

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Die Feintektonik des Massenkalkes des Remscheid-Altena-Arnsberger
Sattels - ein Beitrag zur Methodik der Kluftrichtungsmessung

Klüppelberg, Ernst

1935

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-168034](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-168034)

Die Feintektonik des Massenkalkes des Remscheid — Altena — Arnsberger Sattels.

Ein Beitrag zur Methodik der Kluftrmessung.

Von **Ernst Klüppelberg** (Essen).

Einleitung.

Die zahlreichen verhältnismäßig guten Aufschlüsse des Massenkalkes am Nordflügel des Remscheid-Altena-Arnsberger Sattels zeigen eine auffallende Häufung kleinerer und größerer parallel laufender Klüfte. Sie treten hier in einem Gebiet auf, dessen varistischer Faltenbau durch die eingehende Kartierung der Preuß. Geologischen Landesanstalt (37—45) weitgehend geklärt ist. Problematisch bleiben aber noch die Auswirkungen der jüngeren Tektonik.

Meine Untersuchungen erstrecken sich auf den Massenkalk des Remscheid-Altena-Arnsberger Sattels, der von Düsseldorf aus in nordöstlicher Richtung verläuft (s. Abb 1). Auf seinem Nordflügel begleitet ihn ein mehr oder weniger schmaler Zug Massenkalk, der aber im Ennepetal unterbrochen ist. Hier wird er durch Längsstörungen, die unter dem Namen „Ennepe-System“ bekannt sind, unterdrückt.

Im letzten Jahrzehnt haben, angeregt durch Salomon Calvi, eine Reihe Autoren die Zusammenhänge von Klüftung und Tektonik zu ergründen versucht, ohne eine endgültige Lösung zu finden. Die Arbeiten erstreckten sich zumeist auf das Deckgebirge oder auf kristallines Grundgebirge.

So lag denn der Gedanke nahe, mit Hilfe der Klüfte, als Begleiterscheinung tektonischer Bewegungen, die Entstehung eines tektonisch einheitlichen Gebietes (Sattel) zu untersuchen.

Andererseits ist es nach Philipp (36 Anm. S. 17) notwendig, eine „größere systematische Untersuchung über die Eignung von Kluftrmessungen zu tektonischen Arbeiten“ vorzunehmen. Die zweite Aufgabe dieser Arbeit soll deshalb sein, eine Methodik der Kluftrmessungen zu entwickeln, die „auf alle Fehlerquellen eingeht“ und „vor allem die Ursachen lokaler Abweichungen kritisch ins Auge faßt“.

Die Anregung zu dieser Arbeit gab mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. H. Philipp. Ich möchte ihm an dieser Stelle für seine Anregung und Unterstützung während der Untersuchungen danken. Desgleichen bin ich Herrn Professor Dr. G. Kalb für seine wertvollen Hinweise auf die Kluftrmineralisation Dank schuldig, ebenso Herrn Privatdozenten Dr. H. Wehrli, der stets lebhaften Anteil am Fortschreiten der Arbeit nahm und mir manche fördernde Anregung gab.

Bei meinen Geländearbeiten erhielt ich von allen Steinbruchverwaltungen meines Gebietes bereitwilligst Erlaubnis, die Untersuchungen durchführen zu können. Insbesondere danke ich der Hauptverwaltung der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke, Dornap, mit ihren einzelnen Abteilungen in Gruiten, Dornap, Oberhagen, Lethmathe und Hönnetal für ihr Entgegenkommen und für das bereitwillige Ueberlassen der eigenen Grundrisse, nach denen ich meine Bruchpläne anfertigen konnte.

A. Der geologische Aufbau des Untersuchungsgebietes.

I. Die Stratigraphie des Massenkalkes sowie der liegenden und hangenden Schichten.

Dank der ausgezeichneten Arbeiten von A. Denkmann, A. Fuchs und W. Paeckelmann ist die Stratigraphie dieses Gebietes weitgehend geklärt. Sämtliche geologischen Kartenblätter 1:25 000 des nördlichen Bergischen Landes und des westlichen Sauerlandes sind schon Anfang des Jahrhunderts herausgegeben worden oder wurden während dieser Untersuchungen veröffentlicht (37—45). Nur das Blatt Balve wird augenblicklich noch durch W. Paeckelmann kartiert. So konnte ich mich auf die stratigraphischen Ergebnisse dieser Arbeiten stützen, da es ja meine Aufgabe war, lediglich die tektonischen Elemente zu erfassen.

Der Massenkalk gehört der Stringocephalenstufe an und bildet dessen obere Abteilung mit einer bedeutenden Mächtigkeit von etwa 1000 m in der Elberfelder Gegend. Er zeigt eine deutliche Bankung, deren Mächtigkeit schwankt. Nach W. Paeckelmann (55) gliedert er sich bei Elberfeld und Vohwinkel in eine untere, dunkle Partie, den Schwelmer Kalk und in eine obere, hellere den Eskesberger Kalk. Im allgemeinen sind die oberen und unteren Partien dünnbankig, dagegen die mittleren dickbankig.

Im westlichen Teil des Gebietes reicht die Kalkfazies bis ins Oberdevon hinein. Das tiefere Oberdevon bilden hier der Dorper Kalk und innerhalb der Flinschiefer, diese faciell vertretend, die örtlichen Riffe des Iberger Kalkes. Im östlichen Teil des Sattels, schon in der Gegend von Barmen-Rittershausen, liegt die obere Kalkgrenze in den obersten Schichten der Stringocephalen-Stufe. Genaue Kenntnis der Stratigraphie in diesem Abschnitt haben wir nach Paeckelmann (41) nicht, da streichende Störungen die oberen Schichten des oberen Mitteldevons unterdrückt haben. Dagegen ist in den Bahneinschnitten bei Schwelm die Verzahnung des Massenkalkes mit dem Liegenden, den Oberhonselers Schichten, gut aufgeschlossen.

Oestlich Hagen reicht die Massenkalk-Fazies nur bis zum obersten Mitteldevon. Hier wird der Massenkalk von dem kalkig-schieferigen „Flinz an der oberen Grenze des Massenkalkes“ und den Tentakulitenschiefern, die beide zu den oberen Stringocephalen-Schichten gehören, überlagert. Sie sind das Äquivalent des Eskesberger Kalkes der Elberfelder Gegend.

Nach Abschluß dieser Arbeit erschien von H. Breddin (4) eine Veröffentlichung über „Mittel- und Oberdevon im Gebiete des Velberter Sattels“, in welcher ein Teil des Massenkalkes, den W. Paeckelmann bisher als mitteldevonisch ansah, ins Oberdevon gestellt wird.

Der Massenkalk wird von den mächtigen mitteldevonischen Lenneschiefern unterlagert, die im oberen Teil, in den Honselers Schichten, noch zu der Stringocephalen-Stufe gehören, deren untere Partien (Brandenberg-, Mühlenberg- und Hobräckerschichten) das untere Mitteldevon bilden.

Die „Lenneschiefer“ setzen sich aus einer Gesteinsfolge zusammen, die aus Tonschiefern, Sandsteinen und Grauwacken besteht, von denen die letzteren teilweise quarzitisch ausgebildet sind. Erst unmittelbar unter dem Massenkalk tritt eine Faziesänderung ein, indem dünne Kalkbänkchen in die tonig-sandigen Schichten der Oberhonselers Schichten eingelagert sind. Gelegentlich schwellen sie zu mächtigeren Kalkeinlagerungen an, so am Döppersberg bei Elberfeld und weiter östlich bei Barmen.

Die oberdevonischen Sedimente sind bedeutend wechselvoller zusammengesetzt als die mitteldevonischen. Neben der vertikalen Gliederung ist das Oberdevon durch sehr häufigen Fazieswechsel in der Horizontalen gegliedert. So reicht, wie bereits Seite 3 erwähnt wurde, im Westen die Kalkfazies als Dorper und Iberger Kalk in das untere Oberdevon hinein, während im Sauerland schon die obersten Schichten des Mitteldevons als Flinz und Tentakulitenschiefer ausgebildet sind.

Die oberen Schichten des unteren Oberdevons sind als Flinzkalke und Mergelschiefer (Matagne-Schichten) entwickelt.

Das obere Oberdevon besteht aus einer Folge von bunten Schiefern, sandigen Schiefern, Flinzkalken und Plattensandsteinen.

Demnach setzt sich das Liegende des Massenkalkes aus mächtigen sandigen bis quarzitischen Paketen, den Lenneschiefern, zusammen. Das Hangende dagegen ist eine abwechslungsreiche, im einzelnen wenig mächtige Folge von Riffkalken, Flinzkalken, Plattenkalken, Sandsteinen, Mergelschiefern, Flinzschiefern und sandigen Schiefern.

II. Die Großtektonik des Untersuchungsgebietes.

Wenn man die Fuchs'sche Übersichtskarte des nördlichen Sauerlandes und des Bergischen Landes (20) betrachtet, sind zwei tektonische Wesenszüge deutlich erkennbar:

1. der varistische Großfaltenbau,
2. die Quer- und Längsstörungen.

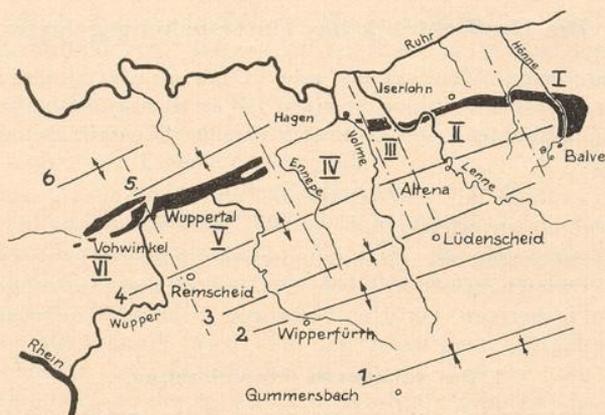
Bei der Betrachtung der großtektonischen Elemente in diesem Abschnitt stütze ich mich lediglich auf die älteren Messungen, die durch die bisherigen Veröffentlichungen bekannt geworden sind.

1. Der varistische Großfaltenbau.

Das Bergische Land ist zu einer Reihe großer Sättel und Mulden aufgefaltet, die aus der beigefügten Übersichtskarte (Abb. 1) zu erkennen sind. Sie sind wiederum in eine Reihe von Spezialsättel und Mulden gegliedert.

Die Achsen der Großsättel und Großmulden streichen auf den geologischen Karten generell mit etwa N 60 — 70 E. Gegen E tauchen sie unter. Eigentümlicherweise ist dieses Untertauchen sämtlicher Großfalten an eine Linie gebunden, die von Arnsberg bis Berleburg reicht und nach Paeckelmann (54) mit einer Faziesgrenze zusammenfällt. Durch diese Senkung der tektonischen Einheiten erhalten die Schichten mit Beginn des Umlaufens eine von dem Achsenstreichen der Sättel abweichende Richtung, auf deren Bedeutung bei der Ermittlung von tektonischen Bewegungsrichtungen Cornelius (13) hingewiesen hat. Das Schichtstreichen ist demnach im Ostteil des Nordflügels des Sattels durchweg mehr nach Osten gedreht als das Achsenstreichen, im gleichen Abschnitt des Südflügels aber mehr nach Norden.

Im W bricht der Remscheid-Altena-Arnsberger Sattel an den Randstörungen der Niederrheinischen Bucht ab, keineswegs nahe seiner natürlichen westlichen Begrenzung, sondern dort, wo er seine höchste West-Ost-Wölbung hat. Zwischen diesem Abbruch und dem östlichen Untertauchen bei Arnsberg zeigt er kein einheitliches Achsenstreichen, sondern eine beträchtliche Knickung im Sattelkern, südlich Haspe, östlich Radevormwalde. Der westliche Teil der Sattelachse streicht N 60 E, dagegen zeigt der östliche Teil, östlich des Volmetales (vergl. Abb 1) ein bedeutend flacheres Streichen, etwa N 70 — 80 E. Der Knick in der Sattelachse ist in Zusammenhang zu bringen mit einer breiten Störungszone, die von Radevormwalde bis zum Volmetal reicht. Von ihr wird weiter unten bei den Querstörungen zu reden sein.



Zeichenerklärung.

- ↕ ↕ — Sättel u. Mulden ■ Massenkalk
 - - - - - Grenzen der Segmente

Abb. 1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes. (Maßstab 1:1 000 000)

Faltenbau.

1. Attendorn-Elser Doppelmulde
2. Ebbesattel
3. Lüdenscheider Mulde
4. Remscheid-Altena-Arnberger Sattel
5. Herzkamper Mulde
6. Velberter Sattel

Sattelsegmente.

- I. Hönnesegment
- II. Hohenlimburg-Iserlohrner Segment
- III. Haßleier Segment
- IV. Ennepesegment
- V. Elberfeld-Schwelmer Segment
- VI. Osterholzsegment

2. Die Quer- und Längsstörungen.

Das andere Element, das dem Rheinischen Schiefergebirge sein charakteristisches tektonisches Gepräge verleiht, ist die Zerstückelung der Falten durch ein System von Querverwerfungen. Die Spezialblätter der geologischen Karte zeigen die große Zahl dieser Störungen, die nach Paeckelmann (40) nur einen Teil der vorhandenen darstellen. Sie zerschneiden den Sattel in zahllose Querstücke, die entweder als Querhorste oder als Quergräben in Erscheinung treten. An einigen Stellen häufen sich die Querstücke mit sinkender bzw. hebender Tendenz.

Im wesentlichen sind diese Querstörungen nach den bereits vorliegenden Untersuchungen an die devonischen Gesteine gebunden, denn schon im Unterkarbon, erst recht aber im Oberkarbon nimmt ihre Zahl und ihre dichte Aufeinanderfolge ab. Sie strahlen aus dem Massenkalk in die oberdevonischen Schichten aus, um dann zu verschwinden oder aber einen gewundenen, unregelmäßigen Lauf anzunehmen. Auf Blatt Hagen schneiden diese Störungen mit der „Ennepestörung“ (vergl. Einleitung) ab.

Die südlichen Lenneschiefer sind stark zerstückelt, die nördlichen karbonischen Gesteine dagegen fast ungestört. Wieweit die in den geologischen Karten eingetragenen Querstörungen individuelle Auffassung der kartierenden Geologen darstellen oder durch petrographische Verhältnisse bedingt sind, vermag ich nicht zu entscheiden.

Im Mittelteil des Sattels, also von Gruiten bis Hohenlimburg, streichen die Querstörungen nach den geologischen Karten N 20 — 40 W. Nur südlich des Ennepetales streichen sie zum Teil sehr flach (N 60 — 70 W). Östlich Hagen stehen die Störungen fast N — S an den Stellen, die ein stärkeres Umlaufen des Schichtstreichens aufweisen, um dann im Sattelende (nach der Fuchs'schen Karte) radialstrahlig zu verlaufen. Daneben streichen die größeren unter ihnen, wie die beiden Deilinghöfer Quersprünge, die den östlichsten Teil des Sattels gehoben haben, normal mit N 25 bzw. 40 W. Ähnlich verhalten sich größere Sprünge östlich des Sattelendes. Das Umbiegen dieser Verwerfungen würde so zu deuten sein, daß ein Teil an den Sattel gebunden ist und eine Art Zerrungssprünge bildet. Andere zeigen keine Abhängigkeit vom Sattel.

Paeckelmann (40) nimmt an, daß diese Querstörungen als echte Druckstörungen entstanden sind. Danach müßten sie eine horizontale Verschiebung erfahren haben. Erst nachträglich, mit Einsetzung der „Zerrung des Gebirges nach der Faltung“, sind sie als „Bewegungsbahnen für die Schollenbildung“ benutzt worden. Reste der ursprünglichen Blattverschiebung sind nach Paeckelmann noch an einigen regelmäßig gebauten Spezialfalten zu erkennen. Nach den wichtigsten der vorbesprochenen Querstörungen zerlege ich den Sattel in eine Anzahl Querstücke, denen ich den Namen Sattelsegment beilege. Jedes einzelne Segment gliedere ich in zwei Flügelstücke und den Segmentkern (Abb. 2).

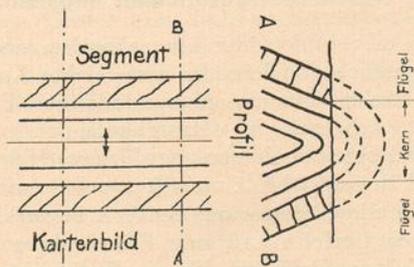


Abb. 2: Schematischer Aufbau eines Sattelsegments.

Von Osten nach Westen gliedere ich den Remscheid-Altens-
Arnsberger Sattel in folgende Segmente, die ich (vergl. Abb. 1) be-
zeichnen werde als

Hönne-Segment,
Hohenlimburg-Iserlohner Segment,
Haßleier Segment,
Ennepe-Segment,
Elberfeld-Schwelmer Segment,
Osterholz-Segment.

Da ich sie als räumliche Gliederung meinen Untersuchungen
zugrunde gelegt habe, soll zunächst ihre Abgrenzung und eine kurze
Beschreibung ihres Aufbaues erfolgen. Die feintektonische Ver-
messung hat sich, wie der Titel der Arbeit sagt, nur auf den Massen-
kalk beschränkt, deshalb beschreibe ich zunächst nur den Teil des
jeweiligen Segmentes (also überwiegend den Nordflügel), der den
Massenkalk enthält. Nur dann gehe ich auf den Segmentkern ein,
wenn er zum Verständnis der Flügelteile notwendig ist.

a) Hönne-Segment.

Es liegt im Umbiegen des Sattels und enthält ein breites Band
Massenkalk. Im E tauchen die Schichten unter das hangende Ober-
devon. Die westliche Begrenzung liegt in den Deilinghöfer
Sprüngen, die das Massenkalkband zerrissen haben und an denen
das Hönne-Segment gegenüber dem westlich gelegenen Hohenlim-
burg-Iserlohner Segment gehoben ist. Die Deilinghöfer Sprünge
durchsetzen den Sattelkern im Balver Wald und kommen westlich
Balve als Balver Quersprünge wieder heraus. Das Hönne-Segment
wird in seiner Breite in der Richtung der Querverwerfungen von
der Hönne durchflossen.

b) Hohenlimburg-Iserlohner Segment.

Der Massenkalk bildet hier ein schmales, aber einheitliches
Band, das nur westlich von Iserlohn eine leichte Knickung erfährt.
Im allgemeinen streicht hier das Massenkalkband ENE bis E. Die
Knickung wirkt sich nur im Massenkalk und den liegenden
Schichten aus und bewirkt eine treppenförmige Hebung der Einzel-
segmente nach E zu (auf Abb. 1 nicht hervortretend). In der Land-
schaft macht sich diese Steigerung deutlich bemerkbar im Anstieg
des Geländes nach Iserlohn und zum Fröndenberg. Dem Massen-
kalk ist nördlich von Calle ein kleiner Kalkhorst vorgelagert, in
dem die Bilveringser Brüche liegen.

c) Haßleier Segment.

Das schmale Kalkband des Hohenlimburg-Iserlohner Segments erbreitert sich westlich des Lennesprunges auf $2\frac{1}{2}$ km, die Länge ist nicht viel größer, denn schon bei Hagen-Delstern wird das Massenkalkband vollständig abgeschnitten. Nur ein kleiner Kalkrücken bleibt weiter nördlich bei Oberhagen stehen. Die Breite des Haßleier Kalkbandes ist bedingt durch die fast horizontale Lagerung, die nur an den Rändern abgeknickt ist. Am südlichen Rande der Kalktafel fallen die Schichten mit 70° nach N ein. Im mittleren Teil wurde nach eigenen Messungen $10-20^\circ$ nördliches Einfallen gemessen, während der Nordrand wiederum mit $40-68^\circ$ nach N abbiegt. Der Kalk bildet hier eine Flexur.

d) Ennepe-Segment.

Im Osten wird dieser Abschnitt durch den Volmesprung begrenzt, im Westen fehlt eine scharfe Grenze bis zur Ennepebiegung. Der Massenkalk ist hier auf der ganzen Linie durch das System der streichenden Ennepestörungen, die hier ein dichtes Bündel bilden, unterdrückt. Nach Pa e c k e l m a n n (41) beträgt die Sprunghöhe bei Aske, wo Mühlenbergsschichten unterstes Oberkarbon anlagern, etwa 4000—5000 m. Diese Sprunghöhe beschränkt sich allerhöchstens auf eine Ausdehnung von 4—5 km, um dann sehr schnell abzunehmen.

e) Elberfeld-Schwelmer Segment.

Der Massenkalk von Elberfeld bis Schwelm zeichnet sich durch seine intensive Spezialfaltung aus, wie sie an keiner anderen Stelle des Massenkalkzuges zu beobachten ist. Im Osten dieses Abschnitts, nördlich von Schwelm, taucht aus dem Massenkalk ein Schiefer- und Sandstein-Sattel heraus, der sich auf den Blättern Hattingen und Hagen in dem Hasper Sattel fortsetzt. Westlich dieses Sattels, bei Schwelm, im Gebiet von Barmen-Rittershausen, ist die geschlossene Massenkalkdecke wieder vorhanden bis zu einem neuen Durchbruch des Liegenden im Harchtsattel zwischen Barmen und Elberfeld. Die Kalkdecke zwischen diesen beiden Aufwölbungen ist nun keineswegs einheitlich nach N gekippt, wie in den übrigen Abschnitten bei Vohwinkel und Iserlohn, sondern zeigt eine intensive Spezialfaltung von geringer Sattelhöhe. Pa e c k e l m a n n läßt den Hasper Sattel im Untergrund des Massenkalkes von Wichlinghausen weiterstreichen (s. Profil A—B der geologischen Karte Blatt Barmen) und stellt so die Verbindung Hasper Sattel mit Hardt-Sattel her.

f) Osterholz-Segment.

Ich nehme als östliche Grenze dieses Segments den Kiesberg-NützenbergrHorst an, der im E durch einen schmalen Kalkgraben begrenzt wird. Die Begrenzungslinien dieses Grabens streichen genau N—S, biegen aber an den nördlichen und südlichen Begrenzungslinien des Kiesberg-NützenbergrHorstes wieder in die normale nordwestliche Richtung um. Die Westseite des Horstes ist dagegen staffelförmig an nordwestlichen Störungen zerrissen. Die ganze Anlage des Horstes spricht für eine Hebung durch nordwestliche Brüche, wie es auch Pa e c k e l m a n n (40) annimmt. Der östliche Kalkgraben kann dann jüngeren Datums sein. Westlich des Kiesberg-Horstes erstreckt sich ein breites Massenkalkband, das im Streichen durch einen Schiefergraben (Osterholzgraben) in einen nördlichen und südlichen Kalkzug gespalten ist.

Der nördliche oder Dornaper Kalkzug verläuft als 1—1½ km breites Band von Saurenhau über Dornap, Hahnenfurt nach Gruiten. Der südliche oder Vohwinkeler Kalkzug beginnt bei Dorp und verläuft über Varresbeck bis Nathrat. An einer Querstörung, der Nathrater Querverwerfung, setzt das bis zu 2 km breite Band ab und wird auf einen ganz schmalen Streifen beschränkt, der im Untergrund des Stadtgebietes von Vohwinkel liegt. Örtlich ragen noch zwei Massenkalkkeile in den Osterholzgraben vor, so bei Krutscheid und Birschels. Die beiden Kalkzüge vereinigen sich südlich der Bahnlinie Gruiten-Düsseldorf bei Karskalkofen. Sie sind hier in dem letzten südwestlichen Abschnitt sehr steil gestellt und gestört. Dazwischen liegt nun ein etwa 2 km breiter Streifen Schiefer, der ursprünglich für Lenneschiefer gehalten wurde. Später stellte sich auf Grund von Fossilfunden ältestes Oberdevon heraus. Dieser „Flinzschiefer“ muß hier in einem Graben (Osterholzgraben) liegen, der nördlich und südlich von Massenkalk flankiert wird.

Die Massenkalkplatte, einschließlich des abgesunkenen Grabens, zeigt flache Lagerung mit geringem Einfallen. Der Flinschiefer ist allerdings sehr stark gestört. Erst an den Nord- und Südrändern wird das Einfallen des Massenkalkes steiler bis zu 75—80° N. Zwischen Dornap und Schickenberg sind die Flinschiefer nicht vorhanden. Westlich Dornap fehlt der Eskesberger Kalk. Pa e c k e l m a n n (40) legt nun zwischen das kalkige Mitteldevon (Schwelmer bzw. Eskesberger Kalk) und die Schichten des Oberdevons streichende Störungen. Früher sind diese Störungen (nach Pa e c k e l m a n n) als steile Verwerfungen westlich Gruiten im Düsseltal aufgeschlossen gewesen. Z. Zt. kann man keine mehr beobachten. Dagegen ist an zwei Stellen konkordante Ueberlagerung des Massenkalkes durch oberdevonische Schiefer zu sehen.

Am nördlichen Stoß der obersten Abbausohle des Bruches V (in der Voßbeck) der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke sind durch den Bruchbetrieb Schiefer angefahren worden. Sie zeigen den typischen Übergang von Kalk zu Schiefer durch die abwechselnde Lagerung von Kalk- und Schieferbänkchen, sowie durch die Einlagerung von Kalkknollen im unmittelbar Hangenden des Massenkalkes. Schichtung und Einfallen stimmen überein mit den liegenden Kalken. Dasselbe Bild ist im alten Bruch bei Düsselsprung zu sehen, wo durch den Hohlweg zur untersten Sohle ein querschlägiges Profil durch diese Grenzzone aufgeschlossen ist.

Angesichts dieser beiden Aufschlüsse vermag ich den Längsstörungen zwischen Massenkalk und oberdevonischer Schiefer keine große Bedeutung beizulegen. Gewiß sind Längsstörungen, auch im Sinne *Paeckelmann's*, vorhanden, so bei Schragen im Düsseltal und östlich im Bereich des Kiesberg-Nützenberghorstes. Zum Teil liegen diese Störungen im Oberdevon selbst, wie das deutlich im Stollen zwischen Bruch VI und dem Kalkofen Aprath zu beobachten ist.

Außerdem sind die faziellen Verhältnisse der oberdevonischen Schichten in diesem Gebiet noch sehr umstritten, haben wir doch hier den Übergang der Elberfelder in die Velberter Fazies. Gleichzeitig liegt auch hier die Grenze zwischen Kohlenkalk- und Kulmfazies.

Nach diesen Erwägungen würde das Profil der Herzkammer Mulde wesentlich anders aussehen als bei *Paeckelmann*. Der Massenkalk bildet den Untergrund der Herzkammer Mulde. Nur örtlich wird er bei Gruiten und am Nordrand des Kiesberg-Nützenberghorstes durch saigere Längsstörungen verworfen. Die Ausgleichsbewegung bei der Faltung ist innerhalb der oberdevonischen Schichten, teils auf den Schichtflächen, teils als steile Aufschuppungen erfolgt.

Die nach Abschluß dieser Untersuchungen erschienene Arbeit von *H. Breddin* (4) bestätigt meine Ansicht. *Breddin* gibt darin eine grundlegende Vereinfachung der Tektonik des Osterholzsegmentes, indem er auf Grund seiner stratigraphischen Neugliederung alle Längsstörungen zwischen Massenkalk und Oberdevon, aber auch den Osterholzgraben beseitigt.

Am südlichen Rande des Kalkzuges liegt dann wiederum (nach der bisherigen Auffassung) eine größere Längsstörung, die den Massenkalk gegen Lenneschiefer verwirft. Sie ist aufgeschlossen in der Braunkohlengrube Sonntagskind, wo an der Südwand Brandbergschichten anstehen, etwa 20 m nach N schon Massenkalk. Die Karst-Oberfläche des Massenkalkes ist mit Tertiärsanden bedeckt, die von *Paeckelmann* (40) als *Vohwinkeler Sande*

beschrieben und in das Mittelmiozän gesetzt wurden. Man versucht gelegentlich, diese Tertiärablagerungen als Dolinenausfüllungen zu deuten, entsprechend den Vorkommen bei Nathrat und Dornap. Sie zeigen hier jedoch eine ganz andere Ausbildung. In den Dolinen ist alles verstürzt und mit Schottern vermischt. In Grube Sonntagkind ist die Schichtung der Sande erhalten. Im Liegenden der Grube steht das Braunkohlenflöz an, darüber Sande in Wechsellagerung mit Schottern und Feuersteingeröllagen. Im mittleren Teil des Bruches war vor einiger Zeit eine Feuersteinablagerung aufgeschlossen, die aus reinem Feuerstein (abgerundet und weißlich verwittert) bestand. Der Aufschluß war wenige Meter lang und nur ein halbes Meter mächtig. Die Seiten keilten aus.

Die Ablagerung der Miozänsande (nach neueren Untersuchungen in der Ville sicher Ober-Oligozän) läßt nicht auf Ausfüllung einer Doline schließen. Sie sind mit dem Massenkalk verworfen worden. Parallel zu diesen jungen Verwerfungen verlaufen noch einige Störungen innerhalb der Honseler Schichten und auf der Grenze zwischen Honseler und Brandenburg-Schichten. Eine solche größere Störung war für kurze Zeit an der neuen, unfertigen Umgehungsstraße südlich Vohwinkel beim Bau einer Wasserleitung aufgeschlossen.

B. Die Feintektonik.

I. Die feintektonische Untersuchungsmethode.

Salomon-Calvi unterscheidet 1911 in einer Arbeit (48) zwei Arten von Klüften, solche, die durch Gebirgsdruck und andere, die durch Kontraktion des Gesteines entstanden sind. Cloos ist dann in seinen granittektonischen Arbeiten (6 und 7) dafür eingetreten, daß die Kontraktionsklüfte keine solche Bedeutung haben, wie man ihnen ursprünglich beilegte. Für die sediment-tektonische Betrachtung fallen sie fort. Hier sind nur solche Klüfte zu betrachten, die Salomon-Calvi als „gemeine“ Klüfte bezeichnete. Dabei macht er keine Unterscheidung hinsichtlich der Entstehung, ob sie durch Zug- oder Druckspannung entstanden sind. Im Verlaufe meiner Untersuchungen hat sich gezeigt, daß im Grundgebirge eine solche Unterscheidung tatsächlich nicht möglich ist, da bei der mehrfach erfolgten tektonischen Beanspruchung die ursprünglich durch eine Kraft entstandene Kluft nachträglich durch eine andere Ursache verändert wurde. Mir bleibt nur die Aufgabe, die Vielheit der Erscheinungen zu beobachten und gegeneinander abzuwägen.

Die Klüfte treten in verschiedenen Richtungen auf und ihre Begleiterscheinungen sind, oberflächlich gesehen, sehr mannigfaltig. Eine Trennung in einzelne Gruppen macht deshalb in einem stark gestörten Gebiet große Schwierigkeiten.

Meine feintektonischen Untersuchungen erstreckten sich nicht nur auf die Klüfte, sondern auch auf die Schichtung. Sie ist die präformierte Fläche in den Sedimenten, die bei günstiger Stellung zu den tektonischen Kräften als Ausgleichsfläche für die Entspannung dienen kann. Becker (2) und Nehm (28) erwähnen neuerdings solche „Ausweichbewegungen“ infolge von Faltung.

Bei meinen Untersuchungen habe ich folgende Bestimmungskomponenten beobachtet:

I. Bei den Klüften

1. Bestimmungskomponenten für die Lage,
 - a) Streichen,
 - b) Fallen,

2. Bestimmungskomponenten für die erfolgte Bewegung,
 - a) Richtungssinn der Bewegung (Harnische),
 - b) Verschiebungsbetrag,
 - c) Kluftraum,
 - d) Beschaffenheit der Oberfläche,
3. Begleiterscheinung der Klüftung, Mineralisation.

II. Bei der Schichtung

1. Bestimmungskomponenten für die Lage,
 - a) Streichen,
 - b) Fallen,
2. Bestimmungskomponenten für die erfolgte Bewegung,
 - a) Richtungssinn der Bewegung (Harnische),
 - b) Beschaffenheit der Schichtfläche,
3. Begleiterscheinung, Mineralisation (Lagergänge).

Die Schichtung spielt naturgemäß in einem Massenkalk nur eine untergeordnete Rolle. In den meisten Aufschlüssen ist sie nur schlecht zu erkennen. Demgemäß nimmt in dieser Arbeit auch die klufftektonische Untersuchung den größten Raum ein, während die Beobachtungen über die Schichtung an den betreffenden Stellen eingeflochten werden oder nur in den Diagrammen und Zeichnungen erscheinen.

Ich habe mir bei meinen klufftektonischen Untersuchungen die Stieler'sche Definition (56) zu eigen gemacht. „Unter Klufft wird im folgenden jede Trennungsfäche verstanden, die tektonisch orientiert ist“. Nur möchte ich „orientiert“ durch „bedingt“ ersetzen, um jede Verwechslung mit der räumlichen Orientierung vorzubeugen. Erst die Zusammenstellung und Abwägung der beobachteten Komponenten kann dann zeigen, ob eine Gruppierung möglich ist und von welcher Art die einzelnen Gruppen sind. Entgegen der bisherigen Geflogenheit wählte ich statt der vorbelasteten Namen (herzynisch, rheinisch, rheinisch-longitudinal, rheinisch-transversal, varistisch, erzgebirgisch, schwäbisch, frankonisch, antifrankonisch usw.) für die in meinem Untersuchungsgebiet auftretenden Richtungsgruppen neutrale Bezeichnungen durch römische Großbuchstaben A, B, C, D usw. Für gleichstreichende Gruppen, die sich aber im Fallen entgegengesetzt verhalten, wird der-

selbe Buchstabe mit Indizes angewandt. Ich will mit dieser Bezeichnungsweise verhüten, daß irgend welche Vorstellungen bezgl. Alter, Ursache, oder Beziehungen zur regionalen Tektonik in die Auswertung der vorliegenden Messungen getragen werden.

Wie ich in der Einleitung erwähnte, soll zunächst die Anordnung der Klüfte des Massenkalkes am Großsattel durch diese Untersuchungen festgestellt werden. Erst das Gesamtbild kann dann zeigen, welche Fragen des Alters oder der regionalen Beziehungen zu lösen möglich sind.

Die folgenden Untersuchungen bestehen

1. aus den Geländearbeiten,
2. aus der statistischen Zusammenstellung und Auswertung.

Das Ergebnis tektonischer Messungen ist sehr stark von der Art und Weise der Geländeaufnahme abhängig. Selbst die dichteste Anordnung der Untersuchungspunkte läßt immer nur einen kleinen Teil der vorliegenden geologischen Verhältnisse erkennen. Umsomehr ist es nötig, in einem guten Aufschluß sämtliche erreichbaren Klüfte, die ein einwandfreies Anlegen des Kompasses oder ein Visieren gestatten, zu messen. Im Kalk eignet sich nicht jeder Aufschluß dazu. Bei den älteren Brüchen und Talhängen ist Vorsicht geboten. Sie sind zum Teil zerfallen und ausgewaschen. Dadurch ist eine Zerteilung des Kalkes entstanden, die nichts mit Tektonik zu tun hat. Ich habe nur die Brüche vermessen, in denen Kalk oder Dolomit frisch anstehend waren, Verstürzungen und Auswaschungen das tektonische Bild nicht beeinflussen.

Nach dem oben Gesagten wurden sämtliche erreichbaren Trennungsflächen untersucht. Eine willkürliche Auslese bestimmter Flächensysteme fand nicht statt, wie es beispielsweise Scholz (52) macht, der nur Schieferung und Schubklüftung untersucht, die Querklüftung nur erwähnt und andere „untergeordnete“ Kluftsysteme „nicht weiter verfolgt“. Auch eine Auslese in Bezug auf die Größe der Klüfte ist nicht angebracht, wie es z. B. Bürger macht (3), der nur solche zur Messung aussuchte, „die wenigstens 1—2 m in der Streichrichtung und 3—4 m in der Fallrichtung zu verfolgen sind“. Aber ganz schwach ausgebildete Klüftung ist oft für den Massenkalk charakteristisch und ihre Verfolgung in der Streichrichtung auf mehrere Meter nicht möglich.

Ein Vergleich der Meßergebnisse benachbarter Aufschlüsse zeigt die Tatsache, daß in der Verteilung und in der Häufigkeit der Klüfte größere Unterschiede bestehen. Gewisse Klüfte, die in dem einen Bruch auftreten, fehlen in dem anderen vollständig oder konnten nur in geringer Zahl festgestellt werden. Damit ist aber keineswegs gesagt, daß sie auch tatsächlich fehlen. Im allgemeinen treten die Klüfte besser an einer Bruchwand hervor, die quer zu ihnen streicht. Dagegen kann man nur ein oder zwei zur Bruchwand parallel laufende Klüfte beobachten. Brüche mit möglichst zwei oder mehreren Stoßrichtungen ergeben demnach stets ein vollständigeres Bild der Klüftungsverhältnisse¹⁾.

Schwankungen in der Häufigkeit entstehen ferner durch die örtliche Anreicherung der Klüfte gleicher Streichrichtung und gleichen Einfallens. Solche Klüftbündel sind aus den Bruchplänen, die von allen größeren Aufschlüssen aufgenommen wurden, zu erkennen. Sie besitzen durchweg nur eine Breite von 1—3 m und folgen mit größeren Zwischenräumen aufeinander. Es ist nur ein Zufall, wenn in dem verhältnismäßig kleinen Raum eines Aufschlusses mehrere dieser Bündel angeschnitten werden.

In den größeren Brüchen wird durch die Abbauweise mit den riesigen Schuttkegeln die Untersuchung erheblich erschwert. Große Teile solcher Aufschlüsse konnten nicht vermessen werden.

Alle diese Faktoren zeigen deutlich, daß man der absoluten Zahl der Messungen keinen Wert beilegen kann. Ebenso falsch erscheint mir, das Mengenverhältnis der einzelnen Klüftgruppen durch Prozente auszudrücken, wie es z. B. Lehmann (23), Lind (24), Dinu (15), Pfannstiel (35) u. a. gemacht haben, um daraus Schlüsse zu ziehen. Die Anzahl der Messungen wird immer relativ bleiben und von den Aufschlußverhältnissen, dem Beobachtungsvermögen und der Ausdauer des betreffenden Beobachters abhängen. Ich lehne aus diesen Gründen eine prozentuale Auswertung meiner Klüftmessungen ab. Diese Arbeit stützt sich auf 1465 gemessene Klüfte, wobei jede einzelne Klüftmessung aus durchschnittlich vier Einzelmessungen besteht. Außerdem wurden 209 Messungen der Schichtung und 59 Messungen von Harnischen ausgeführt. Die Untersuchungen erstreckten sich auf 33 Aufschlüsse.

1) In solchen Brüchen wurde streng darauf geachtet, daß Klüfte, die durch mehrere Stöße hindurchsetzen, nicht doppelt gemessen wurden.

Die Feldmessungen habe ich mit einem Geologen-Kompaß der Firma Hildebrand, Freiberg, durchgeführt. Er wurde, um flacher liegende Flächen einwandfrei messen zu können, nach dem Vorschlag von O. Burre (6) umgebaut. Lehmann (25), Bürger (5) und Schleier (50) geben den Umfang der Fehlmessungen $\pm 5^\circ$ an. Die Maße, die ich durch Anlegung des Kompasses erhielt, konnten so exakt durchgeführt werden, daß die Fehler innerhalb einer Grenze von $\pm 5^\circ$ blieben. Durch das nachfolgend beschriebene statistische Darstellungsverfahren wird dieser Fehler vollständig beseitigt. Die durch Anvisieren der Flächen erhaltenen Werte weisen dagegen einen bedeutend größeren Fehlwinkel auf, der $\pm 10^\circ$ erreichen kann.

Sämtliche beobachteten Werte wurden nachträglich berichtigt, indem ich die Deklination berücksichtigte, die 1950—51 ca. 9° , 1952 ca. 8° betrug. Somit sind sämtliche in dieser Arbeit erwähnten, von mir gemessenen Richtungswerte, korrigierte Werte. Der Einfachheit halber geschah das Feldmessen im Teilungskreis von $N 0-180^\circ E$. Die statistische Darstellung wurde aber in den beiden nördlichen Quadranten durchgeführt.

Aus den bisherigen Klufftektonischen Arbeiten ist nie deutlich erkennbar, wie weit jede Kluft als Einzelercheinung mit allen beobachteten Komponenten bei der Aufstellung der Statistik ihre Sonderstellung bewahrt. Die bisher veröffentlichten Diagramme zeigen wohl ein zahlenmäßiges Bild der Gesamtklüftung hinsichtlich der Richtung. Ich versuche im folgenden bei meiner statistischen Auswertung der Einzelkluft eine stärkere Berücksichtigung zukommen zu lassen.

Alle beobachteten Komponenten wurden deshalb für jede einzelne Kluft in eine nummerierte Kartothekkarte eingetragen.

Deklination und Umrechnung in den entsprechenden Quadranten sind aus der Karte ersichtlich. Für die Eintragung in das Diagramm wurden Streuwinkel und Fallen übersichtlich angegeben. Nur so war bei der großen Zahl der Messungen eine stete Kontrolle der Notizen und der Eintragungen in die Bruchpläne und Diagramme möglich. Von einem großen Teil der Klufftausfüllungen wurde eine Belegstücksammlung angelegt. Jedes Stück ist nummeriert und auf der Kartothekkarte der betreffenden Kluft notiert. Ob Zusammenhänge zwischen Kluffgruppen und Mineralisation bestehen, oder ob die Mineralisation örtlich verschieden ist, können dann spätere Untersuchungen auf Grund des gesammelten und registrierten Materials entscheiden. Die

speziellen Beobachtungen an diesen Belegstücken werden zur übersichtlichen Verwertung in die betreffende Kartothekkarte eingetragen. Auch für zukünftige spezielle tektonische Untersuchungen des Massenkalkes kann diese Kartothek als genaue Unterlage dienen.

Die Einzelergebnisse dieser sorgfältig registrierten feintektonischen Untersuchungen wurden dann in eine Kluffrose eingezeichnet. Die bisherigen Arbeiten stellen nur die Richtungen zeichnerisch dar, während sie alle anderen Faktoren ausschalten. Diese „Richtungsdiagramme“ stellen die Häufigkeitsmaxima und -minima fest. Man bedient sich dabei der Kluffrose (Kluffstern) oder linearer Koordinaten. Ich benutze eine Rosette mit 360er Teilung, die von der Firma Schleicher & Schüll, Düren, als Polarkoordinatenpapier herausgebracht wird. Sie hat gegenüber der linearen Darstellung den Vorteil der leichteren Orientierung. Auch die Eintragungweise bei den verschiedenen Autoren weicht voneinander ab. Pfannstiel (35) und Voelker (57) tragen ein prozentuales Verhältnis der verschiedenen Kluffrichtungen ein. Lehmann (23) und Philipp (36) benutzen die absoluten Werte der Messungen und erhalten aus der Addition der Einzelwerte eine Häufigkeitskurve. Die Einzelwerte sind gewöhnlich Durchschnittszahlen. Nur Philipp geht einen anderen Weg, der auch von mir in dieser Arbeit benutzt wurde.

Bekanntlich bilden Kluff- und Schichtflächen keine ebenen Flächen. Sie weichen manchmal auch auf größere Entfernungen hin sehr stark von der eigentlichen Richtung ab. Im allgemeinen wird aus mehreren Messungen der Durchschnitt errechnet. Damit ist aber die Gefahr einer Fehlbestimmung keineswegs gebannt. Liegen die Einzelmessungen alle innerhalb eines von der Hauptrichtung abweichenden Flächenstückes, so ist die Durchschnittszahl ebenfalls abweichend. Diesen Nachteil will die statistische Methode, die Philipp (36) entwickelt hat, vermeiden. Es werden die extremen Werte einer Messung an einer Kluff auf Millimeterpapier (Linearkoordinaten) oder in die Gradeinteilung (Polarkoordinaten) eingetragen und durch eine Linie verbunden. Somit sind sämtliche Werte die innerhalb dieser beiden Grenzwerte liegen und beim Abweichen der Richtung durchlaufen werden, berücksichtigt. Die Streuung der Kluffgruppen ist bei diesem Verfahren größer als bei dem bisherigen Eintragen von Durchschnittswerten. Bei

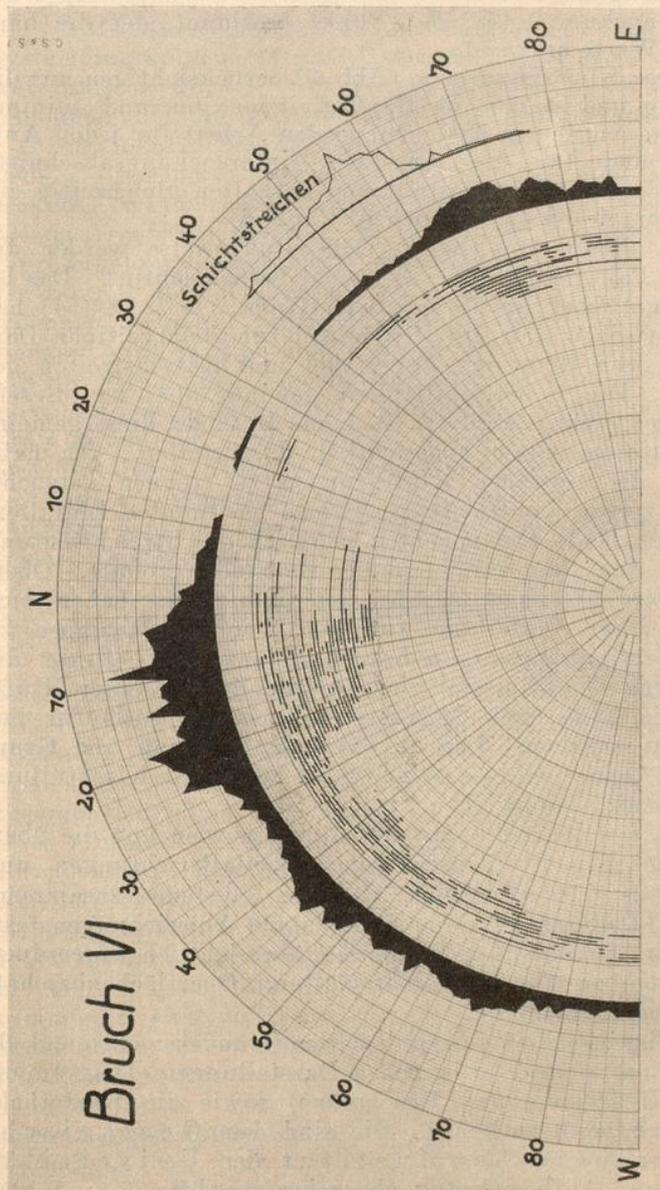


Abb. 3: Kluftdiagramm eines Bruches (Bruch VI der Rhein.-Westf. Kalkwerke, Dornap).
Klüftung = ausgefüllte Kurven, Schichtung = nicht ausgefüllte Kurven.

einer genügenden Anzahl von Klüften wird dann durch die „Richtungskurve“ (36) der Punkt bestimmt, der die häufigsten Werte aufweist.

Diese Kluffdiagramme (Abb. 3) berücksichtigen nur die Richtung und stellen die Häufigkeitsmaxima und -minima fest. Sie wurden in der vorliegenden Arbeit für jeden Aufschluß und für die einzelnen Untersuchungsabschnitte (Sattel-Segmente) aufgestellt und enthalten gleichzeitig ein Diagramm des Schichtstreichens (Abb. 3).

Mit dieser graphischen Darstellungsweise werden die übrigen Faktoren zeichnerisch nicht berücksichtigt. Das ist ein wesentlicher Nachteil der Kluffrose. Seitz (54) hat im Wulffschen Netz ein Hilfsmittel zur gleichzeitigen Darstellung von Richtung, Fallwinkel und Rutschstreifen gefunden. Die Uebersichtlichkeit gewinnt aber bei diesem Verfahren nicht. Es gibt z. Zt. keine Methode, diese gemeinsamen Komponenten übersichtlich darzustellen. Ich habe deshalb die einzelnen Kluffgruppen zu trennen versucht. Örtlich zeigen die Richtungssysteme bestimmtes Einfallen, sodaß ich beide Komponenten, nämlich die Streichrichtung und das Einfallen zur Trennung verwenden konnte. Oberflächenbeschaffenheit, Größe und Klufttraum haben sich infolge ihrer Verteilung auf sämtliche Kluffgruppen zu einer Bestimmung als unbrauchbar erwiesen. Ueber die Bedeutung der Mineralisation für die Zwecke einer Kluffparallelisierung und Altersbestimmung ist vorläufig nur wenig auszusagen. Für die Altersbestimmung und Gruppierung konnte ich in einzelnen Fällen die Klufffüllung als Indikator heranziehen.

In „Systemdiagrammen“ wurden nun die übereinstimmenden Streichrichtungen, Einfallsrichtungen und -Winkel je eines Bruches in Gruppen (Systeme) zusammengefaßt. Dadurch ist es möglich, lokale Abweichungen festzustellen. Außerdem enthalten sie, übersichtlich angeordnet, noch Angaben über die Mineralfüllung, Oberflächenbeschaffenheit und Harnische.

Es ist natürlich aus finanziellen Gründen nicht möglich, die umfangreichen statistischen Darstellungen (Diagramme, Systemdiagramme und Bruchpläne) sowie die Kartothekskarten zu veröffentlichen. Sie sind dem Geologisch-Mineralogischen Institut der Universität Köln zur Aufbewahrung übergeben worden,

Die örtliche Verteilung der einzelnen Klüfte innerhalb eines Aufschlusses kommt im Kluftdiagramm sowohl wie im Systemdiagramm nicht zum Ausdruck. Von allen größeren Aufschlüssen wurden deshalb maßstäbliche Lagepläne aufgenommen und die gemessenen Klüfte darin eingezeichnet.

Die lokalen Verhältnisse haben geringe Bedeutung, wenn sie gesondert betrachtet werden. Sie sind Teile der größeren tektonischen Einheit, also hier des Remscheid-Altena-Arnsberger Sattels. Erst die Zusammenstellung der Einzelergebnisse nach ihrer geographischen Lage läßt die Verteilung der Kluffverhältnisse innerhalb des Sattels erkennen. Die im Systemdiagramm vorgenommene Gruppierung wird in eine Kluffrose eingetragen, und zwar so, daß die Streuungen und ein etwa vorhandenes Häufigkeitsmaximum zu erkennen sind. Ferner sind durch Fallzeichen Einfallsrichtung sowie -winkel angegeben. Diese Kluffrosen für jeden Aufschluß werden dann der Uebersichtlichkeit halber entsprechend ihrer geographischen Zusammengehörigkeit nach den oben beschriebenen Segmenten zusammengestellt (siehe Abb. 12, 15, 16 und 18).

II. Die Einzelmessungen.

Die Kluffmessungen werden nun, entsprechend der oben beschriebenen Methode, übersichtlich zusammengestellt. Ich bediene mich der Seite 8 gegebenen Einteilung in Sattelsegmente. Es soll zunächst versucht werden, aus den Befunden der einzelnen Brüche die gemeinsamen Faktoren zusammenzustellen. Sie geben uns dann die Handhabe, für jedes einzelne Sattelsegment eine Gruppierung der Klüfte vorzunehmen. Sehr oft ist es schwierig, die Kluffgruppen voneinander zu trennen. Nur durch die Berücksichtigung mehrerer Faktoren kann hier ein Ausweg gefunden werden. Ich will kurz einige Beispiele anführen, wie ich die Trennung in schwierigen Fällen durchgeführt habe. Gewöhnlich summieren sich die Streuwinkel der einzelnen Klüfte zu einem mehr oder weniger gestreckten Gruppenstreuwinkel. Die Richtungskurve steigt zu einem Maximalpunkt auf, um dann zu fallen. Abb. 4 zeigt eine langgestreckte und eine zusammengedrückte Kurve. Liegt eine genügende Anzahl Messungen vor, dann tritt in einem Punkt eine maximale Häufung der Werte ein.

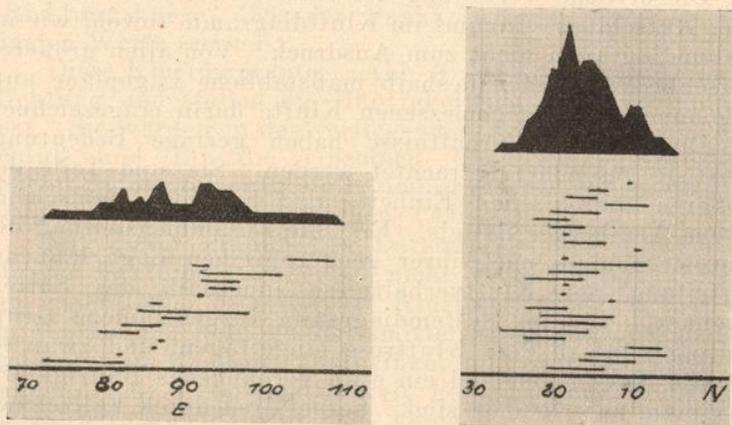


Abb. 4: Langgestreckte und zusammengedrückte Richtungskurve. Einschnitt Klusenstein (Hönnetal), Rhein.-Westf. Kalkwerke, Bruch VI.

Wir können mit Hilfe dieser Maximalpunkte Gruppen voneinander trennen (Abb. 5).

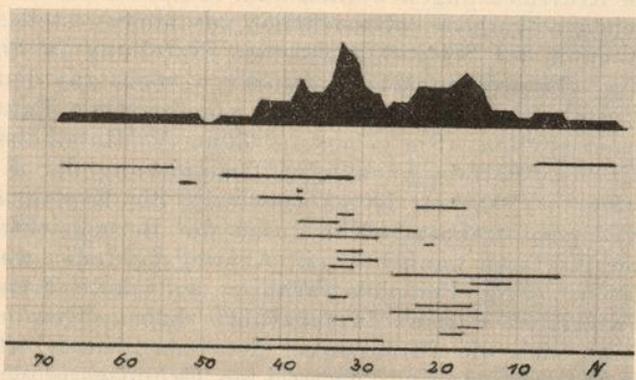


Abb. 5: Richtungskurve mit Maximalpunkten. Aus Bruch Düsselsprung.

Oft aber verläuft die Richtungskurve, ohne ein ausgesprochenes Maximum zu zeigen (Abb. 6).

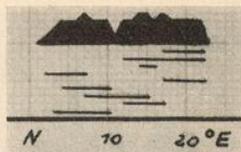


Abb. 6: Richtungskurve ohne Maximum. Bruch Bilveringsen.

Hier kann nur die Häufung an gewissen Stellen Anhaltspunkte abgeben für eine Gruppierung (Abb. 7).

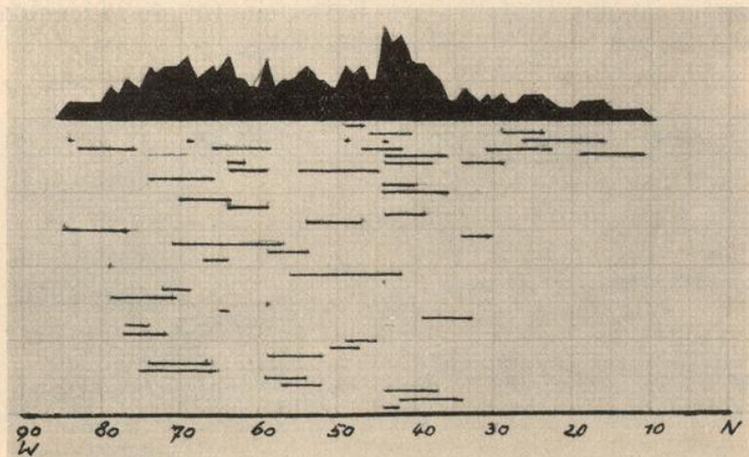


Abb. 7: Häufungen ohne ausgesprochene Maxima. Aus Bruch VI.

Abb. 8 zeigt eine Richtungskurve mit zahlreichen maximalen Spitzen. Sie umfaßt wahrscheinlich zwei Gruppen, die sich eng verzahnt haben.

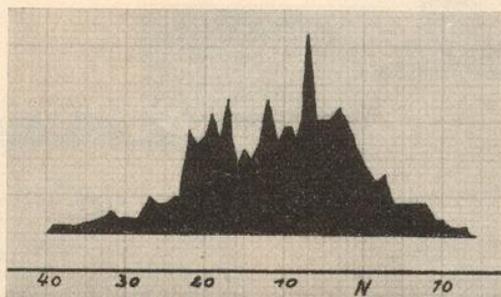


Abb. 8: Kurve mit zahlreichen maximalen Spitzen. Aus Buch VI.

Häufig ist das Einfallen ein Kriterium für die Trennung der Gruppen (Abb. 9).

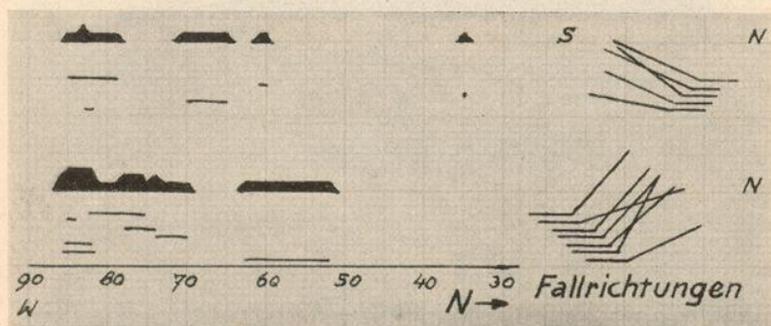


Abb. 9: Kluftgruppen mit verschiedener Einfallsrichtung.

Dabei ist aber zu beachten, daß nur entgegengesetzte Fallwerte herangezogen werden können. Das Einfallen vorwiegend senkrechter Klüfte schwankt häufig bis zu 70° nach beiden Richtungen (Abb. 10).

Hönnesegment.

Die geologische Übersichtskarte (20) zeigt zwei Richtungen von Querstörungen. Die westlichen Grenzverwürfe dieses Segments, die Deilinghöfer und Balver Sprünge, streichen mit N 50 W. Dieselbe Richtung weisen auch einige Störungen am Ostrand des Massenkalkes (östl. des Hönnetales) auf. Sie verwerfen den Massenkalk gegen das Oberdevon und Karbon.

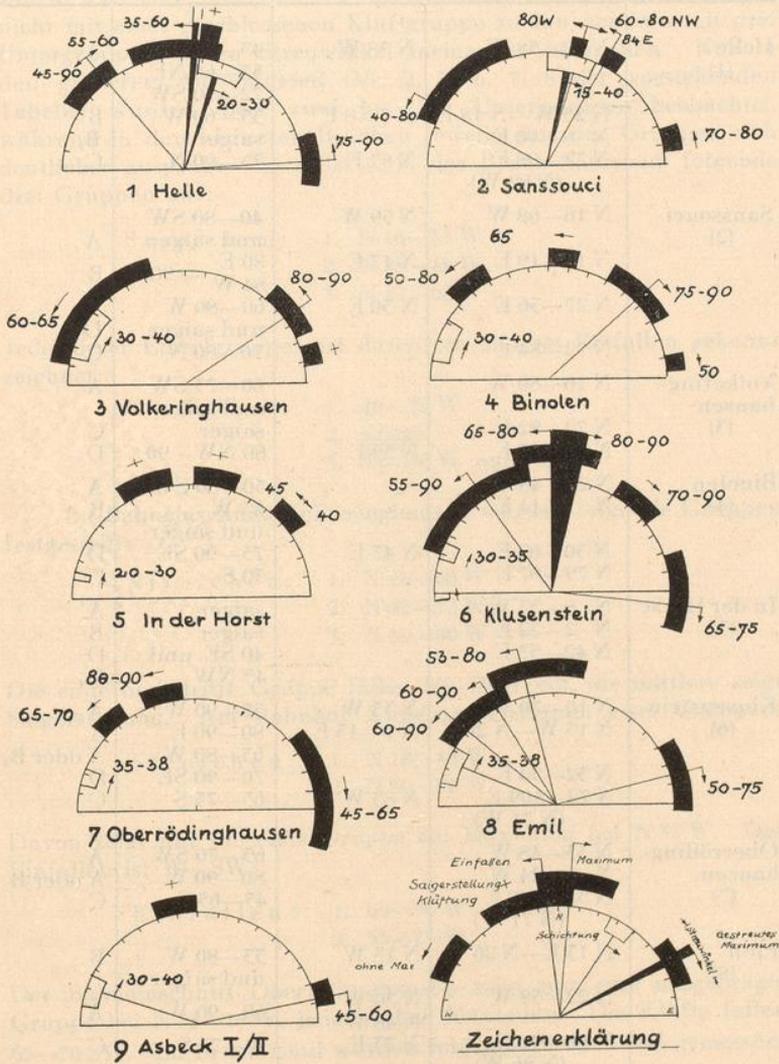
Als zweite Gruppe treten Störungen auf, die mit dem umlaufenden Schichtstreichen drehen. Ihre Abhängigkeit von der Sattelformbildung tritt besonders an plötzlichen Umbiegungen des Schichtstreichens deutlich in Erscheinung. Die Längsstörungen sind in diesem Segment von untergeordneter Bedeutung und treten lediglich östlich des Deilinghofer Sprunges auf, wo der Massenkalk anscheinend auf weichere oberdevonische Schiefer aufgeschubt ist.

Die in diesem Segment untersuchten Aufschlüsse liegen alle im Hönnetal und ordnen sich auf einer Linie, die ungefähr N 25 W verläuft. Zwischen Sanssouci und Volkeringhausen streicht die Hauptachse des Remscheid-Altana-Arsberger Sattels mit N 80 E durch. Die südlich dieser Achse gelagerten zwei Brüche Sanssouci und Helle können zum Südflügel des Sattels gerechnet werden. Die Aufschlüsse südlich Helle und der Bruch der Balver Kalkwerke, dicht an der Balver Höhe, wurden nicht untersucht, da sie teils dolomitisiert, teils durch Einstürze, wie in der Nähe der Balver Höhle, für tektonische Messungen unbrauchbar sind.

Nördlich der Sattelachse liegen sieben Aufschlüsse:

- Bahneinschnitt Volkeringhausen,
- Bruch östlich Bahnhof Binolen,
- Bruch in der Horst,
- Einschnitt am Bahnhof Klusenstein,
- Bahneinschnitt Oberrödinghausen,
- Bruch Emil,
- Brüche nördlich und südlich im Asbeektal (Asbeck I/II).

In der nachfolgenden tabellarischen Übersicht sind sämtliche nach Art der auf Seite 20 dargestellten Methode gewonnenen Kluffgruppen der einzelnen Brüche aufgeführt. Die in Klammern gesetzten Zahlen unter den Aufschlußbezeichnungen verweisen auf die zugehörigen Kluffrosen in den beigefügten Tafeln (Abb. 12).



Hönne - Segment.

Abb. 12: Kluftdiagramme des Hönnesegments.

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen	System
Helle (1)	N 52—58 W	N 58 W	45—65 SW 55—60 NE 72—90 SW	A
	N 25 W—N 18 E	N 5—8 E	35—60 W	B
	N 8—16 E		saiger	B ₁
	N 74—98 E (N 82 W)	N 87 E	75—90 N	C
Sanssouci (2)	N 16—68 W	N 59 W	40—80 SW und saiger	A
	N 12—19 E	N 17 E	80 E — 90° ⁰	B
	N 27—36 E	N 30 E	60—80 W und saiger	D
	N 72—84 E		70—80 N	C
Volkering- hausen (5)	N 16—80 W		60—75 SW und saiger	A
	N 72—82 E		saiger	C
	N 42—67 E	N 55 E	80 N W—90° ⁰	D
Binolen (4)	N 28—48 W		50—80 SW	A
	N 1—14 E		65 W	B
	N 30—62 E N 79—87 E	N 47 E	und saiger 75—90 SE 50 S	D C
In der Horst (5)	N 8—55 W		saiger	A
	N 2—22 E		saiger	B
	N 42—57 E		40 SE und 45 NW	D D ₁
Klusenstein (6)	N 10—70 W	N 55 W	55—90 W	A
	N 15 W—N 20 E	N 0—15 E	80—90 E	B
	N 32—54 E		65—80 W	A oder B ₁
	N 72—109 E (N 71 W)	N 85 W	70—90 SE 65—75 S	D C
Oberröding- hausen (7)	N 35—48 W		65—70 SW	A
	N 6—24 W		80—90 W	A oder B
	N 52—109 E (N 71 W)		45—65 S	C
Emil (8)	N 15 E—N 26 W	N 15 W	55—80 W und saiger	B
	N 22—58 W	N 50 W N 48 W	60—90 W	A
	N 60—94 E (N 86 W)	N 75 E	50—75 S	C
Asbeck I/II (9)	N 0—20 W		saiger	B
	N 70—82 E	N 78 E	45—60 S	C

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß im nordwestlichen Quadranten Klüfte auftreten, die von N 0—80 W streuen. Wir haben es hier nicht mit einer geschlossenen Klufftgruppe zu tun, sondern mit drei Untergruppen, deren Streuwinkel ineinander übergehen. Nur in den größeren Aufschlüssen (Nr. 2, 3, 6, 7, 8 der vorstehenden Tabelle) wurden diese zwei bis drei Untergruppen beobachtet, während in den kleineren Brüchen jeweils eine der Gruppen sich deutlicher ausprägt. So weist z. B. der Bruch Sanssouci folgende drei Gruppen auf:

- Streichen: 1. N 16—53 W
2. N 28—48 W
3. N 47—68 W

Jede dieser Einzelgruppen ist durch ein anderes Einfallen gekennzeichnet:

- Einfallen: 1. 40—70 W
2. saiger
3. 58—80 W und saiger

Im Bahneinschnitt Volkeringhausen wurden folgende Gruppen festgestellt:

- Streichen: 1. N 16—40 W
2. N 42—52 W
3. N 60—80 W

Die erste und dritte Gruppe fallen 60—65 W ein, die mittlere zeigt Saigerstellung. Am Bahnhof Klusenstein streuen zwei Gruppen:

- Streichen: 1. N 10—45 W
2. N 50—70 W

Davon zeigt nur die erste Gruppe ein Maximum bei N 35 W. Das Einfallen ist W—SW:

- Einfallen: 1. 60—90 W
2. 55—75 W

Der Bahneinschnitt Oberrödinghausen zeigt nur eine ausgeprägte Gruppe bei N 55—48 W, jedoch ohne Maximum. Die Klüfte fallen 65—70 SW. Im Bruch Emil wurden folgende Streuwinkel gemessen:

- Streichen: 1. N 22—42 W
2. N 39—58 W

Beide Klufftgruppen fallen 60—90 W ein.

Es zeigt sich also, daß Klufftgruppen im nordwestlichen Quadranten auftreten, deren Streuwinkel ineinandergreifen. Sie sind trotzdem zu erkennen durch eine Häufung der Werte an auseinanderliegenden Punkten. In nicht allen Fällen konnten einwandfreie Maxima festgestellt werden. Folgende Gruppen lassen sich allgemein unterscheiden:

- Streichen: 1. N 10—45 W
2. N 28—58 W
3. N 47—80 W

Natürlich wechseln die Streuwinkel in den einzelnen Aufschlüssen. Ich gebe hier den größtmöglichen Umfang an. Maxima treten bei allen drei Untergruppen auf, und zwar:

- Maxima: Bei der Gruppe N 10—45 W
N 50 W Emil
N 55 W Klusenstein
N 58 W Helle
Bei der zweiten Gruppe N 28—58 W
N 48 W Emil
Bei der dritten Gruppe N 47—80 W
N 59 W Sanssouci

Die zweite Gruppe fällt durchweg saiger ein, während die anderen westliches Fallen mit Fallwinkeln von 40—75° für die erste Gruppe und 55—80° für die dritte Gruppe aufweisen.

Ich habe nun in meinen weiteren Ausführungen diese drei Gruppen zu einem System zusammengefaßt und es mit dem Buchstaben A bezeichnet. Die drei Untergruppen, wie ich sie oben aufgeführt habe, erhalten die Gruppenbezeichnungen A_I, A_{II}, A_{III}. Maßgebend hierfür war das sehr starke Ineinandergreifen der einzelnen Streuwinkel sowie das gleichsinnige Einfallen.

Ob zwischen den einzelnen Gruppen ein Altersunterschied besteht, konnte aus den Beobachtungen nicht gefolgert werden. In Bruch Emil führen diese Untergruppen des Systems A Kalkspat, der keine Differenzierung nach den Klufftgruppen zeigt. Sie müssen also alle vor der Mineralisation entstanden sein. Der Klufftraum nimmt in diesem System beträchtliche Ausmaße an, die 12 m erreichen können. Im Bruch Emil klaffen die Klüfte der Gruppe A_I mehr als die der Gruppe A_{II}. Aus der ganzen Anlage kann man jedoch schließen, daß die ursprünglichen Klüfte der Gruppe A_{II} angehören. Durch nachträglich erfolgte Zerrung auf den Bahnen dieser Richtung folgen als Zersprünge die Klüfte der Gruppe A_I (Abb. 13).

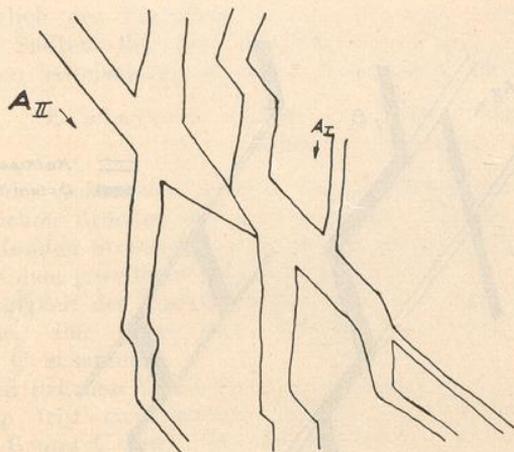


Abb. 13: Klüfte mit gleicher Klüftfüllung. Bruch Emil.
(Maßstab ca. 1 : 10)

Um N treten in fast allen Aufschlüssen Klüfte auf, die man aus verschiedenen Gründen nicht zum System A rechnen kann. Es ist nicht in allen Fällen möglich, sie von den Klüften des Systems A einwandfrei zu trennen. In Helle sind sie leicht zusammenzufassen, da sie übereinstimmend flach westlich (55—60°) einfallen. Daneben treten hier parallel streichende, saigere Klüfte auf. In den nördlich hiervon gelegenen Aufschlüssen Sanssouci, Binolen und „In der Horst“ streut diese Gruppe zwischen N 1—22 E bei vorwiegender Saigerstellung. In den vier Aufschlüssen von Klusenstein talabwärts ist diese Gruppe im Diagramm mit dem System A verwachsen. Jedoch lassen hier die mineralogischen Verhältnisse eine klare Trennung zu. Der Streuwinkel hat sich beträchtlich nach Westen verbreitert und reicht von N 26 W — N 20 E. Für die Aufschlüsse Einschnitt Oberrödinghausen und Asbeck I/II ist keine klare Entscheidung möglich. Dagegen unterscheiden sich diese Gruppen bei Bahnhof Klusenstein und im Bruch Emil durch ihre abweichende Mineralisation vom System A. Bei Klusenstein führt diese Gruppe Baryt- bzw. Dolomitfüllungen die Kalkspatklüfte des Systems A. Sie sind demnach jünger als deren Mineralisation. Es liegen hier dieselben Verhältnisse vor wie bei Abb. 15. Die verschiedene Mineralisation läßt nunmehr einwandfrei Entstehungsart und Alter erkennen (Abb. 14). In Klusenstein streichen parallel zu dieser Gruppe mit 65—80 W-Fallen weitere Klüfte, deren Klüftfüllung nicht deutlich festgestellt werden konnte.

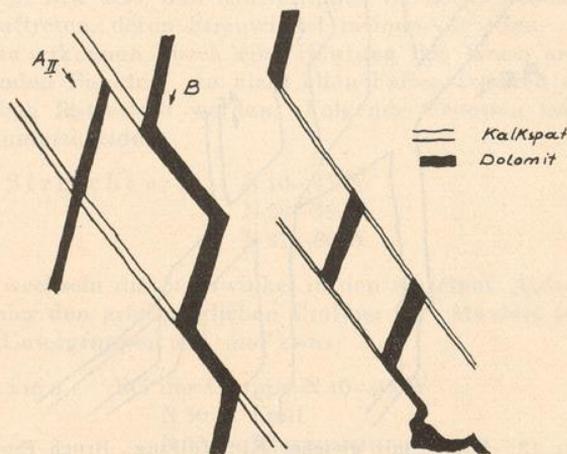


Abb. 14: Klüfte mit verschiedener Kluffüllung. Bruch Emil.
(Maßstab ca. 1 : 10)

Alle diese Klüfte, die sich zu einer Gruppe mit dem Streuwinkel N 26 W — N 20 E vereinigen lassen, bezeichne ich als das System B. Sie unterscheiden sich von A außer durch die Richtung noch durch abweichendes Alter, das durch die Mineralisation festgestellt werden konnte. Sein Streuwinkel schwankt sehr stark um N. In den südlichen Brüchen bleibt er im NE-Quadranten. Nördlich Klusenstein reicht er bis N 26 W, wobei aber die Frage offen bleibt, wie weit eine Vermischung im Diagramm mit dem System A noch zu erkennen ist. Das Einfallen ist durchweg saiger unter Berücksichtigung geringer Abweichungen bis zu 80° nach beiden Seiten. Nur in den Brüchen Helle und Klusenstein treten Unregelmäßigkeiten auf. In Helle fällt das System B mit 35—60° nach W ein. Bei Klusenstein fallen die B-Klüfte mit 80° E ein neben einer Gruppe B₁ mit 65—80° W-Fallen.

Regelmäßig treten in allen Aufschlüssen in ENE-Richtung Klüfte auf, die parallel zur Sattelachse streichen. Ihr Streuwinkel reicht in einigen Fällen über E hinaus, sodaß diese Gruppe Werte umfaßt von N 52—109 E (N 71 W). Maxima wurden festgestellt bei

Maximum :	N 87 E	Helle
	N 85 W	Klusenstein
	N 78 E	Asbeck I/II
	N 75 E	Emil

Bezüglich des Einfallens lassen sich zwei Gruppen unterscheiden. Südlich der bei Volkeringhausen mit N 80 E durchstreichenden Sattelachsenzone fallen diese Klüfte nördlich ein.

Einfallen: Helle 75 N — saiger
Sanssouci 70—80 N

Innerhalb der Achsenzone herrscht Saigerstellung vor, während in den nördlichen Brüchen die Klüfte südlich einfallen. Im Gebiet des umlaufenden Streichens ist natürlich kein Vergleich des Klüftfallens mit dem jeweiligen Schichtfallen möglich. Es zeigt sich nur die Abhängigkeit des Einfallens dieser Gruppe von ihrer Lage zur Achsenzone. Ich fasse diese Klüfte unter der Bezeichnung System C zusammen.

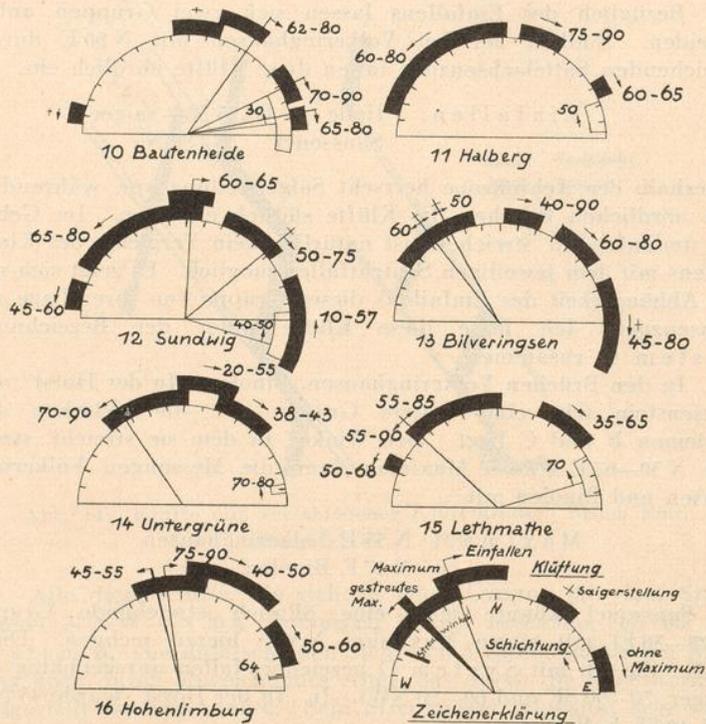
In den Brüchen Volkeringhausen, Binolen, „In der Horst“ und Klusenstein tritt eine weitere Gruppe auf, die zwischen den Systemen B und C liegt. Der Winkel, in dem sie streicht, streut von N 50—67 E. Zwei Maxima zeigen die Messungen Volkeringhausen und Binolen mit

Maxima: N 55 E Volkeringhausen
N 47 E Binolen

In Sanssouci könnte man eine ähnlich streichende Gruppe (N 27—36 E) mit einem Maximum N 30 E hierzu rechnen. Diese Klüfte, die ich mit System D bezeichne, fallen unregelmäßig ein (saiger, 70—90 SE und 60—80 NW). In „In der Horst“ wurde 45 NW und 40 SE Fallen gemessen.

Das Hönnesegment liegt im Bereich des umlaufenden Schichtstreichens. Die gemessenen Richtungswerte der Schichtung sind folglich für jeden Bruch verschieden, während der Einfallswinkel mit 50—40° im ganzen Segment derselbe bleibt. Die nächste Tabelle gibt eine Übersicht über die Schichtung.

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen
1 Helle	N 9—52 E	N 17—20 E	20—50 E
2 Sanssouci	N 2—26 E	N 10—14 E	15—40 E
3 Volkeringhausen	N 48—76 W		50—40 NE
4 Binolen	N 58—80 W		50—40 NE
5 In der Horst	N 76—80 W		20—50 NE
6 Klusenstein	N 65—72 W		30—35 NE
	N 87—90 E		
7 Oberrödinghausen	N 67—76 W		35—38 NE
8 Emil	N 58—78 W	N 66 W	55—38 NE
9 Asbeck I/II	N 65—80 W	N 70 W	50—40 NE



Hohenlimburg-Iserlohner Segment

Abb. 15: Klüftdiagramme des Hohenlimburg-Iserlohner Segmentes.

Hohenlimburg-Iserlohner Segment.

Die geologischen Spezialkarten (Blätter Hohenlimburg und Iserlohn) zeigen NNW-Streichen der Querstörungen. Auf dem Blatt Hohenlimburg streichen sie mit N 20 W, während das Streichen auf dem Blatt Iserlohn steiler wird bis N—S. Bei Deilinghofen treten dann die N 50 W streichenden Störungen auf. Längsstörungen sind nur westlich Iserlohn eingezeichnet und als Begrenzungslinie des Bilveringser Kalkzuges.

In diesem Segment wurden von E—W folgende Aufschlüsse untersucht:

Bruch Bautenheide, westlich Deilinghofen,
 Bruch am Halberg,
 Bruch östlich Sundwig,
 Bruch Bilveringsen,
 Bruch Untergrüne,
 Brüche südlich von Lethmathe,
 Bruch Hohenlimburg.

Es ergaben sich folgende Kluffgruppen:

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen	System
Bautenheide (10)	N 8 W—N 17 E		saiger	A
	N 14—37 E	N 33 E	62—80 E	B
	N 52—72 E	N 62 E	70—90 SE	D
	N 75—87 E	N 78 E	65—80 S	
	N 74—85 W		saiger — steil S	C
Halberg (11)	N 2 E—N 78 W		60—80 W bezw. SW	A
	N 9—32 E		75—90 E	B
	N 57—67 E		60—65 S	D
Sundwig (12)	N 8 E—N 63 W		65—80 SW	A
	N 8 W—N 12 E	N 2 E	60—65 E	B
	N 20—53 E	N 48 E	saiger und 50—75 SE	D
	N 70—86 W		45—60 S	C
	N 67—117 E (N 63 W)		10—57 N	C ₁
Bilveringsen (13)	N 15—58 W	N 28 W N 38 W	50 NE 90° 60 SW	A
	N 2—22 E		40—90 E	B
	N 52—57 E		60—80 E	D
	N 67—116 E (N 64 W)		45—80 S und saiger	C
	Untergrüne (14)	N 2 E—N 43 W	N 33 W	70—90 W
N 3 W—N 24 E			20—55 E	B
N 17—47 E			38—43 E	D
Lethmathe (15)	N 2 E—N 50 W	N 46 W	55—85 E	A
	N 22—53 E		55—90 W	
	N 62—70 W		35—65 SE 50—68 S	D A
Hohen- limburg (16)	N 15 E—N 25 W	N 8 W N 18—19 W	75—90 E	A od. B?
	N 2—47 E		45—55 W	A
	N 52—77 E		40—50 E 50—60 S	B u. D? C

In der Übersicht der Klüftung des Hohenlimburg-Iserlohner Segments treten die nordwestlich streichenden Klüfte zahlenmäßig gegenüber denen des Hönneselements zurück. Der eine Schenkel des Streuwinkels der nordwestlichen Gruppe streicht wenige Grad über N hinaus nach E, dagegen reicht der andere Schenkel bis N 78 W. Innerhalb dieser Werte sind wiederum Untergruppen zu unterscheiden.

Im östlichsten Bruch, Bautenheide, wurden mehrere saiger einfallende Klüfte mit dem Streuwinkel N 8 W — N 17 E gemessen, dagegen nur eine einzige N 42—48 W streichende Kluft mit steil westlichem Einfallen.

Im Bruch Halberg konnten wenige Klüfte beobachtet werden, die demgemäß nur eine Gruppierung andeuten können.

Streichen: 1. N 2 E — N 28 W
2. N 48 — 78 W

Das Einfallen ist westlich.

Einfallen: 1. 65—80 W
2. 60—80 SW

In Sundwig erkennt man folgende Gruppierung deutlicher:

Streichen: 1. N 8 E — N 19 W
2. N 21—48 W
3. N 52—65 W (nur eine Kluft)

Sie fallen mit 65—80° nach W. Parallel zur ersten Gruppe streichen Klüfte (N 8 W — N 12 E), die aber mit 45—60° östlich einfallen. Sie zeigen ein Maximum bei N 2 E.

In Untergrüne streicht eine zahlreiche Gruppe von N 2 E — N 45 W mit einem Maximum in N 35 W. Das Einfallen ist 70—80 W. Ob davon noch eine Gruppe N 2 E — N 24 W, die saiger einfällt, abgetrennt werden kann, ist nicht sicher zu entscheiden.

Die Lethmather Brüche eignen sich wenig zur Klüftmessung. Die älteren von ihnen zeigen für Messungen unzugängliche Steilwände, dazu Auswaschungen. Die in Betrieb befindlichen sind Dolomitbrüche, deren Material zu Grus zerfällt. Von den gemessenen Klüften streichen westlich fallende in zwei Gruppen.

Streichen: 1. N 36—50 W
2. N 62—70 W

Dazu kommt noch eine Kluft N 25—28 W.

Der Bruch der Kalkwerke Hohenlimburg ermöglicht wegen seiner ungünstigen Abbauverhältnisse nur wenige Messungen. Die nordwestlich streichenden Klüfte bilden zwei Gruppen.

Streichen: 1. N 15 W — N 15 E
2. N 8 W — N 25 W

Jede Gruppe besitzt ein Maximum.

Maximum: 1. N 8 W
2. N 18—19 W

Sie sind besser durch ihr verschiedenes Einfallen zu unterscheiden.

Einfallen: 1. 75 E — saiger
2. 45—55 W

Ob die erste Gruppe zu den nordwestlichen Gruppen zu rechnen ist oder zu den NNE-Klüften, oder ob beide vermischt sind, bleibt unklar.

Der Bruch Bilveringsen liegt als Kalkhorst nördlich des eigentlichen Kalkzuges. Er ist ungeheuer zerklüftet und deswegen auch bekannt wegen seines Reichtums an Kalkspatkristallen. Die nordwestlich streichenden Klüfte liegen innerhalb eines Streuwinkels von N 15—58 W. Schwierig ist die Gruppierung nach dem Einfallen, da sowohl westliches als auch östliches Einfallen sowie Saigerstellung das Klüftbild beherrschen.

1. Eine Gruppe mit dem Maximum N 58 W fällt saiger ein.
2. Ohne ausgesprochenes Maximum streichen die mit 60—80 SW einfallenden Klüfte innerhalb eines Streuwinkels N 15—55 W.
3. Östlich mit 50—80° fallende Klüfte liegen innerhalb des Streuwinkels N 17—58 W. Als Maximum könnte man N 28 W ansehen.

Alle diese Klüfte in Bilveringsen führen eine dünne Kalkspathaut. Mächtige Kalkspatausfüllungen fehlen bei diesen Gruppen ganz.

Ich fasse die Klüfte dieses Segmentes, die mit dem Streuwinkel N 17 E — N 78 W streichen, als solche des Systems A auf. Es sind einzelne Untergruppen schwach angedeutet, eine klare Entscheidung ist jedoch nicht möglich. Auch die Maxima geben hierzu keine Möglichkeit.

Maximum: N 58 W Bilveringsen
N 28 W Bilveringsen
N 55 W Untergrüne
N 46 W Lethmathe

Die Klüfte fallen alle mit einer Ausnahme (Bilveringsen) westlich ein.

Die nordöstlich streichenden Klüfte unterscheiden sich vom System A durch ihr östliches Einfallen. Dabei sind zwei Gruppen auf Grund der Streuwinkel zu unterscheiden. In Bautenheide und Halberg streichen diese beiden Gruppen

Streichen: 1. N 9—57 E
2. N 52—72 E

Sie sind durch eine größere Lücke getrennt. Die Maxima liegen beide im Bruch Bautenheide mit

Maximum: 1. N 55 E
2. N 62 E

In Sundwig, Bilveringsen, Untergrüne und Lethmathe streicht die nördliche Gruppe zwischen N 8 W und N 24 E. Die zweite Gruppe streut innerhalb der Werte N 20—57 E. Dabei gehen die Diagramme der einzelnen Gruppen ineinander über. Nur in Sundwig können bei beiden Gruppen Maxima erkannt werden.

Maximum: 1. N 2 E
2. N 48 E

In Hohenlimburg läßt sich eine Trennung beider Gruppen nicht durchführen, sie streuen innerhalb des Winkels N 2—47 E. Ihr Einfallen ist 40—50 E.

Die Richtung beider Gruppen ist im Westen des Segments gegenüber Bautenheide und Halberg stärker nach Norden gedreht.

In den Brüchen Bautenheide, Halberg und Sundwig liegt der Streuwinkel des Schichtstreichens (s. Tabelle Seite 59) innerhalb der Werte N 62 E—N 115 E (N 67 W). Zwei Maxima liegen bei

Maximum: N 82 E (Bautenheide)
N 73 W (Sundwig)

Das Einfallen in diesen drei Brüchen beträgt 50—50 N. In Bilveringsen ist der Kalk so massig und außerdem so zerklüftet, daß die Schichtung nicht festzustellen ist. Die nächsten drei Aufschlüsse liegen beträchtlich weiter westlich. In ihnen streicht die Schichtung mit einem Streuwinkel N 58—82 E. Ein Maximum zeigen die Brüche Lethmathe mit N 72 E. Die Schichtung fällt hier steiler mit 64—80 N ein. Es zeigt sich also, daß in den östlich gelegenen Brüchen die Schichtung um E streicht, während sie in den westlichen Brüchen ENE streicht.

Übersicht über die Schichtung im Hohenlimburg-Iserlohner Segment.

Bruch	Streichen	Maximum	Fallen
10 Bautenheide	N 62—100 E (N 80 W)	N 82 E	50 N
11 Halberg	N 68—86 E		50 N
12 Sundwig	N 85—113 E (N 67 W)	N 75 W	40—50 N
13 Bilveringsen	Schichtung nicht zu erkennen		
14 Untergrüne	N 77—82 E		70—80 N
15 Lethmathe	N 58—82 E	N 72 E	70 N
16 Hohenlimburg	N 81—82 E		64 N

Leider sind die Messungen im Gebiet von Iserlohn sehr spärlich, so daß nicht klar ersichtlich ist, wo diese Schwenkung der Richtung stattfindet. Ein Vergleich der Schichtung mit der zugehörigen Klüftung des nordöstlichen Quadranten zeigt die Tatsache der gleichen Richtungsänderung zwischen Schichtung und Klüftung. Beide sind um annähernd denselben Betrag nach Norden gedreht.

Das Einfallen der beiden nordöstlichen Klüftgruppen ist östlich mit 40—90°. In den Aufschlüssen Untergrüne und Lethmathe fallen sie flacher (20—65°). Beide Gruppen unterscheiden sich nicht im Einfallen, nur sind sie durch Minima in der Richtungskurve getrennt. Entsprechend der Gruppierung im Hönn-Segment rechne ich die nördlich streichende Gruppe zum System B, die nordöstlich streichende zum System D.

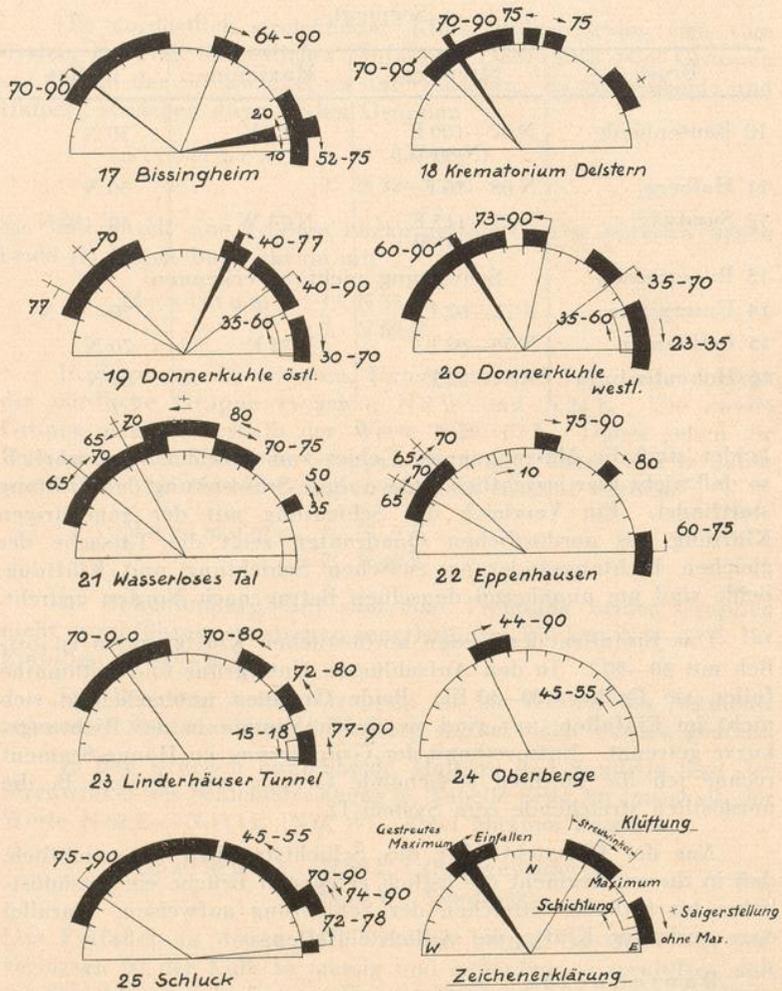
Aus der Übersicht über das Schichtstreichen ist ersichtlich, daß in diesem Segment die östlich gelegenen Brüche ein ost-südöstliches bis östliches Streichen der Schichtung aufweisen. Parallel dazu verlaufen Klüfte, die südlich einfallen.

Bautenheide:

Schichtstreichen N 62 E — N 100 E
 Klüftstreichen N 75—87 E
 N 95—106 E (N 74—85 W)

Sundwig:

Schichtstreichen N 85—113 E (N 67 W)
 Klüftstreichen N 94—110 E (N 70—86 W)



17-20 Segment Hasslei

21-22 Ennepesegment

23-25 Elberfeld-Schwelmer Segment

Abb. 16: Kluftdiagramme des Haßleier, des Ennepe und des Elberfeld-Schwelmer Segmentes.

In Halberg ist nicht deutlich festzulegen, ob in der A-Gruppe N 48—78 W Klüfte dieses Systems enthalten sind. Der Bruch Bilveringsen läßt wegen Fehlens der Schichtung keinen Vergleich zu. Es sind dort zahlreiche Klüfte mit sehr stark ausgeprägtem Maximum gemessen worden.

Streuwinkel: N 67—116 E ((N 64 W)

Maximum: N 70—72 W und vielleicht auch N 85 W

In den Brüchen Lethmathe und Untergrüne fehlt diese Gruppe vollständig. Der Fallwinkel beträgt bei diesem System C, das, wie im Hönne-Segment, parallel zum Schicht- bzw. Achsenstreichen verläuft, 45—80 S. In der Abb. 19 ist aus der zeichnerischen Gegenüberstellung der Fallwinkel der Schichtung und der C-Klüftung zu erkennen, daß System C stets senkrecht auf die Schichtfläche einfällt.

Der Bruch Sundwig weist außerdem noch eine Anzahl Klüfte auf, die den Charakter von „Deckelklüften“ haben. Sie streichen parallel zum System C (N 67 E — N 117 E). Ihr Einfallen beträgt 10—57 N. Auch im Bruch Halberg wurden ähnliche Erscheinungen beobachtet, jedoch konnten sie nicht gemessen werden.

Das Haßleier Segment.

(Abb. 16)

Nach der geologischen Spezialkarte, Blatt Hohenlimburg, wird der Haßleier Massenkalk allseitig von Störungen begrenzt. Nördlich und südlich liegen streichende Störungen (N 80—84 E). Die Nord-West-Ecke des Kalkzuges wird durch eine N 65 E streichende Verwerfung abgeschragt, die am „Hömberg“, in der Nähe der Brüche Donnerkuhle, in die flach ENE streichende Störung übergeht. Nord-westlich streichende Querstörungen bilden die West- und Ostgrenze des Kalkzuges. Sie sind außerdem im Bereich des Liegenden und Hangenden kartiert. Ihre Verfolgung innerhalb der verhältnismäßig breiten Kalkplatte ist allerdings nicht möglich. Die Querstörungen streichen N 55—75 W (N 55, 58, 42 und 75 W). An der Abzweigung der oben genannten N 65 E streichenden Längsstörung am Hömberg dreht eine dieser Querstörungen beträchtlich nach W. Durch die Drehung bleibt der Winkel zwischen Längs- und Querstörung, der ungefähr 50—60° beträgt, erhalten (Abb. 17).

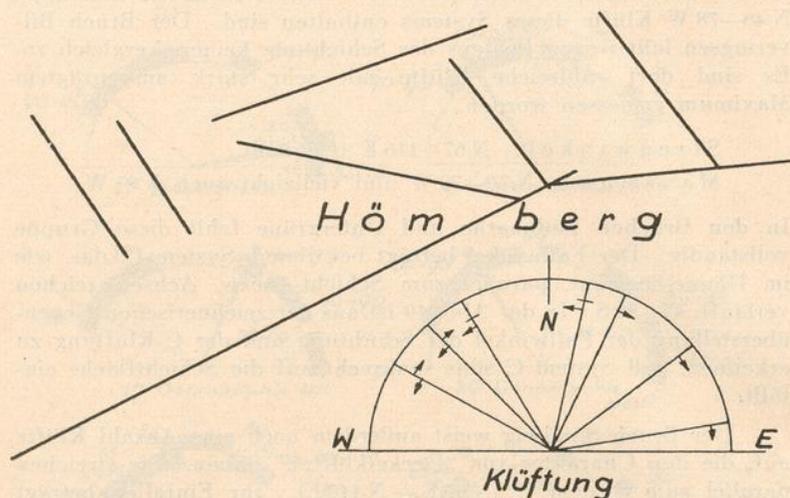


Abb. 17: Verlauf der Verwerfungen am Hömberg. Sattelsegment Haßlei (nach der geol. Karte). Dazu rechts die Maxima der beobachteten Klüftgruppen. (Maßstab 1 : 25 000)

Folgende Aufschlüsse wurden untersucht:

a) am Südrand

Bruch südwestlich Bissingheim.

großer Bruch am Krematorium.

kleiner Aufschluß an der neuen Straße zum Krematorium.

Die Brüche Volmeburg sind so verfallen, daß sie sich für tektonische Messungen nicht mehr eignen.

b) am Nordrand

die beiden Dolomitbrüche Donnerkuhle.

Die drei südlichen Aufschlüsse liegen annähernd auf einer Linie, die im Schichtstreichen verläuft. Im Bruch südwestlich Bissingheim ist eine wenige Meter breite Spezialfalte von geringer Sattelhöhe aufgeschlossen. Der nördliche Sattelflügel fällt 20 N, der südliche 10 S. Im Bereiche dieser schwachen Aufwölbung ist die Bruchwand durch zahllose kleine Klüfte zerrissen, die auf dem Nordflügel der Aufwölbung mit 75° südlich und auf dem Südflügel mit 80° nördlich einfallen. Entsprechend der Steilerstellung der Schichten auf dem Nordflügel fallen die Klüfte flacher ein.

Die folgende Tabelle gibt die gemessenen Klüftwerte für das gesamte Segment an.

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen	System
Bissingheim (17)	N 4—63 W	N 49—50 W	70—90 W (SW)	A
	N 17—52 E	N 22 E	64—90 E	B
	N 60—97 E	N 75—84 E	52—75 S	C
Aufschlüsse am Krematorium Delstern (18)	N 5—50 W	N 50—55 W	70—90 E	A
	N 2—10 E	N 45 W	70—90 W	
	N 12—22 E		75 W	B, B ₁
Donnerkuhle östlich (19)	N 49—70 E		75 E	D od. C?
	N 20—70 W	N 45 W	1. 90° u. 70 E	
		N 60 W	2. 77 W u. 64 E	A
Donnerkuhle westlich (20)	N 20—34 E	N 24—27 E	3. 75—90 NE	B
	N 37—67 E	N 52 E	40—77 E	D
	N 72—95 E		40—90 SE	C
Donnerkuhle westlich (20)	N 8—75 W	N 28—52 W	60—90 W (SW)	A
	N 0—12 E	N 12 E	75—90 W	B
	N 54—52 E	N 52 E	55—70 SE	D
	N 66—100 E		25—35 S	C

Die nordwestlich streichenden Kluftgruppen streuen innerhalb eines Winkels N 5—75 W. Im Bruch Bissingheim kann man zwei Gruppen unterscheiden.

- Streichen: 1. N 5—38 W
2. N 45—63 W

Als Maximum ist nur N 49—50 W anzusehen. Die Gruppen fallen mit 70—90 W ein.

Am Krematorium Delstern streuen mit folgenden Winkeln zwei Gruppen, von denen die erste im großen Bruch am Krematorium, die zweite im Bruch am Weg nördlich des Krematoriums auftritt.

- Streichen: 1. N 20—38 W
2. N 35—50 W

Außerdem wurde eine Kluft mit N 5—15 W Streichen beobachtet. Die Maxima liegen bei

- Maximum: 1. N 50—55 W
2. N 45 W

Das Einfallen ist bei beiden Gruppen verschieden.

- Einfallen: 1. 70—90 E
2. 70—90 SW

In den Brüchen Donnerkuhle ergab sich folgende Gruppierung:

Streichen:

östlicher Bruch	westlicher Bruch
1. N 20—44 W	N 26—48 W
2. N 38—53 W	
3. N 50—70 W	N 48—73 W

Außerdem streichen im westlichen Bruch noch einige Klüfte N 8 W und N 18—20 W. Die mittlere Gruppe fehlt im westlichen Bruch. Maxima konnten festgestellt werden bei

Maximum:

- Gruppe 1: N 28—52 W (westlicher Bruch)
- Gruppe 2: N 43 W (östlicher Bruch)
- Gruppe 5: N 60 W (östlicher Bruch)

Ich fasse die Klüfte als zum System A gehörig auf. Die drei Untergruppen kann man mit folgenden Streuwinkeln bestimmen.

A _I	N 20—40 W
A _{II}	N 35—53 W
A _{III}	N 45—73 W

Es besteht die Möglichkeit, daß A_I bis N 4 W reicht, jedoch reicht die Zahl der Klüfte nicht aus, um das zu entscheiden.

Nordnordöstliche Klüfte treten in allen Brüchen des Segments auf. Der Streuwinkel dieser Gruppe reicht von N 0—34 E. Im Aufschluß am Wege nördlich des Krematoriums wurden Klüfte beobachtet, die innerhalb dieses Streuwinkels bleiben, die aber entgegengesetzt einfallen. Die westfallenden Klüfte sind dicht gehäuft, sie streichen auf größere Erstreckung hindurch. Die ostfallenden Klüfte dagegen sind geringer an Zahl und setzen an der westfallenden Gruppe ab. Die Maxima wechseln sehr stark (N 12, 24—27 und 22 E). Selbst in den benachbarten Brüchen Donnerkuhle weichen sie beträchtlich voneinander ab (N 12 E und N 24—27 E). Das Einfallen dieser Klüfte, die ich als System B bezeichne, ist nicht einheitlich. Es kann sowohl westlich als auch östlich sein. Die nördlichen Brüche bei Donnerkuhle weisen übereinstimmend eine Klufftgruppe mit dem Streichen N 34—67 E auf. Die Klüfte häufen sich in beiden Diagrammen bei N 52 E. Ihr Einfallen ist 35—90 E. Die Gruppe deckt sich mit dem System D der bisherigen Segmente.

Eine vierte Gruppe streicht ENE mit einem Streuwinkel von N 60—100 E. Es steht nicht fest, ob die Klufftgruppe N 49—70 E, die in den Brüchen am Krematorium auftritt, hierzu zu rechnen ist. Ein Maximum besitzt diese Gruppe eigentlich nur in Bissingheim mit N 75—84 E. Sie fällt mit 25—75° S ein. Mit dem Streuwinkel

dieser Klüfte fällt die Schichtung zusammen. Im mittleren Teil des Massenkalkes, wo flach gelagerte Schichtung vorherrscht, ist das Einfallen dieser zur Schichtung parallel streichenden Klüfte steil südlich, dagegen fallen sie am Nordrand, mit seinem steileren Nordfallen, flacher südlich ein. Ich zähle sie, da sie eine Abhängigkeit von der Schichtung aufweisen, wie bisher zu den C-Klüften.

Schichtstreichen im Haßleier Segment:

Aufschluß	Streichen	Fallen
Bissingheim	N 75—84 E	20 N u. 10 S
Donnerkuhle	N 67—92 E (N 88 W)	35—60 N

Ennepe-Segment.

(Abb. 16)

Hier fehlt, wie ich bereits Seite 9 ausführte, der Massenkalk fast vollständig. Er ist durch die streichenden Störungen (Ennepe-System) unterdrückt. Die geringen Reste bei Aske und Stall eignen sich nicht zur tektonischen Vermessung, da sie aus ihrem Verband gerissen sind. Nur östlich Hagen tritt westlich vom Volmesprung, den ich als die Westgrenze des Haßleier Segments annehme, ein kleiner, schmaler Kalkzug auf, der einen Spezialsattel bildet. Am östlichen Ende dieses Sattels, bei Eppenhäuser, liegen die Kalkschichten sehr flach und zeigen umlaufendes Streichen. Der andere Bruch dieses Segments liegt am Westrand des Kalkzuges, am östlichen Hang des Volmetales, durch das Querstörungen hindurchziehen. In der folgenden Tabelle ist die Klüftung dieses Kalkzuges übersichtlich zusammengestellt.

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen	System
Wasserloses Tal (21)	N 8—73 W	N 26 W N 48 W	65 SW 90° 70 NE	A
	N 18 W—14 E		45—50 W und saiger	A + B?
	N 14 E—37 E		64—80 W 70—75 E	B
	N 60—68 E		35 SE 50 NW	C od. D
Eppen- häuser (22)	N 38—72 W	N 43 W N 58 W	65 SW 90° 70 NE	A
	N 5—17 E		75—90 E	B
	N 41—49 E		80 SE	D
	N 80—102 E (N 78 W)	N 90 E	N 60—75 N	C

Übersicht der Schichtung im Ennepe-Segment.

Aufschluß	Streichen	Fallen
21 Wasserloses Tal	N 80—100 E	30 N
22 Eppenhause	N 8—16 W	10 E

Die nordwestlichen Klüfte streichen N 8—75 W. Es sind im Bruch Oberhagen drei Gruppen angedeutet, die aber stark ineinandergreifen.

Streichen: 1. N 8—35 W
2. N 35—58 W
3. N 50—65 W

Die ersten beiden Gruppen weisen Maxima auf.

Maximum: 1. N 26 W
2. N 48 W

Das Einfallen der Klüfte ist steil westlich und östlich.

In Eppenhause fehlt die erste Gruppe.

Streichen: 1. — — — —
2. N 38—47 W
3. N 52—72 W

Die Maxima liegen hier bei

Maximum: 1. N 45 W
2. N 58 W

Auch in diesem Bruch fallen die Klüfte nach beiden Richtungen ein (65 W und 70 NE sowie saiger).

Wie in den anderen Segmenten, so fasse ich auch hier diese drei Klüftgruppen als System A auf und begrenze die Streuwinkel der Untergruppen mit folgenden Richtungen.

Streichen: A_I N 8—35 W
A_{II} N 35—58 W
A_{III} N 50—72 W

Die Maxima dieser Gruppen sind dann für

Maximum: A_I N 26 W
A_{II} N 45 W, N 48 W
A_{III} N 58 W

Die nordöstlich streichenden Klüfte sind wenig ausgeprägt, ihre Zahl ist gering und ihre Komponenten lassen sich schlecht zusammenfassen. So streicht im Bruch Oberhagen (Wasserloses Tal) eine Gruppe um N (N 18 W — N 14 E), die man sowohl zu A

als auch zu dem NNE-streichenden System B zählen kann. Ihr Einfallen ist 45—50 W und saiger. In Eppenhäusen fällt diese Gruppe mit 75—90° östlich ein.

Das System D ist nur durch ein oder zwei Klüfte angedeutet.

Dagegen hebt sich in Eppenhäusen eine Klüftgruppe um E mit dem Streuwinkel N 80—102 E (N 78 W) stärker heraus. Sie häuft sich N 90 E. Da der Bruch Eppenhäusen mit dem vermessenen Teil auf dem Südflügel des kleinen Spezialsattels liegt (allerdings fällt er schon in die Zone des umlaufenden Streichens), fällt diese Klüftgruppe mit 60—75 N ein. Ich rechne diese Klüfte zu dem System C.

Elberfeld-Schwelmer Segment.

(Abb. 16)

Hier ist der Kalk durch eine intensive Spezialfaltung ausgezeichnet. Es ist unmöglich, ein Generalstreichen der Schichtung für diesen Abschnitt festzulegen. Die Querstörungen im Hangenden und Liegenden zeigen nach den geologischen Karten (Blätter Hattingen, Barmen und Elberfeld) zwei Richtungen.

Streichen: 1. N 50—50 W
2. N 60—70 W

Die letzte Gruppe ist durch eine Drehung im Innern des Ennepe-Segments bedingt. Die Längsstörungen treten sowohl am Süd- als auch am Nordrande des Massenkalkes auf. Ebenso ist die nördliche Begrenzung des Hasper und des Hardt-Sattels durch solche streichenden Störungen bedingt, während am Südrand der Spezialsättel der Massenkalk ohne Störungen die Honseler Schichten überlagert. Diese Längsstörungen liegen zu einem großen Teil innerhalb der mobileren Schiefer. Wie weit der Massenkalk selbst durch Längsstörungen verworfen ist, konnte bisher nicht festgestellt werden.

Große Teile dieses Abschnittes sind dolomitisiert und deshalb für feintektonische Messungen ungeeignet. Fast das ganze Elberfeld-Barmer Stadtgebiet zeigt diese Verhältnisse. Ich habe deshalb nur wenige Aufschlüsse vermessen können, sie liegen im Osten des Segments, im Bereich des Hasper Sattels.

1. Aufschluß an der neuen Strecke nach Witten, unmittelbar südlich des neuen Tunnels,
2. zwei ältere, aber wieder angefahrne Brüche bei Oberberge,
3. der große Kalkbruch Schluck bei Barmen-Rittershausen.

Aufschluß 1 liegt am Südflügel, Aufschluß 2 am Nordflügel des Hasper Sattels. Aufschluß 3 liegt zwischen Hasper und Hardt-Sattel am Südrande des Massenkalkes.

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen	System
Einschnitt am Linderhäuser Tunnel (23)	N 8—63 W	N 33 W	70—90 E	A
	N 26—42 E		bezw. NE	B
	N 52—67 E		70—80 W	D?
	N 77—94 E		72—80 NW 77—90 N	C?
Oberberge (24)	N 8—28 W	N 23 W	44—90 E	A
Schluck (25)	N 15 E?—N 71 W	N 53 W	75—90 E	A (und B?)
	ca. N 15—65 E		45—55 NW	D?
	N 57—71 E		70 W	C?
	N 82—88 E		74 E — saiger 72—78 N	C

Der Streuwinkel der nordwestlichen Klüftgruppen reicht von N 8—63 W. Im Einschnitt am Linderhäuser Tunnel lassen sich aus dem Diagramm keine Untergruppen ableiten. Eine größere Häufung findet bei N 33 W statt. Die Klüfte fallen mit 70—90 E ein. In Oberberge treten nur die steilen nördlich streichenden Klüfte auf (N 8—28 W). Das Maximum liegt bei N 23 W. Auch hier fallen die Klüfte östlich mit 44—90° ein.

Im Bruch Schluck streicht der westliche Schenkel des Streuwinkels dieser Gruppe N 71 W. Der östliche Schenkel ist nicht festzulegen. Hier greifen 2 Gruppen, die nordwestliche und die nordöstliche, so ineinander, daß sie nicht zu trennen sind. Dadurch erhalten wir auch bei N 6 W ein Maximum, daß den tatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht. Diese Klüfte mit nordwestlichem Streichen rechne ich wie bisher zum System A. Sie unterscheiden sich jedoch von den A-Klüften der anderen Segmente durch ihr östliches Einfallen.

Im Bruch Schluck sind in der mächtigen Gruppe N 24 W bis N 27 E sowohl A-Klüfte als auch Klüfte des B-Systems enthalten. Da beide hier saigeres bis steil westliches Einfallen zeigen, konnten sie nicht getrennt werden. Im Linderhäuser Einschnitt treten bei N 26—42 E Klüfte mit 70—80° Westfallen auf. Sie können zum System D gezählt werden.

In Schluck wurden nordwestfallende Klüfte gemessen, die N 15—65 E streuen. Zu ihnen gehören auch drei Klüfte im Linderhäuser Einschnitt, die N 52—67 E streichen und steil südöstlich und nordwestlich einfallen. Man könnte diese beiden Gruppen, die in der Hauptsache N 50—70 E streuen, als System D bezeichnen.

Nur wenige Klüfte streichen in diesem Segment ENE. Sie fallen meist steil nördlich mit 72—90° ein. Ich rechne sie zu System C.

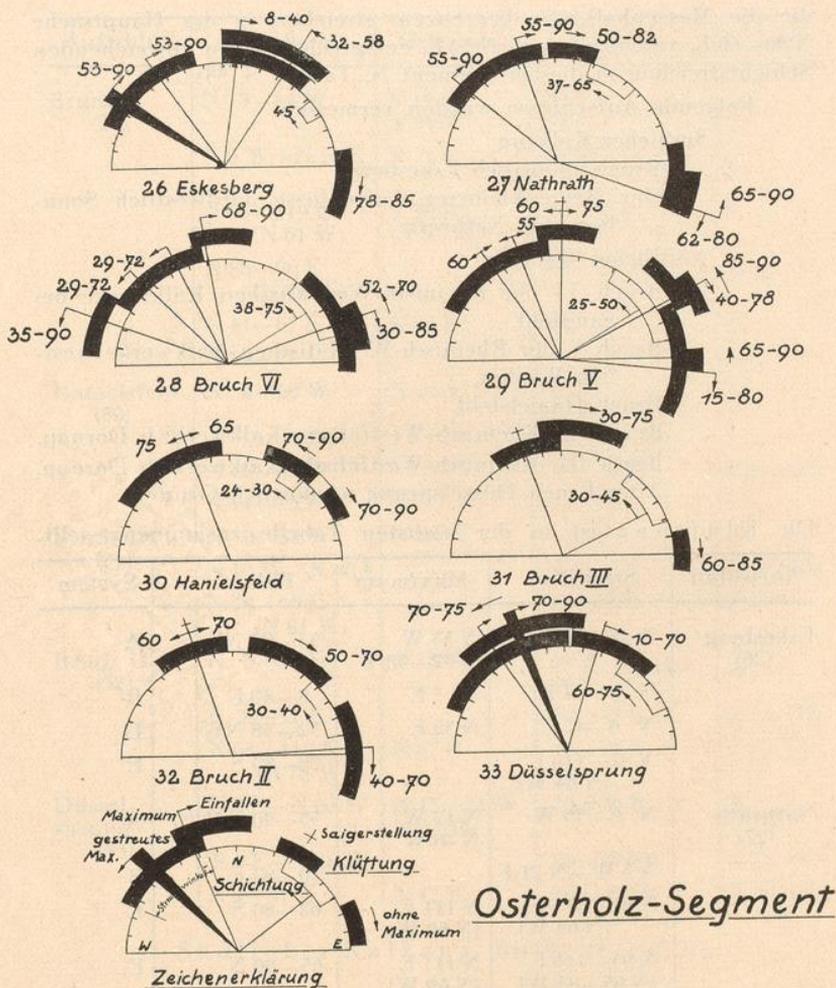


Abb. 18: Kluftdiagramme des Osterholz-Segmentes.

Osterholz-Segment.

Beide Kalkzüge dieses Segmentes werden nach der geologischen Karte (Blätter Elberfeld und Mettmann) durch eine dichte Folge von nordwestlichen Querverwürfen zerstückelt, die im östlichen Teil von Dornap bis Eskesberg zwischen N 20—50 W streichen, dagegen im westlichen Abschnitt mit N 40 W. Die Längsverwürfe,

die die Massenkalkzüge begrenzen, streichen in der Hauptsache N 50—60 E, vereinzelt auch N 50 E, entsprechend dem abweichenden Schichtstreichen in diesem Segment (s. Tabelle S. 55).

Folgende Aufschlüsse wurden vermessen:

Südlicher Kalkzug

Bruch südöstlich Eskesberg,
eine Reihe kleinerer Aufschlüsse nordwestlich Sonnborn bei Nathrath.

Nördlicher Kalkzug

Bruch VI der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke bei Sandfeld,
Bruch V der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke westlich Wieden,
Bruch Hanielsfeld,
Bruch II, Rheinisch-Westfälische Kalkwerke b. Dornap,
Bruch III, Rheinisch-Westfälische Kalkwerke b. Dornap,
Alter Bruch Düsselsprung nordöstlich Gruiten.

Die Klüftung ist in der nächsten Tabelle zusammengestellt.

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen	System
Eskesberg (26)	N 15—68 W	N 55 W N 52—58 W	55—90 NE	A
	N 0—44 E	N 7 E	8—40 E	B
	N 0—47 E	N 52 E	52—58 NW	D
	N 82—116 E (N 64 W)		78—85 S	E
Nathrath (27)	N 6—59 W	N 17 W N 48 W	55—90 E (NE)	A
	N 5 W—N 21 E		50—82 E	B
	N 81—115 E (N 65 W)	N 111 E (N 69 W)	62—80 S	E
	N 95—115 E (N 65—85 W)	N 111 E (N 69 W)	65—90 N	E ₁
Bruch VI (28)	N 11—59 W	N 25 W N 44 W	29—72 SW	A
	N 57—85 W	N 69 W	55—90 SW	A oder E
	ca. N 15 W —N 11 E	N 9 W	68—90 E	A und B
	N 41—95 E (N 85 W)	N 70 E	50—85 S	C und E
	N 65—84 E		52—70 N	C ₁ od. E ₁

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen	System
Bruch V (29)	N 5—64 W	N 19 W N 54 W	60 W bis 90° 55 E	A
	N 9 W—N 16 E	N 1 E	60 W bis 90° 75 E	B
	N 65—119 E (N 61 W)	N 96 E (N 84 W)	15—80 S	E
	N 86—96 E (N 84 W)		65—90 N	E ₁
	N 41—67 E	N 61 E	40—78 SE	C
	N 55—72 E		85—90 NW	C ₁
Hanielsfeld (50)	N 4—60 W	N 19 W	65 E bis 90° 75 W 50—85 NE	A
	N 18—45 E		70—90 W	B (u. D?)
	N 54—70 E		70—90 S	C
Bruch III (51)	N 0—35 W	N 18 W	saiger	A
	N 10 W—N 28 E		30—75 E	A (u. B?)
	N 78—99 E (N 81 W)		60—85 S	E
Bruch II (52)	N 5—58 W	N 18 W	60 W bis 90° 70 E	A
	N 8—51 E		50—70 E	B (u. D?)
	N 64—112 E (N 78 W)	N 87 E	40—70 S	E (u. C?)
Düssel- sprung (53)	N 2 E—N 68 W	N 17—21 W N 35 W	70—90 E	A
	N 9 E—N 46 W		60—75 SW	A (u. B?)
	N 4—57 E	N 17 E	10—70 SE	B, D u. C

Südlicher Kalkzug (Brüche 26 und 27).

Im östlichsten Zipfel dieses Gebietes liegen zwei Brüche, Eskesberg und Dorp. Es wurde nur Eskesberg vermessen, da in Dorp der Kalk außerordentlich gestört ist. Im nördlichen Teil dieses Bruches ist eine Scholle völlig aus ihrer Normallage gedreht. Weiter wurden bei Nathrath die Ergebnisse der Vermessung einer Reihe kleinerer Aufschlüsse und Einschnitte in einem Diagramm zusammengefaßt. Der große Bruch nördlich der Eisenbahn Varresbeck-Mettmann blieb wegen seiner Dolomitisierung unberücksichtigt.

Die nordwestlich streichenden Klüfte streuen N 6—68 W. In Eskesberg sind zwei Untergruppen zu unterscheiden.

- Streichen: 1. N 16—40 W
2. N 45—68 W

Die Maxima liegen bei

- Maximum: 1. N 35 W
2. ca. N 52—58 W

Die Klüfte fallen alle nach NE ein.

- Einfallen: 1. 60—90 E
2. 55—75 E

Auf Grund der Mineralisation sind diese beiden Gruppen ebenfalls deutlich geschieden. Die erste Gruppe führt Kalkspat, die zweite Dolomit. Allerdings wurden drei Dolomitklüfte gemessen, die noch innerhalb des Streuwinkels der Kalkspatgruppe fallen.

In den zerstreut bei Nathrath liegenden kleineren Aufschlüssen streut die nordwestliche Klüftgruppe ähnlich wie im Bruch Eskesberg. Die Streuung der Untergruppen ist jedoch eine andere.

- Streichen: 1. N 6—28 W
2. N 34—59 W

Dementsprechend liegen auch die Maxima bei

- Maximum: 1. N 17 W
2. N 48 W

Das Einfallen beider Gruppen ist das gleiche (55—90 E) und stimmt mit dem in Eskesberg überein.

Alle Klüfte innerhalb des Streuwinkels N 6—68 W zähle ich zum System A.

Im nordöstlichen Quadranten streuen in Eskesberg zwei fast parallel streichende Gruppen, die sich aber durch völlig entgegengesetztes Einfallen unterscheiden. Die in der tabellarischen Übersicht angegebenen Streuwinkel umfassen die gesamte Gruppenstreuung, wie sie auf Grund des Einfallwinkels sich ergibt. Dagegen ist die engere Häufung eine andere. Für die Gruppe N 0—44 E liegt sie bei N 0—16 E, für die Gruppe N 0—47 E bei N 27—47 E. Die Maxima liegen innerhalb des engeren Streuwinkels.

- Maximum: 1. N 7 E
2. N 32 E

Das ergibt also eine deutliche Trennung zweier Systeme auf Grund des Streichens (engerer Streuwinkel) und des Einfallens.

In Nathrath ist nur die nördlich streuende Gruppe beobachtet worden, die hier steil östlich einfällt.

Ich bezeichne diese beiden Gruppen als System B für den Streuwinkel N 0—21 E und System D für den Streuwinkel N 27—47 E.

In beiden Aufschlüssen streichen flach östlich Klüfte, die sehr breit streuen, mit N 81—115 E (N 65 W). Bei Nathrath treten in zwei dort entgegengesetzt einfallenden, parallel streichenden Gruppen übereinstimmend bei N 111 E (N 69 W) Maxima auf. Das Einfallen ist sowohl in Eskesberg als auch in Nathrath 62—85 S. Dazu kommt noch in den Aufschlüssen von Nathrath eine mit 65—90° nordfallende Gruppe. Die Übersicht über die Schichtung im Osterholz-Segment (Seite 55) zeigt für diese Brüche nordöstliches Streichen. Ich kann also diese Klufftgruppe nicht als im Streichen des Gebirges verlaufend ansprechen. Da keinerlei Beziehungen zu den bisher besprochenen Gruppen vorhanden sind, bin ich genötigt, einstweilen für sie die neue Bezeichnung System E einzuführen.

Die Klüfte des Systems E führen in Eskesberg Dolomit. Mit Hilfe der Mineralisation konnte für diesen Bruch eine genaue Altersfolge der Klüfte festgelegt werden. System B durchsetzt mit seinem Kalkspat die Klufffüllung (Kalkspat) des Systems D, B muß also jünger sein. Die Dolomitklüfte des Systems E durchkreuzen wiederum B und D. Danach ist also eine Altersfolge D, B, E festgestellt.

Nördlicher Kalkzug (Brüche 28—55).

Innerhalb des nördlichen oder Dornaper Kalkzuges liegen die großen Brüche der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke. Infolge ihrer Ausdehnung legen sie ein Profil quer durch den Kalkzug. Die dichte Aufeinanderfolge in ost-westlicher Richtung gestattet ein lückenloses Bild der hier vorhandenen Klüftung.

Die nordwestlichen Klüfte streuen innerhalb eines Winkels N 5—64 W, der wiederum 5 Untergruppen umfaßt. In Bruch VI lassen sich zwei dieser Gruppen feststellen.

- Streichen: 1. N 11 — ca. 54 W
2. ca. N 51—59 W

Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese zweite Gruppe noch eine dritte um N 50—60 W enthält. Ein Maximum ist nur in der zweiten Gruppe zu erkennen, während es in der ersten schwach angedeutet wird.

- Maximum: 1. Um N 24 W
2. N 44 W

Das Einfallen dieser Klüfte ist westlich, mit 29—72°. Das Diagramm dieses Bruches weist eine Häufung von Klüften um N auf, die eine Anzahl Spitzen in der Richtungskurve bilden. Ich nehme an, daß hier zwei Richtungen ineinandergreifen, deren Maxima bei N 19 W und N 9 W liegen. Sie sind mit Hilfe des Einfallens, das konstant

östlich ist, nicht zu trennen. Auch die Mineralisation bietet keine Anhaltspunkte. In den weiter westlich gelegenen Aufschlüssen ist diese Gruppe mit dem Maximum N 19 W deutlich ausgeprägt.

In Bruch V liegen folgende Verhältnisse vor:

- Streichen: 1. N 5—27 W
2. N 20—44 W
3. N 41—64 W

Davon zeigen die ersten beiden Gruppen Maxima bei

- Maximum: 1. N 19 W
2. N 34 W

Das Einfallen schwankt hier sehr und beträgt

- Einfallen: 1. 75 W bis 90°
55 E
2. 55—90 E
3. 60 SW

Südlich Bruch V liegt der alte Bruch Hanielsfeld, der dieselben Verhältnisse zeigt wie Bruch V. Nur fehlt dort die mittlere Gruppe. Die beiden anderen stimmen im Streichen vollständig überein.

- Streichen: 1. N 4—28 W
2. N 44—70 W

Die erste Gruppe führt bei N 19 W ein Maximum. Das Einfallen ändert sich innerhalb der Gruppen.

- Einfallen: 1. 65 E bis 90°
75 W
2. 30—85 E

In den zusammenhängenden Brüchen II und III ist nur die erste Gruppe ausgebildet mit dem Streuwinkel N 0—38 W. Die Maxima liegen übereinstimmend in beiden Brüchen bei N 18 W. Das Einfallen schwankt zwischen 60 W und 70 E bei vorwiegender Saigerstellung.

Im Düsseltal wurde nur der Kalkbruch Düsselsprung vermessen. Von den nordwestlichen Klüften treten hier zwei Gruppen auf.

- Streichen: 1. N 9 E—N 26 W
2. N 25—44 W

Außerdem reichen einige wenige Klüfte bis N 70 W. Sie lassen jedoch keine Gruppierung erkennen. Die Maxima liegen bei

- Maximum: 1. N 17—21 W
2. N 33 W

Sie fallen 70—90 E ein. Die drei beschriebenen nordwestlichen Klüftgruppen ordne ich in System A ein. Demnach können wir den Umfang der einzelnen Gruppenstreuwinkel dieses Systems folgendermaßen angeben:

Streichen: A_I N 9 E—N 34 W
 A_{II} N 20—44 W
 A_{III} N 31—70 W

Wie ich schon Seite 55 andeutete, streicht im Bruch VI um N eine Gruppe mit dem Maximum N 9 W. Sie ist so sehr mit der Gruppe A_I verwachsen, daß ihr Streuwinkel nach Westen nicht begrenzt werden kann. Der östliche Schenkel des Streuwinkels streicht N 11 E.

Der Bruch V zeigt eine geringe Schwenkung des Streuwinkels nach E. Er streicht N 9 W bis N 16 E mit einem Maximum in N 1 E. Die Klüfte fallen vorwiegend saiger mit Schwankungen bis zu 60 W und 75 E.

In den Brüchen Hanielsfeld, III und II, ist eine deutliche Trennung dieser Klüfte von denen, die NE streichen, nicht möglich. Dieselbe Streuung zeigen diese Klüfte auch im Bruch Düsselsprung. Nur tritt hier ein Maximum hinzu, das bei N 17 E liegt.

In den meisten Fällen ist im Osterholz-Segment eine klare Scheidung der um N streichenden Klüftgruppe von benachbarten nicht möglich. Die mit einem Maximum bei N 1 E bzw. N 17 E streichenden Klüfte bezeichne ich mit System B. Das System D, das im Anschluß an B den Streuwinkel beträchtlich nach E dreht, kann ich nicht abtrennen, da unterscheidende Merkmale fehlen. Sie streichen fast parallel mit der Schichtung, die hier NE-Streichen aufweist. Wie in den vorigen Segmenten, so bezeichne ich auch hier die Gruppe der streichenden Klüfte mit System C. Die Schichtung ist aus der folgenden Übersicht zu erkennen.

Aufschluß	Streichen	Maximum	Fallen
26 Eskesberg	N 52—62 E		45 N
27 Nathrath	N 19—46 E		57—65 NW
28 Bruch VI	N 40—76 E	N 56 E	38—75 NW
29 Bruch V	N 31—80 E	N 57 E	25—50 NW
30 Hanielsfeld	N 29—41 E		24—50 NW
31 Bruch III	N 58—72 E	N 65 E	30—45 NW
32 Bruch II	N 46—86 E	N 72 E	30—40 NW
33 Düsselsprung	N 32—67 E		60—75 N

Die Maxima des Schichtstreichens schwanken zwischen N 56 E und N 72 E. Die streichenden Klüfte treten nur in den Brüchen VI, V und Hanielsfeld deutlich hervor. In Bruch V stimmt das Maximum der Schichtung mit dem der Klüftung überein. Das Einfallen der

C-Klüftung ist flach bis steil südöstlich. In den Brüchen V und VI treten dazu noch N-fallende Klüfte auf. Ihre Streuwinkel halten sich innerhalb derjenigen der S-fallenden Klüfte.

	nordfallende Klüfte	südfallende Klüfte
V	N 55—72 E	N 41—81 E
VI	N 65—84 E	N 41—95 E

Beide Gruppen bezeichne ich mit System C. Die nördlich einfallenden erhalten ein Indizes (System C₁).

Wie im Vohwinkeler, so treten auch im Dornaper Kalkzug EW-streichende Klüfte in größerer Zahl auf, die ich dort mit System E bezeichnet habe. Ihr Streuwinkel streicht N 65 E—N 119 E (N 61 W). Sie sind allerdings nicht in allen Fällen von der Gruppe C zu trennen. So vermute ich, daß im Bruch II dieses System E (N 64—102 E) Klüfte der C-Gruppe umfaßt. Dasselbe ist für den Bruch VI zu sagen. Die Maxima liegen sehr weit auseinander.

Maximum:

N 70 E	Bruch VI	C und E?
N 87 E	Bruch II	C und E?
N 96 E (N 84 W)	Bruch V	E

Das Einfallen ist südlich und umfaßt Fallwinkel von 50—85°.

Parallel zum System E streichen nördlich fallende Klüfte, die mit 52—90° einfallen. Ich bezeichne sie mit E₁. Sie treten in den Brüchen V und VI auf. Wieweit in Bruch VI eine Vermischung mit C₁-Klüften stattgefunden hat, kann nicht entschieden werden.

III. Die Auswertung der Messungen.

Ich habe versucht, die Bestimmungskomponenten so zu ordnen und abzuwägen, daß auf Grund der gemeinsamen Faktoren die Vielzahl der Klüfte in eine Ordnung gebracht wird. Nach den Komponenten der Lage lassen sich im Massenkalk vier durchgehende Kluftsysteme überall verfolgen. Eines von ihnen enthält drei Untergruppen, die ich durch Indizes gekennzeichnet habe. Demnach ergibt sich folgende Gruppierung:

System A	Untergruppe A _I
	A _{II}
	A _{III}
System B	
System C	
System D	

Im Osterholzer Segment kommt zu diesen vier Systemen noch ein fünftes, das ich als System E bezeichne, hinzu.

Diese Gruppierung ist nach der auffallendsten Komponente, der Richtungskomponente, vorgenommen worden. Daneben spielt die zweite Bestimmungskomponente der Lage, das Einfallen, nur eine untergeordnete Rolle. Der Fallwinkel kann nur örtlich als Unterscheidungsmerkmal herangezogen werden. Er schwankt innerhalb einer Klüftgruppe ganz beträchtlich und nimmt Werte an, die oft bis zu 70° auseinander liegen. In einigen wenigen Fällen unterscheiden sich gleichstreichende Gruppen durch entgegengesetztes Einfallen. (Bruch Krematorium, V, VI u. a.) Ich habe diese Klüfte nicht als besondere Gruppe aufgeführt, sondern sie dem gleichstreichenden System zugeordnet, z. B. C, C₁, E, E₁. Vorwiegend saiger fallende Klüftgruppen schwanken nach beiden Richtungen mit ca. 20° . Ich habe bei den Fallwerten keine Durchschnittswerte angegeben, sondern die extremen Werte. Das erschien mir nötig, um zu zeigen, wie groß die Schwankungen der Fallwinkel im Massenkalk sind. Es soll ferner bei der Auswertung vorliegender Ergebnisse eine Überbewertung des Einfallens vermieden werden.

Ich will nun zusammenfassend darstellen, wie sich die einzelnen, oben angeführten Systeme kennzeichnen.

System A.

Darunter fasse ich alle die Klüfte zusammen, die im nordwestlichen Quadranten streuen. Ihr Streuwinkel reicht von N 0—80 W. Nur im Hohenlimburg-Iserlohner Segment schwenken diese Klüfte beträchtlich nach Osten (N 17 E). Das nordnordöstliche Streichen im Osterholz-Segment (Bruch Düsselsprung) braucht nur als örtliche Erscheinung gewertet zu werden. Trotzdem ist in diesem Segment eine geringe Drehung der gesamten A-Klüfte nach Osten festgestellt. Das System A setzt sich aus drei Untergruppen zusammen. Sie sind trotz der starken Verzahnung der Gruppendiagramme zu erkennen. Ihre Streuwinkel schwanken in den einzelnen Segmenten, jedoch kann man sie mit folgenden Werten angeben.

Streichen:	A _I	N 8—35 W
	A _{II}	N 28—58 W
	A _{III}	N 45—80 W

Im Osterholz-Segment und im Hohenlimburg-Iserlohner Segment streichen die Gruppen A_I und A_{II} ca. 10° nördlicher, so daß wir die Werte erhalten, die ich Seite 55 gab.

Diese deutliche Schwenkung der Richtung macht sich auch bei den Maxima bemerkbar.

Maximum:

A _I	Hönne-Segment	N 50, 55, 58 W
	Hohenlimburg-Iserlohner Segment	N 8, 18—19, 28, 35 W
	Hasleier Segment	N 28, 28—52, 30—55 W
	Ennepe-Segment	N 26 W
	Elberfeld-Schwelmer Segment	N 25 W
	Osterholz-Segment	N 17, 19, 19, 18, 18, 17—21 W
A _{II}	Hönne-Segment	N 48 W
	Hohenlimburg-Iserlohner Segment	N 38, 46 W
	Hasleier Segment	N 45, N 45 und N 49—50 W
	Ennepe-Segment	N 45, 48 W
	Elberfeld-Schwelmer Segment	N 53 W
	Osterholz-Segment	N 35, 25, 54 W
A _{III}	Hönne-Segment	N 59 W
	Hohenlimburg-Iserlohner Segment	—
	Hasleier Segment	N 60 W
	Ennepe-Segment	N 58 W
	Elberfeld-Schwelmer Segment	N 53 W
	Osterholz-Segment	N 48, 52—58, 44 W

Das Einfallen des A-Systems ist nicht einheitlich. In den beiden östlichen Segmenten fallen die Klüfte vorwiegend westlich ein. Einige zeigen saigeres Fallen. Im Hasleier und Ennepe-Segment schwanken die Fallwinkel zwischen 65 SW und 70 NE. Im Elberfeld-Schwelmer Segment wurde östliches bis saigeres Einfallen beobachtet (44—90°). Im südlichen Kalkzug des Osterholz-Segmentes fallen A-Klüfte mit 55—90 E ein. Dagegen schwankt wiederum das Einfallen im nördlichen Kalkzug. Allerdings tritt nur bruchweise eine Änderung der Fallwinkel ein.

Das W-Fallen der Klüfte beschränkt sich auf die Zonen stärkeren östlichen Achsenfallens des Großsattels. Reines Ostfallen der A-Klüfte beobachtet man an dem Westende des Hasper Sattels. In den übrigen Gebieten schwankt das Einfallen zwischen E und W bei vorwiegender Saigerstellung.

Die Klüfte des Systems A führen durchweg Kalkspat, in einigen Fällen auch Dolomit. Sie können, wie das einige Brüche im Hönnesegment zeigen, beträchtlich klaffen. Die größte Mächtigkeit erreicht ein Spatgang bei Roth, östlich des Hönnetales, der eine solche von wenigstens 12 m aufweist und ca. N 40 W streicht. Er wurde neuerdings nach S und N zu weiter verfolgt, so daß man seine Richtung festlegen konnte. Ähnliche, geringer mächtige Spatgänge wurden in den großen Brüchen bei Oberrödinghausen beobachtet, sowie bei Riemke, nördlich Deilinghofen. Weiter westlich treten sie noch einmal mit solcher Mächtigkeit im Hasleier Segment (Brüche Donnerkuhle) auf. Im allgemeinen sind die großen Kluftträume nur auf die östlichen Segmente beschränkt. Überall werden sie von den anderen, nordöstlich streichenden Richtungen durchsetzt. Außerdem sind sie in der Richtung ihres eigenen Streichens stark gestört. Dabei sind die neu aufgerissenen Klüfte jedesmal durch eine andere Mineralisation ausgezeichnet. Sehr deutlich ist diese Erscheinung an einer breiten Kluft im östlichen Bruch Donnerkuhle zu sehen.

Die Flußtäler folgen in meinem Untersuchungsgebiet vorwiegend der Richtung des A-Systems. Entweder durchqueren sie geradlinig den Massenkalk, wie das Hönne, Öse und Volme tun, oder sie kommen in dieser Richtung aus dem südlichen Gebiet, benutzen dann den Südrand des Massenkalkes eine Zeitlang, um dann wieder in der alten Richtung den Massenkalk zu verlassen. Solche Verhältnisse kann man bei der Lenne, Ennepe und auch bei der Wupper beobachten.

Die Klüfte des Systems A entsprechen in allen Segmenten den in die Karte eingezeichneten, mehr oder weniger deutlich ausgeprägten großen Querstörungen, an denen eine Bewegung stattgefunden hat. Es zeigen sich also enge Beziehungen zwischen den großen Querstörungen und den feintektonischen Elementen. Seite 34 wurde erwähnt, daß in der geologischen Karte, Blatt Iserlohn, die Querstörungen nordsüdlichen Verlauf nehmen. In der Feintektonik zeigt sich eine ebenfalls fast nordsüdliche Richtung der System-Gruppe A_I und ein entsprechendes NNW-Streichen der Gruppe A_{II}. Auch im Hasleier Segment sind weitgehende Übereinstimmungen festgestellt worden. So streichen, wie ich bereits Seite 41 erwähnte, die Querstörungen nach Angabe der geologischen Karte N 33, 38, 42,

75 W. Die Maxima der von mir in diesem Segment gemessenen A-Gruppen streichen N 28—38 W, N 43—50 W und N 60 W.

Die Querstörungen des Osterholz-Segments verlaufen wie die Maxima der von mir festgestellten A-Gruppen. Allerdings ist eine örtliche Verteilung der Richtungen, wie man sie auf den Kartenblättern feststellt (s. Seite 49) in der Feintektonik nicht zu erkennen.

Im gesamten Osterholz-Segment sind alle drei A-Gruppen vertreten.

A. Fuchs (37—39) will eine gewisse Gesetzmäßigkeit zwischen der Richtung der Querstörungen und dem Verlauf des Schichtstreichens erkennen. Dreht das Schichtstreichen nach E oder ESE, dann verlaufen die Querstörungen N oder NNE. Für den Bereich des von ihm kartierten Gebietes (Hagen-Hohenlimburg-Iserlohn) gilt diese Regel.

Anders wird es jedoch im Hönne-Segment. Dort haben wir umlaufendes Schichtstreichen, ohne aber eine Drehung der nordwestlichen Störungen festzustellen. Wie weit die von A. Fuchs in seiner Übersichtskarte angegebenen radial verlaufenden Störungen in Wirklichkeit vorhanden sind, vermag ich nicht zu sagen. Das Nähere wird wohl die im Gange befindliche Kartierung durch W. Packelmann ergeben.

Nach den vorliegenden feintektonischen Untersuchungen streichen die nordwestlichen Klüfte (System A) im Hönne-segment in derselben Weise wie in den westlichen Segmenten.

Wenn die von Fuchs erwähnte Gesetzmäßigkeit stimmen sollte, dann müßten im Osterholz-Segment, das NNE—NE Schichtstreichen aufweist, die nordwestlichen Klüfte einen WNW-Verlauf annehmen. Nach den geologischen Karten sowie nach meinen Messungen drehen gerade diese Störungen nach N, so daß der Winkel zwischen Schichtstreichen und dem der nordwestlichen Störungen sich verkleinert.

Die an Zahl die anderen Systeme überwiegenden A-Klüfte sind die Hauptbewegungsbahnen der Schollenbewegung gewesen. Das zeigt das häufige Vorkommen von Harnischen auf den Klufflächen des Systems A. Von 58 Harnischmessungen entfallen auf das

System A	25
.. B	6
.. C	15
.. D	3

Die Harnischflächen sind im allgemeinen im Kalk schlecht erhalten, da sie, wie ich annehmen möchte, der Mineralisation zum Opfer fallen. Nur die allerletzten Bewegungsphasen, denen noch keine Mineralisation gefolgt ist, haben ihre Spuren hinterlassen. So kann man aus den angeführten Zahlen schließen, daß auf den Klüften des A-Systems auch noch junge Bewegungen in größerem Ausmaße stattgefunden haben.

Die Harnische kommen in allen Streifrichtungen vor, es ließ sich daraus keine Gesetzmäßigkeit erkennen. Ein großer Teil liegt fast horizontal oder ist nur wenig geneigt, andere wiederum fallen saiger ein. Ebenfalls war keine Regelmäßigkeit in der örtlichen Verteilung bestimmter Harnische zu finden.

Bei meinen Geländeaufnahmen habe ich bei wenig geneigten Klufflächen den „Höferschen“-Winkel, bei steil einfallenden Flächen den Salomon'schen Winkel angewandt. Erst gegen Abschluß meiner Geländearbeiten erschien die Arbeit von Haarmann (21), die ein Meßverfahren angibt, das die Nachteile der beiden oben genannten Meßmethoden auszuschalten sucht.

System B.

Während im System A drei Gruppen mit verhältnismäßig konstanten Richtungen bezüglich Streuen und Maximum auftreten, kann man das von den nördlich streichenden Kluffgruppen nicht sagen. Sowohl System B als auch System D schwanken ganz erheblich im Streichen. Verzahnen sich ihre Diagramme mit denen von A₁, dann ist eine sichere Trennung nur noch mit Hilfe der Mineralisation möglich, falls sie zu erkennen ist (Bruch Emil).

Allgemein streichen die B-Klüfte innerhalb eines Streuwinkels von N 0—37 E. In einigen Brüchen des Dornaper Kalkzuges reicht der Winkel bis N 9 W. In den nördlichen Brüchen des Hönne-Segments streichen die Klüfte bis N 26 W. Genau so unregelmäßig treten die Maxima auf.

Maximum:	N 15 W	Emil (Aufschluß Nr. 8)
	N 22 E	Bissingheim (17)
	N 12 E	Donnerkuhle westlich (20)
	N 24—27 E	Donnerkuhle östlich (19)
	N 2 E	Sundwig (12)
	N 17 E	Düsselsprung (35)
	N 1 E	Bruch V (29)
	N 7 E	Eskesberg (26)

Sie fallen überwiegend saiger ein. Dabei schwankt der Fallwinkel zwischen steil E und W. Außerdem wurde in einigen Fällen (Vohwinkeler Kalkzug, Bruch Helle, Lethmathe und Untergrüne) flaches W-Fallen für die ersten beiden und flaches E-Fallen für die letzten gemessen.

Trotz der mangelnden Unterscheidungsmerkmale habe ich eine Trennung vom System A durchgeführt. Dabei war maßgebend, daß die B-Klüfte jünger sind als das A-System. Sie führen neben Kalkspat noch Dolomit und Baryt.

Während die A-Klüfte vor der ersten Mineralisation entstanden sein müssen, liegt die Entstehung der B-Klüfte zeitlich später, denn die B-Mineralisation durchsetzt den A-Kalkspat.

Fast alle B-Klüfte sind feine bis feinste Risse, auf denen selten oder nie größere Bewegungen stattgefunden haben.

Von 58 gemessenen Harnischen wurden 6 auf Klüfflächen des Systems B beobachtet.

Das B-System prägt sich in der Großtektonik nicht aus. Nirgends sind größere Störungen, die ein Zerreißen der Schichten verursacht hätten, in dieser Richtung beobachtet worden.

System C.

Damit bezeichne ich eine Gruppe, die vorwiegend parallel zum Schichtstreichen verläuft. Bei mehr nordöstlicher Lage des Schichtstreuwinkels muß also der Streuwinkel des C-Systems ebenfalls nordöstlich liegen. ENE-Streichen bis E-Streichen der Schichtung müßte ein entsprechendes Drehen der C-Klüftung zur Folge haben.

In der Tat lassen sich zu beiden Seiten der eingangs Seite 5 erwähnten Knicklinie in der Sattelachse verschiedenes Streichen der Schichtung und parallel dazu verlaufende

Klüftung feststellen. Im folgenden gebe ich eine Aufstellung der von mir dem System C zugeordneten Klüfte. Die entsprechenden Streuwinkel der Schichtung sind aus den Tabellen bei den Segmentbeschreibungen zu ersehen.

Sattelabschnitt östlich Barmen.

Hönne-Segment . . .	N 52—109 E	Max. N 85, 87, 88, 78, 75 E
Hohenlimburg-Iserlohner Segment . . .	N 62—116 E	„ N 70—72, 85 W, N 78 E
Haßleier Segment . . .	N 60—100 E	„ N 75—84 E
Ennepe-Segment . . .	N 80—102 E	„ N 90 E
Elberfeld-Schwelmer Segment . . .	N 77— 94 E	„ N 85 E

Sattelabschnitt westlich Barmen.

Osterholz-Segment . . .	N 41— 95 E	Max. N 61 und 70 E
-------------------------	------------	--------------------

Stärker ist die Abhängigkeit von der Schichtung in Bezug auf das Einfallen. Die C-Klüfte stehen stets senkrecht auf der Schichtfläche. Ich habe das in einer graphischen Darstellung (siehe Abb. 19) veranschaulicht. Die Abhängigkeit gilt aber nur für das Schichtstreichen, das parallel zur Sattelachse verläuft. Bei umlaufendem Schichtstreichen gehen die C-Klüfte zum nächsten Sattel durch. Das zeigen uns die Diagramme des Hönne- sowie des Elberfeld-Schwelmer Segments.

Die C-Klüfte sind zum größten Teil Kalkspatklüfte. Sie haben bei der überwiegenden Zahl das Alter der A-Klüfte, da beide bei Kreuzungen das gleiche Entstehungsalter vor der Ausfüllung durch die Mineralisation zeigen. Gelegentlich tritt als Klüftfüllung Dolomit auf. In Eskesberg konnte ich feststellen, daß das System E dort Dolomit führt und jünger ist als alle anderen Systeme. Ich nehme an, daß es sich bei den dolomitischen C-Klüften um jüngere handelt, die den E-Klüften in Bruch Eskesberg entsprechen (siehe Seite 66).

Auf der Karte kommen streichende Störungen, wie ich eingangs erwähnte, häufig vor. Bis jetzt steht noch nicht einwandfrei fest, welcher Natur sie sind. Pa e c k e l m a n n erwähnt solche steil einfallenden Längsstörungen, die eine ältere Anlage haben sollen, jedoch in jüngster Zeit wieder aufgerissen sind. Er rechnet hierzu auch das Ennepe-System. F u c h s (38) spricht von streichenden Verwerfungen, die Horste und Gräben begrenzen (Kalkhorst von Bilveringsen,

Koordination von Schicht- u. Klüftfallen (C).

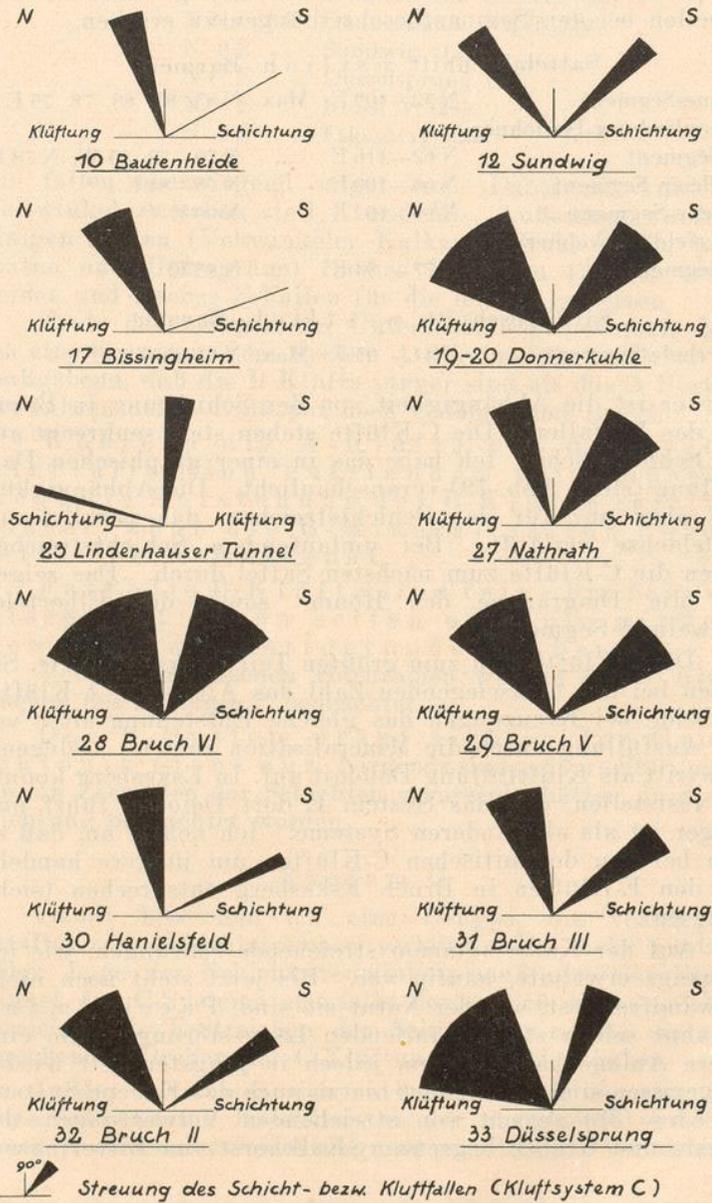


Abb. 19: Koordination von Schicht- und Klüftfallen (System C).

Störung nördlich Eppenhauseu). Im Innern des Altena-Arnsberger Sattels sollen nach Fuchs solche streichenden Gräben und Horste eine gesetzmäßige Erscheinung sein. Er bringt sie mit der Auffaltung in Verbindung. Daneben unterscheidet er jüngere Längsverwerfungen, wie die Ennepe-Störung, die streichend oder spitzwinkelig zum Streichen verlaufen.

Auch in anderen Teilen des Rheinischen Schiefergebirges sind streichende Verwerfungen festgestellt worden. L. Kuckelkorn und H. Vorster (22) beschreiben solche aus der Blankenheimer Mulde, die posthum der Faltung entstanden sein müssen, aber bereits vor Ablagerung der mittleren Trias vorhanden waren. So werden z. B. im Blankenheimer Graben, östl. Schmidtheim, die Längsstörungen des Grundgebirges von ungestörten Triasschichten überlagert.

Nach meinen Untersuchungen scheinen die C-Klüfte, deren Einfallen eine Koordination zur Schichtung vermuten lassen, alten Datums zu sein. Im Gegensatz dazu stehen die C₁-Klüfte, die nördlich einfallen und größtenteils keine Mineralisation aufweisen. Also wird das C₁-System junger Entstehung sein. Da das Ennepe-System als jungtertiär angesehen wird, so könnte System C₁ mit dem Ennepe-System in Verbindung zu bringen sein.

System D.

In einigen wenigen Aufschlüssen treten Klüfte in nordöstlicher Richtung auf. Sie streuen innerhalb des Winkels N 30—72 E. Die Maxima treten auf bei

Maximum:	N 55 E	im Hönne-Segment
	N 47 E	
	N 62 E	im Hohenlimburg-Iserlohner Segment
	N 48 E	
	N 52 E	im Haßleier Segment

Im Osterholz-Segment streichen die Schichten ebenfalls nordöstlich (s. Tabelle Seite 55). Die parallel zur Schichtung streichenden Klüfte habe ich bisher als System C bezeichnet. Es fallen also dort D-System und C-System zusammen. Sie

lassen sich hier nicht auseinanderhalten. Ich habe deshalb im Osterholzer Segment D nicht besonders ausgeschieden, mit Ausnahme von Bruch Eskesberg, wo ich eine Gruppe mit dem Maximum N 32 E (Streuwinkel N 27—47 E) fand, die älter war als B. Ich bezeichnete sie hier als D.

Das Einfallen der Klüfte des Systems D ist in allen Segmenten ungefähr das gleiche wie beim System B. Besonders im Hohenlimburg-Iserlohner Segment ist diese Ähnlichkeit sehr groß.

In den geologischen Karten wirkt sich diese Richtung nicht aus. Bewegungen von größerem Ausmaß haben auf den D-Klüften nicht stattgefunden.

System E.

Ich habe im Osterholz-Segment eine weitere Gruppe ausgeschieden, die sich in den anderen Segmenten von den bisher betrachteten Systemen nicht genügend scharf abtrennen läßt. Auch hier ist sie nicht ganz einwandfrei von dem System C zu trennen. Andererseits konnte man sie nicht als streichende Klüfte ansehen, da das Schichtstreichen hier NNE—NE verläuft, das Streichen der Klüfte aber ca. W—E ist. Der Streuwinkel der Gruppe E reicht

im nördlichen Kalkzug von N 63—119 E (N 61 W)
im südlichen Kalkzug von N 81—115 E (N 65 W).

Die Maxima liegen

im nördlichen Kalkzug bei N 111 E (N 69 W)
N 96 E (N 84 W)
N 87 E

im südlichen Kalkzug bei N 111 E (N 69 W)

In Eskesberg konnte dann noch durch die Mineralisation das junge Alter dieser Klüfte (Dolomit) festgestellt werden (Seite 53). Das Einfallen dieser Gruppe ist wie bei C südlich mit

Einfallen: 30—85° S im nördlichen Kalkzug
62—85° S im südlichen Kalkzug

Wie bei System C, treten auch hier mit gleichen Streuwinkel streichende, nordfallende Klüfte auf, die ich mit System E₁ bezeichne. Ihre Zahl ist gering.

Zusammenfassend kann man sagen, daß am Remscheid-Altena-Arnsberger Sattel von den fünf Kluftsystemen, die hier auftreten, eines quer zur Sattelachse streicht (System A), zwei andere verlaufen parallel und spitzwinkelig zur Richtung der Faltenachsen (Systeme C und E) und die beiden letzten (Systeme B und D) weisen diagonales Streichen auf. Die Systeme A und C (vielleicht auch E) spiegeln die Großtektonik wieder. Die Systeme B und D lassen sich im tektonischen Kartenbild nicht erkennen.

C. Versuch einer Differenzierung der Bewegungsvorgänge aus den Messungs- ergebnissen.

Bei der Auswertung vorliegender Ergebnisse wolle man sich immer darüber klar sein, daß unser Untersuchungsgebiet zu den varistischen Faltengebirgen gehört. Es hat seit der ersten tektonischen Beanspruchung sowohl die varistische Faltung als auch alle postvaristischen Bewegungen erlebt. So sind also die tektonischen Erscheinungen der varistischen Orogenese mit denen der nachvaristischen Bewegung vermischt. Wir haben aber bis heute kein einwandfreies Mittel, das in allen Fällen und generell angewandt, die einzelnen tektonischen Elemente nach ihrem geologischen Alter streng scheidet.

Selbst eine Scheidung in eine Klufftektonik des Grund- und des Deckgebirges kann noch keine Erklärung des Alters bringen. Ganz besonders aber sollte man vermeiden, durch eine einfache mechanische Deutung Druckrichtungen und ihre Drehung festzustellen (Schleier 50).

Die junge Tektonik wird sich sowohl im Deckgebirge als auch im Grundgebirge auswirken. Sie wird zunächst einmal die etwa im Grundgebirge vorhandenen Spannungen auslösen. Dabei können Bewegungsrichtungen entstehen, die die älteren vorgezeichneten Bahnen benutzen. Es besteht also immer die Möglichkeit, daß sich die tektonischen Linien des Grundgebirges im Deckgebirge ausprägen. Daneben wird sich bei einem genügend mächtigen und ausgedehnten Deckgebirge eine ihm eigene tektonische Ausprägung durch die junge Tektonik geschaffen werden. Ohne weiteres ist also ein Vergleich tektonischer Untersuchungen des Grund- und Deckgebirges verschiedener Gegenden nicht möglich. Erst wenn eine genügende Anzahl solcher Messungen von auseinanderliegenden Gebieten und von mehreren tektonischen Einheiten vorliegt, kann man derartige Vergleiche ziehen. Dazu ist aber vor allem eine Angleichung der Meßmethoden sowie der statistischen Zusammenstellung nötig. Es ist mir z. B. fast unmöglich, die Ergebnisse der Arbeiten von Schleier (50) und Bürger (3) mit meinen zu vergleichen, weil Schleier keine Angaben über seine Meß-

methode macht, z. B. ob er Durchschnittswerte oder Einzelmessungen benutzt. Das Notwendigste für die nächste Zeit ist zunächst die Diskussion dieser Voraussetzungen aller klufftektonischen Arbeiten. Ich habe oben eine ausführliche Beschreibung meiner Methode sowohl des Messens als auch der statistischen Auswertung gegeben.

Da ich also nicht in der Lage bin, das Alter der einzelnen tektonischen Elemente ohne weiteres aus ihren Komponenten zu erkennen, muß ich zunächst den Befund der heutigen Verhältnisse voraussetzungslos, ohne Rücksicht auf Experimente und theoretische Erörterungen (vgl. Schleier, Börger, etc.), feststellen. Dazu gehört eine genaue Aufzeichnung und Darstellung dessen, was gemessen wurde. Börger (3) und Schleier (50) gehen aber von der Voraussetzung aus, daß alle Klüfte zu Beginn der varistischen Orogenese entstanden sind. Mit zunehmender Durchbiegung der Schichten mußten sich nach Ebert mit dem Drehen des Schichtstreichens und -Fallens auch das Streichen und Fallen der Klüfte ändern. Der Gedanke lag deshalb nahe, sowohl verändertes Streichen, als auch das veränderte Fallen der Klüfte auf das ursprüngliche Schichtstreichen und den Fallwinkel 0° zu transformieren. Ebert (16) hat die theoretischen Grundlagen beschrieben, Börger (3) hat eine Formel für die Transformation entwickelt, die auch Schleier (50) seinen Untersuchungen im Ruhrkarbon zugrunde gelegt hat.

Eine Transformation ist aber nur dann berechtigt, wenn wir wissen, daß sämtliche Klüfte bereits bei Beginn einer Faltungsphase existierten. Ein später einsetzender anders gerichteter Druck muß, setze ich eine Klufftbildung nach den Gesetzen der technischen Mechanik voraus, ebenfalls zur Horizontalen, die aber jetzt von der ursprünglichen abweicht, senkrechte Flächen schaffen. Sie lassen sich in dem nunmehr bereits gefalteten Gebirge nicht mehr auf die Schichtung beziehen. Durch eine Transformation dieser jüngeren tektonischen Elemente wird daher ein vollständig falsches Bild geschaffen.

Eine andere Fehlerquelle klufftektonischer Arbeiten ist die Übertragung der Ergebnisse technisch-mechanischer Experimente in die Geologie. Börger und Schleier nehmen für alle Klüfte Entstehung durch Druck an. Sie gehen von der Voraussetzung aus an die Auswertung ihrer Ergebnisse, daß sie in Cloos'sche Flächen einzuordnen sind. Ich habe in meinen Untersuchungen keine paarweise

Koordination von Druckklüften feststellen können. Vielmehr glaube ich mit Ebert (16) annehmen zu können, daß nur die in der Druckrichtung liegende Trennungsfläche gut ausgebildet wird. Die senkrecht zur Druckrichtung entstehende Spannung wird in der Folgezeit, bei zunehmender Steilerstellung der Schichten, durch bereits vorhandene Flächen, wie Schichtung und ältere Klüftung, aufgenommen.

Daneben erwähnen Börger und Schleier Scheurungsklüfte, Mohr'sche Flächen, die sich im Grundriß schneiden, also im Winkel zur Druckrichtung angeordnet sind. Lotze (25) hat neuerdings diese Art der mechanischen Deutung zurückgewiesen. Er gibt vor allem eine richtige Darstellung der Anwendung Mohr'scher Flächen für die Geologie. Zu ihrer Entstehung ist eine Ausweichmöglichkeit nötig, die in der Erdrinne nur nach außen gegeben ist. Danach schneiden sich dann die Flächen im Profil, während sie im Grundriß parallel verlaufen. Stieler (56), E. Schmidt (51), Ebert (16) und Börger (3) führen aber Mohr'sche Linien an, die ein sich kreuzendes Streichen aufweisen. Im Gegensatz zu den technischen Experimenten scheinen die Versuche von Cloos uns für die Deutung tektonischer Verhältnisse mehr zu bieten. Sie sind nicht minimale Ausschnitte, unter unnatürlichen Verhältnissen erzeugt, sondern sie berücksichtigen die Totalität geologischer Erscheinungen. Daneben haben zweifellos die Versuche von Föppl (19), Bach (1), Nadai (27), Daubrée (14) und Seidl (53) für die Bruchverhältnisse der einzelnen Kluft ihre große Bedeutung. Die Anordnung der Klüfte und damit die Einordnung in das Bewegungsbild kann nur in einem Experiment dargestellt werden, das einen vollständigen Sattel oder eine Mulde erzeugt. Die neuen Arbeiten von Brill (5) und Pfannstiel (35) haben trefflich bestätigt, was Cloos (9, 10 und 11) im Experiment bereits gefunden hatte. Allerdings ist auch bei den Tonexperimenten Vorsicht geboten; so lange sie nur mit einem homogenen Material vorgenommen werden. Daneben spielen auch die an der Oberfläche einer fließenden Tonmasse entstehenden Oberflächenspannungen sowie die seitliche Ausweichmöglichkeit eine gewisse Rolle. Wieweit diese Momente von Cloos ausgeschaltet wurden, ist aus den bisherigen Veröffentlichungen nicht zu erkennen.

Es liegt mir fern, die Bedeutung der Experimente zu leugnen. Nur lehne ich für die Auswertung der von mir vermessenen Klüfte es ab, sie ausnahmslos als Druck- oder

Scherklüfte im Sinne der C l o o s ' schen oder M o h r ' schen Flächen anzusehen.

Unser Massenkalk hat seine Lagerung der Aufrichtung durch die varistische Gebirgsbildung zu verdanken. Bei jeder Auffaltung entstehen zwei Zugspannungen, die parallel und senkrecht zur Druckrichtung verlaufen. Für das varistische Orogen unseres Gebietes nehmen wir süd-östliche Druckrichtung an. Demnach entstehen also bei der Auffaltung die beiden Zugspannungen in SE—NW und in SW—NE-Richtung. Meine Messungen haben erwiesen, daß vermutlich die ältesten Klüfte in diese beiden Richtungen fallen. Das sind meine Systeme A und C. Die ungefähr zur Faltenachse parallel streichenden C-Klüfte, die ursprünglich senkrecht standen, wurden bei zunehmender Steilerstellung der Schichten in eine Schräglage gebracht. Die Fallwinkel der Schichtung und der zugehörigen C-Klüfte stehen deshalb etwa senkrecht aufeinander, wie das Abb. 19 zeigt. Die C-Klüfte streichen allgemein parallel zur Faltenachse. Sie können aber durch abweichendes Schichtstreichen, wenn diese Abweichung nicht sehr groß ist, beeinflußt werden. Dagegen verlaufen sie im Bereich des umlaufenden Schichtenstreichens parallel zur Faltenachse.

Die senkrecht zur Faltenachse verlaufenden Klüfte gehören dem System A an. Ihre Anlage könnte also durch Auslösung der Längsspannungen im Sattel bei der Auffaltung entstanden sein. Andererseits könnten sie als Druckkluft im Sinne der C l o o s ' schen Flächen aufgefaßt werden. Die Trennung beider Arten (Zerrungs- und Druckkluft) ist unmöglich, da das Klaffen der Zerrungskluft alle Werte von 0 bis zur größten Spalte von 12 m Mächtigkeit annehmen kann. Die größten Beträge sind im Hönne-Segment sowie im Hohenlimburg-Iserlohner Segment beobachtet worden. Sie liegen also in den Zonen des Sattels, die ein stärkeres Fallen der Sattelachse nach Osten zeigen. Damit ist natürlich eine vergrößerte Spannung verbunden, die sich in einem weiteren Klaffen der A-Klüfte äußert. Andererseits sind diese Druckklüfte Trennungsflächen, auf denen in der Druckrichtung Horizontal- und Vertikalbewegungen stattgefunden haben. Solche Verschiebungen ergeben das heutige zerrissene Schichtband. Das Alter dieser Bewegungen bleibt allerdings unklar. Nach meinen Befunden können sie in jüngerer Zeit stattgefunden haben, nachdem die erste Anlage vorhanden war. Darauf deutet das drei- bis vierfache Aufreißen derselben Kluff hin, sowie ihre jedesmalige Neuver-

kittung durch eine andere Mineralisation. Noch in jüngster Zeit scheint diese Art der Bewegung vor sich gegangen zu sein, da die Spatklüfte dieses Systems zahlreiche Harnischflächen zeigen. Es bleibt allerdings auch nicht ausgeschlossen, daß die Bewegungen primärer Natur sind. Beweise dafür fehlen.

Meine Auffassung von der varistischen Faltung als der primären Ursache der Systeme A und C wird durch zwei Experimente gestützt.

Bach (1) und Lotze (25) veröffentlichten Durchbiegungsversuche an Eisenbetonplatten, die eine Koordination von Zerrspalten zeigen. Ihnen entsprächen meine Systeme A und C.

Cloos hat 1931 (11) Photographien seiner Faltungsexperimente veröffentlicht, die eine starke Häufung der Querklüftung zeigen. Es ist allerdings nicht deutlich erkennbar, was von ihnen auf die Faltung und was auf eine seitliche Dehnung des Tones zurückzuführen ist.

Die Entstehungsursache unserer A-Klüfte kann allerdings auch jungen Alters sein, wenn wir sie in Zusammenhang bringen mit der großen saxonischen Bruchfaltung, wie sie sich in Norddeutschland, besonders aber im subherzynen Kreidebecken geäußert hat. Sie wären dann senkrecht zur Druckrichtung als Zerrungsklüfte anzusehen von derselben Art, wie ich die C-Klüfte für die varistische Faltung annehme. Wie weit der Einbruch der niederrheinischen Bucht sich in ihnen auswirkte, bleibt ebenfalls ungeklärt.

Die Frage des absoluten Alters der A-Klüfte konnte ich durch meine Untersuchungen nicht entscheiden. Sie sind relativ die ältesten Klüfte neben dem C-System, denn ihre Entstehung liegt vor der ersten Klüftfüllung. Alle anderen Klüftungen, und zwar liegen sie vorwiegend im nordöstlichen Quadranten, sind jüngeren Alters. Damit bleibt die Frage ihrer primären Ursache, ob varistisch oder saxonisch, offen.

Auch in andern Gebieten sind Störungen, die meinen Systemen A und C entsprechen, beobachtet worden. So fanden H. Quiring (46) und H. Wehrli (58) in der Eifelkalkmulde von Ahrdorf zwei senkrecht aufeinanderstehende Verwerfungssysteme: SW—NE verlaufende Längsverwerfungen und senkrecht dazu streichende (NW—SE) Querverwerfungen. Nach der Ansicht der beiden Verfasser müssen sie schon während der letzten Phase der varistischen Gebirgsbildung angelegt gewesen sein.

Die bisher betrachteten Klüfte könnten überwiegend durch die varistische oder durch die saxonische Faltung bedingt sein. Die Klüftfüllungen dieser Systeme (A und C) werden vielerorts von jüngerer Mineralisation durchkreuzt. Letztere sind an Richtungen gebunden, die meinen Systemen B und D und in einigen Fällen auch C angehören. Sie treten aber nicht in der Regelmäßigkeit auf wie das System A. Ihre Streuwinkel schwanken beträchtlich. Die Anzahl dieser Klüfte ist geringer als die des A-Systems. Sie scheinen selbständige Klüftsysteme zu sein, die auf andersgerichtete jüngere Druckkräfte zurückzuführen sind. Eine paarweise Koordination im Sinne der Cloos'schen Flächen konnte auch bei ihnen nicht festgestellt werden.

Junge Bewegungen haben in allen Gebieten stattgefunden, und zwar, wie die Verteilung der Harnische beweist, in allen Richtungen. Das genaue Alter ist allerdings nur in einem Falle festzustellen. Die Ennepe-Störungen haben in der Braunkohlengrube Sonntagskind und am Linderhäuser Tunnel tertiäre Sande verworfen. Man sollte annehmen, daß sich diese großen Störungen in der Feintektonik durch parallele Klüftung ausprägen würden. Die Untersuchungen geben noch keine Anhaltspunkte dafür. Die Ennepe-Verwerfungen liegen alle an der liegenden und hangenden Grenze des Massenkalkes, in einer mobilen Zone zwischen Schiefer und Kalk. Der Massenkalk wirkt dabei als Klotz in seiner Gesamtheit und bleibt deshalb unberührt. Die eigentliche jüngere Bewegung hat sich nur im Schiefer ausgewirkt. Vielleicht ist es späteren Untersuchungen in diesen Bewegungszonen möglich, Anhaltspunkte für die junge Tektonik zu gewinnen. Der Stollen der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke zwischen Bruch VI und dem Kalkofen bei Aprath zeigt sehr gut die enorme Beanspruchung dieser weicheren Massen.

Tatsächlich liegen während des Tertiärs ganz andere Spannungsverhältnisse vor als z. Zt. der varistischen Faltung. Während bei der Auffaltung die Schichten im Verbandslagen, ist durch die nachfolgende Abtragung ein völlig veränderter Spannungszustand geschaffen worden (Fig. 20 und 21).

Die Zugspannungen innerhalb der Schichten eines geschlossenen Sattels sind beseitigt. Ein erneut auftretender Druck wird an den Stellen wirksam werden, die die geringsten Spannungen aufweisen. Das sind aber die den Rändern starrer Klötze benachbarten mobileren Teile der Erde.



Abb. 20: Spannungsverhältnisse in einem geschlossenen Sattel (Faltungsperiode).

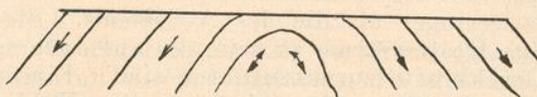


Abb. 21: Spannungsverhältnisse in einem abgetragenen Sattel.

Spiestersbach glaubt ferner in dem Wupperknie bei Hammerstein einen Beweis für das junge Alter der Längsstörungen zu sehen. Er machte auf der Pfingsttagung des Niederrheinisch-Geologischen Vereins in Aachen 1932 u. a. folgende Ausführungen. Der scharfe Knick des Wupperlaufes bei Hammerstein wirft die Frage auf, warum die Wupper plötzlich den Bogen nach Süden durch den Lenneschiefer macht und die vorhandene Vohwinkeler Senke, die zudem noch aus Tertiärsanden besteht, nicht benutzt. Z. Zt. der höchsten Wupperterrasse muß das Gebiet der Vohwinkeler Senke so hoch gelegen haben, daß es dem Fluß als eine Barre entgegenstand. Erst spättertiär ist das Tertiär der Senke auf das heutige Niveau gesunken.

Dieser Ansicht ist durchaus beizustimmen, besonders wenn man die Vohwinkeler Senke weiter über Bahnhof Gruiten nach Westen verfolgt. Zwar sind hier die Aufschlüsse sehr dürftig, aber trotzdem läßt sich aus der Morphologie und der Verteilung des Grund- und Deckgebirges schließen, daß die großen streichenden Randstörungen des Massenkalkes, die sich etwa bei Karskalkofen vereinigen, sich bis in die Niederrheinische Bucht fortsetzen. In der Landschaft liegt hier eine geringe Einmündung der Landoberfläche vor. Weiter westlich laufen diese Störungslinien in eine große Bucht, die Hildener Bucht. Die nördliche Begrenzung dieser Bucht wird von unseren Längsstörungen gebildet, die einen für tertiäre Sande ungewöhnlich steilen Abfall hervorrufen. Südlich in der Bucht liegen die Sande bedeutend tiefer als im Norden und vollständig horizontal.

Paeckelmann nimmt für die Ennepe-Störungen ein höheres Alter an als für die Querstörungen, wenigstens für

die erste Anlage. Er schließt das aus der jüngeren Durchkreuzung der Längsstörungen durch Querstörungen. Ebert (17) sieht darin keinen Beweis für das Alter. Er glaubt in diesen Längsstörungen „Zerfallerscheinungen“ des Gebirges zu sehen. An solchen Schwächezonen senken sich die Schollen durch die Kraft des Eigengewichtes. Diese Störungen sind also an die jeweiligen mobilen Partien gebunden, auch wenn sie verschoben sind. Ähnliche Verhältnisse, wie sie Ebert aus dem Ahrtale beschreibt, liegen auch hier in meinem Untersuchungsgebiet vor.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit wurde die feintektonische Untersuchung eines Großsattels im devonischen Grundgebirge vorgenommen. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf den gesamten Massenkalkzug des Nordflügels des Remscheid-Altana-Arnsberger Sattels. Die rund 1500 Klüfte (ca. 6000 Messungen) wurden in 33 Aufschlüssen beobachtet. Voraussetzungslos wurden die Beobachtungsergebnisse, die mehrere Bestimmungskomponenten (Streichen, Fallen, Harmonische, Oberfläche und Mineralisation) umfassen, registriert und in Diagramme und Bruchpläne eingezeichnet. Mit Hilfe eines näher beschriebenen Aussonderungsverfahrens ließen sich 9 Klüftgruppen trennen, deren Auftreten und örtliche Verteilung am gesamten Sattel festgestellt wurden.

Die Untersuchungen wurden abschnittsweise vorgenommen, wobei ich 6 in der Großtektonik ausgeprägte Abschnitte oder Segmente wählte.

Um jegliches Vorurteil zu vermeiden, benutzte ich zur Bezeichnung der einzelnen Gruppen neutrale Namen in Form der lateinischen Großbuchstaben A B C D E. Für Gruppen gleichen Streichens, aber mit entgegengesetztem Einfallen, wurden die Buchstaben mit dem Indizes 1 versehen (C_1 , E_1).

Es ergaben sich folgende Klüftgruppen mit ihren Streuwinkeln:

System	A_I	N 8—33 W
	A_{II}	N 28—58 W
	A_{III}	N 43—80 W

Die Verschmelzung der Richtungskurven dieser 3 Gruppen im Diagramm, sowie die gemeinsame Entstehung vor der ersten Mineralisation ließen es zweckmäßig erscheinen, sie zunächst zu einem System A zusammenzufassen (A_I , A_{II} , A_{III}).

System B N 0—37 E

System C verläuft parallel zum Schichtstreichen und schwankt mit größeren Beträgen entsprechend der örtlichen Schichtablenkung.

System C₁ unterscheidet sich von C durch nördliches Einfallen. Die Klüfte sind frei von Mineralisation.

System D N 30—70 E

System E N 63—119 E. Dieses System konnte nur im Osterholz-Segment abgetrennt werden. In den andern Segmenten ist es in C enthalten.

System E₁ zeigt wie C₁ nördliches Einfallen.

Örtlich schwanken die Streuwinkel der einzelnen Klüftgruppen, sodaß es oft schwierig ist, sie auseinanderzuhalten. Die Systeme A und C (vielleicht auch E) treten deutlich in der Großtektonik als Quer- und Längsverwerfungen hervor. Die Systeme B und D lassen sich im großtektonischen Bild nicht erkennen. Das System C₁ streicht in der Richtung der Ennepestörungen und ist wahrscheinlich an diese gebunden.

Das absolute Alter der Klüfte konnte nicht festgestellt werden. Jedoch war es möglich, die Reihenfolge der Entstehung mit Hilfe der Mineralisation zu erkennen. Danach würden die Klüftsysteme in folgender Reihenfolge entstanden sein.

1. System A und C

2. System B und D

Die Ähnlichkeit der Gruppen B und D ist groß. Nur in einem Bruch konnte das höhere Alter von D gegenüber B festgestellt werden.

3. System E

4. System C₁ und E₁

Beide Systeme (C₁ und E₁) scheinen dasselbe jungtertiäre Alter aufzuweisen wie die Ennepestörungen.

Im letzten Abschnitt versuchte ich, die mehrfach erfolgten Bewegungsvorgänge aus meinen Messungsergebnissen abzuleiten. Jedoch lassen die Beobachtungen noch keine sicheren Schlüsse zu über die primären Ursachen dieser feintektonischen Elemente.

Literaturverzeichnis.

1. C. Bach und R. Baumann: Elastizität und Festigkeit. Verlag I. Springer, Berlin 1924.
2. H. Becker: Über Ausweichbewegungen in Mulden. Centralblatt f. Min., Geol., Pal., Jahrg. 1932.
3. H. Bürger: Untersuchungen der tektonischen Verhältnisse in der Umgegend von Ibbenbüren unter besonderer Berücksichtigung der Gesteinsklüfte. Jb. preuß. geol. L.-A. 1928.
4. H. Breddin: Mittel- und Oberdevon im Gebiet des Velberter Sattels. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. 71 Abt. B. 1934.
5. R. Brill: Die Tektonik an der Hauptrheintalverwerfung am Lorettberg bei Freiburg i. Br. Geol. Rundsch. Salomon-Calvi-Festschrift 1933.
6. O. Burre: Eine Verbesserung am Geologenkompaß. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1926.
7. H. Cloos: Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Braunschweig 1921.
8. — Einführung in die tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen (Granittektonik). 1. Spezieller Teil, Berlin 1925.
9. — Künstliche Gebirge. Natur und Museum, Bd. 59. 1929.
10. — Fließen und Brechen in der Erdkruste und im geologischen Experiment. Aus: Plastische Massen in Wissenschaft und Technik. Heft 1, Jahrgang 1931.
11. — Zur experimentellen Tektonik. Brüche und Falten. Die Naturwissenschaften. 1931.
12. — und Martin: Der Gang einer Falte. Fortschritte der Geol. und Palaeont. Decke-Festschrift. Berlin 1932.
13. H. P. Cornelius: Über Begriff und Messung des Faltenstreichens. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1920.
14. Daubrée: Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. Deutsche Übersetzung von Gurlt, Braunsch. 1880.
15. I. Dinu: Geologische Untersuchung der Beziehungen zwischen Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im östlichen Pfälzer Wald. Verhandl. d. Naturhist.-Medizinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. XI, 1912.
16. A. Ebert: Beitr. zur analytischen Tektonik mit einem Beispiel aus dem östl. Deister. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1925.
17. — Die Erkennung einer Schollenbruchlinie durch Verfolgung eines Spaltensystems im Gebiet des Ahrtales. Jb. preuß. geol. L.-A. 1928.
18. B. Engstler: Geol. Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz in den östl. Mittelvogesen. Verh. nat.-med. Verein zu Heidelberg Bd. XII. 1913.

19. A. Föppl: Abhängigkeit des Bruches von der Art des Spannungszustandes. Mitt. d. Mech.-Techn. Laboratoriums der Techn. Hochsch. München. Bd. 27. 1900.
20. A. Fuchs: Geologische Übersichtskarte des nördlichen Sauerlandes und des Bergischen Landes. Preuß. Geol. L.-A. 1928.
21. E. Haarmann: Über Beobachtungen und Darstellungen der Bewegungen an Verwerfungen. Jahrb. d. Halleschen Verbandes 1932.
22. L. Kuckelkorn und H. Vorster: Das Gebiet der Blankenheimer, Rohrer und Dollendorfer Mulde in der Eifel. Steinmannfestchr. Berlin 1926.
23. H. Lehmann: Die Gesteinsklüfte des östlichen Harzvorlandes. Geol. Archiv. 1923.
24. J. G. Lind: Geol. Untersuchung der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz des Gebirges bei Heidelberg. Verh. nat.-med. Verein zu Heidelberg. 1910.
25. F. Lotze: Zur Erklärung der tektonischen Klüfte. Centralbl. f. Min. etc. 1933.
26. F. Müllerried: Klüfte, Harnische und Tektonik der Dinkelberge und des Baseler Tafeljuras. Verh. des nat.-med. Ver. Heidelberg Bd. XV, 1921.
27. Nadai: Der bildsame Zustand der Werkstoffe. Springer, Berlin 1927.
28. W. Nehm: Bewegungsvorgänge bei der Aufrichtung des rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf 1930.
29. W. Paeckelmann: Das Oberdevon des Bergischen Landes. Abh. preuß. geol. L.-A. Heft 70. 1913.
30. — Zur Stratigraphie des Sauerländischen Oberdevons. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1921.
31. — Oberdevon und Unterkarbon der Gegend von Barmen. Jahrb. preuß. geol. L.-A. 1921.
32. — Über das Oberdevon und Unterkarbon des Südflügels der Herzkammer Mulde auf Blatt Elberfeld. Mit Beiträgen von W. Gothan und H. Schmidt. Jahrb. preuß. geol. L.-A. 1922.
33. — Der mitteldevonische Massenkalk des Bergischen Landes. Abh. preuß. geol. L.-A. Heft 91. 1922.
34. — Über Beziehungen zwischen Fazies und Tektonik im Devon des Sauerlandes. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1930.
35. M. Pfannstiel: Vergleichende Untersuchungen der Grund- und Deckgebirgsklüfte im südl. Odenwald. Ber. d. Naturforschenden Ges. zu Freiburg. 1927.
36. H. Philipp: Das ONO-System in Deutschland und seine Stellung innerhalb des saxonischen Bewegungsbildes. Abh. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch. 1931.
37. Preuß. Geol. Landesanstalt. Kartenblätter nebst Erläuterungen zur geol. Karte, Blatt Hagen 1911.
38. — Blatt Iserlohn 1911.
39. — Blatt Hohenlimburg 1911.
40. — Blatt Elberfeld 1928.

41. — Blatt Barmen 1928.
42. — Blatt Hattingen 1928.
43. — Blatt Radevormwald 1928.
44. — Blatt Hilden 1932.
45. — Blatt Mettmann 1932.
46. H. Quiring: Die Eifelkalkmulde von Ahrdorf. N. Jahrb. f. Min. etc. 1914.
47. F. Roehrer: Geologische Untersuchung der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im nördl. Schwarzwald und im südlichen Kraichgau. 1. Teil: Jahresber. d. Oberrh. geol. Ver. N. F. Bd. 6, 1916. 2. Teil: Desgl. Bd. 11, 1922.
48. W. Salomon: Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1911.
49. — Neue Kluft- und Harnischmessungen im südlichen Odenwald. Ber. d. Naturforschenden Ges. zu Freiburg. Bd. 27.
50. Schleier: Gesteinsklüfte und Schichten im westl. Teil der Essener Mulde und des Gelsenkirchener Sattels, ihre Beziehungen zur Faltung und zu den Verwerfungen. Mitt. aus dem Markscheidewesen, 1931/32.
51. E. R. Schmidt: Eine theoretisch-mechanische Deutung der europäischen Bruchsysteme. N. Jahrb. B. B. 67. 1932.
52. H. Scholz: Das varistische Bewegungsbild. Fortschritte d. Geol. und Pal. Bd. VII, Heft 25. 1930.
53. E. Seidl: Bruch- und Fließformen der technischen Mechanik und ihre Anwendung auf Geologie und Bergbau. Bd. III: Zerreiß-Form. Bd. V: Biegeknick-Form. Verl. Verein Deutscher Ing. Berlin 1931/32.
54. O. Seitz: Das Wulfsche Netz als Hilfsmittel bei tektonischen Untersuchungen. Glückauf 1924.
55. Spitz: Versuch eines Schemas zur Darstellung von Kluft- und Harnischbeobachtungen. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. geol. Vereins. N. F. Bd. 3. 1913.
56. C. Stieler: Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte“. Centralbl. f. Min. etc. 1922.
57. I. Voelcker: Vergleichende Untersuchungen der Grund- und Deckgebirgsklüfte im süd. Odenwald. Jahresber. und Mitt. d. Oberrh. geol. Vereins 1928.
58. H. Wehrli: Zur Tektonik des Nordwestrandes der Eifelkalkmulde von Ahrdorf. Centralblatt f. Min. etc. 1928.

I N H A L T S A N G A B E.

	Seite
Einleitung	1
A) Der geologische Aufbau des Untersuchungsgebietes	
I. Die Stratigraphie des Massenkalkes sowie der liegenden und hangenden Schichten	3
II. Die Großtektonik des Untersuchungsgebietes	5
1. Der varistische Großfaltenbau	5
2. Die Quer- und Längsstörungen	6
B) Die Feintektonik	
I. Die feintektonische Untersuchungsmethode	13
II. Die Einzelmessungen	21
Hönne-Segment	26
Hohenlimburg-Iserlohner Segment	34
Haßleier Segment	41
Ennepe-Segment	45
Elberfeld-Schwelmer Segment	47
Osterholz-Segment	49
III. Die Auswertung der Messungen	56
System A	57
System B	61
System C	62
System D	65
System E	66
C) Versuch einer Differenzierung der Bewegungsvorgänge aus den Messungsergebnissen	68
Zusammenfassung	75
Literatur-Verzeichnis	77

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1935

Band/Volume: [92](#)

Autor(en)/Author(s): Klüppelberg Ernst

Artikel/Article: [Die Feintektonik des Massenkalkes des Remscheid-Altene-Arnsberger Sattels - ein Beitrag zur Methodik der Kluftrmessung 1-80](#)