



# Physikalisch-Technische Bundesanstalt

## DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NN A A A N N	A A N N N A	A A N N	X A A X X	A A	NNNN	NN
9K	-----	-----	-----	-----	-----	MRA	BV	0001	00

Titel der Unterlage BGR-Stellungnahme zu NLFb-Nachforderung "Repräsentativität der Proben und Übertragbarkeit der Laborexperimente" (1fd.Nr.227)	Seite I.
	Stand <del>22.12.87</del> Dez 1988
Ersteller BGR	Textnummer

**Stempelfeld**


PSP-Element TP 2: 9K/21285 zu Plan-Kapitel: 3.9

		Freigabe für Behörden	Freigabe im Projekt

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.



B 2.22

Hannover, d. 22.12.1988  
Stellungnahme

Betr.: Nachforderungen des NLFb zur Ableitung von Sorptionsdaten für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit der Grube Konrad

Bezug: Fachgespräch über Sorptionsdaten vom 18.10.1988

Als Ergebnis des Fachgespräches über Sorptionsdaten vom 18.10.1988 wurden vom NLFb zum Themenkomplex der Repräsentativität der Proben und Übertragbarkeit der Laborexperimente auf in situ-Verhältnisse weitere Erläuterungen zu folgenden vier Punkten gefordert:

- a) Die Unterkreide wurde ohne Berücksichtigung der Barrême-Sedimente beprobt.
- b) Im klüftigen Korallenoolith werden die Eigenschaften des porösen Kalkoolith nicht beachtet.
- c)  $K_0$ -Werte für Tonsteine sind auf das Alb nicht übertragbar.

- d) Es fehlt eine Aussage zur Übertragbarkeit der Laborexperimente auf Kluftwasserleiter mit anderen aktiven Oberflächen.

BGR nimmt hierzu wie folgt Stellung:

- a) Von BGR wurde eine schriftliche Stellungnahme zur Auswahl der Sedimentproben für Sorptionsexperimente erarbeitet, in der zusammenfassend festgestellt wird, daß "eine weitgehend repräsentative Probenahme vorgenommen wurde" (Dokum. Nr. PTB: 137.3)

Die angesprochene Thematik wurde anlässlich der Fachgespräche NLfB/BGR im Februar und März 1988 nochmals diskutiert. Das abgestimmte Protokoll der Sitzung vom 9.3.1988 zu Nachforderung HY 46 hat folgenden Wortlaut:

"2. BGR hat aufgrund der NLfB Nachforderungen zur Repräsentativität der für Sorptionsuntersuchungen ausgewählten Gesteinsproben eine Unterlage (Dokum.Nr. PTB: 137.3) geliefert.

Die zusammenfassende Darstellung der BGR zur Auswahl der Sedimentproben ist ausreichend. Den Aussagen der BGR zur Repräsentativität der Proben kann das NLfB aus folgenden Gründen nur teilweise zustimmen:

Die Annahme, daß unverfälschte Proben (keine Verwitterung, keine Veränderung des Redox-Milieus) für die Sorptionsuntersuchungen verwendet wurden, ist nur näherungsweise zutreffend. So ist z.B. in Abhängigkeit von den Entnahmebedingungen eine Veränderung des Redox-Milieus möglich. Dies wird von BGR auch so gesehen.

Sorptionsuntersuchungen haben gezeigt, daß neben der Beschaffenheit der Formationswässer auch die mineralogische

Zusammensetzung des Gesteins die Sorption entscheidend beeinflusst.

Die Beprobung der Unterkreidesequenz ist im Gegensatz zur Darstellung der BGR nicht vollständig bzw. nicht repräsentativ, da die Barreme-Sedimente (Blättertone mit hohem Gehalt an organischen Kohlenstoff) nicht untersucht wurden. Außerdem ist die Variationsbreite der faziellen Ausbildung des Hils-Sandsteins nicht erfaßt.

Der "Cornbrash"-Sandstein ist nicht repräsentativ beprobt, deshalb ist seine fazielle Variationsbreite im Rahmen von Sorptionsuntersuchungen nicht erfaßt.

BGR erwidert darauf, daß bei Gesteinseinheiten mit verschiedenen faziellen Ausbildungen möglichst diejenigen mit zu erwartenden niedrigen Sorptionswerten untersucht wurden. Darüberhinaus wurde in den Modellrechnungen der jeweils niedrigere Sorptionswert einer Schicht für die ganze Verbreitung der Schicht eingesetzt. Man bleibt daher auf der sicheren Seite.

NLFB hat hierzu keine weiteren Nachforderungen an die BGR."

Aus unserer Sicht erübrigt sich daher eine weitere Stellungnahme.

b) In der o.g. Stellungnahme der BGR heißt es:

"6. Korallenoolith (6 Proben)

Der Korallenoolith baut sich aus sehr unterschiedlichen Gesteinen auf. Um eine repräsentative Auswahl an Proben zu haben, wurden insgesamt 6 Proben genommen, wobei die Probe No. 14 nicht berücksichtigt wurde, da sie von Haufwerk verschiedener Örtlichkeiten stammte. Nach dem lithologischen Aufbau des Korallenooliths wurden diese 5 Proben wie folgt auf die ganze Schichteinheit übertragen (vgl. BGR Bericht 1986, Archiv Nr. 99.131):

Probe 9 u. 10	repräsentativ für 15 m
Probe 11	repräsentativ für 41 m,
Probe 12	repräsentativ für 72 m,
Probe 13	repräsentativ für 10 m

der Mächtigkeit des Korallenooliths im Bereich der Schachtanlage von 138 m.

Diese Beziehung gilt nur für den direkten Grubenbereich. Für das gesamte Modellgebiet wurde anhand von Tiefbohrungen die Faziesverteilung des Korallenooliths untersucht. Danach ist der Korallenoolith im östlichen Niedersachsen überwiegend in karbonatischer und tonig-mergeliger Fazies ausgebildet. Im Bereich der Salzstöcke von Broistedt, Rolfsbüttel/Wendeburg und Gifhorn schaltet sich als Sonderfazies oolithisches Eisenerz ein. Die Ausbildung der bergmännisch als "Lager" bezeichneten Erzhorizonte ist sehr uneinheitlich, da die Entwicklung kompakter Erzlager vom jeweiligen Sedimentationsraum abhängig ist. An den Trogflanken und nach Norden verzahnt sich das Erz mit den sandig-karbonatischen Randfazies und den tonig-karbonatischen Beckensedimenten. Aufgrund der Tatsache, daß die Erzgesteine und die Kalksteine in ihren hydraulischen Eigenschaften und dem Sorptionsverhalten ähnlich sind, wurden Kalk- und Erzlagen des Korallenooliths einerseits und die Tonmergellagen andererseits zusammengefaßt.

In den im Gebiet vorkommenden Tiefbohrungen liegt im Mittel ein Verhältnis der Karbonatgesteine einschließlich der Erzlagen zu den Tonmergeln von 2 : 1 vor. Da der Erzanteil im gesamten Modellgebiet vielfach untergeordnet ist, wurde die Probe 11 des 1. Beprobungseinsatzes für die Karbonatgesteine und die Probe 12 für die Tonmergelsteine des Korallenooliths herangezogen."

Zusammenfassend ergibt sich aus dieser Stellungnahme, daß bei Probenauswahl und Festlegung repräsentativer Sorptionsdaten versucht wurde, die lithologische und fazielle Vielfalt der Formation weitestgehend zu berücksichtigen.

Bei dem angesprochenen "porösen Kalkoolith" handelt es sich um einen wenige Meter mächtigen Kalksteinhorizont im Bereich des sog. Erzkalkes des Unteren Korallenoolith, aus dem beim Anfahren i.a. über längere Zeiträume hinweg flächenhafte Wasserzutritte zu verzeichnen sind.

Die explizite Berücksichtigung eines einzelnen geringmächtigen Horizontes innerhalb der Erzkalkserie, dessen Mächtigkeit bei wenig mehr als 1 % der Gesamtmächtigkeit der Formation liegt, ist aus unserer Sicht wegen des intensiven lateralen Fazieswechsels im Korallenoolith nicht sinnvoll, zumal bereits in der etwa 300 m vom Rand des Grubengebäudes gelegenen Bohrung Konrad 101 ein entsprechender Horizont nicht mehr angetroffen wurde.

- c) Aus dem Bereich der tonigen Unterkreide wurden Sorptionsexperimente an 3 Proben -2 Proben aus dem Alb und 1 Probe aus dem Hauterive- durchgeführt.

Im Schichtenmodell der SWIFT-Modellrechnungen wurde die gesamte Unterkreide als einheitlicher Horizont modelliert. Für die Ausbreitungsrechnungen wurden die  $K_D$ -Werte durch Mittelung der  $R_s$ -Werte des Alb und des Hauterive ermittelt.

Da Sorptionsuntersuchungen an Alb-Tonsteinen nicht mit allen Nukliden durchgeführt wurden, sind für einige Nuklide die  $K_D$ -Werte der Fladentonsteine des Oxford übernommen worden. Diese Vorgehensweise wurde von NLFb mit der Begründung als nicht zulässig erklärt, daß die  $K_D$ -Werte des Fladentonsteins nicht auf das Alb übertragbar seien.

In der nachfolgenden Tabelle wurden die für das Alb ermittelten  $K_D$ -Werte der Nuklide denen des Hauterive sowie der Oxford-Fladentonsteine gegenübergestellt:

Element	$K_D$ -Werte (ml/g)			
	Alb		Hauterive	Fladentonstein
	Probe 3	Probe 4		
Se	9	10	8	0,1
Cs	50	80	30	45
J	0,03	0,03	0,05	0
C	50	3	14	0,5
Np	100	40	20	40
Pb	740	930	90	99
U	110	30	12	2
Ra	3	3	3	1,9
Ni	90	50	11	3,9
Th	1000	1000	1000	1000
Ac	1000	1000	165	149

Die Zusammenstellung zeigt, daß durchgängig für alle Nuklide die Alb-Tonsteine höhere Sorptionswerte als die Oxford-Fladentonsteine zeigen.

Aus unserer Sicht läßt dies darauf schließen, daß die Alb-Tonsteine aufgrund ihrer mineralogischen Zusammensetzung (hohe Smectitgehalte) und der damit verbundenen hohen Adsorptions- und Austauschereigenschaften durchgängig im Vergleich zu den Oxford-Fladentonsteinen bessere Sorptionseigenschaften besitzen.

Die Übertragung einzelner an Fladentonsteinen ermittelter  $K_D$ -Werte auf die Alb-Tonsteine ist daher insofern gerechtfertigt, als sie die Sorptionseigenschaften des Alb unterbewertet und somit eine konservative Vorgehensweise darstellt.

d) Bei Strömungsvorgängen in Kluftwasserleitern ist zu unterscheiden zwischen der Wasserbewegung und der Stoffausbreitung. Die Wasserbewegung erfolgt überwiegend im Klufttraum der Gesteine und führt aufgrund des allgemein geringen Kluftvolumens zu relativ hohen Abstandsgeschwindigkeiten.

Anders verhalten sich dagegen die Inhaltstoffe des Wassers: Das Konzentrationsgefälle an gelösten Stoffen zwischen dem Kluftwasser einerseits und dem Porenwasser andererseits bewirkt eine Diffusion von Inhaltsstoffen in den Porenraum der



Sedimente. Diese Matrixdiffusion führt zu einer im Vergleich zur Abstandsgeschwindigkeit des Wassers wesentlich erniedrigten Ausbreitungsgeschwindigkeit der Inhaltsstoffe.

Nach [REDACTED] (1987) kann in Kluftwasserleitern die Abstandsgeschwindigkeit des Trägerfluids durch die Abstandsgeschwindigkeit der Konzentrationsfront ersetzt werden. Bestimmend für die Abstandsgeschwindigkeit der Konzentrationsfront ist die Gesamtporosität, also die Kluftporosität und Matrixporosität des Gesteins.

Ein entsprechendes Konzept liegt auch der Modellierung der Radionuklidmigration zugrunde:

Für die Ausbreitungsrechnungen sind Retardationsfaktoren erforderlich. Der Retardationsfaktor ist das Maß, um den die mittlere Nuklidgeschwindigkeit gegenüber der mittleren Grundwassergeschwindigkeit verringert ist. Die Größe des Retardationsfaktors wird bestimmt durch den Verteilungskoeffizienten zwischen Gesteinsmatrix und Wasser ( $K_D$ -Wert) und der Porosität des Gesteins. Auch hierbei wird berücksichtigt, daß für die Wasserbewegung und die Radionuklidbewegung unterschiedlich große Porenräume zur Verfügung stehen. Für die Berechnung des Retardationsfaktors wird die Gesamtporosität des Gesteins berücksichtigt, während zur Berechnung der Abstandsgeschwindigkeit ein verringertes Porenvolumen eingesetzt wird (STORCK et al 1986).

Zusammenfassend ergibt sich hieraus, daß das für Porenwasserleiter entwickelte Konzept der Radionuklid Ausbreitung auf Kluftwasserleiter übertragbar ist.

### Literatur

VOGEL & GIESEL (1987): -Zur Ausbreitung von Wasserinhaltsstoffen im Gebirge- Theoretische Betrachtungen zur Äquivalenz von Parallelkluftsystem und homogenem Porenwasserleiter.- Unveröff. Bericht, BGR Archiv-Nr. 102.051, Hannover.

STORCK, R. et al (1986): Langzeitsicherheitsanalyse des Endlagers  
Konrad: Radionuklidausbreitung in der Nachbetriebsphase.-  
GSF-Bericht, LV-Nr. 2242.03, Braunschweig.