

Zusammenfassung

*Zur kinematischen Analyse
hydrothormaler Gangstrukturen,
erläutert an Beispielen aus dem Unterharz
und dem Thüringer Wald*

Anhand von Beispielen aus dem Unterharz und dem Thüringer Wald werden einige wichtige Aspekte der kinematischen Analyse von Mineralgangstrukturen erläutert. Es wird davon ausgegangen, daß die in der Regel mehraktigen Aktivierungen der Bruchstrukturen die Ausgangslage des Nebengesteinsgefüges gesetzmäßig verändert haben, so daß sich daraus Rückschlüsse auf die Kinematik der Bruchtektonik gewinnen lassen. Die Analyse des inneren Gefüges von Bruch- bzw. Gangstrukturen hat für beide Gebiete gezeigt, daß sie im Zeitraum der (saxonischen) Karbonat- und Baryt/Fluoritmineralisation als Abschiebungssysteme mit steilen, um die Fallinie der Scherflächen schwankenden Bewegungsrichtungen anzusehen sind. Die Öffnung der Bruchstrukturen als eine der Voraussetzungen zur Lagerstättenbildung wird als komplizierter, aus dem inneren Gefüge der Bruchstrukturen und den angreifenden Kräfteplänen abzuleitender Vorgang verstanden.

Summary

*On the kinematical analysis of hydrothermal
vein structures,
explained with examples taken from the
Lower Hartz and the Thuringian Forest*

Some important aspects involved in the kinematical analysis of mineral vein structures are explained with examples taken from the Lower Hartz and the Thuringian Forest. Considerations are based on the view that usually multistage activations of the fault structures have, in conformity with natural law, altered the initial position of the associated strata so that conclusions can be drawn on the kinematics involved in faulting tectonics. Analysis of the inner disposition of fault and vein structures has shown for both regions that they are to be regarded, in the period of the (Saxonian) carbonate and baryte/fluorite mineralization, as downthrown fault systems with steep directions of motion, which vary around the dip line of the shear planes. The opening of the fault structures as one of the conditions for the formation of deposits is seen as a complicated process, which is to be deduced from the inner disposition of fault structures and the polygons of forces applied.

¹ Aus dem VEB Fluß- und Schwerspatbetrieb Lengenfeld, Werk Ilmenau.

Zur kinematischen Analyse hydrothormaler Gangstrukturen, erläutert an Beispielen aus dem Unterharz und dem Thüringer Wald¹

Mit 10 Abbildungen im Text

Autor:

Dr. HANS JOACHIM FRANZKE
VEB Fluß- und Schwerspatbetrieb
Lengenfeld – Werk Ilmenau,
6305 Gehren/Thür. Wald

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd 2

Seite 41...48

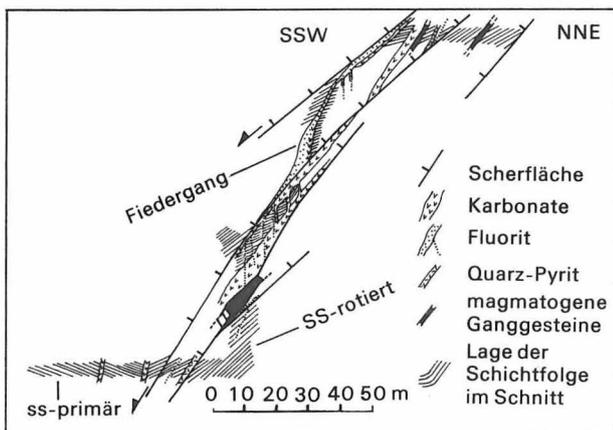
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1977

Резюме

О кинематическом анализе гидротермальных структур жильных тел на примерах нижнего Гарца и Тюрингенского леса

С помощью примеров нижнего Гарца и Тюрингенского леса объясняются некоторые важные аспекты кинематического анализа структур минеральных жильных тел. При этом исходят из того, что многократные активации структур разломов, как правило, закономерно изменяли исходное положение вмещающих пород, так что создаётся возможность сделать выводы о кинематике тектоники разломов. Анализ внутреннего строения структур разломов или жильных тел показал в обоих районах, что в период (саксонской) карбонатной, баритовой и флюоритовой минерализации их следует рассматривать как сбросовые системы с крутыми направлениями движения, колеблющимися вокруг линии падения плоскости среза. Открытие структур разломов в качестве предпосылки для образования месторождений понимается как сложный процесс, вытекающий из внутреннего строения структур разломов и из корродирующих сил.

Abbildung 1
Straßberg-Neudorfer Mineralgangsystem, Lagerstätte Glasebach (Harz). Schnitt durch die Gangzone



1. Vorbemerkung

Die tektonische Analyse von Bruchstrukturen stellt für die Strukturgeologie nicht nur eine sehr reizvolle, sondern für Such- und Erkundungsarbeiten zum Nachweis mineralisierter Strukturabschnitte und schließlich von Ganglagerstätten gemeinsam mit anderen Methoden ein heute unentbehrliches Hilfsmittel dar.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, zahlreiche Gangstrukturen im Unterharz (FRANZKE 1973) und mittleren Thüringer Wald tektonisch zu bearbeiten und möchte an einigen typischen Beispielen ihm wichtig erscheinende Aspekte der kinematischen Analyse von Gangstrukturen erläutern. Es sollen dazu ausschließlich Ausschnitte aus untertägig gut aufgeschlossenen Gangstrukturen verwendet werden, da der bergmännische Aufschluß zu einem vollständigen, durch mehrsohlige Auffahrungen auch räumlichen Bild der Lagerstätte oder wenigstens einzelner Abschnitte führen kann. Die hieraus abzuleitenden tektonischen Gesetzmäßigkeiten bilden dann für die Strukturanalyse des gesamten Störungssystems, an das die entsprechende Lagerstätte gebunden ist, und auch für die tektonische Bearbeitung benachbarter, oft nur im Ausstrich bekannter Struktureinheiten eine wichtige Grundlage.

Dieser kleine Beitrag ist als Ausdruck des Dankes unserem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. (em.) Dr. R. HOHL zum 70. Geburtstag gewidmet, verbunden mit dem Wunsch für Gesundheit und ungebrochene Schaffenskraft in der Zukunft.

2. Problemstellung

Die historisch-mechanische Analyse von Bruchstrukturen hat neben der Einfügung der zu untersuchenden Struktur in den regionalen Rahmen für den Erkundungsgeologen vor allem die Aufgabe, Gesetzmäßigkeiten der Bildung und Verteilung tektonisch geschaffener Räume in den einzelnen Aktivierungs- bzw. Mineralisationsstadien herauszuarbeiten.

Die flächigen Elemente der Bruchstrukturen lassen sich im Prinzip auf Scher- und Zugspalten

und Kombinationsformen aus beiden Gefügeelementen reduzieren. Bei der Anlage und Ausgestaltung der Bruchstrukturen werden die zum herrschenden Spannungszustand des entsprechenden Erdkrustenabschnittes günstig angeordneten präexistierenden Gefügeelemente mit den neu gebildeten Bruchelementen zu einem Struktursystem verschmolzen. Dabei bildet sich ein System von Bewegungsbahnen (Scherflächen) mit einem Hof von homothetischen und antithetischen Begleitelementen mit geringeren oder fehlender Sprunghöhe (Zugspalten) im Liegenden und Hangenden der Hauptscherbahnen aus (Störungsbegleitgefüge nach ADLER u. a. 1970). Die räumliche Anordnung der Gefügeelemente der Störungssysteme bietet unendlich viele Möglichkeiten, so daß praktisch jede Bruchstruktur ihre Eigenheiten aufweist.

3. Überlagerungsgefüge im Nebengestein der Bruchstrukturen

Innerhalb der Bruchstrukturzonen sind die flächigen und achsialen Gefügeelemente des Nebengesteins im Sinne der Bewegungsrichtung im Liegenden und Hangenden der Scherbahnen gesetzmäßig rotiert worden (Überlagerungsgefüge). Das läßt sich besonders instruktiv an den flächen- und achsenreichen Schieferserien des Unterharzes, weniger gut an Sediment- und Tuffeinschaltungen im Vulkanitkomplex des Thüringer Waldes nachweisen.

In Abbildung 1 ist die Rotation des Schieferverbandes bis praktisch zur Parallelstellung mit den Hauptscherbahnen des Straßberg-Neudorfer Gangsystems (Harz) zu erkennen. Dieses Gefügebild kann nur durch Abgleitbewegungen der jeweiligen Hangendscholle der Scherbahnen befriedigend erklärt werden, was auch durch die Lage der Fiederspalten zu den Scherbahnen und andere Gefügemerkmale bestätigt werden konnte.

In Abbildung 2 ist eine Erhebung über die Raumlage der Schichtung/Parallelschieferung im unmittelbaren Hangenden einer für die Lagerstätte Straßberg (Harz) wichtigen flachherzynisch ($100^{\circ}/60^{\circ}$ SSW) streichenden, ebenfalls als Ab-

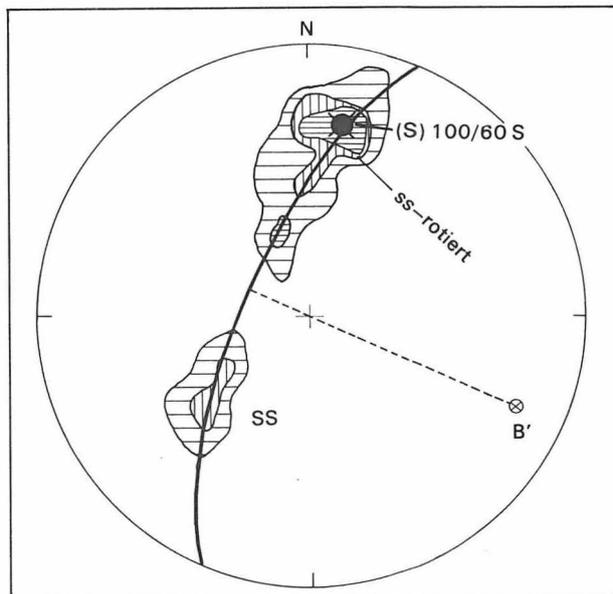


Abbildung 2
Bivander Mineralgangsystem, Lagerstätte Straßberg,
ss-Flächen null bis fünf Meter im Hangenden einer
 $100^{\circ}/60^{\circ}$ Süd streichenden Scherfläche
36-Daten, 4-10 30%, B' 115/20 E

schiebung fungierenden Scherfläche dargestellt. Die Bewegungen führten zur Ausbildung einer Schleppe im Hangenden der Scherfläche, deren Faltenachse B nach dem gleichen Verfahren wie in der Schiefergebirgstektonik über den π -Kreis ermittelt werden kann. Es ist nun zu erwarten, daß die gefügeformende(n) Bewegung(en), erkennbar an den Bewegungsspuren (Harnischrilling = Gefügekoordinate a), senkrecht zur B-Achse orientiert ist, was durch das synoptische Gefügediagramm dieses Lagerstättenbereichs (Abbildung 5) auch bestätigt wird.

Die Analyse der ac-Klüftigkeit und auch der variszischen Lineargefüge führt zu konkordanten Aussagen, doch stehen diese Formelemente in Einzelaufschlüssen meist nicht in ausreichender Anzahl zur Verfügung oder sind meßtechnisch schwerer zu erfassen.

4. Anwendungsbeispiele zur mechanischen Analyse von Bruchstrukturen

Die tektonisch-mechanische Analyse erfordert die komplexe Erfassung der flächigen und linearen Raumdaten der Bruchstrukturen und deren Darstellung in Grund- und Flach- bzw. Seigerrissen,

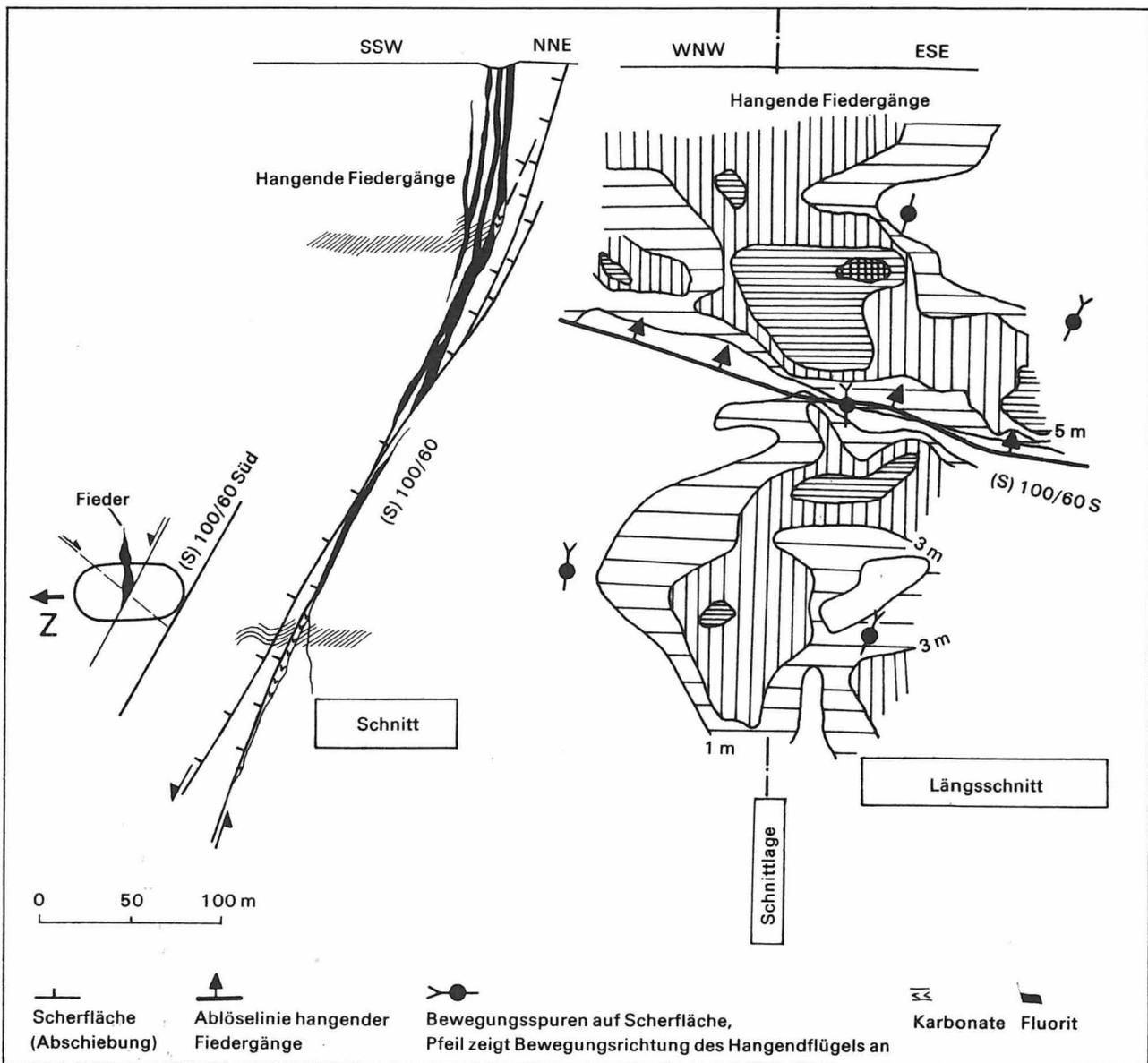


Abbildung 3
Biwender Mineralgangsystem, Lagerstätte Straßberg, Quer- und Längsschnitt durch einen Mineralkörper

Schnitten und Raumbildern. Diese Kartenunterlagen bilden die Grundlage einer jeden Auswertung, die durch die geometrische und möglichst auch funktionelle Analyse mit Hilfe des Gefügediagramms ergänzt wird. Weitere Möglichkeiten der Auswertung mit Hilfe der EDV sind in Vorbereitung.

In Abbildung 3 und 4 sind Ausschnitte aus tektonischen Längsschnitten (Seigerrissen) der Lagerstätten Straßberg und Rottleberode (Harz) und typische Querprofile dargestellt. In die Seigerrisse sind die tektonischen Leitelemente (Scherflächen), die Anordnung und Verbreitung der Fiederräume, die Orientierung der für die

Spaltenöffnungen als Bewegungsindiz wichtigen Bewegungsspuren und die realisierten Spaltenöffnungen für jeweils eine Mineralisationsabfolge eingetragen. Es ist zu erkennen, daß die Linien, an denen sich die Fiedern von den Scherbahnen ablösen, senkrecht zu den zugehörigen Abgleitbewegungen auf den Scherbahnen angeordnet sind. Aus den Schnitten geht das Prinzip der Öffnungsmechanik hervor, das sich aus der Lage der Fiedergänge zu den Scherbahnen und der Rotation der Rahmengesteine ergibt. Die Deformationsellipsoide sind anhand der tatsächlichen Flächenlagen, hier im Querprofil betrachtet, konstruiert worden.

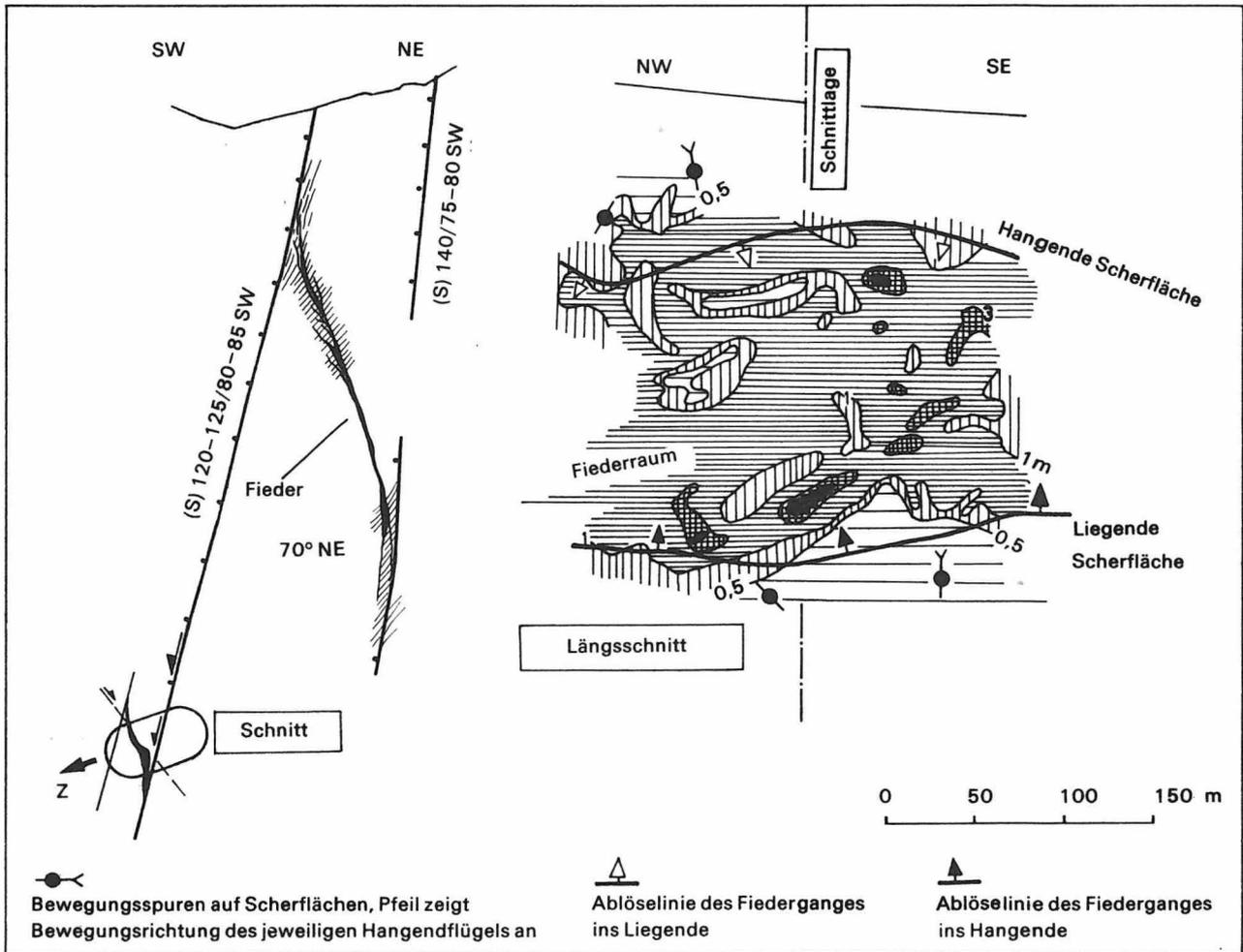
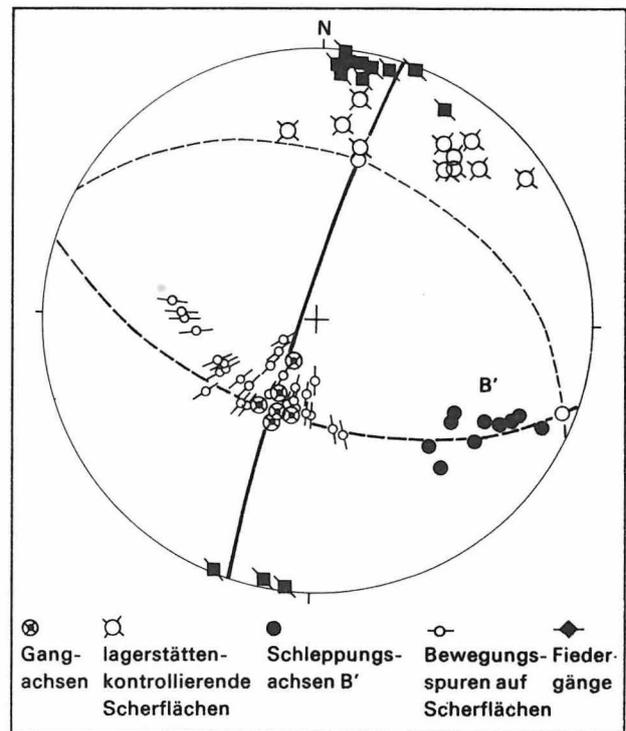


Abbildung 4
Flußschächter Mineralgangsystem, Lagerstätte Rottleberode (Harz), Quer- und Längsschnitt durch einen Lagerstättenabschnitt

Abbildung 5
Synoptisches Diagramm zur Abbildung 3

Aus der so gewonnenen Konzeption zur Raumbildung lassen sich Schlußfolgerungen für die Erkundung der zugehörigen Mineralgangsysteme ableiten.

Abbildung 5 zeigt die gefügekundliche Auswertung des in Abbildung 3 dargestellten Lagerstättenabschnittes in einem synoptischen Gefügediagramm. Die lagerstättenkontrollierenden Scherflächen, die Fiedergänge, die Bewegungsspuren auf den Scherflächen und die konstruierten Gangachsen liegen etwa auf einem Gefügegroßkreis. Die B-Achsen sind im Winkel von 70...90°, also fast senkrecht zu den gefügebildenden Bewegungen orientiert. Hieraus geht hervor, daß die



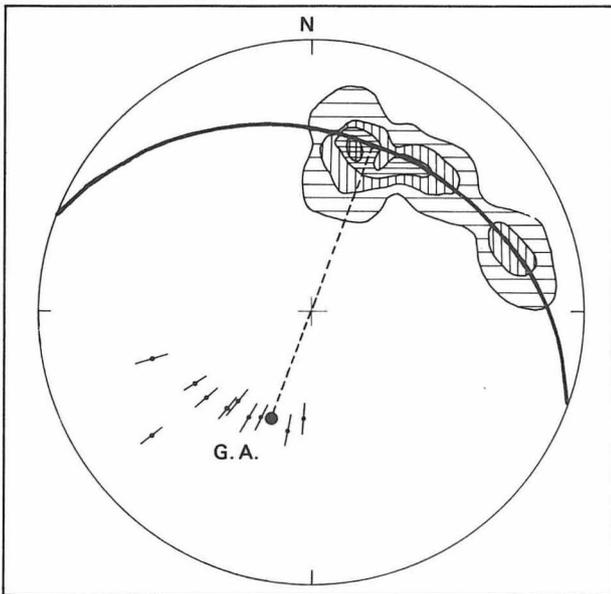
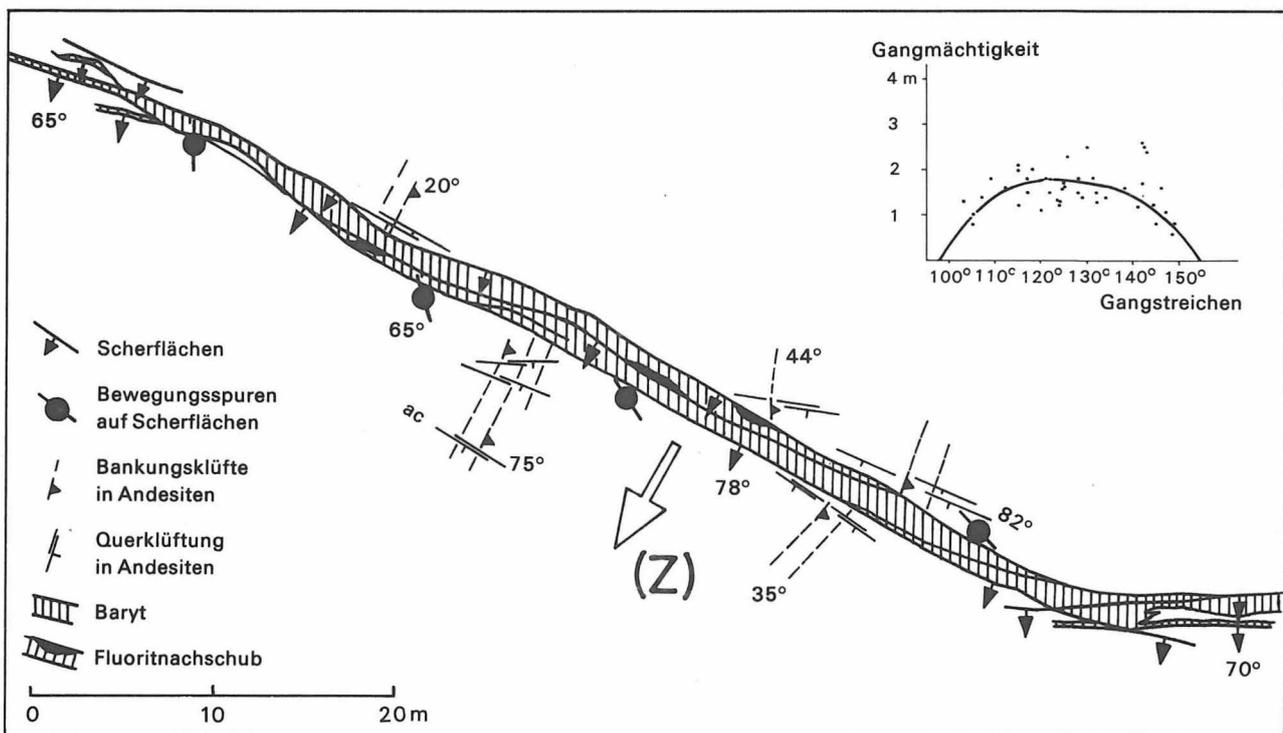


Abbildung 6
Lagerstätte Straßberg (Harz). Konstruktion der Gangachse aus
Salbandmessungen

Bewegungen auf den Scherflächen von der Morphologie der Flächen vorgezeichnet werden und die Öffnung der Fiederspalten durch abschiebende Bewegungen auf den übergeordneten Scherflächen bewirkt wurde. Dabei ist es zu einer weiteren, durch die vorangegangenen Bruchaktivierungen bereits eingeleiteten Rotation des Schichtverbandes gekommen; die Normalstellung zur Abg^l Richtung (Harnischrillung) ist aber zum Teil nicht erreicht worden. Die Streuung der Daten ist durch die synchrone Aktivierung mehrerer Scherflächen und lithologisch und tektonisch bedingte Anisotropien der Rahmengesteine bedingt.

„Gangachsen“ machen lineare Elemente in der morphologischen Gliederung von Flächen deutlich, was auch aus kombinierten Darstellungen von Grund- und Seigerrissen oder in Raumbildern bereits erkennbar wird. Die „Gangachse“ wird durch das möglichst gleichmäßige Übermessen eines morphologisch deutlich gegliederten mineralisierten oder unmineralisierten Scherflächenabschnittes, die Darstellung der Daten als Polpunkte im Schmidt'schen Netz und die Konstruktion von Groß- oder Kleinkreisaneordnungen ermittelt (SCHULZE; KIRCHMAYER 1966). Bei Großkreisaneordnungen der Polpunkte, wie in Abbildung 6 dargestellt, hat der untersuchte

Abbildung 7
Lagerstätte „Hoffnung“ (Thüringer Wald).
Grundriß eines von Scherflächen eingerahmten, nach SE
eintauchenden Mineralkörpers
und zugehöriges Korrelationsdiagramm



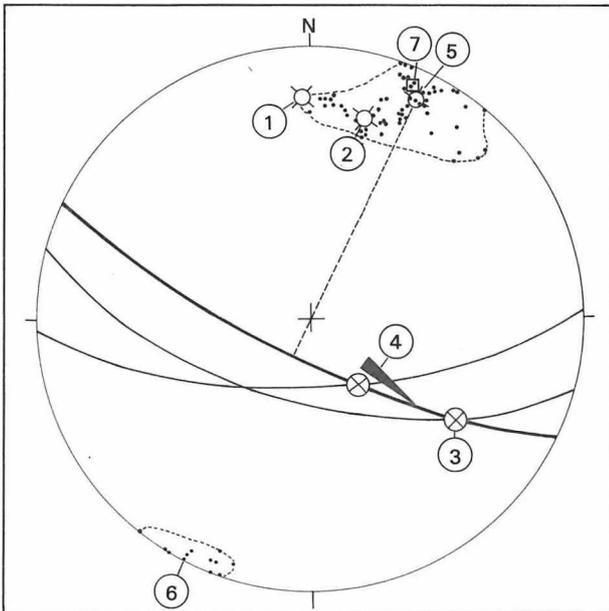


Abbildung 8

Gefügediagramm zur Abbildung 7.

- 1 88/70 S, SE-Begrenzung
- 2 105/65 S, NW-Begrenzung
- 3 Scharungslinien der begrenzenden Flächen mit dem Generalstreichen des Mineralkörpers
- 4 ungefähres Eintauchen des Mineralkörpers
- 5 Generalstreichen des Mineralkörpers
- 6 Einzelwerte der Salbandmessungen
- 7 Querklüfte im Nebengestein (Andesit)

Scherflächenabschnitt eine einfache, wellblechar-tige Morphologie, bei Kleinkreis- oder Spiralbahnanordnungen (KIRCHMAYER 1966) sind komplizierte Oberflächenformen ausgebildet. Wenn, wie in unserm Beispiel, die durch die Gangachse ausgedrückte generelle morphologische Gliederung mit den Bewegungsspuren auf der untersuchten Scherfläche zusammenfällt, ist der Schluß berechtigt, daß hierdurch eine Schienung der tektonischen Bewegungen gegeben ist.

Es ist aber ohne eine eingehende Prüfung nicht gerechtfertigt, aus der Bewegungsanalyse einer Einzelstruktur den zugrundeliegenden Kräfteplan zu konstruieren (Abb. 7). Die korrelativen Beziehungen zwischen Azimut und Spaltenöffnung der Scherfläche (Diagramm in Abbildung 7) zeigen für einen Mineralisationsakt (Baryt) mit untergeordneter Nachaktivierung (Fluorit), daß zwischen der daraus formal abzuleitenden Zugbeanspruchung aus SW/NE und den tatsächlichen Schollenbewegungen mit SSE/NNW-Richtung ein Widerspruch klappt. Aus der Raumlage der zu dieser Aktivierung gehörenden Zugspalten mit Baryt ist aber gesichert, daß in dieser Aktivierungsphase

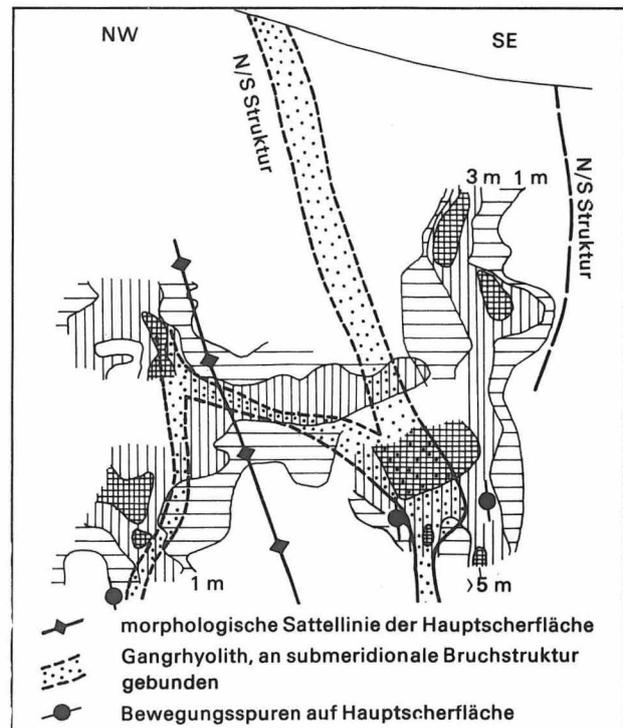
eine SW/NE-Ausweitung der hercynisch kontu-rierten Störungszone der Ganggruppe „Hoffnung“ stattgefunden hat. Die Vergitterung der für die Konturierung des Mineralkörpers in Abbildung 7 wichtigen Flächenlagen legte aber die Bewegungsmöglichkeiten des resultierenden Störungskörpers so fest, daß praktisch nur ein submeridionales Nachgleiten der Hangendschollen möglich war (Abbildung 8).

In den Vulkanitserien des Thüringer Waldes ist der Einfluß des mechanischen Verbandsverhaltens der beteiligten Gesteine auf die Ausbildung und auch die Morphologie der Bruchstrukturen erkennbar. Die Untersuchungen über diesen wichtigen Teilbereich der Gangtektonik stehen aber erst am Anfang. Es ist bereits erkennbar, daß Scherflächen in den einzelnen Gesteinsarten unterschiedlich gebrochen werden, so daß die Schnittlinien der Gesteinsgrenzen mit den Scherbahnen sich störungsmorphologisch auswirken. Den gleichen Einfluß haben Schnittlineare mit Diagonal- oder Querstrukturen, vor allem auch dann, wenn sie – wie im Falle der Lagerstätte Ilmenau – von Gang-
rhyolithen begleitet werden.

Abbildung 9

Stechbergstruktur der Lagerstätte Ilmenau, Ausschnitt aus Seigerriß

Aufnahme Schiemenz/Franzke



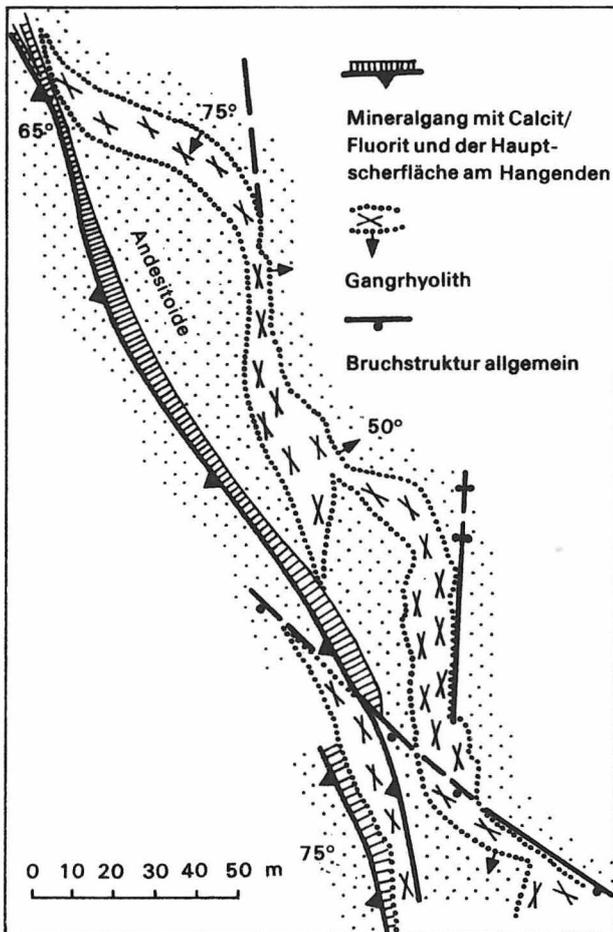


Abbildung 10
Lagerstätte Ilmenau (Thüringer Wald),
Rißausschnitt aus dem Bereich der Hauptstruktur

Mit der Abbildung 9 soll der Einfluß meridionaler Strukturen und auch einer steil eintauchenden Durchbiegung der lagerstättenkontrollierenden Hauptstruktur auf die Konturierung des geschaffenen Lagerstättenraumes auf der Hauptstruktur demonstriert werden. Auch hier folgen die für die Spaltenöffnung verantwortlichen Abgleitbewegungen auf der nach SW einfallenden Hauptstruktur wiederum deren morphologischer Linienführung. Bis zu der im abgebildeten Seigerriß südöstlichen N/S-Struktur erfolgte eine „schubladenartige“ Öffnungsbewegung der Hauptstruktur; südöstlich der N/S-Struktur setzt sich zwar das Hauptelement fort, es ist aber zunächst keine größere Spaltenbildung auf ihm mehr erfolgt.

Die nach MICHAEL (1971) ins Autun einzustufenden Rhyolithgänge geben außerdem wichtige Anhaltspunkte für die zeitliche Anlage der einzelnen Bruchrichtungen im Thüringer Wald (Abb. 10) und die seit dieser Zeit an den Störungsbahnen

realisierten Verschiebungsbeträge. Durch die gemeinsamen Aufnahmen des Verfassers mit Dipl. Min. F. SCHIEMENZ konnte in der Lagerstätte Ilmenau nachgewiesen werden, daß das Störungsgitter dieser Lagerstätte bereits im Autun existierte und die horizontalen Verschiebungsbeträge an der Hauptstruktur der Lagerstätte additiv einige Dekameter nicht überschreiten. Zu diesem Problemkreis werden auch von anderer Seite weitere Untersuchungen durchgeführt.

Literatur

- ADLER, R. E.; W. PFISTERER u. A. STACHE
Störungsbezogene Gefügeprägung. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1970, 7, S. 385...413.
- FRANZKE, H. J.
Zur Strukturanalyse der hydrothermalen Mineralgangsysteme des Unterharzes. Halle: Diss. 1973.
- KIRCHMAYER, M.
Spiralbahnen in Lagenkugelindigrammen bei klufttektonischen Untersuchungen. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1963, 2, S. 67...76.
- MICHAEL, J.
Spezielle Probleme des Stefan und Rotliegenden (Thüringer Wald). Die Entwicklung des tieferen Tafeldeckgebirges und dessen Beziehungen zum Unterbau. Kurzreferate und Exkursionsführer. Berlin 1971, S. 62...74.
- SCHULZE, E.-G.; M. KIRCHMAYER
Zur Gangtektonik einer Flußspat-Lagerstätte bei Wölsendorf (Oberpfalz, Bayern). N. Jb. Miner., Abh., 105, 1966, S. 292...309.