



# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

## DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
EU 201.3	9K	-	HG	R8	0043	00

Titel der Unterlage: Abschätzung der mittleren Abstände von Trennflächen für Kluftwasserleiter im Gebiet der Schachtanlage Konrad (Archiv-Nr.: 103 968)	Seite:
	I.
Ersteller: BGR	Stand:
	Oktober 1988

Ersteller: BGR	Textnummer:
-------------------	-------------

Stempelfeld:

PSP-Element TP....9K/212234	zu Plan-Kapitel: 3.1.9.5
-----------------------------	--------------------------

	PL	PL
	<small>Freigabe im Projekt</small>	<small>Freigabe im Projekt</small>

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

# Revisionsblatt



EU 201.3	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K		-	HG	RB	0043	00

Titel der Unterlage: Abschätzung der mittleren Abstände von Trennflächen für Kluftwasserleiter im Gebiet der Schachanlage Konrad (Archiv-Nr.: 103 968)	Seite: II.
	Stand: Oktober 1988

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S = substantielle Änderung  
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

HANNOVER

Abschätzung der mittleren Abstände von Trennflächen

für Kluftwasserleiter

im Gebiet der Schachtanlage Konrad

1. Sachbearbeiter: [REDACTED]
2. Datum: Oktober 1988
3. Archiv-Nr.: 103 968
4. Tagebuch-Nr.: 12549/88

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
2. Abschätzung von Trennflächenabständen	2
2.1 Oberer Muschelkalk	2
2.2 "Cornbrash"-Sandstein	3
2.3 Oxford	3
2.4 Kimmeridge	6
2.5 Oberkreide	7
3. Vernetzung von Trennflächen	7
4. Zusammenfassung	9
5. Literatur	10
6. Anlagen	

## 1. EINLEITUNG

Die vorliegende Ausarbeitung steht im Zusammenhang mit der NLfB-Nachforderung zur Hydrogeologie HY 27 "Gültigkeit des Darcy-Gesetzes" und dem in /7/ genannten Anlaß.

Für den Nachweis der Gültigkeit des Darcy-Gesetzes in Kluftwasserleitern werden u. a. Angaben zur Häufigkeit bzw. zu den mittleren Abständen von Trennflächen benötigt. In /8/ wird ausgeführt:

"Sind im Kontrollvolumen hinreichend viele Klüfte vorhanden oder ist das Kontrollvolumen hinreichend groß, so gilt das Darcy'sche Gesetz für Volumina, die größer sind als das betrachtete Kontrollvolumen. Die berechnete Durchlässigkeit des Kluftsystems kann richtungsabhängig sein und erscheint im Polardiagramm näherungsweise als Ellipse oder Kreis. Diese Aussagen gelten umso eher, je höher die Kluftdichte im betrachteten Kontrollvolumen ist."

Dementsprechend ist es bei hydraulischen Abschätzungen ein konservatives Vorgehen, wenn die mittleren Abstände von Trennflächen größer angegeben werden, als sie in Wirklichkeit sind. Aus den vorhandenen Unterlagen (siehe Literaturverzeichnis) werden nachfolgend für die einzelnen Kluftwasserleiter Trennflächenabstände abgeleitet. Dabei wird z. B. die Häufigkeit von Trennflächen unterschiedlicher Raumlage entlang von Strecken und Bohrungen definierter Länge in durchschnittliche Kluft- bzw. Schnittflächenabstände umgerechnet. Aus verschiedenen sich dabei ergebenden Zahlenwerten wird ein für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes konservativer, d. h. eher zu großer Abstand angegeben.

## 2. ABSCHÄTZUNG VON TRENNFLÄCHENABSTÄNDEN

Die Wasserbewegung in Kluftwasserleitern findet im wesentlichen auf Trennflächen statt. Das Trennflächengefüge wird bestimmt durch Anzahl und Raumlage von tektonischen Trennflächen (Störungen, Klüfte) und Schichtflächen sowie z. T. Schrägschichtungsflächen.

Am Standort Konrad gibt es folgende im hydrogeologischen Modell berücksichtigte Kluftwasserleiter:

- Oberkreide (Plänerkalke),
- Kimmeridge,
- Oxford (Einlagerungshorizont),
- "Cornbrash"-Sandstein,
- Oberer Muschelkalk.

### 2.1 Oberer Muschelkalk

Gesteine des Muschelkalk sind im Nahbereich der Schachtanlage Konrad nicht aufgeschlossen, sie stehen aber z. B. im Salzgitter-Höhenzug, im Elm und in der Asse an. Trochitenkalk und Ceratitenschichten des Oberen Muschelkalk bestehen aus dickbankigen bzw. plattigen Kalksteinen /5/, der durchschnittliche Schichtflächenabstand dieser Gesteine in den Aufschlüssen ist <1 m. In allen weniger karbonatischen Zwischenmitteln sind die Trennflächenabstände kleiner. Für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes wird ein mittlerer Schichtflächenabstand von 1 m angegeben und ein mittlerer Kluftabstand von 2 m abgeschätzt.

## 2.2 "Cornbrash"-Sandstein

Für den Kluftwasserleiter "Cornbrash"-Sandstein im Nahbereich der Schachtanlage Konrad gibt es nur Bohraufschlüsse. Aus den 4 Bohrungen am Schacht 2 /4/ werden in insgesamt 140 Bohrmeter im "Cornbrash"-Sandstein 34 Klüfte beschrieben. Daraus errechnet sich ein durchschnittlicher Kluftabstand von ~4,1 m.

Aus den rd. 19 m "Cornbrash"-Sandsteinen in der Bohrung K 101 werden >14 Klüfte beschrieben /2/ (Die Angabe ">" stammt aus Beschreibungen wie "Kern (sehr) klüftig, engständige Klüfte, usw.). Daraus errechnet sich ein durchschnittlicher Kluftabstand von <1,4 m. Der Schichtflächenabstand liegt nach Logauswertung dieser Bohrung bei <2 m. Für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes wird ein mittlerer Kluftabstand von 4 m und ein mittlerer Schichtflächenabstand von 2 m angesetzt.

## 2.3 Oxford

Schichten des Oxford sind durch den Bergbau in der Schachtanlage Konrad in großem Umfang aufgeschlossen. In einem Teilbereich des Grubengebäudes südlich des Bleckenstedter Sprunges zwischen der 4. und 5. Sohle führte XXXXXXXXXX Untersuchungen zur Häufigkeit von Trennflächen durch:

"Pro Erhebungsbereich konnten in 20 bis 50 m langen Meßstrecken ca. 140 bis 220 Kleinkluftflächen eingemessen werden. In Ergänzung zur Kleinklüftung wurden auch Schichtflächen und zwischen den ss-Flächen angeordnete Schrägschichtungsflächen des eisenoolithischen Schüttungskörpers aufgenommen.

Die atektonische Entspannungsklüftung, welche mit hohen Durchtrennungsgraden in Auflockerungszonen um Gruben Hohlräume im Verlauf der Auffahrung entstanden ist, wurde nicht in die gefügestatistischen Erhebungen der tektonischen Klüftung einbezogen" (/6/, S. 55).

Man kann davon ausgehen, daß diese Messungen an beiden Stößen der Meßstrecken durchgeführt wurden. Daraus ergeben sich Kluftabstände von

$$\frac{2 \cdot 20 \text{ m}}{220} \approx 0,2 \text{ m}, \quad \frac{2 \cdot 50 \text{ m}}{140} \approx 0,7 \text{ m} \text{ (Extremwerte)}$$
$$\text{bzw. } \frac{2 \cdot 20 \text{ m}}{140} \approx 0,3 \text{ m}, \quad \frac{2 \cdot 50 \text{ m}}{220} \approx 0,5 \text{ m}.$$

Diese Abstände stimmen mit der Angabe überein, daß im Eisenerzlager geringe Kluftdichten von  $k = 2 \text{ m}^{-1}$  vorherrschen (/6/, S. 215).

In den nach einheitlichen Kriterien geologisch-tektonisch aufgenommenen neuen Strecken der Schachanlage Konrad wurden Großklüfte und Störungen (> 5 m Ausbißlänge) eingemessen und im Grubenriß dargestellt /1/, /9/.

In der ca. 1850 m langen 1. Sohle (102, 101) wurden 77 Großklüfte und Störungen, in der ca. 1400 m langen 6. Sohle (602, 610 A, 620 A, 630 A, 630, 620, 610, 601) 63 Großklüfte und Störungen eingemessen. Nach /6/ (S. 210) haben Großklüfte (> 2 m Ausbißlänge) nur einen Anteil von max. 20 % (1/5) am Kluftinventar. Diese Aussage führt mit den o. g. Häufigkeiten zu folgenden Kluftabständen:

$$\text{1. Sohle: } \frac{1850 \text{ m}}{77 \cdot 5} \approx 4,8 \text{ m,}$$



$$6. \text{ Sohle: } \frac{1400 \text{ m}}{63 \cdot 5} \approx 4,5 \text{ m.}$$

Im Schichtenverzeichnis der Bohrung K 101 /2/ werden für die ca. 139 Bohrmeter im Oxford > 48 Klüfte aufgeführt (die Angabe ">" stammt aus Beschreibungen wie "Klüfte mit Harnischen"). Daraus ergibt sich ein Kluftabstand von <2,9 m.

Für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes wird ein mittlerer Kluftabstand von 4 m angesetzt.

Zu den Abständen von Schichtflächen findet sich in /6/ (S. 52) folgende Aussage:

"Die Schichtflächen der Bankung haben im Erzlager Abstände von 0,1 bis >1 m, die diagonal zur Schichtung angeordneten Schrägschichtungsflächen haben Flächenabstände von 0,01 bis 1,0 m".

Halbquantitative Angaben ("dünnbankig, bankig, Wechsellagerung, gut geschichtet", usw.) in /3/ und /9/ bestätigen diese Schichtflächenabstände für das Erzlager und liefern ähnliche Abstände für die Oxfordschichten im Hangenden und Liegenden.

Für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes kann daher mit Sicherheit ein mittlerer Schichtflächenabstand von 2 m angesetzt werden.

## 2.4 Kimmeridge

Auch Schichten des Kimmeridge sind durch den Bergbau in der Schachtanlage Konrad aufgeschlossen. In der neu aufgefahrene Rampe 610 N wurden in ca. 750 m Streckenlänge im Unterkimmeridge 35 Großklüfte und Störungen (>5 m Ausbißlänge) eingemessen und im Grubenriß eingetragen /1/, /9/. Wegen der bankigen bis dünnbankigen Ausbildung des Kimmeridge infolge des häufigen Wechsels zwischen Tonmergelstein, mergeligem Kalkstein und Anhydrit dürfte der Anteil der Kleinklüfte am Gesamtkluftinventar eher größer sein als im Oxford. Unter Verwendung des für Oxfordgesteine ermittelten Verhältnisses von Großklüften zu Kleinklüften (siehe Kapitel 2.3) ergibt sich für das Kimmeridge ein Kluftabstand von

$$\frac{750 \text{ m}}{35 \cdot 5} \approx 4,3 \text{ m.}$$

Die Bohrung K 101 hat im Lgd. der Unterkreidetransgression nur eine Restmächtigkeit von 8,40 m Kimmeridge mit 2 Klüften durchbohrt /2/. Daraus ergibt sich ein Kluftflächenabstand von 4,2 m.

Der Schichtflächenabstand im Kimmeridge liegt nach den halbquantitativen Angaben in /3/ und /9/ im dm- bis m-Bereich.

Für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes werden ein mittlerer Kluftabstand von 4 m und ein mittlerer Schichtflächenabstand von 2 m angesetzt (gleiche Werte wie für Oxford).

## 2.5 Oberkreide

Die Plänerkalke der Oberkreide sind dünnbankig bis plattig ausgebildet, das entspricht Schichtflächenabständen im dm-Bereich. Diese Gesteine weisen eine hohe Klüftigkeit und einen geringen Durchtrennungsgrad auf /6/.

Für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes werden ein mittlerer Kluftabstand von 1 m und ein mittlerer Schichtflächenabstand von 1 m angesetzt.

## 3. VERNETZUNG VON TRENNFLÄCHEN

Eine Vernetzung von Trennflächen liegt vor, wenn eine genügende Anzahl von Trennflächen verschiedener Streichrichtung und/oder unterschiedlichen Einfallens in einem bestimmten Volumen vorhanden sind.

Zur Anzahl von Trennflächen in einem Kluftwasserleiter werden folgende Überlegungen angestellt: Für felsmechanische Versuche werden gegenüber dem Korndurchmesser des Einzelkorns 10-fach größere Probenabmessungen empfohlen, um aus unterschiedlichen Eigenschaften der Einzelkörner herrührende Effekte vernachlässigen zu können. Analog hierzu wird ein Gesteinswürfel betrachtet, dessen Kantenlänge dem 10-fachen mittleren Kluftabstand entspricht. In diesem Würfel sind dann größenordnungsmäßig  $10^3$  Klüfte enthalten (bei ausschließlichem Vorkommen von Großklüften könnten es auch weniger sein, allerdings sind Großklüfte nur zu max. 20 % am Kluftinventar beteiligt (vergl. Kapitel 2.3)). Der Einfluß einzelner Klüfte in einem solchen Würfel dürfte daher vernachlässigbar sein. In allen oben betrachteten Gesteinen mit mittleren Kluftabständen zwischen

1 und 4 m würden diese Würfel Kantenlängen von 10 - 40 m aufweisen. Die bei den hydrogeologischen Modellrechnungen benutzten Blöcke bzw. Elemente sind deutlich größer als die hier betrachteten Würfel.

Zur Raumlage von Trennflächen stellt die Abbildung 71 aus /1/ (siehe Anlage 1) in Form eines Isoliniendiagramms mit Richtungsrose sämtliche im Unteren Lager gemessenen Trennflächen dar (984 Großklüfte und Störungen). Die Richtungsrose zeigt, daß alle Streichrichtungen vorkommen; aus dem Isoliniendiagramm ist ersichtlich, daß Streichrichtungen um N-S mit Einfallen nach E bzw. W sowie Streichrichtungen um E-W mit Einfallen nach N bzw. S vorherrschen. Die Abbildung 79 aus /1/ (siehe Anlage 1) zeigt in gleicher Weise alle im Lgd. und Hgd. des Unteren Lagers gemessenen Trennflächen, also auch die des Kimmeridge (587 Großklüfte und Störungen). Auch hier kommen alle Streichrichtungen vor und auch hier sind die um N-S und E-W streichenden Trennflächen vorherrschend.

Die Schichtflächen jurassischer Gesteine "besitzen im Bereich der Schachtanlage Konrad ein N-S-Streichen, das nur im Süden und äußersten Norden des Abbaufeldes in NNE-SSW-Richtung umschwenkt. Das Einfallen liegt durchschnittlich bei 22° nach W (/1/, S. 5).

Da die Klufflächen in verschiedenen Streichrichtungen und mit unterschiedlichem Einfallen auftreten und mit den Schichtflächen in der Regel größere Winkel bilden, ist von einem vernetzten Trennflächensystem auszugehen.

Auch Oberer Muschelkalk und "Cornbrash"-Sandstein weisen Trennflächen (Klüfte und Schichtflächen) verschiedener Streichrichtung mit unterschiedlichem Einfallen auf, so daß auch hier ein vernetztes Trennflächensystem vorliegt. Das Gleiche gilt für die Oberkreide, wie aus den Ausführungen in /1/ (S. 98 ff.) hervorgeht.

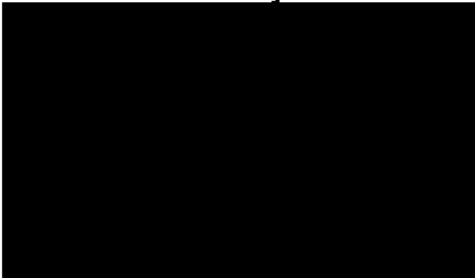
#### 4. Zusammenfassung

Die Kluftwasserleiter im Gebiet der Schachtanlage Konrad besitzen ein verhältnismäßig engständiges, vernetztes Trennflächensystem. Für Betrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes wurden konservativ mittlere Kluft- und Schichtflächenabstände ermittelt:

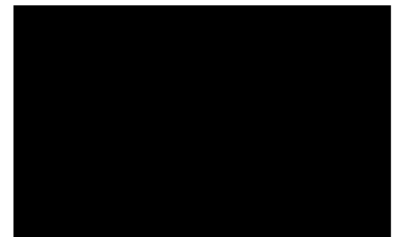
Kluftwasser- leiter	Kluftabstand [m]	Schichtflächenabstand [m]
Oberkreide (Plänerkalke)	1	1
Kimmeridge	4	2
Oxford	4	2
"Cornbrash"-Sandstein	4	4
Oberer Muschelkalk	2	1

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE

Im Auftrag:



Sachbearbeiter:



## 5. LITERATUR

- /1/ BORNHORST, A., kleine (1988): Schachtanlage Konrad, Gefügestatistische Untersuchungen.- Unveröff. Bericht, BGR, Archiv-Nr. 10 3458, 105 S., 44 Tab., 93 Abb.; Hannover.
- /2/ GERARDI, J. (1986): Bohrung Konrad 101, Teil I: Geologischer Bericht: 26 S., 1 Tab., 3 Taf., 12 Abb., 10 Anl.; Teil II: Schichtenverzeichnis: 22 Tab.- Unveröff. Bericht, BGR, Archiv-Nr. 99 599; Hannover.
- /3/ GERARDI, J. (1988): Schachtanlage Konrad, Bericht über die untertägige Erkundung, Teil I: Geologischer Bericht sowie Teil II: Anlagenband.- Unveröff. Bericht, BGR, Archiv-Nr. 100 586, 52 S., 6 Tab., 10 Taf., 9 Abb., 30 Anl.; Hannover.
- /4/ LIEDTKE, L. (1988): Durchströmungsversuche auf der Schachtanlage Konrad, Schacht 2 (Cornbrash).- Unveröff. Bericht, BGR, Archiv-Nr. 103 395; Hannover.
- /5/ LOOK, E. R. (1985): Geologie, Bergbau und Urgeschichte im Braunschweiger Land.- Geol. Jb., A 88, 3 - 452, 18 Tab., 181 Abb., 1 Kt.; Hannover.
- /6/ SCHLOENBACH, R. (1985): Zu den tektonischen Grundlagen der südlichen Bleckenstedter Mulde im Aufschlußbereich des oolithischen Eisenerzlagers (Mittlerer Korallenoolith) der Grube Konrad bei Salzgitter, Niedersachsen.- Clausth. Geow. Diss., 16, 224 S., 7 Tab., 72 Abb.; Clausthal-Zellerfeld.

- /7/ VOGEL, P. (1988): Gültigkeit des Darcy-Gesetzes für poröse und klüftige Gesteine im Hinblick auf Durchsatz von Wasser und Wasserinhaltsstoffen.- Unveröff. Bericht, BGR, Archiv-Nr. 103 560; Hannover.
- /8/ VOGEL, P. (1988): Modellbetrachtungen zur Gültigkeit des Darcy-Gesetzes in den Kluftwasserleitern der Grube Konrad.- Unveröff. Bericht, BGR, Archiv-Nr. 103 967; Hannover.
- /9/ Monatsberichte P+S (DIEM) seit 1984 fortlaufend, sowie Fotodokumentation zur untertägigen Erkundung (P+S).

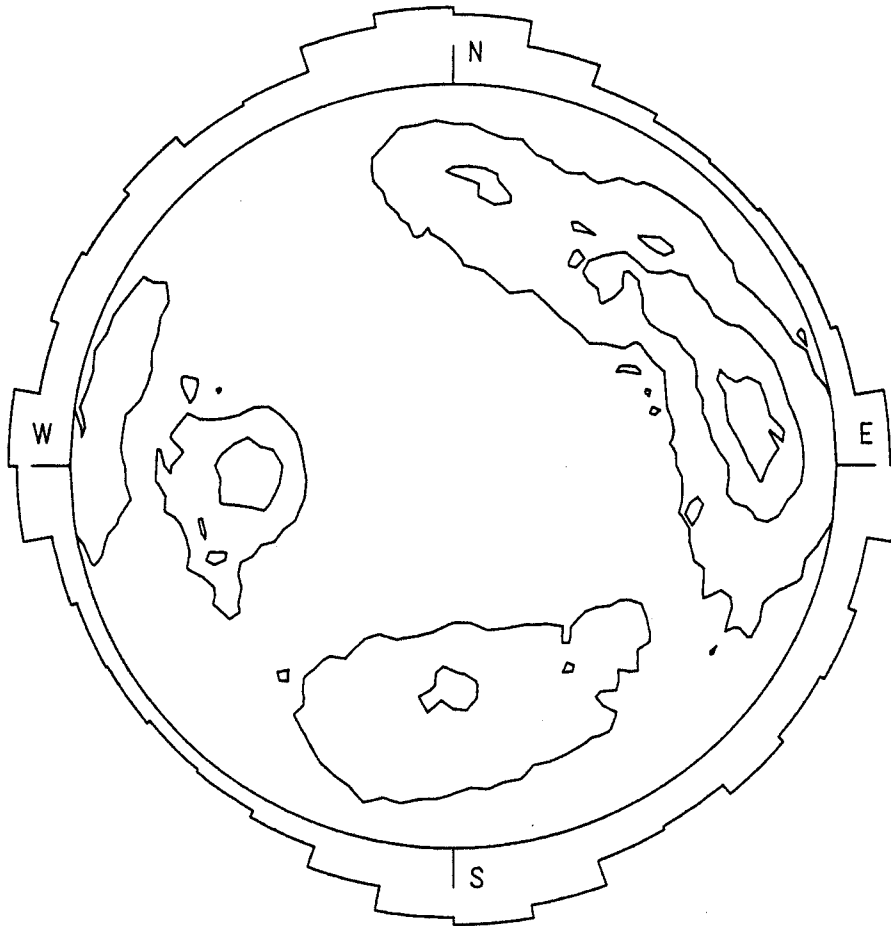


Abb. 72:

Teilbereiche 1 - 7,  
Jura, Unteres Lager,  
984 Trennflächen

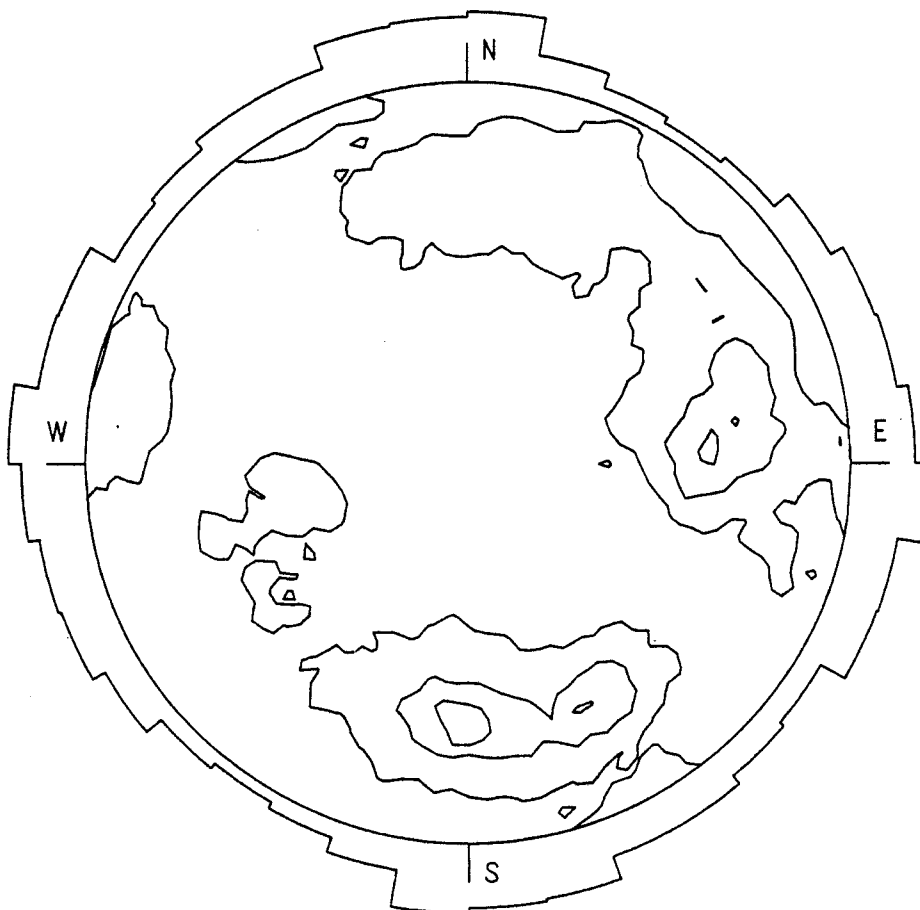


Abb. 79:

Teilbereiche 1 - 7,  
Jura, Lgd. und Hgd.  
des Unteren Lagers,  
597 Trennflächen