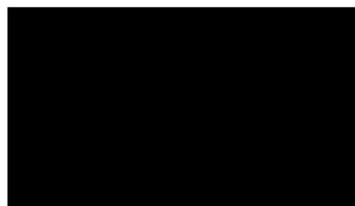


NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG  
HANNOVER

Transportdaten für Modellrechnungen zur  
Langzeitsicherheit (Modellgebiet Grube Konrad)  
(Stand: 05.10.1990)

Auftraggeber: Niedersächsisches Umweltministerium (MU)

Sachbearbeiter:



Datum: 05.10.1990  
Archiv-Nr.: 107478  
Tgb.-Nr.: N 3.2 - 7584/90  
TK 25: 3528-30, 3627-29, 3727-29, 3827-29, 3927-29  
Anlagen: 33

## Inhalt

	Seite
1. Einleitung	5
2. Sorptionsdaten (KD-Werte)	5
2.1 Erläuterungen zur Datenbasis	5
2.2 Diskussion der abgeleiteten KD-Werte	8
2.2.1 Technetium	8
2.2.2 Selen VI	9
2.2.3 Zirkonium	9
2.2.4 Niob	9
2.2.5 Caesium	10
2.2.6 Jod	10
2.2.7 Kohlenstoff	10
2.2.8 Strontium	10
2.2.9 Neptunium	11
2.2.10 Plutonium	11
2.2.11 Americium	12
2.2.12 Curium	12
2.2.13 Blei	12
2.2.14 Uran	13
2.2.15 Radium	13
2.2.16 Nickel	14
2.2.17 Thorium	14
2.2.18 Protactinium	14
2.2.19 Actinium	15
2.2.20 Molybdän	15
2.2.21 Zinn	16
2.2.22 Rubidium	16
2.2.23 Chlor, Calcium, Kobalt, Palladium, Wismut, Polonium und Lanthaniden (Samarium, Europium, Holmium, Lutetium)	16

	Seite
2.3 Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte	17
2.3.1 Zirkonium	17
2.3.2 Plutonium	18
2.3.3 Americium	18
2.3.4 Curium	18
2.3.5 Blei	18
2.3.6 Zinn	18
2.3.7 Uran	18
2.3.8 Nickel	19
2.3.9 Thorium	19
<b>3. Absolute Gebirgsporositäten</b>	<b>19</b>
3.1 Einführung	19
3.1.1 Begriffsbestimmung	19
3.1.2 Datenbasis	21
3.2 Bandbreiten und Vorschläge für erste Rechenwerte	21
3.2.1 Allgemeine Anmerkungen	21
3.2.2 Lockergestein	23
3.2.3 Festgestein	24
3.2.3.1 Tonstein und Tonmergelstein	24
3.2.3.2 Mergelstein	25
3.2.3.3 Kalkstein	26
3.2.3.4 Sandstein	28
<b>4. Dispersionslängen</b>	<b>30</b>
<b>5. Schriften</b>	<b>32</b>
5.1 Erläuternde Unterlagen	32
5.2 Unveröffentlichte Unterlagen*	35
5.3 Publikationen	35

\*) Unveröffentlichte Unterlagen werden in eckigen Klammern zitiert

### Anlagen

- Anlagen 1-23: KD-Werte für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit (Modellgebiet Grube Konrad)
- Anlagen 24-32: Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte - Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit (Modellgebiet Grube Konrad)
- Anlage 33: Absolute Gebirgsporosität P(%) für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit (Modellgebiet Grube Konrad)

### Verzeichnis der Abkürzungen

- BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
- FUB Freie Universität Berlin
- GRS Gesellschaft für Reaktorsicherheit
- GSF Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung
- IAH International Association of Hydrogeologists
- NLFB Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
- MU Niedersächsisches Umweltministerium
- PTB Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig
- TÜV Technischer Überwachungsverein Hannover
- TU Technische Universität

## 1. Einleitung

Im Rahmen der Sicherheitsanalyse für das geplante Endlager Konrad gibt das NLFb geowissenschaftliche Kennwerte vor, die von TÜV/GRS für den Aufbau des hydrodynamischen Modells und die Berechnung des Nuklidtransports in der Geosphäre benötigt werden.

Der vorliegende Bericht enthält die für die Berechnung des Nuklidtransports in der Geosphäre erforderlichen Sorptionswerte (KD), die absoluten Gebirgsporositäten (P) sowie die Dispersionslängen ( $\alpha_l$ ) und stellt eine aktualisierte Fassung der Transportdaten vom 31.08.1989 dar. Die Änderungen vom Mai 1990 (Zwischenbericht des NLFb) sind in dem vorliegenden Bericht eingearbeitet. Der überarbeitete Datensatz wurde vorab am 22.06.1990 an TÜV/GRS übergeben.

## 2. Sorptionsdaten (KD-Werte)

### 2.1 Erläuterungen zur Datenbasis

Die KD-Werte wurden mit Hilfe von Säulen- (Durchlauf- und Umlaufsäulenversuche), Diffusions- und Batchversuchen ermittelt. Die Versuche sind in den Berichten EU 125.7, EU 125.8, EU 138, EU 139.1, EU 139.2 und EU 140 des Antragstellers detailliert beschrieben.

Bei den Batchversuchen werden die Sorptions- und Desorptionswerte (RS- und RD-Werte) direkt aus dem Experiment bestimmt. Die KD-Werte (Verteilungskoeffizienten) werden aus den RS-Werten abgeleitet.

Bei den Durchlaufsäulenversuchen wird der KD-Wert aus den gemessenen Retardationen der Radionuklide bestimmt.

Die RS- und RD-Werte der Umlaufsäulenversuche werden direkt ermittelt.

Mit Hilfe von Diffusionsversuchen werden Diffusionskoeffizienten ermittelt. Die bestimmten Diffusionskoeffizienten werden für die Berechnung der KD-Werte verwendet.

Um den Einfluß der Randbedingungen des Deckgebirges auf die Sorption der Radionuklide abschätzen zu können, wurden von den Gutachtern des Antrag-

stellers folgende Variationen der Parameter durchgeführt:

- Radionuklidkonzentrationen,
- Volumen/Masse-Verhältnis (V/m) des Sorbens,
- Konzentration der Komplexbildner,
- Temperatur,
- NaCl-Gehalt
- NaHCO<sub>3</sub>-Gehalt,
- pH- und Eh-Wert,
- Kontaktzeit der Sedimente mit der Radionuklidlösung,
- Korngröße der Sedimente und
- Kolloidbildung.

Für die Herleitung der KD-Werte werden die vom Antragsteller aus Batchversuchen ermittelten KD-Werte verwendet. Die mit Hilfe von Säulenversuchen ermittelten KD-Werte (mit Ausnahme der KD-Werte für Strontium) und die über Diffusionsversuche bestimmten Daten wurden in die Ableitung der KD-Werte nicht miteinbezogen. Diese KD-Werte sind im Vergleich zu denen, die mit Hilfe von Batchversuchen ermittelt wurden, überwiegend kleiner. Dies ist auf die Methoden, mit der die Ergebnisse aus Säulen- und Diffusionsversuchen ausgewertet wurden, zurückzuführen. Für die Ableitung der Sorptionsdaten wurden die Berichte EU 113.4, EU 125.7, EU 125.8, EU 138, EU 139.1, EU 139.2, EU 140 und EU 214 herangezogen.

Darüberhinaus gingen bei der Herleitung der KD-Werte folgende Aspekte und Überlegungen ein:

- a. Der Transport der Radionuklide wird für die hydrogeologischen Einheiten Nr. 1 bis Nr. 15 (vgl. Anl. 1 bis 32) mit Hilfe des Rechenmodells eindimensional berechnet. Ein Transport der Radionuklide in tiefer liegende Einheiten als in dem Dogger-beta-Sandstein wird aufgrund der mit Hilfe von Modellrechnungen ermittelten Grundwasserbewegung als vernachlässigbar angesehen. Für die Einheiten, die tiefer als Bajocium (Nr. 14, Anl. 1 bis 32) liegen, wurden vom Antragsteller keine Daten für eine Transportrechnung zur Verfügung gestellt.

Im Gegensatz zu den Angaben des Antragstellers werden für die hydrogeologischen Einheiten sandiges Valangin und Wealden KD-Werte abge-

leitet.

- b. In den Anlagen 1 bis 19 (Spalte a) werden KD-Werte angegeben, die mit Hilfe von Batchversuchen experimentell ermittelt wurden. Auf dieser Basis wurden die Daten für die Rechenwerte des Modelleingabedatensatzes abgeleitet. (Anl. 1 bis 23, Spalte c und Anl. 24 bis 32, Spalte a). In den Anlagen 24 bis 32 sind weitere KD-Werte dargestellt, die den Einfluß einer Verdünnung 1:10 und 1:100 berücksichtigen. Diese Abschätzungen wurden mit Hilfe von experimentell bestimmten Daten vorgenommen.

Die Übertragbarkeit dieser Daten ist unter gewissen Voraussetzungen auf Schichten, für die keine KD-Werte ermittelt wurden, möglich (siehe c bis g).

- c. Für die Einheiten des Quartär und der Planerkalke bis Flammenmergel wurden KD-Werte für die Abschätzung verwendet, die mit gering mineralisiertem Formationswasser gemessen wurden. Für die übrigen hydrogeologischen Einheiten wurden mit Salzwasser ermittelte KD-Werte für die Abschätzung herangezogen.
- d. Für das Tertiär und die "Emscher"-Mergel werden keine KD-Werte angegeben. Dies beruht darauf, daß für diese Schichten von Antragsstellerseite keine KD-Werte experimentell ermittelt wurden. Darüber hinaus gibt es keine Sedimente im Modellgebiet, die diesen Gesteinsschichten in ihrer lithologischen Ausbildung gleichen und für die experimentell ermittelte KD-Werte vorliegen.
- e. Für sandiges Valangin und für Wealden gibt es keine experimentell bestimmten KD-Werte. Die verschiedenen Sandsteine des Deckgebirges Konrad sind in ihrem Aufbau ähnlich. Es wurden die kleinsten der aus dem Hilssandstein experimentell ermittelten KD-Werte auf das sandige Valangin und Wealden übertragen.

Die experimentell ermittelten KD-Werte des Cornbrash-Sandsteins sind etwas größer als die KD-Werte des Hilssandsteins. Die KD-Werte des Cornbrash-Sandsteins wurden auf den Dogger-beta-Sandstein übertragen, da beide Schichten lithologisch ähnlich sind und dadurch vergleich-

bare Sorptionseigenschaften erwarten lassen.

- f. Tonige Schichten besitzen generell hohe Sorptionseigenschaften. Eine Übertragung der KD-Werte der Fladentonsteine des Unteren Korallenoolith auf die Tonsteine des Alb ist daher vertretbar und konservativ, da das Alb einen hohen Smektitgehalt aufweist.

Die für das Alb experimentell ermittelten Daten für einzelne Nuklide sind auf die tonigen Schichtenfolgen Apt bis Basis Unterkreide, Callovium und Bathonium sowie Bajocium und Oberes Aalenium nicht übertragbar.

- g. Die Kalksteine des Kimmeridge und des Oxford (Erzkalke) zeigen ähnliche Sorptionseigenschaften, so daß bei Fehlen von experimentell ermittelten Daten für eine dieser Schichten eine Übertragung der KD-Werte auf die andere möglich ist.

## 2.2 Diskussion der abgeleiteten KD-Werte

### 2.2.1 Technetium (Anl. 1)

Die aus experimentellen Untersuchungen für das Technetium erhaltenen KD-Werte werden durch die Variationen der Parameter pH-Wert, Volumen/Masse-Verhältnis (V/m-Verhältnis), Komplexbildner, Temperatur, Mineralisierung (NaCl-Gehalt) und Korngröße kaum beeinflusst.

Die vom Antragsteller angegebenen Rechenwerte für Technetium sind als plausibel anzusehen. Für die überwiegend aus Tonsteinen aufgebauten Schichtenfolgen liegen nur für den Fladentonstein experimentell ermittelte Daten vor. Der daraus bestimmte KD-Wert von 0,54 ml/g wurde auf das Alb übertragen (vgl. Kap. 2.1). Für die überwiegend aus Ton- und Tonmergelsteinen bestehenden hydrogeologischen Einheiten Nr. 7, 12 und 14 (vgl. Anl. 1) wird ein Rechenwert von 0,4 ml/g vorgeschlagen.

### 2.2.2 Selen VI (Anl. 2)

Für die wesentlichen hydrogeologischen Einheiten (vgl. Anl. 2) liegen experimentell gewonnene KD-Werte für Selen VI vor. Sie sind abhängig vom jeweiligen V/m-Verhältnis. Die Extrapolation der gemessenen KD-Werte ergibt ein V/m-Verhältnis von 0,2 ml/g. Die abgeleiteten niedrigen KD-Werte sind deshalb gerechtfertigt.

### 2.2.3 Zirkonium (Anl. 3)

Die für Zirkonium experimentell ermittelten KD-Werte sind sehr hoch. Sie sind im allgemeinen größer als 1000 ml/g. Sie werden jedoch mit Ausnahme der KD-Werte, die für die Gesteine des Quartär und der Oberkreide bestimmt wurden, am stärksten durch den Komplexbildner Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) verringert (vgl. Anl. 3).

Für die hydrogeologischen Einheiten der Unterkreide und des Dogger stehen mit Ausnahme des Cornbrash-Sandsteins zur Abschätzung keine experimentellen KD-Werte zur Verfügung. Es wurden deshalb für diese Einheiten KD-Werte verwendet, die an Proben der Fladentonsteine (KD = 89,4 ml/g) und des Cornbrash-Sandsteins (KD = 17,1 ml/g) gemessen wurden (vgl. Kap 2.1). Diese Vorgehensweise ist insofern gerechtfertigt, als bei anderen Nukliden ein ähnliches Sorptionsverhalten für diese hydrogeologischen Einheiten festgestellt wurde.

Der Einfluß der Verdünnung auf die KD-Werte für Zirkonium wird in Kap. 2.3.1 diskutiert.

### 2.2.4 Niob (Anl. 4)

In Gegenwart von EDTA erhält man für Niob bei allen untersuchten Gesteinen des Deckgebirges KD-Werte größer 1000 ml/g.

Aufgrund der vorliegenden experimentell ermittelten Daten (vgl. Anl. 4) kann ein KD-Wert von 1000 ml/g mit Ausnahme für die Einheiten des Tertiär und die "Emscher"-Mergel auch für die hydrogeologischen Einheiten des Deckgebirges abgeschätzt werden, für die keine experimentell ermittelten Untersuchungsergebnisse vorliegen (vgl. Kap. 2.1).

#### 2.2.5 Caesium (Anl. 5)

Die für Caesium experimentell ermittelten Sorptionsdaten zeigen eine starke Abhängigkeit vom Salzgehalt der verwendeten Grundwässer. Die KD-Werte nehmen mit zunehmendem Salzgehalt stark ab.

Für die hydrogeologischen Einheiten Nr. 9, 11, 12 und 15 (vgl. Anl. 5) wurden die abgeschätzten KD-Werte unter Berücksichtigung des oben angeführten Einflusses auf die experimentell ermittelten Meßdaten von anderen Einheiten übernommen (vgl. Kap. 2.1).

#### 2.2.6 Jod (Anl. 6)

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß Jod nur in geringem Maße sorbiert wird. Für die Gesteine des Quartär und der Plänerkalke bis Flammenmergel wurden sowohl hohe als auch niedrige Sorptionswerte experimentell ermittelt.

Aufgrund der experimentellen Datenbasis aller hydrogeologischen Einheiten wird für Jod ein Rechenwert von 0 ml/g vorgeschlagen.

#### 2.2.7 Kohlenstoff (Anl. 7)

Die aus experimentellen Untersuchungen für den Kohlenstoff erhaltenen KD-Werte sind unabhängig von den Parametern EDTA,  $\text{NaHCO}_3$  und Korngröße und werden durch die Salinität ( $\text{NaCl}$ ) nur geringfügig beeinflusst.

Die KD-Werte für Kohlenstoff wurden für die hydrogeologischen Einheiten mit Hilfe der vorliegenden experimentellen Daten für die Modellrechnung abgeschätzt. Die KD-Werte für die hydrogeologischen Einheiten Nr. 9, 12 und 15 (vgl. Anl. 7) wurden aus den Einheiten Nr. 6, 13 und 14 (vgl. Anl. 7) übernommen (vgl. Kap. 2.1).

#### 2.2.8 Strontium (Anl. 8)

Die für Strontium experimentell ermittelten KD-Werte werden mit Zunahme des Salzgehaltes kleiner. Die KD-Werte werden nicht durch Komplexbildner und nur geringfügig durch die Nuklidkonzentration und die Temperatur beeinflusst.

Aufgrund des vorliegenden experimentell ermittelten Datenmaterials wird mit Ausnahme der hydrogeologischen Einheiten Quartär und Planerkalke bis Flammenmergel ein Rechenwert von 0 ml/g angenommen.

#### 2.2.9 Neptunium (Anl. 9)

Zur experimentellen Ermittlung der KD-Werte für Neptunium wurden Parametervariationen (Nuklidkonzentration, Korngröße, V/m-Verhältnis, Salinität (NaCl), Komplexbildner, pH-Wert und Temperatur) durchgeführt. Es hat sich gezeigt, daß dadurch die Ergebnisse der KD-Wert-Bestimmung nicht wesentlich beeinflußt werden.

Für den Modelleingabedatensatz wurden die niedrigsten experimentell ermittelten KD-Werte benutzt. Die KD-Werte für die hydrogeologischen Einheiten 9, 12 und 15 (vgl. Anl. 9) wurden aus anderen Einheiten übernommen (vgl. Kap. 2.1).

#### 2.2.10 Plutonium (Anl. 10)

Die für Plutonium experimentell ermittelten KD-Werte werden durch EDTA am stärksten beeinflußt. Dies wurde bei der Festsetzung der KD-Werte berücksichtigt (vgl. Anl. 10).

Der für das Bajocium unter der Berücksichtigung des Einflusses von EDTA abgeschätzte KD-Wert wurde auf die hydrogeologischen Einheiten Nr. 5, 7 und 12 (vgl. Anl. 10) übertragen (vgl. Kap. 2.1). In gleicher Weise wurde bei den KD-Werten des sandigen Valangin und Wealden (KD-Werte des Hilssandsteins), des Oxford (KD-Werte des Kimmeridge und Tithon) und des Dogger-beta-Sandsteins (KD-Werte des Cornbrash-Sandsteins) vorgegangen (vgl. Kap. 2.1).

Die für Plutonium experimentell ermittelten KD-Werte sind mit Ausnahme der KD-Werte, die an Gesteinsproben des Hilssandsteins ermittelt wurden, extrem hoch. Aufgrund der vorliegenden Datenbasis wird für alle hydrogeologischen Einheiten mit Ausnahme des Quartär, des Tertiär, der "Emscher"-Mergel, des Hilssandsteins, des sandigen Valangin und Wealden, des Cornbrash- und des Dogger-beta-Sandsteins als Rechenwert 1000 ml/g vorgeschlagen.

Der Einfluß der Verdünnung auf die KD-Werte des Plutonium wird in Kap. 2.3.2 diskutiert.

### 2.2.11 Americium und

### 2.2.12 Curium (Anl. 11 und 12)

Die für Americium experimentell erhaltenen KD-Werte liegen ohne Berücksichtigung des Einflusses von EDTA zwischen 2000 und 48000 ml/g. Für Plutonium werden auch KD-Werte experimentell ermittelt, die in der gleichen Größenordnung liegen. Die in Anlage 11 für Americium und in Anlage 12 für Curium abgeleiteten KD-Werte berücksichtigen nur den EDTA-Einfluß auf die Daten.

Die unter dem EDTA-Einfluß ermittelten KD-Werte des Plutonium (Anl. 10) können für Americium und Curium übernommen werden, da alle drei Nuklide eine große Neigung zur Komplexbildung zeigen und in ihrem sonstigen chemischen Verhalten untereinander ähnlich sind.

Die KD-Werte von Plutonium, Americium und Curium sind im Vergleich zu den Werten des Uran und Neptunium extrem hoch (vgl. 2.2.9 und 2.2.14). Mögliche Ursachen für die kleineren Sorptionswerte des Uran und des Neptunium sind u.a. unterschiedliche Stabilität der Oxidationsstufen, Komplexbildung und Hydrolyse.

Der Einfluß der Verdünnung wird in Kap. 2.3.3 und Kap 2.3.4 beschrieben.

### 2.2.13 Blei (Anl. 13)

Die KD-Werte für Blei werden entscheidend durch EDTA beeinflusst. Hierzu liegen nur Meßwerte vor, die an Gesteinsproben des Turon ermittelt wurden.

Für die hydrogeologische Einheit Plänerkalke bis Flammenmergel (Nr. 4) wird deshalb als Rechenwert ein Sorptionswert von 0,9 ml/g vorgegeben. Aufgrund fehlender Daten und der sehr niedrigen Sorption wird für die übrigen Ton-, Mergel-, Kalk- und Sandsteine ein KD-Wert von 0 ml/g angenommen. Diese Abschätzung kann als konservativ angesehen werden, da in allen untersuchten Systemen in Anwesenheit von hohen EDTA-Konzentrationen immer eine geringe Sorption festgestellt wurde.

Der Einfluß der Verdünnung auf die KD-Werte des Blei wird in Kap. 2.3.5 diskutiert.

#### 2.2.14 Uran (Anl. 14)

Die für Uran experimentell ermittelten KD-Werte werden durch die Nuklidkonzentration am stärksten beeinflusst (vgl. Kap. 2.3.7). Bei einem Transport des Uran durch das Deckgebirge wird von einer Uran-Konzentration von  $10^{-3}$  mol/l ausgegangen. Die experimentell ermittelten KD-Werte wurden aber bei einer geringeren Konzentration des Uran bestimmt, so daß eine Extrapolation auf die oben angegebene Konzentration durchgeführt werden mußte. Zusätzlich mußten die gemessenen KD-Werte mit dem Faktor 0,8 multipliziert werden (EU 113.4), um die Volumen/Masseabhängigkeit der Uran-Sorption zu berücksichtigen. Aus den oben angeführten Gründen werden außer für Quartär keine experimentell ermittelten KD-Werte angegeben (vgl. Anl. 14, Spalte a).

Für die überwiegend sandigen hydrogeologischen Einheiten wird ein kleiner Rechenwert von 1 ml/g vorgeschlagen. Der für die Tonsteine des Apt bis zur Basis der tonigen Unterkreide, des Callovium und Bathonium, des Bajocium und des oberen Aalenium angegebene Rechenwert von 2 ml/g kann ebenfalls als klein im Vergleich zu den Tonsteinen des Alb, die sich durch eine relativ hohe Sorption von 12 ml/g auszeichnen, angesehen werden.

Die Verdünnung bewirkt bei Uran eine Zunahme der Sorption (vgl. Kap. 2.3.7).

#### 2.2.15 Radium (Anl. 15)

Für die meisten hydrogeologischen Einheiten liegen experimentell ermittelte KD-Werte des Radium vor. Sie zeigen eine Abhängigkeit vom Salzgehalt der verwendeten Grundwässer.

Zur Abschätzung der KD-Werte für den Modelleingabedatensatz sind diese experimentell ermittelten KD-Werte ausreichend. Die KD-Werte für die hydrogeologischen Einheiten Nr. 9, Nr. 12 und Nr. 15 (vgl. Anl. 15) wurden aus anderen Einheiten übertragen (vgl. Kap. 2.1).

#### 2.2.16 Nickel (Anl. 16)

Die Sorptionseigenschaften für Nickel werden im wesentlichen durch EDTA beeinflusst. Hierzu liegen nur Meßwerte vor, die an Gesteinsproben der Plänerkalke (Rotpläner) und der Heersumer Schichten (unterste Einheit des Oxford) ermittelt wurden.

Aufgrund der vorliegenden Datenbasis können für die hydrogeologischen Einheiten der Plänerkalke bis Flammenmergel 1,5 ml/g und für das Tithon und Kimmeridge sowie für das Oxford 1 ml/g als Rechenwerte angegeben werden. Für die übrigen hydrogeologischen Schichten, für die keine EDTA abhängigen experimentellen KD-Werte vorhanden sind, wird ein Rechenwert von 0 ml/g empfohlen. Diese Abschätzung kann als konservativ angesehen werden, da in allen untersuchten Systemen in Anwesenheit von hohen EDTA-Konzentrationen immer eine geringe Sorption festgestellt wurde.

Der Einfluß der Verdünnung auf die KD-Werte für Nickel ist in Kap. 2.3.8 beschrieben.

#### 2.2.17 Thorium (Anl. 17)

Der für Gesteine der Plänerkalke bis Flammenmergel angegebene Rechenwert von 300 ml/g wird durch experimentelle Untersuchungen belegt. Für die übrigen hydrogeologischen Einheiten werden die abgeleiteten KD-Werte des Zirkonium übernommen, da beide Elemente in ihrem chemischen Verhalten (Hydrolyse, Komplexbildung) sich ähnlich verhalten.

Der Einfluß der Verdünnung auf die KD-Werte für Thorium wird in Kap. 2.3.9 diskutiert.

#### 2.2.18 Protactinium (Anl. 18)

Die unter dem Einfluß von EDTA experimentell ermittelten KD-Werte für Protactinium sind sehr groß.

Für die hydrogeologischen Einheiten der Unterkreide und des Dogger (Anl. 18) stehen zur Abschätzung keine experimentellen KD-Werte, zur Verfügung. Die an Fladentonstein (Oxford) experimentell gewonnenen KD-Werte werden deshalb aufgrund lithologischer Ähnlichkeit auf die oben angegebenen Einheiten übertragen (vgl. Kap. 2.1).

Am Cornbrash-Sandstein wurde experimentell ohne EDTA-Einfluß für Protactinium ein KD-Wert von 692 ml/g ermittelt. Für die Sandsteine des Deckgebirges wird ein KD-Wert von 200 ml/g als erster Rechenwert vorgeschlagen. Diese Abschätzung ergibt sich aus dem Vergleich zu anderen Nukliden (z.B. Plutonium) deren experimentell ermittelte KD-Werte unter dem Einfluß von EDTA an Sandproben eine ähnlich geringe Sorption aufweisen.

Die Chemie des Protactinium in Lösung (Hydrolyse, Komplexbildung) ähnelt in gewisser Hinsicht der des Niob, daß sich ebenfalls durch große KD-Werte auszeichnet (vgl. Anl. 4).

#### 2.2.19 Actinium (Anl. 19)

Die Sorptionskoeffizienten für Actinium, die im wesentlichen von der EDTA-Konzentration abhängig sind, wurden nur an Gesteinen der Oberkreide für stark (Wasser aus der Strecke 670 in der Grube Konrad) und schwach (Wasser aus Brunnen Söhle) mineralisiertes Wasser bestimmt.

An den Gesteinen der Oberkreide wurde in schwach mineralisiertem Wasser für Actinium ein KD-Wert von 192 ml/g bestimmt (Anl. 19). Mit Hilfe des KD-Wertes von 28 ml/g, den man für die Gesteine der Oberkreide (Kalksteine) für stark mineralisiertes Wasser erhält, läßt sich ein KD-Wert von 30 ml/g für die übrigen Kalksteine der hydrogeologischen Einheiten des Deckgebirges abschätzen (vgl. Kap. 2.1). Für tonige Einheiten sind etwas höhere KD-Werte zu erwarten. Der vorgeschlagene KD-Wert von 30 ml/g für diese Schichten ist deshalb als plausibel anzusehen.

Für die Sandsteine (vgl. Nr. 6, 9, 13 und 15, Anl. 19) wird ein KD-Wert von 3 ml/g abgeschätzt. Diese Abschätzung ergibt sich aus dem Vergleich zu anderen Nukliden (z.B. Plutonium), bei denen mit Hilfe von Sandsteinproben und unter dem Einfluß von EDTA KD-Werte ermittelt wurden, die gegenüber Tonsteinproben eine um 20-50 % geringere Sorption zeigen.

#### 2.2.20 Molybdän (Anl. 20)

Die aus experimentellen Untersuchungen für das Molybdän erhaltenen KD-Werte sind etwas größer als die des Technetium.

Die KD-Werte des Technetium werden für Molybdän übernommen, da man davon ausgehen kann, daß sich das Molybdat-Ion und das Pertechinitat-Ion im Hinblick auf die Sorption ähnlich verhalten.

#### 2.2.21 Zinn (Anl. 21)

Zinn und Blei sind in ihrem chemischen Verhalten (Komplexbildung, chemische Verbindungen) ähnlich. Die für den Modelleingabedatensatz abgeschätzten KD-Werte für Blei (vgl. Kap. 2.2.13 und Kap. 2.3.6) können deshalb für Zinn übernommen werden.

#### 2.2.22 Rubidium (Anl. 22)

Die KD-Werte des Rubidium wurden für alle hydrogeologischen Einheiten mit Ausnahme der für die Gesteine des Quartär und der Plänerkalke mit 0 ml/g abgeschätzt. Diese Abschätzung kann als konservativ angesehen werden, da in allen experimentell durchgeführten Untersuchungen eine geringe Sorption festgestellt wurde.

#### 2.2.23 Chlor, Calcium, Kobalt, Palladium, Wismut, Polonium und Lanthaniden (Samarium, Europium, Holmium, Lutetium) (Anl. 23)

Für die in Anlage 23 aufgeführten Nuklide werden für alle hydrogeologischen Einheiten KD-Werte von 0 ml/g angenommen. Diese Vorgabe ergibt sich daraus, daß keine experimentell ermittelten standortspezifischen Daten vorliegen. Außerdem ist eine Abschätzung aus experimentell bestimmten Daten an Nukliden mit chemisch ähnlichem Verhalten schwierig, da nur eine geringe Anzahl an experimentell ermittelten KD-Werten für einige Nuklide vorhanden ist.

Für die Nuklide des Kobalt, Palladium, Wismut, Polonium und der oben angeführten Lanthaniden ist diese Abschätzung als konservativ anzusehen, da aufgrund der chemischen Eigenschaften dieser Nuklide von einer geringen Sorption ausgegangen werden kann.

## 2.3 Einfluß der Verdünnung auf die KD-Werte

Die Nuklidkonzentrationen werden durch zuströmendes Wasser und durch Dispersion in Abhängigkeit von den Ausbreitungswegen im Deckgebirge im Verhältnis 1:10 und 1:100 verdünnt (EU 76.1). Mit abnehmender Nuklidkonzentration nimmt die Sorption für bestimmte Nuklide zu (höhere KD-Werte). Dies wird durch eine ausreichende Anzahl von Experimenten belegt (EU 125.7, EU 125.8, EU 138, EU 139.1, EU 139.2 und EU 140). Es werden experimentell bestimmte KD-Werte für einzelne hydrogeologische Schichten, die diese Verdünnung der Nuklidkonzentrationen berücksichtigen, angegeben.

Für die KD-Werte folgender Nuklide wurde kein entscheidender Einfluß durch eine Verdünnung festgestellt: Technetium, Selen VI, Niob, Caesium, Jod, Kohlenstoff, Strontium, Neptunium, Radium, Protactinium, Actinium, Molybdän, Rubidium, Chlor, Calcium, Kobalt, Palladium, Wismut, Polonium, und der Lanthaniden (Samarium, Europium, Holmium und Lutetium).

Ein teilweiser Einfluß der Verdünnung auf die KD-Werte wurde bei den Nukliden Zirkonium, Plutonium, Americium, Curium, Blei, Zinn, Uran, Nickel und Thorium experimentell ermittelt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 24 bis 32 zusammengefaßt.

### 2.3.1 Zirkonium (Anl. 24)

Die KD-Werte des Zirkonium, die an den Gesteinsproben des Kimmeridge und des Oxford (Fladentonstein) experimentell ermittelt wurden, nehmen mit abnehmender Konzentration der Komplexbildner stark zu. Für die tonigen hydrogeologischen Einheiten der Unterkreide und des Dogger ist eine Übernahme des experimentell ermittelten KD-Wertes des Fladentonsteins (Oxford) bei einer Verdünnung von 1:100 für tonige Schichten gerechtfertigt, da diese eine höhere Sorption (größerer KD-Wert) erwarten lassen (vgl. Kap.2.2.3). Auch für die Schichten Hilssandstein, sandiges Valangin und Wealden, Cornbrash-Sandstein und Dogger-beta-Sandstein sind bei zunehmender Verdünnung (1:100) wesentlich höhere Sorptionswerte zu erwarten, da dann der Einfluß des EDTA stark abnimmt. Unter dieser Bedingung sind die eingeschätzten KD-Werte für die oben angegebenen Einheiten als plausibel anzusehen. KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung von 1:10 werden nicht angegeben, da standortspezifische experimentelle Daten fehlen.

### 2.3.2 Plutonium (Anl. 25)

Die KD-Werte nehmen bei einer Konzentrationsabnahme der Komplexbildner deutlich zu, so daß ein KD-Wert von 1000 ml/g unter Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10 und 1:100 für alle hydrogeologischen Einheiten mit Ausnahme des Hilssandsteins, des sandigen Valangin und Wealden (vgl. Anl. 25), des Tertiär und des "Emscher"-Mergel (vgl. Kap. 2.1) als plausibel anzusehen ist.

### 2.3.3 Americium und 2.3.4 Curium (Anl. 26 und 27)

Für Americium und Curium können die KD-Werte des Plutonium übernommen werden, da alle drei Elemente in ihrem chemischen Verhalten sehr ähnlich sind. (vgl. Kap. 2.2.12).

### 2.3.5 Blei (Anl. 28)

Die KD-Werte für Blei werden am stärksten durch EDTA beeinflusst. Experimentell ermittelte Ergebnisse der KD-Werte, die den Einfluß einer Verdünnung von 1:10 und 1:100 zeigen, liegen nur von zwei Gesteinsproben der Plänerkalke vor. Die Sorption des Blei nimmt für diese Gesteine hierbei deutlich zu. Aufgrund dieser Daten kann nur bei einer Verdünnung von 1:10 und 1:100 für die hydrogeologischen Einheiten Nr.5 bis Nr.15 ein KD-Wert von 1 ml/g abgeschätzt werden (vgl. Kap. 2.2.13).

### 2.3.6 Zinn (Anl. 29)

Zinn und Blei sind in ihrem chemischen Verhalten (Komplexbildung, chemische Verbindung) ähnlich, so daß die KD-Werte des Blei für Zinn für den Modelleingabedatensatz übernommen werden können (vgl. Kap. 2.3.5).

### 2.3.7 Uran (Anl. 30)

Die KD-Werte für Uran werden durch die Nuklidkonzentration am meisten beeinflusst. Die Abhängigkeit der KD-Werte von der Nuklidkonzentration wurde an Gesteinsproben des Oxford, Plänerkalke und Alb (vgl. Nr. 4, 5 und 11, Anl. 30) untersucht (vgl. Kap. 2.2.14 ). Für die hydrogeologischen Einheiten Nr.4, Nr.5, Nr.10 und Nr.11 (vgl. Anl. 30) wurden die konzentrationsabhängigen Ergebnisse der KD-Werte mit Hilfe der vorliegenden experimentellen Daten abgeschätzt. Für alle übrigen hydrogeolo-

gischen Einheiten werden keine weiteren KD-Werte, die den Einfluß einer Verdünnung berücksichtigen, angegeben, da standortspezifische experimentelle Daten fehlen (vgl. Kap. 2.2.14).

#### 2.3.8 Nickel (Anl. 31)

Die Sorption für Nickel wird durch EDTA beeinflusst. Der Einfluß einer Konzentrationsabnahme auf die KD-Werte wurde an Gesteinsproben aus dem Turon untersucht. Die experimentell ermittelten Sorptionswerte des Nickel steigen deutlich an. Aufgrund des vorliegenden Datenmaterials wird bei einer Verdünnung von 1:10 und 1:100 für die hydrogeologischen Einheiten Nr.5 bis Nr.15 und unter Berücksichtigung der durch Verdünnung vernachlässigbaren EDTA-Einflusses ein KD-Wert von 1 ml/g abgeschätzt.

#### 2.3.9 Thorium (Anl. 32)

Ergebnisse der KD-Werte, die den Einfluß einer Konzentrationsabnahme durch EDTA (Verdünnung von 1:10 und 1:100) zeigen, liegen nur für die Gesteine der Plänerkalke bis Flammenmergel vor. Für die übrigen hydrogeologischen Einheiten Nr. 5 bis Nr.15 werden nur KD-Werte bei einer Verdünnung 1:100 herangezogen, die ohne den Einfluß von EDTA ermittelt wurden. Diese Vorgehensweise ist insofern gerechtfertigt, da aufgrund der hohen Verdünnung der EDTA-Einfluß auf die Sorption vernachlässigt werden kann.

### 3. Absolute Gebirgsporositäten (Anl. 33)

#### 3.1 Einführung

##### 3.1.1 Begriffsbestimmung

Die absolute (gesamte oder totale) Gebirgsporosität P der Festgesteine ist in der allgemeinen geologisch-hydrogeologischen Literatur als die Summe aus Gesamtporenraum des Gesteins (gesamte Matrixporosität) und dem Gesamthohlraumvolumen der Klüfte und anderer Trennfugen definiert (vgl. z.B. MATTHESS & UBELL 1983).

Diese geologisch-hydrogeologische Definition der absoluten Gebirgsporosität beschreibt aber nicht hinreichend genau die Hohlraumanteile, welche die Stofftransportvorgänge wesentlich beeinflussen. Nach NORTON & KNAPP (1977) ist der Gesamthohlraum des Gebirges der integrale Wert aus folgenden drei Porositäten:

- Effektive Porosität ("effective porosity" nach NORTON & KNAPP 1977),
- Diffusionsporosität ("diffusion porosity" nach NORTON & KNAPP 1977),
- Totporosität ("residual porosity" nach NORTON & KNAPP 1977).

Die effektive Porosität gibt jenen Hohlraumanteil im Gebirge an, in dem der Stofftransport konvektiv mit der Grundwasserströmung erfolgt. Die Diffusionsporosität stellt das Hohlraumvolumen dar, in dem sich die Wasserinhaltsstoffe vorwiegend durch Diffusionsvorgänge ausbreiten. Dieses Volumen entspricht angenähert der Summe aus Haftwasservolumen und Volumen der "dead end"-Poren. Der verbleibende Hohlraumanteil ist mit den beiden vorgenannten Arten von Porositäten nicht verbunden; dieser Resthohlraum wird als Totporosität bezeichnet. Die Totporosität spielt beim Stofftransport selbst keine Rolle, da eine Ausbreitung von Wasserinhaltsstoffen durch die dichte Matrix (= Feststoffskelett) oder längs von Korngrenzen auszuschließen oder zumindest unbedeutend ist.

Die für den Stofftransport relevante absolute Gebirgsporosität ergibt sich somit aus der Summe der effektiven Gebirgsporosität und der gesamten Diffusionsporosität. Im folgenden wird der Begriff "absolute Gebirgsporosität" nur noch im Sinne dieser effektiven Transportporosität verwendet. Bei der Ableitung der absoluten Gebirgsporosität von Festgesteinen wird versucht, neben der für den Stofftransport relevanten gesamten Matrixporosität auch den entsprechenden Hohlraumanteil der Trennfugen zu erfassen.

Weitere Begriffe für Porositäten, die im Rahmen von Stofftransportbetrachtungen in der Literatur verwendet werden, sind in EU 216.1 zusammengestellt und beschrieben. Dort wird u.a. aufgezeigt, wie uneinheitlich die Begriffe für Porositäten gebraucht werden.

### 3.1.2 Datenbasis

Untersuchungsergebnisse zu der für den Stofftransport relevanten absoluten Gebirgsporosität sind aus dem Untersuchungsgebiet nicht bekannt. Die ausgewertete Literatur enthält ebenfalls keine Angaben, die auf die Gesteine im Raum Konrad übertragbar wären.

Aus dem Untersuchungsraum und angrenzenden Gebieten liegen als "Gesamtporositäten" bezeichnete Werte vor. Diese "Gesamtporosität" wurde im Labor an Kernproben oder mit Hilfe geophysikalischer Bohrlochaufnahmen ermittelt (EU 32.2, EU 199, EU 216.1, EU 216.2, EU 252 und EU 295). Die so bestimmte "Gesamtporosität" ist vor allem bei feinkörnigen Gesteinen kritisch zu betrachten. Die Ergebnisse sind meist mit Fehlern behaftet (EU 32.2 und EU 252). Die "Gesamtporosität" ist nur eingeschränkt vergleichbar mit der absoluten Gebirgsporosität.

In der Literatur sind nur vereinzelt Angaben zur "Gesamtporosität" verschiedener Locker- und Festgesteine zu finden, z.B. RICHTER & LILLICH (1975) und MATTHESS & UBELL (1983).

Für die Ableitung der Modelleingangswerte aus den drei in NORTON & KNAPP (1977) unterschiedenen Porositätsarten stehen neben den Angaben zur "Gesamtporosität" die in EU 120 dargestellten Meßdaten der Totporosität und die in [REDACTED] zusammengefaßten Ergebnisse unserer Bewertung der effektiven Gebirgsporosität zur Verfügung. Werte für die Diffusionsporosität sind uns nicht bekannt.

Der überwiegende Teil der Daten, die für die Ableitung und Abschätzung der absoluten Gebirgsporosität herangezogen werden können, wurden im Grubengebäude und in der Bohrung K 101 ermittelt oder resultieren aus den von der Erdölindustrie im Gifhorner Trog durchgeführten Prospektionsarbeiten.

## 3.2 Bandbreiten und Vorschläge für erste Rechenwerte (Anl. 33)

### 3.2.1 Allgemeine Anmerkungen

Zur Herleitung von repräsentativen absoluten Gebirgsporositäten reicht das bei Kap. 3.1 angeführte Datenmaterial allein nicht aus. Die Datendichte ist dafür im Vergleich zur Größe des Modellgebietes und zur An-

zahl der unterschiedenen Schichtenfolgen zu gering sowie die Datenpunkte zu ungleichmäßig verteilt. Weitere Unsicherheiten ergeben sich aus der räumlichen Variabilität der Porositäten.

Eine anschauliche Einschätzung der absoluten Gebirgsporosität muß sich daher überwiegend auf die Bewertung der hydrogeologischen Gegebenheiten stützen, soweit diese auf die absolute Gebirgsporosität Einfluß haben. So fanden etwa die lithofaziellen Verhältnisse, diagenetische Prozesse und ihre Auswirkungen auf das Gestein, die Tiefenlage von Schichten und die in [REDACTED] bereits zu einem früheren Zeitpunkt von uns abgeleiteten effektiven Gebirgsporositäten Beachtung.

Bei grobkörnigen, nicht oder nur wenig verfestigten Sedimenten, wie z.B. bei Lockergesteinen des Quartär oder dem wenig verfestigten Hilssandstein, geben die im Labor und aus Bohrlochmessungen ermittelten "Gesamtporositäten" annähernd die absolute Gebirgsporosität wieder, da der Anteil der nicht miteinander verbundenen Porenräume (Totporosität) nur gering ist. Bei feinkörnigen, gering durchlässigen Gesteinen wie Tonsteinen ist die im Labor gemessene und als "effektiv" bezeichnete Porosität in der Größenordnung gleich der "Gesamtporosität" der Matrix (EU 216.1). Da diese im Labor ermittelte "Gesamtporosität" auch die Diffusionsporosität mitefaßt, sind diese an feinkörnigem Material bestimmten Werte Anhaltspunkte für die gesuchte absolute Gebirgsporosität.

Die absolute Gebirgsporosität geht im Rahmen von Stofftransportbetrachtungen in die Berechnung des Retardationsfaktors  $R_f$  ein. Die dabei üblicherweise zur Bestimmung von  $R_f$  verwendete Gleichung

$$R_f = 1 + \rho \cdot KD \cdot ((1-P)/P) \quad \text{mit } \rho = \text{Gesteinsdichte (g/ml)}$$
$$KD = \text{Verteilungskoeffizient (ml/g)}$$
$$P = \text{absolute Gebirgsporosität}$$

zeigt, daß der Ansatz großer absoluter Gebirgsporositäten eine geringe Retardation zur Folge hat. Daher wird aufgrund der Unsicherheiten, die bei der Festlegung der Bandbreiten und Rechenwerte gegeben sind, darauf geachtet, daß durch die Wahl zwar großer, aber dennoch plausibler absoluter Gebirgsporositäten zusätzliche Sicherheitsreserven eingeführt werden.

Die in Anl. 33 vorgeschlagenen Rechenwerte werden von uns als repräsentativ für die im SWIFT-Modell verwendeten Blockgrößen angesehen. Die für einzelne Modellblöcke möglichen Extremwerte liegen unserer Einschätzung nach innerhalb der vorgegebenen Bandbreite.

Rechenwerte für die Zerrüttungszonen werden gemäß der Vereinbarung mit MU und TÜV/GRS beim Fachgespräch am 11.04.1989 erst dann vorgegeben, wenn die ersten Rechenläufe zeigen, daß sich die Transportwege vorwiegend in den Zerrüttungszonen befinden (unter c) werden in Anlage 33 daher noch keine Werte genannt).

Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, daß generell nur eine grobe Differenzierung des Modellraumes in Abschnitte unterschiedlicher absoluter Gebirgsporosität sinnvoll vorgenommen werden kann. Da die Porosität des Gebirges wesentlich von den lithologischen Verhältnissen abhängt, können im folgenden die verschiedenen hydrogeologischen Einheiten entsprechend ihren lithologischen Eigenschaften in mehreren Gruppen zusammengefaßt und die Rechenwerte für die absolute Gebirgsporosität unter Berücksichtigung der weiteren Einflußgrößen abgeschätzt werden.

In Anlage 33 sind jeweils unter a) die eingeschätzten Bandbreiten für die absolute Gebirgsporosität angegeben und unter b) der Wert, den wir für den ersten Rechenlauf vorschlagen. Bei weiteren Rechenläufen kann innerhalb der angegebenen Bandbreiten variiert werden.

### 3.2.2 Lockergestein

Der Wertebereich der "Gesamtporositäten" von kiesigen bis tonigen Lockergesteinen liegt zwischen 25% und 66% (MATTHESS & UBELL 1983).

Für die im Modellgebiet überwiegend sandig und schluffig ausgebildeten Sedimente des Quartär (Anl. 33, Nr.1) werden absolute Gebirgsporositäten zwischen 20% und 50% als plausibel angesehen. Wir empfehlen, beim ersten Rechenlauf 35% für die repräsentative absolute Gebirgsporosität des Quartär anzusetzen.

Die überwiegend aus Sand und Schluff aufgebauten, nur gering verfestigten Schichten des Tertiär (Anl. 33, Nr. 2) sind im Modellgebiet nur wenig verbreitet. Aus diesem Grunde haben sie auch für die Stofftransport-

rechnungen nur eine untergeordnete Bedeutung. Da sie sich darüberhinaus auch lithologisch nur gering von den Ablagerungen des Quartär unterscheiden, wird dem Tertiär zur Vereinfachung des Modellaufbaus der für das Quartär angenommene Rechenwert der absoluten Gebirgsporosität von 35% zugeordnet (Bandbreite: 15 bis 40 %).

### 3.2.3 Festgestein

#### 3.2.3.1 Tonstein und Tonmergelstein

Folgende hydrogeologische Einheiten (Anl. 33) sind vorwiegend aus Tonsteinen und Tonmergelsteinen aufgebaut:

Nr.	Bezeichnung
5	Alb (tonig)
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)
12	Callovium und Bathonium (tonig)
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)
16	Unteres Aalenium bis Sinemurium

Für die tonigen Schichten der Unterkreide und des Dogger ergab die Auswertung der Bohrlochmessungen in der Bohrung K 101 sowie in Bohrungen des Erdölfeldes Rühme unter Berücksichtigung der maximalen Fehlerbreite "Gesamtporositäten" von etwa 11% bis 26%. Der mittlere Wert liegt bei rund 20%. Nach EU 252 sind die Ergebnisse der Logauswertungen von tonigen Gesteinen im vorliegenden Fall mit Unsicherheiten behaftet.

Im Labor ermittelte "effektive Porositäten" sind bei Ton- und Tonmergelsteinen in grober Näherung der "Gesamtporosität" gleichzusetzen [REDACTED] und (EU 216.1). Der mittlere Wert für Unterkreide-Tonsteine beträgt nach den Labormessungen rund 16%, für Tonsteine und Tonmergelsteine des Dogger 10,6% (EU 295).

Für Tone und Tonsteine des Gifhorner Troges wurde nach Auswertung umfangreicher experimenteller Daten und von Bohrlochmessungen (MATTHESIUS 1974) eine mittlere "Porosität" von 12,6% ermittelt. Man kann davon ausgehen, daß dieser Wert die mittlere "Gesamtporosität" angibt.

Untersuchungen an eiszeitlichen Tonen (CARTWRIGHT 1985) ergaben, daß sowohl die im Labor bestimmten Werte der "effektiven Porosität" als auch der "Gesamtporosität" größer sind als die für den Stofftransport relevante Porosität. Dies bedeutet, daß die Verwendung dieser Werte bei der Ableitung der transportrelevanten Porosität kleinere Retardationsfaktoren (vgl. Kap. 3.2.1) ergibt und damit Sicherheitsreserven vorhanden sind.

In Kenntnis der angesprochenen Unsicherheiten bei der Ermittlung und Abschätzung absoluter Gebirgsporositäten von Tonsteinen werden relativ große Bandbreiten und Rechenwerte gewählt. Den tonigen Schichten der Unterkreide (Anl. 33, Nr. 5 und 7) wird eine absolute Gebirgsporosität von 20% (Bandbreite: 5% bis 30%) zugeordnet. Für die tiefer liegenden, wegen der höheren Gebirgsauflast stärker kompaktierten Ton- und Tonmergelsteine des Dogger und Lias (Anl. 33, Nr. 12, 14 und 16) wird eine kleinere absolute Gebirgsporosität angenommen (Bandbreite: 5% bis 20%) und als erster Rechenwert 10% vorgeschlagen.

### 3.2.3.2 Mergelstein

Folgende hydrogeologische Einheiten (Anl. 33) sind vorwiegend aus mergeligen Gesteinen aufgebaut:

Nr.	Bezeichnung
3	"Emscher"-Mergel
18	Mittlerer Keuper und Unterer Keuper (im südl. Modellgebiet mit erhöhtem Sandgehalt)

Für die beiden hydrogeologischen Einheiten Nr. 3 und 18 liegen keine Meßwerte vor.

Die Bestimmung der effektiven Porosität und der Totporosität an einer Mergelsteinprobe des Oxford (EU 120) ergibt als Summenwert rund 12%. Die absolute, transportrelevante Porosität dieser Gesteinsprobe ist vermutlich kleiner (vgl. Kap. 3.1.1). Labormessungen an Tonsteinen liefern nach EU 181 zu große Totporositäten. Die Mergelsteine des Gifhorner Troges besitzen nach MATTHESIUS (1974) eine mittlere Porosität von 16,8% (vermutlich "Gesamtporosität", vgl. Kap. 3.2.2.1).

Die absolute Gebirgsporosität des im Modellgebiet nur lückenhaft verbreiteten "Emscher"-Mergel (Anl. 33, Nr. 3) schätzen wir mit 15% (Bandbreite: 5% bis 30%) ein. Ausgehend von den für die oberflächennahen Ton- und Tonmergelsteine abgeleiteten Bandbreiten und Rechenwerten wurde dabei neben den o.a. Daten der im Vergleich zu den tonigen Schichten höhere Karbonatanteil und ein daraus abgeleiteter geringerer Hohlraumanteil in der Bewertung der absoluten Gebirgsporosität berücksichtigt.

Die überwiegend mergeligen Schichten des Mittleren und Unteren Keuper (Anl. 33, Nr. 18) dürften wegen ihres durch die Tiefenlage bedingten höheren Diagenesegrades eine geringere absolute Gebirgsporosität besitzen. Die Grenzwerte der Bandbreite wurden daher auf 2% bzw. 20% verkleinert. Als erster Rechenwert wird 10% vorgegeben.

### 3.2.3.3 Kalkstein

Folgende hydrogeologischen Einheiten (Anl. 33) sind aus Kalksteinen (mit Einschaltungen von Mergel- und Tonmergelsteinen) aufgebaut: --

Nr.	Bezeichnung
4	Plänerkalke bis Flammenmergel (verkieselte Oberalb-Tonsteine)
10	Tithon und Kimmeridge
11	Oxford
19	Oberer Muschelkalk

Aus Labormessungen wurde für die Plänerkalke ein mittlerer immobilisierter Wasseranteil, etwa gleichbedeutend mit der Diffusionsporosität (vgl. Kap. 3.1.1), von gleich oder größer 13% abgeleitet (EU 216.1)

An Gesteinsproben des Tithon ermittelte "Gesamtporositäten" liegen zwischen 5,5% und 25,2% (EU 216.2). Die Auswertung von geophysikalischen Messungen in der Bohrung K 101 (EU 295) ergab für Schichten des Kimmeridge eine mittlere "Gesamtporosität" von rund 14% bei einer Fehlerbreite von 3%.

Eine vergleichsweise große Anzahl von Daten liegt für die Schichtenfolge des Oxford vor. An Kalksteinproben aus der Grube Konrad wurden bei unterschiedlichem Ton- und Sandanteil "Gesamtporositäten" zwischen 2% und 21,4% gemessen (EU 216.2). Die mittlere "Gesamtporosität" des Oxford beträgt nach diesen Laborergebnissen rund 9%. Eine "Gesamtporosität" von 23,4% wurde an einer Oxford-Probe mit überwiegend sandigem Anteil gemessen (EU 216.2). Die Log-Auswertung der Bohrung K 101 (EU 252 und EU 295) ergab für das Oxford eine mittlere "Gesamtporosität" von 14% bei einer Fehlerbreite von 3%. Zur Abschätzung der absoluten Gebirgsporosität werden auch die in der Grube Konrad an Oxfordgesteinen ermittelten "effektiven Porositäten" und "Totporositäten" herangezogen (EU 120). Die Summenwerte dieser beiden Porositäten liegen zwischen 0,84% und 21,2%, als Mittelwert wurde rund 9% errechnet. Für das Oxford der südwestlich des Modellgebietes gelegenen Struktur Hohenassel wurde eine "Gesamtporosität" von 19,5% bestimmt (MATTHESS & UBELL 1983).

Die Auswertung einer Vielzahl von Labor- und Bohrlochmessungen aus dem Gifhorner Trog ergab für Kalksteine eine mittlere "Porosität" von 8,9% (MATTHESIUS 1974), (vgl. Kap. 3.2.3.1).

Literaturdaten machen die Größe der möglichen Schwankungsbreite verschiedener karbonatischer Gesteine deutlich. Die Werte für die "Gesamtporosität" reichen von 0,1% bis 66,6% (MATTHESS & UBELL 1983).

Die Plänerkalke bis Flammenmergel (Anl. 33, Nr. 4) und der Obere Muschelkalk (Anl. 33, Nr. 19) sind Kluftwasserleiter mit einer weitgehend dichten Gesteinsmatrix. Ein Grundwasserfluß in der Matrix wird daher von uns ausgeschlossen. Ein wesentlicher Stofftransport über die Matrix wird angesichts dieser Gesteinseigenschaften ebenfalls ausgeschlossen. Eine mögliche Migration von Radionukliden wird daher konvektiv und/oder diffusiv im Kluft Hohlräumvolumen erfolgen. Die Plänerkalke besitzen aufgrund ihrer meist oberflächennahen Lage ein großes durchflußwirksames Kluft Hohlräumvolumen, das mit 10% eingeschätzt wird [REDACTED]. Für die absolute Gebirgsporosität wird ein erster Rechenwert von 15% (Bandbreite: 5% bis 25%) empfohlen. Dem Oberen Muschelkalk wird aufgrund seiner Tiefenlage im Modellgebiet mit 10% (Bandbreite: 2% bis 20%) ein geringerer Wert für die absolute Gebirgsporosität zugeordnet.

Tithon und Kimmeridge (Anl. 33, Nr. 10) sowie Oxford (Anl. 33, Nr. 11) haben sowohl Eigenschaften von Porenwasserleitern als auch von Kluftwasserleitern. Da das Oxford zum großen Teil aus Kalk- und Eisenoolithen besteht und daher neben dem Klufthohlraumvolumen die Matrixporosität des Gesteins bei der Einschätzung der für den Stofftransport relevanten Porosität nicht vernachlässigt werden darf, wird für das Oxford eine absolute Gebirgsporosität von 15% (Bandbreite: 2% bis 25%) angesetzt. Die Schichten des Tithon und Kimmeridge weisen einen geringeren Karbonatanteil auf. Ein entsprechend kleinerer erster Rechenwert wird deshalb mit 10% (Bandbreite: 2% bis 25%) vorgegeben.

#### 3.2.3.4 Sandstein

Folgende hydrogeologische Einheiten (Tab. 1) sind vorwiegend aus Sandsteinen aufgebaut:

Nr.	Bezeichnung
6	Hilssandstein
9	Valangin (sandig) und Wealden
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)
17	Hettangium und Oberer Keuper

Der Hilssandstein besitzt nach Log-Auswertungen der Bohrung K 101 eine "Gesamtporosität" von 32,5% (EU 252 und EU 295). Nach anderen Untersuchungsergebnissen weist der Hilssandstein nicht näher definierte "Porositäten" bis 24% auf (EU 199).

Für sandiges Valangin und Wealden liegen keine Meßwerte zur "Gesamtporosität" vor.

Der Cornbrash-Sandstein weist nach Laboruntersuchungen an Gesteinsproben, die im Bereich des Schachtes Konrad 2 entnommen wurden, "Gesamtporositäten" zwischen 2,6% und 16,3% auf (EU 181 und EU 216.2). Die mittlere "Gesamtporosität" dieser Meßreihe beträgt rund 10%.

Die im Erdölfeld Rühme anhand von Bohrlochmessungen ermittelte "Gesamtporosität" des Dogger-beta-Sandsteins liegt nach EU 252 und EU 295 zwischen 17,3% und 27,1% (Mittelwert: ca. 22%).

In der Bohrung Fümmelse 1 bei Thiede wurde in Sandsteinen des Oberen Keuper (Top Oberer Keuper hier bei rund 260 m unter Gelände) eine "Gesamtporosität" von 18% bis 25% gemessen (EU 216.2). Für den Sandstein-Keuper sind in KARRENBERG (1981) "Gesamtporositäten" von 8% bis 25% bzw. 30% bis 39% angegeben.

Für neo- und mesozoische sandige Schichten des Gifhorner Troges wird in MATTHESIUS (1974) eine mittlere "Porosität" von 16,3% bestimmt.

Die lithologischen und hydraulischen Untersuchungsergebnisse weisen den Hilssandstein (Anl. 33, Nr. 6) als guten Porenwasserleiter mit großem Porenvolumen aus. Einen Rechenwert von 25% (Bandbreite: 15% bis 35%) für die absolute Gebirgsporosität halten wir deshalb für realistisch. Der lithologische Aufbau von sandigem Valangin und Wealden (Anl. 33, Nr. 9) ist charakterisiert durch Sandsteinlinsen in toniger und tonmergeliger Umgebung. Die Sandführung nimmt nach Norden und Westen hin zu. Die große Variationsbreite der lithofaziellen Eigenschaften von sandigem Valangin und Wealden erschwert eine Einschätzung der transportrelevanten absoluten Gebirgsporosität. Dieser Unsicherheit wird durch die Wahl eines großen Rechenwertes von 20% (Bandbreite: 10% bis 30%) für den ersten Modellauf Rechnung getragen.

Die Ergebnisse erdölgeologischer Untersuchungen einerseits und die beim Abteufen des Schachtes Konrad 2 sowie bei Erkundungsbohrungen (Bohrung K 101, Bohrungen in der Grube Konrad) gewonnenen Erkenntnisse andererseits zeigen die mögliche Bandbreite der Gesteinseigenschaften des Cornbrash-Sandsteins (Anl. 33, Nr. 13). Die außergewöhnlich guten Speichereigenschaften des Cornbrash-Sandsteins in Erdölfeldern sind nicht als repräsentativ für das Gesamtgebiet anzusehen. Diese Ansicht wird auch durch die Resultate der im Rahmen des Projekts durchgeführten Geländeuntersuchungen gestützt. Wir empfehlen daher, für die absolute Gebirgsporosität 10% (Bandbreite: 2% bis 30%) bei den ersten Modellrechnungen zu verwenden.

Die Sandsteine des Dogger-beta (Anl. 33, Nr. 15) und die des Hettangium und Oberen Keuper (Anl. 33, Nr. 17) werden als Porenwasserleiter eingestuft [REDACTED]. Über die lithologischen Eigenschaften dieser beiden Wasserleiter liegen nur wenige Erkundungsergebnisse vor. Daher wird eine im Vergleich zu den im Erdölfeld Rühme ermittelten "Gesamtporositäten" große absolute Gebirgsporosität von 20% als erster Rechenwert für den Dogger-beta-Sandstein vorgeschlagen. Für Hettangium und Oberen Keuper wird in Anbetracht der größeren Tiefenlage eine um 5% verminderte absolute Gebirgsporosität angenommen. Der Einfluß der in die Sandsteine eingelagerten Tonsteinhorizonte auf die für den Stofftransport relevante absolute Gebirgsporosität ist nur schwer kalkulierbar. Eine größere absolute Gebirgsporosität als 15% für Hettangium und Oberen Keuper ist nicht ausgeschlossen. Die Bandbreiten werden aufgrund der Unsicherheiten für beide Schichteinheiten (Anl. 33, Nr. 15 und Nr. 17) mit 2% bis 30% angenommen.

Der Transgressionshorizont der Unterkreide (Anl. 33, Nr. 8) sowie der Schilfsandstein (Anl. 33, Nr. 19) werden aufgrund der in [REDACTED] [REDACTED] aufgeführten Gründe nicht mehr als hydrogeologische Einheiten ausgehalten.

#### 4. Dispersionslängen

Im Modellteil "Stofftransport" wird die Dispersion durch Vorgabe von longitudinalen Dispersivitäten  $\alpha_1$  (Dispersionslängen) berücksichtigt. Experimentelle Untersuchungen hierzu wurden vom Antragsteller nicht durchgeführt. Die vom Antragsteller im SWIFT-Modell benutzten Dispersivitäten von 30 und 200 m werden durch Angaben aus der Literatur (LALLEMAND-BARRES & PEAUDECERF 1978) begründet.

Vom NLFB wurden Dispersivitäten ebenfalls aus Literaturdaten abgeschätzt (BEIMS 1983 und KINZELBACH 1987) und für den ersten Rechenlauf mit 100 m vorgegeben. Dabei wurde eine Parameterstudie [REDACTED] [REDACTED], in der die Zusammenhänge zwischen Abstandsgeschwindigkeit, Sorption und Dispersion an Hand von Rechenergebnissen diskutiert wurden, mit in die

Bewertung einbezogen. Der angegebene Wert von 100 m wurde in einem Fachgespräch (11.04.1989) mit TÜV und GRS diskutiert. Der Wert wird als plausibel angesehen.

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT  
FÜR BODENFORSCHUNG

Im Auftrage:



Die Sachbearbeiter



## 5. Schriften

### 5.1 Erläuternde Unterlagen

EU 32.2

[REDACTED] (1986):  
Radionuklidmigration II (Probenuntersuchung). Ermittlung von Gesteinsparametern an Bohrkernen der Bohrung K 101. - Erläuternde Unterlage zum Plan Konrad, 48 S., 1 Abb., TU Clausthal-Zellerfeld, Institut für Geologie und Paläontologie, TA-Nr. 2242.16; Clausthal-Zellerfeld; (unveröff.).

EU 76.1

[REDACTED] (1986):  
Langzeitsicherheitsanalyse des Endlagers Konrad: Radionuklidausbreitung in der Nachbetriebsphase. - Erläuternde Unterlage zum Plan Konrad, 290 S., 50 Abb., 58 Tab., 1 Anhang, GSF, TA-Nr. 2242.03; Braunschweig; (unveröff.).

EU 113.4

[REDACTED] (1986):  
Ableitung von Sorptionsdaten aus experimentellen Untersuchungen - Schachtanlage Konrad. - Erläuternde Unterlage zum Plan Konrad, 52 S., 15 Tab., PTB; Braunschweig; (unveröff.).

EU 120

[REDACTED]  
(1987): Probenuntersuchungen an Lagerbegrenzungsbohrungen der Schachtanlage Konrad. - Erläuternder Bericht zum Plan Konrad, S.16-32, 1 Abb., 4 Tab., TU Clausthal-Zellerfeld, Institut für Geologie und Paläontologie, TA-Nr. 2219.29; Clausthal-Zellerfeld; (unveröff.).

EU 125.7

[REDACTED] (1985): Experimentelle Untersuchungen zur Radionuklidmigration in der Umgebung des geplanten Endlagers für radioaktive Abfälle in der Schachanlage Konrad. Untersuchungsprogramm I. - 96 S., 30 Abb., 27 Tab., GSF-Bericht Nr. 34/85; München; (unveröff.).

EU 125.8

[REDACTED] (1985): Experimentelle Untersuchungen zur Radionuklidmigration in der Umgebung des geplanten Endlagers für radioaktive Abfälle in der Schachanlage Konrad. Untersuchungsprogramm II. - 72 S., 25 Abb., 19 Tab., GSF-Bericht Nr. 35/86; München; (unveröff.).

EU 138

[REDACTED] (1985): Nuklidmigration (Np, Pu, Am, Tc) im Deckgebirge des Endlagerstandortes Konrad. - Erläuternde Unterlage zum Plan Konrad, 164 S., 42 Abb., 126 Tab., TU München, RCM 03585; München; (unveröff.).

EU 139.1

[REDACTED] (1984): Bestimmung des Sorptions-/ Desorptionsverhaltens ausgewählter Radionuklide (U, Th, Ra u.a.) an repräsentativen Gesteinen für den Standort Schachanlage Konrad. - Erläuternde Unterlage zum Plan Konrad, 139 S., 70 Abb., 40 Tab., Staatliches Forschungsinstitut für Geochemie; Bamberg; (unveröff.).

EU 139.2

[REDACTED] (1985): Bestimmung des Sorptions-/ Desorptionsverhaltens ausgewählter Radionuklide (U, Th, Ra u.a.) an repräsentativen Gesteinen für den Standort Schachanlage Konrad. - Erläuternde Unterlage zum Plan Konrad, 150 S., 37 Abb., 76 Tab., Staatliches Forschungsinstitut für Geochemie; Bamberg; (unveröff.).

EU 140

[REDACTED] (1985): Probenahme von repräsentativen Gesteinen und Wässern für den Standort Schachtanlage Konrad. Experimentelle Untersuchungen zum Sorptions-/ Desorptionsverhalten der Gesteine Selen, Zirkon/Niob und Technetium. - Erläuternde Unterlage zum Plan Konrad, 194 S., 103 Abb., 99 Tab., FU Berlin, Institut für Angewandte Geologie; Berlin; (unveröff.).

EU 181

[REDACTED] (1988): Ermittlung von Gesteinsparametern an der "Cornbrash" - Bohrung. (Bericht zum PTB - Auftrag 9K, PSP-Nr. 34522.32). - 48 S., 26 Abb., 1 Tab., TU Clausthal-Zellerfeld, Abteilung für Erdölgeologie; Clausthal - Zellerfeld; (unveröff.).

EU 199

[REDACTED] (1988): Hydraulische Kennwerte im Gebiet der Grube Konrad. - 20 S., 7 Tab., BGR, Arch. Nr. 103690; Hannover; (unveröff.).

EU 214

[REDACTED] (1988): Stellungnahme zur Ableitung von Sorptionsdaten für Radionuklide aus experimentellen Untersuchungen im Bereich (Modellgebiet) der Schachtanlage Konrad (Stellungnahme zum NLFB-Bericht Archiv-Nr.: 103692). - 21 S., 2 Tab., PTB; Braunschweig; (unveröff.).

EU 216.1

[REDACTED] (1988): Ableitung hydraulischer Kennwerte für das hydraulische Modellgebiet Konrad. - 31 S., 1 Tab., BGR, Arch. Nr. 103975; Hannover; (unveröff.).

EU 216.2

[REDACTED] (1988): Repräsentative hydraulische Parameter für den Bereich der Grube Konrad. - 71 S., 21 Abb., 4 Tab., 3 Anl., Institut für Angewandte Hydrogeologie; Garbsen; (unveröff.).

EU 252

██████████ Bericht über die Logauswertung der Bohrungen Rühme 68 - Rühme 69 - Rühme 70 - Rühme 71 - Konrad 101 (überarbeitete Fassung vom 14.03.1989). - 13 S., 5 Anl.; Hannover; (unveröff.).

EU 295

██████████ Hydrogeologische Bewertung von Logauswertungen aus Bohrungen Konrad 101 und Rühme 68, 69, 70 und 71. - 18 S., 2 Abb., 2 Tab., BGR, Arch. Nr. 105449; Hannover; unveröff.).

## 5.2 Unveröffentlichte Unterlagen

██████████ Hydrogeologische Vorgaben für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit (Modellgebiet Grube Konrad), Stand 05.10.1990. - 3 S., 2 Abb., 2 Tab., 5 Anl.-Gruppen, NLF Arch. Nr. 107447; Hannover; (unveröff.).

██████████ Parametervariationen zur Ausbreitung einiger ausgewählter Radionuklide in der Geosphäre. - 35 S., 16 Abb., 6 Tab., GRS, Auftrags-Nr. 84500; Köln; (unveröff.).

## 5.3 Publikationen

MATTHESIUS, G. (1974): Vertikale Dichte-, Porenanteil- und Druckdifferenzprofile an Sedimentgesteinen des Nordwestrandes des Gifhorner Troges. - Diss.: 149 S., 46 Abb., 12 Tab.; TU Braunschweig; Braunschweig.

RICHTER, W. & LILLICH, W. (1975): Abriß der Hydrogeologie. - 281 S., 96 Abb., 18 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

MATTHESS, G. & UBELL, K. (1983): Lehrbuch der Hydrogeologie Band I, Allgemeine Hydrogeologie - Grundwasserhaushalt. - 438 S., 214 Abb., 75 Tab.; Berlin, Stuttgart (Gebrüder Borntraeger).

KARRENBERG, H. (1981): Hydrogeologie der nicht verkarstungsfähigen Festgesteine. - 284 S., 83 Abb., 29 Tab.; Wien, New York (Springer).

NORTON, D. & KNAPP, R. (1977): Transport Phenomena in Hydrothermal Systems. The Nature of Porosity. - Am. Jour. Sci., Vol. 277: 937-981, 10 Abb., 4 Tab.; New Haven, Connecticut.

BEIMS, U. (1983): Planung, Durchführung und Auswertung von Gütepumpversuchen. - Z. f. angew. Geol., 29 (10): 484-492, 12 Abb.; Berlin.

KINZELBACH, W. (1987): Numerische Methoden zur Modellierung des Transports von Schadstoffen im Grundwasser. - GWF Wasser, Abwasser, Bd. 21: 317 S., 182 Abb., 9 Tab.; München, Wien.

LALLEMAND-BARRES, A. & PEAUDECERF, P. (1978): Recherche des relations entre la valeur de la dispersivité macroscopique d' un milieu aquifère, ses autres caractéristiques et les conditions de mesure.- Bull. Bur. de Rech. Geol. Min., 2nd ser., Section III, 4; Paris.

CARTWRIGHT, K. (1985): Effective Transport Porosity (effective Pore Volume) of some Fine-Grained Sediments. - IAH Mem. 17, pt. 2: 798; Tucson.

KD-Werte des Technetium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	0,40	--	0,4
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	0,00	--	0,0
5	Alb (tonig)	--	--	0,5
6	Hilssandstein	0,22	0,2-0,3	0,2
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	--	0,5
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	0,2-0,3	0,2
10	Tithon und Kimmeridge	0,13	0,1-0,5	0,3
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	0,71	0,4-1,0	0,7
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	0,2-0,5	0,4
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	0,59	0,5-1,0	0,6
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	0,2-0,5	0,4
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	0,5-1,0	0,6

KD-Werte des Selen VI  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	0,52	--	0,5
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	0,40	--	0,4
5	Alb (tonig)	0,50	--	0,5
6	Hilssandstein	0,39	--	0,4
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	0,47	--	0,5
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	0,4
10	Tithon und Kimmeridge	0,08	--	0,1
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	0,16	0,1-0,2	0,1
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	0,4
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	0,26	0,2-0,4	0,2
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	0,41	--	0,4
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	0,2-0,4	0,2

KD-Werte des Zirkonium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a.) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b.) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c.) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	1000	--	1000
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1000	--	1000
5	Alb (tonig)	--	--	90
6	Hilssandstein	--	--	20
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	--	90
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	20
10	Tithon und Kimmeridge	75,6	--	80
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	82,1	--	80
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	20-90	40
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes-Bajocium)	17,1	--	20
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	20-90	40
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	20

KD-Werte des Niob  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	1000	--	1000
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1000	--	1000
5	Alb (tonig)	--	--	1000
6	Hilssandstein	--	--	1000
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	--	1000
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	1000
10	Tithon und Kimmeridge	1000	--	1000
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1000	--	1000
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	1000
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	1000	--	1000
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	--	1000
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	1000

KD-Werte des Caesium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	510	--	500
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	600	--	600
5	Alb (tonig)	55	50-80	60
6	Hilssandstein	11	--	10
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	28	--	50
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	10
10	Tithon und Kimmeridge	25	--	30
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	--	30
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	40
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	16	--	16
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	40	--	40
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	16

KD-Werte des Jod  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit Nr.	Bez.	KD-Wert		
		(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	7,30	--	0,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	8,80	0,0-9,0	0,0
5	Alb (tonig)	0,03	--	0,0
6	Hilssandstein	0,05	--	0,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	0,05	--	0,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin und Wealden	--	--	0,0
10	Tithon und Kimmeridge	0,10	--	0,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	0,10	--	0,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	0,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	0,10	--	0,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	0,10	--	0,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	0,0

KD-Werte des Kohlenstoff  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	2,0	--	2,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1,6	1,0-6,0	2,0
5	Alb (tonig)	2,5	2,0-20	10
6	Hilssandstein	0,9	--	0,9
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	14	--	10
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	0,9
10	Tithon und Kimmeridge	6,0	--	6,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	5,0	--	5,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	10
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	8,1	--	8,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	12,0	--	10
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	8,0

KD-Werte des Strontium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit Nr.	Bez.	KD-Wert		
		(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	1,00	0,0-3,0	1,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	3,40	--	3,0
5	Alb (tonig)	0,01	--	0,0
6	Hilssandstein	--	--	0,0
7	Apt bis Basis tonige Unterkreide	--	--	0,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	0,0
10	Tithon und Kimmeridge	0,02	--	0,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	0,03	--	0,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	0,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	0,05	--	0,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	--	0,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	0,0

KD-Werte des Neptunium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	9,3	--	9,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	36	--	30
5	Alb (tonig)	58	--	60
6	Hilssandstein	2,75	--	3,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	25	--	60
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	3,0
10	Tithon und Kimmeridge	22	10-40	20
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	52,7	--	50
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	50
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	11,2	3-11	10
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	49,7	--	50
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	3-11	10

KD-Werte des Plutonium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit Nr.	Bez.	KD-Wert		
		(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	--	--	0,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1160	10000-2000	1000
5	Alb (tonig)	--	700-7000	1000
6	Hilssandstein	243	150- 250	200
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	700-7000	1000
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	150- 250	200
10	Tithon und Kimmeridge	458	400-2000	1000
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	400-2000	1000
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	700-7000	1000
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	740	400-2000	700
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	1840	700-7000	1000
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	400-2000	700

KD-Werte des Americium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	--	--	0,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	--	1000-2000	1000
5	Alb (tonig)	--	700-7000	1000
6	Hilssandstein	--	150- 250	200
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	700-7000	1000
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	150- 250	200
10	Tithon und Kimmeridge	--	400-2000	1000
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	400-2000	1000
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	700-7000	1000
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	400-2000	700
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	700-7000	1000
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	400-2000	700

KD-Werte des Curium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	--	--	0,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	--	1000-2000	1000
5	Alb (tonig)	--	700-7000	1000
6	Hilssandstein	--	150- 250	200
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	700-7000	1000
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	150- 250	200
10	Tithon und Kimmeridge	--	400-2000	1000
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	400-2000	1000
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	700-7000	1000
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	400-2000	700
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	700-7000	1000
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	400-2000	700

KD-Werte des Blei  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	--	--	0,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	0,94	--	0,9
5	Alb (tonig)	--	--	0,0
6	Hilssandstein	--	--	0,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	--	0,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	0,0
10	Tithon und Kimmeridge	--	--	0,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	--	0,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	0,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	--	0,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	--	0,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	0,0

KD-Werte des Uran  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	3,6	--	3,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	--	--	1,0
5	Alb (tonig)	--	--	12
6	Hilssandstein	--	--	1,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	--	2,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	1,0
10	Tithon und Kimmeridge	--	1,5-2,0	1,8
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	1,5-2,0	1,8
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	2,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	--	1,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	--	2,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	1,0

KD-Werte des Radium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit	Nr.	Bez.	KD-Wert		
			(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
	1	Quartär	31,90	-	30
	2	Tertiär	-	-	0,0
	3	"Emscher"-Mergel	-	-	0,0
	4	Plänerkalke bis Flammenmergel	114,00	-	110
	5	Alb (tonig)	2,96	-	3,0
	6	Hilssandstein	1,11	-	1,0
	7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	2,91	-	3,0
	8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
	9	Valangin (sandig) und Wealden	-	-	1,0
	10	Tithon und Kimmeridge	2,50	2,0-6,0	4,0
	11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1,80	1,6-1,9	1,8
	12	Callovium und Bathonium (tonig)	-	-	2,0
	13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	1,04	-	1,0
	14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	2,16	-	2,0
	15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	-	-	1,0

KD-Werte des Nickel  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	-	-	0,0
2	Tertiär	-	-	0,0
3	"Emscher"-Mergel	-	-	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1,47	-	1,5
5	Alb (tonig)	-	-	0,0
6	Hilssandstein	-	-	0,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	-	-	0,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealde	-	-	0,0
10	Tithon und Kimmeridge	-	-	1,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1,09	-	1,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	-	-	0,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	-	-	0,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	-	-	0,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	-	-	0,0

KD-Werte des Thorium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	-	-	0,0
2	Tertiär	-	-	0,0
3	"Emscher"-Mergel	-	-	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	326	-	300
5	Alb (tonig)	-	-	90
6	Hilssandstein	-	-	20
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	-	-	90
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	-	-	20
10	Tithon und Kimmeridge	-	-	80
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	-	-	80
12	Callovium und Bathonium (tonig)	-	20-90	40
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	-	-	20
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	-	20-90	40
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	-	-	20

KD-Werte des Protactinium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	-	-	0,0
2	Tertiär	-	-	0,0
3	"Emscher"-Mergel	-	-	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	7230	-	1000
5	Alb (tonig)	-	-	1000
6	Milssandstein	-	-	200
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	-	-	1000
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	-	-	200
10	Tithon und Kimmeridge	2800	-	1000
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	2367	-	1000
12	Callovium und Bathonium (tonig)	-	-	1000
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	-	-	200
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	-	-	1000
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	-	-	200

KD-Werte des Actinium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit Nr.	Bez.	KD-Wert		
		(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	-	-	0,0
2	Tertiär	-	-	0,0
3	"Emscher"-Mergel	-	-	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	192	-	190
5	Alb (tonig)	-	-	30
6	Hilssandstein	-	-	3,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	-	-	30
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	-	-	3,0
10	Tithon und Kimmeridge	-	-	30
11	Oxford Fladentonst. und Erzkalke)	-	-	30
12	Callovium und Bathonium (tonig)	-	-	30
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	-	-	3,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	-	-	30
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	-	-	3,0

KD-Werte des Molybdän  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	--	--	0,4
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	--	--	0,0
5	Alb (tonig)	--	--	0,5
6	Hilssandstein	--	0,2-0,3	0,2
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	--	--	0,5
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	0,2-0,3	0,2
10	Tithon und Kimmeridge	--	0,1-0,5	0,3
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	0,4-1,0	0,7
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	0,2-0,5	0,4
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	0,5-1,0	0,6
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	0,2-0,5	0,4
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	0,5-1,0	0,6

KD-Werte des Zinn  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit Nr.	Bez.	KD-Wert		
		(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	--	--	0,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	--	--	0,9
5	Alb (tonig)	--	--	0,0
6	Hilssandstein	--	--	0,0
7	Apt bis Basis tonige Unterkreide	--	--	0,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	0,0
10	Tithon und Kimmeridge	--	--	0,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	--	0,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	0,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	--	0,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	--	0,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	0,0

KD-Werte des Rubidium  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Nr.	Hydrogeol. Einheit Bez.	KD-Wert		
		(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	--	--	1,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	--	--	1,0
5	Alb (tonig)	--	--	0,0
6	Hilssandstein	--	--	0,0
7	Apt bis Basis tonige Unterkreide	--	--	0,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	0,0
10	Tithon und Kimmeridge	--	--	0,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	--	0,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	0,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	--	0,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	--	0,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	0,0

KD-Werte des Chlor, Calcium, Palladium, Wismut, Polonium, Kobalt  
und der Lanthanide (Samarium, Europium, Holmium und Lutetium)  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) experimentell ermittelte KD-Werte aus vorliegenden Untersuchungen
- b) eingeschätzte Bandbreite der KD-Werte
- c) Rechenwert für den Modelleingabedatensatz

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	--	--	0,0
2	Tertiär	--	--	0,0
3	"Emscher"-Mergel	--	--	0,0
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	--	--	0,0
5	Alb (tonig)	--	--	0,0
6	Hilssandstein	--	--	0,0
7	Apt bis Basis tonige Unterkreide	--	--	0,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	--	--	0,0
10	Tithon und Kimmeridge	--	--	0,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	--	--	0,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	--	--	0,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	--	--	0,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	--	--	0,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	--	--	0,0

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Zirkonium  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	1000	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0,0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0,0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1000	n.v.	n.v.
5	Alb (tonig)	90	n.v.	1000
6	Hilssandstein	20	n.v.	200
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	90	n.v.	1000
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	20	n.v.	200
10	Tithon und Kimmeridge	80	n.v.	1000
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	80	n.v.	1000
12	Callovium und Bathonium (tonig)	40	n.v.	1000
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	20	n.v.	200
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	40	n.v.	1000
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	20	n.v.	200

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Plutonium  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	1000	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0.0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0.0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1000	n.v.	n.v.
5	Alb (tonig)	1000	n.v.	n.v.
6	Hilssandstein	200	700	1000
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	1000	n.v.	n.v.
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	200	700	1000
10	Tithon und Kimmeridge	1000	n.v.	n.v.
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1000	n.v.	n.v.
12	Callovium und Bathonium (tonig)	1000	n.v.	n.v.
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	700	1000	n.v.
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	1000	n.v.	n.v.
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	700	1000	n.v.

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Americium  
 Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
 (Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	1000	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0.0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0.0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1000	n.v.	n.v.
5	Alb (tonig)	1000	n.v.	n.v.
6	Hilssandstein	200	700	1000
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	1000	n.v.	n.v.
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	200	700	1000
10	Tithon und Kimmeridge	1000	n.v.	n.v.
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1000	n.v.	n.v.
12	Callovium und Bathonium (tonig)	1000	n.v.	n.v.
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	700	1000	n.v.
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	1000	n.v.	n.v.
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	700	1000	n.v.

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Curium  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	1000	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0.0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0.0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1000	n.v.	n.v.
5	Alb (tonig)	1000	n.v.	n.v.
6	Hilssandstein	200	700	1000
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	1000	n.v.	n.v.
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	200	700	1000
10	Tithon und Kimmeridge	1000	n.v.	n.v.
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1000	n.v.	n.v.
12	Callovium und Bathonium (tonig)	1000	n.v.	n.v.
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	700	1000	n.v.
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	1000	n.v.	n.v.
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	700	1000	n.v.

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Blei  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Nr.	Hydrogeol. Einheit Bez.	KD-Wert		
		(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	0,0	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0,0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0,0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	0,9	1,6	12
5	Alb (tonig)	0,0	1,0	1,0
6	Hilssandstein	0,0	1,0	1,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	0,0	1,0	1,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	0,0	1,0	1,0
10	Tithon und Kimmeridge	0,0	1,0	1,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	0,0	1,0	1,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	0,0	1,0	1,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	0,0	1,0	1,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	0,0	1,0	1,0
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	0,0	1,0	1,0

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Zinn  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
- b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
- c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	0,0	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0,0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0,0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	0,9	1,6	12
5	Alb (tonig)	0,0	1,0	1,0
6	Hilssandstein	0,0	1,0	1,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	0,0	1,0	1,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	0,0	1,0	1,0
10	Tithon und Kimmeridge	0,0	1,0	1,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	0,0	1,0	1,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	0,0	1,0	1,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Ober-Bajocium)	0,0	1,0	1,0
14	Bajocium (tonig) und Ob. Aalenium (tonig)	0,0	1,0	1,0
15	Dogger beta-Sandstein (Ob. Aalenium)	0,0	1,0	1,0

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Uran  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g) a)	(ml/g) b)	(ml/g) c)
1	Quartär	3,0	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0,0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0,0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1,0	2,0	6,0
5	Alb (tonig)	15	20	24
6	Hilssandstein	1,0	n.v.	n.v.
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	2,0	n.v.	n.v.
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	1,0	n.v.	n.v.
10	Tithon und Kimmeridge	1,8	2,0	3,0
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1,8	2,0	3,0
12	Callovium und Bathonium (tonig)	2,0	n.v.	n.v.
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	1,0	n.v.	n.v.
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	2,0	n.v.	n.v.
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	1,0	n.v.	n.v.

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Nickel  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	0,0	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0,0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0,0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	1,5	5,0	20
5	Alb (tonig)	0,0	1,0	1,0
6	Hilssandstein	0,0	1,0	1,0
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	0,0	1,0	1,0
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	0,0	1,0	1,0
10	Tithon und Kimmeridge	1,0	n.v.	n.v.
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	1,0	n.v.	n.v.
12	Callovium und Bathonium (tonig)	0,0	1,0	1,0
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	0,0	1,0	1,0
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	0,0	1,0	1,0
15	Dogger beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	0,0	1,0	1,0

Einfluß der Verdünnung auf KD-Werte des Thorium  
Rechenwerte für den Modelleingabedatensatz zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu den vorgeschlagenen Rechenwerten:

- a) KD-Werte ohne Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung
  - b) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:10
  - c) KD-Werte mit Berücksichtigung des Einflusses einer Verdünnung 1:100
- n.v. KD-Werte werden durch den Einfluß der Verdünnung nicht verändert

Hydrogeol. Einheit		KD-Wert		
Nr.	Bez.	(ml/g)	(ml/g)	(ml/g)
		a)	b)	c)
1	Quartär	1000	n.v.	n.v.
2	Tertiär	0,0	n.v.	n.v.
3	"Emscher"-Mergel	0,0	n.v.	n.v.
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	300	600	600
5	Alb (tonig)	90	n.v.	1000
6	Hilssandstein	20	n.v.	200
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	90	n.v.	1000
8	Transgressions-Horizont	entfällt (vgl. Text)		
9	Valangin (sandig) und Wealden	20	n.v.	200
10	Tithon und Kimmeridge	80	n.v.	700
11	Oxford (Fladentonst. und Erzkalke)	80	n.v.	700
12	Callovium und Bathonium (tonig)	40	n.v.	1000
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Oberes Bajocium)	20	n.v.	200
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	40	n.v.	1000
15	Dogger-beta-Sandstein (Oberes Aalenium)	20	n.v.	200

Absolute Gebirgsporositäten P (%)  
für Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit  
(Modellgebiet Grube Konrad)

Erläuterung zu Bandbreiten und zum vorgeschlagenen Rechenwert:

- a) = Absolute Gebirgsporosität P (eingeschätzte Bandbreite)  
(Untersuchungsergebnisse des Antragstellers liegen dazu nicht vor)
- b) = Rechenwert P für intaktes Gebirge
- c) = Rechenwert P bei stärkerer tektonischer Beanspruchung

Hydrogeol. Einheit		Bandbreiten P (%)		Rechenwert P (%)	
Nr.	Bezeichnung	a) von	bis	b)	c)
				(vgl. Text)	
1	Quartär	20	50	35	
2	Tertiär	15	40	35	
3	"Emscher"-Mergel	5	30	15	
4	Plänerkalke bis Flammenmergel	5	25	15	
5	Alb (tonig)	5	30	20	
6	Hilssandstein	15	35	25	
7	Apt bis Basis Unterkreide (tonig)	5	30	20	
8	Transgressions- horizont	entfällt (vgl. Text)			
9	Valangin (sandig) und Wealden	10	30	20	
10	Tithon und Kimmeridge	2	25	10	
11	Oxford	2	25	15	
12	Callovium und Bathonium (tonig)	5	20	10	
13	Cornbrash-Sandstein (Bathonium/Ober-Bajocium)	2	30	10	
14	Bajocium (tonig) und Oberes Aalenium (tonig)	5	20	10	

Hydrogeol. Einheit Nr.	Bezeichnung	Bandbreiten P (%)		Rechenwert P (%)	
		a) von	bis	b)	c) (vgl. Text)
15	Dogger - beta - Sand- stein (Ob. Aalenium)	2	30	20	
16	Unteres Aalenium bis Sinemurium	5	20	10	
17	Hettangium und Oberer Keuper	2	30	15	
18	Mittlerer Keuper und Unterer Keuper	2	20	10	
19	Oberer Muschelkalk	2	20	10	