
Separat-Abdruck aus dem Centralblatt f. Min. etc. Jahrg. 1915. No. 10.

Neue Anschauungen über die Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums.

Von Dr. Ernst Nowak.

Mit 1 Kartenskizze.

Den tektonischen Erscheinungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum ist — trotzdem wir es dank der großzügigen Untersuchungen BARRANDE's zu einem der geologisch bestbekannten Gebiete rechnen müssen — verhältnismäßig noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Bekanntlich ging BARRANDE's Auffassung dahin, daß die altpaläozoischen Schichten Mittelböhmens schüsselförmig ineinander gelagert sind und in einem ursprünglichen „Silurbecken“ — wie er es nannte — zur Ablagerung gekommen sind. Diese Vorstellung mußte mit der Zeit dahin modifiziert werden, daß wohl eine im allgemeinen muldenförmige Lagerung da ist — von den ältesten Schichten an den Rändern des Gebietes folgen gegen innen zu immer jüngere —, daß diese aber nicht ursprünglich, sondern tektonisch hervorgerufen ist. Die bisher eingehendsten und wertvollsten tektonischen Untersuchungen verdanken wir KREJČI aus den 70er und 80er Jahren. Er zeigte, wie außerordentlich mannigfach das Silurgebiet gestört ist und legte die wichtigsten, im Streichen der Schichten verlaufenden Störungslinien fest. Freilich leidet die Auffassung KREJČI's noch an einer gewissen Einseitigkeit, entsprechend dem damaligen Stand der Tektonik als Wissenszweig, — zu einer Zeit, wo ein derartig kühner Falten- und Schuppenbau, wie ihn uns in den letzten Jahrzehnten die Alpen kennen lernen ließen, noch nicht geläufig war. Nach KREJČI's Darstellungen¹ sind die Längsstörungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum durchweg als über fast die ganze Längserstreckung des Gebietes ununterbrochen dahinziehende, steil zur Tiefe setzende Verwerfungen anzusehen; den Faltungerscheinungen hat KREJČI ein geringeres Augenmerk zugewendet.

In der Erkenntnis, daß das mittelböhmische Altpaläozoicum nur den geringen Rest ehemals über weite Gebiete verbreiteter Ablagerungen darstellt, die ihre Erhaltung den tektonischen Verhältnissen danken, sprach EDWARD SUÈSS² die Ansicht aus, daß hier eine grabenförmig versenkte und dadurch der Abtragung entgangene Scholle der Erdrinde vorliegt. KATZER nahm in seiner „Geologie von Böhmen“ (1892) diese Ansicht auf und arbeitete sie weiter aus. Auch KATZER legt den „Verwerfungsklüften“

¹ Vor allem sei genannt seine „Orographisch-geotektonische Übersicht des silurischen Gebietes im mittleren Böhmen“. Arch. f. naturwiss. Landesdurchf. v. Böhmen, 5, 5. 1885.

² Antlitz der Erde. I. p. 168.

Sprüngen und Spalten“ das Hauptgewicht im Baue des mittelböhmischen Altpaläozoicums bei. Im Sinne der SUESS'schen Theorie und in Anbetracht der KREJČI'schen Annahme von einer Reihe, das Gebiet mehr minder parallel durchsetzenden Bruchflächen, spricht er von einer Absenkung der inneren Gebirgsteile in Form einer Staffelgleitung. Er dürfte hiebei jedoch übersehen haben, daß gerade nach den Profilen, die KREJČI gibt, die äußeren Gebirgsteile im Verhältnisse zu den inneren gehoben erscheinen, also von einem Staffelbruch gegen innen nicht die Rede sein kann.

Hierauf hat sich eine Reihe von Jahren niemand mit der Tektonik eines größeren Anteiles des mittelböhmischen Altpaläozoicums beschäftigt, bis UHLIG auf die tektonischen Probleme, die hier noch der Lösung harren, hinwies und SEEMANN zu seiner tiefer unten eingehend zu besprechenden, 1907 erschienenen Arbeit veranlaßte.

Vor allem hat aber FRANZ WÄHNER, dessen Auge durch überaus reiche Erfahrungen im Gebiete alpinen Gebirgsbaues geschärft ist, schon durch eine Reihe von Jahren in seinen Vorlesungen, in Vorträgen und auf Exkursionen immer wieder darauf hingewiesen, daß zahlreiche Erscheinungen dafür sprechen, daß seitliche Bewegungsvorgänge für den Bauplan des altpaläozoischen Gebirges Mittelböhmens bestimmt waren. Solche Erscheinungen sind das überaus häufige Auftreten von Rutschflächen längs oder parallel zu den Schichtflächen, die intensiven Faltungerscheinungen, wobei überkippte und liegende Falten durchaus nicht selten sind und oft zu Überschiebungen führen, — und schließlich die zahlreichen, manchmal bis ins kleinste gehenden Blattverschiebungen.

Alle neueren systematischen tektonischen Untersuchungen konnten nun tatsächlich die von WÄHNER gemachten Beobachtungen und aus ihnen gefolgerten Schlüsse auch für weite und entfernt auseinanderliegende Gebiete des mittelböhmischen altpaläozoischen Gebirges als gültig bestätigen.

Es sind in neuester Zeit bisher drei größere geschlossene Gebiete, die teilweise aneinandergrenzen und fast durchwegs dem sogenannten Südflügel der mittelböhmischen „Silurmulde“ angehören, eingehenderen tektonischen Studien unterzogen worden. Es ist das das Obersilur- und Devongebiet südlich der Beraun, das SEEMANN untersucht hat¹, dann das östlich und südöstlich anschließende, vorwiegend untersilurische Gebiet, das ERNST NOWAK bearbeitet hat², und schließlich das von LIEBUS erforschte untersilurisch-

¹ Das mittelböhmische Obersilur- und Devongebiet SW der Beraun. Beitr. z. Geol. u. Pal. Österr.-Ung. u. d. Or. 20, 1907.

² Geologische Untersuchungen im Südflügel des mittelböhmischen Silurs. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1914, und: Vorläufige Mitteilung. Verh. d. geol. Reichsanst. 1913.

cambrische Gebiet an der Littawa¹. Außerdem sind von KETTNER mehrere tektonische Studien veröffentlicht worden, von denen besonders eine die Umgebung von Königssaal² und die das Motoltal bei Prag betreffenden hervorgehoben seien³; ferner hat WOLDŘICH in einem geologischen Führer die Tektonik des Scharkatales NW von Prag behandelt⁴ und einen Teil des gleichzeitig von ERNST NOWAK in Untersuchung gezogenen Gebietes bearbeitet⁵.

Es wird für den Gang unserer Betrachtungen am zweckmäßigensten sein, wenn wir die drei oben genannten größeren Gebiete, die für sich gut abgegrenzt sind, einzeln betrachten und uns dann jenen Arbeiten zuwenden, die räumlich beschränktere Gebiete ins Auge gefaßt haben, die aber, weil sie verschiedenen Punkten, und zwar zum Teil solchen des Nordflügels des altpaläozoischen Gebirges entnommen sind, als wesentliche Stützpunkte für die neue Auffassung der Tektonik des mittelböhmischen Altpaläozoicums anzusehen sind.

Das obersilurisch-devonische Terrain südlich der Beraun ist an drei Stellen, von SE, S und NW von undersilurischen d_5 -Schichten umrandet, während es gegen NE ungefähr senkrecht zum Streichen vom Beraunfluß abgeschnitten wird. Die Lagerungsverhältnisse dieser, die jüngeren Formationen umfassenden undersilurischen Schichten (d_5) lassen mit großer Deutlichkeit durch ihr umlaufendes Streichen einen Muldenschluß erkennen. Der Boden dieser tektonischen Mulde, sowie die ihr Inneres erfüllenden Obersilur- und Devonschichten sind weiterhin detaillierten Faltungen und vielfachen Zerreissungen unterlegen gewesen. Infolge dieser zahlreichen Störungen ist der synklinale Bau im Muldeninnern ziemlich verwischt; es läßt sich nur feststellen, daß die Muldenachse etwa von Tetin gegen SW verläuft.

Die alte Auffassung KREJČI'S nimmt auch hier aufrechte Faltenzüge an, die durch zahlreiche senkrechte Verwerfungen zerstückelt sind.

Nach den Untersuchungen SEEMANN'S gestaltet sich das tektonische Bild wesentlich anders. An Stelle der flachen Falten-

¹ Geologische Studien am SE-Rande des Altpaläozoicums in Mittelböhmien. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1913.

² Ein Beitrag zur Kenntnis der geologischen Verhältnisse der Umgebung von Königssaal. Verhandl. d. geol. Reichsanst. Wien 1914. 7/8.

³ Über das neue Vorkommen undersilurischer Bryozoen und anderer Fossilien in der Ziegelei Pernikařka bei Košir. Bull. int. de l'Ac. des Sc. de Boh. 1913, und: Do údoli Motolského a Šáreckého u Prahy. Sborn. Kl. přírod. v Praze 1913.

⁴ Do údoli Motolského a Šáreckého u Prahy. Sborn. Kl. přírod. v Praze 1913.

⁵ Die geologischen Verhältnisse der Gegend zwischen Litten—Hinter-Třeban und Poučník bei Budňan. Sitzber. d. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1914.

wellen, wie sie die Profile KREJČI's zeigen, treten meist steile, geneigte oder liegende Falten, während die Brüche den Charakter von Überschiebungen haben und senkrechten Verwerfungen höchstens eine untergeordnete Bedeutung zukommt. — Von zehn Längsbrüchen größeren Ausmaßes, die SEEMANN in seinem Gebiete feststellen konnte und in seiner Karte verzeichnet, haben sich sechs mit Sicherheit als Überschiebungen erwiesen, vier faßt SEEMANN als Senkungsbrüche auf, ohne jedoch hiefür — zumindest für den einen (den Kodaer Bruch, von dem weiter unten ausführlich die Rede sein soll) — ausreichende Beweise vorzubringen; außerdem führt SEEMANN noch drei weitere Längsbrüche an, von denen er zwei als senkrechte Verwerfungen auffaßt, während er sich über den Charakter des dritten nicht äußert. Die Existenz dieser drei Brüche scheint jedoch nicht genügend begründet. Vielmehr dürften sich die Lagerungsverhältnisse, die SEEMANN mit ihnen erklären will — wie ich später zeigen will —, auf Isoklinalfalten zurückführen lassen.

Die auffallendste Erscheinung im SEEMANN'schen Kartenbilde ist eine Insel devonischer Gesteine inmitten des Obersilurs südlich von Koněprus. In der „Koněpruser Devonscholle“ herrscht eine abnormale Streichrichtung von WNW nach ESE, während im übrigen Gebiet, wie überhaupt im mittelböhmischen Altpaläozoicum, das Streichen in der Regel WSW—ENE gerichtet ist. Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß die Koněpruser Devonscholle durch eine Querstörung von dem Devongebiete bei Tobolka losgerissen ist und dabei eine Torsion von ca. 45° erfahren hat; damit würde unter anderem die abnormale Streichrichtung im Koněpruser Devon seine Erklärung finden. Einen derartigen Querbruch deduziert SEEMANN allerdings nicht, wie er überhaupt nur eine einzige Querstörung annimmt; es ist dies eine Blattverschiebung im äußersten Norden des aufgenommenen Gebietes, südlich der Stadt Beraun. Sie fällt bemerkenswerterweise genau in die Fortsetzung der angenommenen Querstörung zwischen dem Koněpruser und Tobolkaer Devongebiet und legt den Gedanken an einen Zusammenhang beider Störungen nahe. Die Feststellung derartiger Blattverschiebungen ist von großer Wichtigkeit, da sie — wie die Überschiebungen — Zeugnis für das Vorhandensein seitlicher Bewegungsvorgänge ablegen.

Die Koněpruser Devonscholle ist entsprechend der gewaltigen Pressung, der sie jedenfalls ausgesetzt war, fast allseits von Brüchen begrenzt. Die Nordgrenze bildet eine große Überschiebungsfläche, die schon von JAHN¹ als solche erkannt wurde und durch den in diesem Gebiete sehr regen Steinbruchbetrieb prachtvoll aufgeschlossen ist. Längs dieser Überschiebungs-

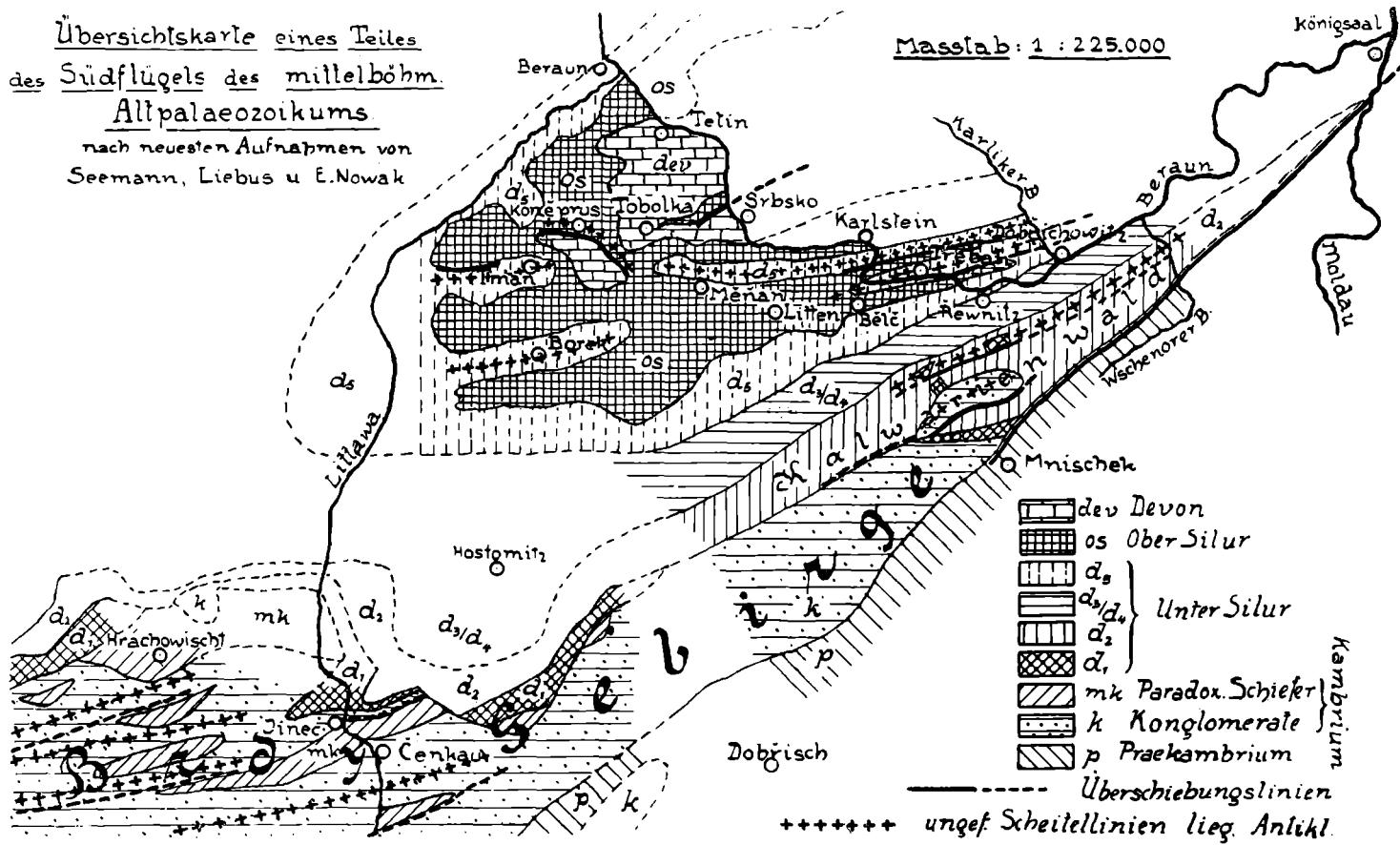
¹ J. JAHN, Exkursionsführer zum Wiener Geologenkongreß 1903.

flächen, deren im allgemeinen nordöstliches Einfallen im SE flacher (25°), im NW steiler (70°) ist (nach SEEMANN), ist der überstürzte Mittelschenkel einer aus obersilurischen Kalken (e_2) und Graptolithenschiefern (e_1) gebildeten liegenden Falte auf die devonischen Riffkalke (f_2) hinaufgeschoben. Es ist dies ein typisches Bewegungsbild aus unserem altpaläozoischen Gebirge. — Gegen SW ist die Koněpruser Devonscholle nach SEEMANN durch zwei, nahezu parallel streichende senkrechte Verwerfungen aus dem Verbande mit dem angrenzenden Obersilur herausgehoben. Die Lagerung der Koněpruser Devonschichten selbst ist einfach; sie fallen im allgemeinen nach NE, nur im äußersten Osten bilden sie eine flache Mulde. Einer intensiven Faltung, wie man sie wohl in diesem stark gestörten Gebiet erwarten würde, waren hier die Gesteine, die zum Teil massig (Riffkalke) oder sehr dickbankig ausgebildet sind, nicht zugänglich.

Als eine zweite bedeutende Störungsregion fällt in SEEMANN's Karte das Devongebiet bei Tobolka und Tetin in die Augen; es ist durch den Beraunfluß bzw. durch die an seinem rechten Ufer führende Eisenbahn in einem schönen Profile aufgeschlossen. Über dem Obersilur folgt hier gegen NW — flußaufwärts — mehrfach gefaltet die gesamte Schichtfolge des böhmischen Devon bis zur jüngsten Stufe H , um mit dieser plötzlich gegen ältere Schichten (Obersilur und Unterdevon) anzustoßen. Die Lagerungsverhältnisse dieser letzteren lassen eine große nach SSE blickende Isoklinalfalte erkennen, deren Mittelschenkel zerriissen ist, wobei die das Falteninnere bildenden e_2 - und f_2 -Schichten über die unter ihnen liegenden g_1 -Schichten (devonische Knollenkalke) geschoben sind und diese in zahlreiche sekundäre Falten zusammengestaut haben. Die Störung, welche diese Isoklinalfalte des Kodaer Berges von den H -Schichten trennt und die schon seit KREJČI unter dem Namen des Kodaer Bruches bekannt ist, sieht SEEMANN für einen Senkungsbruch an, ohne jedoch hiefür überzeugende Argumente vorbringen zu können. Es scheint vielmehr dem ganzen Bauplan des Gebirges viel entsprechender anzunehmen, daß auch der Kodaer Bruch eine Überschiebung ist, bei der der Hangend- und ein Teil des Mittelschenkels der Kodaer Isoklinalfalte über die H -Schichten, welche mit den unter ihnen folgenden Schichten den Liegendschenkel derselben Falte darstellen, geschoben wurde. Bei dieser Bewegung ist ein großer Teil des Mittelschenkels zertrümmert worden, was im Profile durch den Ausfall der g_2 - und g_3 -Schichten zum Ausdruck kommt. Diese Auffassung des Kodaer Bruches als eine Faltungsüberschiebung ist um so wahrscheinlicher, als SEEMANN selbst eine Zerreissung im Mittelschenkel der Kodaer Isoklinalfalte festgestellt hat. — Auch die Beschreibung, die KREJČI von der Kodaer Bruchlinie in ihrer Fortsetzung am linken Ufer der Beraun gibt,

Übersichtskarte eines Teiles
des Südflügels des mittleböhm.
Alt palaeozoikums
 nach neuesten Aufnahmen von
 Seemann, Liebus u. E. Nowak

Massstab: 1 : 225.000



spricht nicht gegen die Auffassung derselben als eine Faltungsüberschiebung.

Verfolgen wir nun den Bruch von Koda nach den Angaben SEEMANN's von der Beraun im Streichen gegen SW. Nach SEEMANN stellt die Bruchlinie von Koda keinen einheitlichen Bruch vor, sondern besteht eigentlich aus mehreren Brüchen; er verzeichnet dementsprechend in seiner Karte eine zweimalige Unterbrechung und Knickung der Störungslinie. Auch diese Verhältnisse vertragen sich vollkommen mit der Annahme einer Faltungsüberschiebung. Es scheint eben die Kodaer Isoklinalfalte und damit auch die Überschiebungsfäche an zwei Stellen durch Blattverschiebungen verworfen zu sein, wie dies auch der Verlauf der Formationsgrenzen erkennen läßt.

Eine Fortsetzung der Bruchlinie von Koda läßt sich von Tobolka nach SW nach SEEMANN nicht nachweisen. Mir ist es jedoch nicht unwahrscheinlich, daß wir in der großen Überschiebung, welche die Koněpruser Devonscholle gegen N begrenzt, nichts anderes vor uns haben als die Fortsetzung des Bruches von Koda. Die im allgemeinen abweichende Streichrichtung der Koněpruser Überschiebung erklärt sich aus der großen Blattverschiebung, die die Koněpruser Devonscholle von dem Devon bei Tobolka abgetrennt und das mit einer Torsion verbundene Zur-Seite-Pressen derselben veranlaßt hat.

Eine Reihe von Dislokationen vermochte SEEMANN in demselben Profile am rechten Beraunafer bei Tetin festzustellen. Es sind hier „vier Brüche aufgeschlossen, von denen drei mit Überschiebungen verbunden waren“. Bezeichnend ist es, daß diese Überschiebungen innerhalb einer Synklinale erfolgt sind und daß die Schichten des Nordflügels im Muldeninnern überkippt und auf den Südflügel hinaufgeschoben sind.

Eine weitere Überschiebung hat SEEMANN im westlichen Teil seines Gebietes nachgewiesen. Hier ist das sich antikinal unter dem Obersilur hervorwölbende Untersilur (d_5), das den Streifen von Tmaň bildet gegen N, über Diabas und Graptolithenschiefer (e_1) hinaufgeschoben. Diese Überschiebung ist aus der Zerreißung des Gewölbes hervorgegangen. SEEMANN nimmt auch an den Südgrenzen der d_5 -Streifen von Borek und von Měňan (im E) Brüche gegen das Obersilur an, die er in seinen Profilen senkrecht zur Tiefe setzen läßt; dies ist sehr unwahrscheinlich, auch führt SEEMANN keine ausreichende Begründung für seine Anschauung an. Er erwähnt nur, daß man die Graptolithenschiefer unter die d_5 -Schichten gleichsinnig einfallen sieht. Das kann ebensogut im Mittelschenkel einer Isoklinalfalte der Fall sein. Bezüglich des d_5 -Streifens von Měňan konnte von mir in der Fortsetzung desselben gegen E im benachbarten Gebiete nachgewiesen werden, daß hier tatsächlich eine Isoklinalfalte vorliegt.

Noch deutlicher als im Aufnahmsgebiete SEEMANN's kommt der isoklinale Faltenbau des Gebirges, der mit Überschiebungsercheinungen Hand in Hand geht, in dem östlich anschließenden Gebiete zum Ausdruck, das ich untersucht habe, obwohl hier, wie schon der Blick auf die Karte lehrt, die tektonischen Verhältnisse nicht die gleiche Kompliziertheit erreichen. Das untersuchte Gebiet, das zu beiden Seiten des Beraunflusses unterhalb Karlstein liegt, umfaßt im allgemeinen untersilurisches Terrain (Barr. Et. D); doch ist das im SW angrenzende Cambrium und Präcambrum und das im NW anschließende tiefste Obersilur (e_1) mit einbezogen worden, da zum Teil gerade die Formationsgrenzen bedeutenden Störungen entsprechen.

Das Schichtstreichen ist in dem Gebiete außerordentlich konstant von WSW nach ENE (mit geringen Abweichungen) gerichtet, das Verflächen der Schichten fast durchwegs ein nordnordwestliches. In diesen Lagerungsverhältnissen gibt sich sehr schön die Zugehörigkeit des Gebietes zum Südflügel der großen mittelböhmischen Synklinale kund. Trotz des im allgemeinen ruhigen Baues ist auch dieses Gebiet von einer Anzahl von Längsstörungen durchzogen, die sich durchwegs als aus liegenden Isoklinalfalten hervorgegangene Überschiebungen erwiesen haben, während Querstörungen größeren Ausmaßes fehlen¹.

Ein wichtiges Störungsgebiet ist jenes an der Grenze des Unter- und Obersilurs in der Gegend von Třeban an der Beraun. Man findet hier, wenn man die Profile an beiden Ufern der Beraun abgeht, einen mehrmaligen Wechsel von untersilurischen d_5 -Schichten und obersilurischen e_1 -Graptolithenschiefen, wobei beide Schichtenkomplexe von überaus zahlreichen Diabasdurchbrüchen durchsetzt sind. Die gleichfalls als Einlagerungen im Untersilur auftretenden Graptolithenschiefer sind seinerzeit von BARRANDE als Kolonien gedeutet und als Stütze seiner bekannten Kolonienlehre verwendet worden. Aber schon KREJČI und LIPOLD haben auf den direkten Zusammenhang dieser Graptolithenschiefereinlagerungen mit dem obersilurischen Terrain bei Litten hingewiesen und ihr Auftreten mit Dislokationen erklärt. KREJČI nahm hier die Fortsetzung seiner Vostry-Bruchlinie an (einer seiner großen streichenden Verwerfungen), LIPOLD² hat sie sogar schon auf Isoklinalfalten zurückzuführen gesucht, mehrere Jahre darauf jedoch auf den energischen Protest BARRANDE's hin seine Ansichten zurückgezogen, nachdem ihm schon KREJČI darin vorausgegangen

¹ WOLDŘÍCH verzeichnet in dem von ihm untersuchten Gebietsanteil mehrere Blattverschiebungen, deren wahrscheinliches Vorhandensein ich ohne weiteres zugebe.

² Über H. BARRANDE's Kolonien in der Silurform Böhmens. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1861/62.

war. Es ist dies gewiß ein in der geologischen Literatur bemerkenswerter Fall, der sich nur mit dem großen Ansehen und der Überzeugungskraft, die BARRANDE besaß, erklären läßt.

Es gelang mir nun tatsächlich nachzuweisen¹, und zwar dadurch, daß ich die Graptolithenzonen-Einteilung innerhalb der c_1 -Schichten zu Hilfe herbeizog, daß der Wechsel von d_5 - und c_1 -Schichten in der Gegend von Třeban auf die Bildung von Isoklinalfalten zurückgeht. Es zeigt sich, daß diese unmittelbar mit dem d_5 -Zug, der im SEEMANN'schen Gebiete bei Měřan im obersilurischen Terrain aufbricht, zusammenhängen. Dieser Zusammenhang ist folgender: Bei Měřan tauchen die d_5 -Schichten infolge antikinaler Emporhebung aus dem obersilurischen Terrain auf und teilen dadurch die Graptolithenschiefer (e_1) in zwei Bezirke; in dem südlichen, der der Mulde der großen Isoklinalfalte entspricht, hebt sich bei Bölc infolge isokinaler Faltung des Muldenbodens neuerdings ein d_5 -Zug heraus, so daß nun die e_1 -Schichten sowie die d_5 -Schichten in drei parallelen Streifen auftreten. Die zwei südlichen, vom Untersilur eingekielten Graptolithenschieferstreifen sind es, die BARRANDE in den Aufschlüssen bei Třeban als Kolonien angesprochen hat. Im weiteren Verlaufe nach NE — im Berauntale — erweist es sich jedoch an dem Nacheinanderanskeilen der Graptolithenzonen innerhalb c_1 , daß die beiden Isoklinalfalten in Brüche übergehen. Es vollzieht sich dies jedenfalls so, daß die Mittelschenkel beider Falten reißen und die Hangendschenkel über die Liegendschenkel hinübergeschoben werden. Dadurch werden die in den Mulden befindlichen Graptolithenschiefer begraben, so daß wir noch weiter im NE, bei Karlík, wo sich in einem tief eingeschnittenen Quertal ein gutes Profil bietet, bereits eine geschlossene d_5 -Zone vorfinden. Die Brüche, die hier gewiß noch vorhanden sind, lassen sich nicht mehr geologisch nachweisen, nur aus der orographischen Gestaltung und aus der großen Breite der d_5 -Zone läßt sich ihre Fortsetzung noch auf eine Strecke weit erschließen.

Als ein weiteres wichtiges Störungsgebiet tritt uns der Kalkvarienwald entgegen; dieser gehört dem Brdy-Gebirge an, jenem ansehnlichen waldbedeckten Höhenrücken, der fast durch den ganzen Südflügel der „Silurmulde“ dahinstreicht und sein Emporragen den widerstandsfähigen Quarzkonglomeraten des Cambriums und den

¹ Es sei hier bemerkt, daß WOLDKICH auf Grund seiner gleichzeitig und unabhängig von mir durchgeföhrten Beobachtungen in der Gegend von Karlstein-Třeban zu im wesentlichen den gleichen Anschauungen gelangte, wie sie im folgenden ausgeführt sind; seine sehr ins einzelne gehenden Untersuchungen bringen noch zahlreiche wertvolle Details über die Mechanik der tektonischen Vorgänge in diesem Abschnitt; auf einige geringe Abweichungen seiner Anschauungen von den meinigen kann hier nicht eingegangen werden.

Quarziten (d_2) des Untersilurs verdankt. — Der Kalvarienwald ist schon auf früheren Karten durch die scheinbare besondere Mächtigkeit der d_2 -Quarzite und seine etwas abweichende orographische Gestaltung (Entwicklung eines Nebenrückens) aufgefallen. Dieser letztere Umstand sowie das Auftreten von Diabas, der für die Stufe d_1 charakteristisch ist, mitten im Quarzit an der Straße von Mnischek nach Řewnitz hat schon KREJČI bewogen, hier Längsstörungen vorzunehmen. Vor allem legte er hier die Fortsetzung seiner „Jinetzer Bruchlinie“ durch, die er hier als „große Brabuchlinie“ bezeichnet und läßt längs dieser den südöstlichen (äußerem) Gebirgsteil abgesunken erscheinen und dadurch die Stufe d_1 zum Vorschein kommen.

Ich konnte nicht nur einen, sondern zwei durch d_2 -Quarzit getrennte Aufbrüche von d_1 -Schichten im Kalvarienwald feststellen, und zwar in der nordwestlichen (inneren) Aufbruchszone nur die $d_1\gamma$ -Schiefer (der höchste Teil der d_1 -Stufe), während ich in dem südöstlichen (äußeren) Aufbruch nicht nur die gesamte Entwicklung der d_1 -Stufe in allen drei Unterabteilungen (α , β , γ), sondern darunter auch in bedeutender Mächtigkeit die cambriischen Konglomerate vorfand. Das Schichtfallen ist auch im Kalvarienwald isoklinal gegen NNW gerichtet. Es zeigte sich aber, daß die d_1 -Schichten des nordwestlichen Aufbruches ($d_1\gamma$ -Schiefer) im Kerne eines Gewölbes der d_2 -Quarzite auftreten, dessen Scheitel sich auf einer Reihe von Höhen direkt beobachten läßt. Es ist also hier das Auftauchen der d_1 -Schichten unbedingt nur durch isoklinale Faltenbildung zu erklären. Allerdings weist die stellenweise sehr geringe Mächtigkeit der im Hangenden der $d_1\gamma$ -Schiefer vorhandenen d_2 -Quarzite darauf hin, daß auch hier der Mittel- und Liegendschenkel der Falte nicht intakt geblieben ist.

Was den zweiten, südöstlichen Aufbruch älterer Gesteine betrifft, so spricht schon die in der Karte zum Ausdruck kommende halbmondförmige Form desselben, ferner das in der Gegend des Ostendes des Aufbruches im Quarzite herrschende abnormale, nämlich WNW—ESE gerichtete Streichen, das einen Gewölbeschluß andeutet, dafür, daß hier eine aus Faltenbildung hervorgegangene Dislokationsform vorliegt; das Fehlen der d_1 -Schichten im Liegenden der Konglomerate läßt nicht die Annahme zu, daß man es hier mit einer vollständigen Isoklinalfalte zu tun hat. Weitauß am besten lassen sich somit die Lagerungsverhältnisse mit einer Faltenüberschiebung erklären, durch die ein Teil des Mittelschenkels der Falte unterdrückt wurde. Daß tatsächlich eine gewaltige Dislokation die Konglomerate von den liegenden Quarziten trennt, zeigt die breccienartige Struktur des Quarzites hart an der Grenzlinie, wie ich sie an einer Stelle beobachten konnte.

Nach den Ergebnissen über den Bau des Kalvarienwaldes müssen auch hier die Anschauungen über die Dislokationsformen, wie sie seit KREJČI herrschend waren, modifiziert werden. Nicht steile, im Streichen langaushaltende Verwerfungen, sondern Isoklinalfalten und aus ihnen hervorgehende Überschiebungen beherrschen auch hier den Gebirgsbau; eine Fortsetzung der Störungen des Kalvarienwaldes nach NE oder SW läßt sich weder geologisch noch morphologisch erweisen. Es gibt somit keine einheitliche „große Brdabruhlinie“ im Sinne KREJČI's, die mit seiner Jinetzer Bruchlinie in unmittelbarem Zusammenhang steht, genau so, wie dies von seiner Vostry-Bruchlinie — wie wir oben erfahren haben — gilt. Damit soll aber keineswegs das Verdienst KREJČI's geschmälert werden, der mit richtigem Blick die große Bedeutung der Längsstörungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum erkannt und bereits auch die wichtigsten Zonen dieser Störungen — eben durch die Angabe seiner Bruchlinien — festgelegt hat.

Eine große Dislokation stellt die Grenze des Präcambriums gegen das Cambrium und Untersilur in der Gegend von Mnischek dar. Die präcambrischen Schichten schneiden hier gegen NE nacheinander im spitzen Winkel zunächst die cambrischen Konglomerate, dann die Stufe d_1 und schließlich auch d_2 ab, so daß sie in der Gegend von Königsaal unmittelbar an die Stufe d_3/d_4 stoßen. Einige Beobachtungen in dem von mir untersuchten Gebiet sowie manche Überlegungen ließen mir die Dislokation als eine Überschiebung erscheinen. Zu derselben Auffassung ist gleichzeitig KETTNER gelangt¹; er hat bei Königsaal direkte Beweise hiefür gefunden, indem er hier die präcambrischen Schichten über untersilurischen d_4 -Gesteinen antraf; damit war er in der Lage, die Überschiebung in seinen beigegebenen Profilen direkt zur Darstellung zu bringen. KETTNER fand auch weitere charakteristische Merkmale für das Vorhandensein der großen Überschiebung; so an der Dislokationslinie zwischen den präcambrischen Schichten und den d_4 -Grauwacken eingekielte, zusammenhanglose Fetzen von d_2 -Quarziten als spärliche Reste des sonst mächtig entwickelten, hier in der Tiefe verborgenen, überschobenen Schichtgliedes. Auch konnte KETTNER analog wie ich in den d_2 -Quarziten des Wschenorertales in den d_4 -Grauwacken bei Königsaal in unmittelbarer Nähe der Dislokation — d. h. an der Grenze des Präcambriums — eine sehr deutliche Zusammenstauchung der Schichten in steile Falten feststellen.

Jedenfalls lassen die Beobachtungen KETTNER's keinen Zweifel mehr am Charakter der großen Störung an der Grenze des Präcambriums zu.

¹ Ein Beitrag zur geologischen Kenntnis der Umgebung von Königsaal. Verhandl. d. geol. Reichsanst. Wien 1914. 7/8.

Vor allem bemerkenswert ist es, daß diese Überschiebung nicht, wie wir es bisher im Südflügel der „Silurmulde“ beobachtet haben, von NNW nach SSE (von innen nach außen) gerichtet ist, sondern daß hier die Bewegung in entgegengesetztem Sinne, von außen nach innen, erfolgte. Gleichzeitig müssen wir uns jedoch vor Augen halten, daß wir es hier nicht mit einer Faltungsüberschiebung, sondern mit einer Schollenüberschiebung (einem Wechsel nach der Definition WILCKEN's) zu tun haben, einem in seinem Ergebnis wohl gleichen, aber mechanisch recht verschiedenen tektonischen Vorgang. Die Bewegungsrichtung der Überschiebung des Präcambriums stört durchaus nicht die Einheitlichkeit der Anlage des altpaläozoischen Gebirges. Im Gegenteil, sie ist nur der deutlichste Ausdruck eines mächtigen Seitendruckes, der im Verein mit dem Gegendruck, den er unbedingt erfahren hat, die Bedingung zu der Zusammenpressung des böhmischen Altpaläozoicums zu einem engen Faltengebirge bildete.

Von Bedeutung scheint mir auch der Umstand, daß die Störung an der Grenze des Präcambriums zwei Gebiete von verschiedenem tektonischen Stil scharf trennt: Im Präcambrium wechselt die Fallrichtung der Schichten (kein isoklinaler Schichtbau), es herrschen ruhige aufrechte Faltenzüge von meist bedeutender Basisbreite¹; die Dislokation scheidet hier somit tatsächlich zwei tektonisch differenzierte Schollen.

Betrachten wir nun das vorwiegend cambrische Gebiet an der Littawa, dessen Tektonik von LIEBUS erforscht wurde². Das Gebiet gehört orographisch dem südlichen Brdy-Wald an, der in diesem Teile mehrere, zum Teil im Berge aufgelöste Kämme aufweist. Er setzt sich hauptsächlich aus fossilreeren, heute fast allgemein als cambrisch angesehenen, sogen. Třemoschna-Konglomeraten zusammen; in diesen treten jedoch, an die Terrainmulden gebunden, schmale, parallel gerichtete Streifen von mittelcambrischen *Paradoxides*-Schiefer auf. Dieser mehrmalige auffallende Wechsel von älteren (Konglomerate) und jüngeren Schichten (*Paradoxides*-Schiefer) war früher teils überhaupt übersehen worden (KREJČI) — das Gebiet ist vollkommener Waldbedeckung wegen schwer zugänglich und arm an Aufschlüssen —, teils begnügte man sich damit (POŠEPNY), die schon von KREJČI aus der orographischen Gestaltung erschlossenen streichenden Brüche, die den flach nach NW

¹ Nach eigenen Beobachtungen; sehr gut zeigen es auch die Profile, die KETTNER in seiner Arbeit „Über die lakkolithenartigen Intrusionen der Porphyre zwischen Mnischek und der Moldau“. Bull. int. de l'Ac. des Sc. de Boh. 1914, gibt.

² „Geologische Studien am SE-Rande des Altpaläozoicums in Mittelböhmen.“ Kleinere frühere Abhandlungen von ihm sind noch stark von den KREJČI'schen Ansichten beeinflußt.

fallenden Schichtenkomplex durchsetzen und längs deren die *Paradoxides*-Schiefer „eingeklemmt“ sein sollten, als Erklärung herbeizuziehen.

Falsche Schichtenidentifizierungen gaben weiterhin ein unrichtiges Bild von der Tektonik dieses Gebietes. Mehrfache Richtigstellungen in dieser Beziehung, sowie die genaue Verfolgung der *Paradoxides*-Schieferstreifen und zahlreiche Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse boten nun LIEBUS die Grundlage zu einer ganz anderen Auffassung der Tektonik daselbst. Nach dieser ist der mehrmalige Wechsel zwischen Konglomeraten und *Paradoxides*-Schiefer auf mehrfache isoklinale Auffaltung der Schichten zurückzuführen. Hiefür spricht schon die große Regelmäßigkeit in der Wiederholung der Schichtenglieder. Messungen des Fallwinkels haben mit größter Wahrscheinlichkeit ergeben, daß die Konglomeratrücken wirklich tektonischen Gewölben entsprechen. Beobachtungen von engen Faltungen und Biegungen der Konglomeratschichten haben ferner den Beweis erbracht, daß diese dickbankigen, spröden Gesteine tatsächlich einer intensiven Faltung zugänglich sind. Von großer Bedeutung ist es, daß die Aufschlüsse am rechten Littawauf der breiten *Paradoxides*-Schieferstreifen zwischen Jinetz und Čenka direkt die muldenförmige Lagerung der Schiefer sehen lassen.

Gegen SW konvergieren die Konglomeratrücken, ein Zeichen, daß die Faltenzüge, deren südlich von Hrachowischt vier vorhanden sind, in dieser Richtung aneinanderrücken. Tatsächlich keilen auch damit die *Paradoxides*-Schiefer aus, sie werden sichtlich von den eng zusammengedrängten Gewölben überschoben. Es tritt also auch hier wieder der charakteristische Fall ein, daß die liegenden Isoklinalfalten durch Überanstrengung der Mittelschenkel im Streichen in Überschiebungen übergehen.

Der südliche Brdywald in der Gegend von Jinetz stellt sich nach den Untersuchungen von LIEBUS somit gleichfalls als ein Typus isoklinalen Faltenbaues dar. Es ist dies um so bezeichnender, als wir in der weiteren Fortsetzung des Gebirges gegen ENE im Kalvierenwald den ganz analogen Gebirgsbau angetroffen haben.

Isoklinale Falten und Faltenzüge, die auftauchen und untertauchen — an anderer Stelle wieder aufbrechen, deren Flügel sich vielfach schuppenartig übereinanderschieben und dadurch die Muldenregionen teilweise zerstören —, so gestaltet sich uns das tektonische Bild des Brdygebirges, des heute orographisch hervortretendsten Bestandteiles im altpaläozoischen Gebirge Böhmens.

Während wir bisher ausschließlich Gebiete, die dem Südflügel der böhmischen „Silürmulde“ angehören, kennen gelernt haben, gewähren uns die eingehenden Studien KETTNER's im Motoltale bei Prag auch einen Einblick in die Tektonik des Nordflügels.

Im Tale des Motoler Baches W von Prag kommen Schichten des Untersilurs ($d_1\gamma$ bis d_5) und des tiefsten Ober- silurs (e_1) zum Vorschein, während die Höhen zu beiden Seiten des Tales die transgressierende Kreidedecke einnimmt. Der Bach fließt annähernd im Schichtstreichen, das auch hier etwa WSW bis ENE, wie es in der altpaläozoischen Mulde die Regel ist, gerichtet ist.

Vor allem lenkt der Verlauf der d_2 -Quarzite unsere Aufmerksamkeit auf sich. Dieselben bilden zwei, stellenweise drei schmale Züge, die durch eine große Anzahl von Blattverschiebungen verworfen sind. Auf die große Bedeutung solcher Blattverwerfungen wurde schon einmal hingewiesen; sie sind die Folgen der Auslösung eines gewaltigen Seitendruckes. -- Zwischen den Quarzitzügen sind $d_1\gamma$ -Schiefer eingeschaltet; im Hangenden der Quarzite folgen in normaler Weise die Schichten der Stufe d_3/d_4 . Dagegen erscheinen scheinbar im Liegenden der Quarzite in geringer Entfernung von demselben obersilurische Graptolithenschiefer (e_1), ein Zeichen, daß hier eine große Längsstörung durchgeht. KETTNER erklärt diese Verhältnisse folgendermaßen: Die Wiederholung der d_2 -Quarzite ist durch die Bildung eines schiefen, nach NNW überkippten isokinalen Gewölbes bedingt, in dessen Kern die $d_1\gamma$ -Schiefer zum Vorschein kommen. An einer Stelle nahe dem Ausgange des Tales zeigt es sich, daß der Liegendflügel des Quarzitgewölbes über sehr stark gestörte und deformierte d_4 -Schichten¹ überschoben ist. Demnach entspricht die ganze große Längsstörung, welche die Quarzite des Motoltales gegen NNW von den daselbst auftretenden jüngeren Schichten scheidet — es ist die schon von KREJČI erkannte „Prager Bruchlinie“ —, einer großen Überschiebung. Das Erscheinen des dritten Quarzitzuges wird durch Zerreissen des Liegendflügels des Quarzitgewölbes im Streichen gegen WSW veranlaßt. Die Verwerfung, längs welcher die Abspaltung dieses dritten Quarzitzuges erfolgte, ist in einem Eisenbahneinschnitt deutlich aufgeschlossen.

So erklären sich die beim ersten Blick recht verworren scheinenden Verhältnisse des Motoltales nach der von KETTNER trefflich begründeten, überzeugend und sehr klar vorgetragenen Auffassung auf der Basis eines einheitlichen, widerspruchsfreien tektonischen Bewegungsbildes, deren Ursachen in sehr intensiven seitlichen Pressungen zu suchen ist.

Sehr ähnliche tektonische Verhältnisse wie im Motolatal haben die Untersuchungen WOLDŘICH's im Scharkatal NW von Prag ergeben. Auch hier wird unter der Kreidedecke auf eine Strecke Untersilur ($d_1\beta$ bis d_4) entblößt, das sich aber gegen NW, gegen das Liegende zu, direkt an präcambrische Schichten anlehnt. Die auffallendste Erscheinung im geologischen Kartenbilde ist die mehr-

¹ Den Nachweis, daß man es hier mit d_4 zu tun hat, hat KETTNER durch zahlreiche unzweifelhafte Fossilfunde erbracht.

fache Wiederholung der einzelnen undersilurischen Schichtglieder und das Auftreten präcambrischer Schichten inmitten des Unter-silurs, wobei wiederum die Schichtenzonen durch zahlreiche Quer-brüche zerstückelt erscheinen. Das Schichtfallen ist bei dem gewöhn-lichen Streichen von WSW nach ENE, isoklinal gegen SSE gerichtet.

WOLDŘICH kommt auch hier zu der Annahme eines schießen, nach NNW übergelegten isokinalen Gewölbes, dessen Liegendflügel über die Schichten, die die Reste des Liegendschenkels der ursprünglichen Isoklinalfalte darstellen, hinübergeschoben ist. Im Streichen gegen ENE zerreißt das Gewölbe und es ent-wickelt sich eine neue Überschiebung: Der Hangendflügel des Gewölbes ist über den Liegendflügel geschoben.

Bringen wir zum Schluß die Ergebnisse der neueren tek-tonischen Untersuchungen im mittelböhmischen Altpaläozoicum in Zusammenhang, so kann man mit Genugtuung feststellen, daß sie in befriedigendster Weise übereinstimmen und sich gegenseitig ergänzen. Sie geben ein wenn auch noch lange nicht vollständiges, so doch schon heute recht klares und einheitliches Bild von der Tektonik unseres altpaläozoischen Gebirges. Dieses Bild läßt es uns — im Gegensatz zu der bisher verbreiteten Meinung — nicht als ein Gebiet erscheinen, in dem zerrende Kräfte vorwiegend vertikale Bewegungen auslösten, dagegen Faltungerscheinungen in den Hintergrund treten, nicht als einen komplizierten, staffel-förmigen Grabenbruch im Sinne KATZER's, sondern als ein durch pressende Kräfte zusammengestautes Faltengebirge von alpinem Typus; wie in einem Schraubstock muß dieses Stück Erdrinde, das unser heutiges altpaläozoisches Gebirge in Mittelböhmen darstellt, zwischen den massiven Backen zweier be-nachbarter Schollen zusammengepreßt worden sein. Damit ist durchaus nicht die Annahme von der Hand gewiesen, sondern im Gegenteile bekräftigt, daß die Erhaltung der mittelböhmischen alt-paläozoischen Ablagerungen einer ehemals verhältnismäßig tiefen, geschützten Lage dieser Scholle zu danken ist.