größeren räumlichen Verhältnissen sehen wir in dieser Gegend (Prof. 1, weiter südlich) ein aus  $e_2$  und  $f_2$  bestehendes Gewölbe flach nach SSO übergelegt und in dieser Richtung über  $g_1$  geschoben, das (nächst dem Bruche von Koda) aus zahlreichen kleineren (größtenteils nach SSO übergelegten) Falten besteht. Am SO-Gehänge des Kodaer Berges (388 m) haben wir also den überstürzten Schenkel einer liegenden Falte vor uns, der aus  $e_2$  (oben),  $f_2$  und  $g_1$  besteht. Wenn wir hier nicht mit Seemann von einer Ueberschiebung sprechen wollten, so müßte mindestens zugegeben werden, daß die in zahlreiche kleine Falten gelegten  $g_1$ -Kalke sich von dem flach darüber liegenden hellen dickbankigen oder massigen Konjepruser Kalk  $f_2$  abgelöst haben müssen. An dieser Stelle zieht Seemann einen Bruch hindurch, an dem nach seiner Anschauung  $g_1$  von den darüberliegenden Stufen gegen SSO überschoben worden ist; er meint, daß „möglicherweise auch das Obersilur ( $e_2$ ) noch etwas über  $f_2$  hinweggeglitten ist.“ Diesen Schlußfolgerungen möchte ich beipflichten. Danach haben wir es nicht mit einer ausgesprochenen Faltenüberschiebung, aber mit einem Lagerungsverhältnis zu tun, aus dem solche Ueberschiebungen hervorzugehen pflegen, und dem man im mittelböhmisches Faltengebirge öfter begegnet<sup>45)</sup>.

Ein weiteres Beispiel hierfür bildet der schon kurz erwähnte Bruch, der die Konjepruser Devonscholle im N und NO begrenzt.

<sup>43)</sup> Jahn, Geol. Exkursionen, 1903<sup>31)</sup>, S. 25 und Profil (aufgenommen 1891), S. 21.

<sup>44)</sup> Fritz Seemann, Das mittelböhmisches Obersilur- und Devongebiet südwestlich der Beraun. (Beitr. z. Pal. Oest.-Ung., XX, 1907, S. 69—114; geol. Karte, Profiltafel.) — Seemann ist ohne Zweifel unbeeinflusst gewesen; die Anschauungen, die von mir zu Lehrzwecken über den mittelböhmisches Gebirgsbau ausgesprochen wurden, waren ihm unbekannt.

<sup>45)</sup> Dagegen ist nach meinem Dafürhalten der ganze Bruch von Koda, über den noch einiges zu sagen ist (S. 46), als eine Faltenüberschiebung anzusehen, die — wie gewöhnlich — in eine größere Zahl von Teilverschiebungen zerfällt. Zu diesen gehören die von Seemann beschriebenen Ueberschiebungsfächen.

Jahn hat bereits gezeigt, daß hier im Hangenden von  $f_2$  die  $e_2$ -Kalke und darüber die Uebergangsschichten  $e_1\beta$  und die Graptolithenschiefer  $e_1\alpha$  folgen<sup>43)</sup>, mithin das Obersilur diskordant und in verkehrter Schichtenfolge auf dem Devon lagert. Seemann (S. 89 und 90) hat diesem wichtigen Lagerungsverhältnisse mehrere Querschnitte (Profil 6—9) gewidmet und bringt dasselbe in Verbindung mit dem weiter nördlich auftretenden Obersilur (Profil 8), das normal liegt, indem hier  $e_2$  über  $e_1$  folgt. Danach bildet das Obersilur ein schiefes Gewölbe, dessen überstürzter Schenkel auf dem Devonkalk liegt und diesen nach SSW überschiebt. (Das Streichen der Konjepruser Scholle [WNW] weicht von dem in der weiteren Umgebung zu beobachtenden Streichen sehr weit ab.)

Wir übergehen andere von Seemann festgestellte Ueberschiebungen und lassen namentlich die Frage unerörtert, ob nicht manche der übrigen von dem Genannten beschriebenen Brüche gleichfalls als Ueberschiebungen aufzufassen wären. Es genügt, auf die bisher betrachteten Vorkommnisse neuerdings aufmerksam gemacht zu haben, bei denen die Ueberlagerung jüngerer Schichtengruppen durch ältere tatsächlich zu beobachten ist. Seemann, der keine unmittelbare Veranlassung hatte, den Bau des Ganzen zu überprüfen, lag es fern, eine grundsätzliche Aenderung der von E. Suess eingeführten Anschauung über den Bau des mittelböhmischen Paläozoikums vornehmen zu wollen; er stand vielmehr auf dem Boden dieser Anschauung (S. 90). Um so größeres Vertrauen verdienen seine hier berührten Feststellungen. Den Bruch von Koda hielt er für einen „echten Senkungsbruch“, und er glaubte nicht, „daß der Kontakt der Stufe  $H$  mit den jüngeren Stufen einer Ueberschiebungsfäche entspricht“. (S. 81<sup>46)</sup>. Die Unregelmäßigkeit der Lagerung, auf die sich Seemann hierbei beruft, läßt sich unter Annahme einer Ueberschiebung recht gut erklären. Daß westlich von Koda  $g_1$  und das  $f_2$  des überstürzten Schenkels des von Seemann beschriebenen liegenden Gewölbes fehlen und die Stufe  $H$  unmittelbar mit  $e_2$  (weiter in SW sogar mit  $f_2$  des Hangendschenkels) in Berührung tritt, zeigt nach solcher Auffassung, daß die liegende Falte, in die man auch das an  $H$  anstoßende  $g_1$  einbeziehen müßte, nach jener Richtung durch Unterdrückung des überstürzten Schenkels in eine regelrechte Faltenüberschiebung übergeht.

Der Arbeit Seemanns schließen sich neue Untersuchungen an, auf deren Ergebnisse hier nicht eingegangen werden soll; sie sind kürzlich von E. Nowak zusammengestellt worden<sup>47)</sup>. Der isoklinale Faltenbau, aus dem auch Ueberschiebungen hervorgehen, tritt uns

<sup>46)</sup> Man ersieht daraus, wie ein von einer Autorität herrührender, in der Literatur überdies fest verankerter Ausspruch das Urteil selbst eines so unbefangenen Beobachters und selbständigen Arbeiters insoweit zu trüben vermag, daß er einen örtlich und sachlich so nahe liegenden Gedanken, der nur einen letzten Schritt zu einer naturgemäßen Auffassung des Gesamtbaues dargestellt hätte, zwar erörtert, aber von sich weist.

<sup>47)</sup> Zentralbl. f. Min., 1915, S. 306—320. — Daß die Auffassung des Genannten sich nicht in allen Einzelheiten mit der meinen deckt, ist für die Hauptfrage nicht von Belang.

besonders deutlich in den von Liebus gegebenen Querschnitten, namentlich Fig. 2 und 3, entgegen<sup>48)</sup>. Es handelt sich hier um wiederholte Aufeinanderfolge von älteren kambrischen Konglomeraten und mittelkambrischem Paradoxidesschiefer, die (im „Südflügel“) gleichsinnig gegen NW geneigt sind. Es ist abzuwarten, welche Abänderungen in der tektonischen Auffassung sich hierbei durch die weitere Verfolgung der von R. Kettner unterschiedenen Konglomerathorizonte ergeben werden<sup>49)</sup>.

Wichtig bleibt noch immer, in möglichst vielen Fällen die unmittelbare Ueberlagerung jüngerer Schichtengruppen durch ältere zu beobachten. Es möge darum noch auf ein nächst Prag gelegenes kleines Vorkommen aufmerksam gemacht werden, dessen Lagerungsverhältnisse, obgleich das Auftreten der betreffenden Gesteine lange bekannt ist, meines Wissens bisher nicht erwähnt worden sind. Der Hügel, der das Kirchlein und den Friedhof von Slichow trägt, besteht aus devonischen Kalken der Stufen  $f_2$  und  $g_1$ , u. zw. ist der mehr oder minder massig ausgebildete  $f_2$ -Kalk von  $g_1$ -Knollenkalk nicht überlagert, sondern von solchem unterlagert. Man sieht dies ganz deutlich auf der Ostseite des Hügels, und zwar besser vom rechten als vom linken Moldauufer aus, da durch den Damm der böhmischen Westbahn der tiefste Teil des Felsens verdeckt wird. Vom Bahndamm, wo man für eine gute bildmäßige Darstellung dem Vorkommen zu nahe ist, erhält man die in Taf. VIII (8), Abb. 1 wiedergegebene Ansicht, die aus zwei aneinanderschließenden photographischen Aufnahmen hergestellt ist. Darin ist nur ein kleiner südlicher Teil des viel ausgedehnteren und mächtigeren Vorkommens von  $f_2$ -Kalk sichtbar. Derselbe ist stark zerrüttet, Schichtung ist nicht sicher erkennbar. (Die dünnen dunklen Linien, die auf den hellen Felsen erscheinen und Streifung vortäuschen, rühren von Telegraphendrähten her.) Die sehr unregelmäßige Auflagerung auf dem dünnegebankten, in kleine Falten gelegten  $g_1$ -Kalk ist gut zu sehen. Der letztere zeigt sehr wechselnde Lagerungsverhältnisse von streckenweise rein horizontaler Lage bis zu streckenweise rein vertikaler Stellung, bei der W—O-Streichen herrscht. An der Grenze der beiden Gesteine verläuft eine Reihe seichter Höhlungen, die von der Auswitterung des durch die Gebirgsbewegung entlang der Ueberschiebungsfläche zertrümmerten Gesteins herrühren dürften. Von der Auflagerungsfläche greifen mehrere kurze, steiler und flacher gegen NO geneigte Brüche in den hangenden  $f_2$ -Kalk ein, durch die das ganze Gesteinsvorkommen in kleine Schuppen zerteilt wird. In entsprechender Weise scheint sich die Schubfläche in mehrere Bewegungsflächen zu teilen. Weiter nördlich (außerhalb der im Bilde dargestellten Felsen) durchsetzen noch mehrere Brüche den hier allein sichtbaren  $f_2$ -Kalk. Man könnte glauben, daß der  $f_2$ -Kalk entlang den erwähnten Brüchen aus nordöstlicher oder ostnordöstlicher Richtung auf den  $g_1$ -Kalk geschoben ist. Allein dieser zeigt gerade bei steiler Schichtenstellung an der Grenze gegen den überlagernden  $f_2$ -Kalk Schleppungserscheinungen, wobei die Schichten sich in ungefähr nördlicher Richtung umbiegen und so an die Auflagerungsfläche

<sup>48)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1913, Bd. 63, S. 770 und 772.

anschniegen; dadurch wird es wahrscheinlich, daß der hangende  $f_2$ -Kalk in annähernd nördlicher Richtung bewegt worden ist.

Es dürfte wenige Gebiete von ähnlicher Beschaffenheit geben, in denen die Art der verschiedenen Gebirgsbewegungen verhältnismäßig so genau ermittelt werden kann wie im mittelböhmischen Faltengebirge. Es ist dies hauptsächlich den zahlreichen künstlichen Aufschlüssen zu danken, in denen wir nicht nur die Lagerungsverhältnisse, sondern an vergleichsweise frischem Gestein auch die vorhandenen Bewegungsspuren gut untersuchen können. Nach den vorhergehenden Erörterungen sind wir wohl berechtigt, auch zur Erklärung der großen streichenden Brüche, deren Bewegungsflächen wir nicht beobachten können, auf deren Vorhandensein aber aus den Lagerungsverhältnissen zu schließen ist, wie in anderen ähnlich gebauten Gebirgen, Ueberschiebungen, die aus dem Faltungsvorgang, bzw. aus dem lateralen Schub hervorgehen, anzunehmen. Trotzdem werden wir — schon mit Rücksicht auf die bisher geltende andersartige Anschauung und mit Rücksicht auf die allgemeinere Bedeutung der daraus abzuleitenden Ergebnisse — gut tun, auch diese Frage unter sorgfältiger Beurteilung zu behandeln. Versuchen wir dies, so zeigt sich sehr bald, daß fortgesetzte genaueste Untersuchung der einschlägigen Lagerungsverhältnisse, Feststellung aller Vorkommnisse, die jener Beurteilung förderlich sein können, auch weiterhin recht erwünscht sind.

Nur wenige Beispiele sollen hervorgehoben werden. Am längsten und besten bekannt ist die oben wiederholt erwähnte, unfern dem Südrande des Gebietes gelegene Bruchlinie der Przi bramer Lettenkluft. (S. 8.) Besonders wertvoll erscheint, daß in diesem Falle durch den Bergbau die Verwerfungsfläche selbst aufgeschlossen und ihrer Lage und Gestalt nach festgelegt ist. Sie ist keine Ebene, sondern sowohl im Streichen wie im Fallen wellig gebogen. Das Einfallen erfolgt steil, mit  $70^\circ$ , gegen die Tiefe zu mit  $65^\circ$  gegen NW. Wenn man das bekannte Lagerungsverhältnis trotzdem, wie es geschehen ist, mit einem Senkungsbruche erklären will, so muß man annehmen, daß der im SO liegende Gebirgsteil sich unter dem ungeheuren Druck des hangenden Gebirgsteiles unter diesen abwärts und nach NW bewegt hat<sup>49)</sup>. Daß die Bewegung wirklich unter gewaltigem Druck vor sich gegangen ist, ist aus der weitgehenden Zertrümmerung des anschließenden Gebirges zu erkennen; dasselbe hat die großen Mengen von Reibungsbreccie geliefert, die entlang der Verwerfung bis zu einer Mächtigkeit von 6 m angehäuft ist<sup>50)</sup>.

Bei flüchtigen Besuchen des Bergwerkes habe ich an der Lettenkluft nur scharfkantige flache Scherben auflesen können, ausgesprochene „Quetschlinge“, die auf den größeren Flächen spiegelnden Glanz zeigen. Es sind aber auch stark abgerundete große und kleine Gesteinsstücke

<sup>49)</sup> Ob Ueberschiebung oder Unterschiebung — das liefe auf dasselbe hinaus; wir können stets nur die relative Bewegungsrichtung feststellen.

<sup>50)</sup> J. Schmid, Montan-geol. Beschreibung des Przi bramer Bergbauterrains. Wien 1892, S. 14.

in diesen Anhäufungen gefunden worden, die „Lettenkluftgerölle“, wie sie genannt worden sind. Eine Reihe von solchen, zumeist recht großen Stücken, die in der Sammlung der Markscheiderei in der Bergdirektion in Przi Bram aufbewahrt werden und vom Šeföiner Gang an der Lettenkluft stammen, habe ich durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Oberbergrates Steinmetzer genau zu besehen Gelegenheit gehabt. Einige von diesen aus Grauwacke bestehenden „Gerölln“ sind gut gerundet, andere zeigen andere, auch scharfkantige Formen; sie sind mit Rutschstreifen bedeckt und teilweise durch die Bewegung geglättet.

Die älteren kambrischen Grauwacken, die im SO der Lettenkluft liegen, bilden eine Mulde, deren nordwestlicher, an die Lettenkluft grenzender Flügel steiler aufgerichtet ist als der südöstliche. Pošepný — auch nach seiner Anschauung sind die im NW des Längsbruches folgenden vorkambrischen Schiefer auf die jüngeren Grauwacken aufgeschoben — hält jene muldenartige Biegung, die er als „Knickung“ bezeichnet, wie aus seinen Vergleichen hervorgeht, für eine Schleppungserscheinung<sup>51)</sup>. Es ist kein Widerspruch gegen eine derartige Erklärung, wenn man an der Auffassung der muldenförmigen Lagerung festhält und aus dieser auf eine Faltungsüberschiebung schließt. Der steil aufgerichtete (bzw. überstürzte) Flügel der Mulde entspräche danach dem Mittelschenkel einer Falte, dessen ehemalige Fortsetzung in dem im NW der Lettenkluft, im Hangenden der überschiebenden vorkambrischen Schiefer neuerdings folgenden kambrischen Grauwacken zu finden wäre; diese hinwieder gehörten dem Hangendschenkel derselben Falte an, aus der sich die Ueberschiebung entwickelt hat. Es besteht kein Zweifel, daß sorgältige planmäßige Untersuchung der durch den tief und weit eingreifenden Bergbau gebotenen zahlreichen Aufschlüsse in dieser Frage reiche Belehrung ergeben würde.

In den schönen Kartenskizzen, die die oben<sup>39, 40)</sup> angeführten neuen Arbeiten Kettners begleiten, sehen wir die Bruchlinie der Lettenkluft gleichfalls als eine Ueberschiebung verzeichnet. Sie wird hier von zahlreichen Querbrüchen durchsetzt, an der sie quer auf ihr Streichen verschoben erscheint. Weiter in SO, näher der Granitgrenze, ist eine zweite Ueberschiebung verzeichnet, die ebenfalls an der Grenze von Kambrium (SO) und Algonkium (NW) verläuft und von mehreren derselben Querbrüche in gleicher Art betroffen erscheint. (Ueber die Altersbeziehungen zwischen den Querbrüchen und den Ueberschiebungen vgl. oben S. 38.)

Sehr genau ist durch die Untersuchungen Kettners im Motolale bei Prag ein Teil der Prager Bruchlinie bekannt geworden,

<sup>51)</sup> F. Pošepný, Ueber Dislocationen im Příbramer Erzrevier. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XXII, 1872, S. 229—234.) Noch viel deutlicher als aus den von P. gegebenen Profilen erhält man den Eindruck einer aus dem verquetschten Schenkel einer Mulde hervorgehenden Schleppung aus dem Originaldurchschnitte J. Grimms (Die Erznieferlage bei Příbram in Böh., Prag 1855, S. 29, Fig. 2), der sehr genau nach den in der Grube beobachteten Verhältnissen gezeichnet zu sein scheint.

die die beiden Untersilurzüge des nördlichen Teilgebietes scheidet<sup>52)</sup>. Danach bilden im allgemeinen zwei im S der Bruchlinie liegende Züge der Quarzitstufe  $d_2$  ein gegen S geneigtes Gewölbe, in dessen Kern die dunklen Schiefer  $d_1\gamma$  auftreten. Der nördliche Quarzitzug, der daher überstürzt ist, stößt bei der Pernikářka unmittelbar mit den stark gestörten, verwirrt gelagerten  $d_4$ -Schichten des nördlichen selbständigen Untersilurzuges zusammen. Zwischen den zuletzt erwähnten Schichtengruppen  $d_2$  und  $d_4$  würde nach dieser Auffassung die Prager Bruchlinie hindurchstreichen. Hier hätten wir demnach eine Faltenüberschiebung vor uns, bei der ein Teil des überstürzten Schenkels erhalten ist, ein Seitenstück zu den von Jahn und Seemann aus dem südlichen Teile des Kalkgebietes beschriebenen Vorkommnissen. (Vgl. oben S. 41 f.) Die Gesteine des nördlichen Quarzituzuges, die früher für  $d_3$  angesehen und daher als die südlichst gelegene Stufe des nördlichen Untersilurzuges betrachtet wurden, zeigen bei der Pernikářka und weiter westlich eigenartige Ausbildung, die mit jener der typischen  $d_2$ -Quarzite nicht vollkommen übereinstimmt; es wäre deshalb erwünscht, größere Sicherheit über das Alter dieser Gesteine und damit über die Anwendbarkeit der erwähnten tektonischen Erklärung zu erhalten.

Von der für den Bau des Kalkgebietes wichtigen Bruchlinie von Koda-Srbsko, die Seemann noch für einen Senkungsbruch hielt, wurde zuletzt S. 41 u. 42 gesprochen. Sie ist meines Erachtens ebenfalls als Ueberschiebung aufzufassen. Vor einigen Jahren konnte ich in einem Bauernhofe des Dorfes Srbsko, der knapp am Fuße des ziemlich steilen nordwestlichen Gehänges des hier ins Berauntal einmündenden Nebentales liegt, das Anstehen von durch die Gesteinsbeschaffenheit und durch Pflanzenreste gut gekennzeichnetem Tonschiefer der Stufe  $H$  feststellen. Der tiefste Teil des Gehänges ist hier augenscheinlich künstlich angeschnitten, dadurch ist der Schiefer, der sonst auf weite Erstreckung nicht sichtbar ist, entblößt worden. Die höheren Teile desselben Gehänges werden von den bereits im NW der Bruchlinie gelegenen Knollenkalken  $g_1$  gebildet. Man kann also mit derselben Berechtigung wie in zahllosen anderen Fällen sagen, daß an dieser Stelle die älteren Kalke  $g_1$  die jüngeren Schiefer  $H$  überlagern. Wer eine noch genauere Feststellung verlangt, hätte hier gute Gelegenheit, durch eine verhältnismäßig seichte Bohrung nachzuweisen, ob die beiden Schichtengruppen auch in vertikaler Richtung übereinander liegen. Eine derartige Probe scheint auf Grund folgender Erwägung überflüssig zu sein.

Das Längstal von Srbsko besitzt hier nahe seinem Ausgange ins Berauntal eine ziemlich breite Sohle. Das Tal ist durch Seitenerosion und Abtragung im Laufe der Zeit erweitert worden, das jetzige nordwestliche Gehänge muß entsprechend zurückgetreten sein. Die Kalkfelsen, die den größten Teil des Gehänges bilden, sind auch der mechanischen Verwitterung ausgesetzt, müssen früher weiter gegen

<sup>52)</sup> R. Kettner, Ueb. d. neue Vork. der untersil. Bryozoen . . . in der Ziegelei Pernikářka bei Košice (Resumé des böhm. Textes). Bull. intern. de l'Ac. des Sc. de Bohême 1913. Ferner der o. angef. Exkursionsführer<sup>50)</sup> mit Karte und zahlr. Querschn.

die Mitte des Tales zu angestanden sein und daher das jetzt sichtbare Vorkommen von *H*-Schiefern auch im strengsten Wortsinne überlagert haben. Es dürfte wichtiger sein, die hier wahrgenommene Art der Ueberlagerung auch an anderen Punkten der Bruchlinie nachzuweisen und entsprechende Beobachtungen an anderen Längsbrüchen des mittelböhmisches Faltengebirges zu gewinnen. —

Auf einen Längsbruch wäre bei dieser Gelegenheit neuerdings die Aufmerksamkeit zu lenken, den Krejčí zuerst (Erläuterungen, S. 89) — wohl mit Rücksicht auf den Umstand, daß er im Streichen nicht weiter zu verfolgen ist — für eine unbedeutende Spalte erklärte, während er ihn später (Uebersicht, S. 97) vermutungsweise mit der Bruchlinie von Koda in Verbindung brachte. Bei Braník am rechten Moldauufer, südlich von Prag, fallen die devonischen  $g_1$ -Knollenkalke des „Stüdfügels“ regelrecht nach NW, sind aber hier nicht, wie in der Gegend von Hluboczeň westlich der Moldau von jüngeren Gesteinen überlagert, sondern in ihrem Hangenden treten die untersilurischen Schiefer  $d_5$  auf, die hier mitten im Kalkgebiet zum Vorschein kommen. Freilich befinden wir uns da nahe dem nordöstlichen Ende des Auftretens der obersilurisch-devonischen Kalke, in deren Fortsetzung, wenn wir von dem weitentfernten Eisengebirge absehen, nur untersilurische Gesteine bekannt sind. Der Braníker Bruch entspricht sogar einer sehr ansehnlichen Sprunghöhe, die sich stratigraphisch annähernd durch die Mächtigkeit der untersilurischen Stufe  $d_5$ , der obersilurischen Stufen  $e_1, e_2, f_1$  und der devonischen Stufe  $f_2$  ausdrücken läßt. Sieht man ihn als einen Senkungsbruch an, so erscheint auch hier das (im SO gelegene) äußere Gebirgsstück ( $g_1$ ) gesenkt.

Die Grenze zwischen  $g_1$  und  $d_5$  ist, wie zu erwarten, nicht aufgeschlossen. Die eigentlichen, stärker emporragenden Braníker Felsen, die aus hellgrauen Knollenkalken bestehen, werden seit langem in einem großen Steinbruche abgebaut. Sie sind von mancherlei Brüchen durchsetzt, u. a. von Querbrüchen mit schichtenparallelen Rutschstreifen. Vor einigen Jahren hat man begonnen, auch die im Hangenden der hellgrauen auftretenden dunkelgrauen (bis schwarzen) Knollenkalke, die derselben Stufe  $g_1$  angehören und im N des großen Steinbruches ein zu den weichen Formen der untersilurischen Schiefer hinüberführendes niedriges Gehänge bilden, zu entfernen. Diese Arbeiten verdienen fortgesetzte Beachtung von geologischer Seite, da es möglich ist, daß in ihrem Verlaufe die Grenze  $g_1$ — $d_5$  und damit auch der hier durchstreichende Bruch bloßgelegt wird. Bisher hat sich gezeigt, daß mit der Annäherung an jene Grenze die dunklen Kalke stärkere Störungen annehmen. Wo Schichtflächen entblößt werden, sieht man sie in Rutschflächen verwandelt, die häufig spiegelnden Glanz aufweisen. Im Querbruche der Bänke erkennt man zahlreiche weiße Kalkspatadern in dem dunklen Gestein, die sich, wo sie in besonders großer Menge auftreten, zu die Bänke verquerenden Zonen anordnen; eine Zerknitterung, die nicht zu einem einheitlichen flächenhaften Bruche geführt hat. Während die hoch emporragenden hellen Kalkbänke im großen Steinbruche — abgesehen von der typischen knolligen Beschaffenheit — auffallend ebene Schichtflächen darbieten, die nur im großen, aus südlicher Richtung gesehen, eine

einmalige schwache Biegung erkennen lassen, sind die steiler aufgerichteten hangenden dunklen Kalke unter viel kleineren Verhältnissen mehrfach wellig gebogen. Ueberdies zeigte sich in ihnen im Oktober 1911 eine größere Störung, die in Taf. I (1), Abb. 2 wiedergegeben ist: in ziemlich dicken Bänken eine Falte, deren Muldenbiegung in einen Bruch übergeht, der sich nach unten in eine Schichtfläche fortsetzt. Gegen N (nach links) schließt sich daran eine viel schwächer ausgebildete Falte, die mit einer ähnlichen Störung in Verbindung zu stehen scheint<sup>53)</sup>.

Ob die zwischen  $g_1$  und  $d_5$  verlaufende Störung, falls die Grenze aufgedeckt werden sollte, klar zu sehen sein wird, ist allerdings recht unsicher. Es mag sein, daß die Zerrüttung immer größer wird, und daß schließlich die Grenze von einer Zone zertrümmerten Gesteins gebildet wird. Immerhin bleibt das Vorkommen beachtenswert. In anderen Gebieten würde der Bruch heute unbedenklich als eine Ueberschiebung aufgefaßt werden, längs der die ebenfalls nach NW einfallenden  $d_5$ -Schiefer auf die jüngeren Knollenkalke aufgeschoben sind. Es ist auffallend, daß eine so ausgesprochene Störung sich nicht nach SW über die Moldau fortzusetzen scheint. Dennoch wird man diese Möglichkeit im Auge behalten müssen. In der Fortsetzung der Braniker Knollenkalke liegen im N des Barrandefelsens die dort ebenfalls sehr gut aufgeschlossenen Knollenkalke gleichen Alters. Sie werden von der Straße sehr schräg auf das Streichen geschnitten, so daß dieselbe manchmal nahezu im Streichen verläuft. Dadurch wird für minder achtsame Beobachtung eine übergroße Mächtigkeit vorgetauscht. Trotzdem läßt sich erkennen, daß die Mächtigkeit der Stufe  $g_1$  links der Moldau weit größer ist als bei Branik. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser Umstand auf einer oder mehreren Längsstörungen beruht, die genau im Streichen verlaufen und darum nicht hervortreten. Nur eine sehr genaue Kenntnis der Gliederung der  $g_1$ -Kalke, die, wie ich einer freundlichen Mitteilung Herrn Dr. Kettners entnehme, in die Wege geleitet ist, und eine ebenso eingehende Untersuchung könnte Aufschluß geben, ob wir es links der Moldau mit einer ursprünglichen, einheitlichen Schichtenfolge der Stufe  $g_1$  zu tun haben.

## 5. Kolonien.

Die an diese Bezeichnung anknüpfende, wiederholt eingehend erörterte Frage soll hier nur insoweit berührt werden, als es zur Besprechung der Art der Lagerungsstörungen, auf die die weitaus überwiegende Zahl der Kolonien zurückzuführen ist, nötig erscheint. Es handelt sich hierbei um die Einschaltung ganzer Züge von ober-silurischen Graptolithenschiefern ( $e_1 \alpha$ ) in die jüngste Stufe ( $d_5$ ) des

<sup>53)</sup> Mit dem Fortschreiten des Abbaues verschwanden diese Störungen wieder, es stellten sich aber in späteren Jahren undeutliche Anklänge an die beobachteten Kleinfaltungen und Verschiebungen ein. Manche Veränderungen dürfte ich nicht gesehen haben. Es ist wohl nicht überflüssig, eine der Beobachtungen durch die hier gegebene Abbildung festzuhalten. Das Vorkommen schließt sich zugleich den vielen Hinweisen darauf an, daß eine scheinbar einheitliche, gleichsinnig geneigte Schichtenfolge in Wirklichkeit verwickelter gebaut sein kann.

Untersilurs. Seitdem Marr<sup>54a)</sup> und Tullberg<sup>54b)</sup> nachgewiesen haben, daß in diesen Zügen dieselben Graptolithenzonen in derselben Reihenfolge auftreten wie in den stratigraphisch regelrecht die unterste Abteilung des Obersilurs bildenden Graptolithenschiefern, ist für die erwähnten Vorkommnisse die Anwendung der Barrande'schen Erklärung ausgeschlossen.

Daß diese „Kolonien“ den untersilurischen Gesteinszügen wirklich zwischengelagert sind, geht schon aus der älteren Literatur deutlich genug hervor. Außer Barrande wären in dieser Hinsicht die bekannte Schrift Lipold's<sup>54c)</sup> und die Profiltafel in Krejčís Erläuterungen<sup>1)</sup> (besonders Fig. 6 für die Kolonien Haidinger und Krejčí südlich von Großkuchel und Fig. 4 für die mehrfachen Einlagerungen der Gegend von Tréban) einzusehen. Diese Art der Lagerung ist geradezu kennzeichnend für die Kolonien und war einer der Gründe, die Barrande zur Aufstellung und Festhaltung seiner Hypothese bewogen. Es können daher keine „grabenartigen Versenkungen“ vorliegen, wie Katzer und mit ihm unsere jetzigen Lehrbücher wollen.

Lipold hat mit Recht die Diskordanzen hervorgehoben, die zwischen den Graptolithenschiefern der Kolonien und den sie überlagernden  $d_5$ -Schichten zu beobachten sind, und sich hierauf zur Begründung der von Krejčí und ihm damals vertretenen Anschauung berufen. Diese Abweichungen von der gleichsinnigen Lagerung sind nicht groß, und heute wird man, da es sich darum handelt, die Art der Lagerungsstörungen zu erkennen, davon sprechen können und darin keinen Widerspruch gegen jene Beobachtungen und Erwägungen erblicken dürfen, daß die Lagerung im großen und ganzen konkordant ist. Die unmittelbare Auflagerung von  $e_1$  auf  $d_6$  ist an den Kolonien nicht selten zu beobachten; es kann sich hierbei um ursprüngliche Auflagerung handeln. Auch die Ueberlagerung von  $e_1$  durch  $d_5$  ist wiederholt wahrzunehmen. Eine leicht erreichbare Kolonie, die meines Wissens in der älteren Literatur nicht erwähnt wird — vermutlich ist der Aufschluß verhältnismäßig neu —, liegt an dem Gehänge, das hinter dem Bahnhof von Kuchelbad angeschnitten ist. Hier sind unmittelbar über einem Zug von Graptolithenschiefern, in dem wohl-erhaltene Graptolithen in Menge zu sammeln sind, die  $d_5$ -Schichten mit ungefähr gleichem Einfallen zu sehen.

Die Schichten verquerende Verwerfungen, Senkungsbrüche, die solche Lagerungsverhältnisse hervorrufen würden, sind nicht beobachtet. Vermutlich fallen die Störungsflächen mit Schichtflächen zusammen oder weichen von ihnen nur wenig ab, so daß sie schwer festgestellt werden können. Wir haben die Wahl, eine Kolonie auf regelmäßige Einfaltung oder auf eine Faltenüberschiebung zurückzuführen. Laßt sich in einer Einlagerung eine Folge von Graptolithenzonen erkennen, so gibt uns dies einen guten Anhaltspunkt. Erkennen wir darin einen

<sup>54a)</sup> Marr, On the predevonian rocks of Bohemia. (Quart. Journ. Geol. Soc. London, XXXVI, 1880.)

<sup>54b)</sup> Tullberg, Ueb. d. Schichtenfolge d. Silurs in Schonen, nebst einem Vergl. m. anderen gleichalt. Bildungen. (Z. D. geol. Ges. XXXV, 1893, S. 223—269.)

<sup>54c)</sup> Lipold, Ueb. Barrande's „Kolonien“. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XII, 1861 u. 1862, S. 1—66, 2 Taf. Karten u. Querschnitte.)

symmetrischen Bau mit einer jüngeren Zone im Innern, so liegt eine isoklinale Mulde vor. Finden wir im Liegenden von  $d_5$  nur eine einmalige obersilurische Schichtenfolge, so muß das Untersilur überschoben sein.

Die von Marr erkannte Zonenfolge, die diesen bereits zum Nachweise tektonischer Störungen an einigen Kolonien geführt hatte, hat kürzlich in vereinfachter Form E. Nowak benützt und durch seine Untersuchungen an der Grenze von Unter- und Obersilur in der Gegend von Trzeban an der Beraun isoklinalen Faltenbau und daraus hervorgehende Ueberschiebungen nachgewiesen, durch die im wesentlichen die Anschauungen Lipolds über die tektonische Natur der Kolonien dieses Gebietes bestätigt werden<sup>55)</sup>. Gleichzeitig und unabhängig hiervon hat J. Woldřich einen Teil desselben Gebietes untersucht und ist erfreulicherweise zu wesentlich übereinstimmenden und weiteren wichtigen Ergebnissen gelangt<sup>37)</sup>. Ein recht anschauliches Bild des durch Faltung und Bruch bewirkten vielfältigen Ineinandergreifens von  $d_5$  und  $e_1$  gibt der von Woldřich entworfene (nach unten und oben ergänzte) Querschnitt (a. a. O., S. 18, Fig. 4). Man wird solcher Darstellung um so lieber folgen, wenn man die ähnlichen, noch verwickelteren Lagerungsstörungen betrachtet, die in jeder der beiden Schichtengruppen für sich an der böhmischen Westbahn aufgeschlossen (daselbst S. 6, Fig. 1 für  $d_5$  und bes. S. 11, Fig. 2 für  $e_1$ ) und in den erwähnten Querschnitt mit aufgenommen sind.

Wenn wir die kolonialen Einlagerungen teils auf Einfaltungen von  $e_1$  in  $d_5$ , teils auf Faltungsüberschiebungen der  $d_5$ -Schichten über  $e_1$  zurückführen, — es scheint, daß dort, wo die Kolonien nicht so gehäuft auftreten wie in der eben erwähnten Gegend, Ueberschiebungen eine besonders häufige Ursache dieser Lagerungsstörungen sind, — so steht dieses Urteil in guter Uebereinstimmung mit der Anschauung, zu der wir über die Natur der Längsbrüche des mittelböhmischen Faltengebirges gelangt sind; ja, mehr als dies: sofern durch exakte Untersuchungen, wie die berührten, die Art der Störungen festgestellt werden kann, bilden diese Ergebnisse eine Bekräftigung jener Anschauung. Die guten Aufschlüsse, durch welche wir die Kolonien kennen gelernt haben, bieten eben die Möglichkeit, die Ueberlagerung jüngerer Gesteine durch ältere zu sehen, eine Möglichkeit, die bei den auf weit größere Entfernungen verfolgten streichenden Brüchen in der Regel nicht geboten ist.

Daß an der stratigraphischen Grenze von Unter- und Obersilur in so vielen Fällen ein tektonisches Ineinandergreifen der beiden Schichtengruppen stattfindet, daß kräftige Lagerungsstörungen hier eine gewöhnliche Erscheinung sind, beruht wohl auf dem weitgehenden Unterschied in der Gesteinsbeschaffenheit und in der Art der Schichtenbildung der Gesamtheit des („sandig-tonigen“) Untersilurs einerseits und der Gesamtheit der (vorwiegend kalkigen) obersilurisch-devonischen

<sup>55)</sup> E. Nowak, Geol. Untersuchungen im Südfügel des mittelböhm. Silur (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1914, bes. S. 242—252); ferner der schon erwähnte Literaturbericht<sup>47)</sup>.

Stufen anderseits. Dazu kommt das Vorhandensein der weichen Schiefer, welche die jüngste Schichtengruppe des Untersilurs bilden, und die dünnblättrige Beschaffenheit der meist ziemlich mächtigen, an der Basis des Obersilurs auftretenden Graptolithenschiefer, zwei Umstände, die dazu beigetragen haben mögen, daß es an dieser stratigraphischen Grenze verhältnismäßig leicht zur Ablösung der genannten beiden umfangreichen Schichtenreihen von einander und zur Entstehung von — wenigstens streckenweise — an die Schichtflächen sich haltenden Längsstörungen kommen konnte. (Vgl. oben S. 25 und Fußnote <sup>56</sup>.)

## 6. Diabas-Lagergänge.

Es wäre verlockend, die Beziehungen zwischen den tektonischen Vorgängen und den mannigfaltigen Erstarrungsgesteinen zu erörtern, die in den älteren paläozoischen und den vorkambrischen Ablagerungen Mittelböhmens auftreten. Nicht wenigen von diesen Vorkommnissen sind bereits eingehende Untersuchungen und Beschreibungen gewidmet worden. Wenn gegenüber der Gesamtheit der auftauchenden Fragen noch Zurückhaltung geboten ist, so können wir doch an einer derselben nicht stillschweigend vorübergehen: an der Frage der Beziehungen zu den zahlreichen Diabasergüssen des Faltengebirges.

Es sind hauptsächlich zwei Schichtengruppen durch das häufige Auftreten dieser Eruptivgesteine ausgezeichnet: die älteste Stufe  $d_1$  des Untersilurs und die älteste Stufe  $e_1$  des Obersilurs. In  $d_1$  ist es die Unterabteilung  $d_1\beta$ , die manchmal vorwiegend aus Diabasen zusammengesetzt ist. Sehr bekannt ist das Auftreten der Diabase im  $e_1$ , wo sie mit den Graptolithenschiefen ( $e_1\alpha$ ) auf das engste vergesellschaftet sind, so daß sie für die Stufe  $e_1$  als kennzeichnend angesehen wurden. Da sie überaus häufig lagerartig den Sedimenten eingeschaltet sind, wurden sie wie diese von den älteren Geologen zu dem ursprünglichen und wesentlichen Bestande der Stufe  $e_1$  gerechnet, und derselbe Vorgang wurde auch in bezug auf die kolonialen Einlagerungen von Diabasen eingehalten, da diese fast stets mit den Graptolithenschiefen in  $d_5$  erscheinen. Das war insofern berechtigt, als neben den lagerartigen Ergußgesteinen manchmal auch ihre Tuffe in den genannten Schichtengruppen auftreten. In  $d_1\beta$  spielen Diabastuffe sogar eine noch größere Rolle als die Diabase. Auch organische Reste finden sich in den Tuffen nicht selten, so daß über das Alter der zugehörigen Ströme oder Decken kein Zweifel bestehen kann <sup>56</sup>).

Seitdem man begonnen hat, die Kontakterscheinungen zu beachten, sind zahlreiche derartige Vorkommnisse an der Grenze der Graptolithenschiefer gegen die Diabase in Mittelböhmen festgestellt worden. Wo es nicht zur Ausbildung besonderer Kontaktgesteine kam, erscheinen die Graptolithenschiefer durch die Diabase wenigstens gehärtet und sie verlieren dabei zugleich ihre dünnblättrige Beschaffenheit, bzw.

<sup>56</sup>) Diabastuffe treten auch in  $e_2$  auf, dazu andere Sedimente, die zum Teil aus eruptiven, zum Teil aus organogenen kalkigen Bestandteilen und wohl erhaltenen Versteinerungen bestehen und daher zwischen Kalksteinen und Tuffen vermitteln.

ihre Spaltbarkeit. So stellt sich immer deutlicher heraus, daß die Mehrzahl jener lagerartigen Einschaltungen Lagergänge darstellen, wie denn auch Quergänge und stockförmige Körper von Diabas, die die Ablagerungen durchbrechen, lange bekannt sind. Dabei fehlen Ströme, Decken von Diabas in  $e_1$  keineswegs<sup>57a)</sup>. Andererseits sind auch aus jüngeren Schichten bis in die devonische Stufe  $g_2$  Ergüsse von Diabas bekannt<sup>57b)</sup>. Seemann erwähnt den im SO des Berges Damil gelegenen Diabasschlot, der die Stufe  $f_2$  durchbrochen und mächtige Tuffe gefördert hat, die oft große Stücke von  $f_2$ -Kalk enthalten. Daß viele in  $e_1$  vorkommende Diabasergüsse jünger sind als die Graptolithenschiefer, geht auch daraus hervor, daß sie oft zahlreiche gehärtete Stücke und kleine Schichtenpakete dieser Gesteine enthalten<sup>58)</sup>.

Das häufige Auftreten von Diabaslagergängen erstreckt sich auch auf den oberen Teil der Stufe  $d_5$ , deren Sandsteinbänke sie im Kontakt verändert haben (Nowak<sup>55)</sup>, Woldřich<sup>37)</sup>). Die Diabaslagergänge kennzeichnen daher die sehr bewegliche Gesteinszone, die zu beiden Seiten der stratigraphischen Grenze zwischen Unter- und Obersilur verläuft. Damit hängt ihr Vorkommen in den Kolonien zusammen, die, wie erwähnt, fast stets von Diabaslagergängen begleitet sind.

Das genaue Alter dieser Lagergänge läßt sich kaum mit Sicherheit ermitteln. Es mag sein, daß ihnen ebenfalls verschiedenes Alter zukommt. Wenn wir aber berücksichtigen, daß ihr häufiges Vorkommen sich an die große Schichtenablösungsfläche zwischen Unter- und Obersilur und an die von ihr abhängigen Längsbrüche hält, auf die auch die Kolonien zurückzuführen sind, so dürfte die Vermutung nicht leichtthin abzuweisen sein, daß dies auf einer ursächlichen Verknüpfung beruht. Hat noch Krejčí (und nach ihm Katzer) in den Diabaseruptionen die Ursache der Lagerungsstörungen (mit Einschluß der Faltung) vorausgesetzt, so können wir in den aus der Faltung hervorgehenden größeren Störungen die Ursache des Auftretens der Diabaslagergänge erblicken. Die nahe der Unter-Obersilurgrenze verlaufenden Längsbrüche brauchen deshalb nicht bis in bedeutende Tiefen zu reichen, aber sie müssen nach dieser Vorstellung mit tiefgehenden Störungen in Verbindung stehen.

Die ganze silurisch-devonische Schichtenfolge ist in einem einheitlichen marinen Ablagerungsgebiete<sup>59)</sup> entstanden, das eine weitaus

<sup>57a)</sup> Nach Seemann<sup>44)</sup> kommen solche in dem von ihm aufgenommenen Gebiete sogar häufiger vor als Lagergänge. In anderen Teilen des Faltengebirges dürfte das umgekehrte Verhältnis obwalten. Nowak<sup>55)</sup> und Woldřich<sup>37)</sup> erklären die weitaus meisten Diabaslager der Kolonien der Gegend von Trzëban für intrusiv.

<sup>57b)</sup> Krejčí, Erläuterungen<sup>1)</sup>, S. 65—66; Uebersicht<sup>2)</sup>, S. 74.

<sup>58)</sup> Ein von Prag leicht erreichbarer Punkt, an dem dies zu sehen, liegt in einem nördlichen (von Butowitz her kommenden) Seitentale des Prokopitales an dem nach S gegen das Dörfchen Nendorf (Nova ves) der Sp.-K. abfallenden steilen Diabasgehänge.

<sup>59)</sup> Den unzweckmäßigen Ausdruck Geosynklinale, der im ursprünglichen Dana'schen Sinne nicht tektonisch zu verstehen ist, aus dessen Wortsinn jedoch tektonische Vorstellungen hervorgegangen sind, wird man in diesem Falle um so sorgfältiger zu vermeiden haben, als die ganz unzulässige Beziehung zur „Silurmulde“ allzu nahe liegt.

größere Ausdehnung besessen hat, als der von der Abtragung noch verschonte Rest des alten Faltengebirges. Wir erkennen einen stratigraphischen Zyklus, der absteigend von den Flachseebildungen des Untersilurs bis zu den devonischen Radiolariengesteinen der Grenzzone  $g_3-H$  reicht. Von dem aufsteigenden Aste des Zyklus sind nur die Tonschiefer  $H$  erhalten, deren Zusammensetzung bereits auf Festlandsnähe hinweist<sup>60</sup>). Die Faltung dürfte sehr bald eine weitgehende Ablösung der gesamten jüngeren Schichtenreihe vom Untersilur bewirkt haben. (Vgl. oben S. 50 f.) So konnte es geschehen, daß, als an viel tiefer greifenden, das Untersilur und dessen Unterlage durchsetzenden Brüchen Eruptivgesteine empordrangen, diese auch in den Raum jener Ablösungsfläche sich verbreiteten, hier vielleicht in größerer Menge (als Lakkolithen) sich anhäuften und auch in die an jener stratigraphischen Grenze entstehenden Brüche eindrangten.

Die Zeit des Eindringens in jene Längsbruchspalten würde sich danach ein wenig genauer durch die Zeit des Faltungsvorganges bestimmen lassen, für den wir den Zeitraum Oberdevon-Unterkarbon zur Verfügung haben. Die mit den Pflanzenresten von  $h_1$  zusammen vorkommenden marinen Tierreste weisen auf unteres Mitteldevon hin<sup>61</sup>). Es könnte sein, daß in den höheren Teilen von  $H$ , die bisher keine organischen Reste geliefert haben, neben Ablagerungen des oberen Mitteldevon noch oberdevonische Bildungen enthalten sind. Auch wäre es möglich, daß im mittelböhmisches Ablagerungsgebiete in oberdevonischer Zeit noch Absätze entstanden sind, die als jüngste Bildungen schon während des Faltungsvorganges, beim ersten Aufsteigen aus dem Meere der Brandung oder früher subaerischer Abtragung zum Opfer gefallen sind. Es ist andererseits zu bedenken, daß die Faltung schon längere Zeit vor Abschluß der Sedimentbildung begonnen haben kann. Jedenfalls sehen wir in dieser Frage zu unsicher, um die Zeit der Faltung mit größerer Genauigkeit festzulegen.

Der im Vorstehenden entwickelten Vorstellung steht eine andere Anschauung gegenüber, zu der sich jedoch eine Vermittlung gewinnen lassen dürfte: Die Diabaslager sind in die noch horizontal liegenden Graptolithenschiefer eingedrungen und mit diesen der Faltung und Bruchbildung unterworfen worden. Diese Anschauung wird neuerlich von J. Woldrich (S. 21<sup>37</sup>) vertreten, der in den Diabasen „vielfach die indirekte Hauptursache der tektonischen Bildungsweise der Kolonien“ sieht. „Die mächtigeren Diabaskörper lagen wie feste, harte Platten zwischen den weichen Schiefen  $e_1$  und leisteten der Faltung oft bedeutenderen Widerstand als letztere, so daß es in ihrer Nähe zu Faltenzerreißen, zur Entstehung von Ueberschreibungen und Verwerfungen kam, durch welche wir heute die sog. Kolonien erklären.“ Hierin liegt

<sup>60</sup>) Immerhin zeigt der Erhaltungszustand der die untere Abteilung der Stufe  $H$  kennzeichnenden Landpflanzenreste, wie ich einer freundlichen mündlichen Mitteilung des Herrn Prof. Krasser entnehme, daß dieselben einen langen Transport durchgemacht haben. Dies steht in Uebereinstimmung mit dem reichlichen Vorkommen von Goniatiten und gewissen Bivalven in denselben Schichten, das nicht für eine Flachseeablagerung spricht. Erst das Auftreten von Sandsteinbänken in  $h_2$  zeigt wieder größere Landnähe an.

<sup>61</sup>) Jahn nach Holzapfel, Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1908, S. 79.

meines Erachtens ein sehr gesundes tektonisches Urteil, das durch die Erfahrung bestätigt wird. Es steht in voller Uebereinstimmung mit den oben niedergelegten Erörterungen. Ohne Zweifel müssen mächtige lagerartige Gesteinskörper von fester und harter Beschaffenheit sich dem Seitenschub gegenüber anders verhalten als die dünnblättrigen Graptolithenschiefer, die der Kleinfaltung sehr zugänglich sind, wogegen jene mehr geneigt sein werden, sich entlang von Brüchen zu verschieben.

Daß es Diabaslagergänge gibt, die mit den Graptolithenschiefern, in die sie eindringen, gefaltet worden sind, zeigen Woldřichs Beobachtungen (S. 11, 12, Fig. 2, 3). An einer Stelle bilden im Hangenden und Liegenden des kräftig gefalteten Diabaslagerganges die Graptolithenschiefer weit steilere Falten als der Gang. Danach mögen manche Lagergänge frühzeitig, vor oder bald nach Beginn des Faltungsvorganges in die Graptolithenschiefer eingedrungen sein.

Im allgemeinen finden wir jedoch in den Kolonien kein solches verschiedenes tektonisches Verhalten der beiden Gesteine, wie es uns sonst bei verschieden ausgebildeten Sedimentgesteinen häufig entgegentritt. (Vgl. oben S. 21 ff.) Die Arbeit Woldřichs bringt uns hierfür ebenfalls gute Beispiele. Sein Profil Fig. 2 auf S. 11 gibt außer den heftigen Faltungen — weiter in NW bei ruhiger Lagerung „kleinere Ueberschiebungen“ wieder, „welche hauptsächlich an die Nähe von Diabaslagergängen gebunden zu sein scheinen.“ Die beiden am weitesten gegen SO gelegenen Ueberschiebungen, bei denen unmittelbar an der Ueberschiebung und parallel zu ihr ein Lagergang auftritt, dem jeweils Graptolithenschiefer konkordant aufgelagert sind, scheinen mir die Regel darzustellen.

Man müßte sonach annehmen, daß die ganze Vergesellschaftung der beiden Gesteine, wie sie in den Kolonien vorliegt, den Gebirgsbewegungen gegenüber sich anders verhalten hat als die sonstigen Ablagerungen. Vielleicht kommen wir der Wahrheit am nächsten, wenn wir uns vorstellen, daß, wie teilweise die Tatsachen lehren, Eruptionen von Diabas wiederholt: vor, zu Beginn und während des Verlaufes der Gebirgsbildung sich ereigneten, daß aber ihr Eindringen in der Form von mächtigen Lagergängen insbesondere während der Bruchbildung, während der Ausbildung der Ueberschiebungen stattgefunden hat.

Durch die Annahme, daß viele Diabasvorkommen während des Faltungsvorganges emporgedrungen sind, ließen sich manche Erscheinungen leichter erklären. Es kommt vor, daß die kleinen Schichtenpakete von Graptolithenschiefer, die in den Diabasen eingeschlossen sind, heftig gefaltet sind. Soll man dem Empordringen heißflüssiger Gesteine außer einer zertrümmernden auch eine faltende Einwirkung auf die Absatzgesteine zuschreiben?<sup>62)</sup>

Eine sehr enge Wechselbeziehung zwischen der Faltung von Graptolithenschiefern und dem Auftreten von Diabas ließe sich aus einem kleinen Gesteinsvorkommen entnehmen, das vermutlich nur einen Rest eines durch Steinbruchbetrieb oder Straßenbau stark mitgenommenen größeren Vorkommens darstellt und wegen seiner Ver-

<sup>62)</sup> Noch neuestens tut letzteres E. Nowak (S. 237, 251<sup>55</sup>).

gänglichkeit hier festgehalten werden soll. Es liegt im Tale von Großkuchel, am Ausgange des ersten nördlichen Seitentales, in dem an beiden Gehängen die Uebergangsschichten  $e_1\beta$  in Steinbrüchen aufgeschlossen sind <sup>63)</sup>. Eine kleine Mulde von durch den Kontakt gehärteten Graptolithenschiefern, deren südlicher Flügel steil aufgerichtet ist, ist von Diabas unterlagert und von zwei Seiten umschlossen. In beiden in Taf. VIII (8), Abb. 2 und 3 wiedergegebenen Bildern, die einander ergänzen, ist die Schmalseite des Aufschlusses, die annähernd dem Querschnitte der kleinen Mulde entspricht, und zwar Abb. 2 (links) ungefähr von W, Abb. 3 (rechts) ungefähr von WSW aufgenommen, wobei zugleich in starker Verkürzung in Abb. 2 die linke (nördliche) Seite, in Abb. 3 die rechte Seite des Aufschlusses zu sehen ist, jene Seiten, die im Streichen der kleinen Mulde liegen. (Der Hammer befand sich bei beiden Aufnahmen in gleicher Lage an derselben Stelle.) Die beiden Gesteine scheinen aneinander vorüberbewegt zu sein; die teilweise aufgeschlossene Grenzfläche der linken Seite, von der in Abb. 2 einiges wenige zu sehen ist, macht den Eindruck einer im Streichen aufgeschlossenen Schleppung. Die Grenzfläche, an der, soweit sie aufgeschlossen ist, der Diabas nur mehr in Spuren haftet, besitzt die Färbung des Diabases. Dadurch wird an diesen Stellen die lineare Grenze zwischen den beiden Gesteinen undeutlicher. Um die letztere in den Bildern besser kenntlich zu machen, ist sie an vielen Punkten durch den Buchstaben  $\delta$  bezeichnet, der stets so angebracht ist, daß er nahe der Grenze, aber noch ganz im Diabas (an manchen Stellen in dem den Diabas verdeckenden Schutt) liegt; auf diese Art bleibt die Grenzlinie selbst unverletzt. Daß der Graptolithenschiefer nicht etwa einfach in einen Diabaslagergang eingefaltet ist, läßt sich deutlich erkennen. Auf beiden Längsseiten schneidet der Diabas die Lagen des Graptolithenschiefers schräg ab, so daß tiefere und höhere Lagen desselben mit dem Diabas unmittelbar in Berührung treten. Beide Gesteine sind von vielen Rutschstreifen durchzogen, die nach verschiedenen Richtungen, aber immer flach, öfter schichtenparallel verlaufen, letzteres dort, wo auch die Schichten flach gelagert sind.

Auf beiden Längsseiten finden sich in größerer Höhe — hiervon ist in den Aufnahmen nichts zu sehen — im Diabas noch kleine Schichtenpakete von Graptolithenschiefer, die nicht mit dem großen Vorkommen in Verbindung stehen. Auch dringt der Diabas an manchen Stellen in das zusammenhängende Vorkommen von Graptolithenschiefern ein. Oberhalb und bergseits des Vorkommens verläuft ein Fahrweg, der aus dem Großkuchler Tal in das nördliche Seitental hinaufführt. Auf der anderen Seite des Fahrweges läßt sich die Fortsetzung des

---

<sup>63)</sup> In dem auf der rechten (westlichen) Seite des Nebentales liegenden, noch im Betriebe befindlichen Steinbruch habe ich wiederholt schöne Rutschspiegel auf den Schichtflächen der sehr regelmäßig mit Schiefer wechsellagernden obersilurischen Kalkbänke beobachtet. Außerdem lassen sich auf die Schichten verquerenden Brüchen schichtenparallele Rutschstreifen feststellen. In demselben Steinbruch habe ich vor Jahren ein *Orthoceras* erworben, das dadurch bemerkenswert ist, daß es trotz sehr raschem Dickenwachstum über 1 m lang ist; es ist in der geolog. Sammlung der deutsch. techn. Hochschule aufgestellt.

beschriebenen Vorkommens im höheren Gehänge erkennen, indem hier Graptolithenschiefer, die teilweise gehärtet sind, mit Diabas wechsel-lagern bei sehr steiler Stellung der Schiefer. Hiernach scheint es sich bei dem abgebildeten Vorkommen nicht um ein großes, muldenförmig gebogenes Schichtenpaket von Graptolithenschiefer in Diabas, sondern um ein Auftreten des erstgenannten Gesteins zu handeln, das mit den nahe gelegenen ausgedehnten Vorkommnissen der Stufe *E* in engerem Verbands steht. Hierfür spricht auch, daß die Faltung des Graptolithenschiefers in der regelrechten Faltungsrichtung (SSO—NNW) erfolgt ist.

Der Diabas, der den Graptolithenschiefer gehärtet und des größten Teils seiner Spaltbarkeit beraubt hat, ist jünger als der letztere. Andererseits ist entlang den Grenzflächen der beiden Gesteine Bewegung unter Druck vor sich gegangen, wie sie sich sonst an Rutschflächen fester Gesteine abspielt. Ein eruptives und ein tektonisches Ereignis haben eingewirkt. Ob zwischen beiden Vorgängen ein sehr langer Zeitraum liegt oder nur ein solcher, der genügt hat, das Eruptivgestein zum Erstarren zu bringen, läßt sich aus dem einzelnen Vorkommen selbstverständlich nicht entnehmen. Aber dieses wie manche andere ordnen sich ein in die Vorstellung, daß die Faltung und die daraus hervorgehende Bruchbildung einerseits, die Diabasergüsse andererseits während eines längeren Zeitraumes Hand in Hand gingen, daß die entstehenden Brüche die Verbindung mit Tiefengebieten herstellten, in denen heißflüssige Gesteine vorhanden waren, wodurch diesen der Weg in die höher liegenden Gebiete eröffnet wurde.

Die in der Stufe *d*<sub>1</sub> vorkommenden Diabase sind bisher weniger bekannt geworden. Auch sie treten zum Teile als Lagergänge auf (Nowak, S. 236, 256<sup>55</sup>). Sollten sich solche hier ebenfalls in großer Zahl nachweisen lassen, so wäre ihr Vorkommen nahe der Basis des Untersilurs tektonisch leicht erklärlich, da schichtenparallele Verschiebungen an dieser stratigraphischen Grenze von gleich großer Bedeutung sind.

Es ist oben vorausgesetzt worden, daß die Diabasergüsse auch das Liegende des Silurs durchbrochen haben. Tatsächlich kennt man Diabasgänge aus dem Kambrium und in großer Zahl aus den vorkambri-schen Gesteinen. Kettner hat in einer geologischen Karte des südlichen Moldaugebietes<sup>64</sup>) nur die wichtigsten von ihm beobachteten Diabasgänge verzeichnet, die in der Regel die Richtung NNO—SSW einhalten. Ihm ist die Beobachtung zu danken, daß in der Gegend von Davle die Porphyrlagergänge von Diabas durchbrochen werden. Die von Kettner im Präkambrium des genannten Gebietes fest-gestellten Porphyrlagergänge, die eine ansehnliche Länge und Mächtigkeit erreichen, bieten ein schönes Seitenstück zu den an der Unter-Obersilur-Grenze auftretenden Diabaslagergängen. Gegen die Deutung der Porphyrlagergänge als lakkolithenartige Ergüsse ist nichts einzu-

<sup>64</sup>) R. Kettner, Ueb. lakkolithenartige Intrusionen der Porphyre zw. Mnišek und der Moldau. (Résumé des böhm. Textes.) Bull. intern. Ac. d. Sc. de Bohême, XIX, 1914, S. 1—26.

wenden. Ueber ihr Alter urteilt der Verfasser vorsichtig. Nach der zweiten von ihm aufgestellten „Möglichkeit“, die er für wahrscheinlich hält, wäre ihre Intrusion „die Einleitung zu dem ungeheuren und lange andauernden paläozoischen Faltungs- und Eruptionsprozesse“ (S. 25). Wenn nun K. (S. 19) für diesen Fall ihr Eindringen an das Ende des Mitteldevons oder den Beginn des Oberdevons stellt, so ist dabei zu beachten, daß es auch zweifellos ältere, nämlich silurische Diabasergüsse gibt. Sollte sich durch fortgesetzte Beobachtungen herausstellen, daß die Porphyre allgemein älter sind als die Diabase, so würde dadurch die oben entwickelte Vorstellung von dem verhältnismäßig jugendlichen Alter der Diabaslagergänge bekräftigt werden <sup>65)</sup>.

### 7. Symmetrischer Bau.

Das mittelböhmisches Faltengebirge — so können wir die sogenannte Silurmulde, diesen Rest eines ehemals viel ausgedehnteren echten Faltengebirges mit Recht nennen — zeigt einen ausgesprochen symmetrischen Bau. Wenn die im Vorstehenden entwickelte Anschauung richtig ist, dann sind in jedem der beiden Teilgebiete neben aufrechten zahlreiche geneigte und liegende Falten vorhanden, aus denen Ueberschiebungen hervorgehen, und von den großen streichenden Brüchen, die für den Bau des ganzen Gebietes von besonderer Bedeutung sind, sind mindestens die wichtigsten ebenfalls als Faltungsüberschiebungen anzusehen. In dem nördlichen (nordwestlichen) Teilgebiete, in dem das Schichtenfallen vorwiegend in südlichen Richtungen (SO, SSO) erfolgt, sind die geneigten Falten gegen S (SO) geneigt, die überstürzten Schenkel derselben sind nach N (NW) überstürzt und die überschiebenden Bewegungen sind nach N (NW) gerichtet. Umgekehrt sind in dem südlichen (südöstlichen) Teilgebiete, das durch vorherrschendes Nordfallen (NW, NNW) gekennzeichnet ist, die schiefen Falten gegen N (NW) geneigt, die überstürzten Schenkel nach S (SO) überstürzt und die Ueberschiebungen nach S (SO) gerichtet.

Aus dem nördlichen Teilgebiete wäre von wichtigeren Ueberschiebungen die oft erwähnte Prager Bruchlinie, die die beiden großen Untersilurzüge scheidet, neuerdings hervorzuheben. Ferner gehören hierher die im Untersilur verlaufenden Ueberschiebungen, die J. Woldřich <sup>66)</sup> im Gebiete des Scharkatales nahe der Grenze gegen die vorkambrischen Gesteine erkannt hat. Auch die Bruchlinie von Skrej, die im NW, außerhalb des eigentlichen Silurgebietes die südöstliche Grenze der bekannten Zone von kambrischen Gesteinen bildet, gehört wohl trotz dagegenstehenden Meinungen in

<sup>65)</sup> Auch den großen und mächtigen Pürglitz-Rokyztaner Porphyrgyz, der sich mit seinem nordöstlichen Streichen in den Bau des mittelböhmisches Faltengebirges einreicht, pflegt man für verhältnismäßig jung anzusehen. Das gleiche gilt bekanntlich für die mittelböhmisches Granitmasse. Von neueren Arbeiten über diesen Gegenstand wären u. a. jene von H. L. Barviř, J. J. Jahn <sup>14)</sup>, A. Rosival und F. Slavik zu vergleichen. Zuletzt hat sich über die letzterwähnte Frage R. Kettner (S. 18 ff <sup>64)</sup>) ausgesprochen, der a. a. O. auch Anschauungen K. Hinterlechners hierüber mitgeteilt hat.

die Reihe der aus der Faltung hervorgehenden Störungen. Bei allen ist die Bewegung ungefähr gegen NW gerichtet.

Aus dem südlichen Teilgebiete ist zunächst die im Kalkgebirge verlaufende Bruchlinie von Koda-Srbsko zu nennen, weiter im NO der ebenfalls wichtige, wenngleich kurze Braniker Bruch. Im vorwiegend untersilurischen Gebirge verlaufen die von E. Nowak aus dem Brdywald beschriebenen Ueberschiebungen<sup>65)</sup>. Die altbekannte Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft ist nur ein Beispiel für eine Reihe mit dieser ungefähr parallel verlaufender Ueberschiebungen. Bei allen diesen ist die Bewegung annähernd gegen SO gerichtet. Die dem Kalkgebiete angehörige Längsstörung, welche die Konjepruser Devonscholle im N und NO begrenzt, ist gleichfalls aus der Faltung hervorgegangen. Sie weicht in ihrem dem Bau jenes verhältnismäßig kleinen Gebietsteiles entsprechenden Streichen, das vorwiegend in nordwestlicher Richtung verläuft, weit ab von den übrigen Längsbrüchen; die Bewegung ist auch hier annähernd südwärts, vorherrschend gegen SW gerichtet.

Ausnahmen von der oben ausgesprochenen Regel fehlen nicht. Am Barrandefelsen, der dem südlichen Teilgebiete angehört und dessen obersilurische Schichten in zahlreiche enge Falten gelegt sind, sind in den einzelnen Gewölben die nördlichen Schenkel steiler aufgerichtet als die südlichen und in seltenen Fällen führt diese Steilstellung sogar zur Ueberstürzung in nördlicher Richtung (Taf. I [1], Abb. 1). Dieser Bau beruht auf der Zusammenschiebung, die eine verhältnismäßig geringmächtige Obersilurzone zwischen ruhiger gelagerter Schichtengruppen für sich betroffen hat. (S. 21 f.) Die Ueberschiebung, die oben vom Slichower Hügel beschrieben wurde und zum nördlichen Teilgebiete gehört, könnte nach der Neigung der Bruch- und Auflagerungsflächen, besonders wenn die Schleppungserscheinungen nicht beachtet werden, als gegen SW gerichtet angesehen werden. (S. 43, Taf. VIII [8], Abb. 1.) Beide Unregelmäßigkeiten liegen nahe der Mitte des ganzen Gebietes und ändern nichts an dem im Großen erkennbaren Baue.

An dem Ergebnis wäre nichts Auffallendes, wenn es nicht der vielfach als gültig angesehenen Lehre vom einseitigen Bau der Kettengebirge widerspräche. E. Suess ist bekanntlich so weit gegangen, dieser Lehrmeinung zuliebe den Hauptteil der Südalpen von den Alpen abzutrennen, mit den dinarischen Gebirgszügen zu den „Dinariden“ zu vereinigen und diesen „asiatische Abkunft“ zuzuschreiben<sup>66a)</sup>. Wer sich durch mystische Ausdrucksweise nicht gefangen nehmen läßt, wird sich hierunter nichts anderes vorstellen, als daß nach jener Anschauung in Asien südwärts, in Europa nordwärts gerichtete Bewegung die Regel ist, daß sonach einige Gebietsteile Südeuropas nach asiatischer Regel gebaut sind<sup>66b)</sup>. Wie es sich mit diesem Baue bei unbefangener

<sup>65a)</sup> „Asien dringt aber nicht nur in Gestalt großer Faltenzüge nach Europa. Manche Gründe sprechen dafür, daß auch gewisse lange, gegen WNW bis NW streichende Bruchlinien (Karpinsky'sche Linien) asiatischer Abkunft seien.“ (E. Suess, Antlitz III, 2, 1909, S. 7.)

<sup>66b)</sup> Daß Suess selbst mehr als dies im Sinne gehabt hat, dürfte aus einer, wenn auch negativen Bemerkung hervorgehen, die sich auf die das nordöstliche

Betrachtung verhält, wie der Zusammenhang der dinarischen Gebirgszüge mit den Südalpen und der Alpenbau in jener Hinsicht zu beurteilen sind, haben neuerlich die im besten Sinne gegenständlichen Ausführungen Kossmats erkennen lassen<sup>67)</sup>.

Für unsere Erörterungen sind u. a. die Hinweise auf den Bau zweier Gebirgsgruppen der Südalpen, der Steiner und der Julischen Alpen wichtig, in denen nach den gleich wertvollen Untersuchungen Tellers und Kossmats auf der Südabdachung südwärts, auf der Nordabdachung nordwärts gerichtete Bewegungen festgestellt sind. Gegenüber der Anschauung der Deckentheoretiker, die darin zwei ursächlich und zeitlich verschiedene Bewegungen erblicken wollen, deren eine dem fast allgemein vorausgesetzten Nordschub der Alpen entspricht, während die andere auf ein nachträgliches Zurückgleiten der „Dinariden“ zurückgeführt wird, weist Kossmat nach, daß die beiden Bewegungsarten sich in keiner Weise sondern lassen. Die enge „tektonische Verwandtschaft“ derselben ist aus dem Bau der Julischen Alpen deutlich zu erkennen<sup>68)</sup>. Die Nordüberschiebungen sind für bestimmte Zonen kennzeichnend, nicht für eine bestimmte Zeit und haben sich noch in den jüngsten Abschnitten der Gebirgsbildung wiederholt<sup>69)</sup>.

Kossmat ist geneigt, den Bau der östlichen Südalpen, in denen „den großen Ueberschiebungen gegen die Außenzonen andere gegenüberstehen, welche gegen die Innenregion der Alpen gerichtet sind“, mit dem Fächerbau zu vergleichen — dies geschieht meines Erachtens in bezug auf die wesentliche tektonische Erscheinung mit voller Berechtigung —, erklärt aber diese Bezeichnung als nicht ganz zutreffend, weil sich der Uebergang beider Bewegungsrichtungen nicht in einer steil gestellten mittleren Zone, sondern im flach gelagerten, von Schuppen und Brüchen durchschnittenen Kalkplateau vollzieht, das teilweise muldenähnliche Anlage zeigt. (S. 126, 152.) Der Bau des mittelböhmisches Faltengebirges, in dessen Innern die

---

Randgebirge Böhmens begleitenden Brüche bezieht: „Sie können nicht irgend einer plötzlich von Asien kommenden Einwirkung zugeschrieben werden, denn sie sind von verschiedenem Alter“. (Antlitz III, 2, S. 39.) Auch hier hätte es sich darum gehandelt, südwärts gerichtete Bewegung auf eine weit außerhalb Europas liegende Ursache zurückzuführen.

<sup>67)</sup> F. Kossmat, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mittlgn. Geol. Ges. Wien, VI, 1913, S. 61—165.

<sup>68)</sup> „Wenn wir die tektonische Grenzfläche der Trentagruppe aus der Belipotok-Ueberschiebung ohne jede Zersplitterung oder Ueberkreuzung in die Mojstrakablattfläche und aus der letzteren wieder in die südgerichtete große Krn-Ueberschiebung verfolgen können, wenn wir an den Triglavseen in einem geschlossenen Bogen aus der südlich einfallenden Schubfläche in eine östlich und schließlich nördlich fallende gelangen, dann gehören diese Linien strukturell zusammen.“ (A. a. O., S. 113.)

<sup>69)</sup> Nach den Untersuchungen Teller's ist in der Koschutazone „dort, wo das Neogen noch in den Bau eintritt, nämlich in ihrer Fortsetzung gegen den Wotsch, noch das Sarmatische gefaltet und fällt an seiner Südgrenze in einer langen Linie verkehrt unter die Leithakalke ein, während in den südlich folgenden Falten des Save-systems das entgegengesetzte Verhalten herrscht. Man sieht also, daß auch zur Zeit der jüngeren Bewegungen Nord- und Südfaltungen in den östlichen Südalpen nebeneinander existierten, wobei die ersteren charakteristisch für die inneren Zonen sind.“

Schichten durch die Faltung ebenfalls aufgerichtet sind, hier nicht selten (Prokopital) sogar besonders steile Stellungen annehmen, wird dadurch dem Fächerbau ähnlicher. Wenn wir aber, wie in Mittelböhmen, so in jenen alpinen Gebirgsgruppen von einem symmetrischen Bau sprechen, so gebrauchen wir zwar einen in einem großen Kreise verpönten Ausdruck, der zufällig auch den in den theoretischen Anschauungen bestehenden Gegensatz hervorhebt, der aber kaum durch einen anderen ebenso bezeichnenden und sachgemäßen zu ersetzen ist. Wir sind daher nur ehrlich, indem wir das Kind beim rechten Namen nennen.

Kossma<sup>t</sup> verfolgt die Baulinien der Südalpen auch in die Zentralalpen<sup>70)</sup>, erkennt, daß die „gegen die Poebene und Adria gerichteten Faltenbewegungen nicht haltmachen an der sogenannten Dinaridengrenze, sondern daß sie auch sicher alpine Zonen noch in großem Stil betroffen haben“, und wirft schließlich die Frage auf, ob nicht die nördlichen Kalkalpen und die Grauwackenzone Ähnliches wie die Südalpen zeigen, „ob sich nicht tektonische Annäherungen nord- und zentralalpiner Faziesentwicklungen durch südgerichtete Ueberschiebungen nachweisen lassen. Die Strukturtypen der nordalpinen Kalkplateaus unterscheiden sich in nichts von jenen der Julischen und Steiner Alpen, die Ueberschiebungen an ihrem südlichen Schichtenkopf gleichen ganz merkwürdig jenen an den Nordabdachungen der letztgenannten Gebirge“. (S. 152.)

In der Tat ist der Bau eines nicht unansehnlichen Teiles der nördlichen Kalkzone der Ostalpen, namentlich jener der Salzburger Kalkstöcke durch herrschendes Nordfallen und südlich gerichtete Bewegungen gekennzeichnet. Solchen Bau sieht heute, so klar er (wenigstens zum Teile) schon lange zutage tritt, allerdings nur derjenige, der sich für alpine Dinge einen wirklich unbefangenen Blick bewahrt hat, und der, dem es gelungen ist, sich von den einander so vielfach widerstrebenden Ergebnissen älterer, neuerer und neuester Deckenkonstruktionen zu befreien. Dem zuerst am Südrande des Tennengebirges von Bittner erkannten Schuppenbau, der auf mehrfacher Wiederholung einer Reihe älterer Triasglieder durch südlich gerichtete Ueberschiebungen beruht, gesellen sich entsprechende Beobachtungen an anderen Orten. Hahn, dem wir im übrigen hier nicht folgen wollen, hat diese Erfahrungen zusammengestellt und weitere mitgeteilt<sup>71)</sup>. Im Norden des Tennengebirges finden wir, wie gleichfalls Bittner gezeigt hat, ältere Trias, u. zw. Guttensteiner Kalk, im Hangenden des nach NNO einfallenden und zunächst von Lias überlagerten Dachsteinkalkes, ein Vorkommen, das wieder auf südgerichtete Ueberschiebung hinweist, und auch die in der Gegend von Golling weiter folgenden schmalen Gebirgsstreifen, von denen jeder aus einer anderen Schichtengruppe

<sup>70)</sup> A. a. O. IV. Periadriatische Konturen in den östlichen Zentralalpen. S. 133—153.

<sup>71)</sup> F. Felix Hahn, Grundzüge des Baues der nördl. Kalkalpen zw. Inn und Enns, I. u. II. Mtlgn. Geol. Ges. Wien, VI, 1913 (S. 238—357, 374—501), bes. S. 285—317.

besteht, wird man am sichersten als durch steile Ueberschiebungsflächen getrennte Schuppen deuten.

Nordwärts gerichtete Bewegungen sollen nach der erwähnten Lehrmeinung den Bau nicht nur der geologisch jungen, sondern auch der alten Gebirge unseres Erdteils kennzeichnen. Da ist es nun wohl nicht bedeutungslos, daß „im Herzen Europas“ ein Teil eines unterkarbonischen (oder vielleicht schon oberdevouischen) Faltengebirges erhalten ist, der ausgesprochen zweiseitig symmetrischen Bau aufweist, dessen Schichtengruppen einerseits nach NW, anderseits gegen SO bewegt sind, in dem also auch südwärts gerichteter Schub festgestellt ist. Und dieses Gebirge ist, wenn wir von der vorkambriischen Schichtenreihe absehen, die schon eine noch ältere Gebirgsbewegung durchgemacht hat, sowohl stratigraphisch als tektonisch völlig einheitlich aufgebaut.

Die sehr erheblichen Faziesverschiedenheiten fallen im allgemeinen mit Altersunterschieden zusammen, sie ergeben in der Hauptsache ein Nacheinander, kein Nebeneinander. Sie entsprechen einer im Laufe der geologischen Zeiträume (mithin allmählig) im ganzen Gebiete eingetretenen Aenderung der Absatzbedingungen. Es ist schon (S. 53) darauf hingewiesen worden, daß wir von den Flachseebildungen des Untersilurs bis zu den küstenfernen Tiefseeablagerungen des Mitteldevons einen stratigraphischen Zyklus feststellen können<sup>73)</sup>. Wir haben es mit einem durchaus einheitlichen Ablagerungsgebiete zu tun.

<sup>73)</sup> Hierzu noch einige flüchtige Bemerkungen. Die durch eine überaus reiche Fauna ausgezeichneten obersilurischen  $e_3$ -Kalke mit ihren dickschaligen Cephalopoden und sonstigen Mollusken sind noch als Ablagerungen verhältnismäßig geringer Tiefe anzusehen. Aber schon die noch zum Obersilur gerechneten dunklen  $f_1$ -Kalke (Tentaculiten, Spongien) bilden einen faziellen Uebergang zu den pelagischen und in tieferem Wasser abgesetzten Devonkalken. Die typischen ungeschichteten oder undeutlich in mächtige Bänke gegliederten weißen  $f_2$ -Kalke von Konjepsrus sind zwar eine Ablagerung geringer Tiefen, aber von einer Reinheit des Sediments, die sie zu verschiedener technischer Verwendung geeignet macht und auf dem völligen Mangel terrigener Beimengungen beruht. Mit dieser ausgesprochen pelagischen Bildung wechsellagern die dünnschichtigen rötlichen und roten Kalke von Mjenjan, die wie die roten Ausbildungsweisen der Stufe  $G$  mit den entsprechenden auf mittlere, d. i. beträchtliche Meerestiefen weisenden mesozoischen Faziesbildungen der Alpen und anderer südlich gelegenen jungen Kettengebirge auf das engste verwandt sind. Selbst die tonige Einschaltung der Tentaculitenschiefer  $g_3$  ist, wie schon das häufige Vorkommen von Tiefseekorallen lehrt, keine Seichtwasserablagerung. Dagegen scheinen in den hellgrauen Knollenkalken Schwankungen vorgekommen zu sein; die auffallendste ist durch das Auftreten von Riffkorallen in einem Teile von  $g_3$  gekennzeichnet. Der Uebergang der Goniatiten-Knollenkalke  $g_3$  durch Radiolariengesteine in die unterste Abteilung der Stufe  $H$  ist oben (S. 36) erwähnt worden. Gegenüber dem langen absteigenden Aste ist der aufsteigende Ast des Zyklus im Hangenden der abyssischen Ablagerung der Radiolariengesteine nur zu einem kleinen Teile durch die Stufe  $H$  mit ihren terrigenen Sedimenten vertreten, deren untere Abteilung ( $h_1$ ) noch in tieferem Meere und einiger Entfernung von der Küste (Mündungsgebiet eines Stromes) abgesetzt zu sein scheint. (S. 53 und 60).

Wie in den Ostalpen die aus den Radiolariengesteinen des mittleren Jura erkennbare größte Meerestiefe zeitlich zusammenfällt mit der in anderen Gegenden nachgewiesenen mitteljurasischen Transgression, so entspricht auch das Auftreten der (hier nur geringmächtigen) Radiolariengesteine Mittelböhmens der in weit entfernten Gebieten festgestellten mitteldevonischen Transgression. Daraus ist ersicht-

Ebenso einheitlich erscheint der tektonische Bau. Es ist nicht der geringste Anhaltspunkt gegeben, um für das nördliche Teilgebiet einen anderen gebirgsbildenden Vorgang anzunehmen als für das südliche und die Entstehung der in entgegengesetzten Richtungen bewegten Gebirgsteile in verschiedene Zeitabschnitte zu verlegen. Alles spricht dafür, nichts dagegen, daß die beiden Gebirgsteile, die voneinander keineswegs scharf abgegrenzt sind, einem und demselben großen Faltungsvorgang, einem und demselben gebirgsbildenden Zusammenschub der Schichtengruppen, aus denen sie aufgebaut sind, ihr Dasein verdanken. Ein Blick auf die Karte Seemanns<sup>44)</sup> belehrt uns, daß am südwestlichen Ende des obersilurisch-devonischen Kalkgebietes die jüngste untersilurische Zone  $d_5$ , die jenes rings umgrenzt, einen Muldenschluß bildet, wobei das im NW herrschende SO-Fallen ganz allmählig durch die Fallrichtungen O, NO, NNO, N und NNW in das NW-Fallen der SO-Seite des Gebietes übergeht. (S. 75 a. a. O.<sup>73)</sup>). Schwieriger ist der Zusammenhang der tieferen Untersilurstufen des nördlichen und des südlichen Teilgebietes noch weiter in SW zu überblicken, aber er ist vorhanden und die Art des Zusammenhanges ist augenscheinlich durch die Längsbrüche stark beeinflusst. Niemand hat bisher an solchem Zusammenhang gezweifelt, und man hätte wohl nicht so lange und bis in neue Zeit an dem Schema der „Silurmulde“ festgehalten, wenn nicht aus dem Ganzen ein einheitlicher Bauplan deutlich hervorträte.

Daß jüngere Gebirgsbewegungen in der böhmischen Masse in südlichen Richtungen vor sich gegangen sind, ist lange bekannt. Nicht nur am Elbbruch (der Lausitzer Verwerfung), weithin an der Südwestseite des nordöstlichen Randgebirges sind nach SW gerichtete überfaltende und überschiebende Bewegungen vor sich gegangen. Wenn E. Suess diese Erscheinungen zuerst auf „Rückfaltung“ zurückführt, während er sich später mit dem Ausdruck „Ueberfaltung“ begnügt<sup>74)</sup>, so wird derjenige, der sehen will, sich hierdurch nicht beirren lassen; ein Name ändert, wenn er auch zur Aufstellung und Hervorhebung einer besonderen Ursache dient, nichts an der Tatsache,

---

lich, daß diese Veränderungen nicht bewirkt wurden durch örtlich beschränkte Ereignisse; jene müssen vielmehr, mögen sie nun auf Bodensenkungen oder auf ein von anderen Ursachen abhängiges Ansteigen des Meeresspiegels zurückzuführen sein, gleichmäßig auf ausgedehnte Gebiete sich erstreckt haben.

<sup>73)</sup> Daß  $d_5$  außerdem infolge von Faltung und Ueberschiebung in langen Zungen in das Obersilur eingreift, zeigt, daß trotzdem ein verwickelterer Bau vorliegt.

<sup>74)</sup> E. Suess, Antlitz I, 1885, S. 181. „Wird ein gefaltetes Gebirge von einem Längsbruch durchschnitten und sinkt an demselben der innere Flügel zur Tiefe, so zeigt sich nicht selten in dem Gebirge das Bestreben, in einer der normalen Faltung ganz entgegengesetzten Richtung den Bruch zu überfalten, wodurch an demselben nicht nur Aufrichtung, sondern auch Einklemmung und Ueberstürzung der Schichten entstehen mag. Diese Erscheinung nennen wir Rückfaltung.“ — Antlitz III, 2, 1909, S. 37, Elbbruch: „Die verkehrte Folge: Kreide, Jura, Granit zeigt in der Tat Ueberfaltung gegen SW an. Der Ausdruck Rückfaltung wurde hier für diese Dislokation gebraucht. . . Er entspricht nicht der Sachlage und ist der Gegenwirkung von Vorfaltung (z. B. im Innern der asiatischen Scheitel) vorzubehalten.“ Dasselbe, S. 717: „Rückfaltung hat sich in dem asiatischen Bau als ein Ueberschub an Volum in den oberen Zonen der Erde ergeben.“ Vgl. auch die S. 68 in der Fußnote<sup>66)</sup> angef. Stelle.

daß sich hier (wie auch anderwärts in dem genannten Gebiete) für den Gebirgsbau maßgebende Bewegungen in südlichen Richtungen abgespielt haben.

Die Frage nach der Richtung der gebirgsbildenden Bewegungen gehört meines Erachtens zu jenen, denen man zu große Bedeutung beigemessen hat. Ausschlaggebende Bedeutung besitzt sie nur für Anhänger der Lehre vom einseitigen Bau der Kettengebirge. Immer deutlicher erweist sich gerade aus der fortschreitenden Kenntnis des Alpenbaues, daß faltende und überschiebende Bewegungen nicht nur in der quer auf das Hauptstreichen des Gebirges verlaufenden und in der entgegengesetzten Richtung, sondern auch in von jenen stark abweichenden Richtungen bis zu einer mit dem Hauptstreichen zusammenfallenden Richtung vorkommen und für den Gebirgsbau von Bedeutung sind <sup>75)</sup>.

Daß steil aufgerichtete Falten bei fortdauerndem Zusammenschub der tieferen Gebirgsteile schließlich nach jener Seite sich überlegen werden, auf der der geringere Widerstand vorhanden ist, ist schon wiederholt gesagt worden <sup>76)</sup>. Für unbedingte Anhänger der Lehre vom einseitigen Schub bildet der Fächerbau wie der symmetrische Bau im allgemeinen kein Hindernis, die Anschauung festzuhalten. Man beruft sich jetzt gern auf einen schönen und lehrreichen Querschnitt, den Kilian aus den Westalpen gegeben hat <sup>77)</sup>, und erklärt den „Faltenfächer“ ähnlich, wie das auch rücksichtlich des eigentlichen Fächerbaues zu geschehen pflegt, indem man sagt, das Gebirge sei

<sup>75)</sup> Man pflegt die im Streichen des Gebirges erfolgenden Bewegungen als Quer- oder Transversalbewegungen schlechthin zu bezeichnen und gibt damit für der Sache fernerstehende Veranlassung zu Mißverständnissen, da man in sonstigen tektonischen Bezeichnungen das Wort quer auf das Streichen der Schichten und Falten bezieht. In diesem Sinne sind die gewöhnlichen Bewegungen Querbewegungen, wie man ja auch von Querbrüchen usw. spricht. Vielleicht würde man besser tun, in diesem Falle auf eine kurze Bezeichnung zu verzichten und von Bewegungen im Hauptstreichen u. dgl. zu sprechen.

<sup>76)</sup> Nicht immer dürfte diese Vorstellung der Wirklichkeit entsprechen. In Gebieten mit vorherrschend flacher Lagerung scheint es zumeist gar nicht zu steiler Aufrichtung des ganzen Faltenkörpers gekommen zu sein; es bildeten sich liegende Falten durch Aufrichtung eines (des später überkippten) Schenkels, wobei dieser häufig sehr kurz blieb, so daß Faltungüberschiebungen hier sich aus verhältnismäßig kleinen Knickungen der Schichtengruppen zu entwickeln pflegen. Man sollte darum nicht allgemein vom „Ueberlegen“ oder „Ueberschlagen“ der Falten sprechen oder bei dem Gebrauch dieser allerdings sehr bequemen Bezeichnungen sich bewußt bleiben, daß dies eine figürliche Ausdrucksweise ist, da die Schiefstellung der „übergelegten“ Falten nicht auf einer sekundären Erscheinung zu beruhen braucht, die die bereits fertigen aufrechten Falten betroffen hat, sondern unmittelbar aus der ursprünglichen Anlage der Falten hervorgehen kann. Nur der überstürzte Schenkel solcher Falten muß, so kurz er sein und so rasch diese Bewegung sich vollzogen haben mag, eine Aufrichtung aus flacher Lagerung erfahren haben und durch die Vertikalstellung bis zur Ueberkipfung hindurchgegangen sein. Nur bei dem überstürzten Schenkel ist der Ausdruck daher unter allen Umständen zutreffend, wenn wir sagen, er sei nach einer bestimmten Richtung „übergelegt.“ [Einschlägiges in dem in Note 26 angef. Vortrage, S. 222 und Fußnote 2.] — Ein Lehrbuch sollte nicht den sprachlich unrichtigen Ausdruck „überlegt“ statt „übergelegt“ gebrauchen.

<sup>77)</sup> W. Kilian, Apençu sommaire de la géol. . . . des Alpes dauphinoises. Der Querschnitt ist wiedergegeben in O. Wilckens, Grundzüge der tekton. Geol., Jena 1912, S. 14 und in A. Tornquist, Geologie I, Leipzig 1916, S. 283.

in der Tiefe noch stärker zusammengeschoben worden und die emporsteigenden Falten haben sich oben nach beiden Seiten übergelegt. Man kann aber in vielen anderen Fällen und selbst bei unsymmetrischem Bau die Falten in Luftsätteln nach oben ergänzen und schließen, daß in der Tiefe der Zusammenschub viel weiter gegangen ist, oder daß — bei unsymmetrischem Bau — in der Tiefe einseitiger Schub das Gebirge in entgegengesetzter Richtung bewegt hat (entgegen jener Richtung, in der die Falten oben übergelegt sind):

Hinsichtlich der obigen Erklärung wollen wir davon absehen, daß die Gewölbe, die heute zu unserer Beobachtung gelangen, beim Aufsteigen nicht frei emporragen konnten. Die gegen die Tiefe konvergierenden Linien, die wir bei symmetrischem Bau in Querschnitten entlang den Falten und Ueberschiebungen ziehen können, entsprechen wirklichen Bewegungsflächen. An ihnen haben sich Gebirgsstücke nach aufwärts und zugleich nach auswärts (vom Innern des Gebirges gegen außen) bewegt. Das gehört zu den wenigen wirklichen Erkenntnissen, die wir über den Gegenstand besitzen. Vergessen wir nicht, daß alles Weitere zumeist schon Theorie ist. Schon wenn wir statt von Vorgängen von einer gebirgsbildenden Kraft sprechen, ist das eine Abstraktion, die schon manches Unheil angerichtet hat.

Gewiß: wir dürfen mit Recht schließen, daß jene mehr oder minder steilen Bewegungsflächen aus seitlichem Zusammenschub hervorgegangen sind. Wir können den Zusammenschub in größere Tiefe verlegen und uns vorstellen, daß an jenen Bewegungsflächen die Gesteine dem in der Tiefe vor sich gehenden annähernd horizontalen Zusammenschub nach auf- und auswärts ausgewichen sind. Schon die Faltenbildung können wir als ein solches Ausweichen auffassen. Je steiler die Schichten eines Gewölbes aufgerichtet sind, je stärker es in der Tiefe zusammengedrückt erscheint, desto klarer mag uns jene Anschauung werden. Tatsächlich gehen ja entlang den Schichtflächen der Falten quer zu den Faltenachsen Bewegungen vor sich. (Vgl. oben S. 20).

In zahllosen Gebirgsquerschnitten, die nur aufrechte Falten zeigen, vermögen wir zwar eine Richtung des Zusammenschubes, z. B. eine meridionale Richtung zu erkennen; wir sind aber nicht in der Lage zu beurteilen, ob es ein einseitiger oder zweiseitiger Schub war und noch viel weniger, ob — die Einseitigkeit des Schubes vorausgesetzt — dieser in nördlicher oder in südlicher Richtung vor sich gegangen ist. Erst wenn ein Schenkel einer Falte überstürzt ist, oder wenn sich aus einer derartigen Falte eine Ueberschiebung entwickelt hat, vermögen wir einseitig bestimmte gerichtete Bewegung zu erkennen <sup>76)</sup>.

<sup>76)</sup> Auch hier handelt es sich um relative Bewegungsrichtungen. Wenn wir sagen, eine Falte sei nach einer Richtung übergelegt, — u. zw. gerade in dem Sinne, der eine nachträgliche Umlegung einer steilen aufrechten Falte voraussetzt —, so könnte es auch sein, daß ihr tieferer Teil (bei Zurückbleiben des höheren) sich nach entgegengesetzter Richtung bewegt hat. Wenn wir an einer ausgesprochenen Bewegungsfläche (Rutschfläche), z. B. an einer Ueberschiebungsfläche einseitig bestimmte gerichtete Bewegung des angrenzenden Gesteins festzustellen in der Lage sind, so kann der auf der anderen Seite der Bewegungsfläche liegende Gesteinskörper sich ebensogut in entgegengesetzter Richtung bewegt haben oder es können Bewegungen nach beiden Richtungen vorgekommen sein. Ueberschiebung und Unterschiebung sind für unser Erkennen dasselbe.

Aber der Schluß gilt nur für durch derartige tektonische Erscheinungen von einseitig bestimmter Richtung gekennzeichnete Gebiete. Nichts berechtigt uns vor allem, ihn auf Bewegungen in unbekanntem Tiefen zu beziehen.

So kann nun ein hartnäckiger Vertreter der Lehre von einseitigen Schub erklären: Im mittelböhmisches Faltengebirge mögen Bewegungen nach beiden Richtungen vorgekommen sein. Trotzdem ist es durch einseitigen, nordwestlich gerichteten Schub entstanden. Das Gebirge ist zwar bis zu großer Tiefe abgetragen; die Falten sind aber in noch größerer Tiefe noch stärker zusammengeschoben und haben sich oben nach verschiedenen Richtungen übergelegt. Dabei wäre nur ein wesentlicher Umstand übersehen: daß weder hier noch anderwärts Tatsachen ermittelt sind, aus denen wir allgemein zur Erklärung solcher Gebirgsbildung auf einseitigen Schub zu schließen berechtigt sind. Es bliebe das Festhalten an einem Glaubenssatz.

Bescheiden wir uns und suchen wir weiterhin die Richtungen der gebirgsbildenden Bewegungen zu ermitteln, soweit dies möglich ist. Wir belügen uns selbst, wenn wir meinen damit mehr feststellen zu können, als aus der Beobachtung hervorgeht.

Eine eigenartige Ausnahmstellung unter den Längsstörungen des mittelböhmisches Faltengebirges scheint der Südostgrenze des Untersilurs gegen die vorkambrischen Gesteine in dem an das rechte Ufer der Moldau anschließenden Gebiete zuzukommen. Krejčí hat sich wiederholt mit dieser wichtigen Bruchlinie befaßt. In den „Erläuterungen“ (S. 84) wird sie in die „Bruchspalte des Brdyrückens“ („Brdabruchlinie“) einbezogen und gesagt, sie bedinge eine der bedeutendsten Dislokationen in den Umgebungen von Prag. In der „Uebersicht“ (S. 93—95), in der später die Störungen des ganzen Silurgebietes dargestellt wurden, wird jene Strecke als die nordöstliche Fortsetzung der Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft angesehen. Zwei im N der letztgenannten liegende Längsstörungen: die „Bruchlinie zwischen dem Třemošna- und dem Slonovecrücken“ und die „Jinecer Bruchlinie“ (mit der nun die Brdabruchlinie vereinigt wird), werden weiter im NO mit jener Fortsetzung der Lettenkluft in Verbindung gebracht. In dem die „Uebersicht“ begleitenden Kärtchen ist dieses Verhältnis zur Anschauung gebracht. Von Bedeutung ist u. a., daß in der Fortsetzung der Lettenkluft im NO von Mnischek, außerhalb des großen südwestlichen Gebietes der kambrischen Konglomerate mit der Annäherung an die Moldau die tieferen untersilurischen Zonen nacheinander auskeilen, bis rechts der Moldau in der Gegend von Königsaal die Zone  $d_4$  mit den azoischen Schiefen in Berührung tritt, wogegen noch weiter in NO die tieferen Zonen wieder erscheinen. Krejčí hat wiederholt darauf hingewiesen, daß bei Königsaal „die mannigfach geknickten und gefalteten Grauwackenschiefer  $d_4$  an einer Dislokationskluft widersinnig“ (während sie sonst zumeist nach NW geneigt sind) „unter die azoischen Schiefer einfallen“. (Uebersicht S. 64; auch S. 38 und 93<sup>79)</sup>.

<sup>79)</sup> In den Erläuterungen (S. 43) war hierbei von überkippter Lage, die noch weiter nach NO anhalten sollte, die Rede; in der zugehörigen Profiltafel, Fig. 3, ist

Mit dieser Störung haben sich in neuer Zeit Liebus, E. Nowak<sup>55)</sup> und besonders Kettner befaßt. Liebus schilderte die Verhältnisse in der Modřaner Schlucht und betrachtete die Störung als eine Ueberschiebung, durch die die alten Schiefer über die tieferen Untersilurzonen und bis an die Stufe  $d_4$  bewegt worden sind<sup>60)</sup>. Kettner hat eine umfassende Darstellung der einschlägigen Verhältnisse gegeben und drei neue Querschnitte entworfen. (S. 185, 187<sup>55)</sup>. Gemeinsam ist allen drei Punkten (1. bei Zavist, 2. an der neuen Straße nach Točna, 3. in der Modřaner Schlucht), daß die vorkambrischen Gesteine von der Störung weg (nach südlichen bis östlichen Richtungen) fallen. Dieselben sind in 2 nahe der Störung in steile bis geneigte Falten gelegt und von kleinen, mit der Hauptstörung annähernd parallelen Brüchen (Ueberschiebungen) durchsetzt. Leider sind gerade an der Störung nach meinem Dafürhalten die erwähnten (von mir wiederholt besuchten) Aufschlüsse wie gewöhnlich recht mangelhaft<sup>61)</sup>. Im Ganzen zweifle ich nicht, daß in der besprochenen Gegend die vorkambrischen Gesteine aus etwa südöstlicher Richtung steil über das Untersilur geschoben sind, während sonst im südlichen Teilgebiete entgegengesetzt gerichtete Bewegung zu erkennen ist. E. Nowak<sup>47)</sup> erklärt, diese Ueberschiebung sei keine Faltungsüberschiebung, sondern eine Schollenüberschiebung, eine Auffassung, der ich mich nicht anschließen kann. Die Störung trennt zwei Gebietsteile, deren altersverschiedene Gesteine beiderseits in enge Falten gelegt sind, die, nach den Auf-

unmittelbar an der Störung die Lagerung verwirrt dargestellt, eine überkippte Stellung ist daraus nicht mit Sicherheit zu erkennen. Diese Auffassung scheint später aufgegeben, da sie weder in der Beschreibung noch in der graphischen Darstellung wiederkehrt. (Fig. 23, S. 38 der Uebersicht.) Krejčí dürfte hierbei die Verhältnisse in der Modřauer Schlucht im Sinne gehabt haben, wo nach Erläuterungen S. 27 die schwarzen Schiefer  $d_1$  „in gestörter Lagerung in der Bruchlinie liegen“; in Fig. 2, S. 18 daselbst ist  $d_1$  an der Störung von angeblichen Diorittuffen (wohl infolge eines Druckfehlers hier mit  $d_1$  bezeichnet) überlagert, die zu den azoischen Gesteinen (damals für kurze Zeit zur Stufe C gestellt) gehören.

<sup>60)</sup> A. Liebus, Geol. Wanderungen in der Umgeb. von Prag, Lotos 1907, 1908, 1909. Zusammengefaßt und erweitert in: Sammlg. gemeinnütz. Vorträge, Ver. z. Verbr. gemeinnütz. Kenntn. Prag, Nr. 393—395, 1911, S. 132—134. (Die hier noch als kambrisch angesehenen Gesteine sind vorkambrisch.)

<sup>61)</sup> So läßt sich südlich von Zavist die Aufbiegung der  $d_1$ -Schichten gegen die Störung (Fig. 1 bei Kettner) nicht feststellen. Kettner scheint damit seine ausgedehnteren Erfahrungen zusammengefaßt zu haben. An der Straße nach Točna ist an der Störung tatsächlich eine Zertrümmerungszone mit großen geglätteten und gestriemten, aber stark verwitterten Blöcken zu beobachten. Die Gesteine scheinen stark verändert zu sein, die Lagerung ist sehr stark gestört, nicht so regelmäßig, wie es in Fig. 2 schematisch wiedergegeben ist. Ob hier wirklich ein Rest von  $d_2$  vorhanden ist, bliebe mir zweifelhaft, wenn nicht unfern, etwa W von der an der Straße aufgeschlossenen Ruschelzone, im Walde im Frühsommer 1916 neue kleine künstliche Aufschlüsse zu sehen gewesen wären, die zeigen, daß hier unzweifelhaft  $d_2$ -Quarzite, stark gestört, von Rutschflächen durchsetzt, mit, wie teilweise erkennbar, sehr steiler Schichtenstellung in ziemlich großer Ausdehnung anstehen. — Während das Vorstehende im Druck war, erfreute mich Herr Dr. Kettner auf eine von mir gestellte Anfrage durch eine Reihe von Mitteilungen, die zeigen, daß dem Genannten eingehende Beobachtungen an einer großen Zahl von Punkten jener Störungslinie zur Verfügung stehen. Er sieht die a. a. O. gegebene Darstellung als eine vorläufige Mitteilung an; der in Aussicht gestellten ausführlichen Veröffentlichung vorzugreifen, fühle ich mich nicht berechtigt.

schlüssen an der Straße nach Točna zu urteilen (Fig. 2 bei Kettner), sogar sehr ähnlich gebaut sind. Aber auch, wenn das sonst nicht der Fall sein sollte: mit Faltenbau haben wir es beiderseits zu tun. Wenn es auch nicht weiter von Bedeutung ist, so wäre es doch willkürlich, eine derartige Ueberschiebung nicht aus dem Faltungsvorgang, sondern unmittelbar aus dem den letzteren bewirkenden Seitenschub abzuleiten. Noch viel weniger liegt Veranlassung vor, irgendeinen noch unbekanntem Seitenschub, der mit der im ganzen Gebiete weit verbreiteten und in allen Schichtengruppen festgestellten Faltung nichts zu tun hätte, zur Erklärung heranzuziehen.

Sollten wir in die Lage kommen, streng nachzuweisen, daß die hier betrachtete Störung wirklich, wie Krejčí vermutet hat, die Fortsetzung der Bruchlinie der Prizbramer Lettenkluff bildet<sup>82)</sup>, dann würde sich herausstellen, daß an derselben Störungsfläche im SW, wo sie nach NW geneigt ist, Bewegung gegen SO, dagegen im NO, wo sie nach SO geneigt ist, Bewegung gegen NW, demnach dort in einer „südlichen“, hier in einer „nördlichen“ Richtung stattgefunden hat<sup>83)</sup>, — ein Ergebnis, das nur neuerdings zeigen würde, daß in steil gestellten Schichtengruppen, in stark zusammengeschobenen, geneigten Falten, es oft nur von örtlicher Bedeutung ist, ob diese nach der einen oder anderen Richtung „übergelegt“, bzw. ob die sich hieraus entwickelnden Ueberschiebungsflächen nach der einen oder anderen Richtung geneigt sind.

### 8. Senkungsbrüche.

Da in der böhmischen Masse jüngere Senkungsbrüche, darunter solche von beträchtlicher Sprunghöhe, eine große Rolle spielen, ist von vornherein zu erwarten, daß gewöhnliche Verwerfungen auch im mittlböhmischen Faltengebirge vorhanden sind. Wir brauchen nur an das Nächstliegende zu denken, an die zahlreichen Verwerfungen, die durch den Steinkohlenbergbau im Oberkarbon nachgewiesen sind und durch dieses hindurch in den „silurischen“ Untergrund reichen, um zu erkennen, daß auch die altpaläozoischen und vorkambrischen Schichten von derartigen Brüchen durchsetzt sind. Da ist es nun merkwürdig und vielleicht bezeichnend, daß in diesen gerade Senkungsbrüche bisher am seltensten nachgewiesen sind, wobei wir zunächst abzusehen haben von jenen Längsstörungen, deren wahre Natur noch nicht ermittelt ist. Es mag sein, daß man jenen bisher zu geringe Aufmerksamkeit geschenkt hat.

<sup>82)</sup> Es liegt noch heute sehr nahe dies anzunehmen. Vgl. darüber auch Kettner<sup>86)</sup> S. 184, der zur Erforschung der einander mindestens räumlich vertretenden Störungen wertvolle Beiträge geliefert hat<sup>89, 90)</sup>.

<sup>83)</sup> Damit wäre keine vollkommen neue Feststellung erzielt. Vorläufig mag es genügen, auf einen Hinweis Kossmats<sup>87)</sup> aufmerksam zu machen, der gezeigt hat, daß in der Grenzregion zwischen Zentral- und Südalpen die Gegend von Sillian „einen Wendepunkt in der Tektonik des südalpinen Innenrandes“ bedeutet. „Im Osten wenden sich die Ueberkippen gegen die Zentralzone, im Westen gegen die adriatische Mulde.“ Der Uebergang von der einen Bauart zur anderen erfolgt in diesem Falle ganz allmählig. (S. 135.)

Von dem Vorhandensein von Brüchen, an denen Gebirgsstücke absitzen, kann man sich unschwer überzeugen. Gute Beispiele trifft man am Westgehänge des Moldautales bei Prag. Nahe der Grenze des Untersilurs gegen das Kalkgebiet befinden sich in diesem nördlich von Slichow aufgelassene Steinbrüche, von denen einer in der Sp.-K. NO unterhalb des Punktes 284 verzeichnet ist. In diesem stehen unter den dünnschichtigen  $g_1$ -Knollenkalken, durch die oben der hochgelegene Teil der Buschtiehrader Bahnstrecke Smichow-Hostiwitz verläuft, undeutlich geschichtete  $f_2$ -Kalke an, die von mehreren kleinen Verwerfungen durchsetzt sind, wobei, wie an den überlagernden Knollenkalken zu sehen ist, die gegen die Moldau folgenden Teile immer tiefer gesunken sind. Eine andere Verwerfung liegt weiter südlich an der eben erwähnten hochgelegenen Bahnstrecke, nächst dem Wächterhause. Sie ist in einem der Lichtbilder H. Eckerts in Prag (124 der Sammlung: „Schichtenkopf am Zdirad bei Slichow“) wahrzunehmen, das aus ungefähr südlicher Richtung aufgenommen ist. Die Verwerfung streicht annähernd parallel zum Moldautal und ist gegen dieses geneigt; zu beiden Seiten, besonders rechts von der Verwerfung, sieht man schöne kurze Schleppungserscheinungen in den hier ziemlich dicken Knollenkalkbänken  $g_1$ . Es ist zu beachten, daß das unmittelbar rechts vom sichtbaren Bruche liegende Gebirgsstück entfernt ist; der Felsen, der im Bilde hier zu liegen scheint, liegt in Wirklichkeit weiter zurück (in größerer Entfernung vom Beschauer). Die rechts liegenden Teile sind gesenkt. Manche werden geneigt sein, diese kleinen Brüche mit Krejčís nordsüdlich verlaufender „Bruchlinie des Moldautales“ in Verbindung zu bringen; es kann sich hier aber um recht junge Senkungen handeln, die mit der Talbildung zusammenhängen.

Es gibt Querbrüche (Blattverschiebungen), an denen nicht annähernd horizontale, sondern schräg, u. zw. steil nach abwärts (oder aufwärts) gerichtete Bewegungen stattgefunden haben. J. Woldřich<sup>37)</sup> beschreibt ein bezeichnendes Beispiel aus der Gegend von Trzeban (S. 17 ff.). An dem etwa gegen NNW streichenden Vočkov Querbruche erscheint der Ostflügel nicht nur ein Stück gegen S verschoben, sondern zugleich der Westflügel gegen den Ostflügel gesenkt. Der Verf. macht auf die Verschiedenheiten aufmerksam, welche die  $d_6$ - und  $e_1$ -Schichten und die Diabasvorkommnisse zu beiden Seiten der Verwerfung zeigen, und hebt hervor, daß ein ziemlich mächtiger Streifen von Untersilur ( $d_6$ ), der im O ein gleichsinnig gegen NW geneigtes, in den obersilurischen Graptolithenschiefer eingeschaltetes Gewölbe bildet, im W der Verwerfung nicht vorhanden, sondern von Graptolithenschiefer vertreten wird. Mit Recht schließt Woldřich, daß der Westflügel gesunken erscheint und daher hier das  $d_6$ -Gewölbe noch von  $e_1$  überlagert ist, während in dem tektonisch höher liegenden Ostflügel  $e_1$  bereits abgetragen und daher  $d_6$  bloßgelegt ist. Man darf hierbei nur nicht übersehen, daß dieselbe Wirkung durch die mit der seitlichen Verschiebung verbundene Hebung des Ostflügels erzielt würde.

R. Kettner (S. 188<sup>35)</sup> hat zwischen Jarov und Kuchelbad eine nordsüdlich verlaufende „Moldauverwerfung“ aufgestellt und schließt aus der Unterbrechung der Porphyrlagergänge und der oben (S. 65 ff.)

besprochenen Längsstörung, daß die rechts der Moldau gelegenen Schichten an dieser Verwerfung abgesunken und wahrscheinlich zugleich ein wenig gegen N verschoben sind. Auch in einer anderen Veröffentlichung<sup>84)</sup> scheint Kettner den Anzeichen senkender Bewegungen nachgegangen zu sein und solche sowohl entlang von Querbrüchen wie an Längsbrüchen festgestellt zu haben<sup>84)</sup>.

Hinsichtlich der Querbrüche ist, wie schon bemerkt, zu beachten, daß wir es, falls an ihnen neben Senkungen auch seitliche Verschiebungen zu beobachten sind, wahrscheinlich mit schräg nach abwärts (oder aufwärts) vor sich gehenden Verschiebungen zu tun haben. Wenn diese Blattverschiebungen auch (mindestens zum Teil) in einen späten Abschnitt der Gebirgsbildung zu setzen sind (vgl. oben S. 37), so gehen sie doch aus demselben Zusammenschub hervor, der sich auch in der Faltung äußert, und an einen je engeren Zusammenhang mit der Faltung wir denken, desto eher wird man schräg nach aufwärts gerichtete Bewegung annehmen dürfen. Auch wenn die erwähnten Verschiebungen nach abwärts gerichtet gewesen sein sollten, lägen in ihnen keine reinen Senkungen vor.

Anderseits ist noch ein weiterer Gesichtspunkt zu berücksichtigen. Es ist recht gut möglich, daß jüngere Senkungen, die sich hier vermutlich ebenso wie in dem weiteren Gebiete der böhmischen Masse ereignet haben, vielfach alte, teilweise noch klaffende oder durch Verkeilung und Mineralabsätze nicht vollkommen verfestigte Brüche, besonders die steiler zur Tiefe setzenden, benützt haben. Es können daher sowohl an Längsbrüchen wie an Quer- und Diagonalbrüchen bis in sehr junge Zeit Bewegungen in einem ganz anderen Sinne eingetreten sein als in dem der ursprünglichen Bewegung zur Zeit ihrer Entstehung. So können mithin auch die Bahnen von flachen Blattverschiebungen, z. B. in dem von J. Woldřich beschriebenen Falle, lange nach ihrer Entstehung zu senkenden Bewegungen benützt worden sein, die mit der ursprünglichen tangentialen Verschiebung ursächlich sonst nichts zu tun haben. Sollten sich derartige junge Bewegungen an alten Brüchen häufig ereignet haben, dann hätte dies vielleicht sogar dazu beigetragen, daß wir bisher so selten imstande waren, senkende Bewegungen an Brüchen des mittelböhmisches Faltengebirges mit Sicherheit zu ermitteln.

---

<sup>84)</sup> Von der wichtigen Arbeit Kettners ist kürzlich während des Druckes der vorliegenden Schrift auch eine deutsche Ausgabe erschienen: Ueber Žitceer Konglomerate — den untersten Horizont des böhm. Kambriums. (Bull. internat. Ac. d. Sc. de Bohême XX, 1915.) Aus den Lagerungsverhältnissen schließt der Verf. auf Senkungserscheinungen an einem Längsbruch und zahlreichen Querstörungen. Da derselbe seine Untersuchungen in der Gegend von Przišram fortsetzt, sind wohl noch weitere Aufklärungen über diesen Gegenstand zu erwarten.

## Zusätze.

Zu S. 6 unten: Eine Uebersicht kleineren Maßstabes des Gesamtgebietes bietet Počtas Geol. Karte der weiteren Umgebung von Prag 1:200.000 (Geol. Karte von Böhmen, Sekt. V; Archiv Natw. Ldsdurchf. von Böhmen, XII, 6).

Zu S. 7, Fußnote 10: Vgl. die geol. Karte von Prag in Počta, Der Boden der Stadt Prag. (Sitzber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. 1904, Prag 1905.)

Zu S. 27—33: Einer freundlichen Mitteilung Herrn Dr. Kettners verdanke ich die Kenntnis einiger Arbeiten, die mich in die Lage bringt, vor Abschluß des Druckes ein Versehen gut zu machen. Brüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen sind bereits aus kambrischen Konglomeraten des südwestlichen Teiles des mittelböhmischen Faltengebirges beschrieben und abgebildet worden: Cyrill Rit. v. Purkyně, Die Steinkohlenbecken bei Miröschau und Skořic und ihre nächste Umgeb. II. Ein Beitr. z. Morph. des Brdygebirges, S. 4, 5, Fig. 2. (Bull. internat. Ac. d. Sc. de Bohême X, 1905.) Derselbe Verf., Tekton. Skizze des Třemošnágebirges zw. Strašic u. Rokycan, S. 2, 11. (Dasselbe Bull. XX, 1915.) Es scheint sich zumeist, wie in dem abgebildeten Falle, um Querbrüche zu handeln. Als bezeichnend wäre aus der ersterwähnten Schrift anzuführen: „Nur in einem der beobachteten Fälle . . . fand ich die Richtung der Friktionsstreifen parallel mit dem Fallen der Paraklase, als Zeichen einer Verwerfung; bei allen übrigen beobachteten Paraklasen ist die Richtung der Friktionsstreifen . . . parallel mit den Projektionen der Schichtflächen . . .“ Herrn Prof. v. Purkyně gebührt mithin die Priorität für die Entdeckung jener schichtenparallelen Verschiebungen; die obigen Ausführungen aber erhalten dadurch eine mir sehr willkommene Bestätigung.

Zu S. 92 f.: Das bekannte, in den vorkambrischen Gesteinen der Modrzaner Schlucht auftretende Konglomerat wird von einem auffallend ebenfächigen Querbruch durchsetzt, der die Gerölle glatt durchschneidet, in der Fallrichtung der Bänke gegen SO streicht und sehr steil, etwa 80°, gegen SW geneigt ist. Die bloßgelegte Bruchfläche ist mit einer stellenweise sehr dicken Quarzauscheidung überzogen, auf der die im Sinne des Fallens der Bänke ungefähr 30° gegen SO geneigten Rutschstreifen gut zu sehen sind. An einer beschränkten Stelle sind horizontale Rutschstreifen zu beobachten, ein Zeichen, daß — wie so oft — die Richtung der Bewegungen gewechselt hat. (Auch an einem vor Jahren hier abgetrennten Stück der Quarzausfüllung erkennt man Rutschstreifen von zweierlei Richtung.)

Das eigenartige Aussehen der anderwärts in den vorkambrischen Gesteinen wahrgenommenen Quer- und Diagonalbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen beruht hauptsächlich darauf, daß die Bruchflächen durch das Auftreten kleiner Hohlkehlen mit verhältnismäßig hohen und oft ziemlich scharfen Kämmen und entsprechenden Vertiefungen sehr uneben erscheinen. Die von dem Verhalten gewöhnlicher Rutschflächen am meisten abweichende Ausbildung habe ich in einem alten kleinen Steinbruche W des Dorfes Okrouhlo im südöstlichen Moldaugebiet getroffen, wo die azoischen Schiefer auf kleinem Raume von überaus zahlreichen einander in verschiedenen Richtungen kreuzenden Brüchen durchsetzt sind. An den weitaus meisten Verschiebungsflächen sieht man auch hier schichtenparallele

Rutschstreifen, es fehlen aber nicht Brüche, deren Rutschstreifen von der Schichtung stark abweichen. Die letzteren besitzen die genau gleiche Ausbildungsweise und zeigen damit ebenfalls, daß von einer Deutung als Verwitterungserscheinung nicht die Rede sein kann.

Zu S. 44: Kettner<sup>64</sup>) hat in der Fortsetzung der Przibramer Lettenkluft NW von Dobříš eine ungefähr 100 m mächtige Ruschelzone aufgefunden, in der die vorkambrischen Gesteine stark zerdrückt und zerstückelt sind. (S. 19 und Fig. 4 auf S. 20)

### Bemerkungen zu den Tafeln.

Die Photogramme sind auf Platten 13.18 cm aufgenommen, daher in der Wiedergabe zumeist entsprechend verkleinert. Nur das von Stud. J. John † herrührende Original von Taf. III, Abb. 2, ist 9.12 cm groß.

Drei von den Zinkätzungen sind bereits anderweitig verwendet. Die Leitung des Vereins z. Verbr. natw. Kenntnisse in Wien hat die Wiederbenützung der Stücke zu Taf. V, Abb. 1 und 2, bereitwilligst gestattet. Die Zinkätzung zu Taf. I, Abb. 1 wurde zuerst für die vom Ortsrate Prag des Deutsch. Volksrates f. Böhmen herausgeg. Schrift „Prag als deutsche Hochschulstadt“ verwendet und von der Firma Koppe-Bellmann, Akt.-Ges. in Smichow, zur Verfügung gestellt.

Die sachlichen Erläuterungen zu den Tafeln sind im Text gegeben.

Taf. I, Abb. 1 gibt als Nahaufnahme nur einen kleinen, aber bezeichnenden Teil der Faltungserscheinungen des Barrandefelsens wieder.

Taf. VIII, Abb. 1 beruht auf zwei aneinanderschließenden Nahaufnahmen, die von demselben Punkte aus mit Zeiss' Protarsatz Ser. VII, Kombination 4+2 ( $f=35$  und 22 cm) hergestellt wurden. Dieses Objektiv entspricht einer Brennweite von 15.5 cm und gibt auf Platte 13.18 cm einen ausgenützten Bildwinkel von 71°. Beide Aufnahmen zusammen umfassen demnach einen Raum, der nicht weit unter einem Bildwinkel von 140° bleibt. Die nach verschiedenen Richtungen aufgenommenen Ansichten besitzen verschiedene Perspektive, in der gewöhnlichen Art zusammengestellt ergeben sie daher kein einheitliches Bild, sondern wirken etwa wie zwei verschiedene Wände, die in einem stumpfen Winkel zueinander stehen. Dies zeigt sich besonders deutlich an den annähernd gerade verlaufenden Linien wie dem oberen Rande der Friedhofmauer und den Eisenbahnschienen, aber auch an den kurzen Brüchen, die alle an der Grenze der beiden aneinandergesetzten Originalaufnahmen in gebrochenen Linien zusammenstoßen. Solchen Uebelständen hilft das von Max Jaffé erdachte Verfahren der Weiterraumphotographie ab. Dasselbe besteht im wesentlichen darin, daß nach den Originalaufnahmen neue Negative in der Weise angefertigt werden, daß die ersteren nicht senkrecht, sondern schief zur Objektivachse gestellt werden. Eine genaue Beschreibung des Verfahrens enthält die Oest. Photographenzeitung 1904, Heft 1, eine allgemein gehaltene die Monatsschrift der Wr. Bauhütte 1907, H. 9. Das Verfahren scheint hier das erstmal für geologische Zwecke, denen es in vielen Fällen dienlich sein dürfte, angewendet zu sein.

Die S. 43 f. berührten Schlepplungserscheinungen sind vom Standpunkte der Aufnahme nicht deutlich erkennbar. Die S. 43 erwähnten, von Telegraphendrähten herrührenden Streifen erscheinen nicht in der Abbildung.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>1. Geschichtliches über die Längsbrüche. Eine tektonische Regel .</b>	2
<i>a) J. Krejčí . . . . .</i>	2
<i>b) J. Krejčí und E. Suess</i>	4
<i>c) F. Katzer .</i>	. 10
<i>d) F. E. Suess</i>	. 14
<b>2. Vorläufiges zur Beurteilung der Längsbrüche .</b>	. 16
<b>3. Weitere Kennzeichen tangentialer Gebirgsbewegung .</b>	. 19
<i>a) Bewegungsspuren an Schichtflächen</i>	. 19
<i>b) Ablösung von Schichtengruppen .</i>	. 21
<i>c) Beobachtungen an Querbrüchen .</i>	25
<i>d) Isoklinale Lagerung</i>	38
<b>4. Ueberschiebungen</b>	. 39
<b>5. Kolonien . . .</b>	48
<b>6. Diabas-Lagergänge</b>	. 51
<b>7. Symmetrischer Bau .</b>	. 57
<b>8. Senkungsbrüche</b>	67
Zusätze . . . . .	70
Bemerkungen zu den Tafeln	71



Abb. 1.

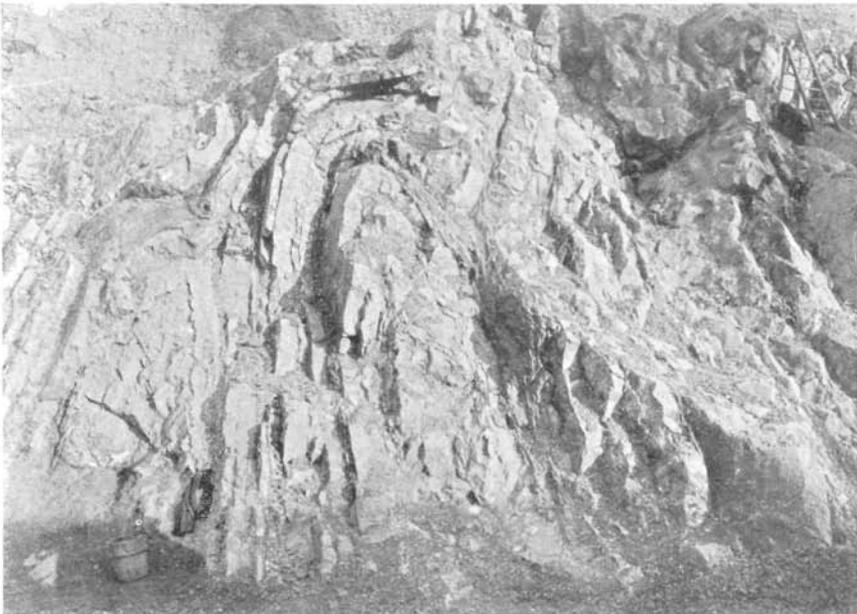


Abb. 2.

Abb. 1. Kleinfaltung in obersilur. Kalken. Barrandefelsen. S. 21 und 58.

Abb. 2. Störungen in  $g_1$ . Braniker Felsen N. S. 48.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI, 1916.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.



Schichtenparallele Querverschiebung in  $y_1$   
Schwagerka bei Slichow. S. 28.



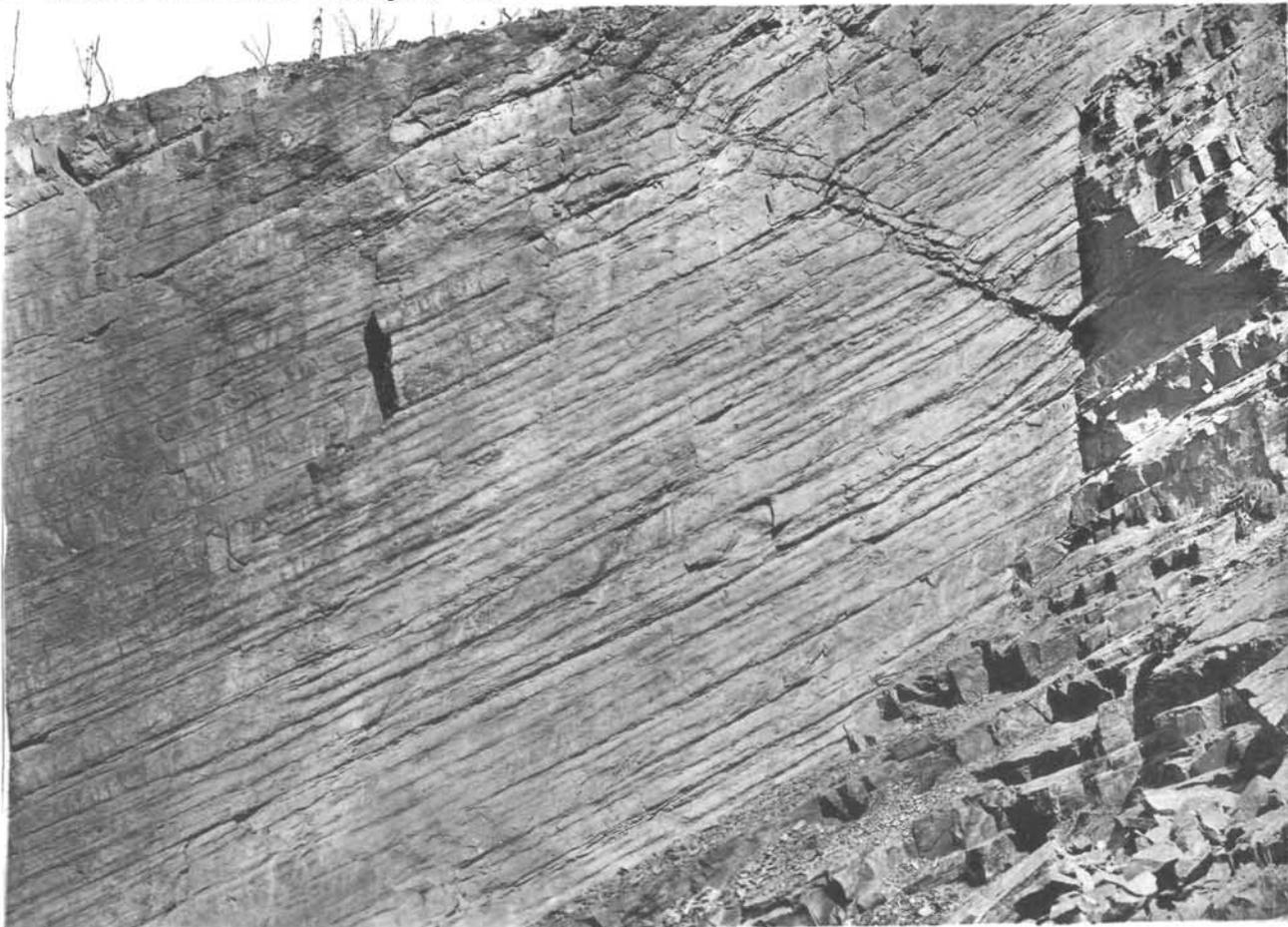
Abb. 1.



Abb. 2.

Abb. 1. Mulde von Dworetz. Steinbruch der Podoler Zementfabrik. S. 29.

Abb. 2. Schichtenparallele Querverschiebungen. Ebenda. S. 30.



**Schichtenparallele Querverschiebung in unterkambrischen Sandsteinen  
Steinbruch bei der Schmelzhütte von Prizibram. S. 31.  
Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI. 1916.  
Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, III., Rasumofskygasse 23.**

Lichtdruck M. Jaffé, Wien.



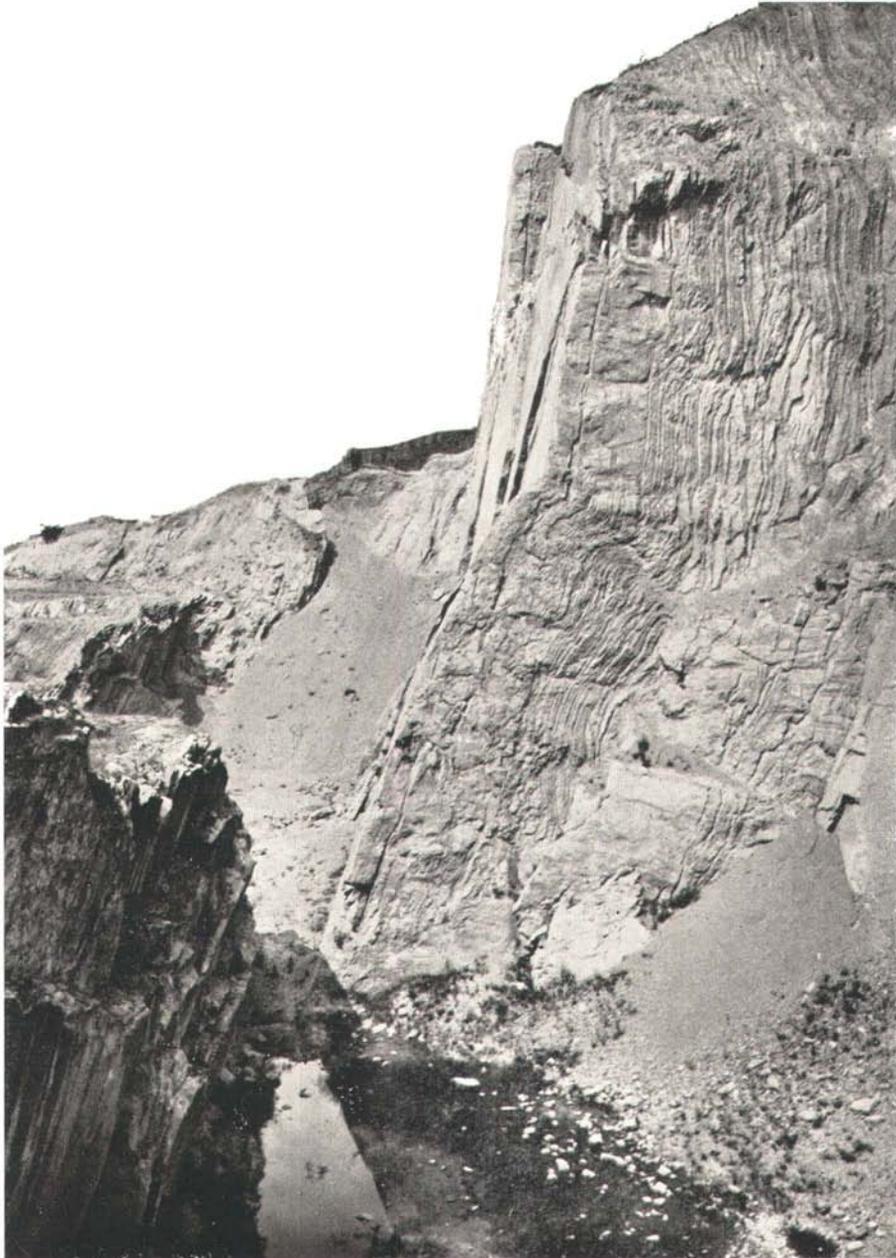
Abb. 1.



Abb. 2.

Abb. 1. Schichtenparallele Längsverschiebung in  $g_3$ . Hluboczep. S. 33.

Abb. 2. Nahaufnahme desselben Längsbruches. S. 34.



Querbruch (Horizontalverschiebung) in  $g_3$ .

Iluboczeq. S. 36.



Längsbruch (Ueberschiebung) in  $g_3\alpha$  bei Slichow. S. 40.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Bd. LXVI, 1916.  
Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III, Ra·umofskygasse 23.

Šahner, Mittelböhmisches Faltengebirge. (Taf. 8.)



Abb. 1. Überreichung von  $f_1$  auf  $g_1$ -Stichow. S. 43.

Abb. 2 und 3. Gefalteter und gebärdeter Graupilthauschiefer  $r_1$  in Diakos. Tal von Großkuciel. S. 56.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI, 1916.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.