

Der derzeitige Stand B-achsialer Gefügeanalysen in den Ostalpen.

Von F. Karl (Innsbruck)

(Aus dem mineralogisch-petrographischen Institut der Universität
Innsbruck).

(Mit Tafel XI)

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden alle bisherigen B-Achsengefügeuntersuchungen aus den Ostalpen besprochen und in einer Kartendarstellung in Übersicht gebracht. Es wird an Hand einzelner Arbeiten die Bedeutung der B-Achsenuntersuchungen für die Ostalpen-Geologie im speziellen und für geologische Arbeiten im allgemeinen erneut unterstrichen. Bezüglich sich charakteristisch spitzwinkelig überprägender B-Achsenrichtungen wird durch einen Vergleich der bisherigen Arbeitsergebnisse auf neue Überlegungen hinsichtlich der Altersunterscheidbarkeit dieser Richtungen im Zusammenhang mit geologisch tektonischen Vorgängen hingewiesen.

Der bekannte, aber nicht näher definierte Begriff Streckungsachse erhielt seine elementare Bedeutung für geologische und tektonische Untersuchungen erst als symmetriologische Betrachtungsweise im Korn-Handstück- und Aufschlußgefüge den Begriffsinhalt klar als die Lotrechte auf eine Symmetrieebene des betrachteten Gefüges umriß, bzw. überhaupt erst aufstellte, und als die Lagepersistenz dieses Gefügedatums im Felde erkannt wurde. In diesem Sinne existiert also dieser Begriff als tektonisches Gefügeelement erst, seit er von Prof. Sander als B-Achse definiert wurde und durch zahlreiche Gefügeanalysen (Sander-Schmidt) belegt war. Die für eine Beschreibung von Raumdaten erforderlichen Koordinaten ergaben sich aus dieser ausgezeichneten Richtung (Koordinate b) aus der Richtung der Bewegung (Koordinate a) und aus der Lotrechten auf beide Koordinatenachsen der Koordinate c. Die Anwendung des Begriffes der B-Achse in der Aufnahmsgeologie führte naturgemäß im Laufe von 25 Jahren zur Weiterentwicklung der Anwendungsmöglichkeiten und so zu einer tektonischen Analyse mit Hilfe von B-Achsen, wie sie in der Arbeit Flächen- und Achsengefüge (Sander, 1942) und in der Gefügekunde (1948) praktisch und allgemein methodisch dargelegt ist. Die Einzelarbeiten, die hier besprochen werden, entstammen daher einer Entwicklungsperiode von mehr als zwanzig Jahren und sind nach diesen Gesichtspunkten auch zu beurteilen. Es fehlt darum auch dieser überblicksmäßigen Darstellung die wünschenswerte Homogenität eines Gesamtbildes, was für jedwede Auswertung des Referates zu beachten wäre. Die Zusammenstellung wurde in erster Linie im Hinblick auf mögliche neue Überlegungen beim Prägungsvorgang von B-achsialen Gefügen verfaßt, welche abschließend zur Diskussion gestellt werden, weiters wegen des regionaltektonischen Wertes sowie der aufnahmsgeologischen Bedeutung verschiedener verstreuter Arbeits-

ergebnisse, zum geringeren Teil aus chronistischen Gründen, wengleich auch diese sehr aufschlußreich erscheinen und den Ursprung dieser Arbeitsmethode wiederum unter Evidenz stellen.

Es ist nicht beabsichtigt, aus dem Stand der bisherigen Untersuchungen eine großräumige tektonische Synthese abzuleiten oder zu einer solchen anzuregen. Bezüglich ausführlicheren Darstellungen über B-Achsen und deren unterscheidbare Varietäten muß auf das Sachverzeichnis der Gefügekunde verwiesen werden.

Den Herrn Kollegen Blom, Fuchs, Mignon, Ruttner, Schmidegg, Schulz und Wopfner danke ich dafür, daß sie mir noch unpublizierte Ergebnisse zur Mitverwertung zur Verfügung stellten. Auf Herrn Professor Sander, dem wir die Untersuchungsmethoden verdanken, geht die Anregung zu diesem zusammenfassenden Bericht zurück, wofür ich mich besonders bedanken möchte. Es erscheint mir erwähnenswert, daß ich für die folgenden Ausführungen selbstverständlich in voller eigener Verantwortung einstehe.

Auf beiliegender Karte versuchte ich alle bisherigen Einzeluntersuchungen nach dieser Arbeitsmethode übersichtlich darzustellen. Der Maßstab zwang zu Zusammenfassungen, die dem Verfasser im Hinblick auf die allgemeiner und wichtiger erscheinende Fragestellung nach gemeinsamen Zügen in Achsenlagen und Prägungsvorgängen gerechtfertigt erschienen, die aber für eventuelle tektonische Synthesen die Mitheranziehung der Originalarbeiten erfordern. Auf der Karte sind in Kreisen die Ergebnisse von B-Achsenanalysen und durch Pfeile B-Achsenmessungen ohne Kommentare und Korngefügeanalyse gekennzeichnet. Die steilachsrig gefalteten Areale sind durch mehr oder weniger stark ausgezogene Strukturlinien und durch lotrechtstehende B-Achsen als kräftige Punkte kenntlich gemacht. Die Darstellung von B-Achsenrichtungen in Kreisen entspricht einer Darstellung in flächentreuer Azimutalprojektion der unteren Hälfte einer Kugel. Damit ist es möglich, die Richtungen dreidimensional zu demonstrieren. Die der kartenmäßigen Übersicht zugrunde liegende Geologie ist ein für diesen Zweck zusammengefaßter Auszug aus der geologischen Karte von Österreich und einzelnen Detailkartierungen und hat nur den Zweck, in groben Zügen über die geologische Situation zu informieren. Die folgenden Besprechungen der einzelnen Arbeiten beziehen sich auf die in der Übersichtskarte dargestellten Diagramme. Auf einzelne B-Achsenmessungen kann nicht eingegangen werden, wengleich sie der Vollständigkeit halber mit in die Karte aufgenommen wurden. Eine erste derartige Zusammenfassung verfaßte Sander (1951) in L. 35, welche auch die Fugensysteme der Dolomiten miteinschließt.

Im Westen beginnend, liegen im Ferwall zwei Arbeiten von Reithofer (L. 22 und 23) von 1935 und 1951 vor, die in Zusammenfassung der Gelände-B-Messungen im nördlichen Raum des Ferwall (vgl. D 1) N 70 E und wahrscheinlich EW-B-Achsen, im südlichen Raum (D 2) N 60 W—N 105 W streuende B-Achsenrichtungen ergeben. Das vorwiegende Einfallen ist gegen West. Bemerkenswert ist an der älteren Arbeit, daß Reithofer auf Grund seiner genauen Messungen bereits spitzwinkelige Überprägungen mehrerer altersverschiedener B-Achsensysteme erkannte und darauf hinwies. Ebenso verwies er in der Arbeit 1951 auf diese Tatsache. Die Gleichzeitigkeit von Flächenverstellung und Achsenprägung mit β und B wird nachgewiesen. Zur weiteren Auflösung der erkannten Überprägungen

mehrerer B-Achsensysteme wäre eine Auswertung der erwähnten Altersverschiedenheiten vorzuschlagen, außerdem scheint es mir aus der kartennmäßigen Darstellung der B-Achsen wahrscheinlich, daß im ausgezählten Diagramm aller B die Maxima von spitzwinkelig überkreuzten Richtungen durch die Auszählung verwischt wurden. Vorerst kann aus den beiden Arbeiten entnommen werden, daß im westlichen Ferwall die B-Richtungen N 70 E und EW dominieren und im hinteren Montafon zu diesen Richtungen noch die B-Achse N 65 W kommt. Die von Reithofer gezeichneten Überkreuzungen mehrerer B-Richtungen zeigen Winkel von 30, 60 und 90°, was für spätere Feststellungen von Bedeutung ist.

Das nächste Diagramm (D 3) entstammt einem unpublizierten Stollengutachten Mignons (1951) und zeigt die B-Achsenrichtungen N 75 W und N 70 E, welche teilweise nebeneinander sowie als Überprägungen im Handstückbereich existieren. Ganz ähnliche Ergebnisse brachten andere ebenfalls unpublizierte Untersuchungen Mignons aus dem Hinteren Kauner- und Piztal (D 4, D 5). Das B-Achsensammeldiagramm (D 6) von Reithofer (L. 21) (1932) ergibt das gleiche Bild. Aus dem vorderen Piztal liegt von C. Buck bereits aus dem Jahre 1928 eine gefügeanalytische Untersuchung (L. 2) vor (vgl. D 7). Die Arbeit läßt trotz Kritik die B-Richtungen in EW und NE als gesichert erscheinen. In der Arbeit werden erstmalig Gefügediagramme auf einer Kartenunterlage dargestellt. Die Arbeitsmethode und die Ergebnisse Bucks wurden von Sander (1934) in Fortschritte der Gefügekunde (L. 30) ausführlich kritisiert, worauf ich verweisen möchte. Aus den unpublizierten Gutachten für Energieanlagen von Schmidegg (1952) (D 8), und Mignon (1952) (D 9), im Landecker-Quarzphyllit resultieren die Richtungen N 70 W, N 70 E bei Schmidegg, N 70 E und EW weiter östlich im Arbeitsbereich Mignons; wobei es Schmidegg an Hand von Überprägungen und Feldbeobachtungen möglich war, die stärker vertretene N 70 E-Achsenrichtung als die jüngere anzugeben. Mignon konnte zeigen, daß die N 70 W-Achse die Trias miterfaßt.

Sehr interessante Ergebnisse zeigten die im Druck im Neuen Jb. f. Geol. u. Pal. befindlichen Gefügeuntersuchungen von Wopfner (1953) in der Muttekopfgosau, welche sowohl paradiagenetische wie postdiagenetische Faltungen nach Richtung und Alter zu trennen vermochten. Sie ergaben, daß paradiagenetische und postdiagenetische Faltungsachsen in einem Streubereich von EW bis N 70 E älter sind als paradiagenetische und postdiagenetische B in Richtung N 70 W. Die beiden Richtungen liegen hier stockwerkartig übereinander und sind durch eine Transgression getrennt. Nach Wopfner ist es wahrscheinlich, daß sowohl die paradiagenetischen wie auch die postdiagenetischen Formungen jedes Stockwerkes jeweils in einen nicht unterbrochenen Formungsablauf zu stellen sind. Beide Prägungsvorgänge liegen geologisch zeitlich para- bis nachgosauisch. Es ist hervorzuheben, daß durch statistische Auswertung paradiagenetischer Fältelungen über den ganzen Raum der beiden Gosaumuldenschenkel Hinweise vorliegen, daß bereits die ursprünglichen Muldenachsen die Richtungen N 70 E und N 70 W besaßen. Aufschlußreich ist die Tatsache, daß knapp südlich davon im Landecker Quarzphyllit, wie vorher erwähnt, die gleichen B-Achsenrichtungen in umgekehrter Altersbeziehung vorliegen. Dies darf

als Beispiel dafür angeführt werden, daß schon auf engerem Raum nicht ohne Prüfung von der Richtung einer B-Achse auf deren Alter spekuliert werden kann.

Eine sehr ausdrucksvolle Arbeit in bezug auf die Anwendung von B-Achsen für die Aufnahmegeologie stammt von Schmidegg (1933) (L. 37). Nachdem Sander bereits 1912 (L. 26) und ausführlich 1914 (L. 27) die steilachsige Faltung und Schlingenbildung beschrieb, hat Schmidegg nun ebenso das über große Bereiche stark wechselnde Streichen der Gesteinspartien im südlichen Ötztal auf Faltung um steile bis senkrecht stehende Achsen zurückführen und durch die Kartierung einen schlingenartigen Bau des ganzen Areals nachweisen können. Aus den durchgeführten Vergleichen zwischen Kristallisation und Deformation ergab sich, daß die Schlingenbildung von den Kristallisationen überdauert wurde und daß sie jünger bis gleichalt als die häufigen Orthogneis- und Orthograniteinschaltungen ist. Nachkristalline horizontalliegende B-Achsen in EW und ebenso streichende basische Gänge sind jünger als die Schlingenbildung. Der angrenzende Schneebergerzug wurde zum Teil in die Schlingenbildung miteinbezogen, seine Kristallisation die der Tauernkristallisation gleichzustellen ist, hat auch hier die steilachsige Tektonik überdauert. Alle B-Achsen sind durch Korngefügemessungen als solche erwiesen. Zusammenfassend wird der Ablauf der petrotektonischen Ereignisse von Schmidegg in diesem Raum folgend schematisiert: 1. Steilstellung der Schichten mit eingelagerten Orthogesteinen bei EW-Streichen. 2. Schlingenbildung durch ältere NE—SW- und jüngere NW—SE-Einengung mit gleichzeitig vereinzelt Granitintrusionen. 3. Entstehung der EW-streichenden basischen Gänge. 4. Nachkristalline Prägung von EW-B. Die Formung der Schlingenachsen als Steilachsen ist aus aufnahmegeologischen Gründen gesichert. Für eine Synthese, die mit großräumigen Bewegungsvorgängen, so z. B. Tangentialtransporte von S nach N argumentiert und namentlich für die Deckensystematik von Wurzelgebieten erwiesen sich die steilachsig gefalteten Räume als ein schwer überbrückbares Hindernis; Untersuchungen über spitzwinkelige Überprägungen im steilachsigen Bereich wurden damals noch nicht ausgeführt, ebenso sind Beziehungen zwischen steilachsigen Räumen im Süden und flachen B-Achsenlagen im nördlichen Teil der Ötztalermasse noch aufzuklären.

Im Tonalegebiet und westlich der Judikarienlinie kartierte Schmidegg (1936) gleichfalls steilachsigen Bau mit Schlingenbildung (L. 38). Nach diesen B-axialen Gefügeuntersuchungen liegen im Tonalegebiet außerhalb der Schlingen ein älterer Formungsplan mit N 70 E-Achse und ein jüngerer mit EW-Achse vor (D 11). Die Schlingenbildung stellt Schmidegg zeitlich mit der Bildung der EW-Achsen zusammen, u. zw. derart, daß letztere angrenzend an die Schlingenbereiche vorliegen und von Steilachsen abgelöst werden. Zu diesen Schlingenbildungen führten EW-Relativbewegungen, wobei Südliches gegen E und Nördliches gegen W sich bewegte. Die Schlingenbildung ist hier in bezug auf Quarz-Biotit-Hornblende-Kristallisation vorkristallin. Nicht näher untersuchte jüngere Bewegungen entlang der Tonale- und Judikarienlinie werden angeführt. Es ist hier wie im Ötztaler-Schlingengebiet die Einordnung des Schlingenbaues in ein geschlossenes Bewegungsbild noch nicht endgültig geklärt. So verlangten besonders die Beziehungen zwischen horizontalen EW-Achsen

und Steilachsen eine weitere Untersuchung, welche übrigens vom Verfasser geplant war, aber äußerer Umstände wegen unterbrochen wurde. Es muß erwähnt werden, daß namhafte Geologen, denen der Begriff der B-Achse nicht geläufig war, diese Baue als Schollentektonik auffaßten, also den einheitlich B-achsialen Baustil nicht erkannten.

Gewissermaßen im Entstehungsgebiet der tektonischen Analysen am Tauernwestende und dessen näherer und weiterer Umgebung liegen naturgemäß die meisten derartigen Untersuchungen vor. Es sind hier von W nach O in der Besprechung fortfahrend westlich der Sill die Arbeiten von Fuchs und Schmidegg zu behandeln.

Schmidegg beschreibt 1954 in L. 44 (vgl. D 12) westlich der Sill die jüngeren Achsenrichtungen in N 70 E, die älteren in N 70 W bis N 40 W, B-Achsen in Richtung N 20 E werden als $B' \perp B$ zu Letzteren gedeutet. Östlich der Sill decken sich die B-Achsenrichtungen und deren Altersunterscheidungen mit den B-Achsen- und Flächenanalysergebnissen von Sander (1942). Ein vorerst auffallender Unterschied beim Vergleich der beiden Seiten ist, daß westlich der Sill EW-B-Achsen fehlen. Der Verlauf des Silltalbruches ist subparallel den örtlich unterschiedlich vorherrschenden B-Lagen, wie sie westlich der Sill gemessen sind.

Untersuchungen über Bewegungsvorgänge im Quarzphyllonit der Steinacherdecke und im Brennermesozoikum wurden von Fuchs (1939) in L. 13 veröffentlicht (vgl. D 13). Dem tektonischen Transport der Steinacher Quarzphyllonite sind nach Fuchs als ältere B-Achsen N 60 W als jüngere N 50 — 70 E-Achsen zuordenbar. Die beiden Richtungen treten in stockwerkartigen Horizonten übereinander auf. Fuchs betont, daß an der Grenze dieser beiden Quarzphyllitstockwerke Überlagerungen beider Richtungen mit wechselndem Zeitverhältnis der Achsen zueinander existieren und schließt daraus, daß der zeitliche Unterschied der beiden Bewegungspläne nicht groß gewesen sein kann, ja, daß sich die Bewegungen mindestens teilweise zeitlich überlagern.

Schmidegg hat 1949 in L. 42 die Ergebnisse von Fuchs zum Teil bestätigt, schwächt aber die scharfe stockwerkartige Trennung der beiden Bewegungspläne insofern ab, als er nur unterschiedlich starkes Vorherrschen jeweils einer dieser beiden Richtungen in höher und tiefer gelegenen Gesteinspartien feststellen kann. Außerdem ist nach Schmidegg die Formung mit B NE als Einengungstektonik und nicht als Tangentialtransport aufzufassen und der Streubereich dieser jüngeren B-Achsen (ENE—NE) größer als bei Fuchs. Die Meinung Schwingers (1925) (L. 46), daß im Steinacherkarbon eine andere Tektonik als im umgebenden Quarzphyllit vorliege, ist durch den Nachweis gleicher B-Achsenpläne in beiden Gesteinen schwer aufrecht zu halten. Bei der Beurteilung der Kohlenvorkommen hat sich die Erkenntnis, daß die Flöze zu B-achsialen Gebilden geformt sind, entscheidend bewährt. Aus beiden Arbeiten von Fuchs und Schmidegg über die Steinacherdecke kann hervorgehoben werden, daß NW-B-Achsen neben ENE—NNE-B-Achsen existieren, die beide aber ihrer Entstehung nach zeitlich sehr nahe aneinanderzurücken sind und daß auch hier wie weiter nördlich EW-B-Achsen nicht in Erscheinung treten. Beide Achsenrichtungen sind durch Fuchs im Korngefüge kontrolliert (Quarzachsengürtel). Sie sind außerdem

im Bernnermesozoikum nachgewiesen und daher nachtriadischen Alters. Die WNW-B-Achse ist nach Schmidegg und Fuchs einem Tangentialtransport zuordenbar.

Vom Tauernwestende liegen eine Anzahl grundlegender Untersuchungen Sanders vor, die sich — beginnend mit der geologischen Kartierung des Raumes — über einen Zeitraum von 30 Jahren erstrecken und letztlich in der Gefügekunde den entscheidenden allgemeinen Niederschlag fanden. Die tektonisch-analytischen Untersuchungen vom Handstück bis Profilbereich dieses Raumes sind in L. 32 (1942) regional zusammengefaßt. Sie wurden im vorliegenden Bericht übernommen (D 13—23), nach der am Tauernwestende üblichen Gruppierung der Gesteinsserien besprochen und ebenso in die Übersichtskarte eingetragen. Das Diagramm 14 im westlichen Bereich der Innsbrucker Quarzphyllonite ergab sich aus drei nebeneinander auftretenden und teilweise sich überkreuzenden B mit einem Überkreuzungswinkel zwischen 25 und 35° für die Richtung WNW, EW und ENE und einer deutlich ausgeprägten NS-Achse. Alterstrennungen waren durch Überprägungen und Abwickelbarkeit von Falten in mehreren Fällen möglich: Sie ergaben ENE jünger als EW und WNW, außerdem aber ein jüngstes Wiederaufleben der EW-B-Achsenprägung. Durch Korngefügeuntersuchungen Ladurners (1950) (L. 17) wurden WNW und NE-Achsen durch Quarzgürtel belegt. Ebenso ließ sich eine in bezug auf diese Richtungen jüngere EW-Achsenprägung nachweisen, die sich aber nicht im Quarzgefüge abbildete. In anderen von Ladurner gemessenen Beispielen ergab sich, daß die jüngeren EW-Achsen mit älteren B gleicher Richtung zusammenfallen. Aus der Feststellung von Bewegungsrichtungen, die zur Prägung dieser B-Achsen führten, ergab sich in allen Fällen Einengungstektonik, welche gegenüber einem Deckenschema aus „einem Guß“ schon seit 1911 durch Sander (L. 25) illustriert ist und immer betont wurde.

Aus dem nördlichen Streifen der Oberen Schieferhülle einschließlich der Tarntalergesteine sind im nächst südlichen Diagramm (D 15) wiederum die bekannten drei Richtungen gegeben, jedoch fallen sie hier in Nähe des Silltales bereits deutlich nach W ein. Die Alterstrennung ergab die EW-Achse als jüngste Formung, die N 70 W und N 70 E-Achse als ältere. Die gleichen Altersbeziehungen sind aber auch im Quarzphyllonit aus der Wattener-Lizum beschrieben. Alle B-Achsen wurden stoffkonkordant und stoffdiskordant angetroffen. Die B-Achse N 70 E findet sich neben EW B und N 70 W B auch in den südlich folgenden Tauerngneisen. Die Achse N 70 E ist vorkristallin bis parakristallin zur letzten Metamorphose des Zentralgneises und der Tauernkristallisation.

Diagramm 16 weiter südlich sammelt wiederum Messungen aus der oberen Schieferhülle, u. zw. von Hinterschmirn bis Tuxertal. Neben einer NS- bis SW—NE-Einspannung mit annähernd horizontalen Achsen im Raume des Tuxertales und deutlich westlich einfallenden in Hinterschmirn treten näher dem Zentralgneis ENE-Richtungen deutlich W-fallend hervor, welche der verbreiteten NNW—SSE-Einspannung der Zentralgneise und Schieferhüllen am Tauernwestende zugeordnet und im Vergleich mit den EW—NW B als älter eingereiht werden. Stoffkonkordante wie stoffdiskordante Achsenprägungen wurden für jede der B-Richtungen angegeben.

D 17 zeigt die B und β (strichliert) Situation östlich und ostnordöstlich des Brennerpasses. WSW- und W-fallende B (Plissierung des Tauernschieferhüllenmantels am Tauernwestende) wurden von einer jüngeren NS- β -Prägung, also einer EW-Einspannung, überdauert. Spitzwinkelige Überprägungen von B mit Kreuzungswinkel zwischen 20 und 40° werden von hier beschrieben.

Aus dem Raume des Zentralgneises liegen in D 18 WNW- und ENE-B-Achsen vor, beide Richtungen fallen deutlich nach W ein.

D 19 zeigt streuende EW B 20° bis 30° W-einfallend in der Tauernschieferhülle und im Altkristallin zwischen Eisack und Pfitsch; spitzwinkelige Überprägungen von zwei B-Achsen auf einem s werden erwähnt.

D 20 zeigt südwestlich des Brenner NW-B-Achsen aus dem Altkristallin (diese sind aber auch im Brennermesozoikum nachgewiesen) und dazu deutlich jüngere B in NE und EW. EW-Einspannung erzeugte NS 25 N-einfallende β und B. Die EW- bis EENE-streuenden B-Achsen stammen aus dem Tauernkristallin. Nach ihren relativen Altersbeziehungen reiht Sander diese Prägungsvorgänge vom älteren zum jüngsten: EW bis EENE, NW, NE und EW, NS.

D 21 faßt die B und β (strichliert) im Raume des südlichen Sterzinger Beckens zusammen und zeigt die Richtungen EW, ENE und WNW und deren W-Einfallen, welches die B-Achsen des Tauernwestendes charakterisiert.

D 22 stammt aus den Penser Glimmerschiefern in Nähe der Grenze zur Tauernschieferhülle und zeigt den Unterschied im Achseneinfallen dieser westlich über der Tauernhülle folgenden tektonischen Serien.

Die Achsenlagen und zum Teil deren Verhältnisse-Prägung: Kristallisation am Jaufenpaß (D 23) weisen wiederum auf einen Vergleich mit den Schieferhüllgesteinen des Tauernwestendes, was hinsichtlich des Alters der Kristallisation in den mineralreichen Penser Glimmerschiefern interessant erscheint.

Auch in den beiden letztgenannten Diagrammen sind die geläufigen Richtungen ENE und EW vertreten.

Trotz des scharfen Gegensatzes im tektonischen Bau nördlich und südlich des Brixner Granits — wie ihn Sander hervorhebt — wird die Tatsache vermerkt, daß südlich des Brixner Granits im Brixner Quarzphyllit neben NS-B- auch N 70 E- und N 70 W-Richtungen als Prägung durch Einengung existieren, hingegen scheint nach den wenigen bisherigen Messungen die EW-Achse zu fehlen (vgl. D 24).

Die Diagramme 17–23 erheben nicht den Anspruch, alle in den besprochenen Räumen vorhandenen B-Achsen erfaßt zu haben, sie sind in ihrer jetzigen Form lediglich die erste Zusammenfassung und Auswertung vieler Einzelbeobachtungen. Überblickshalber wird in Abb. 1 ein Schema der charakteristischen B-Achsenstreichrichtungen und deren Altersrelationen, wie sie im Gesamttraum des Tauernwestendes beschrieben wurden, gegeben. Die Darstellung ist aus Sander (1940) (L. 31), entnommen. In einer korngefügekundlichen Untersuchung J. Ladurners

über die Dolomitregelung und deren regionale Verbreitung (L. 18) werden die Lokalitäten der untersuchten Proben in einer Kartenskizze in Übersicht gebracht. Diese Arbeit kann hier als zusätzliche Kontrolle der Korngefüge von B-Achsen mitangeführt werden.

Tektonische Synthesen vom Tauernwestende sind in verschiedenen Arbeiten enthalten, in denen jedoch die besprochenen b-achsialen Gefügeanalysen nicht ausgewertet wurden. In der Arbeit Sanders „Zur Geologie der Zentralalpen“ (1921) (L. 28) wurde jedoch bereits auf die großen stofftektonischen Achsenrichtungen EW und N 70 E im Großbau hingewiesen und auch an Stelle der Annahme von Fenstern durch einsinnige Überschiebung mit gleichwertigen Fensterrändern die Möglichkeit zur Diskussion

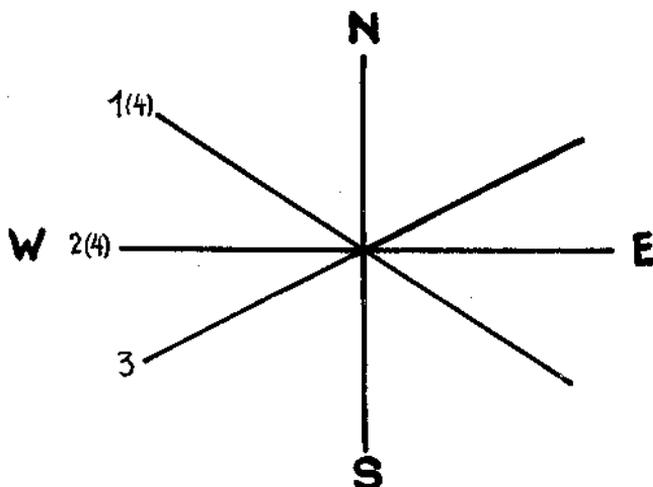


Abb. 1. Altersschema und generelle Streichrichtungen der B-Achsen am Tauernwestende. (Jüngere Achsen haben höhere Zahlen.) Nach Sander B., 1940.

gestellt, daß es sich (z. B. beim Engadiner- und Tauernfenster) um Transporte handelt, deren Richtungen erst zu kontrollieren sind.

J. Blom kam bei seinen noch unpublizierten geologischen Aufnahmen in der Marmolata zu dem interessanten Ergebnis, daß auch dort die B-Achsen EW und N 70 E die Repräsentanten der Hauptformungspläne sind (D 25). Einengungen sind durch großräumige Antiklinalen und Synklinalen gegeben, denen das s-Flächengefüge und zum Großteil auch das Fugengefüge zuordenbar ist. Bemerkenswert ist, daß Blom aus seinen Kartierungsbeobachtungen die Meinung vertritt, die formenden Bewegungen wären bei geologischer Betrachtungsweise in einen zeitlich nicht unterbrochenen zusammenfaßbaren Ablauf zu stellen.

Aus der Umgebung und dem Bergbau der Salzlagerstätte Hall in Tirol führte Schmidegg (1951) eine Analyse des tektonischen Gefüges durch (L. 43),

D 26. Sie ergab in der Umgebung der Lagerstätte im Wettersteinkalk eine ältere EW-Achse, die dem Deckenvorschub von S nach N zugeordnet wird und jüngere mehr oder weniger steil S-einfallende B auf dem S-Schenkel dieser Antiklinale, welche Quereinengungen entsprechen. In den höher teilbeweglichen Gesteinen der Lagerstätte treten außerdem noch B in N 70 E und N 60 W auf. Die Querfaltungachsen liegen aber da horizontal und die der älteren EW-Antiklinale entsprechende EW-B-Achsenrichtung fehlt. In der Deutung der Querfalten entscheidet sich Schmidegg noch nicht, ob lokale Inhomogenitäten deren Ursache sind, oder ob diese Stauchfalten als $B' \perp B$ syntektonisch den Richtungen N 70 E, EW und N 60 W anzuschließen wären. Es ergibt sich auch hier die schon oft begegnete Scharung der charakteristischen 3 B-Achsenrichtungen mit einem Kreuzungswinkel zwischen 20 und 30°. Im Arbeitsvorgang, den Schmidegg anwendet, ist ähnlich der A. V. A. bei Korngefügen darauf bedacht genommen, daß aus dem Sammeldiagramm noch ablesbar ist, welche Maxima welchen Bereichen im Gebiet entsprechen und so Inhomogenitäten in ihrer räumlichen Verteilung erhalten bleiben und beurteilt werden können. Bei entsprechend homogener Verteilung der Einzelmessungen über den ganzen Bereich läßt sich dies durch eine B-Achsen- bzw. β -Verteilungskarte, wo die in bezug auf B oder β noch homogenen Unterbereiche durch Diagramme dargestellt werden, noch übersichtlicher machen. Beispiele dafür sind in der Arbeit von Fuchs (1944), und in Arbeiten vom Referenten, 1951 und 1953, gegeben.

Unmittelbar nördlich der Haller Salzlagerstätte führte Schulz (1953) eine Fugen-s-Flächen- und B-Achsenanalyse im Bergbaugbiet Lafatsch durch. Die Arbeit erscheint voraussichtlich in den Berg- und Hüttenmännischen Monatsheften. Auf meiner Karte wurde in D 27 nur das Ergebnis bezüglich der B-Achsenlagen aufgenommen, es zeigt wiederum die Achsenrichtungen EW und N 70 E. Querfaltung, wie sie Schmidegg unmittelbar südlich davon feststellt, tritt im Gebiete von Schulz weniger deutlich hervor. Die Arbeit, die der lagerstättenkundlichen Fragestellung entsprechend vorwiegend auf die Fugenanalyse eingeht, zeigt neuerdings, um wieviel sicherer die geologischen Deutungen von Fugengefügen werden, wenn diese nach gefügekundlich analytischen Methoden auf ihre Zuordenbarkeit zu B-achsialen Formungsplänen überprüft werden. Durch genaue Beobachtung der Harnischrillen konnte außerdem nach dem Ende der letzten Erzkristallisation eine Wiederbetätigung der älteren Formungspläne mit EW und N 70 E-Achsen nachgewiesen werden.

Aus den nördlichen Kalkalpen, u. zw. dem Gebiet um den Achensee und aus dem Kaisergebirge liegt eine Untersuchung von Fuchs (1944) (L. 14) vor (vgl. D 28). Diese detaillierte Analyse der s-Flächen und Achengefüge galt in erster Linie der Auflösung des Mechanismus eines Knickes der Kreidemulde nördlich des Achensees, welchen Ampferer nach dem Prinzip einer Drehscheibe deutete. Fuchs kommt jedoch aus der tektonischen Analyse zur Ansicht, daß es sich hier um ein tektonisches Gesamtbild handelt, das aus mehreren unterscheidbaren, bis in die Zentralalpen raumpersistenten Formungsplänen zusammengesetzt ist. Diese Formungspläne sind durch ihre repräsentativen β -Richtungen im Diagramm dargestellt und können in zeitlicher Abfolge — teilweise auch stratigraphisch zeitlich — voneinander unterschieden werden. Es ergibt sich, daß hier die β -Richtungen NS, NNE, WNW und EW vorgosauisch, die Richtungen ENE

und die jüngere EW-Richtung nachgosauisch sind. Nach Fuchs sind die einzelnen Formungspläne nicht durch lokale Inhomogenitäten bedingt; die gleichen B-Lagen wurden von Fuchs im Kaisergebirge und in den Kitzbüheler-Alpen wieder gefunden. Aus den jüngsten Ergebnissen H. Wopfners in der Muttekopfgosau sind dort im Gegensatz zu den Ergebnissen von Fuchs die WNW-B-Richtungen auch gosauisch bis nachgosauisch. Dieser Unterschied im Entstehungsalter gleicher Richtungen muß wieder hervorgehoben werden. Ebenso ist in diesem Zusammenhang die junge Wiederbetätigung des Formungsplanes mit EW-B-Achse zu nennen, wie dies Fuchs im Achenseegebiet festgestellt und Sander (1942) es am Tauernwestende nachgewiesen hat. Die Arbeit von Fuchs ist in der Entwicklung der tektonisch analytischen Gefügeuntersuchung von Bedeutung, da sie erstmalig diese Arbeitsmethoden in den Kalkalpen anwendet, deren Baumaterial sehr oft keine im Handstück frei sichtbaren B-Achsen zum Ausdruck bringt. Als Gefügedaten wurden von wenigen Fältelungsachsen abgesehen ausschließlich sedimentäre s-Flächen verwendet. Die übrigen Fugensysteme sind nicht behandelt. Einwände gegen die Anwendbarkeit der Gefügeanalyse mit tektonischen Raumdaten (hier B-Achsen) in der starren Trias-Kalkmasse erscheinen erst dann diskussionsreif, wenn sie auch das Vorhandensein von Scherungs-B-Achsen in Abrede stellen. Aus dem Fehlen von Faltungs-B-Achsen kann nicht auf das Fehlen von B-Tektonik im Sinne Sanders geschlossen werden.

Schulz bestätigte (1952) im Anschluß an diese Arbeit in der Brandenberger Gosau EW und N 70 E B-Achsen als nachgosauische Prägnungen (L. 45).

Schmideggs Untersuchungen über den geologischen Bau des Bergbaugebietes von Schwaz (1943) (L. 41) ergaben als wesentliche Neuheit steilachsige Tektonik mit Schlingenbau. Diese erfaßt den Schwazer-Augengneis, den Schwazer-Dolomit und die Wildschönauer-Schiefer. In der Umgebung des Schlingengebietes dominieren NE- bis NNE- und NW-Achsen. Zu den Altersbeziehungen der B-Achsen wurde angeführt, daß wahrscheinlich die Prägung der B (NE) in den gleichen Akt zu stellen ist, in welchem die Schlingenbildung stattfand. Die Entstehung der NW-B-Achsen ist jünger.

In einer gefügeanalytischen Untersuchung aus dem Gerlostal (1952) (L. 15), versuchte der Referent eine detaillierte B-Achsenanalyse auszuführen, welche im besonderen Überprägungen mehrerer B-Achsen beachtete. Die Untersuchungen wurden im Felde und ausschließlich an orientiert entnommenen Handstücken durchgeführt. Im Sammeldiagramm der B-Richtungen D 29 sind wiederum neben anderen die vom Tauernwestende bekannten Richtungen EW, N 70 E und N 75 W ersichtlich. Diese Richtungen sind im Felde stoffkonkordant und stoffdiskordant zu beobachten. Ihr Verhältnis zur Kristallisation ist para- bis nachkristallin, in zentralgneisnahen Bereichen auch vorkristallin. Neben den genannten B-Achsenrichtungen sind noch Richtungen in NS, NNW, NW und NE als mehr oder weniger raumpersistente B-Lagen unterschieden. Die angegebenen Altersunterscheidungen von den älteren Richtungen in NW über WNW EW zu den jüngeren ENE bis jüngsten NS-Richtungen wurden durch Beobachtungen von Überprägungen am Handstück und konstruktive

Horizontierung ermittelt. Die zeitliche Abfolge der B-Achsenprägungen ist mit den Ergebnissen Sanders im Tauernwestende aber auch mit der von Fuchs aufgestellten Reihenfolge im Achenseegebiet teilweise vergleichbar. Durch Untersuchungen an Großfalten, auf denen die älteren Achsenrichtungen ebenfalls sichtbar waren, wurden Fragen des Rotationssinnes bei konstruktiver Horizontierung diskutiert und damit in Zusammenhang gebracht, ob in einem mehrfach gefalteten Gebiet, wie es im Untersuchungsbereich vorlag, „Nur-Einengung“ oder Einengung nach Deckfaltenbildung im Liegendschenkel vorliegt. Diese allgemeinen Überlegungen sind durch Beispiele belegt, haben aber nur Gültigkeit bei der hier beschriebenen charakteristischen Altersabfolge der B-Achsen. Alle Formungspläne sind ihrem Bewegungsbilde nach Einengungen und im Mesozoikum nachweisbar. In der gleichen Arbeit wurde im Anhang an die B-achsiale Gefügeanalyse der Tal- und Kammverlauf damit verglichen und gezeigt, daß das heutige Relief ein Gefügerelief ist.

Aus dem Raum der Kitzbüheler-Alpen bis tief in den Tauernnordrand zwischen Gerlos und Mittersill liegen von Fuchs aus dem Jahre 1939/40 zirka 6000 Messungen von B, s und zum Teil auch Klüften und 400 eingemessene Handstücke vor. Diese im Innsbrucker Institut mit Unterstützung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft durchgeführten Arbeiten konnten höchstbedauerlicherweise durch die Folgen des letzten Krieges immer noch nicht fortgesetzt werden.¹⁾ Im Raume der Kitzbüheler-Alpen ist aber die Analyse der Daten bereits weit fortgeschritten und konnte hier mitverwertet werden. Das dargestellte Diagramm D 30, welches noch unpubliziert für das vorliegende Referat freundschaftlich überlassen wurde, ist ein Sammeldiagramm von 2600 B-Achsen und zeigt auch hier wiederum die Richtungen N 70 W, N 70 E und EW ausgezeichnet vertreten. Diese sind begleitet von drei Richtungen, die sich im gleichen Winkel schneiden und um die NS-Richtung scharen. Wie ähnlich dieses Diagramm den Diagrammen aus der Gerlos, vom Achensee und Kaisergebiet, sowie denen vom Tauernwestende ist, ist zu betonen. Angaben über das relative Alter der B liegen noch nicht vor.

Zusammen mit der Veröffentlichung über die Schlingengebiete im Tonaleraum wurde von Schmidegg (1936) auch ein Schlingengebiet im Defereggengebirge bekannt gemacht (L. 38 und 39). Die Schlingenbögen mit den Steilachsen, neben südeinfliegenden NS—N 40 E-Achsen und NW B flacher Lagerung, sowie die als Strukturlinie aufzufassende Grenze zwischen Quarzphyllit und steilachsigen Paragneisen sind auf der beiliegenden Karte dargestellt. Wesentlich ist die Stellung des Kalksteiner-Triaszuges zur Schlinge, wo Schmidegg zeigen konnte, daß der Triaszug die Schlinge quer durchschneidet. Der zeitliche Ablauf der tektonischen Formungen wird von Schmidegg in nachfolgende Reihung gebracht: 1. Formung der kristallinen Steilachsen, 2. Prägung der NS-NE B-Richtungen. Nach diesen beiden Formungen wird der Abschluß der Kristallisationen für Minerale zweiter Tiefenstufe gesetzt. 3. Prägung flacher B (NW) zusammen mit Kristallisationen der 1. Tiefenstufe. Die Formungen unter 1. und 2. interferieren vermutlich zeitlich. Die Kalksteinertrias wurde von diesen

¹⁾ Während der Drucklegung dieses Referates wurde von Fuchs in Tscherm. Min. Petr. Mitt., dritte Folge, Bd. IV (Festband: Bruno Sander), „Vorläufige Ergebnisse von Gefügeuntersuchungen in den Kitzbühler Alpen“ veröffentlicht.

Formungen und von den damit verbundenen Kristallisationen nicht mehr erfaßt, wohl aber wurden in der Kalksteinertrias die B-Achsen (NW) des Planes 3 geprägt. Schmidegg nimmt an, daß der Triaszug im Rahmen der tektonischen Bewegungen zu Plan 3 (NW B) eine von oben her eingeklemmte Scholle ist. Vereinzelt Steilachsen am Rand des Triaszuges werden allerjüngsten EW-Bewegungen entlang der steil stehenden Gesteinsgrenze Kalk-Paragneis zugeordnet. Die Auswertung dieser Ergebnisse ist sehr wesentlich. Sie besagt nach Schmidegg, daß die Triaseinschaltung nicht als Deckenwurzel aufgefaßt werden kann, daß weiters eine Unterteilung dieses hypothetischen Wurzelbereiches in ober-, mittel- und unterostalpin nicht möglich ist, da in diesem Fall die Deckengrenzen quer durch die Schlingen verlaufen würden. Schmidegg kommt daher zur Annahme, daß die südliche Gneiszone in diesem Raum nur als Einengungszone, bestenfalls mit Scheinwurzelcharakter angesehen werden kann und die Schlingenbildung vortriadisches Alter haben muß.

Faßt man im Hinblick auf die Bedeutung steilachsiger Tektonik die grundlegenden Ausführungen Sanders von 1914 (L. 27) mit den Ergebnissen dieser Arbeit von Schmidegg und den bereits besprochenen aus dem Tonalegebiet, vor allem aber mit den Ergebnissen aus dem hinteren Ötztale (L. 37) zusammen, so ist wohl durch keine anderen Beispiele besser zu demonstrieren, in welchem Maße die B-achsiale tektonische Analyse für die Aufnahmsgeologie ein Fortschritt ist. Der andernorts gebrachte Ausdruck „Wirbel“ (Vortici) für Schlingen entspricht keinem heute bekannten Bewegungsbilde.

Aus den Tauern östlich vom Krimmler-Achental bis zum Großglockner sind keine gefügekundlich-tektonischen Analysen über B-Achsen publiziert; die eingetragenen Messungen sind eine vorläufige Zusammenfassung der Messungen von Frasl (L. 12) und des Referenten im Venedigerbereich.¹⁾ Die eingezeichneten B-Achsenpfeile vom Großglockner bis zum Tauernostende sind hauptsächlich einer zusammenfassenden Karte Exners (L. 4), wo Messungen von Exner, Clar, Cornelius, Wiebols, Beck, Heißel, Schmidt, Schmidegg und Stowasser erfaßt wurden, entnommen und durch einige neue unveröffentlichte Messungen Heißels ergänzt. Sie geben einen Überblick über Achsenlagen in den östlichen Tauern und über jene Teilbereiche, wo detaillierte analytische Untersuchungen der B-achsialen Gefüge nötig wären, um derzeitige Entwürfe tektonischer Bewegungsbilder zu bejahen oder zu verneinen.

Die vor kurzer Zeit vom Referenten erschienene Arbeit (L. 16) (vgl. D 31), die sich auf die Anwendung der Methoden für lagerstättenkundliche Fragen beschränkt, ergab Obertags und im Bergbau die Richtungen N 70 W und EW, beide W-fallend in stoffkonkordanter und stoffdiskordanter Ausbildung. Eine weitere B-Richtung liegt in NW. In der teilweise über der Lagerstätte liegenden Trias des Hochkönigs konnten auf Grund eines Vergleiches der Fugengefüge, wie sie in den Grauwackengesteinen B-achsialen Plänen zuordenbar sind, die gleichen Beanspruchungspläne wiedererkannt werden, und damit das Alter der noch ablesbaren Grauwackentektonik als nachtriadisch angenommen werden. ENE—NE ge-

¹⁾ Auf der Karte (Tafel XI) ist im Beschriftungskopf G. FRASL irrtümlich unter jene Autoren eingereiht, von denen unveröffentlichte Messungen übernommen wurden.

richtete B-Achsen wurden in den Grauwackenschiefern nur vereinzelt gemessen, trotzdem sind sie nach Überlegungen aus dem Fugengefüge wahrscheinlich ebenfalls repräsentative Lineare eines eigenen ausgedehnten Formungsplanes. In der hangenden Hochkönigtrias ist diese Richtung (ENE—NE) gegenüber den EW- und WNW-Richtungen vorherrschend, so daß sich zwischen hangender Trias und liegender Grauwackenzone mit Untertrias eine stockwerkähnliche Anordnung der B-Achsenlagen in bezug auf deren Vorherrschen ergibt. Die genannten B-Richtungen sind in den hochteilbeweglichen Grauwackenschiefern in gegenseitiger Überprägung stets vorhanden und zu erkennen, sofern man, wie es in dieser Arbeit geschah, auch Handstücke untersucht. Die endgültige Alterstrennung der einzelnen Prägungspläne war im Zusammenhang mit dem Vererzungsvorgang in der Form lösbar, daß wohl ein absoluter zeitlicher Unterschied besteht, u. zw. WNW und ENE älter als EW, dieser jedoch geologisch gedacht in einem zeitlich ungliederbaren großtektonischen Ablauf zu stellen ist. Durch die Feststellung des nachtriadischen Alters der noch erkennbaren B-Achsenpläne war auch die Vererzung zeitlich einzustufen. Beobachtungen im Erzgang und an Diabasen, welche in Berührung mit dem Erzgang standen, machten es wahrscheinlich, daß der Vererzungsvorgang in zwei Phasen zu gliedern ist: Die Hauptvererzung vor die noch analysierbare Tektonik und eine schwächere Vererzung gleichzeitig mit dieser. Diese letztgenannte paratektonische Vererzung läßt sich als alpin festlegen. Das Alter der Hauptvererzung ist somit früher alpin oder voralpin. Aus dem Vergleich zwischen Vererzung und tektonischem Gefüge ist für den jüngeren Vererzungsvorgang die Zuordnung der vererzten Klüfte zu den analysierten B-achsialen Formungsplänen gegeben, ebenso sind stoffkonkordante Erz-B-Achsen von Zentimeter- bis Meterausmaß vertreten. Es sind somit die Erzkörper dieses Vererzungsvorganges durch Gefügedaten definierbar. In der Arbeit wurde ein Grubenplan mit Gefügediagrammen ausgestattet, und dabei aufgezeigt, daß für die kleinräumigen tektonischen Fragen eines Bergbaues nach Untersuchung der B-achsialen Gefüge und deren Beziehungen zum Fugengefüge vornehmlich mit Letzterem gearbeitet wird. Es ergibt sich also für derartige Fragestellungen, daß die B-Achsen allein durch ihre Lagepersistenz in so eng begrenzten Untersuchungsbereichen nicht die gewünschten Aufschlüsse über die tektonischen Inhomogenitäten zeigen und daß hierfür das Fugengefüge heranzuziehen ist. Vorausgesetzt, daß, wie schon erwähnt, dieses in seiner Zuordenbarkeit zu den vorhandenen B-achsialen Formungsplänen diskutiert ist, denn nur dann bleibt der Zusammenhang zwischen Teilbewegung und geologischem Bewegungsbild erhalten. So eine Unterscheidung der Fugensysteme sowie deren definierte räumliche Lage gestatteten, die Annäherung an größere Störungszonen vorauszusagen. Eine Aufnahme und Auswertung der flächigen und linearen Gefüge im Bergbau ergibt somit einen kontrollierbaren Einblick in die Teilbewegung größerer geologischer Formungen und stellt bei laufender Weiterführung für den gutachtenden Geologen und den Bergbau eine wertvolle Hilfe dar gegen allzu subjektive Beurteilung der geologischen Situation.

Anhangsweise sei bemerkt, daß die Anwendung der Gefügeanalyse, namentlich was das Fugen- und Achsengefüge von tiefbautechnischen Problemen (Kavernen, Stollen, Fundamentierungen usw.) betrifft, in zahl-

reichen Fällen stattgefunden hat, wozu im Innsbrucker Institut für Mineralogie und Petrographie und bei der Westtiroler Studiengesellschaft die aus dem Jahre 1950 stammenden eingehenden statistischen Arbeiten Sanders über Kaverne Ötztal im Manuskript erliegen. Eine diesbezügliche Untersuchung eines Krafthauskavernenprojektes (Huben-Osttirol) durch den Referenten befindet sich im Druck (L 16 a) in der Zeitschrift Geologie und Bauwesen. Dieses Beispiel einer Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden in der Baugeologie versucht im B-Achsenhomogenbereich durch unterscheidbare Homogenitätsbereiche in bezug auf die Klüftlagen weiter zu unterteilen. Die sich daraus ergebenden Bereiche unterscheidbarer tektonischer Fazies waren für die Beurteilung der Gesteinsstandfestigkeit im Zusammenhang mit der projektierten Anlage entscheidend. Zusammen mit der gleichfalls ausgeführten Korngefügeanalyse kontrolliert diese Untersuchung die Gefügeinhomogenitäten in ihren gegenseitigen Beziehungen vom Profil über den Aufschluß bis in den Dünnschliffbereich und stellt diese Ergebnisse dem Bauprojekt gegenüber.

Im Raum zwischen Schladming und Trieben liegen keine publizierten gefügeanalytischen Untersuchungen vor. Die erste derartige Arbeit im O stammt von Metz (1951) (L. 20). Die festgestellten B-Richtungen sind mit ihrer Streuung im Diagramm 32 auf der Karte gezeigt. Es war nur selten möglich, die dominierende Richtung anzugeben, da die Maxima der veröffentlichten Diagramme stets stark gestreut sind. Die Altersrelationen der gemessenen B bzw. Linearen wurden durch Falten-Abwicklung untersucht und zeigen das Ergebnis N 10 E—N 20 W als älteste Richtung, N 15 W—N 30 W als nächst jüngere im Raume nördlich Furth bis Treglwang — östlich davon tritt an Stelle dieser Richtung die B-Achsenrichtung N 70 W—EW. Diese wird angemessenermaßen bei Eintritt in die Querstrukturen durch die vorher genannte Achse N 15 W—N 30 W ersetzt. Als Ursache der gegenseitigen Ablösung von B-Achsenrichtungen wird von Metz eine Interferenz zwischen der Grauwackenhaupteinengung (B N 70 W—EW) und einer bereits vorliegenden Querstruktur angenommen. Als nächst jüngere Bewegung sind „Westbewegungen“ genannt, denen Achsenrichtungen zwischen N 10 E und N 70 E sowie steile B-Achsen N 30 W 50 N und N 45 E 40 E zugeordnet werden. Die Zusammenfassung von B-Richtungen derartiger Lagenunterschiede zu einem einheitlichen Bauplan ist eine rein geologische und kann von hier aus nicht weiter beurteilt werden; wengleich meiner Ansicht nach sich so weite Streubereiche durch die grundsätzlich wichtige Abtrennung von Homogenitätsbereichen in bezug auf gleiche B-Lagen — d. h. durch eine A.V.A. des Großgefüges — sowie durch Untersuchungen auf spitzwinkelige Überprägungen und B \perp B'-Gefüge überprüfen ließen. Die Annahme, daß der ältere anisotrope Untergrund, wo es sich gesteinsmäßig um Grauwackenschiefer handelt, Ursache dieser Inhomogenitäten sei, ist mir nach eigenen Arbeiten in den hochteilbeweglichen Grauwackenschiefern noch zu wenig überzeugend. Die von N 10 E—N 20 W streuenden B-Lagen werden nach Metz auf Grund gefügekundlicher Untersuchungen als voralpidisch aufgefaßt. Gerade diese Folgerung kann nach dem, was in der Arbeit bisher vorgelegt ist, noch nicht anerkannt werden. Der Beweis für voralpidisches Alter stützt sich lediglich darauf, daß auf einem alpidischen NNW-B-Achsenplan in der Querbauzone Lineare und B-achbiale Prägungen existieren, die nach konstruktiver Rück-

formung ihr älteres Prägungsalter in NNNW ergeben. Metz schließt wörtlich: „... demnach müßte die ältere Gruppe von L und B im NNNW einem älteren Bauakte entsprechen, der voralpidisch sein muß“. Damit wird vorausgesetzt, daß der Prägungsakt mit NNW-B-Achsen in der Querstruktur und mit B WNW außerhalb dieser der erste bzw. älteste alpidische Formungsplan sein muß, wofür ich keine Begründung ersehe. Außer diesen Betrachtungen muß noch angeführt werden, daß die Mehrzahl der dargestellten Diagramme auf Grund ihrer geringen Anzahl ausgewerteter Daten hinsichtlich statistischer Erfordernisse nicht einwandfrei erscheinen. So ergeben sich z. B. 37 β aus nur 9 s-Flächen, 61 β aus ungefähr 12 s und 120 β eines Sammeldiagrammes (!) aus nur 16 s-Flächen. Diese Bemerkung scheint mir deshalb nötig, da sich regional tektonisch bedeutende Schlüsse auf so schwach besetzte Diagramme stützen. Außerdem wäre neben einer kritischen Überprüfung von verschiedentlich genetisch ausgewerteten β -Maxima erforderlich, den angenommenen Rotationssinn der Horizontierung bei konstruktiven Rückformungen zu begründen. Von den in den Grauwackenschiefeln ausgezeichneten Überprägungen mehrerer Richtungen auf einer s-Fläche wird kein Gebrauch gemacht und gerade dies würde aber, wie schon erwähnt, sehr wahrscheinlich die großen Streubereiche der dargestellten B-Achsenrichtungen einengen und die Leistungsfähigkeit der gefügeanalytischen Arbeitsmethoden mehr ausnützen als es in dieser Arbeit bisher geschah.

Die 2. gefügeanalytische Arbeit von Metz (1950) (L. 19), liegt weiter östlich in der Umgebung von Mautern. Als sicheres Ergebnis dieser Arbeit sind die in meiner Karte als Diagramm 33 mit den Streubereichen eingezeichneten B-Achsen- und Linearen-Richtungen zu nennen. Demnach unterscheidet Metz B in N 70 W und B im NW Quadranten von NS—N 80 W als jüngere Prägungen. Beide zusammen sind aber wieder älter als B-Achsen in NE und von NS—N 65 E sowie B NS 40 S. Methodisch ist zu bemerken, daß mir etliche Diagramme überdeutet erscheinen und die Anzahl der ausgewerteten Messungen häufig wiederum sehr gering ist. Insbesondere scheint mir aber eine Deutung von β -Maxima, welche zusammen einen deutlichen Gürtel bilden, sehr schwer möglich und verleitet allzuleicht zu Überdeutungen, da β -Gürtel gerade das Gegenteil von dem ausdrücken, wofür β ein Beleg sein soll, nämlich die tautozonale Anordnung von Flächenlagen. Wie in der vorher besprochenen Arbeit, wäre auch hier zu begründen, warum nur die eine Richtung der Rotationsmöglichkeiten zur konstruktiven Rückformung verwendet wird. Ebenso wären durch Untersuchungen auf Überprägungen im Handstückbereich die starken Streuungen der in einem Bewegungsplan zusammengefaßten B-Achsenlagen zu überprüfen.

Zusammenfassend für beide Arbeiten scheint, lediglich vom Standpunkt der Gefügekunde aus betrachtet, der Nachweis voralpidischer Strukturen noch nicht gesichert, und es wäre eine Bezugnahme auf diese Arbeiten im Rahmen anderer Veröffentlichungen (Geologische Rundschau 1952, und Mitteilungen Geologischer Gesellschaft 1951), vor allem aber eine Bezugnahme auf die Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden zur Aufklärung dieser Probleme erst dann möglich, wenn die durch die Gefügekunde gebotenen Möglichkeiten noch weiter ausgeschöpft werden.

Die erste gefügeanalytische Arbeit aus den Weyerer Bögen wurde als noch unveröffentlichtes Manuskript von Ruttner für dieses Referat freundlicherweise zur Verfügung gestellt.¹⁾ Sie betrifft den Raum der Bauxitlagerstätte von Unterlaussa in den südlichen Weyerer Bögen. Das Ergebnis ist als Diagramm 34 in der Karte aufgenommen. Es liegen zwei B-Achsen-systeme vor, u. zw. eines streuend in WSW, das andere im Raume SSE (flach einfallend) bis ESE (steiler einfallend). Die beiden B-Achsen-gruppen stehen nach Ruttner untereinander in einer geometrischen Beziehung insofern als sie eine gemeinsame Dygyre in WSW haben. Ruttner deutet die beiden Gruppen als wahrscheinlich syntektonische Formungen. In der geologischen Alterseinstufung handelt es sich um nachgosauische Tektonik. Dies ist vorbehaltlich weiterer Bearbeitung der augenblickliche Stand der Untersuchungen, den ich mit freundlicher Bewilligung des Autors berichte.

Vom selben Autor existiert eine Arbeit über Quersfaltungen im Gebiet des oberen Ybbs- und Erlauftales (L. 24), deren Ergebnisse in bezug auf B-Achsenlagen für die Lunzer Decke in 2 Diagrammen (D 35) hier dargestellt sind und für die Ötscher Decke durch einzelne B-Achsenpfeile aufgezeigt werden. Es resultieren in der Ötscher-Decke NS—NW-B-Achsen-richtungen als deutlich ältere neben jüngeren N 70 E-Richtungen. Letztere werden dem Vorschub der Ötscher-Decke zugeordnet. In der Lunzer Decke hingegen sind die B-Richtungen NE und NW älter als EW- und NS-B-Achsen. Der Verfasser sucht nun die gleichen B-Richtungen in beiden Decken in einem geologischen Bewegungsbild zu erklären, indem er die B (NE) und die B (NW) als syntektonische Prägungen im Sinne von $B \perp B'$ zusammenfaßt und sie für älter als der nachgosauische Deckenvorschub der Ötscherdecke ansieht. Die Richtungen sind in der Lunzerdecke erhalten, in der Ötscherdecke hingegen existieren davon nur mehr die B'-Richtungen von NS bis NW. Die in der Ötscherdecke nachgewiesene jüngere ENE-Achse, welche die Stirn der Decke bildet, wird ebenso wie die jungen EW-B-Achsen in der Lunzerdecke und die EW-streichenden Verschuppungen der nächsten Bewegungsphase dem nachgosauischen Deckenvorschub zugeordnet. Der gleichen jungen Bewegungsphase ordnet Ruttner auch starke Blattverschiebungen in der Lunzerdecke zu, die als lokale Inhomogenitäten NS-B-Achsen und örtlich steilachsige Tektonik erzeugten. Diese Bewegungssynthese widerspricht nicht den dargelegten gefügeanalytischen Untersuchungen der s-Flächen, B-Achsen und Fugengefüge, und würde, wie der Verfasser selbst anführt, die Querstrukturen ohne W—E- oder E—W-Schub erklären, was gerade in diesem Gebiet ein sehr interessantes Untersuchungsergebnis zu sein scheint.

Aus dem Gebiet der Koralpe liegt eine Arbeit von Beck-Managetta (L. 1, 1951) vor. In der Arbeit wurden auf Kartenbeilagen B-Achsenmessungen veröffentlicht, welche nach meiner eigenen statistischen Auswertung mit ihren vorherrschenden Richtungen als Achsenpfeile in die Karte eingezeichnet wurden. Die von Beck-Managetta an diese Achsenrichtungen angeschlossenen Deutungen zu Bewegungsbildern überschreiten die Grenze der gesicherten Aussagen, wie sie die B-Achsen hinsichtlich

¹⁾ Während der Drucklegung des Referates erschien diese Arbeit unter dem Titel: „Gefügestudien im Bereich des Bauxitbergbaues Unterlaussa (südliche Weyererbögen)“ in Tscherm. Min. u. Petr. Mitt., dritte Folge, Bd. IV (Festband: Bruno Sander).

der sie erzeugenden Bewegungen geben. Es ist z. B. neben anderen noch nicht überzeugend, daß E—W-Schub die „Wolfbergertektonik“ erzeugte, ohne dabei eine größere Anzahl Steilachsen in den steilstehenden Schichten zu prägen. (In den bisher referierten Arbeiten wurde z. B. ein tektonischer Typus häufig beschrieben, bei welchem NS- neben NW—SE- und NE—SW-Bewegungen einen Endzustand schufen, der der „Wolfbergertektonik“ sehr ähnlich wäre.) Gleichfalls scheint es noch prüfenswert, ob die wiederum mit einem eigenen Namen belegte „Plattengneistektonik“ nicht bloß als $B' \perp B$ -Gefüge zur EW- und NE-B-Achsenrichtung verstanden werden könnte und damit syntektonisch zu diesen Richtungen geprägt wäre. Eine auf S. 150 als Beleg für die Altersdeutung durchgeführte konstruktive Rückformung angeblich älterer verstellter B-Richtungen kann den schwer folgbaren Ausführungen nach nur um die jüngere EW-Antiklinalenachse ausgeführt worden sein, was aber niemals die mehrfach sigmoide B-Achsenstreichrichtung zu einer geradlinigen NS-Streichrichtung bringt. Aus diesen und noch mehreren anderen Unklarheiten, welche aus Raummangel hier nicht besprochen werden können, scheint es mir gerechtfertigt, trotz einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von B-Achsenmessungen diese Arbeit in der vorliegenden Fassung nicht als analytische Untersuchung der tektonischen Gefüge im Sinne der Gefügekunde zu betrachten, zumal sie außerdem auf deren Untersuchungsmethoden wie Begriffsinventar zu wenig zurückgreift.

In der Arbeit über das flächige und lineare Gefüge der Breitenauer Magnesitlagerstätte (L. 5, 1951) von Flügel wird eine Gefügeanalyse dieser Lagerstätte vorgelegt, deren Ergebnisse in bezug auf die B-Achsenlagen hier in der Karte aufgenommen wurden (vgl. D 36). Sie zeigen nach Flügel einen älteren Plan mit B (NNNW) und einen jüngeren mit B und β in EW-EENE. Die B von ENE—NE sind nach Flügel voralpin, u. zw. sudetischen Alters. Ihr voralpines Alter ist in der zitierten Arbeit nicht näher behandelt, aber in einer späteren Arbeit (L. 7) anscheinend ergänzend nachgetragen worden. Gefügeanalytische Beweise für die Altersgebung sind nicht angeführt. In der Auswertung der dargestellten Diagramme scheint ähnlich wie bei Metz die Möglichkeit spitzwinkliger Überprägungen nicht beachtet worden zu sein; es gibt auch Flügel verhältnismäßig große Streubereiche für die einzelnen Richtungen an, wie in D 36 erkennbar ist. Der Arbeit ist in sehr übersichtlicher Form ein Raumbild des Magnesitstockes mit eingetragenen Teildiagrammen der Fugengefüge beigegeben. Außerdem wird an Hand synoptischer Diagramme von Schwerpunkten aus Teildiagrammen eine gut brauchbare Möglichkeit aufgezeigt, den Genitätsgrad des Fugengefüges in Prozenten anzugeben. In der abschließenden Beschreibung der Bewegungspläne wäre eine Stellungnahme wünschenswert, die ausschließt, daß $B' \perp B$ -Gefüge für die Pläne mit EW—EENE- und NS—NNW-Achsen in Betracht kommen.

Die bereits genannte Arbeit Flügels über die Kinematik einer Großfalte (L. 7) ergab zwei altersverschiedene B-Richtungen, die in Diagramm 37 zu sehen sind. Die ältere in NNE, die jüngere als Hauptachse der Großfalte in einem Streubereich zwischen NE und 80 E. Eine dritte B-Achsenrichtung ist nach Flügel nur im Fugengefüge vertreten und liegt nordnordwestlich. Obwohl die Arbeit in vieler Hinsicht die Betrachtungsweise der Gefügekunde gut demonstriert, wäre auch hier wünschenswert, daß die Analyse

vor allem zur Alterstrennung der einzelnen B und zu der Möglichkeit syn-tektonischer $B \perp B'$ -Gefüge Stellung nimmt.

Die übrigen im Bereich des Grazer Paläozoikums, sowie im Sausal und Poßruckgebirge eingetragenen B-Richtungen, die von Flügel zum Teil als voralpin gekennzeichnet sind, wurden zusammenfassenden Arbeiten Flügels (L. 6, 8, 9, 10 und 11) entnommen. Nähere gefügeanalytische Untersuchungen darüber sind nicht veröffentlicht. Die tatsächliche Existenz voralpiner Strukturen kann nach den zurzeit vorliegenden Untersuchungen aus diesem Gebiet vorerst nur für jene Fälle angenommen werden, die durch Vorhandensein einer sedimentären Diskordanz beschrieben sind (vgl. Clar, 1929, L. 3, und Flügel (1952), L. 10).

Am weitesten östlich des besprochenen Raumes liegen die Messungen Schmideggs aus der Umgebung von Pitten (L. 40). Sie ergaben B (NW), B (NE) und B (EW) alle nachtriadischen Alters und eine wahrscheinlich noch jüngere Wiederbetätigung der älteren EW-B-Achse.

Aus den besprochenen Ergebnissen lassen sich nun einige Feststellungen hervorheben, die für den weiteren Fortschritt dieser Arbeitsmethode Bedeutung haben. Aus den verschiedensten Versuchen das relative oder geologische Alter der Formungsakte, welche B-Achsen prägten, zu bestimmen, zeigte sich, daß es nicht möglich ist, bestimmte B-Achsenrichtungen als solche einer bestimmten geologischen Zeitspanne des derzeitigen stratigraphisch orogenetischen Schemas zuzuordnen. Es ist z. B. die WNW-Richtung im Mutterkopf para- bis nachgosauisch, im Achenseegebiet vorgosauisch. Die EW-Richtungen sind im Achenseeraum vor- und nachgosauisch, in der Lunzerdecke nachgosauisch. Ähnliche zeitliche Unterschiede bestehen auch für die NS-Achsen. Lediglich die ENE-Achsenrichtung bildet hierbei eine teilweise Ausnahme. Sie ist in den angeführten drei Arbeiten aus den nördlichen Kalkalpen (Fuchs, Wopfner, Ruttner) nachgosauisch, jedoch im Bereich der Lunzerdecke außerdem auch noch als ältere Achse vertreten. Die relativen Altersbeziehungen der B-Achsen in kristallinen Gebieten wechseln ebenfalls, so z. B. ist die NE-Richtung jünger als WNW und EW, aber auch umgekehrt. Beide Möglichkeiten sind im Tauernwestende gegeben (siehe Abb. I, und bezüglich Neuprägungen von B im Korngefüge nach Änderung der Drehlage des Bereiches Sander, Gefügekunde, II. Teil, S. 275—276). In den Grauwackenschiefern des Mitterbergs war die B-Richtung WNW und ENE jünger als EW.

Es ergibt sich gerade durch die Untersuchungen in den Kalkalpen die Meinung, daß die verschiedenen alpidischen Teilformungsakte gleiche B-Achsenrichtungen prägten, vor allem in Hinblick auf die Richtungen EW und WNW, wahrscheinlich aber auch für die Richtungen NS und ENE gültig. Aus dem Ergebnis bei Fuchs (Berge westlich des Brenner), Karl (Mitterberg), Blom (Marmolata) ist zu entnehmen, daß nachgewiesenen alpidische Formungen mit B-Achsenplänen ENE und WNW, und WNW, EW und ENE geologisch zeitlich einander sehr nahe rücken, teilweise sogar sich zeitlich überlagern. Bei Betrachtung aller in der Karte eingezeichneten Ergebnisse fällt auf, daß eben diese B-Achsenrichtungen in ihrer charakteristischen Gruppierung: EW, ENE, WNW oder WNW und EENE sehr oft anzutreffen sind. Eigene Arbeiten zeigten, daß die gleichen Richtungen mit ihrem charakteristischen Überkreuzungswinkel,

die hier im Kartenbereich zusammengefaßt diese Gruppen ergeben, im Aufschluß und Handstückbereich ebenso existieren.

Der Kreuzungswinkel der B-Achsenrichtungen zeigt eine gleichbleibende Streuung zwischen 15 und 30°. Nach den bisherigen Beobachtungen scheint eine Abhängigkeit dieser Winkelgröße von der Höhe der Teilbeweglichkeit im Material zu bestehen.

Aus diesen nochmals zusammengefaßten Feststellungen, daß (1.) in verschiedenen Teilakten alpidischer Tektonik gleiche Achsenrichtungen geprägt werden, daß (2.) diese B-Richtungen in charakteristischer Gruppierung mit ähnlichem Kreuzungswinkel von zirka 20° regional verbreitet sind und (3.) in einigen Fällen nachweisbar war, daß die Prägungsakte dieser B-Achsen zeitlich sehr nahe aneinander erfolgten, ergibt sich die grundsätzliche Frage: inwieweit die Prägung charakteristischer B-Achsenrichtungsgruppen einem einheitlichen und gesetzmäßigen Bewegungsablauf zuordenbar ist? Und somit die einzelnen B-Richtungen eher für die Auflösung eines Bewegungsmechanismus verwendet werden sollen, als für zeitliche Trennung einzelner B-achsialer Prägungen untereinander. Über den durch diese Frage angeschnittenen Komplex von Teilfragen ist eine ausführliche korngefügekundliche Bearbeitung beabsichtigt, der dieser Bericht gewissermaßen als regionaltektonische Bestandsaufnahme vorausgeschickt wird.

Literaturverzeichnis

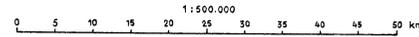
1. Beck-Mannagetta, P.: Die Auflösung der Mechanik der Wolfsberger Serie, Koralpe, Kärnten. Jb. Geol. Bundesanstalt, 1951.
2. Buck, C.: Gefügestudien aus dem vorderen Pitzal. Diss. Univ. Tübingen, 1928.
3. Clar, E.: Neue Beobachtungen über die jüngeren Stufen des Paläozoikums von Graz. Verh. Geol. Bundesanstalt, 1929.
4. Exner, Ch.: Geologische Probleme der Hohen Tauern. Verh. Bundesanstalt, 1952.
5. Flügel, H.: Das flächige und lineare Gefüge der Breitenauer Magnesitlagerstätte. Berg- u. Hüttenm. Monatshefte, 1951, H. 10.
6. Flügel, H. und Metz, K.: Querstrukturen in der nordöstlichen Steiermark. Anz. d. math.-naturw. Kl. d. österr. Akad. d. Wiss., Jg. 1951.
7. Flügel, H.: Kinematik einer Großfalte des Grazer Paläozoikums. N. Jb. Geol. usw. Monatshefte, 1952, H. 4.
8. Flügel, H.: Vom variszisch-alpidischen Bau des Grazer Paläozoikums. Anz. d. math.-naturw. Kl. d. österr. Akad. d. Wiss., Jg. 1952.
9. Flügel, H.: Zur Altersfrage von Schöckelkalk und Grenzphyllit im Grazer Paläozoikum. Verh. Geol. Bundesanstalt, 1952, H. 3.
10. Flügel, H.: Neuere Untersuchungen im Grazer Paläozoikum. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 1952, Bd. 81/82.
11. Flügel, H.: Die Querstruktur von Semriach bei Graz. Verh. Geol. Bundesanstalt, 1953, H. 2.
12. Frasl, G.: Die beiden Sulzbachzungen (Oberpinzgau, Salzburg). Jb. Geol. Bundesanstalt, 1953.
13. Fuchs, A.: Untersuchungen am tektonischen Gefüge der Tiroler Zentralalpen (Berge westlich des Brenner), I. J. B. Reichsst. f. Bodenf., Zweigstelle Wien, 1939, H. 3 und 4.
14. Fuchs, A.: Untersuchungen am tektonischen Gefüge der Tiroler Alpen, II. (Kalkalpen Achensee, Kaisergebirge.) Neues Jb. f. Min. usw. Abh. Abt. B, Bd. 83, 1944.
15. Karl, F.: Tektonisch-analytische Studien an Gesteinen des Gerlostales. Neues Jb. Geol. usw. Monatshefte, 1952, H. 1.
16. Karl, F.: Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden am Beispiel eines Bergbaues (Kupferbergbau Mitterberg, Salzburg). Neues Jb. Min. Abh., Bd. 85, 1953.

- 16 a. Karl, F.: Ein Beispiel für Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden in der Baugeologie (Krafthauskaverne Huben, Osttirol). Im Druck.
17. Ladurner, J.: Beiträge zur Typisierung von Quarzfalten. Tscherm. Min.-petr. Mitt. (Dritte Folge), Bd. 2, H. 1.
18. Ladurner, J.: Allgemeine Kennzeichnung und regionale Stellung alpiner Dolomit-tektonite. Jb. Geol. Bundesanstalt, 1953.
19. Metz, K.: Zur tektonischen Analyse der Umgebung der Mauterner Talklagerstätte in der steirischen Grauwackenzone. Berg- u. Hüttenm. Monatshefte, 1951, H. 10.
20. Metz, K.: Die regionaltektonische Bedeutung der Querstrukturen von Treglwang-Gaishorn in der steirischen Grauwackenzone. Berg- u. Hüttenm. Monatshefte, 1951, H. 4.
21. Reithofer, O.: Neue Untersuchungen über das Gebiet von Köfels im Ötztal. Jb. Geol. Bundesanstalt, 1932, H. 3 und 4.
22. Reithofer, O.: Beiträge zur Geologie der Ferwallgruppe, II. Jb. Geol. Bundesanstalt, 1935, H. 3 und 4.
23. Reithofer, O.: Geologische Beschreibung des Druckstollens Vallüla-Vermunt (Zavarna-Stollen). Jb. Geol. Bundesanstalt, 1951.
24. Ruttner, A.: Querfaltungen im Gebiet des oberen Ybbs- und Erlauftales (Niederösterreich. Kalkalpen). Jb. Geol. Bundesanstalt, 1948, H. 3 und 4.
25. Sander, B.: Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern (I. Bericht). Denkschr. d. Akad. d. Wiss., Bd. 82, 1911.
26. Sander, B.: Über tektonische Gesteinsfazies. Verh. Geol. Reichsanstalt, 1912.
27. Sander, B.: Bemerkungen über tektonische Gesteinsfazies und Tektonik des Grundgebirges. Verh. Geol. R. Anst., 1914.
28. Sander, B.: Zur Geologie der Zentralalpen. Jb. Geol. Staatsanst., 1921.
29. Sander, B.: Gefügekunde der Gesteine. Springer Verlag Berlin, 1930.
30. Sander, B.: Fortschritte der Gefügekunde der Gesteine, Anwendungen, Ergebnisse, Kritik. Fortschr. d. Min., Krist., Petr., Berlin, 1934.
31. Sander, B.: Neuere Arbeiten am Tauernwestende aus dem mineralogisch-petrographischen Institut d. Univ. Innsbruck. Mitt. Reichsst. f. Bodenf. Zweigst. Wien, Bd. 1, H. 2, 1940.
32. Sander, B.: Über Flächen- u. Achsengefüge (Westende der Hohen Tauern, III. Bericht). Mitt. d. Reichsamts f. Bodenf. Zweigst. Wien, 1942.
33. Sander, B.: Einführung in die Gefügekunde Geologischer Körper, I. Teil. Springer Verlag Wien, 1948.
34. Sander, B.: Einführung in die Gefügekunde Geol. Körper, II. Teil. Springer Verlag Wien, 1950.
35. Sander, B.: Über einige Innsbrucker Institutsarbeiten seit 1940. Geol. Bundsch., Bd. 39, H. 1, 1951.
36. Sander, B.: Applicazioni e problemi più recenti della petrografia strutturale „Acta Geol. Alpine“ Contributi di Mineralog. Petr. e Geologia Bologna, 1952.
37. Schmidegg, O.: Neue Ergebnisse in den südlichen Ötztalalpen. Verh. Geol. Bundesanstalt, 1933.
38. Schmidegg, O.: Steilachsige Tektonik u. Schlingenbau auf der Südseite der Tiroler Zentralalpen. Jb. Geol. Bundesanstalt, 1936, H. 1 und 2.
39. Schmidegg, O.: Der Triaszug von Kalkstein im Schlingengebiet der Villgrater Berge (Osttirol). Jb. Geol. Bundesanstalt, 1937, H. 1 und 2.
40. Schmidegg, O.: Aufnahmebericht. Verh. d. Zweigst. Wien d. Reichsst. f. Bodenf. Jänner-Februar-März, 1939.
41. Schmidegg, O.: Der geologische Bau des Bergbaugesbietes von Schwaz in Tirol. Jb. Reichsamts f. Bodenf., 1943.
42. Schmidegg, O.: Der geologische Bau der Steinacher Decke mit dem Anthrazitkohlenflöz am Nöslachjoch (Brenner-Gebiet). Veröff. d. Museums Ferdinandeum (Innsbruck), Bd. 26/29, Klebelsberg-Festschrift, 1949.
43. Schmidegg, O.: Die Stellung der Haller Salzlagerstätte im Bau des Karwendelgebirges. Jb. Geol. Bundesanstalt, 1951.
44. Schmidegg, O.: Achsen- und Flächengefüge beiderseits des Silltalbruches. Tscherm. Min.-petr. Mitteilungen, 3. Folge, Band IV, 1954.
45. Schulz, O.: Neue Beiträge zur Geologie der Gosau-Schichten des Brandenberger Tales (Tirol). Neues Jb. Geol. usw. Abh., Bd. 95, 1952.
46. Schwinner, R.: Das Paläozoikum am Brenner. Centralbl. f. Min. usw., Abt. B., 1925.

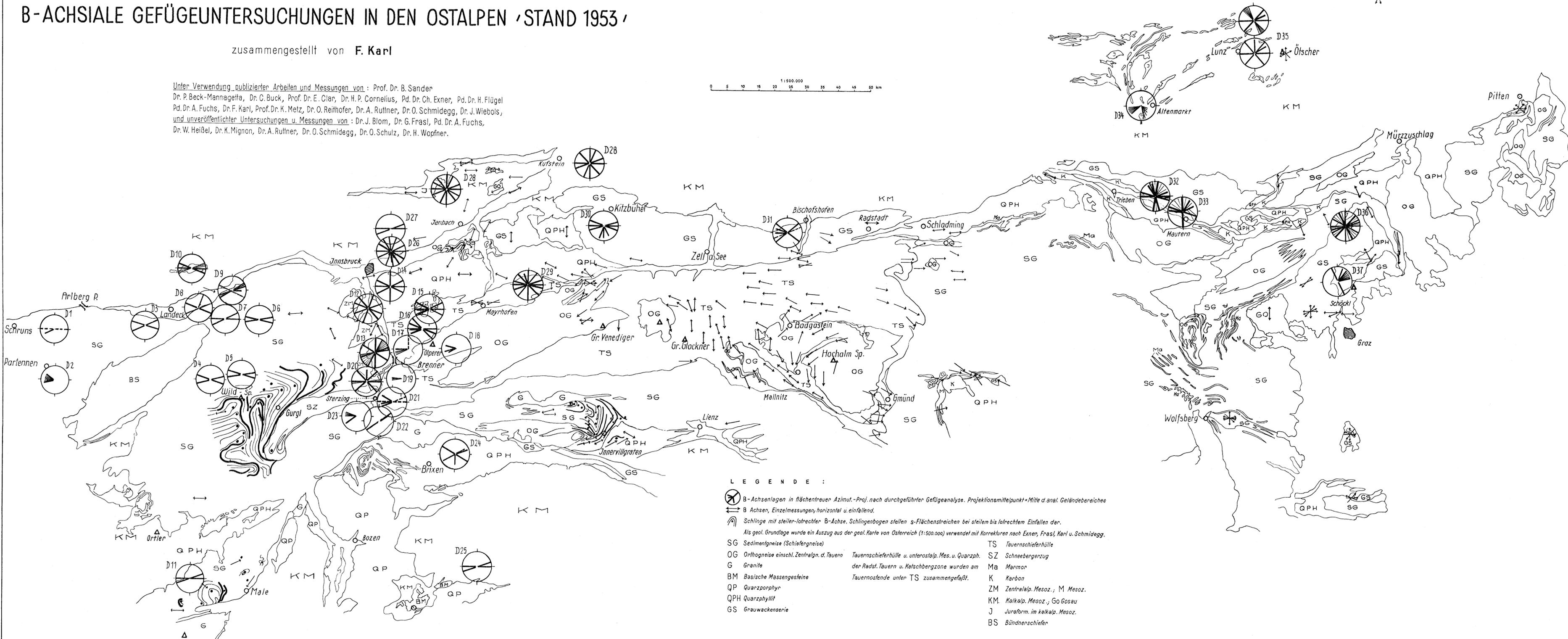
B-ACHSIALE GEFÜGEUNTERSUCHUNGEN IN DEN OSTALPEN · STAND 1953 ·

zusammengestellt von **F. Karl**

Unter Verwendung publizierter Arbeiten und Messungen von : Prof. Dr. B. Sander, Dr. P. Beck-Mannagetta, Dr. C. Buck, Prof. Dr. E. Clar, Dr. H. P. Cornelius, Pd. Dr. Ch. Exner, Pd. Dr. H. Flügel, Pd. Dr. A. Fuchs, Dr. F. Karl, Prof. Dr. K. Metz, Dr. O. Reithofer, Dr. A. Ruttner, Dr. O. Schmidegg, Dr. J. Wiebols, und unveröffentlichter Untersuchungen u. Messungen von : Dr. J. Blom, Dr. G. Frasl, Pd. Dr. A. Fuchs, Dr. W. HeiBel, Dr. K. Mignon, Dr. A. Ruttner, Dr. O. Schmidegg, Dr. O. Schulz, Dr. H. Wopfner.



Lilienfeld



LEGENDE :

- B-Achsenlagen in flächentreuen Azimut.-Proj. nach durchgeführter Gefügeanalyse. Projektionsmittelpunkt = Mitte d. anal. Geländebereiches
- B-Achsen, Einzelmessungen, horizontal u. einfallend.
- Schlinge mit steilen/lotrechten B-Achse. Schlingenbogen stellen s-Flächenstreichen bei steilem bis lotrechtem Einfallen dar.
Als geol. Grundlage wurde ein Auszug aus der geol. Karte von Österreich (1:500.000) verwendet mit Korrekturen nach Exner, Frasl, Karl u. Schmidegg.
- SG Sedimentgneise (Schiefergneise)
- OG Orthogneise einschl. Zentralgn. d. Tauern
- G Granite
- BM Basische Massengesteine
- QP Quarzporphyr
- QPH Quarzphyllit
- GS Grauwackenserie
- TS Tauernschieferhülle
- SZ Schneebergenzug
- Ma Marmor
- K Karbon
- ZM Zentralalp. Mesoz.; M Mesoz.
- KM Kalkalp. Mesoz.; Go Gosau
- J Juraform. im Kalkalp. Mesoz.
- BS Bündnenschiefer