

DIE KARTOGRAPHISCHE BEHANDLUNG DER STÖRUNGSTEKTONIK

von Kurt BURGER, Essen

ZUSAMMENFASSUNG: Zur Lösung störungstektonischer Aufgaben in der Praxis des Bergbaus, der Ingenieurgeologie und in der Forschung werden neuartige Wege gezeigt, die in leistungsfähigeren kartographischen Verfahren und Methoden begründet sind. Grundlage bilden eine mathematisch fundierte Projektions- und Transformationstechnik und eine in diesem System integrierte Feldertechnik. Ausgehend von der Kennzeichnung der Aufgabenstellung und einiger zum Verständnis dienender Grundlagen, wird die Form- und Eigenschaftsbeschreibung eines Störungskörpers mit vielfältigen Sachverhalten behandelt und mit zahlreichen kartographischen Beispielen belegt. Es wird gezeigt, daß durch den Einsatz neuzeitlicher Verfahren und Methoden und durch Nutzung form- und eigenschaftsbeschreibender Felderklassen, die analytische Behandlung der Störungstektonik einschließlich der Kinematik zufriedenstellend gelöst werden kann.

Einleitung

Grundlage für alle bergmännischen Planungen bilden geometrische Reiß-, Karten- und Plandarstellungen, wobei ihre Arbeitsweisen weitgehend auf die Gewinnung nutzbarer Lagerstätten- bzw. Mineralvorkommen ausgerichtet sind. Fast immer wird die technisch-wirtschaftliche Gewinnung von der *Störungstektonik* beeinflusst.

Dieser Sachverhalt erfordert eine vorausschauende geologisch-lagerstättenkundliche Planung. Darüber hinaus zwingt die Wahrscheinlichkeit der Zunahme der Störungstektonik zur Teufe, daß das „Störungsproblem“ ernsthaft und mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln untersucht wird, wobei das Schwergewicht auf geologisch-tektonische Aufschlußarbeiten, auf sorgfältige tektonische Störungsaufnahmen und insbesondere auf eine bestmögliche *kartographische Bearbeitung* mit einer hochentwickelten, *leistungsfähigen Darstellungstechnik* zu legen ist. Nachdem in jüngster Zeit die in dieser Richtung geführten Arbeiten einen beachtlichen Entwicklungsstand erreicht haben, soll hierüber eine allgemeine Information gegeben werden.

I. Allgemeiner Überblick und Grundlagen

Mit den bahnbrechenden Forschungsarbeiten von O. HAIBACH (9, 18, 31)¹ zur Entwicklung einer „Darstellenden Geometrie der Lagerstätte“, deren Konzeptionen und Weiterentwicklungen, wurde der Weg für eine neuzeitliche kartographische Bearbeitung der Störungstektonik freigemacht. Deshalb sahen sich O. HAIBACH und der Verfasser in jüngster Zeit veranlaßt, auf dem Gebiet der analytischen Störungstektonik mit neuzeitlichen Untersuchungs- und Darstellungsmitteln weiter vorzudringen, zumal die in der Praxis in Anwendung befindlichen Arbeitsweisen an ihrer Leistungsgrenze angelangt und als nicht weiter entwicklungsfähig zu betrachten sind. Die nach neueren Aspekten geführten Untersuchungsergebnisse sind in den Arbeiten (1, 2, 7, 12) zur Mitteilung gekommen.

Grundgedanken des Arbeitsmodells mit weitreichenden Konsequenzen für die neue,

(¹) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Aufsatzes.

zeitgerechte Bearbeitung — sowohl der Lagerstätten als auch der Störungstektonik — sind die Forderung nach Anpassung der Projektionsebenen an die Formen der Lagerstätten und Störungen im Raume, sowie die Entwicklung einer kartographischen Feldertechnik mit dem Zweck die Ausdruckskraft zu erhöhen und das Leistungsvermögen der projektiven Darstellungen einschließlich der erleichterten Entnahme interessierender Größen und Werte zu steigern.

Die Grundlagen für so weitgehende Forderungen gipfeln in einem mathematisch exakt fundierten, flexiblen *Projektions- und Transformationssystem*, wobei die hierfür geltenden Formeln, und zwar für alle nur denkbaren Projektionsfälle, von O. HAIBACH in (31) S. 103-220, bekannt gegeben worden sind. Durch die über mehrere Jahre zielstrebig geführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind wir heute in die Lage versetzt, Raumpunkte des geodätischen Netzes mit ihren „Beobachtungen“ und „Feststellungen“ durch eine Transformationstechnik in der bestgeeignetsten Projektionsart (G, F, S, sG usw.)² zur Darstellung zu bringen, so daß die anstehenden Aufgaben einfach, klar, schnell und verständlich abgehandelt werden können.

Die Transformationsvorgänge werden durch Symbole unmißverständlich gekennzeichnet, wie beispielsweise

$$\begin{aligned} G &\rightarrow G_{Dabc}^3 \rightarrow F \\ &\rightarrow F_{DK} \\ &\rightarrow S \\ &\rightarrow sG \\ &\text{usw.,} \end{aligned}$$

wobei das oben erwähnte mathematische Hauptformelwerk eingesetzt wird.

(²) G = orthogonaler Grundriß, F = orthogonaler Flachriß, S = orthogonaler Seigerriß, sG = plagiogonaler Grundriß (31).

(³) G_{Dabc} stellt gegenüber G ein Projektionssystem dar, welches gedreht, verschoben und gehoben oder gesenkt ist. F-Projektionsebenen besitzen den an die graphische Fläche angepaßten Streich- und Neigungswinkel. Gleiches gilt für F, F_{DK}, S, sG und alle anderen Projektionsarten (31).

Außer der zentralen Bedeutung einer flexiblen Projektions- und Transformations-technik bildet die spezifische *Feldertechnik* einen weiteren wichtigen Bestandteil bei der neuzeitlichen kartographischen Bearbeitung. Hierbei handelt es sich um den Einsatz sinnbildloser Ausdrucksmittel zur *Formbeschreibung* und *Eigenschaftsbeschreibung* graphischer Flächen und Körper. Ein Feldermechanismus erlaubt vielfältige rechen-technische Operationen. Nach (17,25) werden Felderklassen, Feldergattungen und Felderarten unterschieden, wobei zur erstgenannten Kategorie

Wertfelder	= W-Felder
Wertlinienfelder	= WL-Felder
Kennlinienfelder	= KL-Felder
Vektorfelder	= V-Felder
Kennwertfelder	= KW-Felder und
Wertflächenfelder	= WF-Felder

gehören. Während mit der Raumkoordinatentransformation die Werte zur Formbeschreibung graphischer Flächen oder Körper unmittelbar erhalten werden, bedürfen die Werte zur Eigenschaftsbeschreibung im allgemeinen der Beobachtung, der Untersuchung oder der Herleitung aus speziellen Sequenzen.

Damit dürfte ein knapper Überblick über die zum Einsatz gelangenden Mittel für eine zeitgerechte kartographische Bearbeitung gegeben sein, so daß wir uns nunmehr dem Thema der Störungstektonik zuwenden können.

II. Aufgabenstellung und Mittel für die kartographische Behandlung der Störungstektonik

Das zu behandelnde Problem ist in Tafel 1 veranschaulicht. Es wird vom störungskundlichen Sachverhalt (Spalte A) ausgegangen, dem sich die Mittel zur Erfassung (Spalte B1 und B2) und die direkte oder indirekte Verwendung (Spalte C) anschließen. Ähnlich wie in der „Darstellenden Geometrie der Lagerstätte“ (31), wird der störungskundliche Sachverhalt in *Formen* und in *Eigenschaften* gegliedert. Im Gegensatz zur

TAFEL 1

Störungstektonische Formen, Vorgänge und Eigenschaften			Mittel der Erfassung Dokumentation Kommunikation, Steuerung		Zweck, Verwendung	
A			B1	B2	C	
FORMEN	1	Räumliche Lage der Salbänder von Störungsflächen oder von Störungskörpern	Mittel Beobachtung, Untersuchung Vermessung	Kartographie Berechnung, Zulage, Kartierung (manuel, nomographisch, halb- oder vollautomatisch) sowie weiterführende Bearbeitung und Auswertung	Grundlagen und Voraussetzung: für die betriebliche Planung, Führung und Überwachung (bergtechnisch, wirtschaftlich und sicherheitlich) für die Ausrichtung (Zuschnitt) sowie Vorrichtung und Abbau Erweiterung der Erkenntnisse zur Lagerstättenprojektierung und damit zusammenhängende Aufgaben für die tektonische Forschung usw.	
	EIGENSCHAFTEN	2				Kreuzlinien der Gebirgsschichten und der Tektonik Bewegungsvorgänge, Verwurfsweiten usw.
		3				Mächtigkeit Petrographie, Gefüge Gebirgsverhalten Gefahren (Wasser, Laugen, Gas usw.) Mineralisierungen Vererzungen usw.

traditionellen Bearbeitung, wo sich die Aufgabe mit der partiellen Erfassung der geometrisch-tektonischen Elemente (Streichwinkel, Fallwinkel, Fallrichtung, Verwurfsweite) und einer geringen räumlichen Speichermöglichkeit erschöpft, wird nach Tafel 1 deutlich, daß unsere Behandlung der Störungstektonik nach umfassenderen Gesichtspunkten betrieben wird. Dieser Sachverhalt ist im Schema der Abb. 1 veranschaulicht. Es kommt darin zum Ausdruck, daß die bisher praktizierte Arbeitsweise mit der Bevorzugung von Grundrissen und Schnitten (zur Darstellung der Lagerstätte) zu einer Vernetzung des störungskundlichen Beobachtungsmaterials führt (in Abb. 1 als bisheriger Weg bezeichnet), während die erwünschte komprimierte Behandlung erst durch Beschreitung eines neuen Weges möglich wird. Weitere Einzelheiten sind aus Abb. 1 zu entnehmen.

Ganz allgemein besteht die *neue Aufgabe* in der räumlichen Erfassung der graphischen Störungsfläche oder des Störungskörpers nach *Form* und *Eigenschaften* einschließlich der bestmöglichen kartographischen Behandlung der Sachverhalte in dokumentarischer und planerischer Hinsicht (für den Bergbau) wie auch als Arbeits- und Untersuchungsmittel der analytischen Tektonik.

Zur Vermeidung langer Ausführungen, ist der komplexe Sachverhalt im Schema der Tafel 2 zur Darstellung gekommen. Folgende

Schwerpunkte der Bearbeitung kommen darin zum Ausdruck:

- Es wird von Beobachtungen, Untersuchungen und Feststellungen der tektonischen Störung einerseits sowie der liegenden und hangenden Grenzfläche des Gebirges (= Salband bzw. Trennfuge) andererseits ausgegangen, wobei diese in das System der *Raumvermessung* einzubeziehen sind.
- Transformation* des Beobachtungs- und Vermessungsgutes auf Projektionsebenen unter Berücksichtigung der räumlichen Lage der Störung. Nutzung der elektronischen Datenverarbeitung für die Berechnung.
- Kartierung und Zulage führt zur *Salbandbeschreibung*. Gegebenenfalls Verwendung von Deckfolien für das hangende und liegende Salband.
Die Salbandbeschreibung gliedert sich in die *Salband-Formbeschreibung* (1, 2, 12), wobei aus der Transformation der Raumpunkt-Koordinaten formbeschreibende Felder entwickelt werden und in die *Salband-Eigenschaftsbeschreibung* (1, 7, 12) zur Ermittlung punktförmiger Vergleiche (Identmerkmale) zwischen dem liegenden und hangenden Salband.
- Die *Salband-Eigenschaftsbeschreibung* dient zur Ableitung der Daten über den *Bewegungsvorgang* bzw. über die *Bewegungsvorgänge*. Hieraus entstehen eigen-

Bisheriger Weg

Neuer Weg

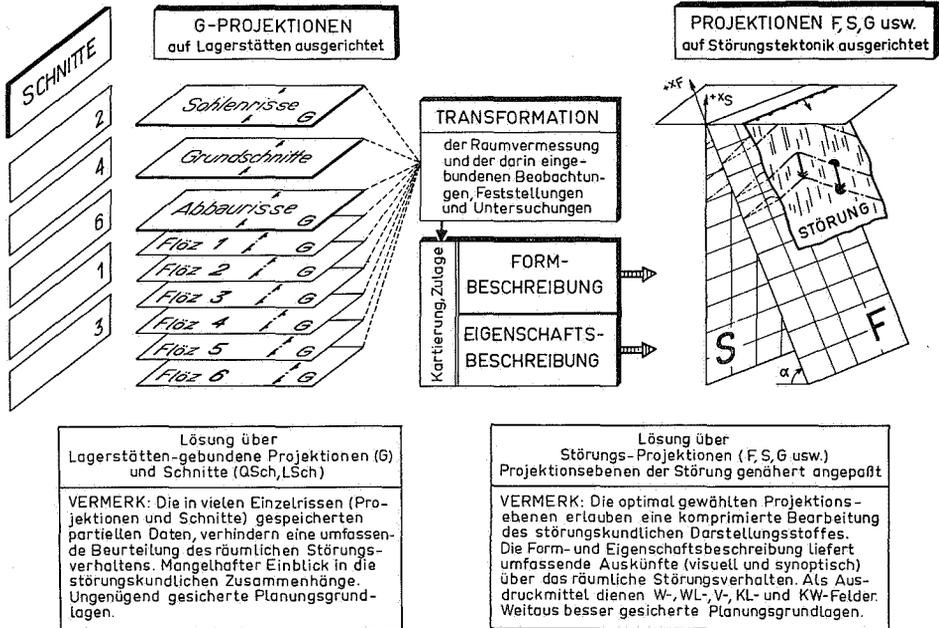


Abb. 1.

schaftsbeschreibende Felder des Bewegungsablaufs, der Verwurfswerten und der Ausrichtung, die gegenüber der traditionellen Bearbeitung (Abb. 1, links) umfassende Auskünfte zu zahlreichen Aufgaben vermitteln.

- e) Bei Vorliegen eines Störungskörpers kann die Störungsmasse oder die Gangfüllmasse selbst Gegenstand der *Eigenschaftsbeschreibung* sein. Zum Beispiel in Form der Erfassung mineralisierter bzw. erzhaltiger Bereiche (bergmännisch-wirtschaftliche Gesichtspunkte), Untersuchungen über Mineralparagenesen, hydrologische Untersuchungen, Auskünfte für bergmännische Sicherheitsvorkehrungen usw., wobei die Bearbeitung auch hier weitgehend mit eigenschaftsbeschreibenden Feldern abgewickelt wird.

Faßt man die hier nur kurz mitgeteilten Stationen der Bearbeitung zusammen, so wird deutlich, daß die *störungskundlichen* Sachverhalte (einschließlich der Kinematik tektonischer Bewegungsvorgänge) durch Einsatz

einer flexiblen *Projektions-* und *Transformationstechnik* sowie einer integrierten form- und eigenschaftsbeschreibenden *Feldertechnik* einer Lösung zugeführt werden.

Zur Kinematik

Durch die neue Bearbeitungsform ergibt sich ferner eine weitaus bessere Erfassung und Behandlung raum-zeitlicher Bewegungsvorgänge, wobei die über eine Raumkoordinatenumformung verknüpfte Flächentransformation vorteilhaft in Erscheinung tritt. Außerdem kommt den Salband-Beobachtungen (kartographische Salbandbeschreibung) in Form

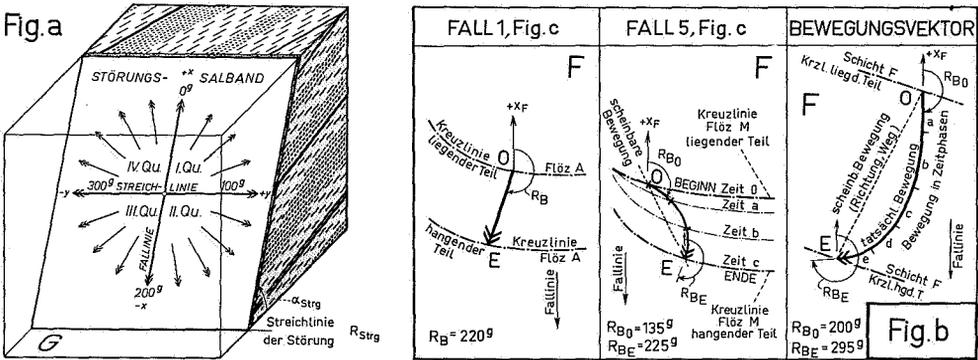
- vergleichbarer Identmerkmale des Gebirgskörpers an den Grenzflächen zur Störung (hängendes und liegendes Salband) sowie
- den genetisch-mechanischen Merkmalen, wie sie auf Salbändern von Störungs-

flächen- und in der Störungsfüllmasse aufzutreten pflegen, bei der kinematischen Analyse eine zentrale Bedeutung zu.

Zur Erfassung und Klarlegung der Bewegungsvorgänge haben wir uns in (12) S. 497 ff. und in (7) S. 16 ff. ausführlich geäußert, so daß der Kürze wegen hierauf verwiesen wird. Die zwischen den genannten Identmerkmalen erzeugte raum-zeitlich-kontinuierliche oder -diskontinuierliche Bewegungsbahn (geradlinig, gekrümmt, verschlungen, zeitlich gleichförmig oder ungleichförmig usw.) wird als Bewegungsvektor aufgefaßt und tritt als örtlicher kinematischer Analysator in Erscheinung. Er ist geometrisch durch die Richtung (R_{BEW}) und die Wegstrecke

(l_{BEW}) definiert und kann gegebenenfalls mit einer geologischen Zeitskala (relativ oder absolut) versehen werden. Damit sind die Parameter beliebiger raum-zeitlicher Bewegungsvorgänge genannt.

Zur Verdeutlichung des Gesagten sind in Abb. 2 einige symbolisierte Bewegungsvektoren zusammengestellt, wobei der Vereinfachung wegen vornehmlich abwärtsführende Bewegungsabläufe zur Darstellung gekommen sind. Da in der Natur alle Bewegungsrichtungen von 0° bis 400° (rechtsläufiger Richtungswinkel, Abb. 2, Fig. b) möglich sind, muß man sich das obere Ende der Vektoren (Fig. c) im schwarz gezeichneten Zentrum des Anschauungsbildes der Fig. a angeordnet denken. Das dort eingetragene



Tektonischer Bewegungsablauf auf Störungsflächen (Schema)										Fig. c	
SYMBOL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FORM	geradlinig	gekrümmt	z.T.rückläufig	geradlinig	gekrümmt	z.T.rückläufig	geradlinig	gekrümmt	geradlinig	z.T.rückläufig	
ZEIT	kurz andauernde Bewegung			länger andauernde, gleichmäßige Bewegung			andauernd ungleichmäßige Bewegung		erst positiv, dann negativ beschleunigte Bewegung		
VERMERK	Bewegung wirkt sich entsprechend den Symbolen im wesentlichen gleichmäßig über eine beschränkt große Störungsfläche oder Trennfuge aus. (Parallelverschiebung von Schuppen und Schollen)										
SYMBOL	11	12	13	14	15	16	17	18....			
FORM	in etwa parallel verschieden weit	nichtparallel verschieden weit	gekrümmt verschieden weit	konzentrische Bahnkrümmung	in etwa parallel verschieden weit	nichtparallel verschieden weit	verschd gekrümmt verschieden weit	Kombinationen vorstehender Fälle			
ZEIT	kurz andauernde Bewegung				länger andauernde, gleichmäßige Bewegung						
VERMERK	Bewegungen wirken sich entsprechend den Symbolen ungleichmäßig über beliebig große Störungsflächen oder Trennfugen aus.										

Abb. 2.

Beispiel vermittelt den einfachen Fall eines kurzzeitigen geradlinigen Bewegungsablaufs. Es ist erkennbar, daß die über alle vier Quadranten stattfindenden Bewegungsabläufe zu allen nur denkbaren *Störungsarten* führen. Da Streichen und Fallrichtung der zu behandelnden Störung bekannt sind, ermöglicht die Angabe der flachen Bewegungsrichtung (in Grad oder Gon) in Verbindung mit den in Abb. 2 genannten Symbolen eine detaillierte

Kennzeichnung des raum-zeitlichen Bewegungsablaufs und damit eine weitaus bessere *genetisch-kinematische Charakterisierung* der Störungen als bisher. Die in der Praxis gebräuchliche Kennzeichnung der Störungsarten, sollte daher nur auf jene Sonderfälle beschränkt bleiben, wo sich die im nachstehenden Schema eingetragenen Bewegungsrichtungen nachweisen lassen:

Bewegungsrichtung + x-Achse (in Abb. 2, Fig. a)	Bewegungsvorgang	Bewegungsfläche
$R_{BEW} = 0^\circ$	Überschiebung	Wechsel
$R_{BEW} = 100^\circ$	Aufschiebung	Schaufelfläche
$R_{BEW} = 200^\circ$	Verschiebung (rechts)	Blatt
$R_{BEW} = 300^\circ$	Verwerfung	Sprung
	Verschiebung (links)	Blatt

Alle anderen Bewegungsrichtungen definieren den Bewegungsablauf und damit die Störungsart eindeutig. (Kartographische Behandlung Abb. 12)

Geometrische Begriffe der Störungstektonik

Die völlig neuartige kartographische Behandlung der Störungstektonik hat naturgemäß auch Konsequenzen im Hinblick geometrischer Begriffe, wobei wir uns der auf dem Gebiete der „Darstellenden Geometrie der Lagerstätte“³ erzielten Fortschritte nutzbar machen. Damit findet zugleich eine begriffkonforme Anlehnung an exakte neuere Bezeichnungen und Begriffe statt, die der Klarheit und Einfachheit dienen und der erwünschten Vereinheitlichung den Weg ebnen.

(³) Einblick in die diesbezügliche neue Literatur vermitteln die „Übersichten über die Arbeiten von O. Haibach“ in: Mitt. a.d. Markscheidewesen, 1967, Heft 3 und 1973, Heft 1.

Zur Veranschaulichung der für die Störungstektonik geltenden geometrischen Begriffe, enthalten die Abb. 3 und 4 die erforderlichen Eintragungen. Aus Gründen der leichteren Überschaubarkeit der geometrischen Beziehungen, wurde die Lagerstätte gekrümmt und die Störung als Ebene dargestellt, obwohl es sich bei letzterer im strengen Sinne ebenfalls um eine graphische Fläche handelt.

Die geometrischen Eintragungen beziehen sich auf die im Raum geneigte Störungsfläche und nehmen vom Punkt P^L (auf der liegenden Kreuzlinie befindlich) ihren Ausgang. Wir verwenden hierzu *Raumpunkte*, die zur Ableitung der auf der Störungsfläche (zwischen der liegenden und hangenden Kreuzlinie) auftretenden *Längen* und *Winkel* sowie deren seitige und söhliche *Komponenten* dienen (Erläuterungen und Definitionen in (7) S. 19 ff). Tafel 3 zeigt die wichtigsten geometrischen Elemente unter Berücksichtigung vorgegebener Richtungen in Gegenüberstellung der bisherigen und neuen Bearbeitungsweise.

TAFEL 3

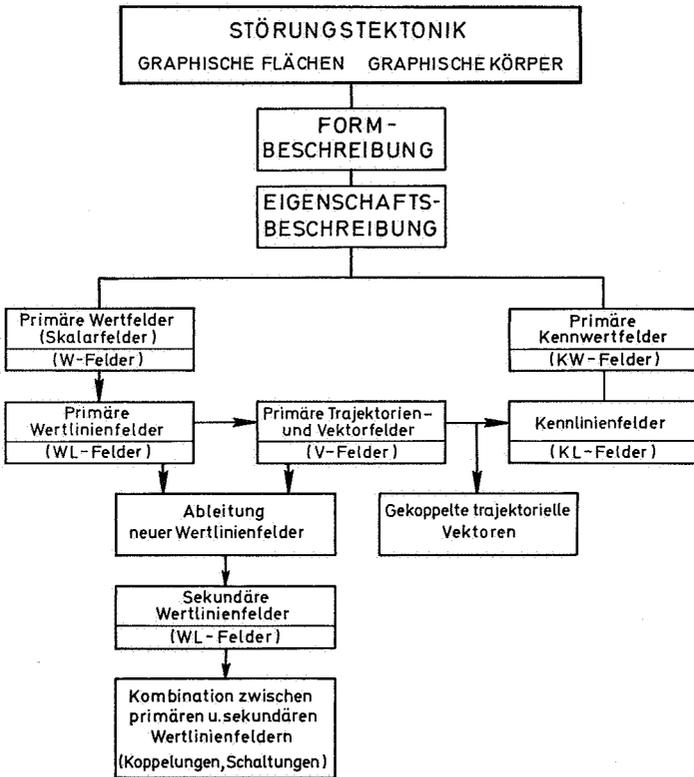
	Abstand zwischen liegender u. hangender Kreuzlinie	Allgemeines Kurzzeichen	Geologisch - tektonisch u. technisch vorgegebene Richtung				
			Bewegungsrichtung R_{BEW}	Falllinienrichtung $R_{\alpha STRG}$	Streichrichtung $R_{t STRG}$	Kurzrichtung R_{KURZ}	in beliebiger Richtung $R_{bel.}$
	1	2	3	4	5	6	7
BISHER	Flache Sprunghöhe Flache Schubhöhe usw.	w	—	w	$v \times$)	—	—
	Seigere Sprunghöhe Seigere Schubhöhe	t	—	t	—	—	—
	Söhlige Sprungweite Söhlige Schubweite	s	—	s	—	—	—
VORSCHLAG	Wahrer Verwurf =flacher Abstand	l	l_{BEW}	l_{FALL}	l_{STR}	l_{KURZ}	$l_{bel.}$
	Seigere Komponente	t	t_{BEW}	t_{FALL}	—	t_{KURZ}	$t_{bel.}$
	Söhlige Komponente	so	so_{BEW}	so_{FALL}	$so_{STR} = l_{STR}$	so_{KURZ}	$so_{bel.}$

) Verschiebung auf Blatt
= söhlige Schubweite

Kartographische Ausdrucksmittel für die Form- und Eigenschaftsbeschreibung

Die thematische Kartographie bedarf geeigneter Ausdrucksmittel zur eindeutigen und klaren Vermittlung des Darstellungsstoffes. Hauptsächlich aus der Grundlagenforschung der Projektionstechnik (10, 31) heraus entwickelt, ist durch sie eine beachtliche Leistungssteigerung erzielt worden. Die neuzeitliche Behandlung der Störungstektonik fußt nahezu vollständig auf abstrahierten, sinnbildlosen Ausdrucksmitteln. Sie finden Verwendung im Rahmen der aus der Projektionstechnik sich ergebenden *Formbeschreibung* graphischer Störungsflächen bzw. Störungskörper sowie bei der störungskundlichen *Eigenschaftsbeschreibung* unter Verwendung von Verfahren der Inter- und Extrapolation. Inzwischen hat sich eine regelrechte *Feldertechnik* (10, 16, 17, 25) entwickelt. Nach (25) unterscheidet man Felderklassen, Feldergattungen und Felderarten, wobei diesen ein systematischer Aufbau zugrunde liegt. Ein solcher wird beispielweise für die Felderklassen mit Tafel 4 gezeigt. Eine weitergehende Gliederung der störungskundlichen Sachverhalte führt zum Aufbau und zum Inhalt der Tafel 5, in welcher die wichtigsten Begriffe ihre Erläuterung finden — sie sind in die Kategorien der Formbeschreibung und Eigenschaftsbeschreibung gegliedert. Die

Formbeschreibung bezieht sich auf die Grenzfläche zwischen Gebirge und Störung, also auf das liegende und hangende Salband. Das geschieht mit definierten geometrischen Größen, die über die Raumkoordinatentransformation oder Polarkoordinatenumformung gewonnen werden. Über die Vielfalt der formbeschreibenden Ausdrucksmittel (Felderklassen) informiert Tafel 5 (links). Die störungskundliche *Eigenschaftsbeschreibung* erscheint unter Berücksichtigung natürlicher Gegebenheiten in einer Zweiteilung, nämlich in nicht- bzw. wenig-mineralisierte Störungen — wo also Bewegungsvorgänge, Ausrichtungsdaten und sonstige Eigenschaften dominieren — und in solche, wo auf Grund von Mineralanreicherungen oder der Ausbildung von Gangkörpern eine spezielle Bearbeitung der Eigenschaften erforderlich wird. Bei dieser Kategorie handelt es sich um eigenschaftsbeschreibende Felderklassen, die verschiedenen Gattungen und Arten angehören. Die Vielfalt der in Tafel 5 (Mitte und rechts) aufgeführten Möglichkeiten können verständlicherweise hier keiner näheren Erläuterung zugeführt werden — zugleich erhebt diese Tafel keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Erwähnt sei an dieser Stelle ferner, daß nur jene Felder bei der kartographischen Arbeitsweise Verwendung finden, wie es die Behandlung des Themas verlangt.



III. Beispiele zur zeitgerechten kartographischen Beschreibung eines tektonischen Störungskörpers

Nachdem die vorausgegangenen Ausführungen Einblick in die zur Verfügung stehenden methodischen Grundlagen geliefert haben, soll nunmehr am Beispiel eines Störungskörpers der Darstellungsstoff in gedrängter Form erläutert werden.

1. Allgemeines zur tektonischen Aufgabe

Die zu behandelnde Tektonik wird mit bekannten Darstellungen der Praxis durchgeführt. Zur Einführung dient das Anschauungsbild der Abb. 5, wo durch Abheben bestimmter Gebirgskörperteile die Störung gewissermaßen freigelegt und sichtbar gemacht ist. Wir bedienen uns dabei der projektiven Gesetze der plagiogonalen Grund-

rißprojektion $sG_{\gamma=50g}$ nach (11,31). Obwohl mit Abb. 5 eine gute Vorstellung gewonnen wird, reicht diese Darstellungsart für die zu behandelnden störungskundlichen Sachverhalte nicht aus. Abb. 6 zeigt weiterhin einen Ausschnitt aus dem Sohlengrundriß der 8. Sohle (-820 m) mit dazugehörigen Schnittlinien. Abb. 7 vermittelt die tektonischen Verhältnisse in einem Vertikalschnitt, dessen Spur entlang der in Abb. 6 dargestellten Richtstrecke läuft. Aus Abb. 7 ist zu entnehmen, daß die Gebirgsschichten im Bereich der Richtstrecke einen seigeren Verwurfsbetrag von etwa 40 m aufweisen. Abb. 8 zeigt weiterhin einen Ausschnitt des Abbaugrundrisses von Flöz Präsident mit einer örtlichen Flözversandung als Identmerkmal beider Salbänder.

Damit sind die wichtigsten traditionellen Darstellungsarten genannt und gezeigt, nach denen die Erfassung und Beurteilung störungs-

STÖRUNGSTEKONIK
GRAPHISCHE FLÄCHEN GRAPHISCHE KÖRPER

FORMBESCHREIBUNG
in orthogonalen und plagiogonalen
Rißprojektionen
Grundriß, Flachriß, Seigerriß

EIGENSCHAFTSBESCHREIBUNG
in orthogonalen und plagiogonalen
Rißprojektionen
Grundriß, Flachriß, Seigerriß

SALBAND
(hängendes und Liegendes)

BEWEGUNGSVORGÄNGE u. AUSRICHTUNG
sowie Eigenschaften einfacher Art

Bef. Ausbildung von GANGKÖRPERN
oder sonstigen Mineralanreicherungen

WERTLINIEN WL, Ursprungslinien
Seigerabstandslinien t-WL
Bankabstandslinien b-WL
Querabstandslinien q-WL
Längsabstandslinien r-WL

WERTLINIEN WL

WERTLINIEN WL

TRAJEKTORIELLE VEKTOREN
des Seigerabstandes t_y
des Bankabstandes b_y
des Querabstandes q_y
des Längsabstandes r_y

Wahre Verwurfsgrößen (flache Längen):
l_{BEW}-WL = flacher Bewegungsweg
l_{FALL}-WL = flache Verwurfsweite
l_{STR}-WL = streichende Verwurfsweite
l_{KURZ}-WL = kürzeste Verwurfsweite
Seigere Komponente der wahren Verwurfsgrößen:
t_{BEW}-WL = Seigerabstand zu l_{BEW}
t_{FALL}-WL = Seigerabstand zu l_{FALL}
t_{KURZ}-WL = Seigerabstand zu l_{KURZ}
Söhlige Komponente der wahren Verwurfsgrößen:
s_{BEW}-WL = söhliger Abstand zu l_{BEW}
s_{FALL}-WL = söhliger Abstand zu l_{FALL}
s_{KURZ}-WL = söhliger Abstand zu l_{KURZ}

Mächtigkeit, bankrecht, geologisch, betrieblich (metrisch)
Gesamtmächtigkeit
Mächtigkeit einzelner Schichten
Mächtigkeit stratigraphischer Schichtengruppen
Mächtigkeit petrographisch qualifizierter Bereiche
Mächtigkeit verschiedener, aufeinander zu beziehender Körper
Mächtigkeitsverhältnisse zwischen petrographischen Schichtungskörpern, stratigraphischen Schichtengruppen oder Lagerstättenkörpern (metrisch, Zahl, Bruch oder Verhältnis)

WERTLINIEN WL, Ableitungen
gleichen Streichwinkels R_{Stg}
gleichen Fallwinkels α_{Stg}
sekundäre Wertlinien

Richtungen:
r_{BEW}-WL = gleiche Bewegungsrichtung
r_{FALL}-WL (s. Formbeschreibung $R_{\alpha_{Stg}}$)
r_{STR}-WL (s. Formbeschreibung R_{Stg})
r_{KURZ}-WL = gleiche Richtungswinkel der Kreuzlinien-Trajektorie

Mächtigkeits-Anteilverhältnisse zwischen petrographischen Schichtungskörpern, stratigraphischen Schichtengruppen oder Lagerstättenkörpern in: Vol.-% oder Gew.-%
WL der Temperatur

KENNLINIEN KL
Streichlinie R_t
Falllinie $R_{\alpha_{Stg}}$
allgem. Streichen der Linie
allgem. Streichen der Fläche
allgem. Streichen des Körpers

Ausrichtungslängen:
l_{FALL}-WL = störungsfallend oder -steigend
l_{STR}-WL = störungstreichende Ausrichtung
l_{KURZ}-WL = störungskürzeste Ausrichtung
t_{FALL}-WL = seigere Ausrichtung (fallend)
t_{KURZ}-WL = seigerkürzeste Ausrichtung
s_{FALL}-WL = störungsquerschiebtige Ausrichtung (Doppellagerung)

WL der Wasser- und Gasführung nach Menge, Chemiesmus usw.
WL der Gasteinsfestigkeit und -härte
WL abbaudynamischer Art
WL der Häufigkeitsgrade für tektonische Störungen, Klüftung, Schieferung usw.

KENNWERTE KW
(z.T. mit Rechenprobeneigenschaft)
Streichwinkel R_{Stg}
Fallwinkel α_{Stg}
Faktoren zur Ermittlung wahrer Längen- und Flächengrößen
 $t_{STR} \cdot t_{FALL} \cdot f_{Stg}$
Krümmungsradien R_a u.a.

Handelt es sich um mineralisierte Störungskörper (Gangkörper), so sind die rechts nebenstehenden WL möglich = WL der Störungsfüllmasse oder der Gangfüllmasse
WL der Wasserführung nach Menge, Chemiesmus usw.
WL der Gasführung nach Menge, Chemiesmus usw.
WL der Temperatur usw.

WL geophysikalischer Art wie: Schwereanomalien, Reduktionsgrößen, Isodynamen, magnetische Anomalien, isogonen, isoklinen, Potentiallinien, Widerstandslinien, Laufzeit von Schallwellen, Porosität, Permeabilität usw.

WEITERE KENNLINIEN
+tationie:
Linie des Gefälles, projizierte Gefälle- richtung, Steigungslinie (Einfallen), Linie der Gefälle richtungsänderung und andere Raumlinien (Gradienten). Gegebenenfalls Graduierung nach formbeschreibenden Wertlinien
Durchdringungslinie:
Projizierte räumliche Schnittlinie von zwei Flächen oder zwei Ebenen oder gemischt wie Spur, Kreuzlinie, Ausbifflinie usw.
Umrandungslinie:
Linie des projizierten Körpers z.B. Auskeiten, Schoren, Ausbifflinie

TRAJEKTORIELLE VEKTOREN
(BEW) des flachen Bewegungsweges (FALL) der flachen Verwurfsweite (STR) der streichenden Verwurfsweite (KURZ) der kürzesten Verwurfsweite usw.

KENNLINIEN KL, KENNWERTE KW
Faziesverhältnissen, Entwicklungstendenzen (optimal, pessimal) oben genannter Eigenschaften z.B. Mächtigkeitszunahme oder -abnahme der Lagerstätte, des Minerals, der Berge, Zunahme oder Abnahme der Erzführung (seitlich oder zur Tiefe), der Mineralparagenese usw.
Trennlinie:
Ausgrenzung bzw. Abgrenzung zwischen unterschiedlichen Stoffen, Eigenschaften, Rechten, ideellen Gliederungen, Aufteilung von Flächen und Körpern
KL und KW des Lagerstättengefüges z.B. Schichtung, Klüftung u.a. tektonischer Beanspruchung (primär, sekundär, rezent)
Kennwerte allgemein

WERTFELDER (Skalarfelder, W-Felder) mit Daten verschiedenster Bedeutung führen zu Wertlinien WL, zu Kennlinien KL und zu Kennwerten KW

WERTLINIEN WL, Ableitungen
Projektives Eigenschaftsgefälle (in %, 1:n)
g_{BEW} = Gefälle flacher Bewegungsweg
g_{FALL} = Gefälle flache Verwurfsweite
g_{STR} = Gefälle streichende Verwurfsweite
g_{KURZ} = Gefälle kürzeste Verwurfsweite usw.

KENNLINIEN KL, KENNWERTE KW
KL_{BEW} = Bewegungslinie (geradlinig, gekrümmt, rückläufig u.c.)
KL_{FALL} = Falllinie (s. Formbeschr. $R_{\alpha_{Stg}}$)
KL_{STR} = Streichlinie (s. Formbeschr. R_{Stg})
KL_{KURZ} = Linie des Kreuzlinien-Trajektors KL der Bewegungszeit
KL Nuttrand der Störungswirkung
KL des Wasserkreislaufs bzw. der Zirkulation, der Aufstiegsschote von Lösungen oder Gasen
KL und KW des Störungsgefüges sowie der tektonischen Beanspruchung (primär, sekundär oder in zeitlicher Zuordnung)
KL der Ausrichtung (söhlig, geneigt)
KL lim $\eta = 09$ (1:∞, 0%) } je nach
KL lim $\eta > 09$ (1:n, %) } technischer
KL lim $\eta = bel.$ (1:n, %) } Lösung
usw.

Eigenschaftsbeschreibende Vektorfelder sind in der Tafel nur teilweise berücksichtigt (s. trajektorielle Vektoren der Bewegungsvorgänge, mittlere Spalte).

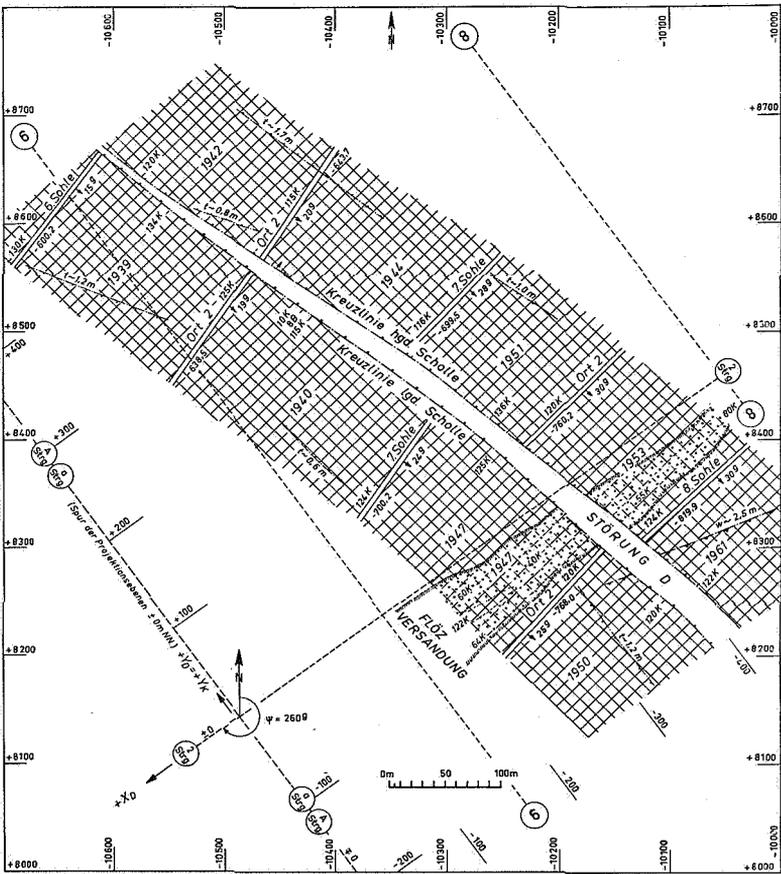


Abb. 8.

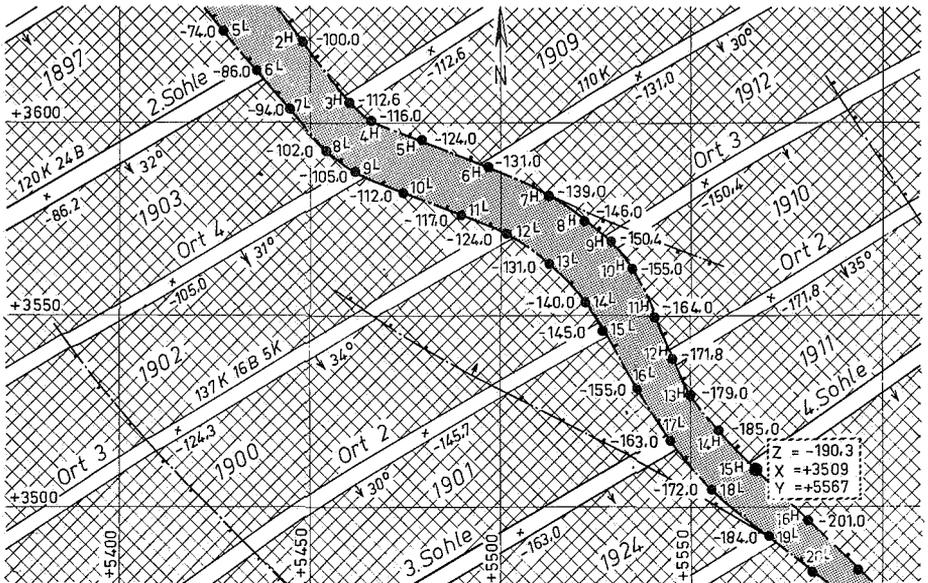
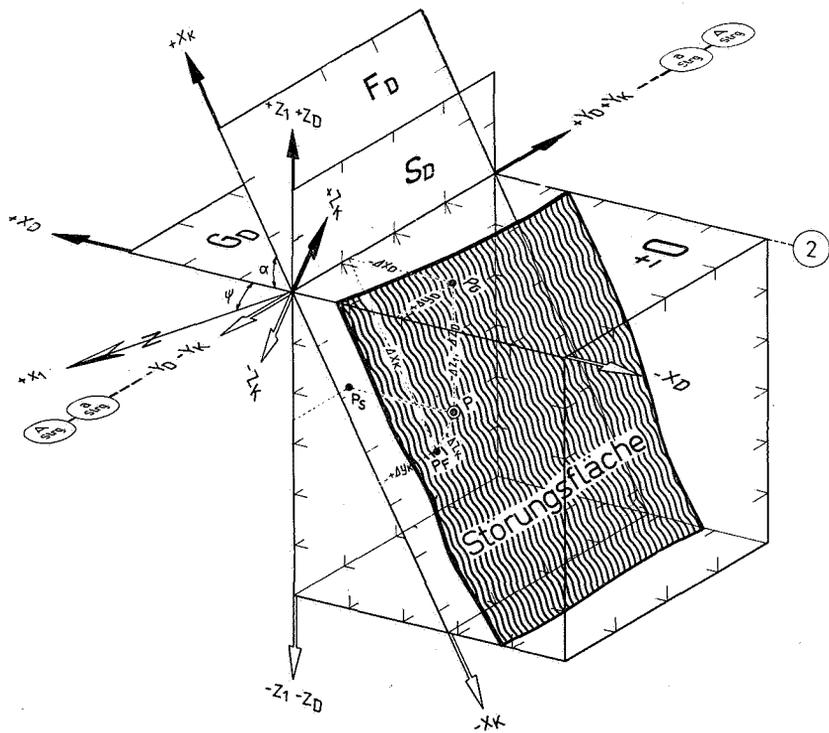


Abb. 9.



Raumkoordinatensystem X_1, Y_1, Z_1 (1. System, Vermessung und Berechnung)

Raumkoordinatensystem X_D, Y_D, Z_D (gedrehtes System mit Drehwinkel ψ um Z_1)

Raumkoordinatensystem X_K, Y_K, Z_K (gekipptes System mit Kippwinkel α um Y_D)

G_D = Projektionsebene des gedrehten Grundrisses

F_D = Projektionsebene des gedrehten Flachrisses

S_D = Projektionsebene des gedrehten Seigerrisses

Abb. 10.

bildungsbedingungen, wird eine Anpassung der Projektionsebene an die Störungsfläche bzw. an den Störungskörper erforderlich. Die analytischen Zusammenhänge der Transformation sind in Abb. 10 erklärt, zugleich ist zu ersehen, welchen Projektionsvorgängen ein auf der Störungsfläche befindlicher Raumpunkt P unterworfen ist. Diesen Grundsätzen entsprechend, erfolgte im Niveau $\pm 0m$ (NN) eine Verschiebung des Koordinatennullpunktes mit den Konstanten a, b , ferner eine Drehung der x -Achse (mit dem Drehwinkel $\Psi = 260^\circ$) und schließlich eine Kippung der Projektionsebene mit

dem Kippwinkel⁴ $\alpha = 75^\circ$. Dieser operative Vorgang führt zu einer gedrehten, orthogonalen Flachrißprojektion mit der Kurzbezeichnung $F_D = 75^\circ$ — auf sie beziehen sich die folgenden kartographischen Bearbeitungen des Störungskörpers. In (31) S. 124 bzw. 128, 129 oder in (2) findet man die hierfür gültige Hauptformelgruppe. Eintragungen über die vorgenommene Transformation enthalten die grundrißlichen Abbildungen 6 und 8 sowie Abb. 7 im Schnitt. Die erste

(4) Entspricht etwa dem mittleren Fallwinkel der Störungsfläche.

Bearbeitungsstufe (Bereitstellung) ist damit abgeschlossen.

3. Salband-Formbeschreibung und -Eigenschaftsbeschreibung

In das flachrißliche Koordinatennetz der Abb. 11 werden die transformierten Raumkoordinaten der Punkte aufgetragen, wodurch die Kreuzlinienformen der Flöze und die geologisch-tektonischen Besonderheiten für die Salbandbeschreibung erhalten worden sind. Auf diesem geometrisch eindeutig fixierten Kreuzlinien-„Gerüst“ fußend, hat unter Ausnutzung geologisch-tektonischer und petrographischer Untersuchungen eine vollständige Salbandbeschreibung stattgefunden. Die Formbeschreibung beruht auf den aus der Transformation erhaltenen Werten $z_1 = t$, $z_K = b$ und $x_D = q$, wobei durch Interpolation und Extrapolation die Wertlinienfelder hervorgehen.

Mit Abb. 11 wird das *hangende Salband* des Störungskörpers in kompletter *Formbeschreibung* und *Salbandbeschreibung* in der F_D -Projektion vorgelegt. Es enthält die Kreuzlinienformen der Flöze Albert bis Sonnenschein, die im Bereich der Salbänder vorliegende Störungstektonik, die Petrographie des Gebirges einschließlich sedimentologisch bedingter Aufspaltungen und Scharungen der Flöze Dickebank 2/Dickebank 1, Wilhelm/Röttgersbank sowie des Versandungsbereiches in Flöz Präsident. Aus der Feinformbeschreibung mit Bankabstandslinien (b-WL) geht hervor, daß es sich bei diesem Salband um eine schwach gewölbte (graphische) Fläche handelt. Im übrigen erlaubt die vorliegende Projektionsart in Verbindung mit den formbeschreibenden Wertlinienfeldern, die exakte Herleitung und Beurteilung jeglicher Lagebeziehungen im Salbandbereich. Das gleiche Arbeitsprinzip kommt für das liegende Salband zur Anwendung. Nachdem die Formbeschreibung und Salbandbeschreibung (hangendes und liegendes Salband) im gleichen Koordinatensystem abläuft, erhält man außerdem eindeutige Lagebeziehungen und Beurteilungsmöglichkeiten zwischen beiden Salbändern.

Vermerk: Der gebotenen Kürze wegen, beschränken wir uns auf Abb. 11. Wir weisen aber darauf hin, daß die Arbeit (2) weitere Abbildungen in farbiger Ausführung enthält, nämlich

- a) Formbeschreibung und Salbandbeschreibung des liegenden Salbandes in der Projektion $F_D = 75^\circ$ (dort als Abb. 23),
- b) Formbeschreibung des Störungskörpers in der G-Projektion (dort als Abb. 24) und
- c) Formbeschreibung des Störungskörpers in der Projektion $F_D = 75^\circ$ (dort als Abb. 25).

Zusammenfassend wird festgestellt, daß die mit der Raumkoordinatenumformung verknüpfte Flächentransformation, günstige projektive Voraussetzungen sowohl für die Formbeschreibung als auch für die Salbandbeschreibung bietet. Die vielfältigen geologisch-tektonischen Feststellungen können im vorgeführten Störungsflachriß unter geometrisch exakten Bedingungen verarbeitet werden. Daraus resultiert ein Optimum an vergleichenden Untersuchungsmöglichkeiten an den Salbändern zur Rekonstruktion der Bewegungsvorgänge sowie anderen wichtigen Feststellungen und zwar in einer bisher unbekanntem Form und Genauigkeit, wie sich leicht mit folgenden Ausführungen beweisen läßt.

4. Eigenschaftsbeschreibungen

Nach Tafel 5 gibt es eine Vielfalt störungskundlicher Sachverhalte, die der Kategorie „Eigenschaftsbeschreibung“ zugeordnet werden. Aus Gründen der gebotenen Kürze treffen wir daher eine Auswahl und stellen nur das Wichtigste in Abbildungen vor.

a) EIGENSCHAFTEN DIE AUS DEM TEKTONISCHEN BEWEGUNGSABLAUF RESULTIEREN

Hierunter fallen in erster Linie Daten der Kinematik, ableitbare geometrische Größen, Daten der Ausrichtung usw. Die im vorigen Abschnitt beschriebene Salbandbeschreibung bildet zu ihrer Erfassung eine wichtige Voraussetzung.

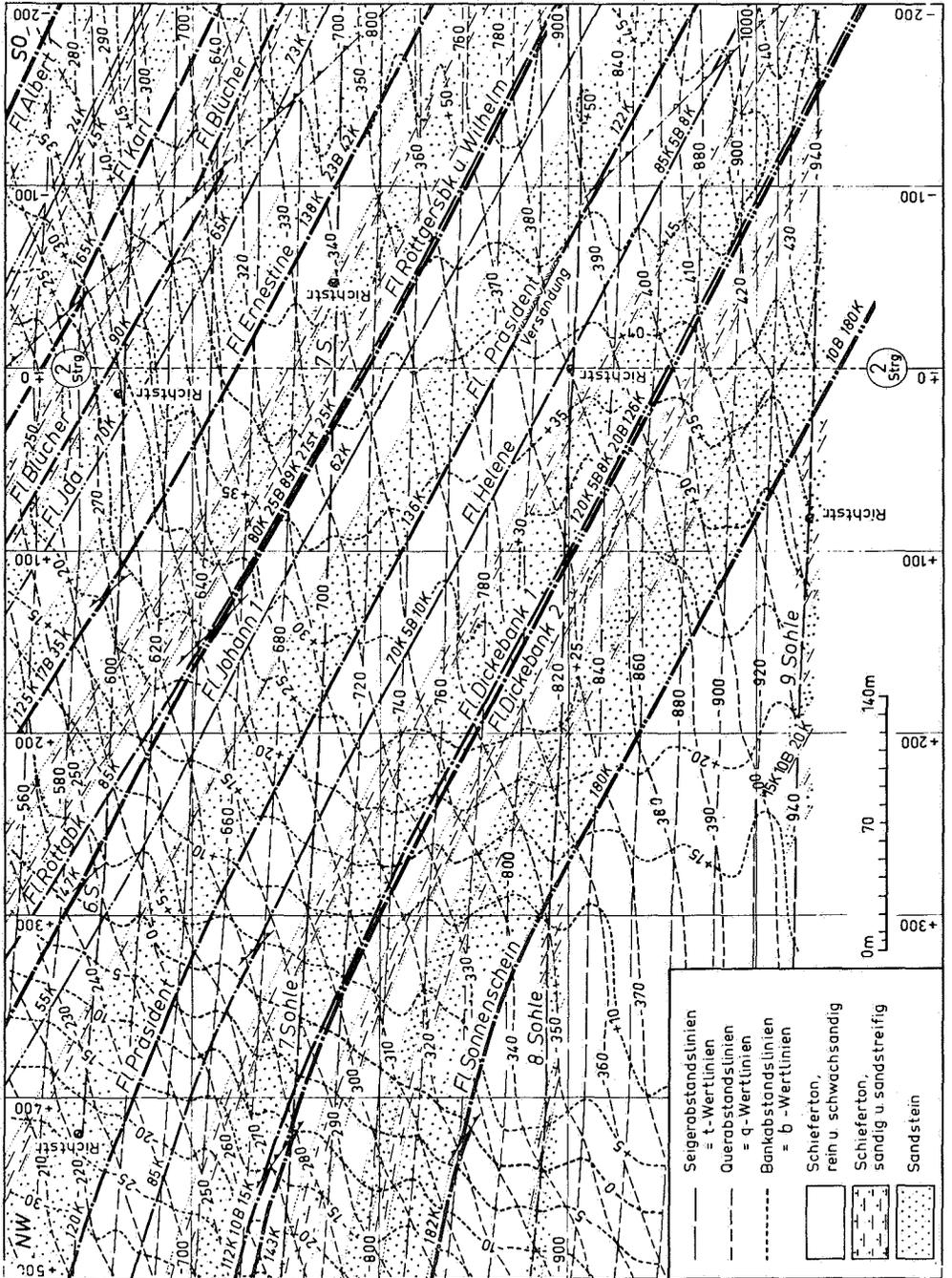


Abb. II.

Kinematische Behandlung

Abb. 12 zeigt das Ergebnis der kartographischen Auswertung kinematischer Daten mit Mitteln der Feldertechnik. Eingezeichnet sind wichtige Aufschlüsse mit identen Merkmalen an Kreuzlinien sowie Salband-Rutschstreifenbeobachtungen zur Rekonstruktion der Bewegungsrichtung und des Bewegungsweges. Die lagemäßig gesicherten Daten sind durch Interpolation in das Kennlinienfeld der Bewegungsrichtung ($= R_{BEW}$) und in das Wertlinienfeld des flachen Bewegungsweges ($= I_{BEW}$) umgesetzt worden. Nähere Mitteilungen zur Konstruktion in (7) S. 50, 51. Aus Abb. 12 geht hervor, daß im linken Bildbereich R_{BEW} etwa 125° beträgt (also parallel zu den Kreuzlinien verläuft) und im Bereich der 9. Sohle auf 195° bis 200° anwächst. I_{BEW} hat links unten einen Betrag von 10 m bis 15 m, der in südöstlicher Richtung bis auf 70 m zunimmt.

Mit vorliegendem Störungsfachriß wird deutlich, daß durch Anwendung neuzeitlicher kartographischer Ausdrucksmittel ein ausgezeichnet klarer Einblick in die kinematischen Zusammenhänge erhalten wird. Auf Grund seiner beachtlichen Aussagekraft in Verbindung mit visuell und synoptisch wirkenden Vorteilen, dürften Projektionen dieser Art zu einem hervorragenden Mittel bei der *Analyse tektonischer Bewegungsvorgänge* werden. Wir glauben sagen zu können, daß andere Verfahren und Methoden (traditionelle, moderne Gefügestatistik usw.) zu derartigen übersichtlichen und klaren Auskünften wohl kaum in der Lage sind.

Behandlung der an den störungsfallenden Schnitt gebundenen Verwurfsdaten

In der bergmännischen Praxis und bei speziellen tektonischen Störungsbearbeitungen finden Daten, die an den störungsfallenden Schnitt gebunden sind, allgemeine Verwendung, obwohl das Abbild des Bewegungsvorganges nur nach Art der Abb. 12 richtig sein kann. Begrifflich handelt es sich hierbei um die „flache Verwurfsweite“ sowie um die hieraus resultierende seigere (lotrechte) und söhliche Komponente. Die folgenden Ab-

bildungen zeigen ihre kartographische Behandlungsweise.

Flache Verwurfsweite I_{FALL}

Sie wird über das Kennlinienfeld R_{FALL} der Formbeschreibung und aus dem Längenabstand identer Kreuzlinien erhalten. Bei genügender Parallelität von Störungsfläche und F-Projektionsebene kann $I_{FALLF} = I_{FALL}$ gesetzt werden. (Hinweis in (7) S. 37-43 und S. 53,54). Das Ergebnis dieser Bearbeitung zeigt Abb. 13 mit eingetragenen Wertlinienfeld der *flachen Verwurfsweite* $= I_{FALL}$ in 2-m-Stufung. Dem kartographischen Inhalt ist zu entnehmen, daß sich im Feld links oben der Nullrand der Störungswirkung befindet und I_{FALL} in südöstlicher Richtung zunimmt; im Schnittpunkt 9. Sohle ($- 940$ m) mit der Ordinate $- 200$ m beträgt I_{FALL} bereits 68 m. Weiterhin lehrt Abb. 13, daß nicht immer die Berechtigung zur Übertragung von I_{FALL} von einem höheren Flöz auf ein tieferes Flöz (oder auch umgekehrt) gegeben ist.

Seigere Komponente t_{FALL} (der flachen Verwurfsweite)

Abb. 14 enthält das Wertlinienfeld t_{FALL} . Die Ermittlung der Daten für das Wertfeld läuft unmittelbar über das formbeschreibende t -Wertlinienfeld der Salbänder ab. Mit dieser Abbildung wird ebenfalls ein guter Einblick in die räumliche Veränderung der seigeren Komponente erhalten — sie erreicht einen Betrag von 56 m am Schnittpunkt 9. Sohle und der Ordinate $- 200$ m. Auch hier wird deutlich, daß die Übertragung von t_{FALL} von Flöz zu Flöz selten zulässig ist. (Hinweis in (7) S. 54, 55).

Söhliche Komponente SO_{FALL} (der flachen Verwurfsweite)

Abb. 15 zeigt das Wertlinienfeld SO_{FALL} in 2-m-Stufung. Die hierzu erforderlichen Daten werden über das formbeschreibende q -Wertlinienfeld der Salbänder erhalten. Der Verlauf der Wertlinien ist hier wesentlich unregelmäßiger, was mit unterschiedlichen Fallwinkeln und söhlichen Mächtigkeitenänderungen des Störungskörpers in ursäch-

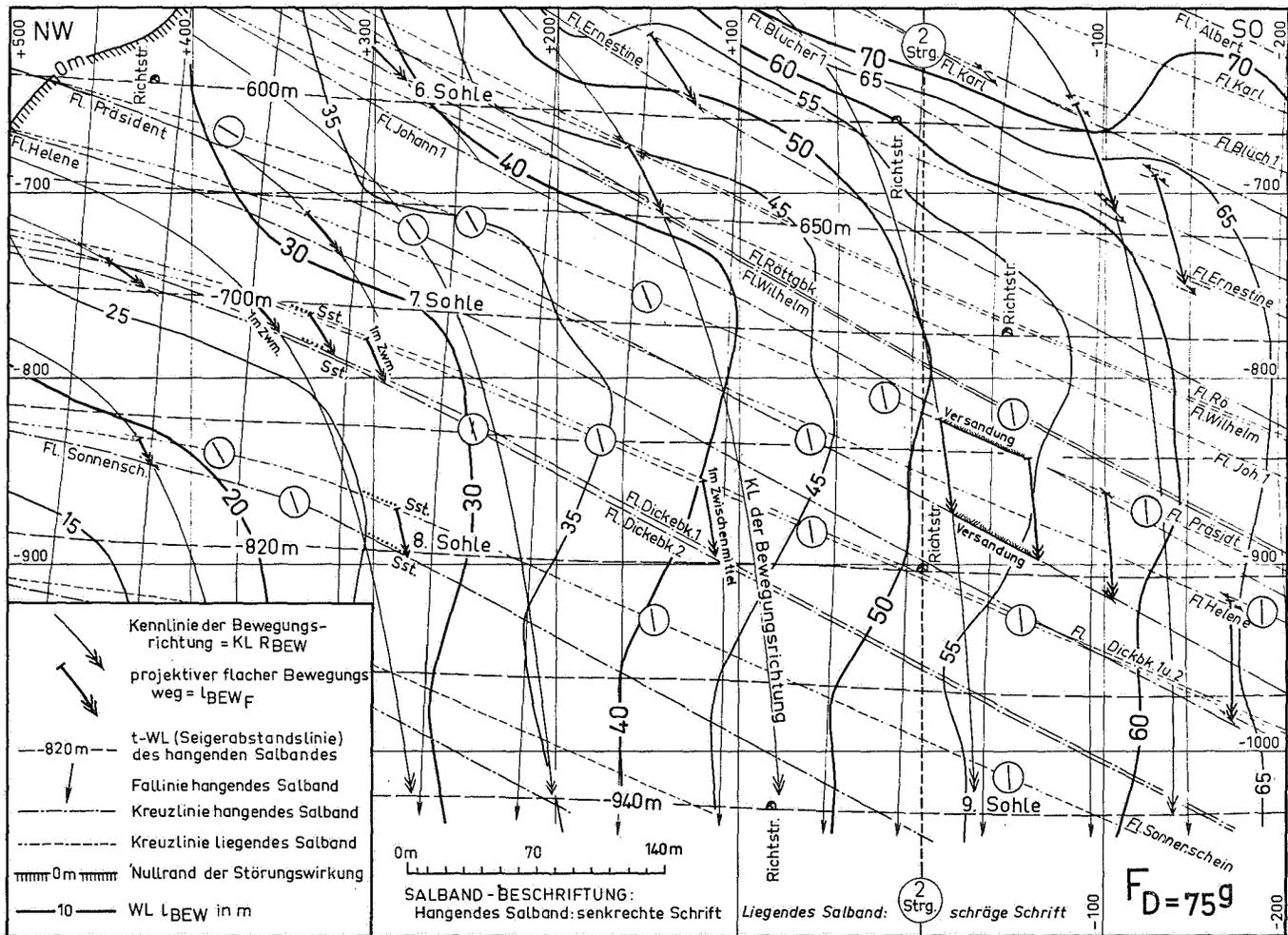


Abb. 12.

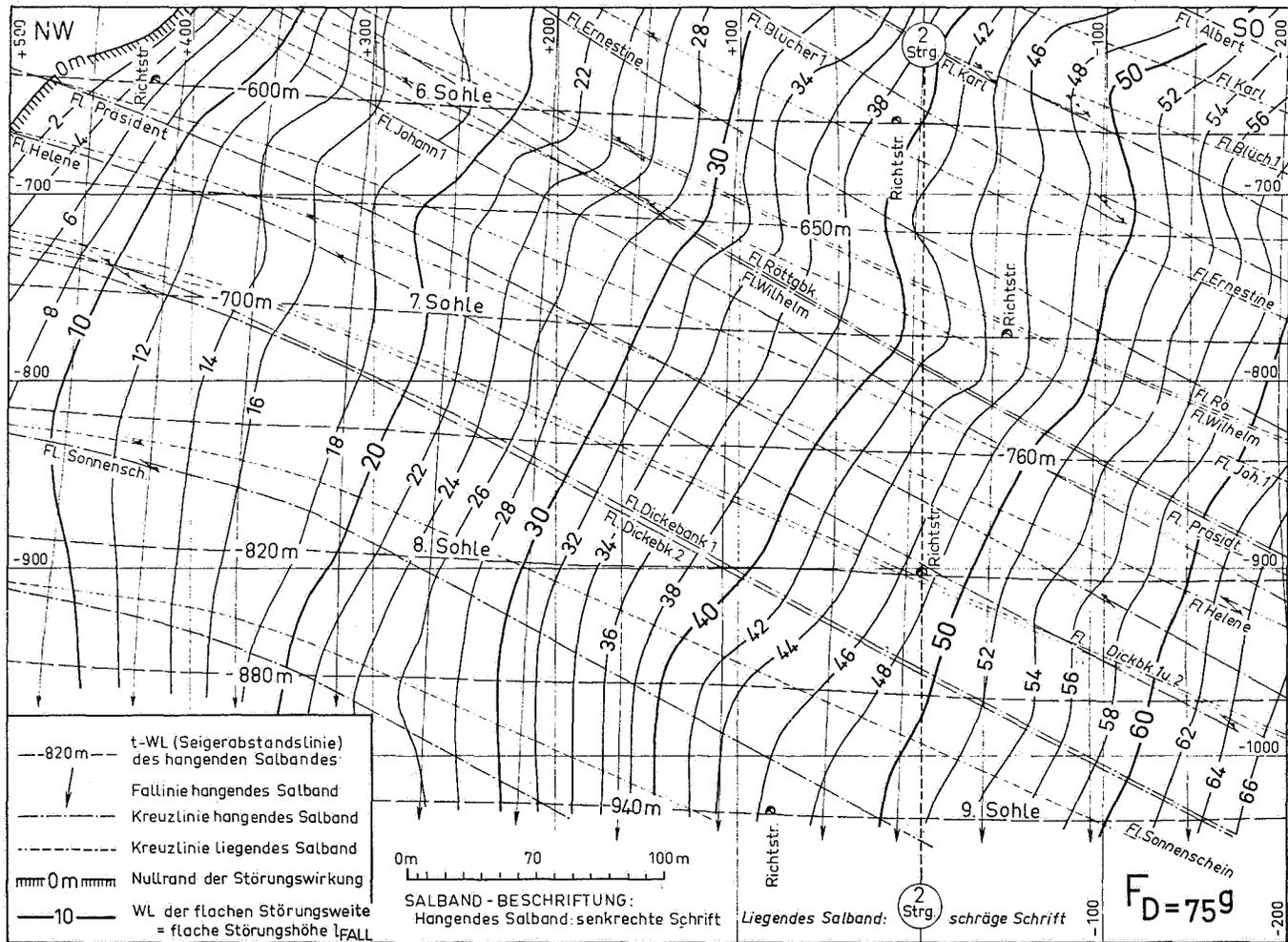


Abb. 13.

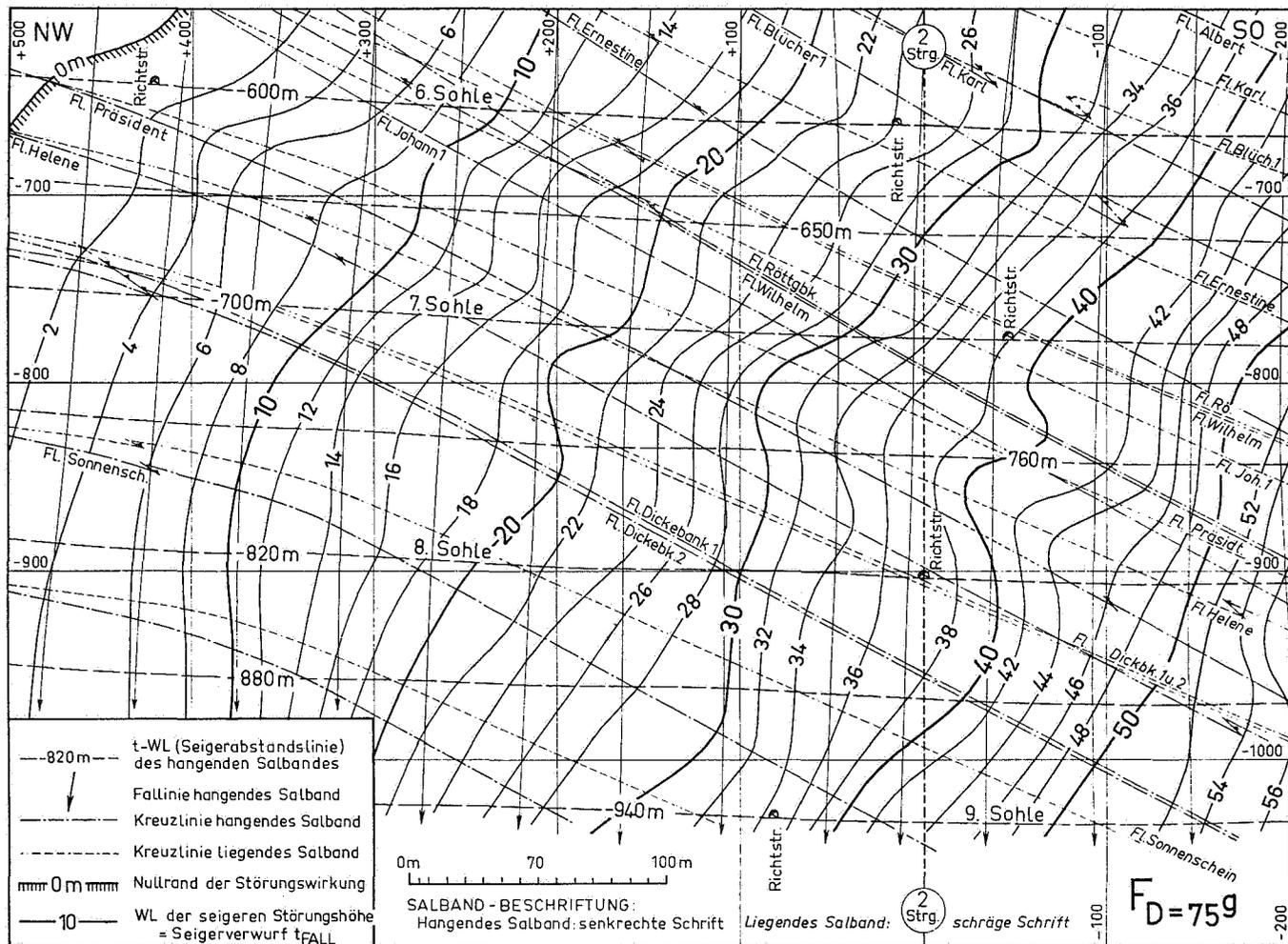


Abb. 14.

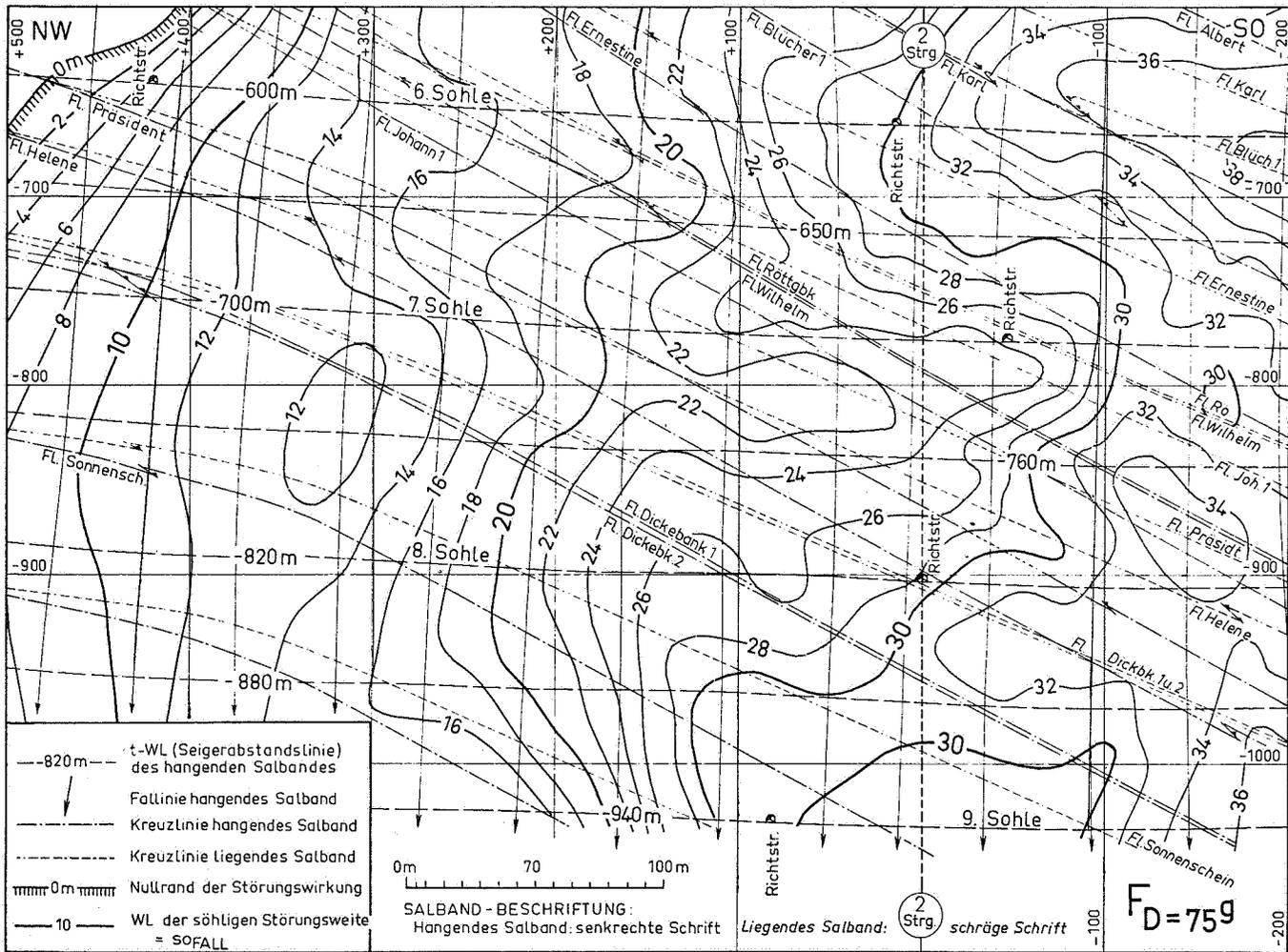


Abb. 15.

lichem Zusammenhang steht. Abb. 15 weist aus, daß sich das Maximum von SO_{FALL} (im Rißausschnitt) zu 38 m im Bereich der Abszisse — 700 m/Ordinate — 200 m befindet.

Weitere Hinweise über Verwurfsdaten in Tafel 5 (mittlere Spalte, oben).

Ermittlung der Ausrichtungsdaten

Fragen der Ausrichtung von Lagerstätten können unmittelbar aus der im Störungsriß erkennbaren *Lage der Kreuzlinien* in Verbindung mit den Wertlinienfeldern der Salband-Formbeschreibung beantwortet werden. Nach Tafel 5 (mittlere Spalte) kann es sich um die mit Kurzzeichen versehenen *Ausrichtungslängen* (Wertfelder) 1_{FALL} , 1_{STR} , 1_{KURZ} , t_{FALL} , t_{KURZ} , SO_{FALL} handeln, die nach vorgenannten Methoden in Wertlinienfelder überzuführen sind. Die inhaltliche Form entspricht völlig den vorigen Abbildungen, nämlich Abb. 13 für 1_{FALL} , Abb. 14 für t_{FALL} und Abb. 15 für SO_{FALL} . In (7) S. 57 ist die Entnahme verschiedener Ausrichtungsdaten aus Störungsflachrisen näher erläutert und es wird auf die möglich gewordene, gut gesicherte Lagerstätten-Projektierung für bergmännische Planungsaufgaben hingewiesen.

b) EIGENSCHAFTEN DES STÖRUNGSKÖRPERS (Störungsfüllmasse, Gangfüllmasse)

Die kartographische Eigenschaftsbeschreibung der Störungsfüllmasse ist nur auf solche Fälle beschränkt, wo durch den Bewegungsvorgang und unter bestimmter Voraussetzung eine Ausfüllung von Störungsspalten möglich war. Meist handelt es sich um Querstörungen mit verschiedentlichen Aufstiegswegen hydrothermalen Lösungen, wobei die aufgerissene Störungsspalte (Schlot) als Raum für die Mineralisation gedient hat. Damit tritt eine *Vielfalt von Eigenschaften* in Erscheinung, die sich in Tafel 5 nur andeuten ließen.

Bei wenig- oder nichtmineralisierten Störungskörpern erlangen aber auch Untersuchungen über die Wasser- und Gasführung sowie der Gebirgstemperatur Bedeutung; handelt es sich doch hier um Fragen der Sicherheit, des Grubenklimas und anderer hiermit verknüpften Erscheinungen. Erwähnt

seien hier nur die räumliche Erfassung der Mineralisationen, Abgrenzung der Zubringer, die Erfassung und Verteilung der Mengen nach geometrischen, stofflichen (mineralogisch, chemisch, geochemisch), wirtschaftlichen und anderen Aspekten; siehe (1) Tafel 2, (20) Tafel S. 519.

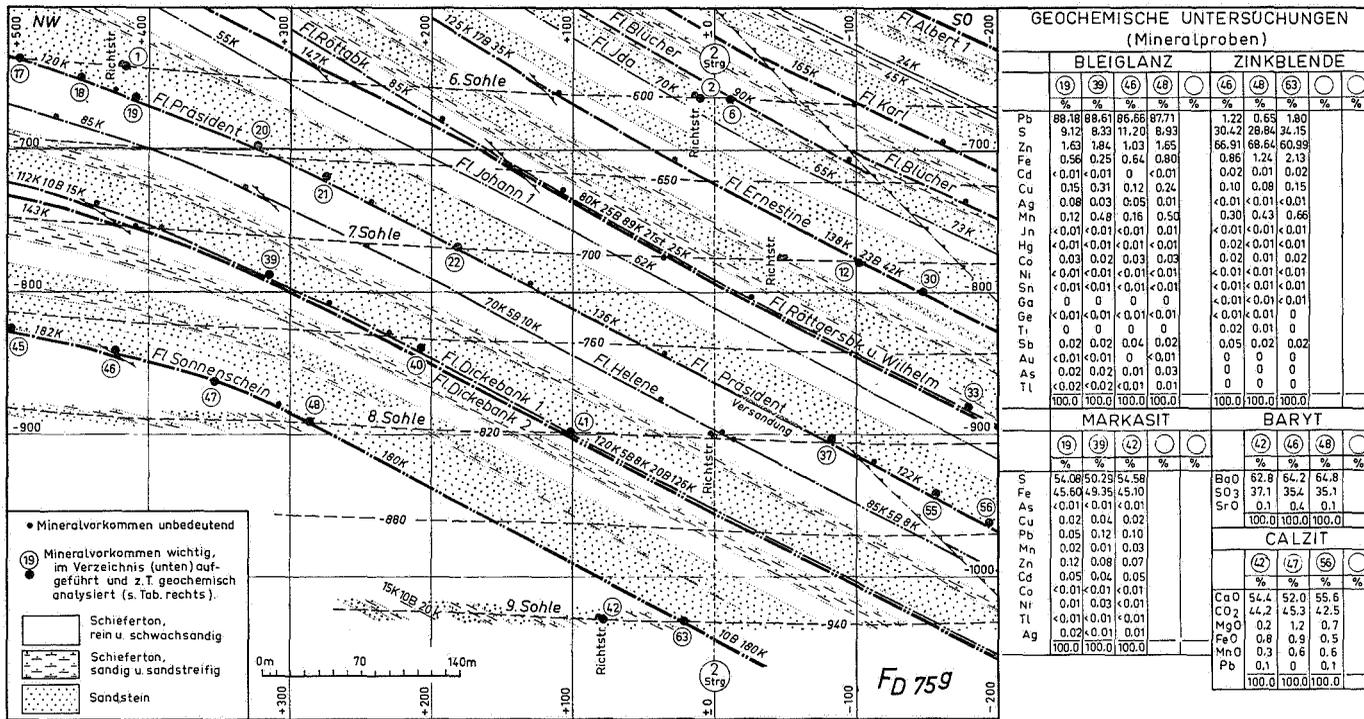
Die angeschnittenen Aufgaben lassen sich nunmehr mit den neuzeitlichen leistungsfähigen kartographischen Mitteln exakt, klar und übersichtlich behandeln. Wir wollen das an Hand des gewählten Störungskörpers mit drei Beispielen belegen.

Mächtigkeit des Störungskörpers

Abb. 16 vermittelt die *bankrechte Mächtigkeit* des Störungskörpers im M-Wertlinienfeld mit Stufungen von 2 m. Die Ermittlung läuft über die Formbeschreibung des liegenden und hangenden Salbandes unter Nutzung des b-Wertlinienfeldes einerseits und der gegebenen Deckungsgleichheit des Koordinatennetzes andererseits, wobei durch einfache Differenzbildung (WL-Rechnung) die lokale Mächtigkeit erhalten wird. Die in Abb. 16 eingetragenen M-Wertlinien weisen aus, daß die Mächtigkeit im überwiegenden Bereich < 10 m beträgt, jedoch örtlich bis auf 15 m ansteigt. Da sich in der F-Projektion die Vorteile der Flächentransformation auswirken, besteht allgemein die Möglichkeit zur genauen Volumenermittlung über das M-WL-Feld, gegebenenfalls durch Ausgrenzung von Bereichen mit wirtschaftlich interessanter Mineralfazies in Gangkörpern.

Bearbeitungsmöglichkeiten hydrologisch-hydrochemischer Art

Die Vorteile der neuen kartographischen Arbeitsweise können ebenso bei *hydrologischen* Aufgaben voll ausgenutzt werden. Das beginnt mit der genauen Lokalisierung der *Wasseraustrittsstellen* oder von *Gasbläsern* in Verbindung mit der Petrographie des Nebengesteins in Störungsspalten und führt hin bis zur rißlichen Speicherung hydro- und geochemischer Untersuchungsergebnisse sowie anderer Beobachtungen und Feststellungen. Abb. 18 vermittelt einen derartigen


GEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN
 (Mineralproben)

	BLEIGLÄNZ				ZINKBLENDE					
	(19)	(39)	(45)	(48)	(45)	(48)	(63)	(66)	%	%
Pb	88.18	88.61	86.66	87.71	1.22	0.63	1.80			
S	9.12	8.33	11.20	8.93	30.42	28.84	34.15			
Zn	1.63	1.84	1.03	1.65	66.91	68.64	60.99			
Fe	0.56	0.25	0.64	0.80	0.86	1.24	2.13			
Cd	<0.01	<0.01	0	<0.01	0.02	0.01	0.02			
Ag	0.08	0.03	0.05	0.11	0.10	0.08	0.15			
Mn	0.12	0.48	0.16	0.50	<0.01	<0.01	<0.01			
Jn	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.30	0.43	0.66			
Hg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			
Co	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02			
Ni	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			
Sn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01			
Ge	0	0	0	0	<0.01	<0.01	<0.01			
Ga	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0			
Tl	0	0	0	0	0.02	0.01	0			
Sb	0.02	0.02	0.04	0.02	0.05	0.02	0.02			
Au	<0.01	<0.01	0	<0.01	0	0	0			
As	0.02	0.02	0.01	0.03	0	0	0			
Tl	<0.02	<0.02	<0.01	0.01	0	0	0			
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			

	MARKASIT				BARYT			
	(19)	(39)	(42)	(66)	(42)	(46)	(48)	(66)
S	54.08	50.29	54.58		BaO	62.8	64.2	64.8
Fe	45.80	49.76	45.10		SO ₃	37.1	35.4	35.1
Ag	<0.01	<0.01	<0.01		SiO ₂	0.1	0.4	0.1
Cu	0.02	0.04	0.02			100.0	100.0	100.0
Pb	0.05	0.12	0.10		CALZIT			
Mn	0.02	0.01	0.03		(42)	(47)	(56)	
Zn	0.12	0.08	0.07		%	%	%	
Cd	0.05	0.04	0.05		CaO	54.4	52.0	55.6
Co	<0.01	<0.01	<0.01		CO ₂	44.2	45.3	42.5
Ni	0.01	0.03	<0.01		MgO	0.2	1.2	0.7
Tl	<0.01	<0.01	<0.01		FeO	0.8	0.9	0.5
Ag	0.02	<0.01	0.01		MnO	0.3	0.6	0.5
	100.0	100.0	100.0		Pb	0.1	0	0.1
						100.0	100.0	100.0

Vorkommen und Verteilung der wichtigsten MINERALIEN (nach Häufigkeit ihres Auftretens)

- ① mehrere 2-10cm br Spalten u Klüfte, wasserführend (WPr 2) Ca u Ba mit Mo, Py, Ank, etwas Pb u Cu.
- ② mehrere 2-5cm br Klüfte, wasserführend (WPr 3). Ca u Ba mit Py, Ma u Cu.
- ③ mehrere 1-2cm br Klüfte. Ca und Ba mit Ma und Py.
- ④ mehrere 2-5cm br Klüfte mit Ca und Ba sowie Py, Ma, Cu u Ank.
- ⑤ mehrere 2-8cm br Klüfte u Spalten, wasserführend (WPr 1) Ca u Ba mit Ma, Py, etwas Cu u Pb.
- ⑥ 5cm br Kluft, wasserführend. Ba u Ca mit Ma, Py u Pb (Kristalle <10mm).
- ⑦ 3-5cm br Klüfte, wasserführend. Ba, Ca u Oz mit Ma, Pb (Kristalle 15mm), Py u Ank.
- ⑧ mehrere 2-5cm br Klüfte u Spalten, wasserführend. Ba u Ca mit Ma, Pb, Py u Ank.
- ⑨ 3cm br Kluft, wasserführend. Ba, Ca u Oz mit Ma, Pb (Kristalle <10mm), Py, Ank u Cu.
- ⑩ mehrere 5-8cm br Klüfte, wasserführend (WPr 4) Ca, Ba u Oz mit Ma, Pb, Cu und Ank.
- ⑪ 3cm br Kluft, wasserführend. (WPr 6) Ca mit Ma, Ank, Py.
- ⑫ mehrere 2-5cm br Klüfte, wasserführend. (WPr 12) Ca u Ba mit Ma, Pb (Kristalle <5mm), Py, Cu.
- ⑬ mehrere 2-4cm br Klüfte, wasserführend (WPr 11). Ca, Ba u Oz mit Ma, Py, Ank, Cu.
- ⑭ mehrere 1-6cm br Klüfte Ba, Ca u Oz mit Ma, Py, Pb (Kristalle <15mm), Ank
- ⑮ 4cm br Kluft, wasserführend (WPr 8) Ba, Ca mit Ma, Pb, Ank, Py
- ⑯ mehrere 2-5cm br Klüfte, wasserführend (WPr 9) Ba, Ca mit Ma, Pb (Kristalle <18mm), Py, Ank, Zn
- ⑰ mehrere 15-30cm br Spalten u Klüfte, wasserführend. (WPr 13) Ba, Oz u Ca mit Pb (Kristalle <20mm), Ma, Py, Zn.
- ⑱ mehrere 8-10cm br Klüfte, wasserführend. Ba, Ca u Oz mit Pb (Kristalle <15mm), Ma, Py, Zn, Ank.
- ⑲ 5cm br Kluft, wasserführend. Ba, Oz u Ca mit Pb (Kristalle <23mm), Ma, Zn, Ank
- ⑳ mehrere bis zu 5cm br Klüfte. Ba, Oz u Ca mit Pb (Kristalle <15mm), Ma, Zn, Ank.
- ㉑ mehrere 5-8cm br Klüfte, wasserführend (WPr 7). Ba, Ca u Oz mit Ma, Pb (Kristalle <20mm), Zn, Ank.
- ㉒ 2-4cm br Klüfte, wasserführend. Ca u Ba mit Mo, Py u Ank.
- ㉓ mehrere 1-5cm br Klüfte, wasserführend (WPr 14). Ca u Ba mit Ma, Ank, Pb (Kristalle <5mm), Py.
- ㉔ mehrere 10-14cm br Klüfte, wasserführend. Ba, Ca u Oz mit Pb (Kristalle <20mm), Ma, Py, Zn u Ank.

Störungsflachriß mit zahlreichen Analysendaten. Sofern letztere den Fundpunkten im Riß zugeordnet werden, entstehen W-Felder und durch Inter- bzw. Extrapolation die WL-Felder. In Abb. 18 können aber auch Eintragungen über den Gefährdungsgrad der Wasseraustrittstellen unter Angabe der Zuflußmenge in m^3 oder in m^3/min , über die Zuflußrichtungen (nach Durchführung von Färbversuchen), über die Temperaturverteilung (WL-Isothermen) und vieles andere mehr, erfolgen. Schon wegen dieser aktuellen *sicherheitlichen Aspekte*, und ihrer exakten umfassenden kartographischen Behandlung, dürfte den Störungsflachriß erhöhte Bedeutung zukommen.

c) DIE PETROGRAPHISCHE SALBANDBESCHREIBUNG ALS MITTEL ZUR ABGRENZUNG VON GEFAHRENBEREICHEN

Aus bergmännisch-praktischen Erfahrungen ist bekannt, daß tektonische Störungen in verschiedenen stratigraphischen Horizonten teils trocken, teils wasserführend angetroffen werden. Es können offene Spalten, Hohlräume (\pm geringen Ausmaßes) vorliegen, die als Reservoir und für die Zirkulation in Betracht zu ziehen sind. Es stellt sich die Frage nach der bestmöglichen Erfassung und einer vorausschauenden Ab- bzw. Ausgrenzung der zur Hohlraumbildung neigenden Gesteine, weil hier die Wahrscheinlichkeit der Wasserführung bzw. — speicherung am größten ist. Hier können aber auch gefährliche Gasansammlungen vorliegen. Es handelt sich also um Fragen betrieblich-sicherheitlicher Art und wirtschaftlicher Bedeutung.

Die Aufgabenstellung ist nur über eine kartographische Behandlung lösbar, und zwar mit den projektiven Vorteilen der F-Projektion. Grundlage bildet die petrographische Beschreibung des liegenden und hangenden Salbandes (s. Abb. 11), wobei über das vorhandene Koordinatennetz projektive Deckungsgleichheit erzielt wird. Je nach Faltungstektonik und den tektonischen Bewegungsvorgängen der Gebirgskörperteile entlang der als Scherfläche aufgerissenen Trennfluge, entstehen verschiedenste Formen

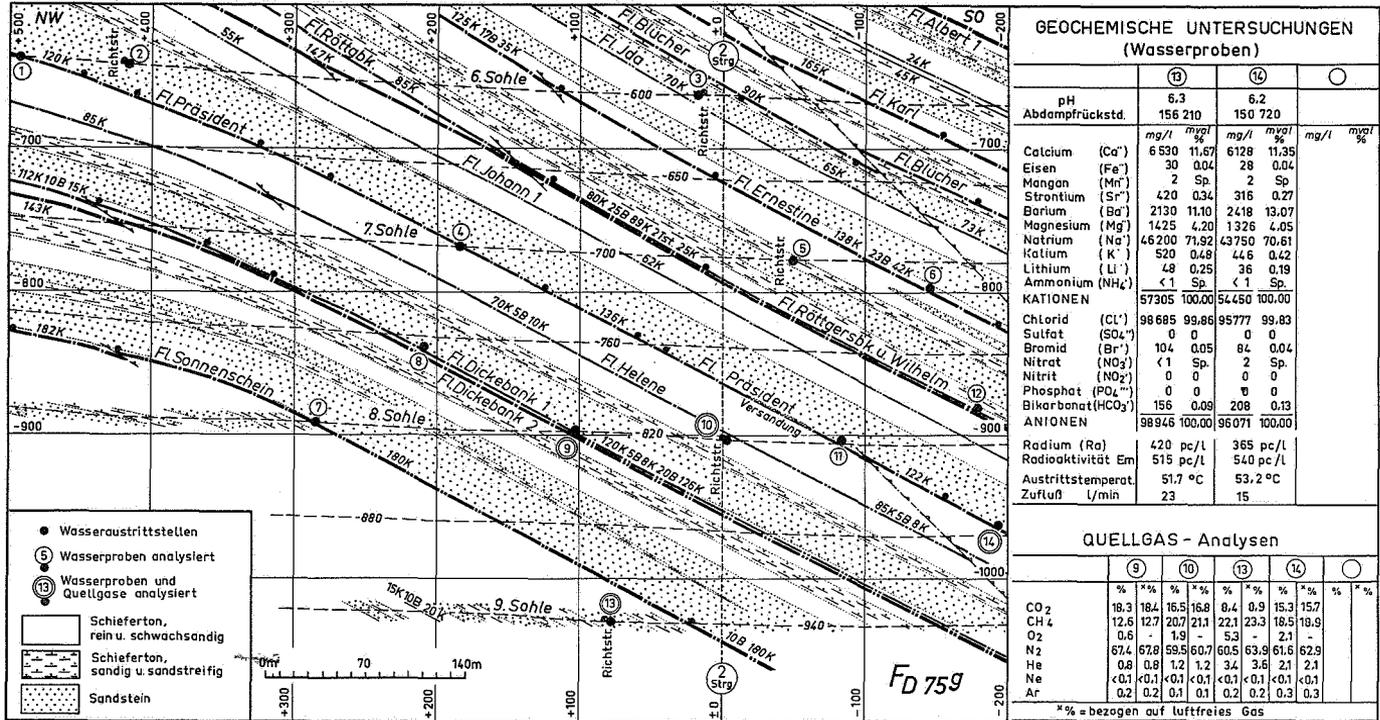
gleicher und ungleicher petrographischer Faziesbereiche.

Abb. 19 zeigt das Resultat der kartographischen Bearbeitung, das die Bezeichnung *Salband-Petrogramm* erhalten hat. Man erkennt in aller Deutlichkeit und Klarheit die petrographischen Faziesbereiche über die gesamte Fläche, wobei die Symbole in der Zeichenerklärung nähere Auskünfte erteilen. Kräftig hervorgehoben sind Bereiche mit „dualer“ Sandsteinführung (Sandstein am liegenden und zugleich am hangenden Salband), die als potentielle Gefahrenbereiche für Wasser- und/oder Gasansammlungen oder als kommunizierendes Gefahrensystem im Hinblick bergmännischer Durchörterung oder sonstiger Annäherung (z.B. Abbaustrecken, Abbau usw.) besondere Beachtung verdienen. Weitere Einzelheiten in (7) S. 62 bis 64.

5. Zur kartographischen Behandlung der Störungstektonik mit trajektoriiellen Vektoren

In jüngster Zeit sind von O. HAIBACH *Vektorfelder* (18, 19, 21) als Arbeitsmittel der „Darstellenden Geometrie der Lagerstätte“ in das neuzeitliche Rißwesen eingeführt worden. Ihr Standort ist in der Sequenz der Feldertechnik (Tafel 4) verankert. Im Vordergrund steht hierbei die leichte und sichere Entnahme verschiedenster geometrischer Daten, die implizit in der Formbeschreibung und Eigenschaftsbeschreibung mit Wertlinien und Kennlinien in den neuzeitlichen Projektionen enthalten sind und mittels Vektor-Nomogrammen auf einfache Weise den genannten Rissen entnommen werden. Im Rahmen der Formbeschreibung gelangen formbeschreibende Vektor- bzw. Trajektorienfelder und bei der Eigenschaftsbeschreibung, eigenschaftsbeschreibenden Vektor- bzw. Trajektorienfelder zur Anwendung.

In der Arbeit (7) haben wir auch über die Nutzung trajektoriiellen Vektoren auf dem Gebiet der Störungstektonik berichtet und festgestellt, daß man störungskundliche Sachverhalte mit dieser neuer Arbeitsmethode



GEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN (Wasserproben)

	⑬	⑭	○
pH	6,3	6,2	
Abdampfdruckstd.	156 210	150 720	
Calcium (Ca ⁺⁺)	6530 11,67	6128 11,35	
Eisen (Fe ⁺⁺)	30 0,04	28 0,04	
Mangan (Mn ⁺⁺)	2 Sp.	2 Sp.	
Strontium (Sr ⁺⁺)	420 0,34	316 0,27	
Barium (Ba ⁺⁺)	2130 11,10	2418 13,07	
Magnesium (Mg)	1425 4,20	1326 4,05	
Natrium (Na)	46200 71,92	43750 70,61	
Kalium (K)	520 0,48	446 0,42	
Lithium (Li)	4,8 0,25	3,6 0,19	
Ammonium (NH ₄ ⁺)	< 1 Sp.	< 1 Sp.	
KATIONEN	57305 100,00	54450 100,00	
Chlorid (Cl ⁻)	98685 99,86	95777 99,83	
Sulfat (SO ₄ ⁼⁼)	0 0	0 0	
Bromid (Br ⁻)	104 0,05	84 0,04	
Nitrat (NO ₃)	< 1 Sp.	2 Sp.	
Nitrit (NO ₂)	0 0	0 0	
Phosphat (PO ₄ ⁼⁼)	0 0	0 0	
Bikarbonat(HCO ₃ ⁻)	156 0,09	208 0,13	
ANIONEN	98946 100,00	95071 100,00	
Radium (Ra)	420 pc/l	365 pc/l	
Radioaktivität Em	515 pc/l	540 pc/l	
Austrittstemperat.	51,7 °C	53,2 °C	
Zufluß l/min	23	15	

QUELLGAS - Analysen

	⑨	⑩	⑬	⑭	○			
CO ₂	18,3	18,4	16,5	16,8	8,4	0,9	15,3	15,7
CH ₄	12,8	12,7	20,7	21,1	22,1	23,3	18,5	18,9
O ₂	0,6	1,9	—	—	5,3	—	—	—
N ₂	67,4	67,8	59,5	60,5	60,5	63,9	61,6	62,9
He	0,8	0,8	1,2	1,2	3,4	3,6	2,1	2,1
Ne	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ar	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3

*% = bezogen auf luftfreies Gas

GEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN von WASSERPROBEN (Teilanalysen)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	○	○	○
pH	7,0	6,8	7,0	6,7	6,7	6,6	6,5	6,3	6,5	6,3	6,4	6,4			
Abdampfdruckstd.	116 480	122 710	120 500	124 200	126 150	116 810	163 420	148 950	163 400	147 620	163 450	150 200			
Na ⁺	33 741 80,0	35 351 84,2	35 098 85,0	38 200 82,4	37 145 80,9	36 870 83,3	45 560 81,3	43 595 81,2	44 150 80,3	42 050 81,4	44 870 80,3	43 880 79,8			
Mg ⁺⁺	1 743 7,8	1 006 4,5	981 4,5	1 134 4,6	1 262 5,2	1 166 5,0	1 267 4,3	1 365 4,8	1 103 4,0	1 367 5,0	1 477 5,0	1 395 4,8			
Ca ⁺⁺	4 180 11,4	3 946 10,8	3 664 10,2	4 840 12,0	4 990 12,5	4 200 10,9	6 420 13,2	5 930 12,7	6 528 14,5	5 440 12,1	6 620 13,2	6 511 13,6			
Ba ⁺⁺	1 010 0,9	632 0,5	371 0,3	1 387 1,0	1 923 1,4	1 057 0,8	2 005 1,2	2 098 1,3	1 854 1,2	2 321 1,5	2 507 1,5	2 960 1,8			
Cl ⁻	64 530 99,8	64 710 99,8	63 260 99,8	71 100 99,8	70 210 99,7	67 900 99,7	85 460 99,3	82 370 99,4	79 430 99,5	79 080 99,8	85 640 99,8	84 220 99,6			
SO ₄ ⁼⁼	96 0,1	179 0,2	86 0,1	0 0	96 0,1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0			
HCO ₃ ⁻	110 0,1	0 0	122 0,1	121 0,2	367 0,2	354 0,3	1 039 0,7	856 0,6	690 0,5	275 0,2	293 0,2	587 0,4			
Austrittstemper. °C	44	42	43	45	47	46	48	47	48	49	48	47			
Zufluß l/min	20	5	10	10	20	15	18	10	6	5	12	17			

Abb. 18.

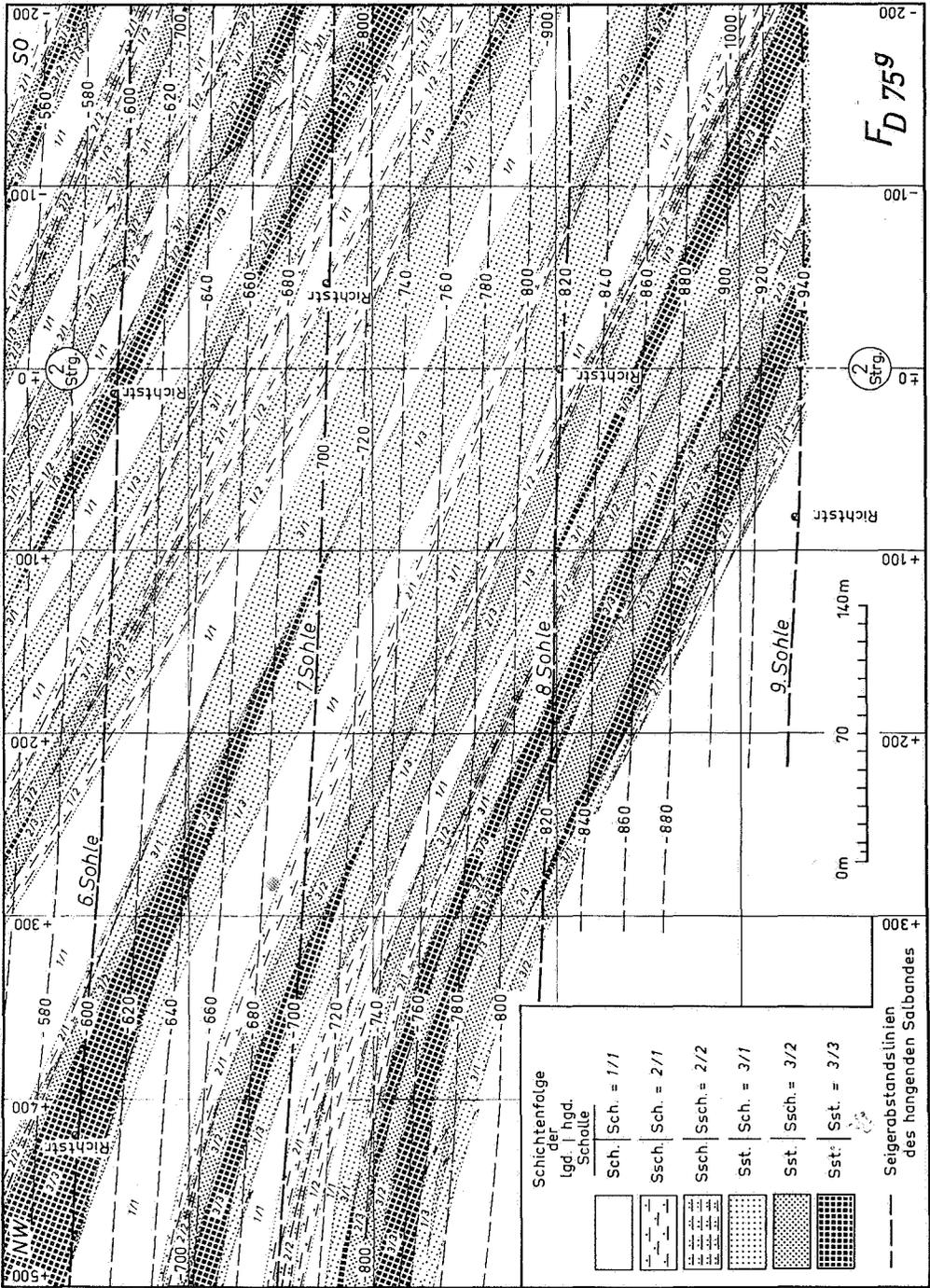


Abb. 19.

ebenso gut abhandeln kann. Wegen des bereits beachtlichen Umfangs der vorliegenden Abhandlung, beschränken wir uns auf diese kurze Mitteilung und verweisen auf die Abbildungen und Ausführungen in der Arbeit (7).

IV. *Schlußbemerkung*

Mit den bahnbrechenden Arbeiten von O. HAIBACH (s. Literaturverzeichnis) wird über die mit der Raumkoordinatenumformung verknüpften Transformation graphischer Flächen der Weg zur *umfassenden* kartographischen Behandlung störungskundlicher Sachverhalte frei. Die hiermit entstandene neuartige Reißtechnik in Verbindung mit der formbeschreibenden und eigenschaftsbeschreibenden Feldertechnik — in welcher

Wertfelder, primäre Wertlinienfelder, Vektor- und Trajektorienfelder, sekundäre Wertlinienfelder, Kennlinien- und Kennwertfelder eine große Rolle spielen — führt zu Störungsrissen mit beachtlichem quantitativ-qualitativem Aussagevermögen und einer jederzeitigen Aussagebereitschaft zur Lösung betrieblicher und sicherheitlicher Aufgaben.

Die in dieser Arbeit vorgeführten Beispiele legen Zeugnis von einem hohen Leistungsgrad der neuartigen kartographischen Behandlung⁵ der Störungstektonik ab und lassen den nicht zu übersehenden Fortschritt gegenüber der traditionellen Bearbeitungsweise erkennen.

(⁵) Für besonders interessierte Leser, die sich mit den neueren kartographischen Grundlagen, Verfahren und Methoden intensiver beschäftigen wollen oder müssen, befinden sich die wichtigsten Quellen im ausführlichen Schrifttumsverzeichnis.

SCHRIFTTUM

- (1) BURGER, K.: Betrachtungen zur Form- und Eigenschaftsbeschreibung tektonischer Störungsflächen und Störungskörper. *M.a.d.M.* 1966, 73, S. 99-111.
- (2) BURGER, K.: Zur Formbeschreibung tektonischer Störungsflächen und Störungskörper. *M.a.d.M.* 1969, 76, S. 1-53.
- (3) BURGER, K.: mit einem Begleitwort von O. HAIBACH: Die kartographischen Methoden, Grundlagen und Möglichkeiten bei der Lagerstättenbearbeitung. In: Ingenieurmäßige Lagerstättenbearbeitung. *Kolloquium Clausthal-Zellerfeld* 6./7. Mai 1971. Heft 1/1971, S. 51-120.
- (4) BURGER, K.: Bergmittelreiche Lagerstättenkörper und ihre wirtschaftliche Überwachung an Hand von Wertlinienfeldern. *Glückauf-Forschungshefte*, 1971, 32, S. 83-97.
- (5) BURGER, K.: Zur strukturellen und faziellen Ausbildung der Kaolin-Kohlentonstein führenden Flöze der Unteren und Mittleren Essener Schichten (Westfal B) im mittleren Ruhrrevier. *Fortschr. Geologie Rheinld. u. Westf.* 13, 2, 1967, S. 1245-1280.
- (6) BURGER, K.: Volumenermittlungsmethoden von Lagerstättenkörpern, kritisch beurteilt nach Tests an einem Regelkörper. *M.a.d.M.*, 79, 1972, S. 181-204.
- (7) BURGER, K.: Die kartographische Eigenschaftsbeschreibung tektonischer Störungsflächen und Störungskörper. *M.a.d.M.*, 1973, 80, S. 1-73.
- (8) HAIBACH, O.: Die Zulage in Flach- und Seigerrissen. *M.a.d.M.*, 1949, 56, S. 23-39.
- (9) HAIBACH, O.: Die Formbeschreibung von Lagerstätten durch Wertlinien unter Anwendung von Raum- und Polarkoordinatenumformungsverfahren. *M.a.d.M.*, 1949, 56, S. 58-71.
- (10) HAIBACH, O.: Die Wertlinie als Ausdruck- und Rechenmittel in der darstellenden Geometrie der Lagerstätte. *M.a.d.M.*, 1951, 58, S. 24-48.
- (11) HAIBACH, O.: Die Anfertigung orthogonaler und plagiogonaler rißlicher Darstellungen durch Einsatz elektronischer Rechenanlagen statt der bisher rechnerischen und konstruktiven Verfahren. *Bergbau-Wiss.*, 1962, 9, S. 137-146.
- (12) HAIBACH, O.: Markscheiderische Behandlung tektonischer Formen und Vorgänge. In: NIEMCZYK, O. — HAIBACH, O.: Bergmännisches Vermessungswesen Bd. III/1. Hlbbd. S. 365-518, Akademie-Verlag, Berlin 1963.
- (13) HAIBACH, O.: Über die gegenwärtigen Strömungen im deutschen bergmännischen Karten-, Reiß- und Planwesen. *M.a.d.M.*, 1965, 72, S. 111-121.
- (14) HAIBACH, O.: Die bergmännischen Karten-, Reiß- und Plandarstellungen in Wissenschaft und

- Technik. *Zeitschrift f. Vermessungswesen*, 1966, 91, S. 324-328.
- (15) HAIBACH, O.: Vergleichende Untersuchungen über das projektive Leistungsvermögen des orthogonalen Grundrisses, Seigerrisses und Flachrisses ($F_{\alpha=50^\circ}$) sowie des plagiagonalen Grundrisses ($sG_{\gamma=50^\circ}$). *M.a.d.M.*, 1966, 73, S. 13-29.
- (16) HAIBACH, O.: Wert- und Kennlinien des Streichens im bergmännischen Reißwesen. — *Bergbau-Wiss.*, 15, 1968, S. 87-92.
- (17) HAIBACH, O.: Über Wert- und Kennlinienfelder in bergmännischen Karten-, Reiß- und Planwerken, ihre Systematik und Anwendungsmöglichkeit. *Glückauf-Forschungshefte*, 1971, 32, S. 78-82.
- (18) HAIBACH, O.: Der trajektorielle Vektor in der Darstellenden Geometrie der Lagerstätte, seine mathematischen Grundlagen und seine Anwendung.
Abschnitt I: Über die Notwendigkeit und die Möglichkeiten einer Leistungssteigerung in der bergmännische Darstellungstechnik durch Verwendung von Trajektorien — *M.a.d.M.*, 1972, 79, S. 1-28.
Abschnitt II: Mathematische Grundlagen. — *M.a.d.M.*, 1972, 79, S. 39-113.
Abschnitt III: Der trajektorielle Vektor (t_v) (b_v) und (q_v) im Rahmen der Reißführung und beim Gebrauch. *M.a.d.M.*, 1972, 79, S. 114-145.
- (19) HAIBACH, O.: Die Bedeutung des projektiven trajektoriiellen Vektors in den Projektionsarten der bergmännischen Karten-, Reiß- und Planwerke. *Glückauf-Forschungshefte*, 33, 1972, S. 223-228.
- (20) HAIBACH, O., VÖSEN, H. u. K. BURGER: Ziele und neue Entwicklungen für eine zeitgerechte Lagerstättenbearbeitung. *Glückauf*, 1972, 108, S. 517-525.
- (21) HAIBACH, O.: Das Vektorfeld in der Darstellenden Geometrie der Lagerstätte. *Glückauf-Forschungshefte*, 34, 1973, S. 33-42.
- (22) HAIBACH, O.: Bemerkungen zu den Tendenzen, in neuerer Zeit natürliche Erscheinungen der zu erforschenden und zu gewinnenden Lagerstätte durch digitale und/oder analoge Modelle zu erfassen. — *M.a.d.M.*, zum Druck.
- (23) HAIBACH, O.: Arbeitsmöglichkeiten beim Einsatz der EDV und elektronisch gesteuerten Zeichengeräten unter Nutzung des Feldermechanismus in der Kartographie der Rohstoffgewinnung. — *M.a.d.M.*, zum Druck.
- (24) HAIBACH, O.: Die kartographische Behandlung des graphischen Körpers hinsichtlich seiner Eigenschaften. — *M.a.d.M.*, zum Druck.
- (25) HAIBACH, O. und BURGER, K.: Zur Klassifizierung, Gliederung und Kennzeichnung der Felder in der kartographischen Feldertechnik. — *M.a.d.M.*, 81, S. 173-178.
- (26) HAIBACH, O. und BURGER, K.: Mathematische Grundlagen und instrumentelle Eigenschaften von Projektionszeicheneinrichtungen für Projektionsarten des neuzeitlichen Reißwesens. (Abgeschlossen 1968).
- (27) HAIBACH, O. und BURGER, K.: Leitfaden für das neuzeitliche bergmännische Reißwesen. (In Vorbereitung).
- (28) KUKUK, P.: Geologie, Mineralogie und Lagerstättenlehre. — Springer-Verlag, Berlin/Göttingen, Heidelberg 1951.
- (29) METZ, K.: Lehrbuch der tektonischen Geologie. Verlag Enke, Stuttgart 1967.
- (30) NEHM, W.: Markscheiderische Erwägungen zum Störungsproblem. *M.a.d.M.*, Heft 1, 1939.
- (31) NIEMCZYK, O. und HAIBACH, O.: Bergmännisches Vermessungswesen. Ein Handbuch des Markscheidewesens. II. Band, Darstellungen, Grundlagen. Akademie-Verlag, Berlin 1956.
- (32) NIEMCZYK, O. und HAIBACH, O.: Bergmännisches Vermessungswesen. Ein Handbuch des Markscheidewesens. III. Band, 1. Halbband, Berlin 1963.
- (33) OBERSTE-BRINK, K.: Der Mechanismus der tektonischen Bewegungsvorgänge im Ruhrbezirk. In: P. KUKUK: Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes. S. 315-347. Springer-Verlag, Berlin 1938.
- (34) PILGER, A.: Lineamente im Ruhrkarbon. — *Geol. Jb.*, 1955, 71, S. 395-404.
- (35) PILGER, A.: Die tektonischen Richtungen des Ruhrkarbons und ihre Beziehungen zur Faltung. — *Z. dtsh. geol. Ges.*, 1955, S. 206-230.
- (36) PILGER, A.: Beziehungen der kleintektonischen zu den großtektonischen Formen im Ruhrkarbon. *Clausthaler Geol. Abh.* 1, 1965, S. 129-167.
- (37) SEIDEL, G.: Abgrenzung von Kleinstörungszonen im unaufgeschlossenen Gebirge. *Bergbau-Rdsch.* 1, 1949, S. 126-127.
- (38) SEIDEL, G.: Entwurf einer genetischen und morphologischen Systematik der großtektonischen Störungen des Ruhrkarbons. *Mitt. Westf. Berggewerkschaftskasse*, 12 (Kukuk-Festschr.), 1957, S. 111-145.
- (39) Richtlinien für Herstellung und Ausgestaltung des bergmännischen Reißwerks. *Buch-u. Chromaldruck von J. SCHÄFER*, Düsseldorf 1950/51.

(40) Deutsches Handwörterbuch der Tektonik. Bearbeitet von der Deutschen Tektonischen Kommission. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Bodenforschung. 1.-3. Lfg., Hannover 1968-1971.

Vermerk: Die Zeitschrift „Mitteilungen aus dem Markscheidewesen“ wurde zu „M.a.d.M.“ abgekürzt.

Weitere Literaturangaben in den Arbeiten (1), (2), (7) und (12).

LEGENDEN ZU DEN TAFELN UND ABBILDUNGEN

- Tafel 1. Sequenz der Störungstektonik. Mittel und Zweck der Erfassung.
- Tafel 2. Schema der Aufgabenstellung in der Störungstektonik. Beginnend von der Aufnahme bis zur Herleitung der Daten für die kartographische Form- und Eigenschaftsbeschreibung.
- Tafel 3. Die wichtigsten geometrischen Elemente der Störungstektonik nach vorgegebenen Richtungen.
- Tafel 4. Systematik der Felderklassen zur Form- und Eigenschaftsbeschreibung graphischer Störungsflächen und Störungskörper.
- Tafel 5. Begriffe, Möglichkeiten und Beispiele zur störungskundlichen Form- und Eigenschaftsbeschreibung.
- Abb. 1. Das bisherige und neue System für die störungskundliche Bearbeitung.
- Abb. 2. Systematik zur Erfassung tektonischer Bewegungsvorgänge auf Störungsflächen. Symbole für Kennlinien der Bewegungsrichtung in Anlehnung an Haibach (12) S. 498.
 R_{BEW} zu R_B in Figur b abgekürzt.
- Abb. 3. Überblick über einige geometrisch-kinematische Elemente einer querschlägigen Störung. Bewegungsrichtung $R_{BEW} \sim 220^\circ$ mit Schichtenausfall-Effekt.
- Abb. 4. Überblick über einige geometrisch-kinematische Elemente einer mit den Schichten gleichfallenden Störung. Bewegungsrichtung $R_{BEW} \sim 30^\circ$ mit Schichtenverdoppelungs-Effekt.
- Abb. 5. Ausschnitt aus einem Gebirgskörper mit durchsetzender tektonischer Störung. Anschauungsbild in der Projektion $s_{\gamma=50^\circ}$ für die folgenden rißlichen Beispiele.
- Abb. 6. Ausschnitt aus dem Sohlengrundriß der 8. Sohle (-820 m) mit streichendem Verlauf der Querstörung und der Flöze.
- Abb. 7. Längsschnitt durch den Gebirgskörper in Richtung der Richtstrecke der 8. Sohle mit der Querstörung. Schnitt genähert in der Falllinie der Störung.
- Abb. 8. Ausschnitt aus dem Abbaugrundriß des Flözes Präsident mit der liegenden und hangenden Kreuzlinie der Störung D sowie der im Abbau festgestellten Flözversandung.
- Abb. 9. Ausschnitt aus einem Abbaugrundriß. Erfassung der Kreuzlinienformen für die Salbandbeschreibung durch graphische Entnahme der Raumkoordinaten.
- Abb. 10. Verschiebung, Drehung und Kippung der Raumkoordinatensysteme und Lage der Projektionsebenen zur Erzielung optimaler projektiver Bedingungen bei der kartographischen Behandlung der Störungstektonik.
- Abb. 11. Hangendes Salband der Querstörung D in der Projektion $F_{D=75^\circ}$. Salbandbeschreibung (stratigraphisch, petrographisch, tektonisch) und Formbeschreibung mit t-, b-, q-Wertlinienfeldern sowie mit dem Kennlinienfeld $R_{\alpha_{Strg}}$ (= Falllinien).
- Abb. 12. Kinematischer Störungsflächriß. Kennlinienfeld der Bewegungsrichtung (= R_{BEW}) und Wertlinienfeld des flachen Bewegungsweges (= I_{BEW}).
- Abb. 13. Störungsflächriß mit Wertlinienfeld der flachen Verwurfsweite (= I_{FALL}).
- Abb. 14. Störungsflächriß mit Wertlinienfeld der seigeren Verwurfskomponente t_{FALL} .
- Abb. 15. Störungsflächriß mit Wertlinienfeld der söhlichen Verwurfskomponente s_{OFALL} .
- Abb. 16. Bankrechte Mächtigkeit des Störungskörpers, dargestellt durch das M-Wertlinienfeld. Hervorgegangen aus der Salband-Formbeschreibung mit b-Wertlinien.
- Abb. 17. Flächriß des hangenden Salbandes mit beobachteten Mineralvorkommen. Möglichkeit zur rißlichen Speicherung von Untersuchungsdaten über Mineralverteilung, Paragenese usw.
- Abb. 18. Flächriß des hangenden Salbandes mit beobachteten Wasseraustrittstellen. Möglichkeit zur rißlichen Speicherung analytischer Untersuchungsdaten.
- Abb. 19. Salband-Petrogramm in der Projektion $F_{D=75^\circ}$. Das Petrogramm läßt die auf dem hangenden und liegenden Salband auftretenden gleichen oder verschiedenen petrographischen Schichten des Gebirgskörpers erkennen.