

TEKTONISCHE FORSCHUNG IM NIEDERRHEINISCH-WESTFÄLISCHEN KARBONGEBIRGE

von

RUDOLF E. ADLER (*)

mit 15 Abbildungen und 3 Tabellen

(Manuskript fertiggestellt am 6.10.1973)

KURZZUSAMMENFASSUNG: Alle Deformationen, die das Ruhrkarbon im Verlauf seiner gebirgsbildenden Vorgänge erfahren hat, haben sich mit den Gesetzmäßigkeiten der Formung in der Kleintektonik von Kohle und Gestein abgebildet. Daher geben systematische gefügetektonische Strukturanalysen von Teilbereichen des Ruhrkarbons Auskunft über den Grundbauplan der Falten-, Groß- und Kleinstörungs- sowie Kluftektekonik dieser Bereiche. Außerdem gestatten sie, spezielle primär- und sekundärtektonische sowie gebirgsmechanisch bedingte Deformationserscheinungen zu erkennen und deren Gesetzmäßigkeiten festzulegen sowie Rückschlüsse auf den Ablauf der tektonischen Formung im Gesamtbereich des Ruhrkarbons zu ziehen.

Gleichzeitig sind diese Arbeiten auf dem Gebiet der tektonischen Grundlagenforschung aber auch der Ausgangspunkt für gezielte, praktisch orientierte Untersuchungen zur Erkundung der speziellen tektonischen Verhältnisse im näheren und weiteren Vorfeld bergmännischer Betriebe. Diese Untersuchungen sollen mithelfen, die bergmännische Planung zu erleichtern, Unfälle und Betriebsausfälle zu vermeiden und das Investitionsrisiko im Bergbau zu vermindern. Diese Arbeiten werden heute unter Einsatz von Photogrammetrie, EDV und Lasertechnik durchgeführt. Über einige Ergebnisse dieser Untersuchungen wird im folgenden kurz berichtet.

INHALT:

1. Aufgaben der tektonischen Forschung im Ruhrkarbon
2. Tektonische Strukturanalyse und Formungssynthese
3. Tektonische Formung und tektonischer Grundbauplan des Ruhrkarbons
4. Spezielle tektonische Bauformen und Überformungen
 - 4.1. Kleintektonische Grundgefügeprägung
 - 4.2. Sekundärer Gebirgsdruckeinfluß
 - 4.2.1. Entspannungstektonik bei Hohlraumbildung
 - 4.2.2. Gefügeprägung durch Entspannung an der Karbonoberfläche
 - 4.3. Formender Einfluß von Faziesunregelmäßigkeiten
 - 4.4. Störungs- und Störungsbegleittektonik
 - 4.4.1. Schichtrotation an Störungen
 - 4.4.2. Störungsbegleittektonik
 - 4.5. Lineamenttektonik
5. Bruchtektonik des nördlichen Ruhrkarbons

Literatur

(*) Anschrift des Verfassers: Professor Dr. rer. nat. Rudolf E. ADLER, Technische Universität Clausthal, Geologisches Institut, D3392 Clausthal-Zellerfeld, Leibnizstraße 10, sowie D8200 Rosenheim, Isarstraße 8, Bundesrepublik Deutschland (BRD).

Für die Förderung der vorliegenden Arbeit sei dem Minister für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Ruhrkohle AG gedankt. Meiner Frau I.K. ADLER danke ich für ihre Mitwirkung bei der Materialbearbeitung und Zusammenstellung des Textes sowie für die Übernahme der Schreibarbeiten, Frau E. SCHOOF für die Mithilfe bei den Zeichenarbeiten.

1. Aufgaben der tektonischen Forschung im Ruhrkarbon

Wie alle modernen Wissenschaften hat auch die Tektonik eine dreifache Aufgabe zu erfüllen:

1. neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und diese zu dem vorhandenen Wissen in Beziehung zu setzen,
2. das vorhandene Wissen zu bewahren, kritisch zu überprüfen, zu korrigieren und weiterzugeben und
3. alle neuen Erkenntnisse und alles Wissen zur Sicherung und Verbesserung des Lebens der Menschen auf dieser Erde zivilisatorisch nutzbar zu machen.

Als Geowissenschaft untersucht die Tektonik speziell die Form, das Material, den Aufbau, die physikalischen Eigenschaften und das physikalische Verhalten der einzelnen Bauelemente der Erdkruste, deren Position innerhalb der Kruste, deren Beziehungen zueinander sowie deren Entstehung, Entstehungsbedingungen und Entstehungsgesetze, zieht daraus Rückschlüsse auf die Entstehung und Entwicklung einzelner Erdkrustenteile sowie auch auf die Genese der Gesamterde und bemüht sich, aus den Ergebnissen dieser Arbeiten technisch verwertbare sowie praktisch-volkswirtschaftlich nutzbare Aussagen abzuleiten.

Damit ist montantektonische Grundlagenforschung im Ruhrkarbon zugleich auch Angewandte Forschung. Jedes wissenschaftliche Ergebnis dieser Forschung besitzt stets auch eine praktische wirtschaftlich-soziologische Bedeutung. Alle Untersuchungen, die zu Aussagen über den strukturellen Bau von noch nicht erschlossenen Gebirgs-teilen führen, sind zugleich auch eine praktische tektonische Vorfelderkundung für die Belange des Bergbaus (vgl. R.E. ADLER

1973, D. ERMERT 1973, A. PAFFRATH 1973, K.H. RÜLLER 1973).

Zur Durchführung ihrer Arbeiten bedient sich die Tektonik heute sowohl geowissenschaftlicher als auch physikalischer, mathematischer und mathematisch-statistischer sowie ingenieurwissenschaftlicher und technischer Arbeitsmethoden. EDV, Lasertechnik und Stereophotogrammetrie (vgl. R. DANN 1973, H. LAUTSCH 1973) sind ihre modernen Arbeitsmittel. Spezielle geologisch-tektonische Kartierungen unter voller Berücksichtigung von Stratigraphie, Petrographie und Fazies sowie geodätisch exakte Vermessungen, Einmessungen und Zulagen schaffen die unerläßlichen Voraussetzungen für die großzahlstatistische, gefügetektonische Strukturanalyse und Formungssynthese von Gebirgskörpern. Mechanische Experimente, Modellversuche und mathematische Simulationen vermitteln darüber hinaus die Modellvorstellungen, von denen die Tektonik bei diesen Strukturanalysen und Formungssynthesen ausgeht (vgl. R. HOEPPENER 1972, L. MÜLLER 1973).

Diese Arbeitsweise verbindet die Tektonik über ihre geowissenschaftlichen Verknüpfungen hinaus nicht nur besonders eng mit der Physik, Mathematik und Informatik — die sich gleichfalls darum bemüht, durch das Verarbeiten von Daten über einen bestimmten Sachverhalt Informationen über daraus sich ergebende neue Sachverhalte zu gewinnen — sondern vor allem auch mit den Montan- und Ingenieurwissenschaften und der Technik. Diese neue und exakte Arbeitsweise ist zugleich auch die Basis für die heute unerläßliche Gemeinschaftsforschung mit diesen Wissenschaften und der Technik. Sie hat die Tektonik für die Montan- und Ingenieurwissenschaften zu einem willkommenen Partner bei der Lösung von praktisch-geotechnischen Fragen gemacht.

Gleichzeitig ist durch die enge Zusammen-

arbeit von Tektonikern und Ingenieuren bei der Lösung von geotechnischen Problemen aber auch deutlich geworden, daß kein Computer den tektonisch arbeitenden Geologen je ersetzen kann, sondern daß gerade EDV und Mechanisierung den Geologen mehr denn je erfordern. Im Zeitalter des Computers sind Wissenschaft und Praxis mehr als je zuvor auf die persönliche tektonische Feldarbeit des Geologen, auf seine persönliche Zusammenschau unendlich vieler Einzelbeobachtungen und auf seine persönliche Kombination angewiesen.

Ziel der montantektonischen Forschung im Ruhrkarbon ist es, durch Analyse der Biege- und Bruchstrukturen des aufgeschlossenen Gebirges Auskunft über den Bau und die Entstehung des Ruhrkarbons insgesamt und damit auch über die Strukturen im Vorfeld bergmännischer Aufschlüsse sowie über die Entstehungsgesetze von Gebirgen ganz allgemein zu erhalten. Dabei ist das rein *geowissenschaftliche Interesse* in erster Linie darauf gerichtet, aus einer tektonischen Bestandsaufnahme die Genese des Ruhrkarbons abzuleiten und das Zusammenwirken von Biege- und Bruchdeformation bei der Gebirgsbildung sowie die allgemeingültigen Formungsgesetze und deren Geltungsbedingungen kennenzulernen. Für den *praktischen Bergbau* ist es jedoch von entscheidender Bedeutung, möglichst frühzeitig exakte und detaillierte Angaben über den strukturellen Bau des Gebirges zu erhalten, in dem in naher und fernerer Zukunft ein Steinkohlenabbau betrieben werden soll und muß. Unterlagen über den tektonischen Bau des unmittelbaren Vorfeldes von Gewinnungsbetrieben sind für die laufende Abbauführung sowie für die Grubensicherheit von großer Bedeutung, Unterlagen über den tektonischen Bau des weiträumigen Vorfeldes für jede mittelfristige Abbauplanung und Hinweise auf den strukturellen Bau großtektonischer Bereiche für alle langfristigen und großräumigen bergmännischen Planungen (vgl. H. PALM 1973).

Eine zunehmende Kenntnis des strukturellen Groß- und vor allem des Feinbaues des aufgeschlossenen Karbongebirges im

Ruhrgebiet, der speziellen Gesetzmäßigkeiten der tektonischen Deformation und des Zusammenwirkens von Biege- und Bruchdeformation in diesem Bereich sowie des Trends der tektonischen Entwicklung gestatten in zunehmendem Maße auch eine tektonische Projektion, Schlüsse auf den tektonischen Bau des bergmännischen Vorfeldes in horizontaler und vertikaler Richtung. Damit wird jede montantektonische Forschung im Ruhrkarbon auch zugleich zu einer „tektonischen Vorfelderkundung“ und die „tektonische Projektion“, auf Bestandsaufnahme und Ableitung von Formungsgesetzen und Genese fußend, zu einem ihrer Endziele.

Durch systematische tektonische Bestandsaufnahme, Strukturanalyse, Formungssynthese und Projektion — durch „tektonische Vorfelderkundung“ — kann die montantektonische Forschung ganz wesentlich dazu beitragen, „das Investitionsrisiko des Bergbaus zu vermindern“ und damit „dem Steinkohlenbergmann an der Ruhr sehr viel Hilfe geben“ (H.-L. JACOB 1973), zu einer Zeit, da eine erfolgreiche und wirtschaftliche Durchführung einer weitgehend mechanisierten Steinkohlengewinnung wieder mehr denn je im Interesse der Versorgungssicherheit Europas auf dem Gebiet der Energie- und Rohstoffversorgung als unbedingt notwendig erachtet wird. Damit kann eine gezielte montantektonische Forschung heute sowohl einen Beitrag zur „Vorsorge gegen zeitweilige Versorgungsstörungen“ als auch zur „Sicherstellung einer langfristigen Versorgung“ auf dem Steinkohlensektor und letztlich damit auch zur Sicherung von Arbeitsplätzen leisten.

Da — wie ausgeführt — moderne tektonische Forschung vor allem im Montanbereich ebensoviel Angewandte Mechanik, Mathematische Statistik, Geodäsie, Darstellende Geometrie und Ingenieurwissenschaft wie Geologie ist, kann die Erforschung der tektonischen Deformation des Ruhrkarbons mit ihren Gesetzmäßigkeiten naturgemäß nur in einer langfristigen, intensiven und interdisziplinären Gemeinschaftsarbeit von Geowissenschaftlern mit Bergbauingenieuren, Markscheidern und Mathematikern bewältigt

werden. Zu dieser hat sich heute im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge Westdeutschlands ein Tektonischer Arbeitskreis aus Wissenschaftlern und Praktikern zusammengefunden.

2. Tektonische Strukturanalyse und Formungssynthese

Jede tektonische Formung folgt — auch was ihre physikalisch-chemischen Vorgänge anbetrifft — stets den Gesetzen der Mechanik (L. MÜLLER 1933, 1963). Dabei läuft sie streng material-, situations- und damit zugleich auch ortsbezogen ab. Aus diesem Grunde müssen auch alle tektonischen Erhebungen und Bearbeitungen gleichfalls streng material-, situations-, und ortsbezogen durchgeführt werden (B. SANDER 1948) und von der Ermittlung der speziellen tektonischen Formung der kleinsten, noch in bezug auf ihre Schichtlage, Petrographie, Fazies, tektonische Position, Situation und Formung homogen aufgebauten Formungsteilbereiche ausgehen. Dabei bedeutet Homogenität als unabdingbare Voraussetzung für jede gefügetektonische Strukturanalyse und Formungssynthese, daß jeder als homogen definierte Gebirgskörperteilbereich eine einheitliche Schichtlage, Petrographie und Fazies, eine klar umrissene geologische Position und tektonische Situation sowie auch einen einheitlichen Verformungsgrad aufweist. Erst die Ergebnisse dieser Teilbereichsanalysen schaffen die Voraussetzungen, um zur Ableitung des tektonischen Deformationsbildes der übergeordneten Großbereiche zu gelangen.

Tektonische Risse, Karten und Schnitte eines Untersuchungsgebietes geben weitgehend Aufschluß über dessen Lagerungsverhältnisse, Faltenbau und Großstörungen. Seine kleintektonische Bruchdeformation und die Gesetzmäßigkeiten seines tektonischen Baues — die wesentlichsten Grundlagen jeder tektonischen Projektion — sind jedoch nur aus den mit allen weiteren Kartierungsergebnissen zu Tektogrammen zusammengefaßten, kombinierten, synoptischen Polpunkt- und gewichteten Isoliniengefügediagrammen seiner homogenen Formungsteil-

bereiche zu erkennen. Eine Analyse dieser Diagramme gibt Antwort auf die Fragen, die bei allen theoretisch- und angewandtwissenschaftlichen tektonischen Untersuchungen ebenso wie auch bei allen praktischen tektonischen Arbeiten immer wieder von neuem bearbeitet werden müssen (Tab. 1).

Werden diese kombinierten Polpunkt- und gewichteten Isoliniengefügediagramme unter Berücksichtigung aller Abhängigkeiten und Einflußmöglichkeiten im Rahmen von tektonischen Strukturanalysen und Formungssynthesen lokal und regional ausgewertet, wird deutlich, welche primären und sekundären Deformationskörpererelemente am Aufbau eines homogenen Deformationskörpers bzw. Gefügeteilbereiches beteiligt sind, welche Trenn- und Gleitbrüche seine einzelnen Deformationskörpererelemente aufbauen, welche Größe deren Flächen besitzen, wie die einzelnen Trennflächenmaxima der verschiedenen Deformationskörpererelemente aufgebaut sind, welche Winkelbeziehungen zwischen den einzelnen Trennflächenscharen bestehen, welche Trenn- und Gleitbrüche, Spalten und Störungen auftreten oder auftreten können und wie diese orientiert und zugeordnet sind oder sein können, wie die einzelnen Trennflächen ausgebildet und ausgestaltet sind oder sein können, welche Orientierung Deformationskörpererelemente und tektonische Formelemente haben und welche Beziehungen zwischen ihnen bestehen, welche Beziehungen zwischen Petrographie, Fazies, Bruch- und Biegedeformation bestehen, welche genetische Entwicklung der betrachtete Gefügeteilbereich durchgemacht hat, wie er in das übergeordnete Großgefüge einzuordnen ist und welchen Einfluß das analysierte Teilgefüge auf eine anthropogene Materialnutzung (Ingenieurbau) oder -gewinnung (Bergbau) ausüben kann (Tab. 2). Diese Aussagen umfassen alle Angaben, die auch für eine technische Beurteilung der geologisch-tektonischen Situation eines Gebirgskörperteilbereiches von entscheidender Bedeutung sind.

Jede gefügetektonische Strukturanalyse und Formungssynthese geht stets vom „Idealwürfel der Bruchdeformation“ aus (R.E. ADLER 1973). Dieser zeigt, daß in einem

TABELLE 1

Fragestellungen bei theoretisch- und praktisch-wissenschaftlichen sowie
bei angewandt-tektonischen Untersuchungen

1. Ermittlung der statistischen Repräsentanz der einzelnen tektonischen Formelemente eines interessierenden Betrachtungsbereiches in Abhängigkeit von Material, Formung und tektonischer Situation
2. Lokalisierung und Abgrenzung einzelner Formungsteilbereiche
3. Ermittlung der tektonischen Bedeutung jeder Art von tektonischen Formelementen je Formungsteilbereich
4. Ermittlung der technischen Bedeutung jeder Art von tektonischen Formelementen je Formungsteilbereich
5. Ermittlung der Grundgefügeprägung je Formungsteilbereich und ihrer spezifischen Eigenheiten
6. Ermittlung der Gefügearmonie und/oder -disharmonie der Teilgefüge je Formungsteilbereich sowie der tektonischen Relationen erster und zweiter Art innerhalb der einzelnen Teilgefüge und zwischen diesen
7. Ermittlung des Einflusses der „tektonischen Lage“ auf die Gefügeprägung der einzelnen Formungsteilbereiche
8. Ermittlung der Grundgefügeüberlagerungen in Grenzgebieten zwischen einzelnen Formungsteilbereichen und Lokalisierung und Abgrenzung der Überlagerungsbereiche
9. Ermittlung des Einflusses von Gesteinsausbildung und Faziesschwankungen auf die kleintektonische Gefügeprägung
10. Ermittlung des Einflusses von Schichtmächtigkeiten und Mächtigkeitsschwankungen auf die kleintektonische Gefügeprägung
11. Ermittlung des tektonischen Einflusses von Schwäche-, Störungs- und Beanspruchungszonen auf die Grundgefügeprägung sowie Lokalisierung und Abgrenzung dieser Zonen und ihrer Einflussträume
12. Ermittlung der spezifischen Zusammenhänge zwischen Groß- und Kleintektonik
13. Ermittlung der spezifischen Zusammenhänge zwischen vertikaler und lateraler Kompaktion und Biege-, Fließ- und Bruchtektonik innerhalb der einzelnen Formungsteilbereiche
14. Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Teilbereichs- und Gesamtbereichsformung
15. Ermittlung des Einflusses „formungsfremder“ Strukturen (Lineamente) auf die Bereichsformung und umgekehrt
16. Ermittlung des Einflusses sekundärtektonischer Formungen auf die Primärtektonik und umgekehrt
17. Ermittlung des Einflusses von Entspannungsflächen und -räumen auf die Primär- und Sekundärtektonik und umgekehrt
18. Ermittlung des Einflusses bergbaulicher Maßnahmen und Bauformen auf die Primär- und Sekundärtektonik und umgekehrt
19. Ermittlung des Einflusses ingenieurbaulicher Maßnahmen und Bauformen auf die Primär- und Sekundärtektonik und umgekehrt
20. Ermittlung des Einflusses hydrogeologischer und hydrologischer Faktoren und Maßnahmen auf die Primär- und Sekundärtektonik und umgekehrt

Deformationskörperelement grundsätzlich drei Scharen von einscharigen Trennbrüchen (ab, ac und bc, bzw. in Computer-Schreibweise AB, AC, BC) und drei Paare von zweisecharigen Gleitbrüchen (hk0, h0l, 0kl, bzw. HK0, H0L, 0KL) aufreißen können und daß an diesen Gleitbrüchen auch unterschiedliche Störungsbewegungen ablaufen können. Wie jedoch die Mechanik nachweist, ist eine gleichzeitige Bildung all dieser

Flächen nicht möglich. Einmal hängt es vom Kräfteverhältnis — im allgemeinen Fall $n_1 > n_2 > n_3$ — und der Orientierung der formenden Hauptkräfte (parallel zu den Gefügeachsen a, b, c bzw. A, B, C) ab, welche Flächenscharen jeweils aufreißen können. Zum anderen bestimmen auch das Gestein und sein Verhalten bei der Formung sowie die speziellen Formungsumstände und die Formung selbst, ob bei jeweils ebenem

Tektonische Analyse und Synthese

A) *Tektonische Analyse* (Strukturanalyse)

(Feststellungen zum Deformationskörperaufbau)

1. Deformationskörperelement-Ausbildung
 - a) Primär- und Sekundärelementanalyse (Symmetriebeziehungen)
 - b) Flächenbeteiligung (SS, KL, SP, ST, TP, SF), Flächengröße (MTG)
 - c) Maxima-Besetzung, Winkelbeziehungen (Kräfteplan)
 - d) Prozentverhältnisse, Streugrad
 - e) Relationen erster und zweiter Ordnung
2. Deformationskörperelement-Ausgestaltung
 - a) Gewichtsverhältnisse (Gewichtsverteilung)
 - b) Störungsausprägung (Scherklüfte, Scherflächen, Bewegungssinn)
 - c) Spaltenbildung und -ausbildung (Öffnungsgrad)
 - d) spezielle Flächenausbildung (Flächenform)
 - e) spezielle Flächenausgestaltung (Besteige)
3. Deformationskörperelement-Orientierung (räumlich und regional)
4. Deformationskörperelement-Zuordnung (B-G, B-T, B-D, B-SP, B-F, B-SS, B-SZ, B-ST, B-SF)
5. Deformationskörperelement-Beeinflussung (positiv und negativ)
 - a) primär (Gebirgsbau, Faziesausbildung, Schichtmächtigkeit)
 - b) sekundär (Gebirgsdruck, Anthropogeneinfluß)

- B) *Tektonische Synthese* (Formungssynthese)

(Feststellungen zur Deformationskörperentwicklung)

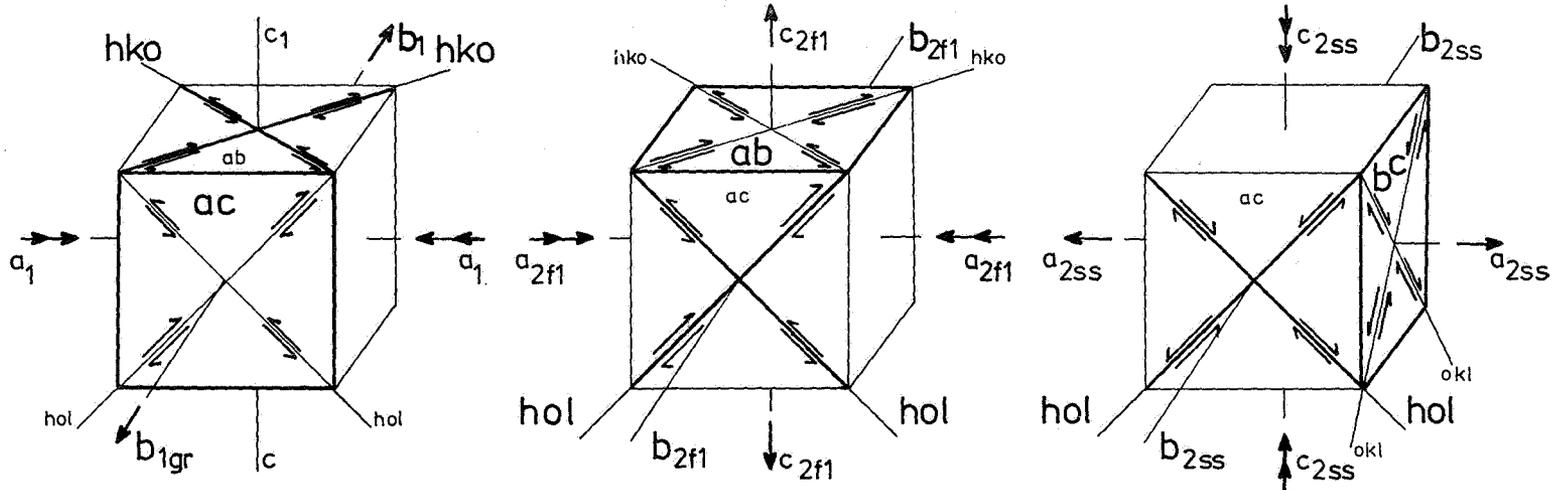
1. Deformationskörperzuordnung zur Biegedeformation (Flexuren, Falten, Beulen)
2. Deformationskörperreihung in Formungsbereiche (tektonische Lage)
3. Deformationskörpergenese (primär und sekundär)
4. Deformationskörper-Über- oder Umformung (Gebirgsbildung, Gebirgsdruck, Anthropogeneinfluß)
5. Deformationskörper-Einflußnahme (auf Materialnutzung oder -gewinnung)

Beanspruchungszustand (primär $n_1 \gg n_3$, sekundär $n_1 \gg n_2$) bei sprödem Gesteinsverhalten einschichtige Trennbrüche senkrecht zur kleineren Kraft (n_3 oder n_2) oder bei plastisch-viskosem Gesteinsverhalten zweiseichtige Gleitbrüche diagonal zu den beiden formenden Kräften mit spitzem Scherflächenwinkel in Richtung der größeren Kraft (n_1) aufreißen, wobei zumeist auch noch eine der beiden Flächenscharen aufgrund ihrer ungünstigeren tektonischen Lage mehr oder weniger stark zurücktritt. Alle Flächenscharen, die jeweils bei einem ganz bestimmten Kräfteverhältnis gebildet werden können, werden im allgemeinen zu einem Beanspruchungskörper zusammengefaßt (Abb. 1).

3. *Tektonische Formung und tektonischer Grundbauplan des Ruhrkarbons*

Setzt man die Ergebnisse der neuen montan-tektonischen Spezialuntersuchungen aus dem Ruhrkarbon (R.E. ADLER 1969, 1973, G. DROZDZEWSKI 1973, D. ERMERT 1970, R. HAYDN 1972, H.-L. JACOB 1972, W. PFISTERER 1973, R. TEICHMÜLLER 1973) zu den Ergebnissen der grundlegenden Arbeiten zur Tektonogenese des Ruhrkarbons von S. KIENOW (1955), G. SEIDEL (1957) und H. BREDDIN (1956, 1958) sowie zu den neuen Arbeiten in Beziehung, die sich speziell mit den mechanischen Gesetzmäßigkeiten tektonischer Formungsvorgänge sowie mit deren mathema-

Hauptbeanspruchungskörper der tektonischen Formung



$n_a \gg n_c > n_b$
 pr. sek.
 ac (ab=ss)
 hko \nearrow (hol \triangleleft)
 $b_1 = b_{gr}$ - Gefügeanteil
 Scherung

$n_a \gg n_b > n_c$
 pr. sek.
 ab=ss (ac)
 hol \triangleleft (hko \nearrow)
 $b_2 = b_{f1}$ - Gefügeanteil
 Faltung

$n_c \gg n_b > n_a$
 pr. sek.
 bc (ac)
 hol \nwarrow (okl \nearrow)
 $b_2 = b_{ss}$ - Gefügeanteil
 Zerrung

$n_c > n_a > n_b$
 ac
 okl \nwarrow \rightarrow Großsprünge

Abb.1

tischer Simulation und experimentellem Nachvollzug auseinandersetzen (H. BOCK 1972, P.R. COBBOLD, J.W. COSGROVE und J.M. SUMMERS 1971, G.W. CROSBY und P.K. LINK 1972, G.H. EISBACHER 1973, R. HOEPPENER 1972, M. LANGER 1972, L. MÜLLER 1973), wird es möglich, einen ersten, allgemeinen Überblick über das Wirken der formenden Kräfte und die Bruch- und Biegedeformation im Verlauf der Tektogenese des Ruhrkarbons zu geben (Abb. 2).

Bei dieser Tektogenese lassen sich im wesentlichen vier unterschiedliche Deformationsstadien voneinander unterscheiden. Diese sind jedoch durch mannigfaltige Übergänge miteinander verbunden. Ihnen können trotz der Vielfalt der Ausdrucksformen der tektonischen Bruch- und Biegedeformation alle während der asturischen Gebirgsbildung im Bereich des Ruhrkohlentrogens entstandenen tektonischen Deformationserscheinungen zugeordnet werden. Für jede dieser Formungsphasen ist für den gesamten Betrachtungsbereich eine ganz bestimmte Hauptbeanspruchungs- und somit auch Deformations-Bachsenrichtung charakteristisch (vgl. Abb. 15). Wirkungsdauer, -zeit und -intensität dieser Phasen weisen regional starke Unterschiede auf, folgen jedoch ebenfalls bestimmten Gesetzmäßigkeiten und lassen auch eine gewisse Abhängigkeit vom Generalstreichen des Ruhrkarbons und dessen Hauptbeanspruchungsrichtungen erkennen.

So läßt sich nahezu im gesamten Bereich der Ruhrkohlenfaltung eine frühe Gefügeprägung nach einer mittleren Gefüge-Bachsenlage von $B_1 = B\text{-SH} = 95$ bzw. $295/0 - 10$ nachweisen (Angaben in Gon nach DIN 21900 in Computer-Schreibweise). Bei plastisch-viskosem Gesteinsverhalten in weiten Gebieten vor allem des nördlichen und nordwestlichen Ruhrkarbons kam es bei einem Kräfteverhältnis von $NA \gg NC > NB$ zur Ausbildung von zu dieser Gefüge-B1-achse diagonalen HKO1-Gleitbrüchen, bei sprödem Gesteinsverhalten dagegen, bevorzugt in Teilen des südlichen Ruhrgebietes sowie auch in den Spezialfalten des nördlichen Ruhrkarbons, vor allem zur Ausprägung von querschlägigen AC1-Trennbrüchen (Abb.

1, erster Würfel).

Das daran anschließende Großfaltungsstadium mit einer aus der Herausbildung der Großfalten resultierenden Querbruchtektonik (OKL2-F1) in Abhängigkeit von den Kulminations- und Depressionszonen des Großfaltens folgt einer Gefüge-Bachsenrichtung von $B_2\text{-F1} = 75$ bzw. $275/0\text{-}5$ bei einem Kräfteansatz von $NA \gg NB > NC$ (Abb. 1, zweiter Würfel). Bei den ersten abschiebenden Bewegungen an OKL2-F1-Flächen war die Herausbildung von Kulminations- und Depressionszonen (Querwellung) einem Kräfteverhältnis von $NC > NA > NB$ unterworfen.

Die anschließende Spezialfaltungsphase läßt eine mittlere Gefüge-Bachsenlage von $B_2\text{-F2} = 60$ bzw. $260/0 - 10$ erkennen und wird durch ein Kräfteverhältnis von $NA \gg NB > NC$ bewirkt. Dieses erlaubt primär eine Bildung von AB-Trennbrüchen mit anschließender Biegegleitung auf diesen Flächen und/oder eine Bildung von zur Gefüge-B2-achse parallel streichenden HOL2-F2-Gleitbrüchen mit Aufschiebungen, sekundär dagegen eine Bildung von querschlägigen AC2-F2-Trennbrüchen und/oder diagonalen HKO2-F2-Gleitbrüchen mit Verschiebungen. Im gesamten Bereich der Ruhrkohlengebirgsbildung hat dieses Kräfteverhältnis vor allem eine mehr oder weniger starke Biegegleitung und eine nach Süden zunehmende HOL2-F2-Gleitbruchbildung mit Aufschiebungen sowie auch das Auftreten von zahlreichen AC2-F2-Trennbrüchen ausgelöst (Abb. 1, zweiter Würfel).

Mit Aufrichtung der Schichten durch die Faltung wird vor allem in den Spezialfalten des Ruhrkarbons unter Beibehaltung der vorher genannten Gefüge-Bachsenlage ($B_2\text{-F2} = B_2\text{-SS}$) durch Materialstau im Faltenkern ($NC > NA > NB$) zunehmend auch eine Zerrung der Schichten wirksam. Diese ist auf die Wirkung eines Kräfteverhältnisses von $NCSS \gg NBSS > NASS$ zurückzuführen. Dadurch kann primär eine Bildung von BC2-SS-Trennbrüchen und/oder HOL2-SS-Gleitbrüchen mit gelegentlich kleineren Abschiebungen an diesen Flächen, sekundär eine Bildung von AC2-SS-Trennbrüchen und/

TEKTONISCHE ÜBERSICHTSKARTE DES RUHRKARBONS NACH P.KUKUK

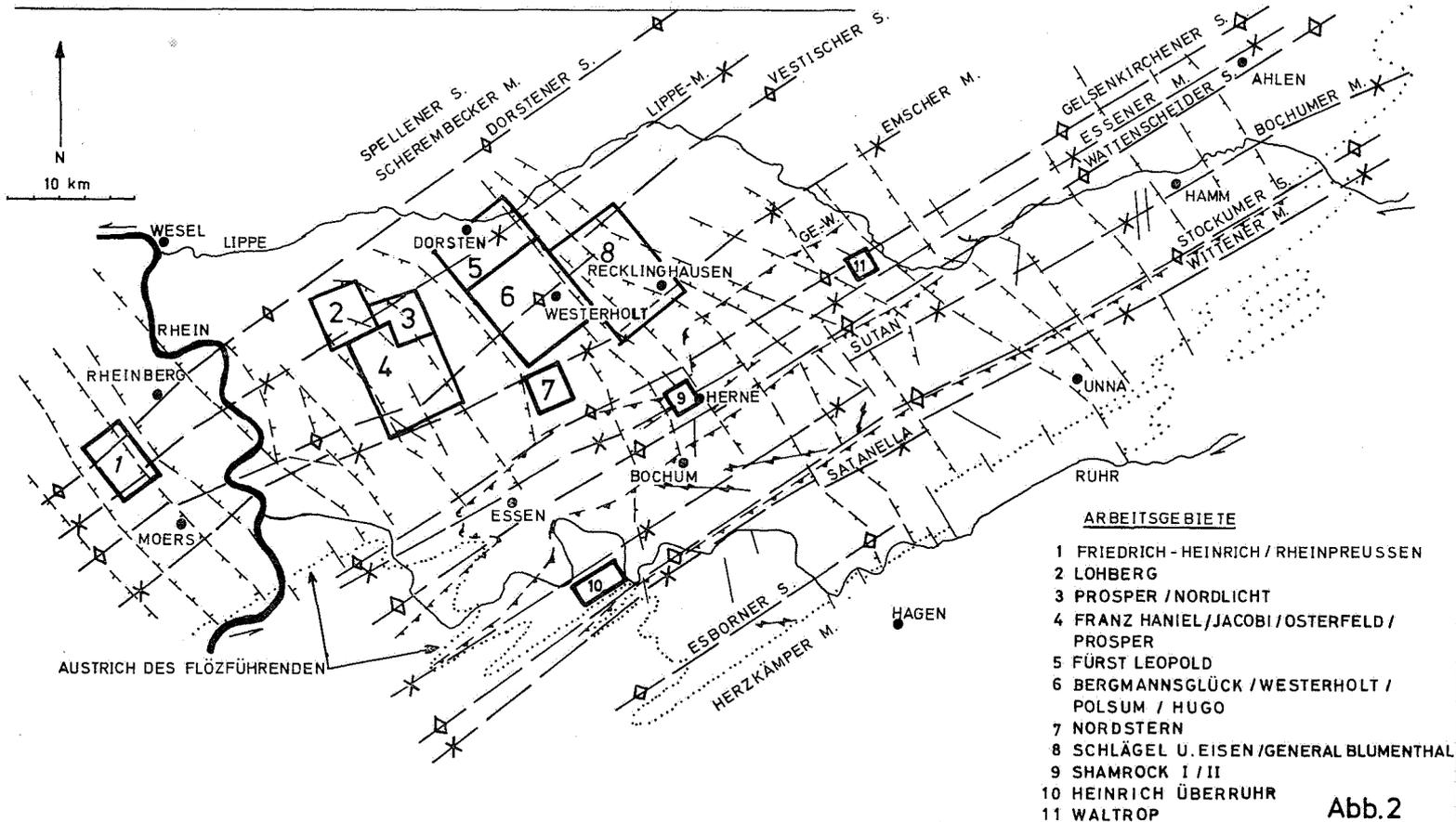


Abb.2

oder OKL2-SS-Gleitbrüchen erfolgen. Diese Kräfteeinwirkung hat im gesamten Bereich der Ruhrkohlenfaltung vor allem zur Ausbildung von BC2-SS-Trennbrüchen und OKL2-SS-Gleitbrüchen sowie gelegentlich zu Abschiebungen an diesen OKL2-SS-Gleitbrüchen und mitunter auch an älteren oder neu gebildeten HOL2-SS-Gleitbrüchen geführt (Abb. 1, dritter Würfel).

Gegen Ende der gebirgsbildenden Vorgänge hat die *Heraushebung des Gebirges* bei ebenfalls weitgehend gleichbleibender Gefüge-B-achsenlage (B2-SP) nach einem Kräfteverhältnis von $NC > NA > NB$, das nur eine primäre Bildung von querschlägigen OKL-Gleitbrüchen mit Abschiebungen und/oder AC-Trennbrüchen erlaubt, noch zur Ausbildung von größeren und großen OKL-Abschiebungen geführt. Wie detaillierte Gefügeanalysen ergeben haben, werden in diese abschiebenden Bewegungen — soweit vorhanden — auch frühere Flächenbildungen in günstiger tektonischer Lage, wie HKO1- und HKO2-Flächen, immer wieder mit einbezogen (vgl. G. SEIDEL 1957).

Entsprechend der Dreigliederung des Ruhrkarbons in ein germanotypes Schollengebirge der West-, Nord- und Ostrandbereiche, ein zerblocktes Bruchfaltengebirge nördlich und ein alpinotypes Faltengebirge südlich des Gelsenkirchener Hauptsattels (Abb. 2) und der vom Niederrhein nach Osten zum Zentrum des Troges hin zunehmenden, jedoch weiter nach Osten hin wieder ebenso wie nach Norden hin abnehmenden Formungsintensität ist die Stärke der Ausbildung groß- und kleintektonischer Bruch- und Biegedeformationen innerhalb des Ruhrkarbons örtlich starken Schwankungen unterworfen. Außerdem überlagern sich Bruch- und Biegedeformationen regional mehr oder weniger stark und beeinflussen sich gegenseitig. Dennoch lassen sich aber für die tektonische Deformation der einzelnen Groß- und Hauptfalteneinheiten auf weite Erstreckung hin typische Deformationsbilder nachweisen. Dabei können vom West- und Nordrand des Karbontroges ausgehend nach Süden bzw. zu dessen Zentrum hin acht verschiedene Intensitätsstufen für das Zusammenwirken

von Bruch- und Biegedeformation bei der Ruhrkohlen-Gebirgsbildung festgelegt werden. Diese sind auf ein nach Zeit, Dauer, Kraftänderung und Intensität unterschiedliches Wirken der formenden Hauptkräfte — im allgemeinen Fall $N1-F > N2-F > N3-F$ (F = Hauptformung der Gebirgsbildung) — in Abhängigkeit vom geologischen Bezugssystem — den in ihrer Zuordnung jeweils zu definierenden Gefügekoordinaten A, B, C ($A-, B-, C-F$ = Hauptformungskoordinaten, $A-, B-, C-F1$ = Groß- bzw. Hauptfaltungs-, $A-, B-, C-F2$ = Spezialfaltungs-, $A-, B-, C-SS$ = Schichtlage bezogene Gefügekoordinaten, $A-, B-, C-SH$ = Hauptscherungskoordinaten) — zurückzuführen (Tab. 3, Abb. 1).

Fazielle Unregelmäßigkeiten in der Schichtausbildung, eine spezielle Gefügeprägung in der Umgebung von Störungen sowie in Schwächezonen des Gebirges oder der formende Einfluß von Lineamenten können diese Gefügeprägung entweder überlagern oder umformen. Dabei kann es zur Ausbildung von für die jeweilige Überformung charakteristischen B3-Teilgefügen kommen. Weiterhin wurde festgestellt, daß in einem Gebirgsverband, der durch tektonische Phänomene wie etwa Störungen oder Schwächezonen des Gebirges und/oder bergbauliche Einwirkungen stark aufgelockert ist, das primäre tektonische Bruchflächengefüge auch durch Gebirgsdruckeinwirkung weiter ausgestaltet und/oder durch zusätzliche Rißbildungen ergänzt werden kann.

4. Spezielle tektonische Bauformen und Überformungen

Jede tektonische und gebirgsmechanische Überformung der tektonischen Grundgefügeprägung (Tab. 3) kann, wird sie nicht rechtzeitig erkannt, den Bergbau empfindlich stören, wenn nicht sogar zum Erliegen bringen. Daher ist es das Bestreben jeder montan-tektonischen Forschung, derartige Anomalien möglichst frühzeitig zu erkennen und in ihrem Aufbau zu definieren. Umfangreiche Untersuchungen der letzten Jahre haben

TABELLE 3

Intensitätsstufen kleintektonischer Bruchdeformation

*Erste Intensitätsstufe, Typ Niederrhein: B1 (\pm B2) — Teilgefüge*B1: HKO1, ((\pm HOL1)), ((\pm OKL1)), \pm AC1 in sprödem GesteinB2: (\pm AC2), ((\pm HKO2))

Störungstektonik: OKL2-F-Abschiebungen, HKO2-Verschiebungen (HOL2-Aufschiebungen)

*Zweite Intensitätsstufe, Typ Lippe-Großmulde: B1 \gg B2-Teilgefüge*B1: HKO1, ((\pm HOL1)), ((\pm OKL1)), \pm AC1 in sprödem GesteinB2: AC2 = HKO1-gelenkt, (HKO2), (\pm HOL2), ((\pm BC 2 = HKO1-gelenkt))Störungstektonik: HKO2-Verschiebungen, (HOL1/2-Abschiebungen), (HOL2-Aufschiebungen)
größere OKL2-F-Abschiebungen, HKO2-F-Verschiebungen*Dritte Intensitätsstufe, Typ westlicher Vestischer Großsattel B1 \cong B2-Teilgefüge*B1: HKO1 \pm gestreut, (\pm HOL1), ((\pm OKL1)), \pm AC1 in sprödem GesteinB2: HKO2 \cong AC2, (\pm HOL2), (\pm BC2 \pm HKO1-gelenkt)Störungstektonik: HKO2-Verschiebungen, (HOL2-Aufschiebungen), (OKL2-Abschiebungen)
größere OKL2-F-Abschiebungen*Vierte Intensitätsstufe, Typ Emscher-Großmulde: B1 \leq B2-Teilgefüge*B1: HKO1 \pm gestreut oder zweipaarig, (\pm HOL1), ((\pm OKL1)), \pm AC1 in sprödem GesteinB2: HKO2 \cong AC2, (\pm HOL2), (\pm OKL2), (\pm BC2): AC2 und BC2 weitgehend selbständig!Störungstektonik: HOL2-Aufschiebungen, (mitunter OKL2-Abschiebungen und HKO2-Verschiebungen)
größere OKL2-F-Abschiebungen*Fünfte Intensitätsstufe, Typ Hauptfaltengewölbestruktur: B1 $<$ B2-Teilgefüge*B1: HKO1 gestreut oder zweipaarig, AC1, ((\pm HOL1)), ((\pm OKL1)), (BC1)B2: HKO2!, (AC2), (BC2), ((\pm HOL2)), ((\pm OKL2))Störungstektonik: HKO2-Verschiebungen, OKL2-Abschiebungen, (HOL2-Aufschiebungen)
größere OKL2-F-Abschiebungen*Sechste Intensitätsstufe: Typ Großfaltenflankenstruktur: B1 $<$ B2-Teilgefüge*

B1: HKO1, AC1, (HOL1)

B2: AC2 \cong HKO2, (HOL2), (\pm OKL2), BC2-SS, (HOL2-SS)Störungstektonik: HOL2-Aufschiebungen, HOL2-SS-Abschiebungen
größere HOL2-Aufschiebungen, (OKL2-F-Abschiebungen)*Siebente Intensitätsstufe: Typ Spezialfaltenkernstruktur: B1 \ll B2-Teilgefüge*B1: AC1, HKO1, (HOL1), ((\pm OKL1)), ((\pm BC1))B2: HKO2 $>$ AC2 \gg OKL2 $>$ HOL2, (\pm BC2), \pm „HOL/HKO2-F-Gürtel nach A2-F“Störungstektonik: (HKO2-Verschiebungen), (OKL2-Abschiebungen)
größere HOL2-Aufschiebungen, (OKL2-F-Abschiebungen)*Achte Intensitätsstufe: Typ Spezialfaltenflankenstruktur: B1 \ll B2-Teilgefüge*B1: AC1, HKO1, (HOL1), ((\pm OKL1)), ((\pm BC1))B2: AC2 $>$ HKO2 \gg HOL2 $>$ OKL2, BC2-SS, (HOL2-SS), \pm „HOL/HKO2-F- (und AB/OKL/AC2-F-) Gürtel nach A2-F“Störungstektonik: HOL2-Aufschiebungen, (HOL2-SS-Abschiebungen)
größere HOL2-Aufschiebungen, (OKL2-F-Abschiebungen)

dazu geführt, auch einen ersten Einblick in die Gesetzmäßigkeiten zu bekommen, die für den Aufbau einer Reihe von speziellen Formungserscheinungen kennzeichnend sind. Gleichzeitig haben diese Untersuchungen

aber auch ergeben, daß die Bestimmung der lokalen Grundgefügeprägung eine wichtige Voraussetzung für jede tektonische Betrachtung darstellt, die darauf abzielt, neben dieser Grundgefügeprägung auch noch speziell-

le Zusatzformungen zu erkennen. Dies sollen einige Beispiele verdeutlichen.

4.1. Kleintektonische Grundgefügeprägung

Abbildung 3 zeigt einen Gefügeteilbereich aus dem Zentrum der Lippe-Großmulde im nordwestlichen Ruhrkarbon (vgl. Abb. 2, Untersuchungsbereich 4). Wie das flache Nordwesteinfallen der Schichten deutlich macht („X“ in den Gefügediagrammen, vgl. Teufenzahlen an den Flözstrecken von Abb. 3), liegen alle Meßpunkte etwa am Südrand der breiten Muldenkernzone. Für die kleintektonische Gefügeprägung dieser weitgespannten flachen Lagerung der Großfalten des nördlichen Ruhrkarbons sind nach allen bisherigen Untersuchungen (vgl. O. KRÖGER 1964, R.E. ADLER 1971) einem B1-Grundgefüge angehörende HKO1-Gleitbrüche und AC1-Trennbrüche und gegebenenfalls noch einem B2-Großfalten- und Schichtflächengefüge angehörende AC2-Trenn- sowie HOL2- und HKO2-Gleit- und BC2-Trennbrüche kennzeichnend (vgl. Tab. 3, Stufe 2 bis 4). Dabei herrscht in der flachen Lagerung der Großfalten im allgemeinen die B1-Gefügeprägung vor, während in den Spezialfaltenzonen die Gefügeprägung nach B2 dominant ist (vgl. Tab. 3, Stufe 5 bis 8). So sind in den Kohlenflözen des zu betrachtenden Gefügeteilbereiches von Abbildung 3 vor allem nach einer Gefüge-B1-achse von im Mittel 86° Streichen ($B - GR = 90/6$ E) orientierte zweischarige HKO1-Gleitbrüche sowie auf eine zweite Gefüge-B2-achse von im Mittel 54° Streichen ($B2 = B - F1 + B - SS = 50/6$ NE) zu beziehende AC2-, HKO2- und BC2-SS-Brüche ausgebildet (Winkelangaben in Grad in geologischer Schreibweise). Dies zeigt sowohl das Gefügebild von Abbildung 4 von der Meßstelle FH.ER. BB04 (XV) aus Flöz Erda als auch dasjenige von Abbildung 5 von der 300 m tiefer liegenden Meßstelle OT.SD.BA01 (XV) aus Flöz S4 ($B1 = 78/8$ SW, $B2 = 48/5$ SW). Wie aus zahlreichen Vergleichsaufnahmen hervorgeht, können die einander weitgehend entsprechenden tektonischen Deformationskennzahlen dieser beiden Meßbereiche von

$$K_{04} = 2,05 - 00311 - 1/210/00/00$$

mit $MTG = 1,32$ und

$$K_{01} = 2,04 - 00310 - 0/210/00/00$$

mit $MTG = 1,37$

als die für den gesamten Gefügebereich von Abbildung 3 und darüber hinaus auch teilweise als die für die weitgespannte flache Lagerung der Großfalten des nördlichen Ruhrkarbons spezifischen Grundwerte angesehen werden (vgl. R. HAYDN 1972).

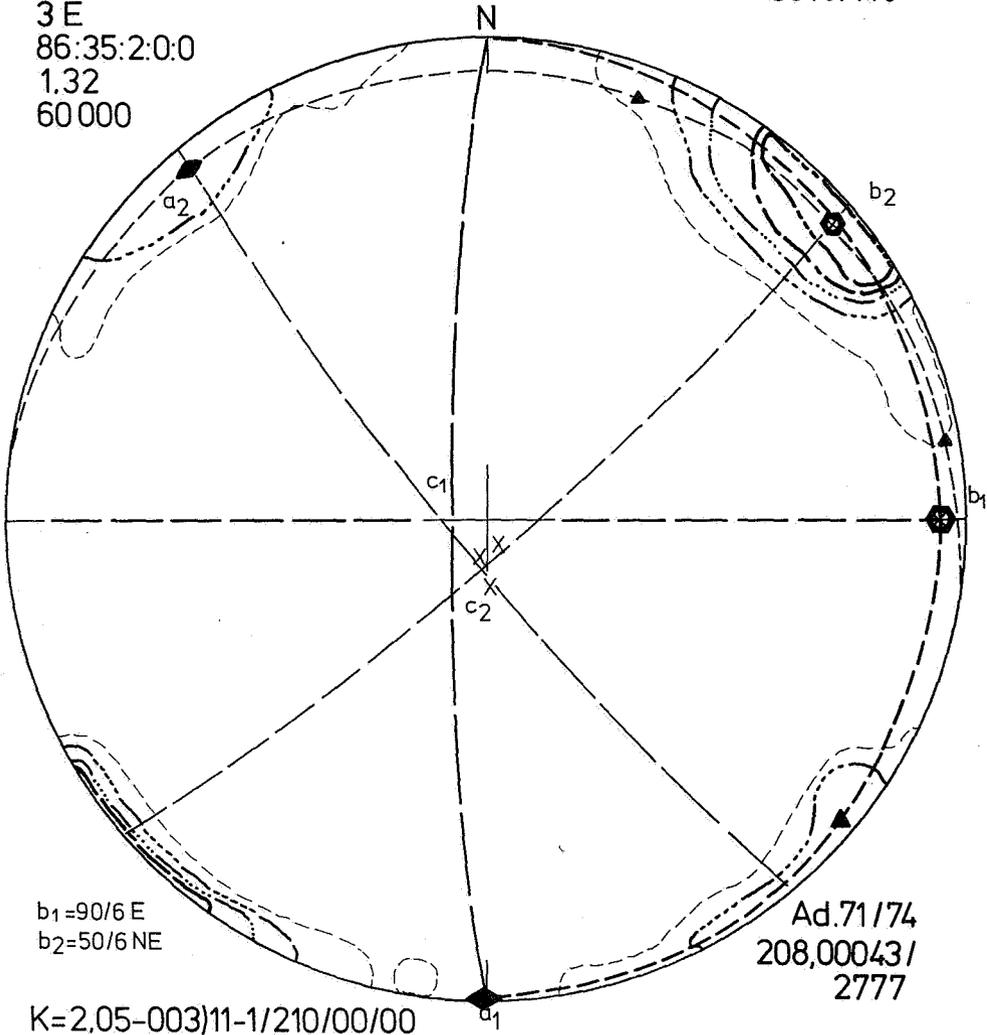
4.2. Sekundärer Gebirgsdruckeinfluß

4.2.1. Entspannungstektonik bei Hohlraumbildung

Betrachtet man im Vergleich zu dieser Grundgefügeprägung die Gefügeprägung der Meßstellen FH.ER.BB11 (XV) und FH.ER. BB12 (ZV) (Abb. 6 und 7, vgl. Abb. 3) aus Flöz Erda, so zeigen auch deren Gefügebilder jeweils von der Ortsbrust der Kopf- und Sohlenstrecke des Flözes Gefüge-B-achsenorientierungen und Deformationskennzahlen, die mit $B1 = 92/1$ NW, $B2 = 50/0$ und $B1 = 88/2$ SW, $B2 = 49/0$ sowie $K_{11} = 2,05 - 003 - 11 - 0/211/00/00$ und $K_{12} = 2,04 - 00211 - 0/210/00/00$ durchaus der Grundgefügeprägung entsprechen. Dagegen ist für beide Gefügeteilbereiche jedoch ein bedeutend erhöhtes Mittleres Trennflächengewicht von $MTG_{11} = 1,81$ und $MTG_{12} = 1,86$ charakteristisch. Da die tektonischen Trennflächennmessungen an beiden Aufnahmestellen erst dann vorgenommen wurden, als der Abbau von Flöz S4 bereits über die beiden Meßstellen OT,SG.AA01 und 02 (Abb. 3) hinaus fortgeschritten war und der weitere Abbau beider Flöze keinerlei tektonische, petrographisch-fazielle oder sonstige Anomalien erbracht hat, ergibt sich daraus, daß nur die teilweise Unterbauung des Flözes Erda (etwa -430 m NN) durch den Abbau von Flöz S4 in einer Teufe von etwa -730 m NN zu einer Vergrößerung der tektonischen Trennflächen des Grundgefüges geführt haben kann. Für diese konnte im nicht direkt unterbauten Bereich der Kopfstrecke von Flöz Erda durch die dort wirksam werdende Zerrung des Gebirges (Hebelwirkung durch die Abbaukante) ein

123 K
 3 E
 86:35:2:0:0
 1,32
 60 000

30%/1%



$b_1 = 90/6 E$
 $b_2 = 50/6 NE$

Ad.71/74
 208,00043/
 2777

$K = 2.05-003)11-1/210/00/00$

X Franz Haniel,
 FH.ER.BB.04 (xv)

$$b_1 = b_{gr} / 2,002!00-0$$

$$b_2 = b_{f1} / 2,0011!0-1 + b_{sg} / 2,00001-1$$

ac = /

ac = 30%

bc = /

bc = 5%

hk0 = 30/5%, 80°a

hk0 = 3/0,5%, 60°a

h0l = /

h0l = /

Ok1 = /

Ok1 = /

ac:bc = /

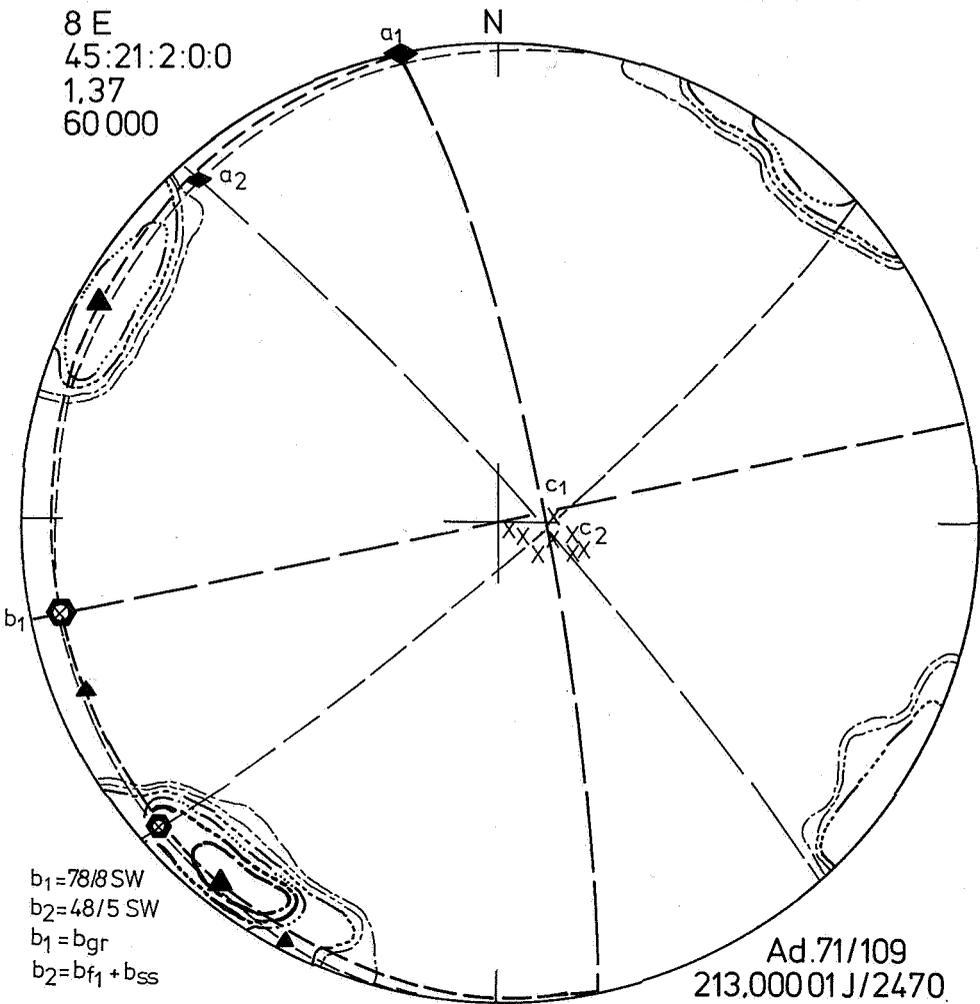
ac:bc = 6:1

Abb.4

$$b_1 = b_{gr} = 90/6 NE / 2,002!00$$

68 K
 8 E
 45:21:2:0:0
 1,37
 60 000

20%/1%



$b_1 = 78/8 \text{ SW}$
 $b_2 = 48/5 \text{ SW}$
 $b_1 = b_{gr}$
 $b_2 = b_{f1} + b_{ss}$

Ad.71/109
 213.000 01 J/2470

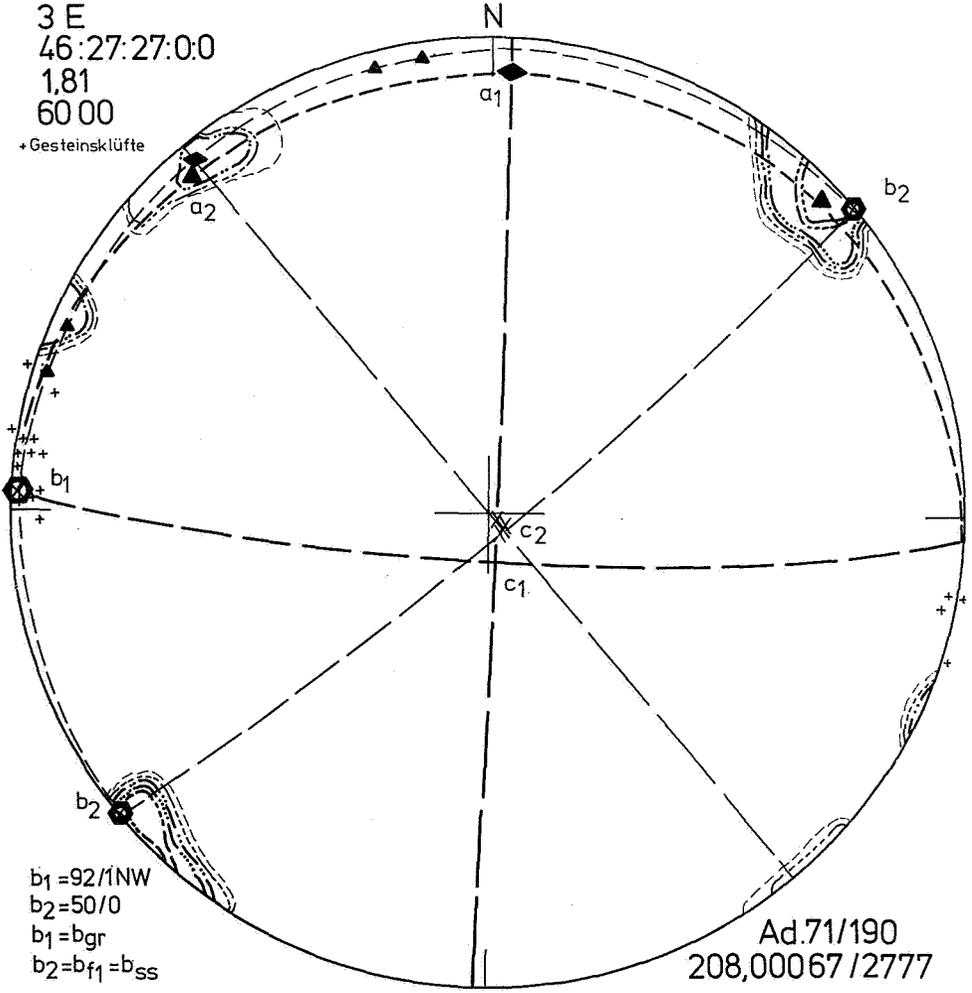
$K = 2.04 - 00310 - 0/210/00/00$
 X Osterfeld
 OT.SD.BA.01 (xv)

b_1	b_2
ac = /	ac = 15%
bc = /	bc = 0%
hk0 = 20/10%, 80°a	hk0 = 5/0%, 40°a
h0l = /	h0l = /
0kl = /	0kl = /
ac:bc = /	ac:bc = 15:0

Abb. 5

100 K
 3 E
 46:27:27:0:0
 1,81
 6000

30%/1%



$b_1 = 92/1NW$
 $b_2 = 50/0$
 $b_1 = bgr$
 $b_2 = b_{f1} = b_{ss}$

Ad.71/190
 208,00067/2777

$K = 2,05-003!11-0/210/00/00$
 FH.ER.BB.11 (xv)

	b_1	b_2
ac =	(Gestein)	10%
bc =	/	7%
hk0 =	30/7%, 86°b	7/0%, 52°b
h0l =	/	/
0kl =	/	/
ac:bc =	/	10:7

} $hk0_1$ gelenkt

Abb. 6

größerer Betrag (MTG = 1,86, FV = 60:15:17:7:1, vgl. Abb. 7) als im direkt unterbauten Bereich der Förderstrecke (MTG = 1,81, FV = 46:27:27:0:0, vgl. Abb. 6) ermittelt werden (FV = Flächenverhältnis, vgl. R.E. ADLER 1972).

Sind jedoch in einem tektonischen Grundgefüge nicht genügend primäre tektonische Trennflächen vorhanden, die bei Gebirgsdruckeinwirkung als Folgeerscheinung bergmännischer Hohlraumbildung im Gebirgskörper als sekundäre Entspannungsrisse wirksam werden können, kann es gelegentlich auch zur Ausbildung von zusätzlichen, allein gebirgsmechanisch bedingten Entspannungsrissen kommen. Die Raumorientierung und Raumverteilung dieser Flächen folgt dann stets deutlich den künstlich geschaffenen Vorzeichnungen. Dadurch lassen sich Entspannungsrisse im Gefügediagramm zumeist ohne Schwierigkeiten von den primärtektonischen Bruchflächen unterscheiden. Zudem führt eine gebirgsmechanisch bedingte Entspannungstektonik zumeist zur Ausbildung von gegenüber den primärtektonischen Schlechten der Kohle relativ weitständigen aber dafür auch erheblich größeren Entspannungsrissen (vgl. R.E. ADLER 1973).

4.2.2. Gefügeprägung durch Entspannung an der Karbonoberfläche

Die Entspannung des Karbongebirges an der Karbonoberfläche führt teilweise zu einer verstärkten BC-Trennbruch- und HOL-Gleitbruchbildung sowie zu Ausgleichsbewegungen an diesen und den bereits vorhandenen HOL-Flächen des Grundgefüges. Bei günstiger tektonischer Lage können vereinzelt auch BC-Brüche zu Bewegungsbahnen umgewandelt werden. Darüber hinaus kann mitunter auch eine Vergrößerung der HOL-Gleitbrüche des tektonischen Grundgefüges beobachtet werden. Die Zone, in der eine derartige Überformung der tektonischen Grundgefügeprägung beobachtet werden kann, reicht im allgemeinen bis etwa 20 m bis 40 m unter die Karbonoberfläche hinab. Lokal lassen sich allerdings derartige Grundgefügeprägungen auch noch bis in eine Tiefe von 60 m bis 80 m unterhalb der

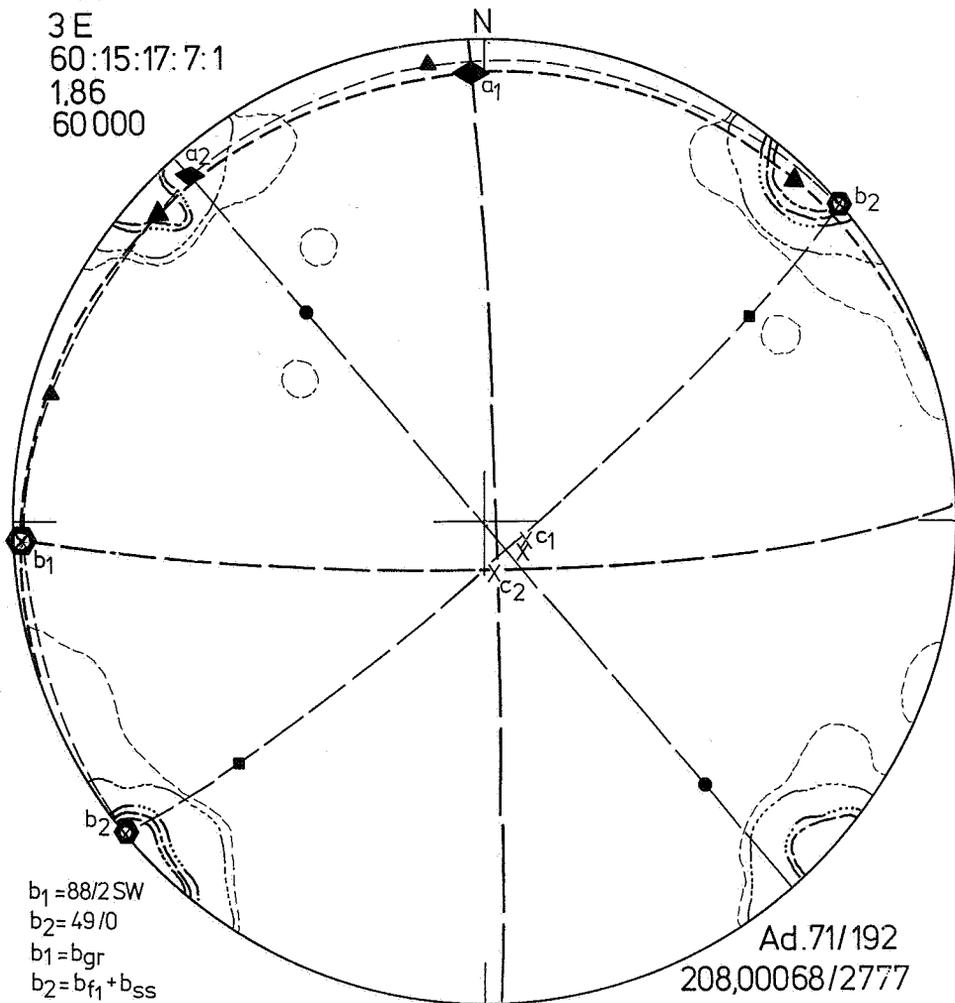
Karbonoberfläche nachweisen. Im allgemeinen nimmt die Intensität dieser Grundgefügeüberprägung mit der Tiefe jedoch rasch ab (vgl. R.E. ADLER 1968, D. ERMERT 1970). Neue Gefügeuntersuchungen in einem dem Bereich von Abbildung 3 benachbarten Abbaubetrieb von Flöz Erda unmittelbar unterhalb der Karbonoberfläche ergaben eine für die zusätzliche Entspannungswirkung an der Karbonoberfläche in diesem Gefügebereich charakteristische gemittelte tektonische Deformationskennzahl von $K = 2,06 - 02$) 211! - $1/210/00/00$ mit MTG = 1,60.

4.3. Formender Einfluß von Faziesunregelmäßigkeiten

Ein weiterer, nicht nur für die Geologie sondern auch für den Bergbau bedeutsamer Faktor ist die *zyklische Gefügeprägung*, die nach der Gefüge-C-achse orientiert ist. Diese kommt vielfach durch eine „Druckkissenwirkung“ *faziell ungleichmäßig ausgebildeter Schichtenpakete* auf deren Nachbarschichten bei der Gebirgsbildung zustande. Je stärker die fazielle Unregelmäßigkeit ist, um so stärker ist auch die Ausprägung der das Grundgefüge überlagernden zyklischen Gefügeprägung nach C. Diese kann zunächst nur in der Ausbildung eines mehr oder weniger geschlossenen AC-HKO-BC-Gürtels aus um die Seigerstellung pendelnden Trennbrüchen zum Ausdruck kommen. Bei stärkerer Gefügeprägung tritt zu diesem noch ein HOL-OKL-Gürtel aus halbsteil einfallenden Gleitbrüchen hinzu (vgl. R.E. ADLER 1969, D. ERMERT 1970, A. PAFFRATH 1973). Die fazielle Unregelmäßigkeit in der Schichtausbildung kann sowohl aus einer stärkeren lokalen Bergeeinlagerung in Kohlenflözen wie auch aus Einschaltungen von Gesteinslagen in Flözcharungen oder aus einer lokalen Zunahme des Sandgehaltes in den Schichten im Hangenden oder Liegenden von Kohlenflözen bestehen. Dennoch wird im allgemeinen bei zyklischer Trennflächenanordnung das Mittlere Trennflächengewicht des Teilbereichsgefüges gegenüber der normalen Grundgefügeprägung nicht oder nur unwesentlich erhöht.

100K
 3 E
 60:15:17: 7:1
 1,86
 60 000

30%/1%



$b_1 = 88/2\text{SW}$
 $b_2 = 49/0$
 $b_1 = b_{gr}$
 $b_2 = b_{f_1} + b_{ss}$

Ad.71/192
 208,00068/2777

K=2.04-00211-0/210/00/00
 FH.ER.BB.12 (zv)

$b_1: n_a \gg n_c \gg n_b$
 $b_2: b_{f_1}: n_{a_{f_1}} \gg n_{b_{f_1}} \gg n_{c_{f_1}}$
 $: b_{ss} \ n_{c_{ss}} \gg n_{b_{ss}} \gg n_{a_{ss}}$

b_1	b_2
ac = /	ac = 20%
bc = /	bc = 3%
hk0 = 30/20%, 90°	hk0 = 0,5/0%, 66°b
h0l = /	h0l = 0,5/0%, 72°c
0kl = /	0kl = 0,5/0%, 60°a
ac:bc = /	ac:bc = 7:1

Abb. 7

Betrachtet man unter diesen Gesichtspunkten das kleintektonische Trennflächengefüge von der Meßstelle FH.ER.BB09 (ZV) von der Ortsbrust der Kopfstrecke von Flöz Erda aus dem Gefügebereich von Abbildung 3 (Abb. 8), so läßt sich in diesem Gefügebild eine deutliche zyklische Längung aller Trennflächengefüge erkennen. Diese ist nach den Gefüge-C-achsen ausgerichtet. Damit ergibt sich für diesen Gefügeteilbereich eine tektonische Deformationskennzahl von $K = 2,06 - 004! 11 - 8/210/00/00$, während das Mittlere Trennflächengewicht dagegen ausgesprochen gering ist ($MTG = 1,04$ bei $FV = 44:28:3:0:0$). Wie die weitere Auffahrung des Flözes inzwischen bestätigt hat, wurde nach etwa 60 m tatsächlich ein Sandstein angefahren. Dieser lagerte sich unmittelbar dem Flöz auf und zwang (vgl. Abb. 3) zu einer Auslenkung der Kopfstrecke. Nach weiteren 40 m Auffahrung war sein formender Einfluß im Bereich der Meßstelle FH.ER.BB12 jedoch bereits nicht mehr vorhanden (Abb. 7).

4.4. Störungs- und Störungsbegleittektonik

Bei allen zusätzlichen Gefügeprägungen spielen vor allem die *Schwächezonentektonik* sowie die *Störungsbegleittektonik* eine entscheidende Rolle (R.E. ADLER 1971). Diese können aus einer verstärkten, zur jeweiligen, das betreffende, spezielle B3-Teilgefüge prägenden Struktur parallelen sowie synthetischen und/oder antithetischen Trennflächenbildung bestehen. Zu diesen parallelen oder syn- und antithetischen Trennflächen können auch noch weitere Trennflächen hinzutreten. Bei stärkerer Überformungsintensität kann es aber auch zur Ausbildung eines direkten Schwächezonen- oder Störungsbegleitgefüges kommen. Dieses richtet sich mit seiner Gefüge-B-SP-achse nach der das Spezialgefüge prägenden Struktur aus. Ein derartiges Schwächezonen- oder Störungsbegleitgefüge überlagert zumeist das tektonische Grundgefüge (B1- und B2-Teilgefüge), das teilweise auch im Sinn der Zusatzformung verstellt sein kann, und bedingt eine besonders hohe, für die jeweilige Struktur charakteristische

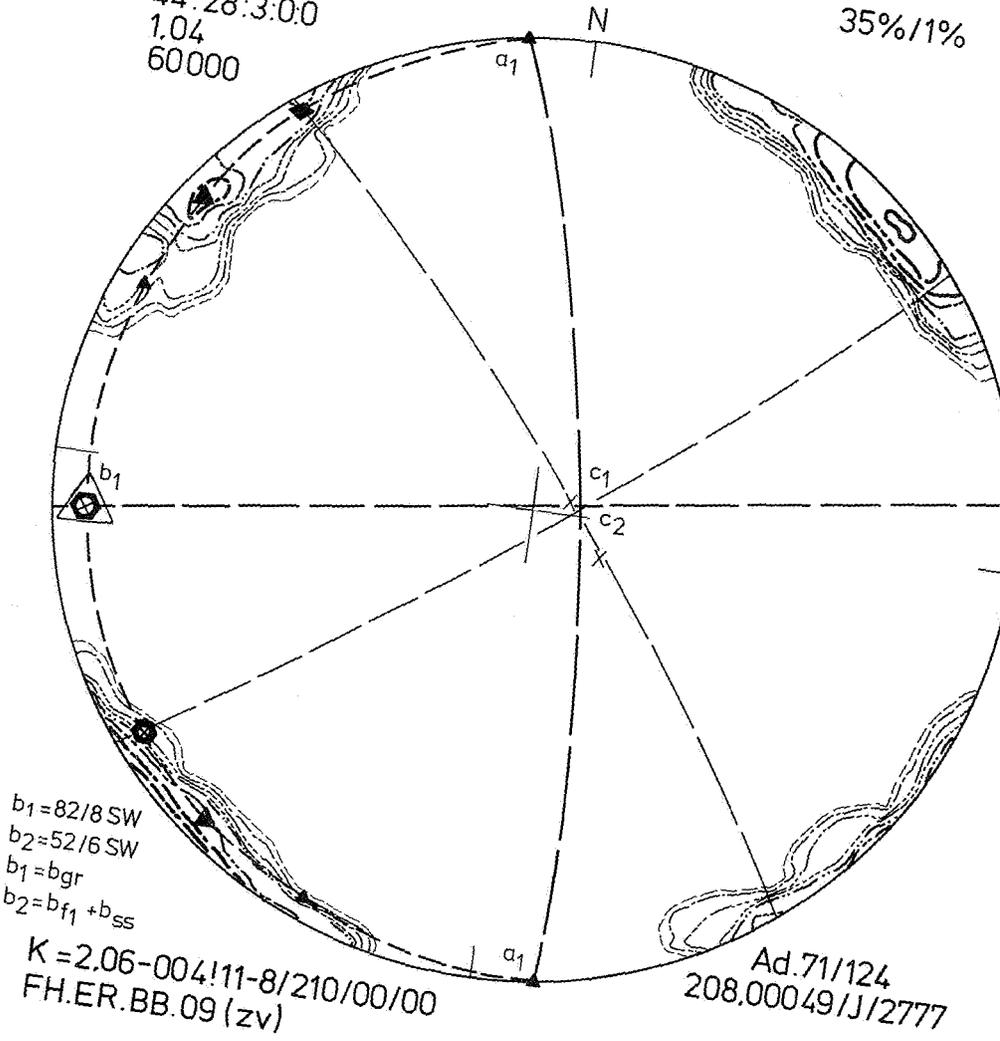
Deformationskennzahl. Die letztlich zur Störungsbildung führende Gefügeprägung intensiviert vielfach jedoch lokal auch die gesamte tektonische Trennflächenbildung. Dadurch kann es sowohl zu einer vermehrten Trennflächenbildung als auch zu einer Vergrößerung der gebildeten Trenn- und Gleitbrüche kommen. Diese Erscheinungen können das gesamte Trennflächengefüge oder nur ganz bestimmte Flächenscharen desselben betreffen. Eine vermehrte Trennflächenbildung schlägt sich in der Erhöhung der Klüftigkeitsziffer (N/m^2) nieder. Eine Ausbildung von größeren Trennflächen erhöht das Mittlere Trennflächengewicht (MTG). Aus der Orientierung der Spezialstrukturgefüge-B-achse (B-SZ, B-ST, B-SP) und aus der speziellen Struktur des B3-SP-Teilgefüges sowie aus der Überformung des Grundgefüges, die vielfach periodisch mit zunehmender Intensität und in zumeist immer kürzeren Abständen mit Annäherung an die formende Struktur auftritt, lassen sich Rückschlüsse auf die Raumlage und die Art der das lokale Gefügebild beeinflussenden Schwächezone des Gebirges oder Störung ziehen. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß Schwächezonen vielfach das Gebirge als *Beanspruchungszonen* in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen oder deren Mehrfachem durchziehen, während Störungen und auch Störungszonen zunächst einmal Einzelercheinungen im Gebirge darstellen. Es konnte jedoch immer wieder beobachtet werden, daß Störungen und vor allem Störungszonen bevorzugt im Zentrum von Schwächezonen gleicher Art und Orientierung auftraten. So liegt es nahe, Störungen als die Intensivform von Schwächezonen anzusehen.

4.4.1. Schichtrotation an Störungen

Unmittelbar südlich der bereits behandelten Aufschlüsse von Flöz Erda (Untere Dorstener Schichten, Westfal C) und Flöz S4 (Untere Horster Schichten, Westfal C) wurde ebenfalls am Südrand des Kernbereiches der Lippe-Großmulde in Flöz N an der Meßstelle OT.FN.AA01 (Y) (Abb. 9) ein Grundgefüge ermittelt, dessen Gefüge-B-achsen ($B1 = 92/2$ NW und $B2 = 50/6$ NE), tektonische

75 K
 2 E
 44:28:3:0:0
 1.04
 60000

35%/1%



$b_1 = 82/8 \text{ SW}$
 $b_2 = 52/6 \text{ SW}$
 $b_1 = \text{bgr}$
 $b_2 = b_{f1} + b_{ss}$

K = 2.06-004!11-8/210/00/00
 FH.ER.BB.09 (zv)

Ad.71/124
 208.00049/J/2777

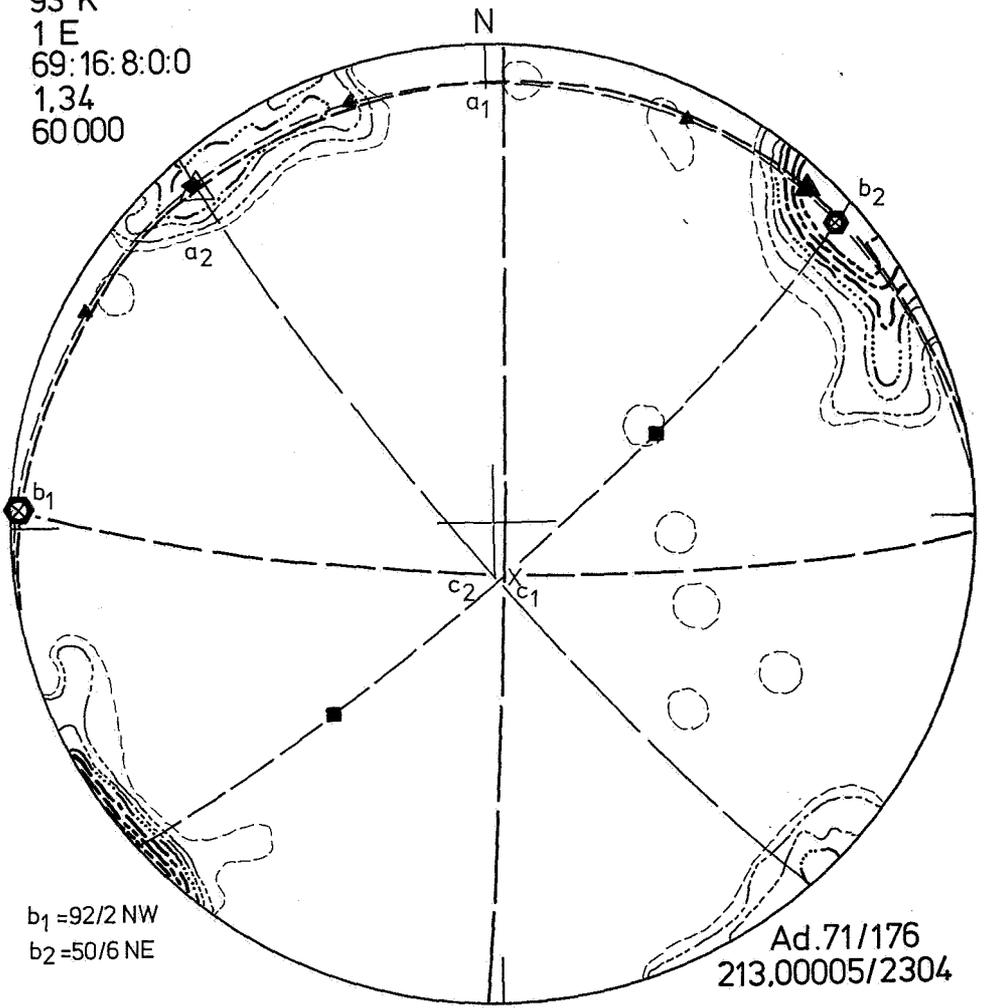
b_1
 nur Gestein
 $ac = /$
 $bc = /$
 $hk0 = 20/15\% \ 88^\circ a$
 $h0l = /$
 $0kl = /$
 $ac:bc = /$

b_2
 $ac = 3\%$
 $bc = 9\%$
 $hk0 = 9/0\% \ 60^\circ a$
 $hk0 = 5/0\% \ 60^\circ b$
 $h0l = /$
 $0kl = /$
 $ac:bc = 1:3$

Abb. 8

93 K
 1 E
 69:16:8:0:0
 1.34
 60 000

35%/1%



$b_1 = 92/2$ NW
 $b_2 = 50/6$ NE

Ad.71/176
 213.00005/2304

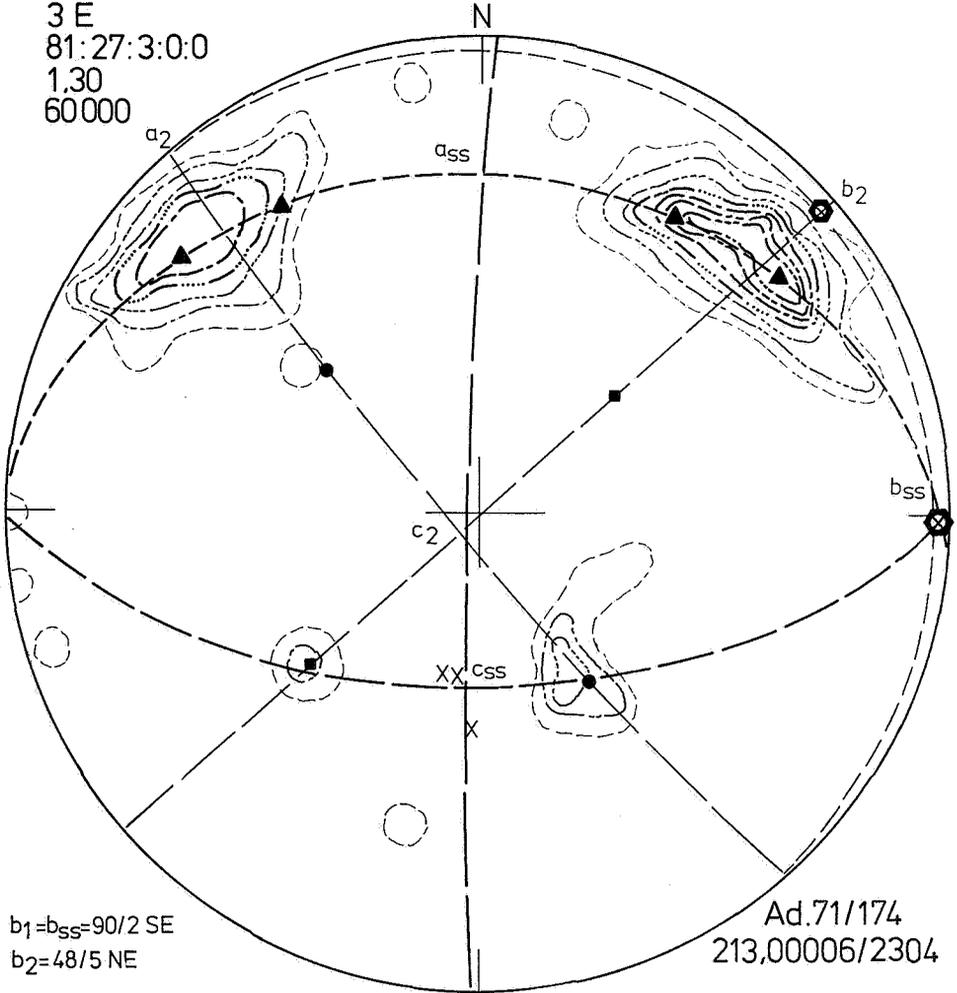
$K = 2.06-00411-1/210/00/00$
 OT.FN.AA.01 (y)

b_1	b_2
ac = /	ac = 35%
bc = /	bc = 15%
hk0 = 35/15%, 84°b	hk0 = 10/0.5%, 44°a
	hk0 = 5/0.5%, 44°b
h0l = /	h0l = /
Ok1 = 0,5/0%, 60°b	Ok1 = 0,5/0%.72°b
ac:bc = /	ac:bc = /

Abb. 9

111 K
 3 E
 81:27:3:0:0
 1.30
 60000

25%/1%



$b_1 = b_{SS} = 90/2$ SE
 $b_2 = 48/5$ NE

Ad.71/174
 213,00006/2304

K=2,06-11400-1/222/14/00
 OT.FN.AA.02 (zv)

$b_1 = b_{SS}$

b_2

ac = /
 bc = /
 hk0 = 25/15%, 86°a
 hk0 = 25/10%, 60°b
 h0l = /
 Okl = /
 ac : bc = /

ac = 0,5%
 bc = /
 hk0 = 0,5/0%, 70°a
 h0l = 5/0,5%, 70°a
 Okl = 2/0%, 70°b
 ac : bc = /

Abb. 10

Deformationskennzahl ($K = 2,06 - 00411 - 1/210/00/00$) und Mittleres Trennflächen-gewicht ($MTG = 1,34$) weitgehend denjenigen der bisher behandelten Grundgefüge entsprechen. Lediglich die etwas stärkere Scherbruchbildung deutet auf die etwas größere Entfernung vom Kern der Lippe-Großmulde hin.

Vergleicht man mit dieser tektonischen Grundsituation das Gefügebild von der Meßstelle OT.FN.AA02 (ZV) aus dem gleichen Abbaubetrieb von Flöz N, so läßt sich ein deutlicher Unterschied erkennen. Diese Meßstelle liegt im Streichen etwa 900 m südwestlich des Ausgangspunktes und 350 m im Liegenden einer querschlägig zur Hauptfaltung projektierten, großen Abschiebung. Diese Zone ist durch eine Schichtaufrichtung bis 30° durch Rotation um $B1 = B - SS$ und eine damit verbundene Verstellung der primären HK01-Gleitbrüche gekennzeichnet. Dennoch bleibt das Mittlere Trennflächengewicht mit 1,30 noch erheblich unter dem empirisch ermittelten Grenzwert von 1,5. Dafür zeigt jedoch das B2-Teilgefüge eine stärkere HOL2- und auch eine geringe OKL2-Scherbruchbildung. Außerdem weist es keine Beziehung zur Schichtlage auf. Alle diese Erscheinungen bedingen eine tektonische Deformationskennzahl von $K = 2,06 - 11400 - 1/222/14/00$ mit $MTG = 1,30$ und $FV = 81:27:3:0:0$.

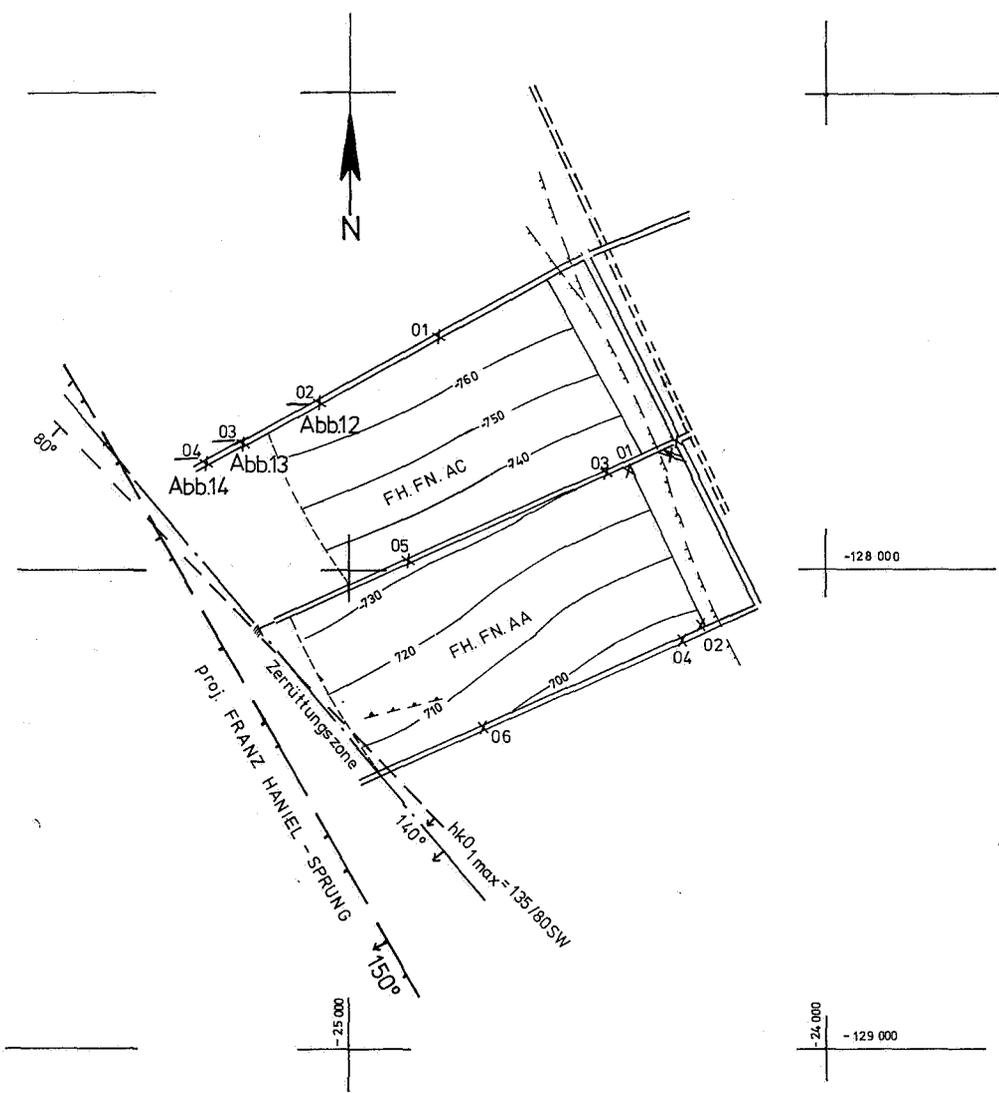
Diese Gefügeprägung läßt erkennen, daß die projektierte Störung einer bereits im Frühstadium der Formung wirksam gewesenen HK01-Schwächezone von etwa 142/70 SW aufsitzen muß. Deren verschiebende Scherbewegungen haben bereits vor der eigentlichen Hauptfaltung zu einer speziellen Schichtaufrichtung (222!) durch Rotation um $B1 = B - SS$ und verstärkten HK01-Scherbruchbildung geführt. Somit war für die spätere Hauptbeanspruchung ($NA \gg NB > NC$) nicht mehr die Möglichkeit für eine AB2-Trennbruchbildung nach flach lagernden Schichtflächen mit sich daraus entwickelnder Biegefaltung gegeben. Daher kam es statt dessen zu einer verstärkten HOL2-Scherbruchbildung vor allem synthetisch zur Schichtung und an Stelle einer

Querdehnung nach AC2 zu einer solchen nach OKL2. Da jedoch trotz dieser tektonischen Anomalien das Mittlere Trennflächengewicht noch einen relativ niedrigen Wert zeigt und auch noch keine ausgesprochene Störungsbegleittektonik festzustellen ist, muß die Entfernung vom Meßpunkt OT.FN.AA02 bis zu der erwarteten Abschiebung noch beträchtlich sein.

4.4.2. Störungsbegleittektonik

Die Ausbildung einer speziellen Störungsbegleittektonik macht sich in der tektonischen Deformationskennzahl in besonders starkem Maße bemerkbar. Dies läßt sich gut an Hand der Gefügebilder nachweisen, die aus Meßdaten von der Ortsbrust der Förderstrecke von Flöz N aus dem Gefügeteilbereich FH.FN.AC (Abb. 11) mit Annäherung an eine große, mit 150° Streichen projektierte Abschiebung gewonnen wurden. Dieser Bereich liegt östlich der Aufschlüsse von Flöz Erda (Abb. 3), ebenfalls am Südrand des Kernbereiches der Lippe-Großmulde im nördlichen Ruhrkarbon (Abb. 11). Der Abbaubetrieb im Bauabschnitt FH.FN.AA wurde eingestellt, als der südliche Strebteil auf eine etwa 140° streichende starke Zerrüttungszone traf. Wie die tektonische Deformationskennzahl der Grundgefügeprägung von der Meßstelle FH.FN.AC02 (XV) (Abb. 12) erkennen läßt ($K = 2,05 - 00320 - 1/210/00/00$ mit $MTG = 1,29$), ist diese Gefügeprägung abgesehen von einer etwas stärkeren HK02-Scherbruchtektonik weitgehend mit allen anderen bisher behandelten Grundgefügeprägungen identisch ($B1 = 86/9$ NE, $B2 = 61/10$ NE).

Mit Annäherung an die Störung ändert sich jedoch dieses Bild in ganz charakteristischer Weise (Abb. 13). Bereits 90 m weiter westlich läßt sich am Meßpunkt FH.FN.AC03 (XV) (vgl. Abb. 11) eine leichte Rotation des B1-Gefüges ($B1' \text{ nach } B1, B1' = 85/2$ SW, $B1 = 88/8$ SW, $B2 = 52/10$ SW) und eine überaus starke (65%) störungsparallele HK01-Scherbruchbildung erkennen. Diese schwankt von 128° bis 142° Streichen um eine mittlere HK01-Flächenlage von 135/80 SW. Außerdem wird das gesamte Trennflächengefüge



X Franz Haniel
Flöz N

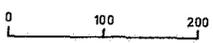
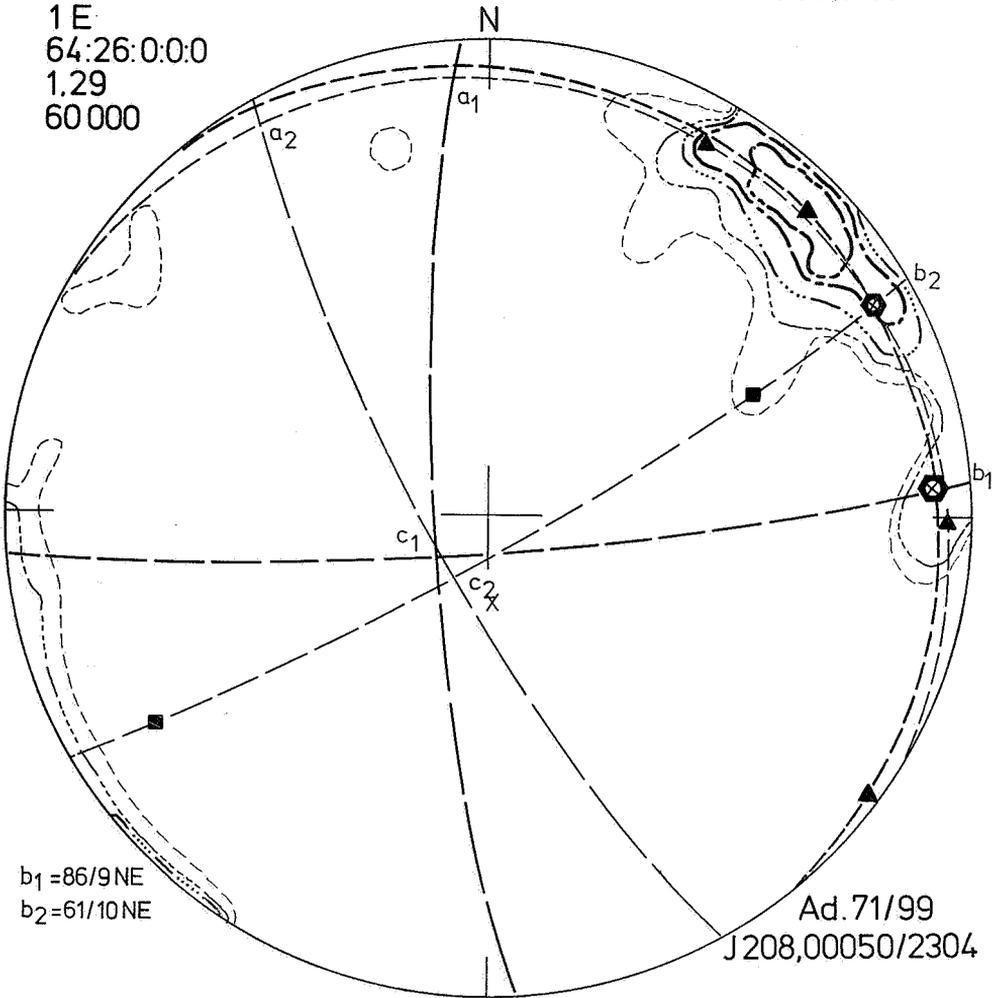


Abb. 11

90 K
 1 E
 64:26:0:0:0
 1,29
 60 000

36%/1%



$b_1 = 86/9NE$
 $b_2 = 61/10NE$

Ad.71/99
 J208,00050/2304

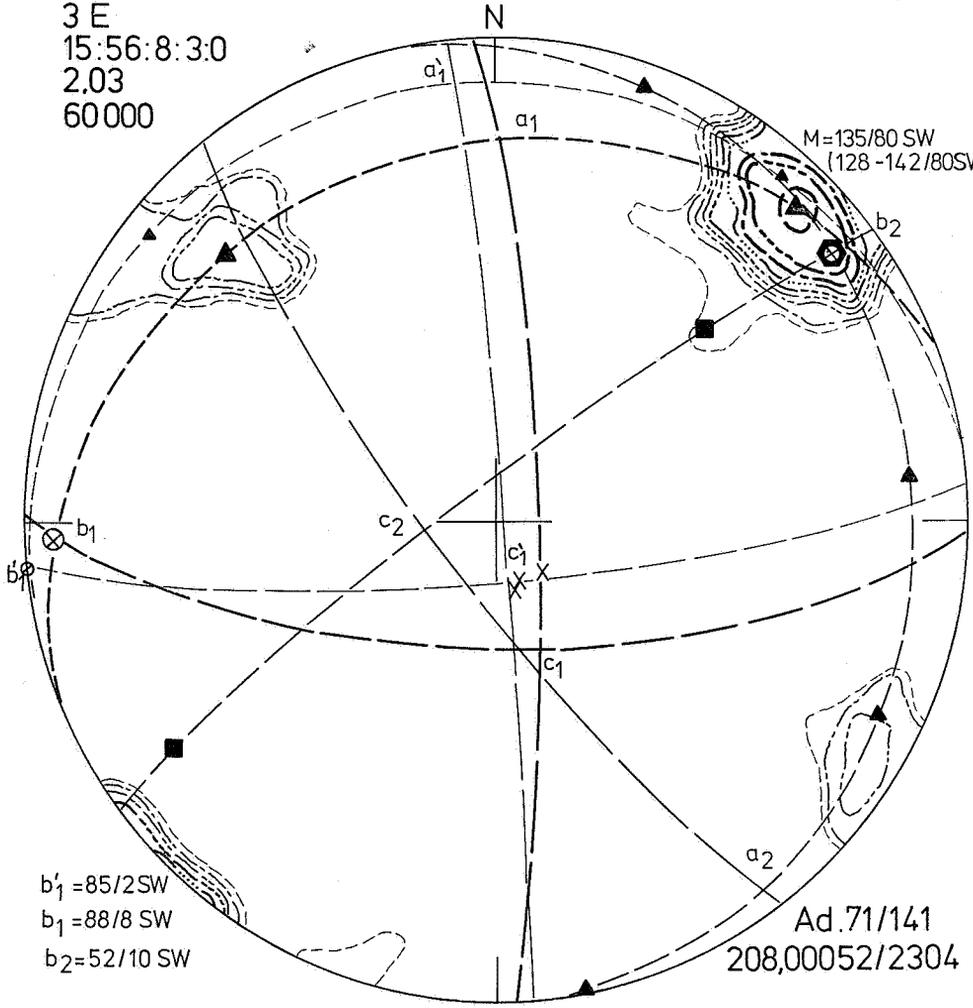
K=2,05-00320-1/210/00/00
 FH.FN.AC 02 (xv)

b_1	b_2
ac = 5%	ac = 20%
bc = /	bc = /
hk0 = 35/0,5%, 80°a	hk0 = 20/5%, 60°a
h0l = /	h0l = /
Ok1 = /	Ok1 = 0,5/0%, 60°c
ac : bc = 5 : 0	ac : bc = 20 : 0

Abb.12

82 K
 3 E
 15:56:8:3:0
 2.03
 60 000

65%/1%



M=135/80 SW
 (128-142/80SW)

$b_1' = 85/2$ SW
 $b_1 = 88/8$ SW
 $b_2 = 52/10$ SW

Ad.71/141
 208,00052/2304

K=3.06-005!10-0/211/14/00
 FH.FN.AC.03(xv)

b_1
 $hk0' = 14/1\%, 90^\circ$

$ac = /$
 $bc = /$
 $hk0 = 65/3\%, 84^\circ b$
 $h0l = /$
 $Ok1 = /$
 $ac : bc = /$

b_2
 $ac = 35\%$
 $bc = /$
 $hk0 = 0,5/0\%, 64^\circ a$
 $hk0 = 2/0\%, 52^\circ b$
 $h0l = /$
 $Ok1 = 0,5/0\%, 60^\circ c$
 $ac : bc = 35 : 0$

Abb.13

von HKO-Scherbrüchen (HK01', HK01, HK02) bestimmt. So bedingen diese im Verein mit der B1-Teilgefügerotation aufgrund verschiebender Bewegungen nach HK01 bereits eine tektonische Deformationskennzahl von $K = 3,06 - 005!10 - 0/211/14/00$. Darüber hinaus tritt zu dieser auch noch ein Mittleres Trennflächengewicht von $MTG = 2,03$ bei $FV = 15:56:8:3:0$ hinzu (vgl. R.E. ADLER 1971, 1972).

45 m weiter westlich ist zusätzlich zur Grundgefügeprägung nach B1 und B2 an der Meßstelle FH.FN. AC04 (XV) (Abb. 14, vgl. Abb. 11) auch noch ein spezielles Störungsbegleitgefüge mit BC-ST- und HOL-ST- sowie auch HKO-ST- und OKL-ST-Brüchen ausgeprägt (vgl. R.E. ADLER 1971). Diese Meßstelle dürfte nach allen Projektionen sowie nach ihrem Mittleren Trennflächengewicht ($MTG = 1,37$) jedoch noch etwa 70 m von der eigentlichen Störung entfernt liegen. Ihr Störungsbegleitgefüge weist analog der Gefügeprägung von der Meßstelle FH.FN. AC03 (XV) (Abb. 13) gleichfalls auf eine schrägverschiebende Störung um Werte von $135/80$ SW hin. Entsprechend dieser Gefügeprägung zeugt auch ihre tektonische Deformationskennzahl durch ihren hohen Wert (3,13) und die Art der auftretenden Maxima ($-215!32-$) von einem erheblichen störungstektonischen Einfluß auf die kleintektonische Deformationskörperausbildung dieses Meßbereiches ($K = 3,13 - 215!32 - 1/211/14/00$). Noch stärker wird der störungstektonische Einfluß durch die Gefügezahlen der drei Deformationskörperelemente dieses Meßbereiches, betont: $B1 = B - GR = 88/2$ NE mit $Z = 3,00210 - 1$, $B2 = B - F1 + B - SS = 50/4$ NE mit $Z = 5,10211 - 1$ und $B3 - ST = 134/0$ mit $Z = 5,11111 - 1$.

4.5. Lineamenttektonik

Neben der Störungsbegleittektonik läßt sich noch eine weitere, ebenfalls rein tektonisch bedingte Grundgefüge-Überprägung beobachten. Diese kann nur auf den formenden Einfluß eines Lineamentes bei der Gebirgsbildung zurückgeführt werden. Linea-

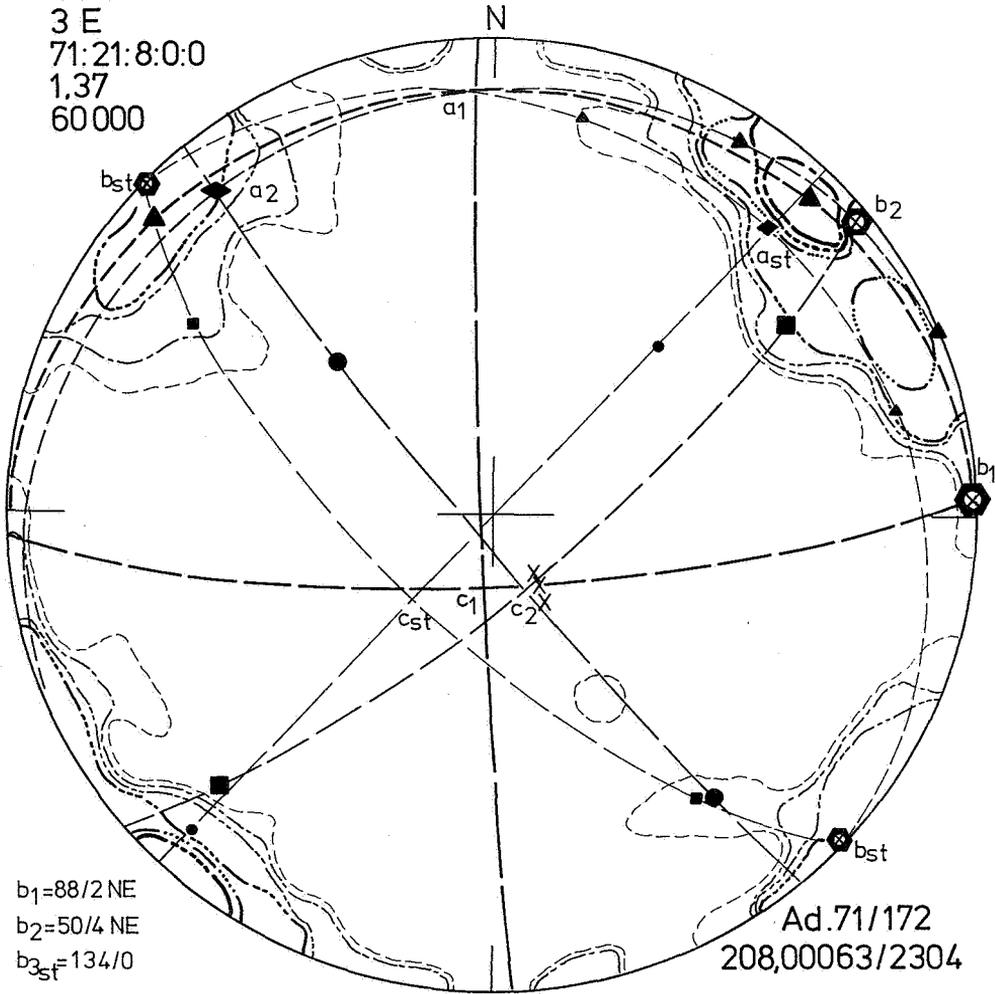
mente stellen strukturell besonders markante Zonen dar, die über größere Zeiträume tektonisch wirksam sind und sich auch durch mehrere Stockwerke, oft bis in den tieferen Untergrund hinein, verfolgen lassen. Untersuchungen an der Essener Linie (R. HAYDN 1972) am Essen-Dorstener Lineament (R.E. ADLER 1973, vgl. A. PILGER 1955) sowie am Tertius-Quintus-Lineament (H.-L. JACOB 1972) konnten zeigen, daß diese aus dem Rheinischen Variscikum in das Ruhrkarbon vorstoßenden Lineamentstrukturen sich in der Tektonik von Kohle und Nebengestein als große Scherzonen mit einer lineamentspezifischen Eigentektonik bemerkbar machen, die die Grundtektonik des Gebirges überlagert und regional auch mehr oder weniger stark überformt. Das spezielle B3-Teilgefüge dieser lineamentabhängigen Gefügeprägung unterscheidet sich klar von allen anderen Spezialgefügeprägungen. Seine BC3-Flächen werden zumeist direkt von den im gesamten Ruhrkarbon um die Seigerstellung pendelnden und im Mittel um 125° streichenden HK02-Gleitbrüchen gebildet. Zu diesen Gleitbrüchen treten vor allem halbsteil sowohl nach Südwesten als auch nach Nordosten einfallende, ebenfalls um 120° streichende HOL3-Gleitbrüche als syn- und antithetische Flächenbildungen hinzu (Abb. 15).

5. Bruchtektonik des nördlichen Ruhrkarbons

Vergleicht man die tektonischen Deformationskennzahlen aller behandelten Gefügebilder sowie die Orientierung ihrer Bruchflächenscharen miteinander, so wird deutlich, daß sich für jede Grundgefügeausbildung und jede definierte Überprägung derselben für den betrachteten Bereich der Lippe-Großmulde bereits bei einer weitgehend identischen Bruchflächenorientierung ganz bestimmte Kennzahlen-Kombinationen abzuzeichnen beginnen. Damit hat sich zumindest für diesen Bereich mit der Ableitung dieser Kennzahlen aus statistisch-repräsentativen, objektiven Gelandedaten und deren gefügetektonischer Strukturanalyse ein Weg eröffnet, einen Gebirgskörperteilbereich in seiner großtektonischen Gliederung und kleintektonischen

100 K
 3 E
 71:21:8:0:0
 1,37
 60 000

20%/1%



$b_1 = 88/2 \text{ NE}$
 $b_2 = 50/4 \text{ NE}$
 $b_{3st} = 134/0$

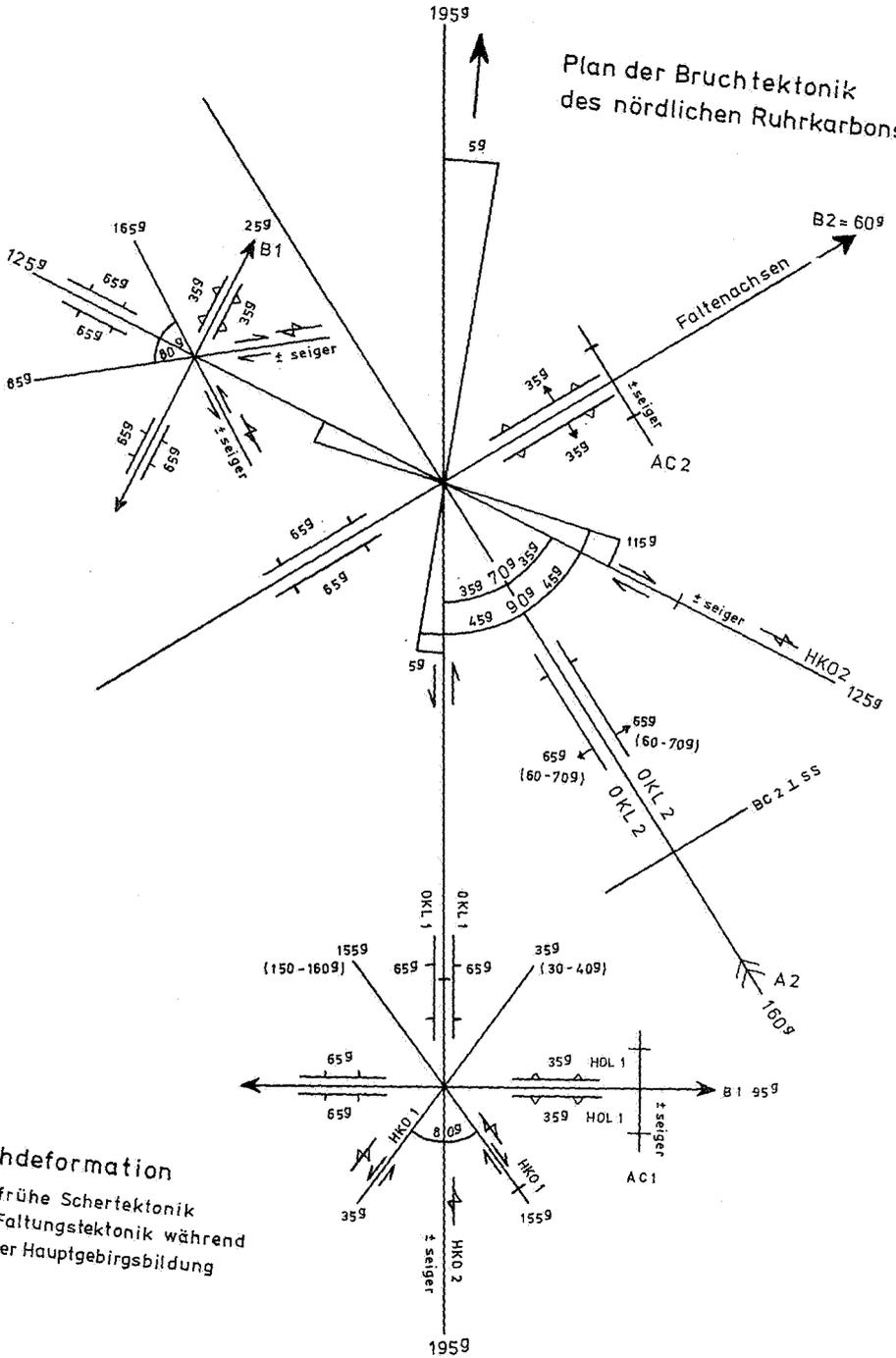
Ad.71/172
 208,00063/2304

$K = 3.13-215!32-1/211/14/00$
 FH.FN.AC.04 (xv)

	b_1	b_2	b_3
$b_1 = b_{gr}$	ac = 1%	ac = 10%	ac = 5%
$b_2 = b_{f1} + b_{ss}$	bc = /	bc = 5%	bc = 15%
$b_3 = b_{st}$	hk0 = 20/5%, 88°a	hk0 = 10/10%, 36°a	hk0 = 5/0,5%, 60°b
	h0l = /	h0l = 0,5/0%, 80°c	h0l = 5/0%, 60°c
	0kl = /	0kl = 5/0,5%, 52°c	0kl = 1/0,5%, 60°c
	ac:bc = 1:0	ac:bc = 2:1	ac:bc = 1:3!

Abb.14

Plan der Bruchtektonik
des nördlichen Ruhrkarbons



Bruchdeformation
 B1 = frühe Schertektonik
 B2 = Faltungstektonik während
 der Hauptgebirgsbildung

Abb.15

Bruchdeformation objektiv ansprechen und aus dieser Ansprache gleichzeitig auch Hinweise im Hinblick auf eine Vorfelderkundung gewinnen zu können.

Vergleichsuntersuchungen aus dem Ostbereich der Lippe-Großmulde sowie aus Teilen des Vestischen Groß- und Hauptsattels und aus verschiedenen Teilbereichen der Emscher Großmulde (Abb. 2) haben darüber hinaus ergeben, daß der Plan der Bruchtektonik des nördlichen Ruhrkarbons (Abb. 15) auch in diesen Bereichen weitgehend Gültigkeit besitzt. Ebenso läßt auch die kleintektonische Bruchdeformation dieser Bereiche in ihrer Ausbildung gewisse Gesetzmäßigkeiten erkennen (Tab. 3, vgl. H.-L. JACOB 1972), die sich mittels entsprechender Deformationskennzahlen beschreiben lassen.

Weitere Forschungsarbeiten sollen in den nächsten Jahren den tektonischen Groß- und Feinbau immer weiterer tektonischer Bau-

steine aufklären. Wird dieser durch entsprechende Deformationszahlen definiert, werden sich aus diesen auch tektonische Trendentwicklungen frühzeitig erkennen lassen. Ebenso sollen diese Arbeiten auch dazu führen, die Gesetzmäßigkeiten der tektonischen Formung, die bisher nur in ihren Grundzügen erfaßt werden konnten, immer deutlicher zu umreißen und in ihren Geltungsbereichen immer klarer zu definieren. Gleichzeitig soll der montantektonisch arbeitende Geologe dem Bergmann in immer größerem Umfang das tektonische Material zur Verfügung stellen können, das dieser für seine betrieblichen Planungen benötigt. Ebenso sollen die gewonnenen Unterlagen über ihre wissenschaftliche Bedeutung im Bereich der tektonischen Grundlagenforschung hinaus auch zu einem beständig zuverlässiger werdenden Hilfsmittel für die tektonische Vorfelderkundung werden.

ABBILDUNGEN

- Abb. 1. Hauptbeanspruchungskörper der tektonischen Bruchdeformation bei früher Scherung (b1) sowie Faltung (b2f1) und gleichzeitiger Schichtaufrichtung (b2SS) mit Schichtzerung im Ruhrkarbon. Heute werden alle Bezeichnungen bereits vielfach in Großbuchstaben und in Zeile an Stelle einer Indizierung geschrieben, um die Daten auf diese Weise der EDV zuführen zu können.
- Abb. 2. Tektonische Übersichtskarte des niederrheinisch-westfälischen Karbons (nach P. KUKUK) mit Angabe der in die derzeitigen montantektonischen Untersuchungen einbezogenen Bereiche.
- Abb. 3. Gefügeteilbereich aus Flöz Erda, Untere Dorstener Schichten, Westfal C, von der Südflanke der Lippe-Großmulde aus dem westlichen Ruhrkarbon etwa aus dem Raum nördlich Oberhausen.
- Abb. 4. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz Erda von Meßpunkt FH.ER.BB04 (XV) (vgl. Abb. 3), Meßpunkt an der Ortsbrust der Förderstrecke.
- Abb. 5. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz S4 von Meßpunkt OT.SD.BA01 (XV) (vgl. Abb. 3), Meßpunkt an der Ortsbrust der Förderstrecke.
- Abb. 6. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz Erda von Meßpunkt FH.ER.BB11 (XV) (vgl. Abb. 3), Meßpunkt an der Ortsbrust der Förderstrecke.
- Abb. 7. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz Erda von Meßpunkt FH.ER.BB12 (ZV) (vgl. Abb. 3), Meßpunkt an der Ortsbrust der Kopfstrecke.
- Abb. 8. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz Erda von Meßpunkt FH.ER.BB09 (ZV) (vgl. Abb. 3), Meßpunkt an der Ortsbrust der Kopfstrecke.
- Abb. 9. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz N (Untere Horster Schichten, Westfal C) von Meßpunkt OT.FN.AA01 (Y) mit Grundgefügeprägung von der Südflanke der Lippe-Großmulde im westlichen Ruhrkarbon nördlich Oberhausen.
- Abb. 10. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz N von Meßpunkt OT.FN.AA02 (ZV) aus einer Schlepplagezone im Einflußbereich einer Störung auf der Südflanke der Lippe-Großmulde im westlichen Ruhrkarbon nördlich Oberhausen.
- Abb. 11. Gefügeteilbereich aus Flöz N, Untere Horster Schichten, Westfal C, von der Südflanke der Lippe-Großmulde aus dem westlichen Ruhrkarbon nördlich Oberhausen.

- Abb. 12. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz N von Meßpunkt FH.FN.AC02 (XV) (vgl. Abb. 11), Meßpunkt an der Ortsbrust der Förderstrecke.
- Abb. 13. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz N von Meßpunkt FH.FN.AC03 (XV) (vgl. Abb. 11), Meßpunkt an der Ortsbrust der Förderstrecke.
- Abb. 14. Gefügediagramm der tektonischen Trennflächen aus Flöz N von Meßpunkt FH.FN.AC04 (XV) (vgl. Abb. 11), Meßpunkt an der Ortsbrust der Förderstrecke.
- Abb. 15. Plan der Bruchtektonik für das nördliche Ruhrkarbon. Die großen Lineamente des Ruhrkarbons sind in ihrer Orientierung mit derjenigen der HK02-Gleitbrüche der Ruhrgebiets-Gebirgsbildung identisch und üben auch die verschiebende Scherfunktion dieser Gleitbrüche, aus, zu denen sie Begleitgefüge aufbauen.

TABELLEN

- Tab. 1. Fragestellungen bei theoretisch- und praktisch-wissenschaftlichen sowie bei angewandtektonischen Untersuchungen.
- Tab. 2. Feststellungen über den Aufbau und die Entwicklung von Deformationskörpern im Rahmen einer tektonischen Strukturanalyse und Formungssynthese.
- Tab. 3. Intensitätsstufen der kleintektonischen Bruchdeformation im Bereich des niederrheinisch-westfälischen Karbongebirges, abgeleitet aus den tektonischen Aufnahmen im westlichen, nördlichen und zentralen Ruhrkarbon.

LITERATUR

- ADLER, R.E.: Der Einfluß der Tektonik auf maschinell mit der Streckenvortriebsmaschine Wohlmeyer aufgefahrene Flözstrecken. — *Glückauf Forsch.* — H., 29 (1968), H. 3, S. 149-156, 10 Abb., Essen 1968.
- Kleintektonische Beobachtungen aus dem Ruhrkarbon. — *Forsch. — Ber. Ld. Nordrh. — Wesf.*, 2008 (1969), S. 5-53, Köln und Opladen 1969.
- Montantektonische Vorfelderkundung. — Symp. Hornická Příbram ve Vědě a Technice 1971, Sekce Matematické metody v geologii, Sborník Předusásek, 1971, S. 1-37, Příbram 1971.
- Ableitung einer Kennzahl zur Charakterisierung tektonischer Deformationen. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.* 1972, H. 5, S. 257-279, Stuttgart 1972.
- Gefügestatistik und ihre Bedeutung für die Montantektonik im Steinkohlenbergbau. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 195-207, Hannover 1973.
- Tektonische Beobachtungen im Bereich der Emscher-Großmulde bei Gelsenkirchen-Horst. — *Glückauf Forsch.* — H., 34 (1973), H. 3, S. 91-100, Essen 1973.
- BOCK, H.: Vielfache Bruchstrukturen bei einfachen Beanspruchungen — Rechnerische Untersuchungen mit Hilfe der Finite-Element-Methode. — *Geol. Rdsch.*, 61, H. 3, S. 824-849, Stuttgart 1972.
- BREDDIN, H.: Tektonische Gesteinsdeformation im Karbongürtel Westdeutschlands und Süd-Limburgs. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 107 (1956), S. 231-260, Hannover 1956.
- Tektonische Gesteinsdeformation im kaum gefalteten Karbon des Erkelenzer Steinkohlenrevieres. — *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, 1958, H. 3/4, Stuttgart 1958.
- COBBOLD, P.R., COSGROVE, J.W., SUMMERS, J.M.: Development of internal structures in deformed anisotropic rocks. — *Tectonophysics* 12 (1971), S. 23-53, Amsterdam 1971.
- CROSBY, G.W., LINK, P.K.: Stress reorientation during folding. — *Geol. Rdsch.*, 61, H. 2, S. 413-429, Stuttgart 1972.
- DANN, R.: Datenverarbeitung im Rahmen montantektonischer Arbeiten im Steinkohlenbergbau. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 239-241, Hannover 1973.
- DROZDZEWSKI, G.: Beziehungen zwischen Großtektonik und Stockwerktektonik im Ruhrkarbon. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 177-189, Hannover 1973.
- EISBACHER, G.H.: In-situ Gesteinsspannungen und Mechanismen der Kluftöffnung. — *Geol. Rdsch.*, 62, H. 1, S. 29-53, Stuttgart 1973.
- ERMERT, D.: Übergangstektonik im Gelsen-

- kirchener Hauptsattel bei Waltrop/Ruhrgebiet.
— *Diss. TU Clausthal*, 126 S., Clausthal-Zellerfeld 1970.
- Über die Bedeutung der Montantektonik für den Bergmann. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 191-193, Hannover 1973.
- HAYDN, R.: Tektonische Gefügeprägung im Vestischen Großsattel zwischen Rheinabben- und Brabecker Sprung. — *Diss. TU Clausthal*, 134 S., Clausthal-Zellerfeld 1972.
- HOEPPENER, R.: Stellung des Experimentes im Rahmen tektonischer Forschung. — *Geol. Rdsch.*, 61, H. 3, S. 789-805, Stuttgart 1972.
- JACOB, H.-L.: Zur Tektonik des östlichen Vestischen Hauptsattels im Kreis Recklinghausen. — *Diss. TU Clausthal*, 92 S., Clausthal-Zellerfeld 1972.
- Betriebliche Aspekte zur tektonischen Forschung im Steinkohlenbergbau. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 249-256, Hannover 1973.
- KIENOW, S.: Mechanische Probleme bei der Auffaltung der subvariszischen Vortiefe. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 107 (1955), S. 140-157, Hannover 1956.
- KRÖGER, O.: Die Kluft- und Schlechtentektonik im flach gelagerten Steinkohlengebirge am linken Niederrhein (Zeche Friedrich Heinrich). — *Clausthaler Tekt. H.*, Bh. 5 (1964), 117 S., Clausthal-Zellerfeld 1964.
- LANGER, M.: Rheologische und modellmechanische Grundlagen für tektonische Experimente. — *Geol. Rdsch.*, 61, H. 3, S. 806-823, Stuttgart 1972.
- LAUTSCH, H.: Zum Problem der Erhebung und Orientierung kleintektonischer Aufnahmen im Steinkohlengebirge. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 233-238, Hannover 1973.
- MÜLLER, L.: Untersuchungen über statistische Kluftmessung. — *Geol. Bauwes.*, 5 (1933), H. 4, S. 185-255, Wien 1933.
- Der Felsbau, Bd. I: Theoretischer Teil, Felsbau über Tage 1. Teil. — 624 S., Stuttgart (F. Enke) 1963.
- Sind Berechnungen und Modellversuche zur Klärung tektonischer Fragen sinnvoll? — *Geol. Rdsch.*, 62, H. 1, S. 1-15, Stuttgart 1973.
- PAFFRATH, A.: Spezielle montantektonische Aufgaben des Markscheiders im Steinkohlenbergbau. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 217-223, Hannover 1973.
- PALM, H.: Gefügetektonische Kenndaten als Entscheidungshilfe für großräumige Planung — ein Ausblick. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 243-247, Hannover 1973.
- PFISTERER, W.: Kleintektonische Gefüge in Kohle und Nebengestein auf der Nordflanke des Gelsenkirchener-Sattels, im Grubenfeld Consolidation bei Gelsenkirchen/Ruhrkarbon. — *Diss. TU Clausthal*, 170 S., Clausthal-Zellerfeld 1973.
- PILGER, A.: Lineamente im Ruhrkarbon. — *Geol. Jb.*, 71 (1955), S. 395-404, Hannover 1955.
- RÜLLER, K.H.: Die Kenntnis der Kleintektonik als eine Grundlage der Abbauplanung. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 225-231, Hannover 1973.
- SANDER, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, Bd. I: Allgemeine Gefügekunde und Arbeiten im Bereich Handstück bis Profil. — 215 S., Wien-Innsbruck (Springer) 1948.
- SEIDEL, G.: Entwurf einer genetischen und morphologischen Systematik der großtektonischen Störungen des Ruhrkarbons. — *Mitt. Westf. Berggewerkschaftskasse*, 12 (Kukuk-Festschrift), S. 111-145, Bochum 1957.
- TEICHMÜLLER, R.: Die paläogeographisch-fazielle und tektonische Entwicklung eines Kohlenbeckens am Beispiel des Ruhrkarbons. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 124, S. 149-165, Hannover 1973.