

Bemerkungen zur neueren Literatur über die Moravischen Fenster.

Von Franz E. Sueß.

Als ich vor mehreren Jahren versucht hatte, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf die Umriss eines großzügigen und eigenartigen Gebirgsbaues zu lenken¹⁾, welcher durch die Verbindung der Aufschlüsse in der östlichen Abdachung des böhmischen Grundgebirges sichtbar wird, durfte ich aus verschiedenen Gründen keinen baldigen und lebhafteren Wiederhall in der geologischen Literatur erwarten, trotzdem die neuen Feststellungen einige Bedeutung für das Verständnis des älteren Gebirgsbaues von Mitteleuropa, für den tieferen Bau der Kettengebirge überhaupt und für die Beziehung von Tektonik und Metamorphose beanspruchen dürfen.

Verschiedene Umstände mögen es bewirkt haben, daß diese Gebiete durch lange Zeit dem lebhafteren Interesse der Forschung fern geblieben sind. Keine größere Stadt ist in diesen Grundgebirgsstrecken gelegen. Der größere nördliche Teil fällt in tschechisches Sprachgebiet. Zwar ist das Land durchaus nicht arm an landschaftlicher Schönheit; prächtiger wildreicher Wald unterbricht oft viele Wegstunden lang das Zwetschken- und Kartoffelland, oder belebt mit kantigen dunklen Flecken die in lichter Ferne verschwimmende Wellenfläche, oft umsäumt er den schimmernden Spiegel eines Fischteiches und drängt sich in die mit ziemlich steiler Kante niederleitenden Talhänge; und wo der Fluß sich wendet in der Enge seiner Zwangsmäander blickt immer wieder ein anderer Wasserwinkel in träumerischer Stille durch die umbuschten Felskulissen. Doch ist das Land kaum von Touristen besucht und gänzlich unberührt vom lebhafteren Reiestrom.

Im Vergleiche mit der vielfältigen bis ins einzelne gehenden Bearbeitung, welche manche andere deutsche Grundgebirge, zum Beispiel Schwarzwald, Odenwald, Erzgebirge, sächsisches Granulitgebirge, erfahren haben, waren hier die Vorarbeiten

¹⁾ Die moravischen Fenster und ihre Beziehung zum Grundgebirge des hohen Gesenkes, Denkschr. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-nat. Kl., Bd. 58, 1912, S. 541 bis 631.

äußerst spärlich und keine bewegte sich in der Richtung größerer tektonischer Synthesen. Dort, sowie in den vielbesuchten, viel-durchforschten Alpen mündet jede neue Feststellung oder Auffassung in den Ideenkreis zahlreicher, gewiegtter Forscher, die mit der Topographie der Gegenden, mit den Charakteren der Gesteine, den schwebenden tektonischen Fragen usw. innig vertraut sind.

In alpinen Gebirgen vermag der Tektoniker gar oft den Bau aus dem Landschaftsbilde unmittelbar zu erfassen und die Übereinanderschichtung der Gesteinsmassen unmittelbar zu schauen. Hier aber bleibt der Gebirgsbau unsichtbar unter den ausgleichenden Rumpfflächen verschiedenen Alters und verschiedener Entstehung, unter Wald und Ackerboden. Die Aufschlüsse sind zwar in der Regel befriedigender, als der Blick über die offene Landschaft vermuten läßt. Aus Talgehängen blickt der Fels, in Hohlwegen ist er aufgeschürft und durch Lesesteine und Verwitterungsgrus verrät sich die Gesteinsart unter dem Ackerboden. Aber erst die Verbindung der Aufschlüsse in der Karte offenbart die gegenseitige Abhängigkeit und die Zusammenhänge der Gesteinszüge, und bei der Großzügigkeit des tiefen Baues werden erst die Zusammenfassungen über sehr große Strecken ergebnisreich.

An dem Gebirgsbau sind ausschließlich kristallinische Gesteine — Tiefengesteine und metamorphe Schiefer — beteiligt, für deren Beurteilung petrographische Gesichtspunkte maßgebend sind. Die Beurteilung des Baues selbst aber wird gefestigt und geleitet durch den Vergleich mit dem Baue weniger tief abgetragener Kettengebirge, die ja nach neuen Erfahrungen zum größten Teile vom Deckenbau beherrscht werden, und im besonderen Falle mit den kristallinen Zonen der Westalpen, wo es den sorgfältigen Arbeiten der Schweizer und französischen Geologen, besonders Argand und Staub, durch folgerichtige Verbindungen der Wahrnehmungen in Profil und Kartenbild gelungen ist, den überwälzten Deckenbau über den ganzen westalpinen Bogen hin in fast lückenloser Weise zusammenzufügen und bis in unsichtbare Tiefen hinab zu ergänzen.

Das mährische Grundgebirge ist aber auch kein dankbares Arbeitsfeld zur ersten Einführung in tektonische Studien, denn besondere petrographische Vorbereitung und Übung im

Felde wird hier verlangt, und örtlich beschränkte Forschungen versprechen hier weniger Erfolg, als etwa in alpinen Gebieten.

Die Unterscheidung zweier in Bau und Gesteinszusammensetzung voneinander durchaus verschiedener Gebiete kristallinischer Schiefer, der moldanubischen und der moravischen Scholle, die Deutung der Lagerungsverhältnisse durch gegenseitige Überschiebung beider Schollen, der Nachweis von Teildecken innerhalb der moravischen Gewölbe, sowie auch die aus den Lagerungsverhältnissen abzuleitenden Schlüsse über den Einfluß der Bewegung auf die Metamorphose, insbesondere auf die Entstehung der Glimmerschiefer, all dies war neu; die Darlegung des Gesamtbildes einer großzügigen Tektonik mit ihren vielen Einzelheiten war kein Weiterbau über einen bereits vorliegenden Grundriß; nur zum kleinen Teil beruhte sie auf Umdeutung bereits vorliegender Unterscheidungen und Gliederungen nach neuen Gesichtspunkten, wie sie in der alpinen Tektonik neuerlich vielfach mit Erfolg geübt worden ist.

Daß die erste Umrißskizze des verwickelten, über 250 km ausgedehnten Baues gleich im ersten Entwurf in allen Stücken dauernd Feststellendes geben könne, war wohl nicht zu erhoffen. Es war zu erwarten, daß durch fortgeführte Beobachtungen manches im einzelnen richtiggestellt, manches Unbestimmte geklärt, manche Auffassungen verschoben, ja daß vielleicht noch größere Komplikationen des Baues zutage gefördert werden würden.

Doch ist in dieser Hinsicht nicht viel geschehen; ich selbst war abgehalten, mich mit dem Gegenstande zu beschäftigen, und wollte überdies zunächst den Eindruck abwarten, den Augen mit anderem Erfahrungsschatze von den Erscheinungen gewinnen würden. Im übrigen waren aber auch die letzten Kriegsjahre einer Fortführung der Studien in diesen Gegenden nicht günstig gewesen.

Becke und seine Schüler haben in einer neueren kartographischen Darstellung des niederösterreichischen Waldviertels die Trennung der kristallinen Schiefer in die moldanubische und die moravische Zone übernommen. Die weiteren wenigen Äußerungen über die moravischen Fenster, welche die geologische Literatur der letzten Jahre gebracht hat, enthalten nur spärliche Feststellungen im einzelnen; sie sind vorwiegend allgemeiner Art und verhalten sich zurückhaltend oder auch

entschieden ablehnend sowohl gegenüber den Unterscheidungen der Hauptgebiete als insbesondere gegenüber den tektonischen Vorstellungen im großen.

Die Zukunft wird zeigen, daß die Ablehnungen sachlich nicht begründet sind. Sie beruhen auf der prinzipiellen Skepsis der „Antinappisten“, welche ja in Österreich vorläufig noch eine ziemlich geschlossene Mehrheit bilden. Ähnlich wie der alpinen Deckenlehre wird auch diesen Ansichten im Sinne eines Tadels vorgehalten, daß sie zu hypothetisch seien, mit der Meinung, daß damit ein Gegensatz zur allein verlässlichen Beobachtung hervorgehoben werden soll.

Die Vereinigung vieler Beobachtungen zu einem größeren Gesamtbilde beansprucht aber, so lange sie unbeeinflußt bleibt von irgendeiner spekulativ-theoretischen Richtung, den gleichen Tatsachenwert, wie die Einzelbeobachtung. Die Abtrennung der moravischen Kuppeln am Ostrande des großen moldanubischen Grundgebirges, die Unterscheidung der beiden in Bau und Gesteinszusammensetzung voneinander vollkommen verschiedenen Gebirgssysteme ist nicht weniger tatsächlich, als etwa die Unterscheidung von Flysch und Kalkalpen.

Durch die Bezeichnung der beiden Kuppeln als Fenster werden die Lagerungsverhältnisse zum Ausdruck gebracht; nämlich das Hinabtauchen der moravischen Gesteine unter die moldanubischen Glimmerschiefer, das in allen Teilen der langen Grenze durch Beobachtung festgestellt ist. Die Auffassung kann nur insofern als hypothetisch bezeichnet werden, als sie die gedankliche Ergänzung der moldanubischen Scholle über die moravischen Fenster hin voraussetzt; nicht anders als die Ergänzung einer abgetragenen Falte zum hochaufragenden Luftsattel; wie bei diesen wird auch bei den moravischen Fenstern die hypothetische Linienführung unterstützt durch den Verlauf der Linien in dem Innern der noch erhaltenen Teile des tektonischen Baues. Diese Lagerungsverhältnisse drängen zur Vorstellung, daß die moldanubische Masse über das moravische Gebirge hinbewegt worden ist. Es dürfte kaum eine andere Erklärung zu finden sein für den eigenartigen Verband zwischen den beiden so verschiedenen Gebirgsmassen. Unmöglich konnten sie ihre gegenwärtigen Struktureigentümlichkeiten und Gesteinsbeschaffenheit erworben haben, als sie mit scharfer Grenze unmittelbar aneinander gelagert waren. Die

moldanubische Masse, mit ihrem bei höheren Temperaturgraden gebildeten Mineralbestande und ihren ohne einheitliche Streichungsrichtung verlaufenden Gesteinszügen, muß in einer anderen Tiefenzone entstanden sein, als die unter Druck ausgewalzten und gestreckten moravischen Schiefer, welche mit weithin gleichbleibender Aufeinanderfolge als regelmäßige Gewölbe über granitische Gneiskerne gelegt sind, vergleichbar den Schieferhüllen über den alpinen Zentralkernen. Nur durch große tektonische Bewegungen konnten sie übereinander gebracht werden. Diese Vorstellung erklärt zugleich auch viele Einzelheiten; so die merkwürdige Einschaltung einer muskovitreichen (Glimmerschiefer-) Zone an der Grenze zwischen beiden Gebirgsmassen und wird gestützt durch die Erkenntnis ähnlicher Gesteine in ähnlichen Lagerungsformen als überwälzte Decken in den Westalpen.

Mißtrauen gegen die vorgebrachten Tatsachen, mit denen jeder Erklärungsversuch zu rechnen hat, konnte nur von solchen geäußert werden, welche von anderen theoretischen Vorstellungen geleitet werden; wie zum Beispiel Lepsius, der auch hier, wie in fast allen metamorphen Schiefen, die Kontaktwirkungen seiner „konkordanten Granitstöcke“ sehen zu müssen glaubt. Keiner der Gegner hat bisher noch Gelegenheit gehabt, durch Augenschein eine gewisse Übersicht über das Ganze zu gewinnen.

Einige konkrete Einwürfe beziehen sich auf Einzelheiten; sie würden, auch wenn sie berechtigt wären — was nicht der Fall ist — die allgemeinen großen Feststellungen nicht beeinflussen; Teilangriffe sind nicht imstande, den auf breiter Basis stehenden geschlossenen Bau zu erschüttern und auch das Einzelne kann nur aus größeren Zusammenhängen und Beziehungen richtig gewertet und beurteilt werden.

Hier wird auf folgende, die „moravischen Fenster“ betreffenden Äußerungen in der neueren geologischen Literatur Bezug genommen:

1. F. Becke, A. Himmélbauer, F. Reinhold und R. Görgy, Das niederösterreichische Waldviertel, herausg. von der Wr. Mineral. Ges., Tschermaks Min. u. petrogr. Mitteil., Bd. XXXII, Heft 3.
2. F. Becke, Zur Karte des niederösterreichischen Waldviertels, Tschermaks Min. Mitteil., Bd. XXXVIII, 1914, S. 351 bis 355.
3. R. Lepsius, Geologie von Deutschland, Leipzig und Berlin 1913, 3. Teil, 1. Lfg., Schlesien und die Sudeten, S. 35 bis 47 und S. 182.

4. B. Sander, Über tektonische Gesteinsfazies, Verh. d. Geol. Reichsanst. Wien 1912, S. 255.

5. — Bemerkungen über tektonische Gesteinsfazies und Tektonik des Grundgebirges, dass. 1914, S. 220 bis 240.

6. — Beiträge aus den Zentralalpen zur Deutung der Gesteinsgefüge, Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1914, S. 632.

7. K. Hinterlechner, Über Schollenbewegungen am südöstlichen Rande der böhmischen Masse, Verh. d. Geol. Reichsanst. 1914, S. 64.

8. — Beiträge zur Geologie der sogenannten moravischen Fenster, I. Tischnowitz (Schwarzawa-Kuppel), Verh. d. Geol. Reichsanst. 1916, S. 42 bis 64.

9. — Über Schieferinjektionen aus dem Gebiete der Spezialkartenblätter Krems und Horn, mit zwei chemischen Analysen von Dr. O. Hackl, dass., S. 103 bis 118.

10. F. Kretschmer, Der metamorphe Dioritgabbrogang nebst seinen Peridotiten und Pyroxeniten im Spieglitzer Schnee- und Bielengebirge, Jahrb. d. Geol. Reichsanst. 1917, S. 1 bis 210.

Zunächst — in den Abschnitten I bis III — wende ich mich gegen die von Lepsius, Hinterlechner und Kretschmer vorgebrachten Einwände und Zweifel. Das Werk von Lepsius über die Geologie von Deutschland haben viele Geologen zur Hand; deshalb kann ich seine Einwürfe hier nicht mit Stillschweigen übergehen. Die vielleicht etwas ausführlichen Erwiderungen gegen Hinterlechner und gegen Kretschmer scheinen mir im Interesse der Sache gerechtfertigt; sie sollen verhindern, daß Fachgenossen, welche weniger vertraut sind mit der Beurteilung der kristallinen Gesteine und den Vorstellungen einer großzügigen Überschiebungstektonik mit Zweifel begegnen, den Eindruck in sich aufnehmen und weiterverbreiten, daß irgend etwas in der Unterscheidung der großen Grundgebirgsgebiete moldanubisch und moravisch nicht vollkommen stimme.

Die Aufsätze von Becke und Sander bespreche ich zuletzt (Abschnitte IV und V), da sie mir Gelegenheit geben zu weiteren Ausblicken.

I.

In dem zuletzt erschienenen Hefte seiner Geologie von Deutschland bezog sich Lepsius (3) mit einigen ziemlich skeptischen Bemerkungen auf die moravischen Fenster. Zum Teil erklärte sich seine ablehnende Haltung durch das Bestreben, die Erscheinungen seinen theoretischen Vorstellungen anzupassen. Er leugnete jeden Einfluß von Bewe-

gungsvorgängen auf die Struktur und den Mineralbestand der kristallinen Schiefer. Es gab für ihn überhaupt nur Kontaktmetamorphose. Alle Minerale der kristallinen Schiefer wurden als Kontaktminerale angesehen, das Auftreten von kristallinen Kalken wurde als besonderer Beleg für Kontaktmetamorphose angeführt. Nach dieser Auffassung wären auch die Lagerungsverhältnisse ziemlich einfach; die Gneis- und Granitmassen im Hohen Gesenke, ebenso wie die des Habelschwerter, Reichensteiner und Adlergebirges, sind von unten her in die Sedimente eingedrungen, haben sie emporgewölbt und zu Glimmerschiefern und Phylliten umgewandelt; durch Druck und Intrusion entstand die für diese „konkordanten Granitlakkolithen“ kennzeichnende, den Umrissen des Eruptivkörpers angepaßte Parallelstruktur des überlagernden Schiefergewölbes. Dieser Vorstellung entsprechend werden auch die unmittelbar den Gneisen anliegenden Glimmerschiefer und Phyllite einfach als älteste Glieder der Sedimentserie angesehen und schlechtweg als Silur und Cambrium bezeichnet. So werden die Glimmerschiefer, Marmore und Phyllite, welche dem Kepernikgneisgewölbe unmittelbar auflagern und unter die Ramsauer Überschiebung hinabtauchen, für Cambrium oder Präcambrium gehalten (S. 39), während ihre bereits von Kretschmer und Becke vermutete Zuteilung zum Devon, welcher ich mich auch angeschlossen habe, durch die Gesteinsgesellschaft, insbesondere durch die Gleichheit der weniger veränderten Kalklager mit dem sicheren Devon im Osten begründet ist.

Hier ist nicht Raum für breitere theoretische Auseinandersetzungen und Begründungen. Es soll nur gesagt sein, daß eine solche einfache Betrachtungsweise der Mannigfaltigkeit dieser kristallinen Schiefer und ihren Beziehungen zur Tektonik nicht gerecht wird und die Angabe, daß von zwei Grundgebirgsgebieten beide hauptsächlich aus Gneis und Glimmerschiefer bestehen (S. 182), gibt noch keinen Aufschluß darüber, ob sie gleicher oder verschiedener Entstehung sind. Die Kepergneise im Altwatergebiete mit ihren zerdrückten Feldspatäugen und der Tendenz zur Neubildung von Muskovit haben zum Beispiel eine ganz andere Geschichte durchgemacht, als etwa die holokristallinen, mit ihrem Dache innig verfalteter, schuppigen, grauen Gneise des Erzgebirges, oder die ohne kataklastische Spuren feinkörnig kristallinen Orthogneise und Gra-

nulite des sächsischen Mittelgebirges und des Waldviertels, welche die Strukturmerkmale und den Mineralbestand der höheren Temperaturstufe gemein haben mit den ihnen innig verbundenen biotitreichen Paraschiefern.

Weitere Einwendungen von Lepsius gegen die Tektonik (S. 39) beruhen auf einem Mißverständnis, das nur durch Flüchtigkeit beim Durchsehen meiner Arbeit zu erklären ist. Lepsius wendet sich gegen eine Verbindung des „Boskowitzer Grabens“ mit der Überschiebung am Ramsauer Sattel. Eine solche Annahme wäre allerdings sinnlos und wird auch nirgends in meiner Abhandlung angedeutet. Nur zufällig nähert sich der Bogen der Boskowitzer Furche bei Bodelsdorf der nachgewiesenen Überlagerung von graphitführendem Glimmerschiefer auf Devonkalk und Bittescher Gneis, welche die Verbindung herstellt zwischen der großen moldanubischen Überschiebung im Süden und der im Marchtal abgelenkten Fortsetzung der Überschiebung vom Ramsauer Sattel. Der Boskowitzer Graben hat natürlich nichts zu tun mit dieser viel älteren (vorkulmischen) Tektonik, welche er durchschneidet. Nach diesen Vorkommnissen, und nicht zur Boskowitzer Furche, wie Lepsius meint, wurde von der Ramsauer Überschiebung her die angeblich „ganz künstliche Verbindungslinie unter den breiten Alluvien des Marchtales“ gezogen. Sie ist auch in den bereits von Bukowski betonten Verschiedenheiten im Streichen und der Gesteinsbeschaffenheit der Gebirge zu beiden Seiten des Marchtales begründet. Bereits aus dieser Beziehung und überdies aus dem Gegensatz der auflagernden hochkristallinen Schiefer über den kaum veränderten Devonkalken, erhellt die von Lepsius bezweifelte allgemeine Bedeutung der so weithin gleichartig fortstreichenden Ramsauer Überschiebung.

II.

Herr Bergrat Dr. K. Hinterlechner zeigt uns an, daß er sich durch die geplante Aufnahme der Kartenblätter Krems und Horn veranlaßt sah, den Felsarten der sogenannten moravischen Fenster besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Er berichtet über seine ersten zu diesem Zwecke unternommenen Exkursionen und verspricht weitere ähnliche Beiträge (8).

Seine erste Untersuchung beschränkt sich, wie man dem Berichte entnehmen kann, auf einige Spaziergänge in der Um-

gebung von Tischnowitz bis zu Entfernungen von etwa 10 km. Dies genügt jedoch für Herrn Hinterlechner, um zu dem „beachtenswerten Schlusse“ zu gelangen, „daß dort, wo F. E. Sueß das Moravicum abgegrenzt wissen will, eine derartige — petrographische — Grenze gar nicht existiert“ und ferner, daß von dem geschilderten Gebiete die einfachere Darstellung (wie sie auf Kartenblatt Boskowitz-Blansko von S. v. Tausch gegeben wurde) „sachlich richtiger ist als die spätere Franz E. Sueßsche, die derartige Abweichungen von den Tatsachen erkennen läßt, daß sie nicht mehr Auffassungssache des einzelnen sein können. Dies letztere darf namentlich insofern nicht der Fall sein, als der genannte Forscher den Standpunkt vertritt, daß die Gesteine seines Moravicums etwas wesentlich Verschiedenes von den Gesteinen des Moldanubicums vorstellen sollten und sofern er auf dieser Basis folgenschwere, theoretisch tektonische Schlußfolgerungen ableiten zu dürfen glaubt.“

Dies Urteil des Herrn Dr. Hinterlechner sollte für mich um so beschämender sein, als ja L. v. Tausch sich selbst keineswegs mit besonderer Aufmerksamkeit den kristallinen Schiefen zugewendet hatte.

Da sich somit Herr Hinterlechner berufen fühlt, auf Grund einiger weniger Ausflüge die Früchte meiner vieljährigen Forschungen und gewissenhaften Überlegungen so kurzerhand und entschieden abzufertigen, sollte auch mir eine Meinungsäußerung über Herrn Hinterlechners Denk- und Arbeitsweise nicht versagt sein.

Herr Hinterlechner hatte aber seine Meinung bereits gebildet, bevor er seine „Orientierungstouren“ unternommen hatte. In einer wenig wohlwollenden Besprechung meiner Arbeit in den Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1913 findet man bereits ganz die gleiche Denkweise, mit welcher Herr Hinterlechner neuerdings die Abtrennung der moravischen Kuppeln bekämpft.

Folgende Schlußkette aus der Besprechung kehrt in abgeänderter Form in dem neuen Aufsätze wieder: „Zum Bittischen Gneis im Sinne von Franz E. Sueß gehören auch die Gesteine, welche A. Rosiwal zwischen Kunststadt und Stiepanau als Augengneis bezeichnet hat. A. Rosiwal bezeichnete jedoch als Augengneise auch gewisse Gesteine aus dem

nordwestlichen Ende des Eisengebirges.“ Diese Gesteine nun sind identisch mit „rotem Zweiglimmer(Granit)gneis“, den Herr Hinterlechner weitverbreitet in der Gegend Kuttenberg, „also im Moldanubicum des Herrn Franz E. Sueß“ gefunden hat. Hieraus leitet er den Schluß ab, „daß die als Bittescher Gneis bezeichnete Felsart gar nicht eine Spezialität des Sueßschen Moravicums ist, das heißt dasselbe Gestein ist auch im Sueßschen Moldanubicum weitverbreitet“.²⁾

Hier muß man zunächst fragen: Wie kann meine Unterscheidung der Gesteine durch die Bezeichnungsweise eines Autors widerlegt werden, der diese Unterscheidung noch gar nicht gekannt hat, für den bei der Klassifikation nach früher allgemeiner Auffassung nur gröbere Strukturmerkmale und der wesentliche, einfach charakterisierte Mineralbestand maßgebend waren? Die petrographischen Unterschiede zwischen moravischem und moldanubischem Gestein sind zwar größtenteils, aber nicht allein im Mineralbestande ausgedrückt, sie fallen unter den in neuerer Zeit von B. Sander geprägten Begriff der tektonischen Fazies, wie ich noch ausführlicher hervorzuheben Gelegenheit haben werde.

In seinem neueren Beitrage nimmt Herr Hinterlechner wohl auch eigene Wahrnehmungen zu Hilfe, um auf die gleiche Bahn der Beweisführung zu gelangen. Auf einem Spaziergange über den Hügel Klučanina, C. 422, zwei Kilometer von Tischnowitz, fand er einen zweiglimmerigen Gneis, der, wie er sagt, „durch die Fülle des Feldspates und den nie fehlenden Quarz“ den Charakter eines roten Granitgneises bekommt. Tausch, der überhaupt auf jede Unterscheidung in den Gneisen verzichtete, notierte dort „Gneis im allgemeinen“; auf meiner Kartenskizze liegt der Punkt in der Glimmerschieferzone nahe der Grenze des Rotliegenden. Dies veranlaßte Herrn Hinterlechner zu der Bemerkung: „Franz E. Sueß hat demnach den Gneis i. a. L. v. Tausch auf der Klučanina zu einem Glimmerschiefer umgeprägt“ (S. 43). Er stellt fest, daß aus meinem Texte hervorgeht, daß mir das Vorkommen des Zweiglimmergneises auf der Klučanina bekannt war. Granatglimmerschiefer, den ich beim Sanatorium von Tischnowitz anstehend gefunden habe, könne

²⁾ Verh. d. Geol. Reichsanst. 1913, S. 73.

in seinen Dimensionen kaum beachtenswert sein, ich hätte dem „objektiv untergeordneten Moment die Hauptrolle eingeräumt“.³⁾ Dabei unterschiebt er mir die Meinung, ich hätte den Gneis der Klučanina für eine Abart des Bitteschen Gneises gehalten, ich hätte eine Felsart, „deren richtige Würdigung von grundlegender Bedeutung ist, nebensächlich behandelt. Eine subjektive Auffassung der in Rede stehenden Verhältnisse ändert jedoch, wie er sagt, ganz wesentlich unsere Vorstellung von der Tektonik der sogenannten ‚Schwarzawa Kuppel‘, beziehungsweise eines Teiles davon.“

Der schwere Vorwurf mangelnder Objektivität gegenüber den Tatsachen, zu dem sich Herr Hinterlechner so leicht berechtigt glaubt, beruht auf einem einfachen Mißverständnis. Die Klučanina ist allerdings auf meiner Karte mit der Farbe der „Glimmerschieferzone“ ausgeschieden. Aber für jeden, der die Kartenskizze mit Verständnis betrachtet, ist es klar, daß auf dem kleinen Maßstabe nicht Gesteine, sondern Gesteinsgruppen als tektonische Einheiten zur Darstellung gebracht sind; und aus dem Texte ist aufs klarste zu ersehen, daß in der „Glimmerschieferzone“ neben Glimmerschiefer die ganze Reihe moldanubischer Begleitgesteine (Marmore, Amphibolite, Kalke, Quarzite usw.) enthalten ist (Morav. Fenster, S. 42). Im besonderen ist auf die Einschaltungen von unregelmäßigen Körpern und Bänken von Zweiglimmergneis in dieser Zone wiederholt hingewiesen (Morav. Fenster, S. 42, 43, 44, 45). Auch der Zug von grobschuppigem Glimmerschiefer und Zweiglimmergneis, der bei Hajanek und Železny zum Vorschein kommt und in den Hügeln östlich von Tischnowitz (das ist an der genannten Klučanina) endet, ist hier bereits ausdrücklich, als ein Glied der Glimmerschieferzone, genannt.

Herr Hinterlechner bringt also mit seiner Beobachtung an der Klučanina, die zum „Angelpunkt“ seiner weiteren „Beweisführung“ wird, durchaus nichts Neues. Nur die Deutung dieser Gesteine als Bittescher Gneis ist sein Eigentum.

³⁾ Herr Hinterlechner hatte, nach seiner Angabe, nicht hinreichend Zeit zur Verfügung, um dieses wenige Minuten vom Wege zwischen Tischnowitz und der Klučanina gelegene Vorkommen zu besuchen und sich von dem Vorhandensein des Granatglimmerschiefers zu überzeugen.

Er kann versichert sein und es mir wohl zutrauen, daß ich der Klučanina in der Karte nicht die Farbe der Glimmerschieferzone gegeben haben würde, wenn ich der Meinung gewesen wäre, daß sie dem Bitteschener Gneis zuzurechnen sei.

Eine Zuzählung dieser Zweiglimmergneise zum Bitteschen Gneis wäre durchaus unbegründet; auch wenn einzelne Handstücke ausnahmsweise äußere Ähnlichkeit zeigen würden. Der gesamte Habitus der Gesteine, die Verbandverhältnisse und Lagerungsverhältnisse verbieten eine solche Gleichstellung. Der auffälligste unter den petrographischen Unterschieden, das Fehlen der für den Bittescher Gneis so kennzeichnenden knotigen Feldspat-Augen, ist auch Herrn Hinterlechner nicht entgangen, denn er sagt über seinen sog. „roten (Granit) Gneis“: „Aus bestimmten Gründen sei bemerkt, daß darin Feldspat-Augen so gut wie gar nicht beobachtet werden. Kommen sie allenfalls vor, dann sind sie hier sehr selten.“ Hätte er noch etwas genauer zugesehen, dann würde er bemerkt haben, daß in die Zweiglimmergneise der Glimmerschieferzone zumeist große oder kleine, spärliche oder zahlreiche Granaten eingestreut sind. Häufig enthalten sie auch Fribolith. Der Bittescher Gneis enthält aber niemals Granaten oder Fribolith; es ist dies eines der grobsichtigsten Merkmale gegenüber den bezeichnendsten moldanubischen Gneisen. Hätte er vielleicht auch das Mikroskop zu Hilfe genommen, so würde ihm kaum entgangen sein, daß die Struktur der Zweiglimmergneise in der Glimmerschieferzone von Kristalloblastese beherrscht wird. Im Bitteschen Gneis aber sind die klastisch zerdrückten Bestandteile des ursprünglichen porphyrischen Granites noch sehr gut zu erkennen. Die Längsstreckung, die gleichmäßige Zerdrückung aller knotigen Feldspat-Augen, die plattige oder stengelige Schieferigkeit, der zu Bandstreifen auseinandergezogene Biotitstaub, überhaupt die Merkmale der mechanischen Auswalzung des gesamten Gesteinskörpers treten sehr auffällig hervor. Nur die großen Kristalloblasten von Muskovit erscheinen in beiden kalireichen Gesteinen, ebenso wie auch in den aplitischen Randzonen der Granite, sofern sie in die Glimmerschieferzone hineinreichen (Morav. Fenster, S. 47). Sie sind sekundärer Entstehung; wahrscheinlich hat hier Umsatz mechanischer zu chemischer Energie in den übereinander gleitenden Massen mitgewirkt.

Wollen wir aber Herrn Hinterlechner weiter folgen und sehen, auf welche Weise durch die Beobachtung auf der Klučanina unsere Vorstellungen von der Tektonik der sogenannten „Schwarzawa Kuppel“ so sehr wesentlich beeinflusst werden. Er begibt sich in das Gebiet des Bitteschen Gneises nördlich von Tischnowitz „in den Bereich jener Felsart, die L. v. Tausch in der ganzen Jahodná ausschied und auch hier als „Gneis im allgemeinen“ benannte. Nach L. v. Tausch sagt Herr Hinterlechner: „hat man es demnach hier und im nordwestlichen Teil der Klučanina mit derselben Felsart zu tun.“

Man muß es zweimal lesen, um es zu glauben. Aber es ist in der Tat so gemeint. Meine Unterscheidung von Bittescher Gneis und Glimmerschieferzone soll nicht gelten, weil L. v. Tausch, auf jede nähere Unterscheidung verzichtend, beide Gebiete mit seiner summarischen Bezeichnung als „Gneis im allgemeinen“ eingetragen hat.

Herr Hinterlechner findet ferner nordwestlich von Lomnicka Feldlesesteine, die für „die dortige Existenz“ eines roten Granitgneises gleich dem der Klučanina sprechen. „Die Gleichheit der dortigen Funde geht so weit, daß Proben von beiden Stellen nebeneinander gelegt manchmal nicht mehr zu trennen sind.“

Es gelingt ihm, „Belege dafür zu sammeln, daß das Gestein nicht immer Augengneisstruktur besitzen muß“, und er folgert, daß die Augenstruktur zwar im Bittescher Gneise herrscht, „allein kein Kriterium für diese Felsart darstellt“. Beide Formen sollen nur „fazielle, petrographische Verschiedenheiten“ desselben „Gesteinskörpers“ sein und dies genügt Herrn Hinterlechner vollkommen, um zu sagen, daß die als „roter Zweiglimmergranitgneis“ bezeichnete Felsart nicht nur mit gewissen Gesteinen aus dem sogenannten Moldanubicum, sondern auch mit dem „notorischen“ Bittescher Gneis im Sinne von Franz E. Sueß übereinstimmt.

So gelingt es glücklich, durch Aufstöbern der am wenigsten kennzeichnenden Lager aus einem großen, sehr charakteristischen Gesteinskörper scheinbare Verbindungsglieder zu Gesteinen ganz anderer Struktur und Herkunft herzustellen. Nun meint Herr Hinterlechner die begriffliche Umgrenzung des

moravischen Gebietes durchbrochen zu haben, und nun wird allerlei, was verschiedene Autoren im Grundgebirge jenseits der Grenze an Zweiglimmergneisen oder Augengneisen angeführt und von irgendeinem Gesichtspunkte aus verglichen worden ist, dem Bittescher Gneis des moravischen Gebietes gleichgestellt.

Er beruft sich bei diesen Kettenschlüssen aber nicht auf die Eigenschaften der Gesteine selbst, sondern fast ausschließlich auf die Vergleiche und Namengebungen durch verschiedene Autoren zu verschiedenen Zeiten. Welchen Wert können aber solche Berufungen haben, wenn die in Fragen der kristallinen Schiefer so häufig wechselnden Gesichtspunkte und Ansichten dabei nicht beachtet werden? Einige chemische Analysen des sogenannten Zweiglimmergranitgneises aus dem Eisengebirge verglichen mit einer solchen von angeblich typischem Bittescher Gneis sollen beweisen, daß man, wie er sagt, die „genannten Gesteine auch substantiell im allgemeinen identifizieren“ dürfe. Aus den angegebenen Analysen ließe sich zwar eine solche „substanzielle Identifizierung“ nicht ableiten, die Alkaliverhältnisse stimmen nicht überein (in dem Gestein, das als Typus des Bittescher Gneises gelten soll: $K_2O = 1.59\%$, $Na_2O = 4.64\%$, in einem der Erzgebirgsgneise $K_2O = 0.32\%$, $Na_2O = 3.58\%$). Was sollte aber auch vollkommene chemische Übereinstimmung beweisen? Wer weiß nicht, daß dem Bittescher Gneis verwandte, saure granitische Magmen sehr verbreitet sind, und in den verschiedensten Grundgebirgsgebieten auftreten können? Obwohl die moldanubischen und moravischen Schiefer aus verschiedenen Ausgangsgesteinen hervorgegangen sind, so sind es doch heute nicht chemische, sondern mineralogische und strukturelle Eigenschaften, welche den Unterschied so auffällig hervortreten lassen.

Nachdem von Herrn Hinterlechner behauptet wird, daß der Bittescher Gneis identisch ist mit dem Gneis der vielgenannten Klučanina, dieser nun den Zweiglimmergneisen des Zuges von Pernstein, dann anderen bei Polička a. Neustadtl und bis ins Eisengebirge gleichkommt, diese aber wieder mit Berufung auf von Gäbert wiedergegebene chemische Analysen an diese Gneise des Erzgebirges angeschlossen werden, soll sogar „in geologischer Hinsicht eine völlige Parallele-

des Bittescher Gneises mit dem Freiburger Gneis des Erzgebirges resultieren“ (S. 57). Wer kann das glauben, der beide Gesteine je verglichen hat?

Wohl besitzen die Gesteine der genannten Gebiete mit Ausnahme des Bittescher Gneises, bei großer Mannigfaltigkeit in Struktur und Zusammensetzung, gewisse allgemein verwandtschaftliche Züge, und zwar solche, nach denen sie der moldanubischen Gneisregion zugewiesen oder näher anzuschließen sind. So die Vergesellschaftung mit reichlichen Einlagerungen verschiedener basischer Felsarten: Amphibolite, Eklogite, Serpentine u. a., wie sie im Bittescher Gneis niemals angetroffen werden. Das häufige Vorkommen von Granat oder Fibrolith, die im Bittescher Gneis nie gefunden werden, vor allem aber die durchgreifenden strukturellen Unterschiede, durch welche zugleich auch die Unterschiede im Mineralbestande begründet sind; die alleinherrschende Kristalloblastese der sogenannten mittleren oder tiefsten Umwandlungsstufe, mit rein granoblastischem oder lepidoblastischem Gefüge; zumeist makroskopisch gut ausgedrückt durch die größere Entwicklung der Biotitschuppen, die im Bittescher Gneis stets klein zerstoßen sind. Der Mineralbestand ist vollkommen erneuert. Keine Reste von ursprünglicher Erstarrung sind mehr vorhanden, während im monotonen Bittescher Gneis in den zerdrückten Feldspatäugen die ersten Ausscheidungen aus dem verwandelten porphyrischen Granit erhalten geblieben sind; Kristalloblastese bleibt auf das Grundgewebe und auf die Neubildung der Muskovittafeln beschränkt.

Aber damit noch nicht genug. Auch in dem Gneisgebiet von Cizek und am Louczka-Bach (im Gebiete des Schwarzawa-Batholithen) weiß Herr Hinterlechner über angeblich „außerordentlich lehrreiche Ergebnisse“ zu berichten; mit souveräner Außerachtlassung der von mir gegebenen, allerdings kurzen, aber auf viel vollständigerer Untersuchung beruhenden Kennzeichnung der Gesteine (Morav. Fenster, S. 21) findet er einen Teil des Gebietes zwischen Cizek und Deblin „noch nicht spruchreif“; im übrigen entdeckt er nochmals, daß hier — in dem „Gneis im allgemeinen“ von Tausch — ein Eruptivkörper enthalten sei, der „sehr stark gepreßt und deshalb schiefrig struiert wurde“. Das Gestein enthält wechselnd

große Feldspatäugen und: „bei der Betrachtung des Querbruches glaubt man es dagegen fast ganz bestimmt mit einem etwas stärker zerdrückten — Bittescher Gneis zu tun zu haben.“ Auch weiter verbreitet findet er schiefrigen Granit mit Augenstruktur. Somit wird auf Grund „der sichtbaren Merkmale“ gefordert, daß der Granit des Schwarzawabatholithen „keine Existenzberechtigung als geologischer Körper“ habe.

Nachdem nun Herr Hinterlechner überdies noch gefunden, daß auch der von mir ausgeschiedene „Granit der Kwetnütz“ vollständig dem Gebilde der Klučanina gleiche (das Fehlen des hellen Glimmers wird hier ausdrücklich als bedeutungslos erklärt), ist es ihm nun glücklich gelungen, folgende in ihrer petrographischen Beschaffenheit und in ihren regionaltektonischen Beziehungen so unverkennbar voneinander geschiedenen Gesteinsmassen als gleichartig zusammenzufassen:

1. Die Zweiglimmergneise der moldanubischen Glimmerschieferzone. Keine Augengneise. Vollkommen oft sehr schön granoblastische oder lepidoblastische Gesteine, meist grobschubig, ohne kataklase oder mechanische Veränderung.⁴⁾ Meist Granat oder Fibrolith führend. Mit Glimmerschiefer in Gesellschaft der mannigfachen moldanubischen Einlagerungen. Lager von wechselnder Mächtigkeit und Gestalt (Morav. Fenster, S. 45).

2. Bittescher Gneis. Helles orthoklasreiches eisenarmes Gestein; ungemein gleichmäßig ausgebildeter Augengneis. Kataklase und Umwandlung der protogenen Phenokristen von Orthoklas in Quarzserizit und Schachbrettalbit. Aufarbeitung des Biotits. Kristalloblastese mit weitgehender Deformation auf das Grundgewebe beschränkt unter Neubildung von Albit, Serizit und Quarz. Enthält niemals Granaten. Sehr mächtiger Gesteinskörper von chemisch und physikalisch sehr gleichmäßiger Beschaffenheit (Morav. Fenster, S. 13). Größere Kristalloblasten von Muskovit.

3. Flasergranit von Louczka und Deblin. Mit ähnlicher tektonischer Geschichte wie der Bittescher Gneis. Zerdrückte Feldspatäugen und Deformationskristalloblastese in schiefrigem Grundgewebe. Größere Unruhe und Ungleichmäßigkeit in Farbe und Korn verrät leicht, daß man sich in einem

⁴⁾ Örtliche Zufälligkeiten kommen dabei natürlich nicht in Betracht.

anderen Gesteinskomplexe befindet als im Bittescher Gneis. Die rötlich gefärbten Feldspäte und grünlich, chloritisch ausgeschmierter Biotit beeinflussen das Bild. Biotitflaser zeigen eine ältere Parallelstruktur an; nicht aufgearbeitete Reste von zonar gebautem Plagioklas, keilförmige Titanite verweisen neben dem allgemeinen Gesteinshabitus auf die Verwandtschaft mit dem Granit des Thayabatholithen und der Brüner Intrusivmassen. Das Gestein ist gewiß Na-reicher als Bittescher Gneis (Morav. Fenster, S. 21).

4. Granit der Kwetniza. Dieses Gestein ist überhaupt kein kristalliner Schiefer, sondern ein Granitmylonit. Auch er enthält neben vorwiegendem, zerdrücktem und zum Teil durch Schachbrettalbit ersetzten Orthoklas, noch gestreifte Plagioklase mit idiomorphem Umriß und normalem Zonenbau. Biotit ist zerstört. Im Gegensatz zu den Flasergraniten des Schwarzawa Batholithen fehlt aber hier ebenso wie die primäre Parallelstruktur auch jede nachträgliche Kristallisationschieferung (Morav. Fenster, S. 32).

Damit aber noch nicht genug. Dem Bittescher wird außerdem verschiedensten Zweiglimmergneisen des Eisengebirges und des Erzgebirges in einem weiteren Aufsätze noch

5. ein Lager von Augengneis aus dem moldanubischen Gebiete von Langenlois mit Augen von Okigoklas angereicht.

Davon soll gleich hier die Rede sein.

Die Auseinandersetzungen von Dr. Hinterlechner in seinem zweiten Aufsätze (9) wollen in Kürze nur folgendes besagen. In einem Graben oberhalb Langenlois findet sich ein hellgrauer Augengneis, moldanubischen Amphibolithen bankweise mit einem Drittel- oder halben Meter Mächtigkeit eingelagert. Dies Gestein ist nun angeblich „gewissen Ausbildungen des Bittescher Gneises“ „zum Teil derart ähnlich, daß eine Trennung einzelner beiderlei Handstücke im Falle einer Verwechslung nicht mehr möglich wäre“ (S. 106). Der Vergleich einer chemischen Analyse dieses Augengneises mit einer solchen von (angeblich „typischem“) Bittescher Gneis (von Boratsch bis Tischowitz) soll die Gleichstellung beider Gesteine rechtfertigen. Trotzdem die Alkalienverhältnisse in beiden Gesteinen verschieden sind (im Augengneis von Langenlois $K_2O = 4.15$, $Na_2O = 4.18$, im Bittescher Gneis von Boratsch

$K_2O = 1.59$, $Na_2O = 4.64$), findet Herr Dr. Hinterlechner die Übereinstimmung beider Analysen derart gut, „daß man sogar annehmen könnte, sie stammen von demselben Gestein“. „Im Hinblick auf die mineralogisch-strukturelle Kongruenz“ mit dem Bittescher Gneis erachtet sich Herr Hinterlechner „für berechtigt, den hellen Augengneis vom Lois-Bache gegebenenfalls als Spaltungsprodukt des Bittescher Gneis-Urmagmas zu deuten“. Damit soll „ein neuer Beweis“ gegeben sein, „daß Gesteine vom Typus des F. E. Sueßschen Bittescher Gneis auch in seinem Moldanubicum vorkommen. Sofern das gegenständliche Gestein vom Lois-Bach eine Injektion vorstellt, müssen wir darin einen direkten Beweis gegen die Deckennatur des Sueßschen Bittescher Gneises erblicken.“

Hiezu genügt es wohl, folgendes zu bemerken: Die moldanubischen Gesteinsserien enthalten eine fast unübersehbare Mannigfaltigkeit von Gesteinstypen eruptiver und sedimentärer Herkunft. Namentlich in den Zonen der Schiefergneise ist eine Mischung verschieden basischer und saurer Eruptivgesteine und verschiedener Sedimente zu einem wechselvollen Komplex von Marmoren, Amphibolithen und Gneisen durch einheitliche Metamorphose umgeprägt worden.

Wie in jedem größeren Grundgebirgskomplexe finden sich auch hier gelegentliche Lager und Bänke von Augengneis (wenn auch relativ selten, Morav. Fenster, S. 6); sowohl als Abarten des Gföhlergneises oder als Augengranulite oder auch in gesonderten Bänken im Schiefergneis. Auch durchgreifende Lagerung zwischen verschiedenen Generationen saurer Gneise wird beobachtet. Auch diese Einlagerungen zeigen gneisartige Textur und Kristallisationsschieferung (Abbildungskristallisation) durch Sammelkristallisation unter den auf die ganzen Gesteinsmassen wirkenden Kräfte erworben. Derartige Vorkommen sind in allen Teilen des großen moldanubischen Gebietes anzutreffen und zu ihnen gehört auch die „Injektion“ von Langenlois. Auffällig ist, daß Hinterlechner die „Einsprenglinge“ im Augengneis von Langenlois als Albit oder sauren Oligoklas bestimmt (S. 107), während die größeren Augen des Bittescher Gneises (wie wohl in den meisten Augengneisen) fast stets aus Orthoklas (beziehungsweise Mikroklin) bestehen (Morav. Fenster, S. 14).

Etwas größere Schuppen von Muskovit im Gestein hält Hinterlechner für „primäre Gebilde“. Schon ihre ungleiche Verteilung im Gestein (nach Hinterlechners Beschreibung, S. 106) deutet auf ihre sekundäre Entstehung; es erscheinen nämlich in den verschiedensten dazu geeigneten moldanubischen Gesteinen mit Annäherung an die Glimmerschieferzone Porphyroblasten von Muskovit. Durch die allmähliche Zunahme der schieferholden Minerale gegen den Überschiebungsrand im Osten hin wird ja der Übergang in die als Glimmerschieferzone unterschiedene lepidoblastische Ausbildung dre moldanubischen Gesteine vermittelt. Das Auftreten des Muskovits zeigt sich im großen deutlich abhängig von tektonischen Beziehungen. Auch noch im Glimmerschiefer selbst bildet er die größeren Schuppen im Vergleich zu feinschuppig gestreckten Membranen von Biotit (Morav. Fenster, S. 44 ff.).

Es liegt kein Anlaß vor, das kleine Vorkommen von Augengneis bei Langenlois mit dem über hunderte Kilometer ausgedehnten, durch großartige einheitliche tektonische Fazies gekennzeichneten Bittescher Gneis in irgendeine Beziehung zu bringen.

Ebenso verfehlt ist der Versuch, die Vorkommen von Zweiglimmergneis im Glimmerschiefer von Dreieichen zu vergleichen (S. 118). Solche Einlagerungen sind an vielen Stellen der Glimmerschieferzone bekannt (Morav. Fenster, S. 45). Sie vertreten hier die orthoklasreichen Orthogneise der moldanubischen Serie in ihrer mehr lepidoblastischen Ausbildung.

Noch eine Bemerkung zu den Analysen sei hier vorgebracht. Die Analyse von angeblich „typischem Bittescher Gneis“ von Boratsch bei Tischnowitz entspricht gewiß nicht dem verbreiteten Typus dieses Gesteins; in diesen wäre wegen des Reichtums an Orthoklas mehr Kali zu erwarten. Die beiden großen Gebiete von Bittescher sind zwar im Vergleich zu anderen großen Gneis- oder Granitgebieten außerordentlich einförmig, aber doch fehlen nicht mancherlei Differenzierungen: Hornblende führende, plagioklasreichere Lagen u. a. Aus einer solchen örtlichen Abart könnte das zur Analyse gewählte Stück stammen. Die angegebene Analyse des Augengneis von Langenlois dürfte noch eher dem Haupttypus des Bittescher Gneises entsprechen, während die kaliarme Analyse Nr. 2

(Bittescher Gneis) auch dem Augengneis von Langenlois entsprechen könnte, aus welchem Hinterlechner Einsprenglinge von Plagioklas beschreibt.

Wie in jedem großen Körper von Augengneis, zum Beispiel im Zentralgneis der Ostalpen, finden sich auch im Bittescher Gneis gelegentlich Lagen, in denen die Feldspatauge kleiner werden und vielleicht auch sich gar nicht mehr abheben vom Grundgewebe. Sei es, daß das Gestein lagenweise völlig zum Serizitschiefer zerdrückt wurde, oder daß schon das Ausgangsgestein keine auffälligen Phenokristen enthalten hatte. Wenn dann in solchen Lagen das kristalloblastische Grundgewebe herrschend wird und vielleicht zugleich auch die Porphyroblasten von Muskovit stärker hervortreten, dann können wohl Gesteine entstehen, die schuppigen muskovitreichen Lagern, wenn sie zufällig keine Granaten enthalten, aus den Zweiglimmergneisen der Glimmerschieferzone ähnlich werden. Für die regionale Unterscheidung der Gneisgebiete haben natürlich solche örtlich beschränkte Ausnahmen keine Bedeutung. Es ist wohl so ziemlich das einzige Beispiel, in dem die Verwechslung eines moldanubischen mit einem moravischen Gestein für einen Petrographen überhaupt möglich wäre.

Im ganzen sind Moldanubisch und Moravisch so verschieden, wie zwei kristallinische Gebirgsmassen überhaupt sein können. Hier der großzügig gestaffelte Kuppelbau mit weithin fortstreichenden Gesteinslagern, die mit gleicher Folge in beiden Fenstern wiederkehren; im einheitlichen, scheinbar ruhigen Gewölbebau den großen Deckensystemen des Tessin und Wallis in den Weltalpen vergleichbar. Dort die völlig regellose und rasch und gesetzlos wechselnde, bunte Mannigfaltigkeit der moldanubischen Schiefer, mit bizarr verbogenen Linsen und Lagen, die von keinen regionalen Richtungen beherrscht werden, aber im großen in ihrem Verlaufe und auch in der Metamorphose eine gewisse Abhängigkeit von den Umgrenzungen der großen Granitkörper verraten; in der Hitze der batholithischen Tiefen haben die verschiedensten Eruptiv- und Sedimentgesteine den kennzeichnenden Mineralbestand erworben. Es ist die Region der Geburt der unter Wärme gedeihender Zufuhr schöner und großer und in vollkommener Ausbildung aufblühender Minerale. Schöne elegante Gesteins-

typen sind hier zu Hause, zart gezeichnete Granulite mit zierlichen Granaten, prächtige großkörnige Eklogite, schöngefleckte grobkristalline Amphibolite, Augitgneise, die mit ihren basischen Plagioklasen farbenprächtige Schliffbilder geben, Olivinfelsen, ganz grobschuppige Glimmerschiefer und Zweiglimmergneise mit großen Granaten oder Cyanitkristallen und eine unerschöpfliche Reihe anderer, schön ausgebildeter Gesteinstypen, welche das Gebiet zum lockenden und lohnenden Studienfelde für den werdenden Petrographen und Mineralogen machen.

Wie ärmlich steht dagegen das allgemeine Bild der tektonisch mißhandelten moravischen Gesteine. Gleichsam eine durch schwere Schicksale herabgekommene Gesteinsgesellschaft. Nur Reste eines Kontaktmantels über den Batholithen sind da und dort als zum Teil granatführende Kalksilikatgesteine erhalten oder als biotitreiche und granatführende kleine Partien von schiefrig zerdrücktem Rande der Granitmassen. Größtenteils ist der ehemalige Kontaktmantel wohl durch die Bewegung aufgearbeitet und unkenntlich geworden. Gelegentliche Nester von Muskovit nahe am Kontakt mögen aus ehemaligem Cordierit oder Andalusit durch Durchwirkung hervorgegangen sein.

Granat bringt es nur in dem südlichen, etwas höher kristallinen Teile des Phyllitzuges unter dem Bittescher Gneis zu kaum mehr als hirsekorngroßen Körnern. In den nördlichen moravischen Strecken fehlt er vollkommen. Nur die Tafeln von Muskovit in Bittescher Gneis wachsen unter der Streßwirkung auf Kosten der aufgearbeiteten Orthoklase und behaupten ihre unversehrte Gestalt.

Als wunderbar scharf umgrenzte regionaltektonische Einheit, einzig in seiner Art unter den Gesteinskörpern der böhmischen Masse ist das mächtige Lager von Bittescher Gneis eingeschaltet zwischen dem moldanubischen Glimmerschiefer im Hangenden und dem moravischen Phyllit im Liegenden. In der ganzen Mächtigkeit und Ausdehnung des Gesteins ist jedes einzelne Feldspatauge für sich zerdrückt, die Auflösung in Serizit und Quarz, die Verdrängung durch Albit ist allenthalben eingeleitet, oft sind die Augen unter zunehmender Muskovitbildung in die Länge gezogen, bis sie zuletzt durch gradlinige dünne Bandstreifen von Muskovit völlig ersetzt werden. Der

ältere Biotit wird schuppig zerstoßen und auch ebenfalls zu gradlinigen Bandstreifen von dunklem Glimmerstaub auseinander gezerrt. Der neugebildete Muskovit siedelt sich aber gerne an auf den knotig buckligen Schieferungsflächen und verleiht ihnen den charakteristischen zarten Seidenschimmer. Weitgehende lineare Streckung folgt in der Regel der Streichrichtung der Gesteinsbänke. In größeren Steinbrüchen (zum Beispiel bei Klein-Meißelsdorf) kann man sehen, daß die Bankung entsteht durch Zerlegung der Gesteinsmasse in sehr langgestreckte flach linsenförmige Körper. Die ganze Gesteinsmasse besteht eigentlich aus flach übereinander liegenden, abgequetschten phakoidischen Schollen, wie sie einzeln oder in Gruppen an alpinen Überschiebungsflächen nicht selten gesehen werden.

Nur wenn wir uns vor Augen halten, daß der ganze mächtige eruptive Gesteinskörper bei der Überwälzung über die sedimentären Kalke und Phyllite aus seiner Form gebracht, gleichsam umgeknetet werden mußte wie ein Teig, können wir die großartig gleichmäßige und einheitliche mechanische Durcharbeitung der ganzen Masse begreifen. Es gibt hier keinen inneren Kern mit erhaltener granitischer Struktur, die ganze Masse ist zur ausgewalzten und gestreckten Decke geworden. Größtes und Kleinstes stimmt so zusammen in vollster Harmonie. Der Beweis der Umknetung läßt sich im Handstück erfassen und der Dünnschliff erzählt dieselbe tektonische Geschichte, wie Gestalt und Lagerung des gesamten riesigen Gesteinskörpers.

Aber auch die Intrusionen sind verschiedene in beiden Gebirgskörpern. Die im moldanubischen Gebiete so weit verbreiteten grobporphyrischen Amphibolgranitite und Granitite sind im moravischen Gebiete verschwunden und vergeblich wird man hier auch nach deren Begleitern, den Turmalin führenden Apliten und Pegmatiten, suchen, die man dort kaum auf einem Spaziergange vermißt. In der Tat, Herr Hinterlechner hat recht, wenn er sagt: „Herr Prof. Franz E. Sueß kann nicht genug den Gegensatz betreffs der petrographischen Unterschiede der moravischen und moldanubischen Felsarten betonen.“ (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1913, S. 73.) Die Grenze ist vollkommen scharf und eindeutig für den Sehenden und Suchenden; sobald man die

Grenze der Glimmerschieferzone gegen Innen überschritten hat, befindet man sich in einer durchaus anderen Gesteinswelt. Ungerechtfertigt ist Herrn Hinterlechners Behauptung, daß „zwischen dem Moravicum und Moldanubicum, beide im Sinne F. E. Sueß' abgegrenzt, nicht essentielle, sondern nur graduelle petrographische Gegensätze bestehen“. (Hinterlechner, Verhandlungen 1917, S. 55.)

Es erübrigt sich, auf die „Auseinandersetzungen“, l. c. 58 und 59, sachlich einzugehen; aber sie sind besonders kennzeichnend für Herrn Hinterlechners sonderbare, eigentlich deduktive Denkweise, die er auch anderen unterschiebt. Er geht aus von der irrigen Annahme, daß die Zweiglimmergneise und Bittescher Gneis identisch seien und die Glimmerschiefer konkordant zwischen gleiches Hangendes und Liegendes eingeschaltet seien. Er meint nun, es sei eine Forderung der Überschiebungstheorie, daß „der Grenzglimmerschiefer an der Grenze der beiden Provinzen“ auftrete. Da nun die Grenze nicht dort sei, wo der Glimmerschiefer durchstreiche, drängt sich in den „Ideenkomplex“ auf, daß man im Interesse der Sueßschen Theorie die Grenze weiter westlich vermuten könnte, aber gerade dort, „wo man — wie er sagt — mit entsprechendem Interesse für die angefochtene Überschiebungstheorie zumindest eine petrographische Grenze annehmen könnte, gerade in dieser Zone fehlen aber die Glimmerschiefer“. Damit glaubt er die Theorie gleichsam ein zweites Mal zu widerlegen.

Herr Hinterlechner irrt, wenn er glaubt, das Auftreten der Glimmerschiefer wird von der Überschiebungstheorie gefordert; umgekehrt: die Lage der Glimmerschiefer an der Grenze beider Gebiete verlangt nach einer theoretischen Erklärung; wie überhaupt der Überschiebungsgedanke nichts von der Natur fordert, sondern nichts anderes will, als die erklärende Übereinstimmung in die Tatsachen bringen, welche vom denkenden Geiste gefordert wird.

Wie die petrographische Gliederung der moldanubisch-moravischen Gebiete glaubte Herr Hinterlechner auch der von mir gegebenen tektonischen Vorstellung schon in seinem ersten Referate eine eigene bessere entgegensetzen zu können.

In der Deutung des Nordendes der Thayakuppel wird dort gegen meine Auffassung die Herrn A. Rosiwals ins Feld geführt, der angeblich sichergestellt habe, „daß die ganze Phyllitformation im Gegensatze zur Auffassung Lipolds eine muldenförmige Einlagerung innerhalb der übrigen kristallinen Schiefer darstellt“. Lipold hat im Jahre 1863 völlig unbefangen die wahren Lagerungsverhältnisse wiedergegeben. Rosiwals Auffassung steht aber offenkundig unter dem Zwange der theoretischen Vorstellung, daß die als Phyllite bezeichneten Gesteine stets und immer das jüngste und oberste Glied der kristallinen Reihe vorstellen müßten. Aber nur in einem einfachen Querprofile durch den südlichen Teil des Gebietes ist es möglich (mit Außerachtlassung der Verschiedenheit von Hangendem und Liegendem), durch hypothetische Ergänzung der Kalkeinlagerungen nach unten zu die beiden randlichen „Phyllit“bänder über dem Bittescher Gneisgewölbe zu dem unwahrscheinlichen Bilde zweier gegeneinander geneigter Falten, zu einer Art Doppelfalte, zu ergänzen. Der Gesamtverlauf der Gesteinszüge macht aber eine solche Deutung unmöglich; denn nordwärts fließen die beiden vermeintlichen Gegenmulden in einer breiten Fläche zusammen, die allseits unter den Glimmerschiefer hinabtaucht. Bei Swojanow bildet sie eine Antiklinale von kaum zu überbietender Klarheit und taucht in den aus Glimmerschiefern geformten Tunnel hinein.⁵⁾

Erst durch die Erkenntnis, daß die sogenannten Phyllite durch diaphtoritische Umwandlung aus Glimmerschiefern hervorgegangen sind, werden die Lagerungsverhältnisse verständlich. Diese Erkenntnis ergibt sich aus dem im Felde und unter dem Mikroskop erwiesenen allmählichen Übergang der Glimmerschiefer in die phyllitartigen Diaphtorite bei allmählicher Zunahme der Merkmale diaphtoritischer Umwandlung: Aufarbeitung der Glimmerblättchen, Bildung von Serizit, Chlorit, Epidotmineralen usw. bei größerer Beharrlichkeit der größeren,

⁵⁾ Die in der Eintragung der Gesteinszüge hervorragend genaue kartographische Darstellung dieses Gebietes durch Herrn A. Rosiwal auf Kartenblatt Bräusau-Gewitsch ist erst nach meiner Arbeit über die moravischen Fenster erschienen. Sie bietet aber keinen Anlaß, die Linien auf meiner Kartenskizze oder meine Auffassung der Lagerungsverhältnisse abzuändern.

für die Glimmerschiefer bezeichnenden Minerale, besonders von Granat (seltener Disthen) und unter Beibehaltung der Begleitgesteine der moldanubischen Schieferserie: der graphitführenden Marmore, der Amphibolite, Serpentine usw.

Seine eigenen Vorstellungen über die Tektonik des Gebietes hat Herr Hinterlechner — in einem Vortragsreferate — mit folgenden Worten angedeutet: „Die Kuppeln wurden als Grabenbrüche, die Fenster als sigmoidal verbogene Schollen gedeutet. Darauf führten den Vortragenden einerseits der sigmoidale Grundzug des Moldanubicums an seiner Grenze gegen das Moravicum und gewisse Experimente Daubrées.

Das Einsinken des Moravicums unter das Moldanubicum wurde mit dem primären Vorhandensein des Grenzglimmerschiefers erklärt.“ (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1914, S. 65.)

Wie dies zu verstehen ist, wird hoffentlich der angekündigten ausführlicheren Darstellung zu entnehmen sein.

III.

Seinen früheren verdienstvollen Studien aus dem sudetischen Grundgebirge hat Herr F. Kretschmer (10) eine neue, sehr ausführliche Arbeit angereicht, welche über vielerlei Gesteins- und Mineralvorkommnisse berichtet. Ein mächtiger, ein bis drei Kilometer breiter Zug basischer Gesteine, der von Schildberg bis Jauernig zwischen Gneis und Glimmerschiefermassen eingeschaltet ist, wird als ein metamorpher Dioritgabbrogang, die begleitenden kristallinen Schiefer und Marmore werden als dessen Kontakthof angesehen.

In den polemischen Ausführungen wendet sich Herr Kretschmer gegen die Deutung der Überschiebung an der Ramsau- als Trennungslinie zwischen zweierlei kristallinischen Gebirgen und deren Beziehung zur moravischen Überschiebung, sowie überhaupt gegen die Übertragung der „hypothetischen alpinen Decken auf das hercynische Gebirgssystem“. Der metamorphe Dioritgabbrogang wird als die Füllung einer im erzgebirgischen und hercynischen Streichen knieförmig gebogenen, großen tektonischen Gangspalte bezeichnet. Mit der Verwerfung von Buschin, welche den großen

Gesteinszug quer durchschneidet, grenzt „eine erzgebirgisch orientierte Gebirgsscholle an eine solche mit hercynischer Orientierung“. Auf der einen Seite sollen die SW—NO gerichteten hercynischen Druckkräfte, auf der anderen der Tangentialschub aus erzgebirgischer Richtung von SO—NW das Übergewicht erlangt haben (S. 62 und 63).

Man sieht, Herrn Kretschmers tektonische Vorstellungen sind so sehr verschieden von denen, welche mich bei der Erklärung des tektonischen Gesamtbildes geleitet haben, daß eine Auseinandersetzung an dieser Stelle untunlich wäre. Sie würde auf die Grundvorstellungen über den Bau der Faltengebirge und über den variszischen Bau im besonderen und über die Bedeutung der nordwestlichen (auch hercynisch genannten) Störungsrichtungen zurückzugreifen haben.

Nur einige Bemerkungen zu seiner schönen Karte sollen hier Platz finden. Die große Bedeutung der Ramsaulinie oder die „Goldensteiner Überschiebung“, wie sie zuerst von Kretschmer genannt worden ist, tritt deutlich hervor und gibt Gelegenheit, auf die vielen Analogien mit der moravisch-moldanubischen Überschiebung im Süden hinzuweisen. Sie trennt zwei wohlunterschiedene Gebirgsmassen. Ein Band von Granatglimmerschiefer und Zweiglimmergneise, vollkommen analog der Glimmerschieferzone am moldanubischen Rande im Süden bildet die unmittelbare Auflagerung. Das Graphitgebiet von Goldenstein mit seinen verworrenen Lagerungsverhältnissen und seiner ganzen Gesteinsgesellschaft: den silikatführenden, graphitisch gebänderten Marmoren, den Hornblendegesteinen, Glimmerschiefern, Sedimentgneisen und dichten Gneisen (Hornfelsen), ist ausgesprochen moldanubischer Charakter, wie er in gleicher Weise an zahlreichen Stellen im Süden und selbst noch in den Graphitgebieten von Krumau im Böhmerwalde wiederkehrt. Es geht nicht an, so weitverbreitete Gesteine, wie die graphitführenden Marmore oder die Granatglimmerschiefer, durch eine örtliche Ursache, durch den Kontakt mit den benachbarten amphibolitischen und gabbroiden Gesteine zu erklären. Sie finden sich in gleicher Ausbildung in allen Teilen des moldanubischen Gebietes.

Die Überschiebung durchschneidet hier einen älteren komplizierten Bau. Im Liegenden trifft man auf eine ganz andere Gesteinsfolge und auch auf einen anderen Typus des geolo-

gischen Baues. Schon das plötzliche Abschneiden der Graphitlagerstätten ist kennzeichnend. Sie fehlen im silesischen ebenso, wie im moravischen Gebiete. Keiner der metamorph-sedimentären Gesteinszüge bewahrt so gleichmäßig geradliniges Streichen und gleichmäßig unzerrissenen Zusammenhang wie die kaum veränderten Kalke und Tonschiefer des Devon, welche in der ganzen Erstreckung von Oberlindewiese bis an den Querbruch von Buschin unter die Gesteine der Glimmerschieferzone hinabtauchen (Morav. Fenster; S. 67).

Herr Kretschmer läßt die Überschiebung bei Platsch südlich von Goldenstein endigen und sagt, die große moldanubische Überschiebung schrumpft in Wirklichkeit auf eine lokale Überschiebung als Folge hercynischer Druckkräfte ein, wodurch das ältere Unterdevon auf eine jüngere Abteilung derselben aufgeschoben wurde. Er begründet dies damit, daß in den südlicheren Gehängen des Marchtales ein ganz allmählicher Übergang der Kontaktgesteine zu beobachten wäre, so daß dort die Grenze zwischen Phyllit und Glimmerschiefer nicht mit Sicherheit festzustellen sei. Nach meiner Erfahrung auf Ausflügen bei Eisenberg und Hannsdorf im Jahre 1909 rührt diese Unsicherheit jedoch nur daher, daß hier wie auch anderwärts (s. Morav. Fenster, S. 72) die Glimmerschiefer nahe an der Überschiebung durch Diaphtorese ihren grobkristallinen Habitus verlieren, kleinbröckelig und äußerlich phyllitähnlich werden. Wenn man nicht im besonderen darauf achtet, glaubt man sich noch im Phyllit zu befinden, während man die Grenze bereits überschritten hat. Aus den Diaphtoriten führt natürlich ein allmählicher Übergang zu den vollkristallinen Glimmerschiefern. (Vergl. das Profil bei Kretschmer, Fig. 1, S. 8; dort ist die silesisch-moldanubische Überschiebung zwischen 5. und 4. des Profils gelegen.)

Sehr bezeichnende phyllitähnliche Diaphtorite nach Glimmerschiefer überlagern die silesischen Kalke im großen Steinbruche nördlich von Goldenstein (Morav. Fenster, S. 608). Nach Erfahrungen in den Alpen sind solche arg verdorbene, verruscelte und splitterige Gesteine geradezu leitend für große Überschiebungsflächen. Die örtliche Beobachtung, „auf die man die Hand legen kann“, und das Kartenbild im großen ergänzen auch hier einander in voller Übereinstimmung.

Auch den weiteren Verlauf der großen Überschiebung gegen Norden hat Herr Kretschmer anders als ich aufgefaßt. Er zieht den sudetischen Randbruch südwärts vom Friedeberger Granitstocke vorbei, so daß dadurch die Goldensteiner Überschiebung quer durchschnitten wird. Nicht willkürlich habe ich die Überschiebungslinie vor dem Granitstocke westwärts abbiegen lassen. Hiezu bestimmte mich das Streichen der Glimmerschiefer und der Verlauf ihrer Grenze über den Marmor bei Setzdorf, der ja durch das Abbiegen des Amphibolitzuges weiter im Westen wiederholt wird. Nach diesen Beobachtungen sind die tremolithführenden Marmore ebenso wie die schönen Kontaktgesteine vom Gotthausberge und die gleichartigen Marmorzüge von Kunzendorf im Osten, Stücke der Fortsetzung der Devonkalkzüge von Goldenstein Lindewiese, welche durch den Friedeberger Granitstock zerteilt und abgelenkt und kristallinisch umgewandelt worden sind.

Die Rückbiegung bedeutet nicht eine Änderung der Faltungsrichtung, denn auch die Schiefer im Westen, im Reichensteiner und Sudetengebirge beharren noch in der nordnordöstlichen Hauptrichtung. Durch sie wird nur die Aufwölbung der Überschiebungsfläche vor dem widerstehenden Granitstock im Horizontabschnitte wiedergegeben. Der Gedanke, den sudetischen Randbruch als eine Fortsetzung der Goldensteiner Überschiebung anzusehen, liegt mir vollkommen ferne (Kretschmer, S. 68). Die jüngere, postkretazische Linie, von welcher die Überschiebungsgrenze hier zufällig in ziemlich spitzem Winkel geschnitten wird, gehört als ein Glied des Bruchsystems der Karpinskysschen Richtung in eine ganz andere Gruppe von Krustenbewegungen, als der Vorkulmische Deckenschub.

Ähnlich wie Herr Hinterlechner scheint Herr Kretschmer meiner Arbeit die Meinung zu entnehmen, daß ich mit der Hervorhebung des Bittescher Gneises, der ein Augengneis ist, als bezeichnendes Gestein der moravischen Zone, zugleich gesagt haben wollte, daß außerhalb der moravischen Zone und in der Mannigfaltigkeit der moldanubischen Gesteine keinerlei Augengneise auftreten dürfen. So sucht er die Unterscheidung zwischen beiden Gebieten durch den Hinweis auf das Auftreten eines Biotitaugengneises im Glatzer Schneegebirge zu entkräften (S. 73); aber schon aus seinen

kurzen Angaben ist zu ersehen, daß dieses oft richtungslos granitische Gestein mit wechselnder Korngröße, mit weiß, fleischrot oder ziegelrot gefärbten Orthoklasaugen, welche Nuß- oder Faustgröße erreichen können, keinerlei Anlaß bietet zu einem näheren Vergleich mit dem Kepernikgneis oder dem Bittescher Gneis. Daß noch weiter im Westen jenseits der Goldensteiner Überschiebung moravische Gesteine nochmals in Gestalt eines Fensters zum Vorschein kommen, ist nicht durchaus unmöglich. Aber das bloße Vorkommen eines Augengneises in dem für das moldanubische Gebiet so bezeichnenden diffusen Verband mit Granatglimmerschiefer gibt keinen Anlaß zu einer solchen Annahme. Ein neues Fenster würde sich durch schärfere Abgrenzung und deutlichere Gesteinsunterschiede bemerkbar machen.

Ich habe keineswegs den Kepernikgneis mit dem Bittescher Gneis „identifiziert“, wie Herr Kretschmer angibt (S. 72). Ich habe nur gesagt, daß die Umwandlung der Randgneise des Kepernikgewölbes genau in demselben Sinne erfolgt ist, wie im Bittescher Gneis und „viele Handstücke des letzteren gleichen ganz den serizitischen Augengneisen vom Gebiete des Hochschar und Kepernik“ (Morav. Fenster, S. 64). Die Unterschiede zwischen moravisch und silesisch wurden von mir ausdrücklich hervorgehoben. Die einheitlichere mechanische und mineralogische Umgestaltung der moravischen Gesteine und damit im Zusammenhange die vollständigere Aufarbeitung des ehemaligen Kontaktmantels über dem Bittescher Gneis ist, wie gesagt wurde, wahrscheinlich durch vollkommene Überwältigung der moravischen Gesteine durch die moldanubischen Decke zu erklären, während im silesischen Gebirge kein Gegenflügel zu sehen ist und die Überschiebung nicht so weit übergreifen hat; sie wurden weder von einer einheitlichen Deformationsmetamorphose überwältigt, wie die moravischen, noch von einer einheitlichen Tiefenmetamorphose, wie die moldanubischen Gesteine; eine buntere Gesteinsgesellschaft in verschiedenen Abstufungen der Metamorphose von kaum veränderten devonischen Sedimenten zu chloritischen Diaphorit, Chloritgneisen, basischen Massen verschiedener Art, granitischen Gesteinen, Glimmerschiefern usw. ist hier ohne weitere „Polymetamorphose“ erhalten geblieben.

Ein weiteres Bindeglied zwischen dem moravischen und dem silesischen Gebiete wird noch hergestellt durch die chemische und mineralogische Verwandtschaft der Tiefengesteine, welche wohl unterschieden bleiben von den im Moldanubicum so verbreiteten, meist grobporphyrischen Granititen und Amphibolgranititen mit den begleitenden turmalinführenden Aplit- und Pegmatitgängen (Morav. Fenster, S. 65).

Ein sonderbarer Einwand, den schon Herr Hinterlechner in seinem Referate (Verhdlg. 1913, S. 75) vorgebracht hat, findet sich hier mit ähnlichen Worten wieder; ein unlösbarer Widerspruch soll darin liegen, daß unterlagernde devonische Tonschiefer seit dem Paläozoicum liegend nicht die Beschaffenheit eines kristallinen Schiefers erworben habe. „Die moderne Deckenlehre und Tiefenstufentheorie stehen hier mit den geologischen Tatsachen in diametralem Gegensatze und wir sehen keinen Grund dafür, diese als Basis für unsere geologischen Untersuchungen anzunehmen.“

Hier wird mir abermals ein verkehrter Gedankengang unterschoben. Deckenlehre und Tiefenstufentheorie sind in keiner Hinsicht als die Basis der Untersuchungen über die moravischen Fenster anzusehen. Der Ausgang ist vielmehr die unerschütterliche einfache Tatsache, daß zwei große, mannigfaltig zusammengesetzte Großgebirgsmassen, von denen die eine aus Schiefern der Beschaffenheit der sogenannten unteren Umwandlungsstufe Grubenmanns, das ist bei hoher Temperatur, die zweite aus solchen der sogenannten oberen Umwandlungsstufe, das ist unter herrschendem Volumgesetz, gebildet werden und in einer Weise miteinander verschweißt sind, die nur durch große tektonische Bewegungen erklärbar ist. Die Erfahrungen über den Deckenbau der Westalpen werden erst herangezogen, wenn es gilt, die Deckenform der großen Gesteinskörper, ihre Folge und ihre kennzeichnende Gefügedeformation zu erklären und zu verstehen. Die Vorstellung einer Umwandlung der ganzen Massen durch gleitenden Deckenschub wird hier wie in den Alpen erst allen Einzelheiten gerecht.

Die Gesamtheit der Tatsachen bleibt aber auch unverändert, wenn auf die Erklärung verzichtet wird. Ich habe schon im Jahre 1903 in dem Buche „Bau und Bild der böhmischen Masse“ die Abtrennung der Gebiete und die eigen-

tümlichen Lagerungsverhältnisse mit Hinweis auf die rätselhafte Stellung der Glimmerschiefer in den Hauptzügen beschrieben, bevor noch die Erklärung durch Annahme des großartigen Deckenschubes gefunden war.

Durch Gegeneinanderstellen der Theorien können die Tatsachen nicht aus der Welt geschafft werden. Wenn die bei höherer Temperatur gebildeten Gesteine hier auf mechanisch zerdrückten Schiefeln aufruhcn, so müssen wir folgern, daß die Temperatur unter der Last nicht hoch genug gewesen ist, um die sogenannte Tiefenmetamorphose einzuleiten, wie ja auch anderwärts an der schottischen und an der skandinavischen Überschiebung die silurischen Schiefer unter den aufgeschobenen Gabbromassen, Amphioliten und höher metamorphen Schiefeln nahezu unverändert geblieben sind.

IV.

Das südlichste Stück der langen moldanubischen Grenze mit den beiderseits anschließenden Gebieten ist kürzlich von F. Becke (1) und seinen Schülern A. Himmelbauer, F. Reinhold und R. Görgcy in vollkommener Weise durch Karte und Beschreibung zur Darstellung gebracht worden; eine wertvolle Ergänzung zu Beckes klassischer Beschreibung der kristallinen Gesteine des Waldviertels aus dem Jahre 1883. Manches über die Eigenheit und den Verband beider Schieferregionen Gesagte tritt hier gleichsam in schärferer Beleuchtung deutlicher hervor.

Mit einheitlicheren Linien lösen sich die langhin nord-südlich streichenden moravischen Gesteinszüge von der so abwechslungsreicheren moldanubischen Gesteinsgesellschaft, mit ihren oft schmälereu, unbeständigeren und rascher auskeilenden Einlagerungen. Ich betrachte es als einen Zufall, daß südwärts von Gars die Schiefergneise mit ihren Einlagerungen von Amphibolit, Graphitquarzit usw. annähernd parallel mit der moravischen Grenze verlaufen. Nordwestlich von Gars biegen sie scharf ab von dieser Richtung, und in den nördlichen Strecken lösen sich die inneren moldanubischen Gesteinszüge mit eigenem Streichen los von der Glimmerschieferzone. Nur diese ist mit parallelem Streichen unmittelbar an die moravische Grenze angeklebt und begleitet sie auch weiter mit fast gleichbleibender Breite.

Die Grenze zwischen Bittescher Gneis und Glimmerschiefer ist stets vollkommen scharf und unzweideutig. Das Fehlen eines Intrusionskontaktes an der Grenze wird in dem Aufsatze wohl nicht ausdrücklich betont, doch fand ich selbst meine Erfahrungen aus den nördlichen Strecken an zwei Strecken dieses Gebietes neuerdings bestätigt, und zwar an den Waldaufschlüssen am Fahrwege von Katzendorf nach Bullendorf (O. von Gars) und an der Serpentinstraße zum Trenkberg, oberhalb Schönberg. An dieser Straße trennen nur wenige Meter verdeckten Bodens die Aufschlüsse beider Gesteine; der Glimmerschiefer wird in der Nähe der Grenzfläche spaltigbrüchig und stark zersetzt, mit mylonitisch-diaphthoritischem Aussehen.

Der innige Verband der Glimmerschiefer mit den westlich anschließenden Schiefergneisen kommt schon in der von den Autoren mehrfach betonten Unsicherheit der Abgrenzung beider Gesteine auf der Karte zum Ausdruck (Reinhold, S. 45; Becke, S. 13 und 2, S. 352 und 353). Sehr kennzeichnend für das Verhältnis von Schiefergneis und Glimmerschiefer, wie ich es im Norden zum Beispiel in der Umgebung von Frain, beobachtet habe, sind die Angaben von Himmelbauer aus dem Reith- und Stieferngraben, daß man, je mehr man von West gegen Ost wandert, immer mehr aus zum Teil dünnplattigen, feinkörnigen und sandig verwitternden Gneisen in Gneisglimmerschiefer gerät, die durch das Auftreten zusammenhängender Muskovit(Serizit)häute, ohne daß es zunächst zur Ausbildung größerer Muskowittafeln kommt, den Eindruck diaphthoritischer Gesteine machen (l. c., S. 39). Auch hier bleiben die Einlagerungen im Glimmerschiefer dieselben, wie im Schiefergneis. Aber sie sind hier weniger anhaltend ausgedehnt, insbesondere sind hier wie anderwärts die Marmorlager des Glimmerschiefers in kleine, rasch auskeilende Linsen zerteilt (Reinhold, l. c., S. 45). Nur wo Orthogneise an die Glimmerschieferzone nahe herantreten oder als Bänke von Zweiglimmergneise in ihr verarbeitet sind, grenzen Gneis und Glimmerschiefer ohne Übergang aneinander (zum Beispiel bei St. Bernhard, s. d. Angabe Himmelbauers, S. 37); wie ja auch an den Grenzstrecken, an denen die zur Umformung weniger geneigten Orthogneise zufällig vorherrschen, die Glimmerschieferzone auf die Bildung von Zweiglimmergneise be-

schränkt, weniger auffällig und stark eingeengt sein kann (zum Beispiel zu Niklowitz und Stiegnitz. N. v. Znaim. Morav. Fenster, S. 42).

Aus derartigen und anderen die sekundäre Muskovitbildung im Gestein betreffenden Beobachtungen, sowie auch aus den Lagerungsverhältnissen im großen hatte ich geschlossen, daß die Glimmerschieferzone keinen stratigraphischen Horizont darstelle, sondern durch Umkristallisation aus moldanubischen Gesteinen über dem moravischen Gewölbe entstanden sei. Die glimmerreichen sedimentären Gneise haben dabei der Umformung durch Streßwirkung auf dem Wege der Kristalloblastese in vollkommenerer Weise nachgegeben, da ihre chemische Zusammensetzung die Entwicklung der schieferholden Glimmerminerale begünstigt. Sie haben vor allem die Hauptmasse der eigentlichen granatführenden Glimmerschiefer geliefert.

Becke hat gegen diese Anschauungen Bedenken geäußert, indem er auf bestimmte chemische Unterschiede zwischen beiden Gesteinen hinwies. Der Glimmerschiefer von Breiteneich zeigt tatsächlich einen höheren Tonerdeüberschuß ($T = 4.3$) und vor allem einen Überschuß von K über Na und Ca, während im Schiefergneis vom Kremstale bei überwiegendem Na der Tonerdeüberschuß nicht diese Höhe erreicht ($T = 1.8$). Da beide Gesteine nicht selten wechsellagern, wären nach Becke die Unterschiede in der primären Zusammensetzung der Sedimente bedingt. Feldspathaltiger Sandstein als Ausgang der Sedimentgneise könnte die Alkalibindung zur Anreicherung von Na_2O ; feiner Tonschlamm aber durch Adsorption von K_2O die Metamorphose zur Bildung von Glimmerschiefer gelenkt haben. Ich glaube jedoch nicht, daß diese wichtige Feststellung unvereinbar ist mit der aus Feldbeobachtungen und aus den Lagerungs- und Verbandverhältnissen im großen abgeleiteten Erklärung.

Wohl die meisten mächtigeren Aufschüttungen mechanischer Sedimente sind aus vieltausendfachem Wechsel sandiger Bänke und toniger Zwischenlagen aufgebaut. Man denke an den Flysch der Alpen oder an die Grauwacken und Schiefer des böhmischen Untersilur. In den Sedimentgneisen des moldanubischen Grundgebirges ist aber nach meiner Erfahrung ein Wechsel von Gneis- und Schieferlagen in analoger Schärfe und Allgemeinheit nicht zu sehen. Die ganze Masse der Sedi-

mentgneise wandelt sich mit der Annäherung an die moravische Grenze allmählich zu Glimmerschiefer; der Übergang wird allerdings streckenweise durch allmählich immer dichtere Einschaltung von muskovitreicheren Lagen vermittelt. Da ist es wohl denkbar, daß sich kalireichere, ehemals tonige Lagen empfänglicher erweisen für die Umwandlung und früher zu Glimmerschiefer werden als der Rest. Daß aber die Entwicklung der Glimmerschieferzone im großen nicht allein durch primäre chemische Verschiedenheiten, sondern vor allem durch Einwirkung von außen, durch energischen Molekülaustausch in den bewegten Massen bewirkt wurde, dafür spricht nach meiner Ansicht die Größenzunahme der Bestandteile in verschiedenen Gesteinen dieser Zone, sowohl der Glimmer, wie auch der Granaten, der Turmaline und der Cyanite in den am besten entwickelten Glimmerschiefern und Zweiglimmergneisen. Innerhalb der Schiefergneise sowohl wie innerhalb der Glimmerschiefer sind, wie ich vermute, verschiedene chemische Typen enthalten; in diesen kann zum Beispiel abnormer Tonerdegehalt durch schöntafeligen Disthen, dort durch dichtgehäufte Knollen von Fibrolith angezeigt sein.

Über einen neuen Aufbruch von Bittescher Gneis außerhalb des zusammenhängenden moravischen Gebietes berichtete F. Becke (2) (S. 352). Das Gestein kommt jenseits der Glimmerschieferzone von Schönberg in einigen Felsen am rechten Kampufer zum Vorschein, mit SW einfallen unter die Glimmerschiefer des höheren Talhanges hinabtauchend. Im Süden ist es durch Verwerfungsflächen gegen den stark zerklüfteten Schiefergneis abgegrenzt. Es liegt nahe, dieses nochmalige Auftauchen des Bittescher Gneises unter dem Liegenden mit der gegenüberstreichenden Störungszone in Zusammenhang zu bringen, an welcher die moravischen Gesteinszüge des Manhartsberges ihr südliches Ende finden. Sie wurde als Querbruch von Diendorf bezeichnet (Morav. Fenster, S. 35). Stark zermürbte und zersetzte Mylonite begleiten sie. Vielleicht wird durch die Abgrenzung der Glimmerschiefer gegen die Schiefergneise von See, wie sie kürzlich von Becke angegeben wurde (S. 353), ferner durch das Abschwenken des Glimmerschieferzuges über den Loisberg zum Sirnitzbach bei Lengelfeld eine Fortsetzung der Störungszone in das moldanubische Gebiet jenseits des Kamptales angezeigt.

Eine weitere Fortsetzung der Diendorfer Querverwerfung gegen Osten hat Reinhold festgestellt. Nach seiner Angabe gehören die muskovitischen Augengneise bei Grübern, bei Wilmersdorf und südlich von Maissau zum Bittescher Gneis. Der Bruch selbst ist am NW-Ausgange des Dorfes Grübern durch eine tektonische Breccie aus Trümmern des Maissauer Granites gekennzeichnet (l. c., S. 50).

Nach diesen Angaben scheint die Diendorfer Verwerfung über Olbersdorf hinaus noch mehr gegen Nordosten abzubiegen, als ich in meiner Kartenskizze angenommen hatte; sie gerät dadurch noch mehr in die Richtung des Hauptbruches, der den großen Boskowitzter Rotliegendgraben östlich begrenzt (s. Morav. Fenster, Karte I). und mit dem sie wahrscheinlich zu verbinden ist.

Gegen Ost schließt, nach Reinholds Angaben, an den Bittescher Gneis Glimmerschiefer an, der dem moldanubischen Glimmerschiefer von Schönberg gleichzustellen ist. Damit wird eine Verbindung dieses Stückes eines versenkten Gegenflügels angedeutet zu dem von mir verzeichneten Vorkommen von Granatglimmerschiefer in Frauenberg am Schmiedabache. Die Glimmerschiefer und Amphibolite von Gurwitz bei Znaim, dann die vollkommeneren Schichtfolge von Granulit und Amphibolit über Glimmerschiefer und Phyllit im Mißlitzer Horst (Morav. Fenster, S. 35) sind die weiteren zwar durch große Lücken geschiedenen, aber höchst bezeichnenden Reste des an der Bruchlinie abgesunkenen Gegenflügels des moldanubischen Daches, welche den Abschluß der Umrahmung der Thayakuppel zum Umriss eines Fensters rechtfertigen.

Einige allgemeinere Bemerkungen über die Entstehung der moldanubischen Schiefer, welche durch neue Darstellung von Becke und seinen Schülern angeregt werden, sind weiter unten der Besprechung von Sanders Vorstellungen angeschlossen.

V.

Beachtenswerte Anregungen zur Beurteilung der kristallinen Schiefer in ihrem Bezug zur Tektonik hat in einigen neueren Aufsätzen B. Sander gegeben.

Gesteine, welche durch tektonische Deformationen (besonders Faltung) differentiell bruchlos und stetig (das ist

plastisch oder kristalloblastisch) durchbewegt wurden (durch Summation der zur tektonischen Umgestaltung korrelaten Teilbewegung), werden als Tektonite von den nicht oder un-
stetig (das ist unter Zertrümmerung usw.) deformierten, daher auch nicht differentiell durchbewegten Gesteinen abgetrennt. Schieferung jeder Art, ob mechanisch oder Kristallisations-
schieferung ist stets ein Anzeichen von Deformation und differentieller Durchbewegung. Alle geschieferten Gesteine (mit Ausnahme der primär geschieferten Sedimente) und insbesondere alle kristallinen Schiefer gehören zu den Tektoniten.

Weitere Unterscheidungen werden durchgeführt, je nachdem ein Gestein im wesentlichen von nichtmolekularer (tektonoklastischer, mylonitischer) oder molekularer Teilbewegung (Deformationskristalloblastese, Kristallisationsschieferung) beherrscht wird oder beiderlei Teilbewegungen in verschiedener zeitlicher Folge miteinander verbunden sind. Unter der wohlbegründeten Annahme, daß die molekulare Teilbewegung, welche zur Kristallisationsschieferung führt, durch tektonische Bewegung bedingt ist, werden die rein kristalloblastischen Schiefer ebenfalls unter die Tektonite eingereiht. Eine wichtige Grundlage zur Einteilung der kristallinen Schiefer in ihrer Eigenschaft als Tektonite erblickt Sander in der Unterscheidung, ob die Kristallisation früher als die nichtmolekulare Teilbewegung beendet war, ob sie mit dieser im ganzen gleichen Schritt gehalten habe oder ob sie nach Abschluß der mechanischen Umformung noch angedauert habe; danach wären zu unterscheiden Tektonite mit nichtmolekularer Teilbewegung präkristalliner, parakristalliner und postkristalliner Art. Gesteine der ersten Gruppe können dadurch gekennzeichnet sein, daß die lagenweise angeordneten Mineralkörner auch in den Faltenbögen keine rupturale Gefügsstörung erlitten haben; Kristalle von Glimmer, Hornblende zum Beispiel bleiben in gefalteten Streifen unverbogen und ungeknickt, mit gleichmäßiger Auslöschung. Die Falten sind in wechselnde Winkel aneinander gefügten Blättchen oder Säulchen abgebildet. Solche Abbildungskristallisation entsteht durch kristalloblastisches Fortwachsen der in den gefalteten Flächen angeordneten kleinen Keime ohne jede Beeinflussung durch mechanisch gerichtete Spannungen. Eine solche „pseudomorphe Abbildung einer älteren Textur“ wird in einem ebenschiefrigen,

ungefalteten Gestein nicht mit gleicher Deutlichkeit zu erkennen sein, wenn durch sie eine ältere ebenflächige Schieferung oder vielleicht eine ältere sedimentär-schichtige Anordnung der Bestandteile abgebildet wird.

Zur dritten Gruppe gehören, außer plastisch umgeformten Gesteinen, Mylonite aller Abstufungen (wohl schwer abzutrennen von Gesteinen mit zum Teil parakristalliner, diaphthoritischer Mineralneubildung).

Zur zweiten Gruppe würde eigentliche Deformationskristalloblastese als Becke'sche Schieferung gehören. Sie wird nicht immer leicht von der ersten abzutrennen sein. Ein gutes Merkmal hebt Sander hervor in der verlegten Reliktstruktur, wie sie zum Beispiel an den Schlingen von Einschlußzügen der im Fortwachsen gedrehten Kristalloblasten von Granat in Phylliten und Glimmerschiefern zu sehen ist.

Das Bestreben, Art und Grad der Teilbewegungen in den Gesteinen in Übersicht zu bringen und deren Abhängigkeit von zugehörigen Deformationstypen in der Erdrinde zu betonen, führt zum Begriff der tektonischen Gesteinsfazies.

Der Ausdruck, dem allgemeine Anwendung zu wünschen ist, betont in glücklicher Weise notwendige begriffliche Verbindungen zwischen Petrographie und Tektonik. Daß man den Ausdruck vielleicht nachträglich als naheliegend empfindet, erhöht nur das Verdienst Sanders, ihn zuerst verwendet zu haben. Er gründet sich auf die Voraussetzung, daß irgendeine tektonische Deformation von einer gesetzmäßig zugeordneten molekularen oder nichtmolekularen Teilbewegung begleitet wird (Verhandl. der Geolog. Reichsanstalt, 1912, S. 249).

Als tektonische Gesteinsfazies könnte man demnach den Inbegriff aller Merkmale bezeichnen, durch welche im Handstück oder Dünnschliff eines Gesteines seine rein tektonischen Erlebnisse abgezeichnet sind, wie: Art und Grad der molekularen oder nichtmolekularen Teilbewegung, deren gegenseitiges zeitliches Verhältnis, deren Aufeinanderfolgen oder Ineinandergreifen, deren relative und absolute, gleichförmige oder ungleichmäßige Geschwindigkeit, Eröffnung von Gleitbahnen und damit Beförderung des Lösungsumsatzes. Zu diesen durch die Massenbewegungen gegebenen Umständen gesellen sich die für die Mineralneubildung maßgebenden Einflüsse: Druck und

Temperatur, und alle zusammen bestimmen das Gesamtbild eines kristallinen Schiefers und die eigentümliche Gemeinsamkeit der Charaktere, welche trotz vieler Schwankungen doch häufig zum gemeinsamen Merkmale der verschiedenen Schiefer eines bestimmten Grundgebirgsgebietes wird: die zum Beispiel den Kenner eine Gesellschaft kristalliner Schiefergesteine aus den Alpen wohl unterscheiden läßt von einer solchen aus dem Schwarzwalde oder aus dem Erzgebirge.

Die von Sanders hervorgehobenen Unterscheidungen können als wertvolle Hinweise gelten zur schärferen Kennzeichnung der petrographischen Eigenschaften tektonisch einheitlicher Gebiete. Sie erschöpfen aber noch nicht das Wesen der tektonischen Fazies in dem angegebenen Sinne.

Gemeinsames Schicksal hat ihnen gemeinsame Züge aufgeprägt. Sedimente und Tiefengesteine sowie ältere kristalline Schiefer blicken gleichsam durch denselben Schleier, mit dem sie durch die jüngste tektonische Geschichte überbreitet worden sind.

Anknüpfend an einige Exkursionen und an die vorhandene Literatur fand Sander Übereinstimmung mancher seiner alpinen Erfahrungen über den Zusammenhang von Gesteinsbewegung und Tektonik mit meinen Darstellungen aus dem mährisch-niederösterreichischen Grundgebirge, und er sieht, daß einige der dort gewonnenen Begriffe, zum Beispiel der der tektonischen Gesteinsfazies im Kristallin, auch hier in erfreulicher Weise hervortreten (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1912, S. 228).

Mein Aufsatz hatte vor allem die Darstellung der Hauptzüge der regionalen Tektonik des Gebietes zum Ziele. Die petrographischen Einzelheiten wurden nur so weit angeführt, als sie zur Kennzeichnung der Gesteine, ihrer regionalen Unterscheidung und der wichtigsten Beziehung zur tektonischen Geschichte unerläßlich sind. Ich will nun zu Sanders anregenden Bemerkungen über dieses Gebiet in der Weise bezug nehmen, daß ich hier nochmals meine Meinung über die Genesis der Gebiete in kurzer Zusammenfassung auseinandersetze. Dabei sollen einige von Sander aufgestellten Begriffe verwendet werden, da sie eine schärfer gefaßte Ausdrucksweise gestatten.

Wohl sind die moldanubischen und die moravischen Schiefer aus verschiedenen Ausgangsgesteinen, aus anderen sedimentären und eruptiven Gesteinsreihen hervorgegangen; aber mehr noch als durch diese ursprünglichen Unterschiede tritt der Gegensatz hervor durch die Eigenschaften, welchen Gesteinen später durch die tektonische Geschichte aufgeprägt worden sind, durch die Unterschiede „nach Art und Grad der Metamorphose“, wie früher gesagt wurde (Morav. Fenster, S. 543), oder durch die tektonische Fazies, wie hier allgemeiner und genauer gesagt werden soll; und zwar unterscheiden sich die beiden Gebiete in bezug auf die tektonische Fazies im allgemeinsten und weitesten Sinne; im Handstück und im Dünnschliff, im Mineralbestande und im mikroskopischen Gefüge ebenso wie im Bau der gesamten Gebirgsmassen; die molekularen Teilbewegungen erweisen sich als „korrelat“ den tektonischen Bewegungen im großen; die tektonische Gesteinsfazies ist, wie wir auch sagen dürfen, bedingt durch die tektonische Gebirgsfazies.

Die Kristallisation im moldanubischen Gebiete ist durchaus posttektonisch. Molekularumsatz durch erhöhte Temperatur war der letzte gestaltende Faktor nach einer vermutlich langen tektonischen Geschichte; sie führte zur allgemeinen Kristallisation der entothermen Molekülverbindungen. Die Unabhängigkeit der großen und kleinen Gebirgsstrukturen und des Verlaufes der Gesteinszüge im Innern des moldanubischen Gebietes von dem Verlaufe der Auflagerungsgrenze über den moravischen Kuppeln, ferner das Fehlen einer postkristallinen Gefügedeformation und zum Teil damit im Zusammenhange das Fehlen der durch das Volumgesetz beherrschten Mineralbildungen⁶⁾ führen zu der Vorstellung, daß die moldanubischen Massen als einheitliche, ungegliederte Scholle über die moravischen Gebirgszüge bewegt wurden. Um so auffälliger wird die Umschleifung und Abschnürung der Gesteinszüge, und die Entwicklung schieferholder Minerale mit einer neuen, dem moravischen Dache konkordant angeschmiegtten Schieferung in der Glimmerschieferzone.

Große tektonische Umfaltung war der letzte gestaltende Faktor im moravischen Gebiete. Der einheitliche

⁶⁾ Von örtlichen Zufälligkeiten ist dabei natürlich abzusehen.

Körper von Bittescher Gneis breitet sich in Gestalt einer mächtigen Decke über die unterlagernden Phyllite, ebenso in der Schwarzawakuppel wie in der Thayakuppel. Im Innern der Schwarzawakuppel liegen noch unter den Phylliten die kataklastisch verschieften, granitischen Gesteine der Thaya-batholiten; unter diese tauchen wieder die mylonitisch verschieften Kmetnitza Gesteine, Tonschiefer, Konglomerate, Grauwacken und Granite hervor. Eine Reihe von Kalkbändern mit gegen unten abnehmender Kristallinität zwischen Lažanko und Tischowitz vervollständigen den Eindruck eines verwickelten Deckenbaues, der die Kuppeln beherrscht.

Der Umwälzung im großen entspricht die gleichmäßige, stetige Deformation der ganzen Gesteinsmasse im kleinen. An Stelle der statischen Metamorphose des Moldanubikums ist hier die kinetische Metamorphose getreten. Es herrscht die Mineralneubildung nach dem Volumgesetz. Aufarbeitung von Orthoklase und Biotit, Neubildung von Albit, von Serizithäuten und Muskovitporphyroblasten.

Die Struktur des Bittescher Gneises kann insoferne als blastomylonitisch bezeichnet werden, als kataklastische Zertrümmerung noch unaufgezehrt durch kristalloblastische Neubildung die größeren Feldspatäugen beherrscht. In der feineren Grundmasse wurde die Teilbewegung eingeholt oder auch überholt von der Kristalloblastese; dennoch kann man hier kaum von eigentlicher präkristalliner Faltung sprechen. Vielmehr zeigen manche Eigenschaften der Gesteine, so die in der Streckungsrichtung des Gesteins ausgezogenen Bänder von zerstoßenem Biotitstaub auf den Schieferungsflächen, die an Übergängen nachweisbare Streckung der Orthoklasäugen zu langen geradlinigen Streifen von Serizit, daß die Verschieferung des Gesteins während der Umformung (parakristallin) durch eigentliche Deformationskristalloblastese (tektonoblastische Deformation) (Sander, Tschermaks Min. Mitteilgn., 1911, S. 284) bewirkt wurde.

Wie andere größere Gneismassen ist auch der Bittescher Gneis in Bänken von schwankender Mächtigkeit geordnet. An größeren Aufschlüssen, zum Beispiel im Steinbruche von Klein-Meißelsdorf bei Eggenburg, sieht man, daß die Fugen zwischen den Bänken in größerer Entfernung zusammenfließen, daß die Bankung eigentlich durch eine Zerlegung der Gneismasse in

sehr langgestreckte, linsenförmige Körper, das ist: durch phakoidische Abquetschung entsteht. An zahllosen Stellen in der südlichen Schwarzawakuppel und ebenso in der ganzen Längserstreckung der Thayakuppel, an felsigen Talhängen, am Wagengeleise der Feldwege usw. habe ich das Streichen des Bittescher Gneises beobachtet und gemessen und das bogenförmige Umschwenken der Bankung und Schieferung gleichsam Schritt für Schritt verfolgt. Auf den Karten (Morav. Fenster, Taf. II und III) konnte nicht dargestellt werden, wie das innere Gefüge der Gesteine durchaus parallel verläuft mit deren Grenzflächen und vollkommen angeschmiegt ist der Form des gesamten Gesteinskörpers. Die Felderfahrung gibt einen großartigen Eindruck von der wunderbar gleichmäßigen Anpassung der Teilbewegung an die Umgestaltung des gesamten Gesteinskörpers und von dem hohen Ausmaße von Ausflachung, welche der Schieferung, Bankung und Streckung in der ganzen Gesteinsmasse entsprechen muß. Der ganze breite Bogen, der sich um die liegenden Phyllite der Schwarzawakuppel wendet, war an allen Stellen der gleichen mechanischen Zerrung und Pressung und Auswalzung ausgesetzt gewesen. Lagerung und Gefüge können nur verstanden werden durch die Vorstellung einer Umwälzung der ganzen Gesteinsmasse unter einer gleichmäßig wirkenden Last.

Die Deutung der moldanubischen Gesteine und ihrer Lagerungsverhältnisse wird wesentlich ergänzt durch Beckes Bemerkungen über die Gesteine des Waldviertels. Meine Auffassung

Die in Kürze die folgende:

Die Hauptfaltung ist präkristallin. In einem kompliziert gefalteten Gestein wurde der gesamte Mineralbestand durch volles „Blasten“ durch ein wahres Aufblühen in der Wärme, erneuert. Daher war sowohl im älteren Orthogneise (Becke, l. c., S. 7) wie in den Trasschiefern vollkommen granoblastische Struktur ohne Anzeichen einer Kristallisationsfolge entwickelt. Wahrscheinlich steht dies mit Umkristallisation verbundene Durchwärmung im Zusammenhang mit dem Eindringen der großen granitischen Batholiten, denn wie ich in nördlichen Gebieten beobachten konnte und wie Becke (l. c., S. 27) im Waldviertel neuerdings bestätigt, steigert sich im großen die Kristallinität mit der Annäherung an die granitischen Massen.

Auch Cordieritgneise erscheinen nach meinen Erfahrungen im Norden nur in den westlichen, den großen granitischen Massen mehr genäherten Gneiszonen.

Die Parallelstruktur der Orthogneise (Gföhler Gneis) und Granulite ist gewiß keine fluidale Erstarrungsstruktur. Die dahin gerichteten Erklärungen für ähnliche Gesteine in Sachsen und im Schwarzwalde können nicht Bestand behalten. Ihnen widerspricht bereits die rein granoblastische Schieferung ohne Kristallisationsfolge, welche die Orthogneise mit den Sedimentgneisen gemein haben. Auch in der Ähnlichkeit der Ausbildung der Minerale, Form und Farbe der Biotite, Größe und Verteilung der Granaten und Sillimanite stehen beide Gesteinsreihen einander hinreichend nahe, daß eine gemeinsam wirkende Ursache bei der Erneuerung des Mineralbestandes angenommen werden muß. Becke (l. c., S. 8) erwähnt unregelmäßige, an Splitter oder Bruchstücke erinnernde Formen der Plagioklase, die kaum direkt durch Erstarrung aus dem Schmelzfluß entstanden sein konnten, und vermutet, daß zwischen der magmatischen Erstarrung und dem gegenwärtigen Zustande dieser Gesteine „viele Veränderungen, Verschiebungen und Differentialbewegungen vor sich gegangen seien, während welcher die einzelnen Individuen in mannigfacher Weise zerbrochen wurden und wiederum durch Auskeilen und Anpassen an die Nachbarn die vorliegende Form erhielten“.

Mit der Annäherung an die großen Granitmassen im Westen steigt nicht nur die Korngröße in den Orthogneisen, sondern auch die der amphibolitischen Einlagerungen.

Die Annahme liegt nahe, daß, so wie in den Paragneisen auch in den Orthogneisen die Parallelstruktur einem früheren Zustande vorbereitet war und durch Umbildungskristallisation in den gegenwärtigen Zustand übernommen und ausgestaltet worden ist. In den Sedimentgneisen mag die Parallelstruktur zum Teil mit der ursprünglichen Schichtung zusammenfallen; Lager und Linsen von Marmor, Quarzit oder Amphibolit sind ihnen oft konkomitant eingeschaltet. In den Orthogneisen aber, und wahrscheinlich auch zum großen Teil in den Paragneisen, muß, wie anzunehmen ist, die ursprüngliche Parallelstruktur durch Gefügeanpassung an tektonische Bewegung, sei es rein kataklastisch oder als Deformationskristalloblastese, oder am wahrscheinlichsten, wie im Bittescher

Gneis, durch Vereinigung beider entstanden sein. Man denke sich einen solchen in der ganzen Masse auf irgendeine Weise durchaus gleichförmig verschieferten Gesteinskörper der Umkristallisation bei Einwirkung hoher Temperaturen ausgesetzt, dann kann bei entsprechender stofflicher Zusammensetzung durch in Streifen neugebildete Biotite und in Reihen geordnete Granaten eine neue Parallelstruktur ausgeprägt werden; Muskovite auf Schichtflächen könnten durch Fibrolith ersetzt werden (Becke, l. c., S. 192). In stärker ausgeflachten und ausgeplätteten randlichen Zonen wird die vollkommeneren und feinere Schieferung in die neue Abbildung übernommen werden; während in inneren Teilen der Masse, welche wenig oder keine Gefügedeformation erlitten haben, auch das Rieckesche Prinzip weniger wirksam war und eine neue Parallelstruktur nicht so leicht zur Ausbildung gelangen konnte.

Orthogneise vom Typus des Gföhler Gneises und der Granulite können in verschiedenster Lagerungsform den Paraschiefern des Moldanubicums eingeschaltet sein: als konkordante Lager (Zdiaretz), als umgekehrte Fächer (Borry), in Gewölbeform (Krumau in Böhmen) oder auch muldenförmig auflagernd, wie der Gföhler Gneis und die Granulite des Waldviertels. Auch diese Mannigfaltigkeit läßt sich nicht leicht mit der Vorstellung einer Intrusion in der gegenwärtigen Gestalt vereinigen. Umfaltung vor der Granitintrusion und vor der letzten Metamorphose wird anzunehmen sein; und nachdem heute liegende Falten und Decken als herrschender Grundzug im Bau so vieler Kettengebirge aus allen Teilen der Erde erkannt sind, steht nichts der Vorstellung im Wege, daß der Gföhler Gneis dereinst durch weitgehende Ueberfaltung oder Deckenschub auf die Sedimente gebracht wurde, welche gegenwärtig als Schiefergneise seine Unterlage bilden. Eine flache, symmetrisch zweiseitige Gegenfalte der Sedimentgneise mit fächerförmiger Aufpressung der Gföhler Gneise in einer mittleren Achse ist nicht nur nach allgemeinen Erfahrungen unwahrscheinlich; einer solchen Vorstellung widerspricht auch die schwebende Lage der Gneise und Amphibolite in der Mitte der Mulde bei Dürnstein und der nahe Zusammenschluß der von beiden Seiten her mit Annäherung an den Gföhler Gneis immer flacher niedersinkenden Schenkel von Sedimentgneis (Becke, l. c., S. 24).

Billigt man die allerdings hypothetische Vorstellung einer vorkristallinen Deckentektonik des Moldanubicums, so schließt sich daran die naheliegende Folgerung, daß die gemischten Gneise vom Typus des Seyberer Gneises, mit mannigfachen Lagen abgeschnürter Linsen oder auch Knollen, von Amphiboliten, Augitgneisen, Marmoren usw., vermutlich auch von mit hineinverarbeiteten Orthogneisen (Himmelbauer, l. c., S. 37), als umkristallisierte tektonische Breccien im Liegenden der großen Schubschollen aufzufassen seien. Auch die besonders in Hornblendegesteinen häufigen Beispiele, daß Knollen mit massiger, oft gabbroider Struktur von kristallinschiefriger Ausbildung des Gesteines umflossen werden, sollen als posttektonische Abbildungen der weniger veränderten Reste in der schiefrig deformierten Hauptmasse des Gesteines aufgefaßt werden.

Das Eindringen der granitischen Massen bewirkte aber nicht nur molekulare Umlagerung durch Erwärmung, Erneuerung des Mineralbestandes und Umkristallisation, so daß etwaige kataklastische Schieferung durch Kristallisationschieferung und Abbildungskristallisation ersetzt wurde; die ältere Tektonik wurde dabei, wenn auch nicht völlig abgeändert und unkenntlich gemacht, so doch in hohem Grade umgestaltet. Nach Sanders Vorstellung war die Teilbewegung „während der Versenkung und Granitisation der moldanubischen Schiefer im wesentlichen Umfaltung mit Ausgestaltung vorhandener Parallelstruktur“. Das zeigt sich in der beiläufigen Anpassung des Schichtstreichens an die Umrise der Batholiten, in den strukturellen Uebergängen und den undeutlichen Grenzen zwischen mittel- bis feinkörnigen Perl- und Körnlgneisen und körnigen Randzonen der Granitstöcke (Morav. Fenster, S. 549). Vielleicht ist bei diesen Vorgängen der Zusammenhang größerer Gesteinszüge gelöst worden und das einheitliche Streichen einer großzügigeren Falten tektonik verloren gegangen und ersetzt worden durch die unregelmäßigeren, für die Tiefentektonik kennzeichnenden sigmoiden Kurven.

Becke beschrieb die verworren gekröseartige Faltung und die Durchaderung der Sedimentgneise vieler Örtlichkeiten, zum Beispiel von Dürnstein, Weißenkirchen und Rosenberg.

Er schloß auf ein besonders hohes Maß von molekularer Beweglichkeit bei der Entstehung, vermutlich mitbedingt durch gewisse, die aplitisch-pegmatitische Durchaderung begleitende Mineralisatoren (l. c., S. 29). Sander erkennt eine allgemeine Regel für die Formen dieser Adern und ihr Verhältnis zur Schieferung. Sie sind verdünnt und lentikularisiert, wo sie parallel der Schieferung laufen; gestaut und verdickt aber, wo sie quer gestellt sind. Hieraus ist, wie er hervorhebt, zu schließen, daß die Schieferung und die Deformation der Adern gleichsinnige, derselben mechanischen Beanspruchung des Gesteins entsprechende, korrelierte Differentialbewegungen des Gesteins sind. Adern und Schieferung bedeuten ein Ausweichen nach gleicher Richtung und summieren sich zu einer Zerrung und Ausdehnung des Gesteins, zu einer „Ausplättung in der Aplitisationsphase“ (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1914, S. 229). All dies scheint mir die Vorstellung zu unterstützen, daß die hauptsächlichste Durchaderung und die letzte richtungslos verworrene Kleinfaltung ebenfalls zugleich mit der Umkristallisation unter Einwirkung der Batholiten entstanden ist.

Auch darauf, daß die Durchaderung nicht in einem Akt erfolgt ist, hat Becke ausdrücklich hingewiesen (Tschermaks Min. Mitteilgn., 1913, S. 30). Eine Abstufung nach Beschaffenheit und Alter ist im Waldviertel wie auch in den nördlichen Gebieten an der mährisch-niederösterreichischen Grenze deutlich zu erkennen. Ältere Adern, die noch während der allgemeinen Kristalloblastese und wohl zugleich mit der Umschieferung gebildet wurden, besitzen unregelmäßigere Umrisse und verfließen unscharf mit der Gesteinsmasse, während die jüngeren, mit scharfen, oft geradlinigen Grenzen die bereits fertige Gesteinsmasse nach Abschluß der Kristallisation quer durchbrochen haben. Nach meiner Erfahrung zeigen gerade die älteren, unscharf begrenzten Adern im wesentlichen die gleiche mineralogische Zusammensetzung, wie das Hauptgestein: denselben sauren Plagioklas, wie der einschließende Sedimentgneis, dieselbe Hornblende mit basischen Plagioklas, wie der umgebende Amphibolit (Becke, l. c., S. 28). Hier ist wohl die Mineralsubstanz der Gesteine selbst durch in der Hitze belebtes und wanderndes Lösungsmittel in Bewegung gesetzt worden; der Vorgang kann, mit Anlehnung an die Vorstellung

von Sander, gleichsam als lückenfüllende Kristalloblastese während der Gesteinsdeformation gelten.

Aber die Ausbildung selbst wurde, stellenweise wenigstens, noch von Deformation und Kristallisation überdauert. In Reihen auseinandergezogen und gegeneinander verschoben stecken die kantigen Trümmer der zerbrochenen Aplitgänge im silikatführenden Marmor von Spitz an der Donau. Die Neubildung von Reaktionssäumen aus Augit und Plagioklas an den Bruchflächen⁷⁾ gehört zum Vorgange der Kristalloblastese, der sich an so vielen kleinen Einzelheiten im mikroskopischen Bilde, zum Beispiel im gegenseitigen Stoffentzug zwischen Biotit und Granat⁸⁾ verfolgen läßt. Die Reaktionssäume um Einschlüsse verschiedener Art, die Amphibolitkränze um die Linsen von Augitgneis im Schiefergneis, die Mäntel von Anthophyllit um Bruchstücke von Olivinfels im Gföhler Gneis sind der sinnfälligste Ausdruck der Erneuerung des Mineralbestandes durch die mit der Temperaturerhöhung gesteigerte Beweglichkeit der Stoffe in der ganzen Gesteinsmasse.

Becke wirft die Frage auf, wieso es kommt, daß die Umwandlung zum Stillstand gelangt? Warum immer nur ein Teil der Olivineinschlüsse im Gneis zu Biotit, ein anderer zu Anthophyllit verwandelt wurde und ein Rest stets unverändert geblieben ist. Dabei behalten die Hüllen um Augitgneis, sowie die um Olivinfels-Bruchstücke stets etwa die gleiche Stärke von 1 bis 1.5 cm. Zwei Erklärungsmöglichkeiten erwähnt Becke. Der Reaktionsvorgang könnte vor Erreichung eines vollständigen Gleichgewichtes durch zeitliche Begrenzung der fördernden physikalischen Umstände oder durch Verbrauch eines der Reaktionsprodukte, welches zum Stoffaustausche notwendig war (des Biotit), sein Ende gefunden haben.

Zur Klärung dieser Frage dürften weitere Prüfungen wertvoll sein, ob die Größe der Reaktionssäume in einem gewissen Zusammenhange steht mit der Korngröße der Gesteine überhaupt und vielleicht mit dieser zunimmt gegen Westen, mit der Annäherung an die größeren Granitmassen. Falls dies zutrifft, dürfte anzunehmen sein, daß die Breite

⁷⁾ F. E. Sueß, Beispiele plastischer und kristalloblastischer Gesteinsumformung, *Mitteil. d. Geol. Ges. in Wien* 1909, S. 250.

⁸⁾ *Jahrb. d. Geol. Reichsanst.* 1904, S. 397.

der Reaktionssäume in erster Linie abhängig ist von dem Grade und der Dauer der Durchwärmung der Gesteine.

Eine eigentliche Einschmelzung der Gesteine hat, wie Becke hervorhebt, in dem von ihm beschriebenen Gebiete nicht stattgefunden. Die Temperatur ist niedriger geblieben, als die Erstarrungstemperatur der injizierten Pegmatit- und Aplitmagma. Aber immer noch hoch genug, um die Bildung hydroxilreicher Minerale, wie Chlorit und selbst Epidot, zu verhindern.

Kersantitische Gänge, Gänge von Syenitporphyr und andere durchschneiden an steilen Klüften geradlinig fortstreichend die ganze Struktur des Gebirges. Auch diese treten nicht über in das moravische Gebiet, auch sie sind älter als die große Ueberschiebung. Die moravischen Batholiten und die ihnen ähnliche Brünner Intrusivmasse werden von anderen Ganggesteinen begleitet (turmalinfreie Aplite, ophitische Diabase, und andere).

Als Aufbrüche eines Gebirges von alpinem Bau wurden die moravischen Fenster bezeichnet, im Gegensatz zu der einer tieferen Bathosphäre angehörigen und dem schwedischen Grundgebirge vergleichbaren moldanubischen Scholle. In dankenswerter Weise verwendete B. Sander seine Erfahrungen aus den Zentralalpen und aus Finnland auf einigen Ausflügen zur Nachprüfung dieser Vergleiche in bezug auf einige Einzelheiten.

Nach seinem Urteile gleichen die relativ wenig kristallinen Kalke und Phyllite der Kwetnitsa, heute Murauer, Phylliten, basalem Grazer Paläozoikum und Tuxer Paläozoikum, vielleicht nicht nur infolge gleicher tektonischer Fazies, sondern auch infolge einer gewissen stratigraphischen Äquivalenz. Eine stratigraphische Äquivalenz ist in der Tat nicht unwahrscheinlich, da die moravischen Kalke, wie verschiedene Abstufungen und Übergänge vermuten lassen, wahrscheinlich dem sudetischen Devon zugehören und bekanntlich das sudetische und das Brünner Devon zusammen mit dem Devon von Graz der rheinischen Fazies angehören. Die Gleichheit der tektonischen Fazies ist allerdings ganz zufällig. Nicht nur haben die Sedimente und Granite im Kern der Schwarzawa Kuppel bei Tischnowitz ihre tektonische Fazies durch viel ältere Ge-

birgsbewegungen erworben, sie sind auch in ganz anderer Weise dem älteren Gebirgsbau eingefügt, als die Gesteine der Grauwackenzone und an der Basis der ostalpinen Decken. Es ist aus vielen Gründen wahrscheinlich, daß auch das Band kristallinischer Kalke im Liegenden des Bittescher Oneises demselben stratigraphischen Horizonte angehört. Mit gegen Süden allmählich zunehmender Korngröße werden diese Gesteine im Waldviertel zu ziemlich grobkristallinem Marmor.

Sander betont dann weitere frappierende Ähnlichkeit mit anderen, stärker kristallinen Gebieten in den Alpen, mit den Tauern und dem Altkristallin, und meint, daß vielleicht in den moravischen Fenstern, wie im Grazer (Murauer) Paläozoikum und den Tauern paläozoische Gebiete vorliegen; „mit lokaler Granitisation und Tauernkristallisation, lokal überwältigt (oder ganz überschritten) von Altkristallin mit mineralogisch regressiver Teilbewegung an den granitisierten und kristallin mobilisierten Stellen des genannten Gebietes. Vielleicht also“, heißt es weiter, „entsprechen die Gebiete der mährischen Batholiten sogar noch eingehender, als von F. E. Sueß bereits hervorgehoben ist, den Alpen, sowohl was ihre Genesis als ihren regionalgeologischen Zusammenhang mit den Alpen anlangt.“

Diese Äußerung kann, wie ich glaube, nur so verstanden werden, daß stratigraphisch und faziel äquivalente Sedimente in beiden Gebieten zu verschiedenen Zeiten sehr ähnliche Geschichte durchgemacht haben, von ähnlichen granitischen Gesteinen durchdrungen wurden und daß eine ähnliche tektonische Geschichte in beiden Fällen zu ähnlicher kristalliner und tektonischer Fazies geführt hat; denn wenn es auch denkbar wäre, daß Teile des älteren variszischen Baues in widerstehenden Schollen die jüngere Bewegung der Alpenfaltung überdauert und die ältere tektonische Fazies unverändert bewahrt haben könnten, so kann solches doch kaum von der durch die ostalpinen Decken überwältigten Schieferhülle der Tauern gelten und noch weniger von dem nach Mohr zu flachen Decken umgelagerten Grazer Paläozoikum.

Dem Thayabatholiten, wie den Zentralgneisen der Tauern ist die randliche dem Umriß konkordant angeschmiegte Schieferung gemeinsam. Ich will gerne zugeben, daß das genetische Verhältnis der beiden Arten der Flaserung am Rande des

Thayabatholiten, von denen die ältere durch die Flasern von Biotit, die jüngere durch Kataklyse mit Ausbildung, zum Teil kristalloblastischer serizitischer Gleitflasern gekennzeichnet ist, noch nicht restlos geklärt ist, auch will ich, anstatt zu sagen, daß die zweite Flaserung durch den Druck auflastender Decken aufgeprägt sei, mich Sanders Ausdrucksweise anschließen, welcher diese Schieferung besser als eine zur Überschiebung korrelierte Teilbewegung bezeichnet. Möglicherweise ist der ganze Bewegungsvorgang bei der Gebirgsbildung ungleichmäßig und wechselvoll und können Kristallisationsgeschwindigkeit und Deformationsgeschwindigkeit wiederholt einander den Rang ablaufen.

Eigentliche Rekristallisation (Sander, Verhandl. 1914, S. 220), unabhängig von der tektonischen Bewegung, scheint nicht stattgefunden zu haben.

Störend empfindet Sander im genetischen Bilde die Tatsache, daß gerade die tiefste der moravischen Decken, die der Kwetnitza Gesteine, keine Kristalloblastese zeigt. Er findet dafür in den Tauern kein Analogon. Dort tritt vielmehr die Regel sehr auffällig hervor, daß in Gebieten mit sehr verschieden starker kristalloblastischer Teilbewegung mit der Tiefe und der Gneisnähe die kristalloblastische Teilbewegung wächst; und Sander will abwarten, ob für die erwähnte Mißlichkeit nicht doch die Lösung in einer möglicherweise anderen tektonischen Stellung der Kwetnitza Gesteine liege.

Ich habe beim Vergleiche der moravischen Fenster mit alpinen Gebieten nicht nur auf die Tauern, sondern auch auf das Gebiet der Simplondecken hingewiesen (S. 616). Auch dort liegt der am wenigsten veränderte, vermutlich autochthone und nur kataklastisch zertrümmerte Verampiogranit, wie der Kwetnitza-Granit, im Kern des Gewölbes, überlagert von blastomylonitisch durchbewegten Decken. Antigoriogneis und Lebedungneis der hangenden Decken sind zweiglimmerige Orthogneise.

Man erhält den Eindruck einer oben am stärksten wirkenden und nach unten und innen zu abnehmenden Kraft. In der Nähe der Grenze der beiden mechanisch verschiedenen Körper, im unteren Teile der moldanubischen Scholle und in den obersten moravischen Decken, ist die Wirkung am bedeutendsten. Die Kristalloblastese ist weiter vorgeschritten in

den stärker tektonisch umgeformten Gesteinskörpern. Der Bittescher Gneis konnte über die leichter umschmiegsamen Phyllite hinweggebogen und ausgeschmiert und unter Bildung zahlloser Gleitflächen gebankt und geschiefert werden. Starrer trotzte der richtungslos massige Granit in der Unterlage der Thayakuppel. Nur auf die äußeren Teile wurde die Bewegung noch als kataklastische Schieferung übertragen. Die Kraft hat anscheinend nicht ausgereicht, um den ganzen inneren autochthon gebliebenen Kern des Batholiten zum Serizitgneis und Augengneis umzuschleifen. Es scheint, daß für den Grad der kinetischen Metamorphose die Länge des von einer Gesteinsmasse zurückgelegten Weges eine bedeutendere Rolle spielt, als die auflagernde Last. So wäre es verständlich, daß auch in der Schwarzawa Kuppel die in autochthoner Lage verbliebenen Kwetnizza Gesteine nicht mehr von eigentlicher Kristalloblastese ergriffen worden sind.

Es bleibt dabei unentschieden, in welchem Maße die gesteigerte Teilbewegung selbst durch Erhöhung der Temperatur und durch Vermehrung der Berührungsflächen zwischen Mineral und Lösung der Kristalloblastese zu fördern vermag. Die nicht zu bezweifelnde Entstehung der Glimmerschiefer aus moldanubischen Gneisen durch gesteigerte Differentialbewegung über der Gleitfläche verlangt nach einer solchen Erklärung.

Es bleibt aber auch ungewiß, ob die kristalloblastische Teilbewegung in den höheren Decken an die gleiche tektonische Verschiebung gebunden war, wie die kataklastische Verschieferung der unteren Decken; ob hier nicht verschiedene Phasen im Aufbau des Deckensystems oder auch noch nachträgliche Bewegungen ausgedrückt sind.

Aber ein anderer Vergleich scheint sich darzubieten zwischen dem moravisch-moldanubischen Gebirgsbau und dem Grundplane der Alpen. Es wurde bereits darauf hingewiesen (Morav. Fenster, S. 630), daß der moldanubischen Scholle gegenüber der moravischen Deckenfolge die Rolle zukommt, welche Termier für die Dinariden gegenüber den Alpen in Anspruch nimmt. Termiers Gedanke, daß die Dinariden als einheitlicher Körper, als *traîneau écraseur*, über die Alpendecken hingewälzt worden sind, soll nach der Darlegung von von R. Staub über die Tektonik der südöstlichen Schweizer Alpen in veränderter Form wieder zu Ehren gelangen. R.

Staub verdanken wir die Klarlegung der Deckenfolge in dem schwierigen, aber entscheidenden Gebiete, wo der ostalpine Rand und die Dinaridengrenze im Winkel zusammentreffen. Hier fügt sich der Profilschnitt durch die Deckenfolge am Erosionsrande an den Horizontalschnitt durch die Deckenwurzel; und hier kann bestimmter Aufschluß erwartet werden über den Zusammenhang zwischen den einzelnen Decken und ihren Wurzeln. Die nordwärts ausgebreitete Deckenfolge wird im ostalpinen Rand durch die Erosion quer abgeschnitten; die steilen Wurzeln aber bleiben westwärts fortstreichend in die Dinaridengrenze eingefügt.

Fünf Gneiszone, die an der Dinaridengrenze eingeschaltet sind, können auf die Hauptdecken des südlichen Graubünden bezogen werden. Die Gneiszone von Claro-Misox, von Roveredo, von Arbedo sind mit der Adula-Mora-, der Tambo-Surettadecke und der rhätischen Decke zu verbinden; wenn auch der unmittelbare Zusammenhang durch die postalpine Intrusion des Disgraziagranites unterbrochen ist. Die bereits zur unterostalpinen Grundscholle gehörigen Gneisdecken des Berninagebietes und des Puschlav sind in voller Breite verwachsen mit ihrer Wurzel, welche sich gegen Osten in die Tonalezone des Veltin, westwärts in die Gneiszone von Bellinzona fortsetzt. Die Verbindung der mesozoischen Einfaltungen an den Rändern der Zone von Bellinzona, die in der rhätischen Decke verschuppten Marmorzüge von Arbedo mit ihrer Fortsetzung gegen Tabio und die an der Grenze gegen die oberostalpine Decke eingeschalteten Kalke vom Passe San Jorio und Giubiasco mit ihrer vermutlichen Fortsetzung in Marmor von Ornavasso lehrt in Übereinstimmung mit den Charakteren der kristallinen Gesteine, daß die genannte Zone nicht mit den Gneisen der Zone von Sesia, sondern mit der von Ivrea zu verbinden ist. Die Stronagneise und das Seengebirge und ihnen entsprechend auch die Edoloschiefer des Adamellogebietes sind demgemäß der Grundscholle der oberostalpinen Decken gleichzustellen. Sie unterlagern aber die mesozoischen Gesteine der lombardischen Alpen.

So verschmelzen die Wurzeln der oberostalpinen Decken mit den Dinariden zu einem einheitlichen Körper. „Nur die Tauern wären ein ‚alpines‘ Fenster innerhalb dieser mächtigen dinarischen Decke“. Die alpin-dinarische Grenze existiert, aber

als Überschiebungsfläche der oberostalpinen Decken.“ — „Das jetzige Untertauchen der Dinariden unter die Alpen ist einfach eine Folge der enormen Überkipfung der alpinen Wurzeln.“⁹⁾)

Trotzdem in den alpinen Gesteinen die mannigfachsten Abstufungen enthalten sind von tiefen, sogar Sillimanit führenden Gneisen in den inneren Teilen der Gotthardmasse¹⁰⁾ bis zu kaum veränderten mesozoischen Sedimenten, so sind sie doch in ihrer Eigenschaft als Tektonite durchaus abhängig von der jüngsten faltenden Bewegung und ihre Gefügedeformation, ob molekular oder nicht molekular, ist durchaus angepaßt an die postmesozoische Tektonik. Diese Feststellung würde auch nicht verschoben werden durch die von namhaften Forschern vertretene Annahme, daß das Parallelgefüge der Tessiner Gneise während einer postmesozoischen Intrusion durch fluidale Bewegung des Magmas entstanden sei.¹¹⁾ In diesem Falle soll ja die Fältelung im Gestein durch den Druck der andauernden Gebirgsfaltung der sedimentären Hülle auf das noch nicht völlig erstarrte Magma bewirkt worden sein. Gelegentlich eines Studienausfluges des Geologischen Institutes der Universität Wien über den Gotthard und über den Simplon im Herbst 1913 hat eigener Augenschein noch meine Überzeugung gefestigt, daß die Gotthardgneise und die Tessiner

⁹⁾ R. Staub, Zur Tektonik der südöstlichen Schweizer Alpen, Beitr. geol. Kart. d. Schweiz, N. F., ELVI. Lfg., 1. Abt. 1916, S. 38. — Das Äquivalent d. Dent Blanche Decke in Bünden, Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. in Zürich 1917. — Es muß hier darauf hingewiesen werden, daß die Deckengliederung von Staub den Erfahrungen in den Ostalpen nicht vollkommen angepaßt ist. Die ostalpinen Decken zeigen sich hier nicht als einheitliche, aufgeschobene Masse, sondern in zwei wohlunterschiedenen Deckengruppen, die unterostalpinen und die oberostalpinen Decken, gesondert. Was Staub als unterostalpin bezeichnet, entspricht den Pieninen(Klippen)decken, seine oberostalpinen Decken gehören zur Grundschole der unterostalpinen Decken nach der Auffassung von L. Kober. Vgl. L. Kober, Über Bau und Entstehung der Ostalpen. Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, II, 1912.

¹⁰⁾ U. Grubenmann, Über einige tiefe Gneise aus den Schweizer Alpen, Comptes Rendu, XI. Congrès Géol. Internat., Stockholm 1910, S. 625.

¹¹⁾ G. Klemm, Bericht über Untersuchungen an den sogenannten „Gneissen“ und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen, Sitzungsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wissensch., phys.-math. Kl. 1904 II, 1905, XX, 1906, XXII, 1907, XII.

Gneise ihr Parallelgefüge nach der Verfestigung durch Verschiebung der Teilchen und Kristalloblastese erworben haben.

In den Graniten oberhalb Göschenen am Gotthard ist zum Beispiel ein schwaches Parallelgefüge nur durch eine unbestimmte, grobe Flaserung der Biotitlagen ausgedrückt. Die rechteckigen Querschnitte der großen Orthoklase zeigen keinerlei Neigung zur parallelen Einstellung. Sie haben nach ihrer Abscheidung im starren Zustande mechanische Deformationen erlitten, die im Zusammenhange stehen mit der Ausbildung der Flaserung. Die mit ihrer Längsachse quer zur Flaserung gestellten Phenokristen wurden geknickt oder unter Bildung von Querklüften zusammengepreßt und verkürzt. Die der Länge nach in die Paralleltexur eingefügten Rechtecke wurden durch die Pressung in die Länge gestreckt; eine Tendenz zur Augenbildung äußert sich dann manchmal in einer Verschmälerung der Enden. An diagonal gestellten Rechtecken sind die der Pressung entgegenstehenden Winkel häufig eingedrückt, die beiden seitlichen Winkel aber zugespitzt mit einem Ansatz von Glimmerschweiften an den dünn ausgezogenen Enden. Umformungen in gleichem Sinne zeigen auch die eingelagerten basischen Schmitzen. Große Biotittäfelchen, welche von den Orthoklasen umwachsen wurden, bleiben wohl erhalten und in ihrer Stellung unabhängig von der allgemeinen Paralleltexur. Solche und ganz ähnliche Belege für die Umformung nach erfolgter Verfestigung finden sich auch in manchen weniger schiefrigen Abarten des Bittescher Gneises (zum Beispiel bei Krzowy N. von Groß-Bittesch). Eine plattige Sonderung der Gesteinsmasse verläuft parallel mit der allgemeinen diffusen Streckung. Serizit und Chlorit ist auf jüngeren Bewegungsflächen angesiedelt.

In der Gegend oberhalb Faido sahen wir die Tessiner Gneise stellenweise in flache Scheite mit spitz-linsenförmigem Querschnitt zerlegt. Auch hier werden die nach der Verfestigung entstandenen Klufflächen durch die Überkleidung mit neugebildetem Biotit (zum Teil auch Chlorit) auffällig sichtbar. Manchmal entsteht durch solche, zum Teil parallele, zum Teil sich kreuzende Klüfte auf den Felswänden eine der Kreuzschichtung ähnliche Zeichnung.

Aus den Tessinergneisen der Gegend von Faido hat Klemm schöne Fältelungen, zerschnitten von streichenden

oder querstehenden jüngeren Störungsflächen, abgebildet, auf welchen Biotite angesiedelt sind. Da diese Glimmerblättchen vollkommen idiomorph entwickelt und unverbogen sind, schließt er, daß diese „scheinbaren Verwerfungen“ im noch plastischen Magma herausgebildet wurden und nicht dem Gebirgsdruck auf das erstarrte Gestein zugeschrieben werden könnten. Ich erblicke in diesen wie in den weiteren hier angeführten Erscheinungen nur den Beleg dafür, daß hier, ebenso wie in den tiefen Schieferungen der ostalpinen Tauern, die mechanische Umformung von der Kristallisation überdauert worden ist.

Viele fesselnde Einzelheiten über die gegenseitigen Beziehungen von mechanischer Umformung und Kristallisation bietet die Tremolaserie. L. Hezner hat sie eingehend untersucht.¹²⁾ Sie folgerte, daß die Hauptmasse des zentralen Granites den Dislokationsvorgängen bei der Alpenfaltung als verfestigter Gesteinskörper unterlag. Für die mannigfachen Paraschiefer ist eigentliche Kontaktmetamorphose nicht anzunehmen, trotz mancher kontaktähnlicher Strukturen. Es fehlen typische Kontaktminerale. Die Fortdauer der Dislokationsbewegungen ist in Verbiegungen und Verschiebungen gewisser Gesteinsarten, so der dünnblättrigen und dichten Amphibolite gut zu erkennen. Andererseits aber bezeugt die Durchdringung der Schieferungsebene durch Porphyroblasten von Hornblende und Biotit ein Weiterwachsen der Kristalle nach vollendeter Streßwirkung. Bei diesen gegenseitigen Wechselwirkungen kann wahre Kataklyse der beweglichen Gesteine nicht zur Entwicklung gelangen. Ihr Fehlen kann nicht als Beweis dafür gelten, daß die Gesteine an der Alpenfaltung überhaupt nicht teilgenommen haben.

Nur Einzelnes sei hier noch hervorgehoben. Prächtige Garbenschiefer wurden in den Amphiboliten der Tremolaschlucht angetroffen. Die dünngepreßten Falten werden häufig von streichenden Klüften durchschnitten; auf solchen Klüften sind hauptsächlich die Strahlsteingarben angesiedelt, oft vergesellschaftet mit braunem Biotit oder Granat. Solche erst nach Abschluß der faltenden Bewegung entstandene großkristalline Kluffüllungen können bis zur Fingerdicke anschwellen. Aber

¹²⁾ L. Hezner, Petrographische Untersuchung der kristallinen Schiefer auf der Südseite des St. Gotthard (Tremolaserie), Neues Jahrb. f. Min. usw., Beilagebd. 27, S. 157, 1908.

auch die ganze Gesteinsmasse kann nach verschiedenen Richtungen von Strahlstein durchspießt sein.

Im Abstieg nach Airolo kann man in den von Quarzknuern durchschwärmten schiefrigen Amphiboliten nach verschiedenen Richtungen durchsetzende Verwerfungsflächen sehen; die Verkittung durch Hornblendenädelchen, von der gleichen Farbe wie die Hornblende der schiefrigen Bänderung, läßt sie als scharfgezeichnete dunkle Linien auf den hellen Gesteinslagen hervortreten.

Auch in den Simplongneisen an der Straße von Iselle aufwärts ist Biotitgneis mit Augenresten häufig durch mehr minder schwebende Klüfte linsenförmig zerteilt. Weiße aplitische Adern sind verhältnismäßig spärlich. Ihre Ränder gegen das flaserig geschieferte Gestein sind unscharf. Sie sind nicht mehr in der ursprünglichen Form erhalten geblieben. Wo sie quer auf die Schieferung gestellt sind, haben sie eine eigentümliche Zerknitterung erlitten, wohl zu unterscheiden von den launigen Verbiegungen der pygmatischen Faltung. Diese Zerknitterung entstand durch eine Art Stauchung des querstehenden Ganges, durch eine Zusammenpressung in seiner Längsrichtung, als mit der Ausbildung der Schieferung die gesamte Gesteinsmasse gestreckt und ihre Mächtigkeit vermindert wurde.

Einen Aplitgang mit nachträglicher Plattung und Schieferung des benachbarten Gneises beschrieb Salomon aus dem Gotthardgebiete¹⁸⁾; er schloß, daß in beiden Gesteinen die Parallelstruktur gleichzeitig und durch denselben Vorgang entstanden sei und daß in den Gotthardgraniten eine starke kataklastische Schieferung nach der Erstarrung, ja nach der Bildung der Kontraktionsklüfte und Aplitgänge durch den Gebirgsdruck erzeugt wurde. Er hält es allerdings dabei für möglich, daß die Kataklase einer ursprünglichen schwachen protoklastischen Primärschieferung superponiert wurde.

Aus allgemeinen Gründen schließe ich, daß hier ebenso wie bei allen Tektoniten im alpinen Bau die postmesozoische Umfaltung der letzte gestaltende Faktor gewesen ist.

Viel früher dagegen hatten die kristallinen Schiefer in der Unterlage des dinarischen Gebietes ihren gegenwärtigen

¹⁸⁾ W. Salomon, Ist die Parallelstruktur des Gotthardgranits protoklastisch? Verh. d. Nat.-mediz. Ver. zu Heidelberg, N. F., Bd. XI, 1912, S. 225.

Zustand erreicht. Franchi hat die Zone von Ivrea bereits als vorpermisch erkannt. Bei Lugano wurden die granatführenden Schiefer, welche Escher als Injektionsgneise deutete, durch die permischen Porphyre überflossen; und ziemlich allgemein gilt die Faltung der Gneise des Seengebirges als „herzynisch“, das ist als altkarbon. Ebenso bedeckt transgredierender Verrucano die flach lagernden Glimmerschiefer von Recoaro. Allenthalben finden wir die Zeugnisse dafür, daß die jüngere Faltung in den Körper des dinarischen Grundgebirges nicht mehr tief eingegriffen und hier keinen Einfluß mehr ausgeübt hat auf die tektonische Fazies. In der jüngeren Gebirgsbewegung, bei der die Dinariden an die Alpen gestaut und zum Teil über diese geschoben worden sind, wurde die Unterlage der Dinariden nicht in Decken zerteilt, sondern mehr als einheitlicher Block bewegt. Nur hier sind rein katogene Schiefer mit der Kristallisation bei erhöhter Temperatur erhalten geblieben. Gesteine wie die von Grubenmann¹⁴⁾ beschriebenen Sillimanitgneise vom Langensee zwischen Ascona und Brissago wird man in den tieferen Decken des eigentlichen Alpenbaues vergeblich suchen.

Da ist es nun auch bemerkenswert, daß wahre katogene Gesteine noch in den höheren Decken wiederkehren. Aus der unterostalpinen Decke Graubündens erwähnt Staub die Kinzigitgneise und die für die Dentblanchedecke bezeichnende Valpellineserie enthält nach der Beschreibung von Argand feinkörnige Schiefer und Gneise mit Graphitpigment, Glimmerschiefer und Biotitgneise mit reichlichem Sillimanit. Durch Anreicherung von wohlentwickelten, mit Graphit beladenen Granatporphyroblasten entwickeln sie sich zu typischen Kinzigiten. Unzählige Kalkbänke sind in allen Abstufungen der Mächtigkeit von hundert Meter bis zur Papierdünnung eingeschaltet. Tiefengesteine, besonders Muskovitgranit und Zweiglimmergranit, sind eingedrungen und stellenweise sind die silikatischen Marmore durchschwärmt von aplitischem Geader. Die Häufung der Silikate in den Marmoren bis zur Bildung von wahren Silikathornfelsen wird auf Kontaktwirkung des häufig bankweise und schichtweise injizierten Tiefenmagmas:

¹⁴⁾ U. Grubenmann, Vorläufige Mitteilung über einen schweizerischen Sillimanitgneis, Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. Zürich, Jahrg. 52, 1907, S. 279.

zurückgeführt. Durch raschere Aufzehrung der Schieferlagen entstehen schön gebänderte Gesteine mit aplitischen Streifen zwischen Kalklagen. Dazu kommen noch mancherlei basische Massen in größerer Ausdehnung, Gabbros, Diorite, Pyroxenite, Peridotite und Serpentin. Eine solche Gesteinsserie würde innerhalb der böhmischen Masse dem typischen Moldanubikum gut einzupassen sein.

Den höchsten Teilen der Dentblanchedecke ist diese Gesteinsserie als Tauchfalte eingefügt; sie bildet die schlanke Gipfelkappe des Matterhorns über der Arollaserie, welche mit ihren blastomylonitisch umgeformten Augengneisen, den epidotführenden und chloritführenden Grünglimmergneisen, den Serizitschiefern, Phylliten und Serizitquarziten typischen Reihen unter den moravischen Gesteinen zu vergleichen ist. Darunter liegen in flacher Lagerung mesozoische Gesteine, in denen die kristalline Umwandlung die Liasbrekzien noch nicht durchaus unkenntlich gemacht hat.

C. Schmidts Versuch, die Valpelineserie auf diese Zone zu beziehen, ist nach der neueren Untersuchung von Argand und von Staub allerdings abzulehnen. Sie ist noch von den Ostalpen oder den Dinariden herzuleiten. Staub fand ihre Vertreter (mit Ausnahme der Kinzigitgneise) wieder in den bisher der rhätischen Decke zugezählten Gesteinen des Oberengadins, welche die ostalpinen Decken unmittelbar unterlagern.

Ein ähnlicher Gegensatz zwischen den der jüngeren Überfaltung angepaßten Tektoniten im Liegenden und den einheitlicher bewegten hangenden Decken mit den erhaltenen Merkmalen einer katogenen Metamorphose tritt auch hier deutlich hervor; allerdings nicht mit der einheitlichen Großartigkeit, wie im moravisch-moldanubischen Grundgebirge. Vielleicht ist der Unterschied darin begründet, daß im älteren Rumpfgebirge die sichtbaren Linien auf eine gleichmäßigere und im Bauplan viel tiefer liegende Fläche projiziert sind.

Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit auch darauf hinzuweisen, daß die Injektionsgneise der sogenannten Zone von Ivrea in den Steinbrüchen am linken Tessinufer gegenüber von Bellinzona mit ihrem amphibolitischen und dioritischen

Einlagerungen¹⁵⁾ in allen Einzelheiten gewissen Gesteinsreihen in der breiten Berührungszone zwischen moldanubischen Sedimentgneisen und Graniten vollkommen gleichen, zum Beispiel denen im Gebiete von Raabs und Vöttau an der mährisch-niederösterreichischen Grenze. Alle Abarten und Abstufungen im Mineralgemenge und in der Korngröße, mit parallel gelagertem oder schief durchschneidendem aplitischem Geader, glimmerigen und amphibolitischen Einlagerungen, Kalksilikatlinsen und Marmorlinsen wiederholen sich hier und dort in geradezu verblüffender Gleichartigkeit. Es wird kaum ein verlässliches Merkmal geben, um Handstücke von hier und dort mit Sicherheit zu unterscheiden. Das Gleiche gilt von den größeren Einschaltungen basischer Massen, der Diorite, Peridotite und Serpentine, welche in der Richtung gegen Arbedo angetroffen werden. Auch diese trifft man in gleicher Ausbildung innerhalb der genannten moldanubischen Gesteinszüge. Hier wie dort fehlt in den Gesteinen jede Spur einer späteren mechanischen Beeinflussung oder Umkristallisation.

An diese steilgestellten Gneise ist weiter nördlich von Arbedo ein wechselnd breites Band von Glimmerschiefer angeschlossen, welches bei Castione am linken und bei Gnosca am rechten Ufer wieder von Granatamphiboliten und Zweiglimmergneisen mit gebänderten Marmoren und Kalksilikategesteinen unterteuft wird; diese Gesteinsreihe enthält keine unversehrten aplitischen Injektionen. Kataklyse ist nicht wahrzunehmen; der Mineralbestand (Biotit und Muskowit, Orthoklas, Disthen, Tremolit) weist auf Umwandlung bei hoher Temperatur. Die Struktur aber ist vollkommen kristalloblastisch und der Gesteinsumformung angepaßt. Diese Gesteine sind in ihrer gegenwärtigen Ausbildung durch Deformationskristalloblastese während der Alpenfaltung entstandene Tektonite. Man könnte versucht sein, die Injektionsgneise der Zone von Ivrea gleich dem Moldanubicum als einheitlich bewegte Scholle und das Glimmerschieferband von Arbedo als eine Grenzzone gegen die von der alpinen Faltung überwältigten Decken aufzufassen, wenn nicht Staub die Injektionszone mit der postalpinen Disgraziamasse verbunden und somit für jünger erkannt hätte als die Deckenbewegung.

¹⁵⁾ S. die Beschreibungen von Klemm, l. c., 1907, S. 8 (er bezeichnet die Biotitgneise als dunkle Schieferhornfelsen), und E. Gutzwiller, Injektionsgneise aus dem Kanton Tessin. Eclogae geol. Helv. 1912.