

Report des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR

Das Staatliche Amt für Atomsicherheit
und Strahlenschutz der DDR
ist zuständig für

Theoretische Probleme des Strahlenschutzes und der
nuklearen Sicherheit

Medizinische, naturwissenschaftliche und technische
Forschung

Rechtsetzung und Genehmigung

Strahlenschutzmedizinische Überwachung einschließlich
Arbeitsplatzkontrolle

Nukleare Anlagensicherheit, Kernmaterialkontrolle sowie
Behandlung und Beseitigung radioaktiver Abfälle

Nuklearen Umweltschutz

Ausbildung von Strahlenschutzfachkräften

Herausgeber:

Präsident des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit und Strahlenschutz der
Deutschen Demokratischen Republik
DDR – 1157 Berlin-Karlshorst, Waldowallee 117

REPORT SAAS-328

Christoph Adam, Marion Petschel,
Wolfgang Körner

Empfehlungen zur hydrogeologischen Begutachtung
der Standorte von Kernanlagen im Rahmen des
Strahlenschutz-Genehmigungsverfahrens

1 9 8 5

Anschrift der Autoren:

C. Adam

VEB Hydrogeologie Nordhausen
Betrieb des VEB Kombinat Geologische Forschung
und Erkundung Halle
Arbeitsstelle Dresden
8020 Dresden
Karcherallee 17

M. Petschel

VE Kombinat Kernkraftwerke "Bruno Leuschner"
Forschungsbereich Dresden
8051 Dresden
PSF 19

W. Körner

Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz
1157 Berlin
Waldowallee 117

Zusammenfassung

Gemäß § 4 der Kernanlagen-Genehmigungsanordnung wird als Bestandteil der erforderlichen Unterlagen, die zur Erteilung der Strahlenschutz-Genehmigung für den Betrieb einer Kernanlage vorzulegen sind, ein Gutachten über die hydrogeologischen Eigenschaften der Standortumgebung gefordert. Seine Schwerpunkte sind die Betrachtung der Ausbreitung von Radionukliden im Grundwasser in Störfällen sowie Maßnahmen zum Schutz von Grund- und Oberflächenwasser. Der vorliegende Report enthält Hinweise zur Durchführung der hydrogeologischen Begutachtung und ihre Einordnung in die einzelnen Etappen des Genehmigungsprozesses.

Abstract

RECOMMENDATIONS FOR THE HYDROGEOLOGIC REVIEW AND ASSESSMENT OF SITES FOR NUCLEAR POWER INSTALLATIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE RADIATION PROTECTION LICENSING PROCEDURE. - Article 4 of the Nuclear Facility Licensing Ordinance requires the information to be submitted in support of licensing applications for nuclear power installations to include an expertise on the hydrogeologic characteristics of the site environment with main emphasis on the movement of radionuclides through groundwater in the event of accident conditions, and on measures to protect ground and surface waters. Recommendations are given for the conduct of a hydrogeologic review and assessment process and its timing relative to the individual stages in the licensing procedure.

Резюме

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК В РАМКАХ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ. - Согласно § 4 Распоряжения о выдаче разрешения на ядерные установки требуется экспертиза о гидрогеологических свойствах окружающей среды местности в качестве составной части документов, которые необходимо представить для выдачи разрешения на эксплуатацию ядерной установки. Основными моментами экспертизы являются рассмотрение распределения радионуклидов в подземной воде в случае аварии, а также меры для защиты подземных и поверхностных вод. Настоящий доклад содержит указания для проведения гидрогеологической экспертизы и ее включение в отдельные этапы процесса лицензирования.

INHALT

	Seite
1. Einleitung	5
2. Zielstellung der hydrogeologischen Begutachtung	5
3. Durchführung der hydrogeologischen Begutachtung	6
3.1. Hydrogeologisches Vorgutachten	7
3.2. Hydrogeologisches Gutachten	7
3.3. Präzisiertes hydrogeologisches Gutachten	8
4. Literatur	8
Anlage 1 Bearbeitungsablauf der hydrogeologischen Begutachtung im Strahlenschutz-Genehmi- gungsverfahren	13
Anlage 2 Hydrogeologisches Gutachten zur Stand- ortauswahl, zur Zustimmung zum Standort und zur Inbetriebnahme von Kernanlagen	15
Anlage 3 Ausgangsdaten zur Migration von Radio- nukliden im Grundwasser	32
Anlage 4 Modellmäßige Betrachtung der Radionuklid- migration im Grundwasser	33
Anlage 5 Hydrogeologisches Projekt zur Durchführung von Untersuchungen für die Standortbegut- achtung von Kernanlagen	45
Anlage 6 Hydrogeologische Untersuchungen Begutachtung des Standortes von Kernan- lagen	47
Anlage 7 Verzeichnis der in den Anlagen 1 - 6 benutzten Standards, Begriffserklärungen	49

1. EINLEITUNG

Auf der Grundlage des Atomenergiewegesetzes / 1 / bedarf der Schutz der Umwelt, darunter auch des Grundwassers, bei der Anwendung der Atomenergie einer besonderen Beachtung. Deshalb sind bei der Beantragung von Strahlenschutzgenehmigungen für Kernanlagen in der Etappe der *Zustimmung zum Standort* gemäß § 4 der Kernanlagen-Genehmigungsanordnung (KAGAO) / 2 / eine Reihe von Gutachten zu den natürlichen Eigenschaften der Umgebung vorzulegen.

Für die hydrogeologische Begutachtung besteht die Aufgabe, zusätzlich zu Aussagen über die hydrogeologische Situation und zur Grundwassernutzung am Standort, Angaben über die Ausbreitung von Radionukliden im Grundwasser bei möglichen Störfällen zu erarbeiten, die im Rahmen von Antihavariemaßnahmen zum Schutz von Grund- und Oberflächenwässern vor radioaktiver Kontamination benötigt werden.

In diesem Report werden Empfehlungen für die Durchführung der hydrogeologischen Begutachtung der Standorte von Kernanlagen dargestellt, welche in einen allgemeinen Teil und in Anlagen gegliedert sind. Der vorliegende Report ist eine Weiterentwicklung der Aussagen des Reports SZS-156 / 4 /, indem der Ablauf der hydrogeologischen Begutachtung präzisiert und in die Bewertung die Rückhaltung bzw. Verdünnung der Radionuklide durch Sorptions- und Dispersionsprozesse einbezogen wurden.

2. ZIELSTELLUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN BEGUTACHTUNG

Zur Einschätzung der Eignung eines Kernanlagenstandortes aus hydrogeologischer Sicht sind das Radionuklidinventar, mögliche Freisetzungen in den Boden, die Radionuklidausbreitung im Grundwasser, der Eintritt in Wasserfassungen und dessen Konsequenzen zu betrachten. Ausgangspunkt der Untersuchungen ist der Teil des Aktivitätsinventars, der in das Grundwasser gelangen kann. Dafür kommen radioaktive Stoffe und Abfälle in flüssiger Form in Frage.

Auch feste radioaktive Stoffe bzw. Abfälle sind zu berücksichtigen, wenn durch Auslaugvorgänge Radionuklide in die flüssige Phase übertreten können. Als Ursachen für die Freisetzung von Radionukliden aus dem System von Sicherheitsbarrieren der Kernanlagen sind sowohl äußere geologische und hydrogeologische Einwirkungen als auch innere Vorgänge, die mit dem Betrieb der Kernanlagen zusammenhängen, in Betracht zu ziehen.

Die Ausbreitung der Radionuklide mit dem Grundwasser soll methodisch in zwei Stufen untersucht werden:

- In der ersten Stufe sind die Fließrichtung und die Zeit zu bestimmen, in der Radionuklide, die sich mit der gleichen Geschwindigkeit wie das Grundwasser ausbreiten, benachbarte Wasserfassungen und Oberflächengewässer erreichen können.
- Die zweite Stufe betrifft die Ermittlung des Konzentration/Zeit-Diagramms für auszuwählende Orte unter Berücksichtigung von Prozessen der hydrodynamischen Dispersion und der Sorption.

Die Bewertung der berechneten Radionuklidkonzentrationen erfolgt durch Vergleich mit den abgeleiteten Grenzwerten, die in der 1. DB zur Strahlenschutzverordnung / 3 / festgelegt sind.

Bei der Begutachtung ist einzuschätzen, ob Grund- und Oberflächenwasser außerhalb der Kernanlage, insbesondere Wasserfassungen, durch radioaktive Kontamination gefährdet sind. Daraus sind Schlußfolgerungen zur Eignung des betreffenden Standortes zum Betrieb einer Kernanlage abzuleiten. Weiterhin sind Vorschläge für ein Sondernetz zur Grundwasserbeobachtung und für Antihavarie-maßnahmen auszuarbeiten.

3. DURCHFÜHRUNG DER HYDROGEOLOGISCHEN BEGUTACHTUNG

Die Begutachtung setzt die Erteilung eines Auftrages der für die Investitionsvorbereitung verantwortlichen Institution an einen für das Fachgebiet zuständigen Auftragnehmer⁺⁾ voraus. Die Bear-

⁺⁾ Gegenwärtig: VEB Hydrogeologie, 5500 Nordhausen, Rothenburgstr. 12

beitung erfolgt in den in Anlage 1 angegebenen Etappen in Übereinstimmung mit dem Ablauf des Strahlenschutzgenehmigungsverfahrens.

3.1. HYDROGEOLOGISCHES VORGUTACHTEN

Für die Auswahl von Grobstandorten ist ein hydrogeologisches Vorgutachten auszuarbeiten, dessen Inhalt den Punkten 1 - 7 von Anlage 2 entsprechen soll. Zur Anfertigung des Vorgutachtens erfolgt eine Auswertung von vorhandenen Dokumentationen zur regionalen Situation.

3.2. HYDROGEOLOGISCHES GUTACHTEN

Für den ausgewählten konkreten Mikrostandort soll ein hydrogeologisches Gutachten erstellt werden, das für die Beantragung der Zustimmung zum Standort einer Kernanlage benötigt wird. Es ist nach den Punkten 1 - 9 von Anlage 2 auszuführen. Es dokumentiert die hydrogeologische Situation vor dem Baubeginn. Nach Abstimmung mit dem SAAS sind in dieser Phase dem Auftragnehmer der Begutachtungen Ausgangsdaten zur Migration von Radionukliden gemäß Anlage 3 durch den Auftraggeber vorzugeben. Hinweise zur modellmäßigen Betrachtung der Radionuklidmigration enthält Anlage 4.

Dem Auftraggeber wird zur Koordinierung aller geologiebezogenen Untersuchungen und Auswertung ihrer Ergebnisse empfohlen, die Übergabe der Projekte für die Baugrund- und ingenieurgeologischen Bohrungen zur Berücksichtigung hydrogeologischer Aspekte an den Auftragnehmer zu veranlassen, um kostengünstig zu arbeiten.

Reichen die vorhandenen Unterlagen nicht aus, so wird ein Projektantrag für hydrogeologische Arbeiten (Anlage 5) erforderlich.

Im hydrogeologischen Gutachten sind auch Vorschläge über weiterführende Untersuchungen zu unterbreiten.

3.3. PRÄZISIERTES HYDROGEOLOGISCHES GUTACHTEN

In der Phase der Errichtung der Kernanlage wird das hydrogeologische Gutachten präzisiert, indem die Veränderungen der hydrogeologischen Situation durch die Bautätigkeit erfaßt und die Ergebnisse von Untersuchungsarbeiten gemäß Anlage 6 ausgewertet werden. Mit den Untersuchungsarbeiten kann die Errichtung von Bohrungen für ein Sondernetz zur Grundwasserbeobachtung verbunden werden.

Das präzisierte hydrogeologische Gutachten, dessen Aussagen die gesamte Anlage 2 umfassen soll, ist zur Beantragung der Zustimmung zur Inbetriebnahme der Kernanlage vorzulegen.

4. LITERATUR

- / 1 / Gesetz über die Anwendung der Atomenergie und den Schutz vor ihren Gefahren - Atomenergiegesetz - vom 8. Dezember 1983.
GBI. I Nr. 34 S. 325
- / 2 / Anordnung über die Erteilung der Strahlenschutzgenehmigung für Kernanlagen - Kernanlagen-Genehmigungsanordnung - vom 21. Juni 1979.
GBI. I Nr. 21 S. 198
- / 3 / Durchführungsbestimmung zur Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz vom 11. Oktober 1984.
GBI. I Nr. 30 S. 348
- / 4 / KÖRNER, W.; MURGLAT, J.; HANNEMANN, M.
Kriterien für die Beurteilung der hydrogeologischen Bedingungen der Standorte von Kernanlagen aus der Sicht des Strahlenschutzes.
SZS-156 (1974)

- / 5 / ADAM, C.; HOCHÉ, D.
 Rationalisierung der Ermittlung von Parametern auf
 der Grundlage von Schichtenverzeichnissen.
 NV 822-179-81, eingereicht im VEB Hydrogeologie
- / 6 / Klimaatlas für das Gebiet der DDR.
 Akademieverlag, Berlin 1953
- / 7 / Klimatologische Normalwerte für das Gebiet der DDR
 1901 - 1950.
 Akademieverlag, Berlin 1955, 1961, 1977
- / 8 / Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung.
 Amt für Wasserwirtschaft, Berlin 1965 und Nachträge
- / 9 / Methodik der geologischen, hydrogeologischen und
 physiko-chemischen Untersuchungen bei der Suche, Er-
 kundung und Eignungsbeurteilung geologischer Strukturen
 für die gefahrlose Endlagerung flüssiger radioaktiver
 Abfälle.
 Mat. der RGW-Spezialistenberatung WTR-1-3, Moskau 1972
- / 10 / Projekt Sicherheitsstudie Entsorgung (PSE)
 Zwischenbericht, Stand Dezember 1979.
 PSE-Nr. 21 (1980)
- / 11 / BELIZKI, A.S. et al.
 Schutz des Grundwassers vor radioaktiver Kontamination
 (Ochrana podzemnych vod ot radioaktivnych zagriznenii).
 Moskau, 1968
- / 12 / BEYER, W.; SCHWEIGER, K.-H.
 Zur Bestimmung des entwässerbaren Porenanteils der
 Grundwasserleiter.
 Wasserwirtschaft - Wassertechnik 19 (1969) 2, 57

SAAS-328

- / 13 / BLANKE, K.
Nomogramme zur Ermittlung hydrologischer Daten.
Zeitschrift für Bohrtechnik, Brunnen- und Rohrleitungs-
bau 19 (1968) 11, 399
- / 14 / BUSCH, K.-F.; LUCKNER, L.
Geohydraulik.
VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1973
- / 15 / BURKHOLDER, H.C. et al.
Incentives for partitioning high-level waste.
BNWL - 1927 (1975)
gekürzte Fassung in: Nucl. Technol. 31 (1976) 202
- / 16 / BURKHOLDER, H.C. et al.
Diffusion of radionuclide chains through an adsorbing
medium.
BNWL-SA-5787 (1977)
- / 17 / BURKHOLDER, H.C. et al.
A model for the transport of radionuclides and their
decay products through geologic media.
Nucl. Technol. 49 (1980) 150
- / 18 / DLOUHY, Z.
Migration and dispersion of radionuclides from the
storage of radioactive wastes. Final report.
UJV-4027 (1979)
- / 19 / DOSCH, R.G.
Interaction of radionuclides with geomeia associated
with the waste isolation pilot plant (WIPP) site in
New Mexico.
SAND-78-0297 (1978)

- / 20 / ERDAL, B.R.
 Laboratory studies of radionuclide distributions
 between selected groundwaters and geologic media.
 LA-7638-PR (1979)
- / 21 / ERDAL, B.R.
 Laboratory studies of radionuclide distributions
 between selected groundwaters and geologic media.
 LA-UR-80-437 (1980)
- / 22 / HADERMANN, I.
 Radionuclide transport through heterogeneous media.
 Nucl. Technol. 47 (1980) 312
- / 23 / KREFT, A. et al.
 On the use of the dispersion model of fluid.
 Radiat. and Isotopes 30 (1979) 705
- / 24 / NERETNIKS, I.
 Transport mechanism and rates of transport of
 radionuclides in the geosphere as related to the
 Swedish KBS concept.
 In: STI/PUB/528, Vol. 2, p. 315, IAEA, Vienna (1980)
- / 25 / PETSCHER, M.
 SAAS-Bericht, intern, 1978
- / 26 / PETSCHER, M.; ZAPPE, D.
 Anwendungsorientierte Parametereingrenzung bei der
 Berechnung der Migration von Radionukliden.
 SAAS-Report (in Vorbereitung)
- / 27 / RELYEA, I.F.; SERNE, R.J.; RAI, D.; MASON, M.J.
 Waste isolation safety assessment programm. Task 4.
 PNL-SA-6957 (1977), p. 125

- / 28 / ROCHON, J.; RANCON, D.; GOURMEL, J.P.
Recherche on laboratoire sur la retention et le
transfert de produits de fission et de transuraniens
dans les milieux poreux.
In: STI/PUB/528, Vol. 2, p. 271, IAEA, Vienna (1980)
- / 29 / SERNE, Q.J. et al.
Batch K_D measurements of nuclides to estimate migration
potential at the proposed waste isolation pilot plant
in New Mexico.
PNL-2448 (1977)
- / 30 / ZUBER, A.
Theoretical possibilities of the two-well pulse method.
In: STI/PUB/373, p. 277, IAEA, Vienna 1974
- / 31 / ZAPPE, D.; PETSCHER, M.
Zur Ausbreitung von Radionukliden im Untergrund.
SAAS-309 (1983)
- / 32 / BEYER, W.
Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen
und Sanden aus der Kornverteilungskurve.
Wasserwirtschaft - Wassertechnik 14 (1964) 6, 165

Anlage 1

BEARBEITUNGSABLAUF DER HYDROGEOLOGISCHEN BEGUTACHTUNG IM STRAHLENSCHUTZ-GENEHMIGUNGSVERFAHREN

Stufe des Genehmigungsverfahrens	Begutachtung	Beteiligte Institutionen
KAGAO § 3 Planung der Investition/langfristige Standortverteilung	HYDROGEOLOGISCHES VORGUTACHTEN	
	- Auftragserteilung	Auftraggeber
	- Begutachtung nach Archivunterlagen	Auftragnehmer
	- Hydrogeologisches Vorgutachten nach Pkt. 1 - 7 der Anlage 2	Auftragnehmer
	- Verteidigung des Vorgutachtens	Auftragnehmer, Auftraggeber, Bestätigung durch das SAAS
KAGAO § 4 Zustimmung zum Standort	HYDROGEOLOGISCHES GUTACHTEN	
	- Auftragserteilung	Auftraggeber in Abstimmung mit SAAS
	- Koordinierung geologiebezogener Arbeiten	Auftraggeber, Spezialbetriebe
	- Projektierung von Baugrund- und ingenieurgeologischen Arbeiten	Auftraggeber, Spezialbetriebe
	- Hydrogeologischer Projektantrag für Baugrund- und ingenieurgeologische Bohrungen (Anlage 5)	Auftragnehmer in Abstimmung mit Spezialbetrieben
	- Hydrogeologische Begutachtung mit Auswertung der Ergebnisse des Projektantrages	Auftragnehmer

SAAS-328

Stufe des Genehmigungsverfahrens	Begutachtung	Beteiligte Institutionen
	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrogeologisches Gutachten mit Einschätzung der Migration von Radionukliden bei Kontamination nach Pkt. 1 - 9 der Anlage 2 	Auftragnehmer
	<ul style="list-style-type: none"> - Verteidigung des hydrogeologischen Gutachtens 	Auftragnehmer, Auftraggeber, Bestätigung durch das SAAS
<p>KAGAO § 6 Zustimmung zur Inbetriebnahme</p>	<p>PRÄZISIERTES HYDROGEOLOGISCHES GUTACHTEN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auftragserteilung 	Auftraggeber in Abstimmung mit SAAS
	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrogeologisches Projekt nach Anlage 5 	Auftragnehmer
	<ul style="list-style-type: none"> - Auswertung der aktuellen Situation und des Projektes 	Auftragnehmer
	<ul style="list-style-type: none"> - Präzisiertes hydrogeologisches Gutachten gemäß Anlage 2 mit Dokumentation des Sondernetzes für die Grundwasserbeobachtung und Vorschlägen für Überwachungsprogramm und Antihavariemaßnahmen 	Auftragnehmer
	<ul style="list-style-type: none"> - Verteidigung des präzisierten Gutachtens 	Auftragnehmer, Auftraggeber, Bestätigung durch das SAAS

Anlage 2

HYDROGEOLOGISCHES GUTACHTEN ZUR STANDORTAUSWAHL, ZUR ZUSTIMMUNG ZUM STANDORT UND ZUR INBETRIEBNAHME VON KERNANLAGEN

Der Umfang des Gutachtens wird in Abhängigkeit von der jeweiligen Etappe des Kernanlagengenehmigungsverfahrens nach Anlage 1 zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer unter Abstimmung mit dem SAAS festgelegt.

Ausgewertete Primärdokumentationen sowie den Parametern zugrundeliegende Untersuchungsverfahren sind zu zitieren. Für Literaturangaben gilt TGL 20972, für Parameter ein Bezug auf die entsprechende TGL oder Richtlinie. Hinweise zur Ausarbeitung und zur Parameterermittlung sind in den Tabellen 2.1. bis 2.3. und Abbildungen 2.1. bis 2.3. enthalten.

Gliederung	Form / Inhalt / Unterlagenangaben
A TEXTTEIL - Deckblatt, - Bearbeitungsnachweis, - Inhaltsverzeichnis, - Textteil, - Anlagenverzeichnis, - Zusammenfassung.	TGL 25011/02
1. AUFGABENSTELLUNG 1.1. Zielstellung 1.2. Auftragserläuterung	Formulierung durch den Auftraggeber im Vertrag; Standortparameter Maßnahmen zur Realisierung der Zielstellung durch Auftragnehmer, Abgrenzung des zu begutachtenden Gebietes, Vertragspräzisierung, Kooperation, ggf. Hinweis auf Projekt

<p>2. GRUNDLAGEN</p> <p>2.1. Karten</p> <p>2.2. Berichte, Gutachten</p> <p>2.3. Recherchen</p> <p>2.4. Untersuchungen</p>	<p>Auflistung der ausgewerteten Dokumentationen zur Kenntnisstandsanalyse nach Art, Herkunft und Aussagekraft</p> <p>Durchführung und Ergebnisse</p>
<p>3. GEOGRAPHISCHE ÜBERSICHT</p> <p>3.1. Morphologie</p> <p>3.2. Klima</p> <p>3.3. Bodennutzung</p> <p>3.4. Schutzgebiete</p>	<p>Tabellen und Karten (nach TGL 24300/03)</p> <p>Reliefform (TGL 24300/03):</p> <p>NN-Höhen, oberirdische Wasserscheiden, Entfernung von Vorflutern</p> <p>Klimagebiet: Parameter nach / 6 / und / 7 /</p> <p>Statistische Angaben des Meteorologischen Dienstes (Wetterstationen):</p> <ul style="list-style-type: none"> - mittlerer, minimaler und maximaler Niederschlag (in mm/a) - Starkniederschlag (≥ 10 mm/d): Häufung (in d/a) Maximalwert (in mm/d) - mittlere Verdunstung (in mm/a) - mittlere, minimale und maximale Temperatur (in °C) <p>Nutzungsart (TGL 25011/01):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Landwirtschaft (Acker, Grünland) - Forstwirtschaft (Laub-, Nadel-, Mischwald) - Bergbau (Tagebau, Tiefbau, Halde) - Bebauung (Industrie, Siedlung) <p>kartenmäßige Darstellung nach Recherche beim Rat des Bezirkes, Abt. Geologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bergbauschutzgebiet, Lagerstätteninteressengebiet (TGL 6429/43) - Natur-/Landschaftsschutzgebiet - Trinkwasserschutzgebiet (TGL 24348) - Trinkwasservorbehaltsgebiet (TGL 43271) - wasserwirtschaftliches Vorbehaltsgebiet - Schutzgebiet für die Kernanlage

4. HYDROGRAPHISCHE ÜBERSICHT	Tabellen, Karten und Charakterisierung nach Recherche bei der Wasserwirtschafts- direktion, Oberflußmeisterei (nach TGL 24353):
4.1. Fließende Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> - Einzugsgebiet (in km²) - Abfluß (MQ, NQ, HQ, HHQ in m³/s) - mittlere, minimale und maximale Wasserentnahme/-einleitung (in m³/s) - Wasserstände (MW, NW, HW, HHW in m) für definierte Pegel (Fluß-km) - Aussagen über Überschwemmungsgefahr des Standortes der Kernanlage
4.2. Stehende Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> - mittlere und maximale Wassertiefe (in m) - Zu- und Abfluß (MQ in m³/s) - Nutzungsart (z.B. Fischzucht, Bewässerung)
5. GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	Erläuterung der Stratigraphie (TGL 25234) und Lithologie (TGL 23950/01, TGL 23951/01, TGL 25235/01) auf der Grundlage geologischer Karten und Schnitte:
5.1. Regionale Geologie	<ul style="list-style-type: none"> - Geologische Einheiten (Gesteinskomplexe) im zu begutachtenden Territorium - Lagerungsverhältnisse, Störungen - Mächtigkeiten (in m)
5.2. Geologie am Standort der Kernanlage	<ul style="list-style-type: none"> - Abgrenzung und Normalprofil im Umkreis von ca. 10 km, mindestens aber bis zu Gewässern I. Ordnung (mit hydraulischer Grundwasserscheide) bzw. in Abhängigkeit von geologischen Grenzen und Grundwasserdynamik - Zuordnung zu einer größeren geologischen Einheit
5.3. Stabilität des Untergrundes	<ul style="list-style-type: none"> - Seismologische Situation (auf der Grundlage eines geophysikalischen Gutachtens) - Bemerkungen zum Baugrund (Hinweis auf rezente Abrutschungen, Karsterscheinungen und andere Probleme)

6. HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	Darstellung des Kenntnisstandes an Hand hydrogeologisch relevanter Aufschlüsse durch Karten, Schnitte, Tabellen:
6.1. Grundwasserleiter/-stauer	- Verbreitung, Ausbildung (petrographische Charakteristik)
6.2. Grundwasserdynamik	<ul style="list-style-type: none"> - Einzugsgebiet (in km²) - Kommunikation zwischen Grundwasserleitern und Oberflächengewässern - Grundwasserfließrichtung/-gefälle (natürlich und unter Betriebsbedingungen) - mittlerer, niedrigster und höchster Grundwasserstand (in m, TGL 35818) - Grundwasserflurabstand (in m) - mittlere Grundwasserneubildungsrate (in mm/a)
6.3. Gesteinsbeschaffenheit	<ul style="list-style-type: none"> - Tabellen bzw. Graphiken über Parameter lithologischer Einheiten nach Untersuchung oder Schätzung: <ul style="list-style-type: none"> - Schichtenverzeichnis (TGL 24408/05, TGL 34328) - Kornverteilung (Hauptkorngrößenklassen nach TGL 23984) <ul style="list-style-type: none"> . Siebanalyse (TGL 11462/07, TGL 31222/02) . Schätzung (nach TGL 34337 oder Schichtenverzeichnis) - Filtrationskoeffizient k_f (in m/s) <ul style="list-style-type: none"> . nach Pumpversuch (TGL 23864) oder Tracerversuch . nach Kornverteilung und Berechnung nach BEYER / 32 /; EDV-Programme von VEB Hydrogeologie (auch für Schluff) . nach Schichtenverzeichnis und Schätzung . nach Laborversuch (ggf. mit Tracer, TGL 11462/11) - Hohlraumanteil (mittlerer und maximaler Porenanteil n, n_o in %), Kluftanteil <ul style="list-style-type: none"> . nach Bohrlochmessung/Tracerversuch . nach Laborversuch (z.B. TGL 31222/03) . nach Filtrationskoeffizient und Schätzung (nach Abb. 2.2., S. 30)

6.4. Wasserbeschaffenheit

- Speicherkoeffizient, spezifischer (S_o), nur bei gespanntem GW
 - . nach Pumpversuch (TGL 23864)
 - . nach Schätzung
- mittlere Trockenrohddichte (ρ_d in g/cm^3)
 - . nach Laborversuch (TGL 11462/06, TGL 31222/03)
 - . nach Schichtenverzeichnis und Schätzung
- Dispersivität (α in m nach Pumpversuch mit Versuchsanordnung in Hauptflussrichtung, andere Verfahren)
- Sorbentien (mittlerer und minimaler Anteil in %, wenigstens qualitative Angaben)
 - . Tonminerale
 - . Organische Substanz (TGL 11462/04, TGL 25418/04)
 - . Karbonatgehalt (TGL 34324/01, TGL 24300/11, TGL 34328/03)
- Ionenaustauschkapazität T, S (in mval)
 - . nach Laborversuch (TGL 24747, TGL 25418/19 und andere)
 - . nach Schichtenverzeichnis und Schätzung
- Tabellarische Übersicht (TGL 25011/02) über Nullwerte von Grund- und Oberflächenwasser im potentiellen Einflußbereich:
- Vollanalyse nach / 8 / (TGL 28400/01)
- Radionuklid-Analyse
- Betonaggressivität (TGL 11462/15)

7. NUTZUNG NATÜRLICHER RESSOURCEN

- Tabellarische Übersicht und Darstellung in Karte der vorhandenen, geplanten und potentiellen Ressourcen:
- Bergbau (einschließlich Erdöl-/Erdgasförderung, Untergrundspeicherung und Deponie)
 - Wassergewinnung (Oberflächen- und Grundwasser, einschließlich Infiltration), quantitativ (m^3/s , Fassungen und Ausbau)

	<ul style="list-style-type: none"> - Entwässerung (Bergbau, Bauwesen, Melioration)
8. POTENTIELLE KONTAMINATIONSQUELLEN	<p>Tabellarische Übersicht und Karten-Darstellung nach Vorgabe des Auftraggebers:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ort möglicher Freisetzung - Abschätzungen zu Art und Menge (Radionuklide, Volumen und Aktivität) - Einschätzung natürlicher Ereignisse, die eine Freisetzung von Kontamination zur Folge haben können (z.B. Grundbruch, Seismizität, Hochwasser ...)
9. AUSWERTUNG VON KONTAMINATIONEN IM UNTERGRUND	<p>Tabellarische Übersicht, Karten-Darstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maßgebende Parameter und Fehlerbreite - Möglichkeiten zur Infiltration und Ausbreitung im Untergrund (Modellvorstellung nach Anlage 4) - Berechnung von Grundwasserfließzeit t und der Konzentration von Kontaminanten für konkrete Fließwege bis zu benachbarten Wasserfassungen/Vorflutern (ohne oder mit Berücksichtigung der Sorption, Fehlerbreite)
10. HAVARIEPROPHYLAXE UND ANTIHAVARIE-MASSNAHMEN	<p>Vorschläge:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundwasserbeobachtung (TGL 35818/01 + 05, Meßstellen, Meßprogramm, Wasserstand/-beschaffenheit, Beobachtungszyklus) <ul style="list-style-type: none"> . Basisnetz (TGL 35818/02) . Sondernetz (TGL 35818/04) - Lagerungsbedingungen für Radionuklide - Grundwasserschutz (TGL 24348) - Hinweis für besondere Ereignisse <ul style="list-style-type: none"> . Informationen im Schadensfall (Wasserwerke) . Behebung von Kontaminationen (durch Grundwasser-Absenkung, Einleitung von Sorbentien in Grundwasser, Verdünnung, Infiltration, Versenkung, Abtragung)

11. ZUSAMMENFASSUNG (KURZREFERAT)	TGL 23971/02
12. LITERATURVER- ZEICHNIS	TGL 20972
B ANLAGENTEIL	analog TGL 25011/03 unter Berücksichtigung von TGL 23953, Legende mit Quellennachweis
1. KARTEN	generell mit Koordinaten, Topographie ggf. vereinfacht
1.1. Topographische Übersicht	Karten-Ausschnitt nach TGL 6429/09 (TGL 23981) 1:50000 bis 1:200000 Lage des Standortes im Territorium (Bezirk, Kreis, Ortslagen) mit Umgrenzung der Spezialkarten (TGL 25011/01)
1.2. Aufschlüsse	Ausgewertete Aufschlüsse (mit Dokumentation hydrogeologischer Aufschlüsse nach TGL 23953) und Schnittspuren (TGL 25011/03)
1.3. Geologie	Grundwasserleiter-/Grundwasserstauer-Modell für Standort der Kernanlage und weitere Umgebung (bis über maximal mögliche Einfluß-Grenzen hinaus), mit Grundwasserständen
1.4. GW-Dynamik	Grundwasser - Isohypsenpläne für Bereich analog 1.3. (mit MW, HHW und NNW für markante Meßstellen am Standort der Kernanlage für obersten Grundwasserleiter (bei Kommunikationsmöglichkeit auch für tiefere Grundwasserstockwerke) mit Grundwassermeßstellen, Oberflächengewässern, Wasserscheiden, Wasserfassungen und Grundwasseranreicherung)
1.5. Bodenbedeckung und Schutz- gebiete	Bodengeologische Einheiten (TGL 23865) und Schutzgebiete für Standort der Kernanlage und engere Umgebung (soweit für Havariebetrachtung erforderlich)
1.6. Havariemodell	Grundwasser- und Oberflächenwasser-Meßstellen für Betriebszeit der Kernanlage, Havarie-Schwerpunkte, Grundwasserscheiden, mögliche Kontaminationszonen und kürzeste Wege für Kontamination in Richtung Wasserfassungen/Vorfluter, Schnittspuren für Havariebetrachtung

<p>2. SCHNITTE</p> <p>2.1. Geologische Übersicht</p> <p>2.2. Standort der Kernanlage</p> <p>2.3. Havarie-Situation</p>	<p>Schematischer Schnitt (Normalprofil) durch Standort der Kernanlage und weitere Umgebung, bis unter den tiefsten beeinflussbaren Grundwasserleiter</p> <p>Schematische Schnitte durch Standort (vorzugsweise W - E und N - S) entsprechend Grundwasserleiter-/Grundwasserstauer-Modell.</p> <p>Schnitte zum Havarie-Modell</p>
<p>3. GESTEINS-BESCHAFFENHEIT</p>	<p>Tabellen und ggf. Graphiken über Gesteinsparameter einzelner Bohrungen (insbesondere k_f, n, n_o, ρ_d</p>
<p>4. WASSER-BESCHAFFENHEIT</p>	<p>Tabellen über Wasseranalysen einzelner Meßstellen (TGL 25011/03)</p>
<p>5. WASSERSTÄNDE</p>	<p>Tabellen über Grundwasser- und Oberflächenwassermessstellen (Art, Koordinaten) und Meßdaten (insbes. Stichtagsmessungen, MW, NNW, HHW nach TGL 25011/03)</p>
<p>6. TESTS</p>	<p>Tabellen und ggf. Graphiken insbesondere zu Pump-, Tracer-, Infiltrationsversuchen</p>

Tabelle 2.1.

Dienststellen für Kooperation	Zuständigkeit für I = Information K = Konsultation R = Recherche U = Untersuchung	
1. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften - Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit, Abt. Bodenkartierung	R	Bodenkartierung
2. Akademie der Wissenschaften - Zentralinstitut für Isotopen- und Strahlenforschung	K	Natürliche Radionuklide in Gestein und Wasser
3. Bereich Ministerium für Bauwesen - VEB Spezialbaukombinat Wasserbau, Betriebsteil Baugrund Berlin	R I/K	Baugrundbohrungen Projektergänzung
4. Bereich Ministerium für Geologie - VEB Geologische Forschung und Erkundung - VEB Hydrogeologie (GID) - VEB Geophysik - VEB Kombinat Erdöl-Erdgas - Zentrales Geologisches Institut (Geofonds)	R R U U K R	Aufschluß- und Berichtsarchiv HYRA-Speicher, Berichtsarchiv Hydrogeologische Aufschlußarbeiten, Tests, Analysen Bohrlochmessungen, Laboruntersuchungen an Festgesteinsproben Abproduktversenkung Kartenrecherche

Tabelle 2.1. (Fortsetzung)

5. Bereich Ministerium für Land- und Forstwirtschaft - VEB Ingenieur-Büro für Melioration - VEB Forstprojektierung	R R	Meliorationsanlagen Forstkartierung
6. Bereich Ministerium für Kohle und Energie - VEB Braunkohlenbohrungen und Schachtbau (ggf. spezielle Braun- kohlenbetriebe)	R	Kohlebohrungen, Kohlepegel (GWBR)
7. Hygiene-Inspektion	K	Wasseranalysen
8. Meteorologischer Dienst der DDR	R	Klima (Niederschlag, Temperatur)
9. Oberste Bergbehörde (ggf. spezielle Berg- behörden und Bergbau- betriebe)	K I	Bergbau Aufschlußarbeiten (Projekt)
10. Rat des Bezirkes - Abteilung Geologie - Abteilung Umweltschutz und Wasserwirtschaft	R K	Aufschluß-Archiv, Schutzgebiete Umweltschutz
11. Staatliches Amt für Atom- sicherheit und Strahlen- schutz	K U	Auftragspräzisierung Wasseranalysen auf Radionuklide
12. Wasserwirtschaftsdirektion - Oberflußmeisterei (ggf. spezielle VEB WAB und Fernwasserversorgung) - Institut für Wasser- wirtschaft	R I U	Grund- und Oberflächen- wasser-Archiv (Meßstellen, Wasserstand, Durchfluß, Wasseranalysen, Fluß- karten/-profile) Aufschlußarbeiten/Tests ggf. spezielle Wasser- analysen

Tabelle 2.2. Einschätzung von Hohlraum, Dichte und Dispersivität nach Gesteinsansprache

Lockergesteine	Porenanteil n	durchströmbarer Porenanteil n_o	entwässerbarer Porenanteil n_e	Trockenroh-dichte ρ_d	Dispersivität α
	in %	in %	in %	in 10^3 kg/m^3	in m
<u>Ton</u>	60 (20 - 90)	0			
- , schluffig	55 (45 - 65)	0	0	1,3 (1,05 - 1,55)	0
<u>Schluff</u>	40 (35 - 50)	0	0		< 0,01
- , tonig	50 (40 - 55)	0	0	1,5 (1,3 - 1,7)	
- , sandig	40 (35 - 45)	13 (6 - 26)	6 (2 - 8)	1,6 (1,45 - 1,8)	
. Geschiebelehm	30 (25 - 37)	10 (0 - 26)	4 (0 - 9)	1,8 (1,7 - 2)	
. Geschiebemergel	25 (23 - 30)	12 (0 - 30)	4 (0 - 18)	2 (1,9 - 2)	
. Löss	50 (40 - 60)				
<u>Sand</u>	35 (25 - 50)				0,01 - 0,5
- , schluffig	35 (33 - 40)	28 (13 - 30)	10 (6 - 13)	1,7 (1,6 - 1,8)	
. Feinsand	40 (30 - 50)	27 (22 - 30)	10 (7 - 14)		
. Mittelsand	35 (30 - 38)	31 (30 - 32)	16 (13 - 20)	1,8 (1,6 - 1,9)	
. Mittel-/Grobsand	33 (25 - 40)	32	20 (18 - 22)		
. Grobsand	32 (30 - 35)	32	25 (20 - 26)		
- , kiesig	32 (28 - 35)	32	20 (12 - 24)	1,8 (1,7 - 2)	
<u>Kies</u>	32 (25 - 40)				0,1 - 1
- , schluffig		32 (28 - 32)	22 (12 - 24)		
- , sandig	32 (25 - 35)	32	25 (18 - 30)	1,8 (1,7 - 2)	
. Feinkies		32	28 (26 - 28)		
. Mittalkies		32	30 (28 - 30)		
. Grobkies		32	31 (30 - 32)		
<u>Stein-/Blockgeröll</u>	30	30	30	1,8	(1 - > 0)
<u>Braunkohle</u>	3 (2 - 4)			0,7 (0,5 - 0,8)	
<u>Torf, Mudde</u>	60 (50 - 90)			0,3 (0,06 - 0,6)	
<u>Gesteinszersatz, bindig</u>	40 (35 - 50)	(0 - 25)		1,5	

SAS-328

Tabelle 2.2. (Fortsetzung)

Festgesteine	Hohlraumanteil einschließlich Klüfte		ρ_d in 10^3 kg/m ³	α in m
	n in %	n_o in %		
<u>Magmatite</u>				
Granit	(0 - 5)	< 1 (0 - 3)	2,6 (2,5 - 2,8))
Rhyolith (Porphyr)	(0 - > 10)	> 1 (0 - 8)	2,5 (2,3 - 2,8)	) 2 - 100
Basalt, klüftig	5 - > 30	10 (2 - 25)	2,9 (2,8 - 3,0))
<u>Metamorphite</u>				
Gneis	(0 - 10)	> 1 (1 - 5)	2,7 (2,6 - 2,8)	
<u>Sedimentite</u>				
Ton-/Schluffstein	40 - 60	> 1 (0 - 10)	2,6 (2,4 - 2,7)	
Sandstein	15 - > 30	15 (10 - 25)	2,3 (1,8 - 2,8))
Konglomerat	(0 - 25)	< 10 (0 - 20)	2,4)
Kalkstein	0 - > 30			) 2 - 100
- , dicht	(0 - 10)	(0 - 5)	2,6 (2,4 - 2,8))
- , körnig	(0 - 20)	(0 - 15)	2 (1,6 - 2,3))
- , karstig	5 - 50	(5 - > 30)	< 2 (1,4 - 2,7))
Anhydrit	0	0		
Gips	(0 - 5)	(0 - 3)		
Salzgestein	0	0	2,2 (2,1 - 2,3)	0

Tabelle 2.3. k_f -Wert-Einschätzung nach Gesteinsansprache
(in Anlehnung an BAMBERG, BEYER, BRANDT, GARLING, LOUIS u.a.)

1. Lockergesteine

	k_f in 10^{-3} m/s		Bemerkungen
	Repräsentativwert	Streubereich	
<u>Ton</u>	(< 0,000001)		) praktisch nur) Diffusion!
- , schluffig	(0,00001)		
<u>Schluff</u>	0,0001	10^{-6} - 0,005	
- , tonig	(0,00005)	10^{-5} - 0,0005	
- , sandig, Grobschluff, Löss	0,005	0,001 - 0,05	
. Geschiebelehm (bindig)	0,003	< 0,00005 - 0,05	) repräsentative) Werte nur durch) Permeameter-) messungen!
. Geschiebemergel, Lehm, sandig	) 0,005	0,00005 - 0,6	
. Lehm	) 0,0001		
<u>Sand</u>	0,5	0,025 - 1,3	
- , schluffig	0,075	0,01 - 0,18	
- , kiesig	0,8	0,2 - 1,7	
. Feinsand	0,06	0,025 - 0,2	
- , schluffig	0,05	0,005 - 0,07	
. Mittelsand	0,34	0,2 - 0,8	
- , feinsandig	0,25	0,1 - 0,4	
- , grobsandig	0,75		
. Mittel-/Grobsand	0,8	0,5 - 1	
. Grobsand	1,7	0,8 - 2,5	
- , kiesig	0,8	0,2 - 1,7	
<u>Kies</u>	5	2,5 - 10	
- , schluffig	(1)	0,1 - 1,5	
- , sandig	1,5	0,5 - 5	
. Feinkies	3,2	2,5 - 4	
. Mittelkies	5,3	4 - 6,5	
. Grobkies	8	6,5 - 10	
<u>Steingeröll</u>	(18)	(10 - 30)	) extrapoliert für) laminare) Strömung
<u>Blockgeröll</u>	(55)	(30 - 100)	
<u>Braunkohle</u>	(0,05)	10^{-4} - 0,1	) repräsentative) Werte nur durch) Permeameter-) messungen!
<u>Torf</u>	(0,001)	0,0007 - 0,003	
<u>Gesteinszersatz</u>			
- , bindig (Kaolin)	(0,0001)	10^{-6} - 0,001	
- , grusig	(0,08)	0,05 - 0,1	

Tabelle 2.3. (Fortsetzung)

2. Festgesteine

	k_f in m/s	
	Gestein ohne Klüftung	Gestein mit Klüftung
		Kluftweite in mm	$k_f$ in Kluft-richtung
Magmatite		
Granit	$0,5 - 2 \times 10^{-12}$	$2^x)$ 6×10^{-3}
Basalt	1×10^{-11}	n.b.) $< 1 \times 10^{-3}$) $(2 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-4})$
Rhyolith (Porphyr)	1×10^{-12}	n.b. (1×10^{-4})
Metamorphite		
Schiefer	) $0,7 - 1,6 \times 10^{-12}$) 2×10^{-8}	$4^x)$ 5×10^{-2} n.b. 2×10^{-6}
Grauwacke		n.b. 5×10^{-6}
Gneis		n.b. 1×10^{-6}
Quarzit		n.b. 5×10^{-5}
Steinkohle		n.b. 1×10^{-5}
Sedimentite		
Tonstein	$< 1 \times 10^{-10}$	n.b.) 2×10^{-7} $(1 - 3 \times 10^{-7})$
Schluffstein	1×10^{-8}	n.b.)
Sandstein		
• Devon	$0,2 - 2 \times 10^{-11}$	$0,4^x)$ 5×10^{-5}
• Karbon	$0,3 - 6 \times 10^{-11}$	$0,2^x)$ 6×10^{-6}
• Kreide		n.b. 2×10^{-4} $(< 10^{-4} - 10^{-3})$
- Feinsandstein		1×10^{-4}
- Mittelsandstein		2×10^{-4} $(10^{-4} - 8 \times 10^{-4})$
- Grobsandstein		3×10^{-4}
Konglomerat		n.b. 1×10^{-5} $(10^{-6} - 5 \times 10^{-5})$
-, tonig		n.b. $< 2 \times 10^{-7}$
Kalkstein	$7 \times 10^{-12} - 1,2 \times 10^{-9}$	$0,1^x)$ 7×10^{-7}
-, verkarstet		n.b. 5×10^{-4} $(10^{-6} - 10^{-1})$
Dolomitstein	$0,5 - 1,2 \times 10^{-10}$	$6^x)$ $1,6 \times 10^{-1}$
Mergelstein	$3 \times 10^{-15} - 8 \times 10^{-13}$	n.b. 1×10^{-8}
Mischgestein		
-, sandig-kalkig	$3 \times 10^{-15} - 3,3 \times 10^{-13}$	$0,7^x)$ $2,5 \times 10^{-4}$
-, tonig-sandig	$8 \times 10^{-16} - 1,3 \times 10^{-13}$	$1^x)$ 7×10^{-4}
Anhydrit		n.b. 1×10^{-7}
Gips		n.b. 2×10^{-7}
-, verkarstet		$(1 \times 10^{-6} - > 10^{-4})$
Salzgestein	$(< 1 \times 10^{-10})$	ohne Klüfte!

x) mit einer Kluft / lfd. m

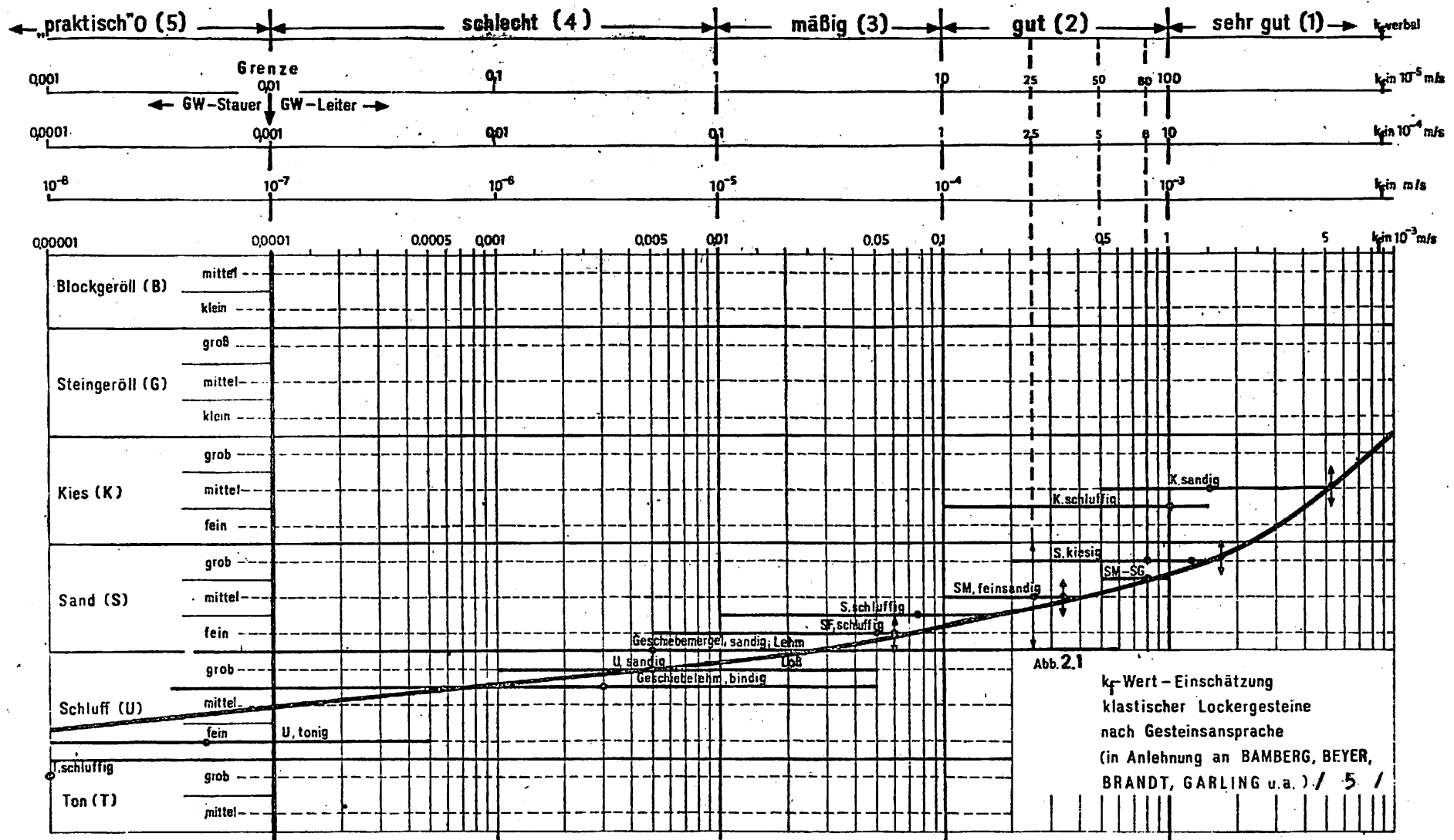
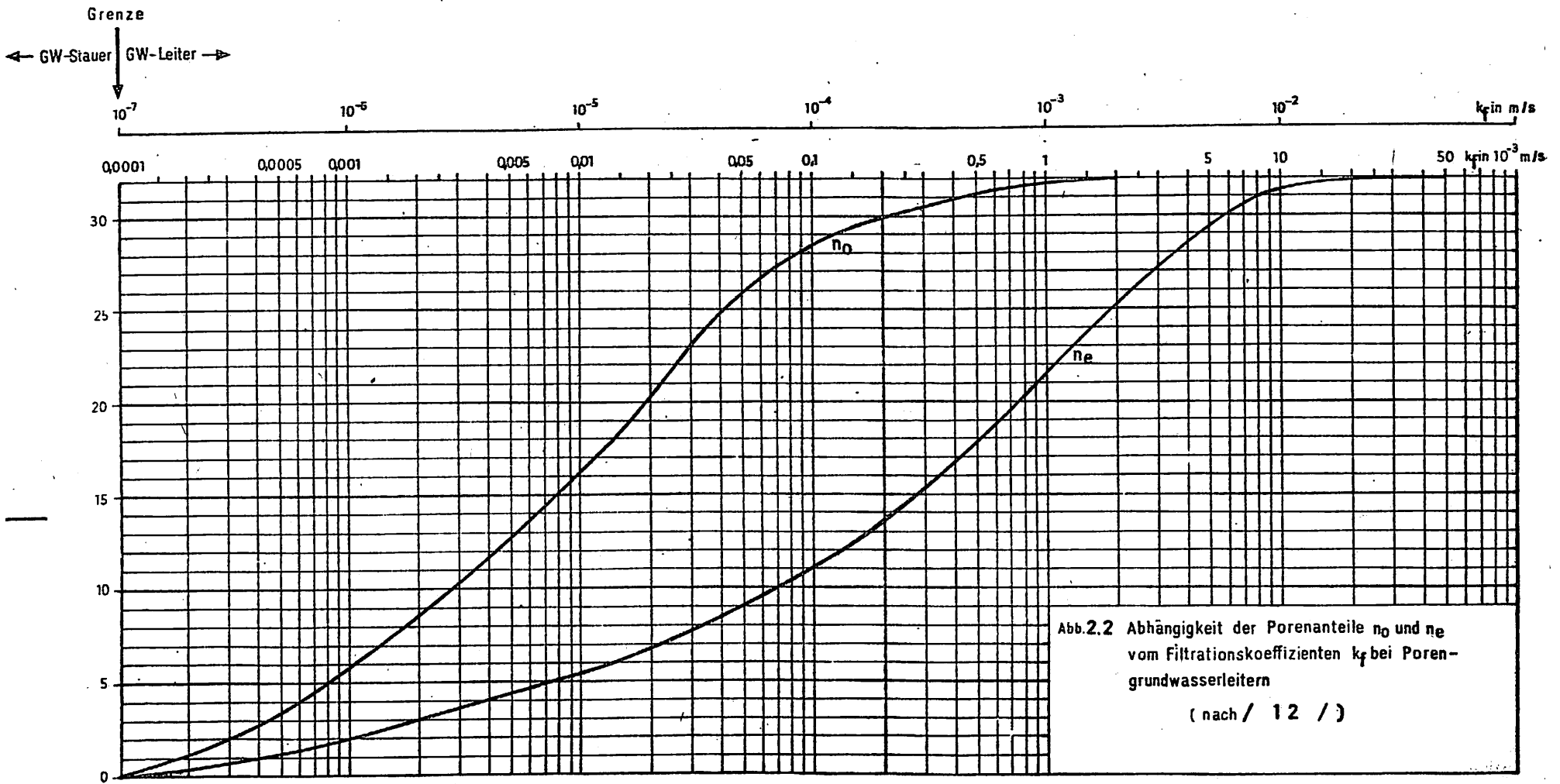
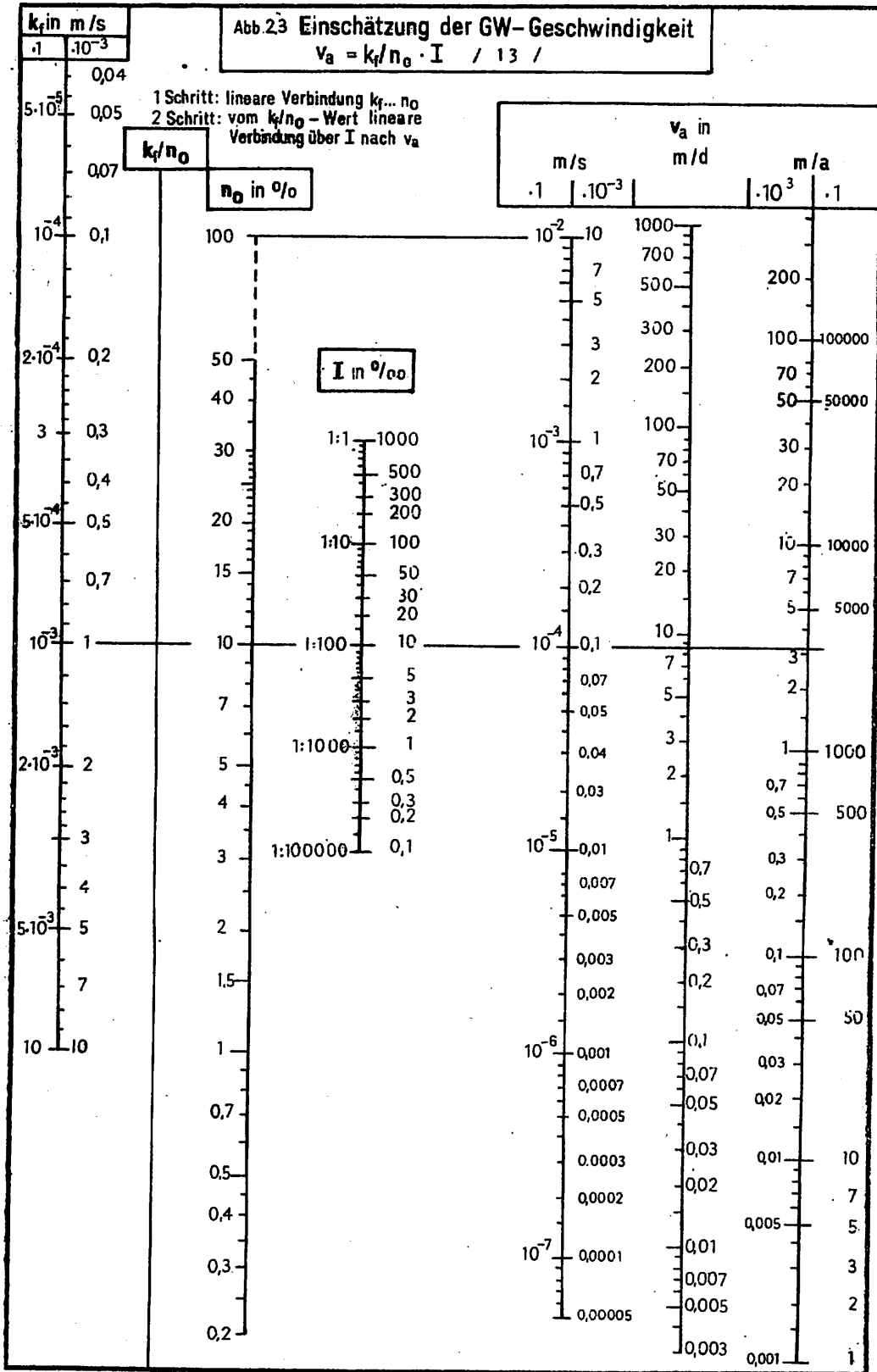


Abb. 2.1
 k_f -Wert - Einschätzung
 klastischer Lockergesteine
 nach Gesteinsansprache
 (in Anlehnung an BAMBERG, BEYER,
 BRANDT, GARLING u.a.) / 5 /

SM-SG
 Bereich für Mischgestein (Mittel- bis Grobsand)
 mit Repräsentativwert

SAAS-328





Anlage 3

AUSGANGSDATEN ZUR MIGRATION VON RADIONUKLIDEN IM GRUNDWASSER

- 1) Angaben zum Ort und der Art potentieller Kontaminationsquellen (z.B. Behälter für kontaminierte flüssige Medien und radioaktive Abfälle).
- 2) Geometrie und Quellstärke einer möglichen Freisetzung (z.B. Abmessungen der Kontaminationsquelle; kurzzeitige Freisetzung eines größeren Volumens; kontinuierliche Freisetzung).
- 3) Chemische und radiochemische Zusammensetzung von Lösungen; Halbwertszeit zu betrachtender Radionuklide.

Anlage 4

MODELLMÄSSIGE BETRACHTUNG DER RADIONUKLIDMIGRATION IM GRUNDWASSER

1. MIGRATIONSMODELL

Berechnungen und Einschätzungen zur Migration von Radionukliden basieren auf vereinfachten Modellvorstellungen. Dazu wird die direkte Freisetzung flüssiger Radionuklide in das Grundwasser ohne Berücksichtigung der Aerationzone angenommen, da sich unter den Bedingungen der DDR die oberen Grundwasserleiter meist in geringer Teufe befinden. Als weitere Vereinfachungen werden Dichte-, Temperatur- und Druckgradienten zwischen dem Grundwasser und der freigesetzten Schadstofflösung vernachlässigt.

Die Radionuklide werden zur Zeit $t = 0$ über den Querschnitt einer Stromröhre in Form einer örtlichen, auf die x -Achse bezogenen Punktquelle freigesetzt. Die x -Achse des Koordinatensystems liegt in Grundwasserfließrichtung. Die Punktquelle befindet sich am Ort $x = 0$ der Stromröhre in einem homogenen isotropen halbunendlichen Grundwasserleiter (Abb. 4.1). Die Ausbreitung der Radionuklide wird in der Stromröhre in positiver x -Richtung mit der Geschwindigkeit des Grundwassers v_a bis zum interessierenden Ort $x = L$, an dem z.B. eine Grundwassernutzung erfolgt, betrachtet.

2. MATHEMATISCHE BEZIEHUNGEN ZUR BESCHREIBUNG DES RADIONUKLID-TRANSPORTES MIT DEM STRÖMENDEN GRUNDWASSER

2.1. PUNKTQUELLE, MOMENTANE FREISETZUNG

Für einen halbunendlichen Grundwasserleiter bei momentaner Freisetzung (Impulsfreisetzung) eines Schadstoffes in einer Punktquelle lautet die für die Berechnung anzuwendende Lösung der allgemeinen Differentialgleichung für den Stoff- und Wärmetransport / 23, 31 / bei eindimensionaler Betrachtung

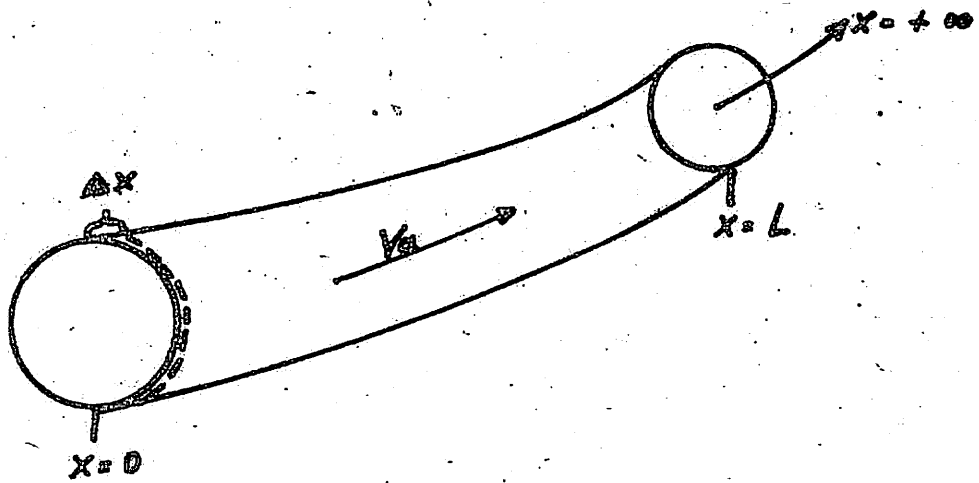


Abb. 4.1. Stromröhrenmodell

$$c(x, t) = \frac{m_s}{2 Q} \frac{x + ut}{\sqrt{4 \pi R t^3}} \exp \left[- \frac{(x - ut)^2}{4 R t} - \lambda t \right] \quad (1)$$

bzw.

$$c_r(x, t) = \frac{c Q}{m_s} = \frac{x + ut}{2 \sqrt{4 \pi R t^3}} \exp \left[- \frac{(x - ut)^2}{4 R t} - \lambda t \right] \quad (2)$$

c = Konzentration des Schadstoffes in der fließenden Phase, $M \cdot L^{-3}$

m_s = Masse des Schadstoffes bzw. Aktivität des einzelnen Radionuklides, M

Q = Grundwasserdurchfluß durch den Querschnitt der Stromröhre, $L^3 T^{-1}$

x = Migrationsweg, L

t = Migrationszeit, T

R = $\frac{D}{a}$, $L^2 T^{-1}$

D = longitudinaler Dispersionskoeffizient, $L^2 T^{-1}$

a = Retardationsfaktor, dimensionslos, siehe Gl. (8)

u = Radionuklidgeschwindigkeit, $L T^{-1}$

λ = Zerfallskonstante, T^{-1}
($\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$, $T_{1/2}$ - Halbwertszeit)

c_r = relative Konzentration des Schadstoffes, T^{-1}

$c(x, t)$ beschreibt die Konzentration eines Schadstoffes am Ort x zur Zeit t . Die Beziehung (2) gibt die relative Konzentration des Schadstoffes an, die am Ort x zur Zeit t durch den Querschnitt der Stromröhre fließt.

Der Faktor vor dem Exponenten gibt die maximale Konzentration im Peak der Radionuklidwolke am Ort $x = L$ zur Zeit $t = \frac{x}{u}$ an. Der Exponentialausdruck berücksichtigt die Abnahme der Konzentration an Orten $x < L < x$ zur Zeit t ($\exp - (x - ut)^2 / (4 R t)$) sowie den radioaktiven Zerfall ($e^{-\lambda t}$).

2.2. PUNKTQUELLE, ZEITLICH BEGRENZTE FREISETZUNG

Für die Freisetzung eines Schadstoffes über ein begrenztes Zeitintervall aus einer Punktquelle in einem halbunendlichen Grundwasserleiter ist eine Lösung / 15, 16, 17, 22, 31 / der allgemeinen Differentialgleichung bei eindimensionaler Betrachtung für Zeiten $t > T$ gegeben durch:

$$c(x, t, T) = \frac{1}{2T} \frac{m_s}{Q} \left\{ \operatorname{erfc} \frac{x - ut}{\sqrt{4Rt}} + e^{\frac{ux}{D}} \operatorname{erfc} \frac{x + ut}{\sqrt{4Rt}} - \operatorname{erfc} \frac{x - u(t-T)}{\sqrt{4R(t-T)}} - e^{\frac{ux}{D}} \operatorname{erfc} \frac{x + u(t-T)}{\sqrt{4R(t-T)}} \right\} \cdot e^{-\lambda t} \quad (3)$$

bzw.

$$c_r(x, t, T) = \frac{c \cdot Q}{m_s} = \frac{1}{2T} \left\{ \dots \dots \dots \right\} \cdot e^{-\lambda t} \quad (4)$$

T = Freisetzungszeit des Schadstoffes

$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$ = komplementäre Fehlerfunktion

Es gilt:

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-z^2} dz = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-z^2} dz$$

$$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-z^2} dz$$

$$\operatorname{erf}(-x) = -\operatorname{erf}(x)$$

$$\operatorname{erfc}(-x) = 1 + \operatorname{erf}(x)$$

2.3. PUNKTQUELLE, KONTINUIERLICHE FREISETZUNG

Für die kontinuierliche Freisetzung eines Schadstoffes aus einer Punktquelle im unendlichen Grundwasserleiter ist die stationäre Lösung / 30 / der allgemeinen Differentialgleichung bei eindimensionaler Betrachtung gegeben durch:

$$\frac{c}{c_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \frac{x - ut}{\sqrt{4 Rt}} \quad (5)$$

c_0 = Konzentration der freigesetzten Radionuklide

3. PARAMETER DER BERECHNUNG

3.1. RADIONUKLIDGESCHWINDIGKEIT

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Radionuklides berechnet sich nach

$$u = \frac{v_a}{a} \quad (6)$$

aus der Grundwassergeschwindigkeit v_a und dem Retardationsfaktor a . Die Grundwassergeschwindigkeit v_a in den durchströmten Poren eines homogenen isotropen Grundwasserleiters mit ungespanntem Grundwasser bei konstantem Grundwassergefälle I in der Hauptfließrichtung wird durch das modifizierte DARCY-Gesetz der gesättigten eindimensionalen Filterströmung beschrieben

$$v_a = \frac{k_f \cdot I}{n_0} \quad (7)$$

k_f = Filtrationskoeffizient, LT^{-1}

$I = \frac{dh}{dx}$ = Grundwassergefälle

n_0 = durchströmbarer Porenanteil

Bei Vorhandensein von Brunnen in der näheren beeinflussbaren Umgebung des betrachteten Standortes ist die Grundwassergeschwindigkeit und Fließdauer der Kontaminanten vom Freisetzungsort bis zum Brunnen ggf. unter Beachtung radialsymmetrischer Strömungs-

verhältnisse zu berechnen. Für die Berechnung der Brunnenanströmung können bekannte, in der Literatur / 14 / veröffentlichte mathematische Beziehungen eingesetzt werden.

3.2. RETARDATION

Der Retardationsfaktor a charakterisiert das durch Sorptionsprozesse bedingte Zurückbleiben des Radionuklides gegenüber der Ausbreitung des Grundwassers

$$a = 1 + \frac{\rho_d}{n} K_D \quad (8)$$

ρ_d = Trockenrohddichte, ML^{-3}

n = Porenanteil

K_D = Verteilungskoeffizient, L^3M^{-1}

Der Verteilungskoeffizient

$$K_D = \frac{(c_0 - c) V}{c \cdot m} \quad (9)$$

c_0 = Anfangskonzentration des Radionuklides in der flüssigen Phase, ML^{-3}

c = Konzentration in der flüssigen Phase, ML^{-3}

V = Volumen der flüssigen Phase, L^3

m = Masse der festen Phase, M

charakterisiert die Verteilung des jeweiligen Radionuklides zwischen der festen und der flüssigen Phase. Er ist von der Art der Ionen der festen und flüssigen Phase, ihrer Konzentration und der Temperatur abhängig und gilt für eine lineare Austauschisotherme. Für den Fall, daß keine Sorptionsprozesse die Migration des Radionuklides beeinflussen oder daß sie nicht berücksichtigt werden, ist $K_D = 0$ und der Retardationsfaktor $a = 1$, womit die Radionuklidgeschwindigkeit u gleich der Grundwassergeschwindigkeit v_a wird. Literaturhinweise für Verteilungskoeff-

fizienten sind in den Tabellen 4.1. und 4.2. aufgeführt.

3.3. DISPERSION

Der Dispersionskoeffizient D ist ein Tensor, d.h. abhängig von der Raumrichtung. Er beschreibt die durch die hydrodynamische Dispersion in den Porenkanälen und die durch die molekulare Diffusion bedingte Verdünnung des Radionuklides im Grundwasser. In den Gültigkeitsgrenzen des DARCY-Gesetzes ist die molekulare Diffusion vernachlässigbar und der Dispersionskoeffizient ist angenähert der Grundwassergeschwindigkeit v_a proportional.

$$D_x \approx \delta_x v_a \quad (10)$$

Die Dispersivität δ_x mit der Dimension einer Länge ist ein Parameter des Grundwasserleiters und des Migrationsweges.

3.4. ZEIT, VOLUMENSTROM, MASSE, FREISETZUNGSZEIT

3.4.1. ZEIT t

Durch Einsetzen der Variablen t in die Beziehungen (1) bis (5) wird die zeitliche Verteilung des Radionuklides am Ort $x = L$ berechnet. Die mittlere Ausbreitungszeit eines Radionuklides berechnet sich dabei nach

$$t = t_0 = \frac{L}{u} \quad (11)$$

Die mittlere Ausbreitungszeit eines Radionuklides muß mit der Zeit, bei der das Maximum der Konzentration $c(L, t)$ erreicht wird, nicht identisch sein. Für die im Abschnitt 4 gegebenen Parameterbereiche ist das jedoch mit hinreichender Genauigkeit gegeben, so daß mit einer Variablen $t = t_0$ in einem Berechnungsgang eine schnelle Abschätzung erfolgen kann.

3.4.2. VOLUMENSTROM Q

Der Volumenstrom des Grundwassers ist berechenbar aus der Beziehung

$$Q = v_f \cdot n \cdot S \quad (12)$$

v_f = Filtrationsgeschwindigkeit LT^{-1}

S = Querschnitt der Stromröhre, L^2

Sollten zum Parameter S keine oder ungenügende Angaben vorliegen, so wird die Berechnung der Migration nach Gleichung (2) und (4) empfohlen, die die relative Konzentrationsabnahme eines Radionuklides angeben.

3.4.3. MASSE DES SCHADSTOFFES

Die Masse eines Schadstoffes m_s in Masseeinheiten ist aus der Konzentration und dem Volumen der freigesetzten Schadstofflösung gegeben durch

$$m_s = c_o \cdot V_o \quad (13)$$

V_o = Volumen freigesetzter Lösung, L^3

c_o = Konzentration des Schadstoffes, ML^{-3}

Im Falle von Radionukliden ist es wegen der einfachen Umrechnung zwischen Masse und Aktivität vorteilhaft, die Aktivität A in Bq einzusetzen, woraus Konzentrationsangaben c bzw. c_o in Bq pro Volumeneinheit resultieren.

3.4.4. FREISETZUNGSZEIT

Die Freisetzungszeit T in Zeiteinheiten ist diejenige Zeitdauer, die bis zur vollständigen Freisetzung einer Schadstoffmenge m_s verstreicht.

4. ANWENDUNGSBEREICHE DER MATHEMATISCHEN BEZIEHUNGEN

Die im Abschnitt 2 dieser Anlage aufgeführten mathematischen Beziehungen haben für die Sicherheitseinschätzung nur bei Einhaltung von Grenzwerten für Parameter eine verallgemeinerte Gültigkeit. Als bestimmender Parameter gilt der Faktor

$$\frac{uL}{D} \geq 10 \quad (14)$$

für die Anwendung der Gleichungen (1) bis (4). Zur Anwendung der Gleichungen (3) und (4) wird zusätzlich der Faktor

$$T/t_0 \geq 1 \times 10^{-2} \quad (15)$$

empfohlen / 26 /. Bei Werten von $T/t_0 < 1 \times 10^{-2}$ können mit hinreichender mathematischer Genauigkeit die weniger aufwendigen Gleichungen (1) und (2) für die Abschätzung der Radionuklidmigration angewandt werden. Für Berechnungsfälle mit Parametern außerhalb des angeführten Gültigkeitsbereiches sind weitere mathematische Beziehungen der Literatur zu entnehmen / 31 /. Die Gleichung (5) für eine kontinuierliche Freisetzung ist wegen der Endlichkeit freisetzbarer Volumina, z.B. bei der Lagerung flüssiger Abfälle, für die Abschätzung der Ausbreitung wenig anwendbar, es sei denn, die in den Behälter zufließende Menge ist gleich der ausfließenden (z.B. bei unentdeckten Leckagen mit geringen Ausflußmengen).

5. VERGLEICH MIT GESETZLICH FESTGELEGTEN GRENZWERTEN FÜR RADIONUKLIDE

Das Verhältnis der nach Gl. (1) oder (3) abgeschätzten Konzentration c bzw. nach Gl. (2) oder (4) relativen Konzentration c_r im Maximum der Verteilung ($x = L$, $t = t_0$) zu den in / 3 / festgelegten Grenzwerten für Trinkwasser liefert den Maßstab der Bewertung der Konsequenzen eines Störfalles mit Freisetzung radioaktiver Stoffe.

$$\frac{c}{\text{Grenzwert}} = F \quad \text{bzw.} \quad \frac{c_r \cdot m_s}{\text{Grenzwert}} = F_r \quad (16)$$

Für $F \leq 1$ ist die Konzentration des Radionuklides am Ort x zur Zeit t kleiner oder gleich dem Grenzwert. Für $F > 1$ ist die Konzentration des Radionuklides größer als der Grenzwert. Aus der relativen Konzentration c_r läßt sich analog ein Schätzwert ableiten mit der Annahme $Q = 1 \text{ L}^3 \text{ T}^{-1}$ und daraus folgend $c = c_r \cdot m_s$.

6. PARAMETERERMITTLUNG

Grundlegender Parameter der Berechnungen ist die Grundwassergeschwindigkeit v_a . Daten zur Dispersivität können aus Labor- und Feldtests erhalten werden. Es wird empfohlen, einen Feldversuch an einer Pumpversuchsgruppe mit Tracer-Eingabe in Grundwasserfließrichtung zur Ermittlung der longitudinalen Dispersivität auszuführen. Die Bestimmung von Verteilungskoeffizienten kann durch Laboruntersuchungen an Proben in gestörter oder vorzugsweise in ungestörter Lagerungsstruktur von repräsentativen Gesteinsmaterialien des Standortes erfolgen. Es können statische Verfahren (Schüttelversuche) angewandt werden unter Einsatz von Grundwasser und mit abgestuften Konzentrationen (1 : 10; 1 : 100) einer modellierten Radionuklidzusammensetzung. Eine Methodik ist in / 9 / beschrieben.

Tabelle 4.1. Verteilungskoeffizient K_D (in $10^3 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)
für Radionuklide zwischen Gesteinen und Grundwässern

Gesteinsart	Sr	Ca
I. Festgestein		
1. <u>Magmatite</u>		
Granit	16 / 21 / 0,0079 / 24 / ^{x)} 5,46 / 27 /	650 / 27 / 613 / 24 / ^{x)} 320 / 21 /
Basalt	151 / 27 /	295 / 27 /
Tuff	$1,3 \times 10^4$; 55; 300 / 20 /	6000, 150, 740 / 21 /
2. <u>Sedimentite</u>		
Tonstein	135 / 21 / 191 / 27 / 3 - 5, 35 - 40 / 19 / 290,6 - 45 / 18 /	580, 370, 530 / 27 / 986 / 27 / 1990 / 20 / 5×10^4 ; $1,6 \times 10^4$ / 18 /
Sandstein	2 - 3 / 26 / 5 - 15 / 10 / ^{xx)} 1 - 5 / 19 /	40 - 160 / 10 / 50 - 450 / 25 /
Kalkstein	5 / 19 / 5, 6; 12,4 / 29 /	249, 106 / 27 / 2656, 1739 / 29 / ^{xxx)} 4,7 - 10 / 19 /
II. Lockergestein	416 / 27 / 130, 90, 35 / 18 /	5840 / 27 / $3,1 \times 10^4$; $2,2 \times 10^4$; $1,4 \times 10^4$; $5,5 \times 10^3$; / 18 /

x) oxidierendes Grundwasser

xx) quaternäre Salzlösung

xxx) 7 d Gleichgewichtseinstellung

Tabelle 4.2. Verteilungskoeffizient K_D (in $10^3 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)
für Radionuklide zwischen Mineralen und Grundwässern

Mineral	Sr	Ca
1. Quarz	546 / 27 / 1,8 / 28 / 0,3 / 11 /	10 / 28 / 40 / 27 /
2. Feldspate		
Albit	518 / 27 /	521 / 27 /
Anorthit	349 / 27 /	521 / 27 /
Mikroklin	571 / 27 / 1 / 11 /	472 / 27 /
3. Glimmer		
Biotit	54,3 / 11 /	
Muskovit	32,7 / 11 /	
Vermiculit	73,9 / 11 / 1500 / 27 / 5 / 28 /	1500 / 28 / 3600 / 27 /
4. Tonminerale		
Kaolinit	172 / 27 / 15 / 11 /	577 / 27 /
Illit	544 / 27 / 35 / 28 /	1200 / 28 / 5700 / 27 /
Montmorillonit	1800 / 11 /	100 ^{x)} , 1300 / 27 /
5. Karbonate		
Dolomit	6,7 / 11 /	
Calcit	3,8 / 11 /	
6. weitere Minerale		
Gips	1,1 / 11 /	
Magnetit	3,6 / 11 /	

x) 0,3 M NaCl

Anlage 5HYDROGEOLOGISCHES PROJEKT ZUR DURCHFÜHRUNG VON UNTERSUCHUNGEN
FÜR DIE STANDORTBEGUTACHTUNG VON KERNANLAGEN

Gliederung des Projektes nach nachstehendem Mindestumfang.
Bei der Ausführung sind weitestgehend standardisierte Formblätter (insbesondere nach TGL 25011) zu nutzen.

Gliederung	Hinweise
A TEXTTEIL	
<ul style="list-style-type: none"> - Titelblatt - Bearbeitungsnachweis - Inhaltsverzeichnis - Anlagenverzeichnis 	<p>analog dem Hydrogeologischen Gutachten (s. Anlage 2)</p>
1. AUFGABENSTELLUNG	nach Vertrag, ggf. mit Präzisierung
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET	Kurze aktualisierte Charakterisierung gemäß vorausgehendem Hydrogeologischen Gutachten
3. UNTERSUCHUNGSKONZEPTION	<p>Ableitung von Maßnahmen zur Lösung der Zielstellung, deren Reihenfolge und überbetriebliche Koordinierung sowie notwendige Zwischenauswertungen für Aufgabenpräzisierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hydrogeologische Arbeiten (Recherchen, Spezialkartierung, Objektvorbereitung nach TGL 24408/04, Dokumentation von Aufschlußarbeiten/Tests, Auswertung) - Aufschlußarbeiten/Tests (Bohrungen, Bohrlochmessung, Pumpversuche nach TGL 23864/02, Tracerversuche) - Sonstige Arbeiten (Vermessung, Laborarbeiten, Modellierung/EDV) - Organisation, Mitwirkungshandlungen von Nachauftragnehmern

B ANLAGENTEIL	(analog TGL 25011, Legende mit Quellen- nachweis)
1. LAGEPLAN	- relevante Aufschlüsse im Untersu- chungsgebiet, vorhanden und geplant - Lage geplanter Tests
2. ÜBERSICHT ÜBER TECHNISCHE BZW. LABORARBEITEN	Tabellarische Zusammenstellung, ge- ordnet nach Aufschluß-/Test-/Analysen- verfahren
3. KALKULATION	Tabellarische Zusammenstellung, ge- ordnet nach Leistungseinheiten

Anlage 6HYDROGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
BEGUTACHTUNG DES STANDORTES VON KERNANLAGEN

Durchführung unter Beachtung neuester Methodiken und Technologien des VEB Hydrogeologie

Arbeitsetappe	Aktivitäten/Hinweise
- Objektvorbereitung	nach TGL 24408/04
- Dokumentation von Aufschlußarbeiten	- Bohrungen nach TGL 24408/05, TGL 34328 - Schürfe nach TGL 24408/07, TGL 34328 - Felshohlräume nach TGL 23982/02+07
- Durchführung von Tests	- Bohrlochmessungen (abhängig von Aufgabenstellung) - Pumpversuche nach TGL 23864/02 - Tracerversuche (Genehmigung von WWD-Oberflußmeisterei und ggf. vom SAAS erforderlich!)
- Probennahme	- Gestein; Trockenbohren/Schachten nach TGL 23977/01 Gestein; Spülbohren nach TGL 23977/02 - Boden (Mutterboden) nach TGL 25418/01 - Wasser (Grund-/Oberflächenwasser) nach TGL 23979
- Wasserstandsmessungen	- Grundwasserbeobachtung nach TGL 35818 - Oberflächenwasserbeobachtung nach TGL 24352
- Laboruntersuchungen	- Gesteinsbeschaffenheit . Kornverteilung nach TGL 11462/07, 31222/02 . Porenanteil nach TGL 31222/03 u.a. . Trockenrohddichte nach TGL 11462/06, TGL 31222/03 . Ionenaustauschkapazität nach TGL 24747, TGL 25418/19

- | | |
|-------------------------------|---|
| - Modellunter-
suchung/EDV | - Wasserbeschaffenheit
. Vollanalyse nach TGL 28400/01 und / 8 /
. Radionuklid-Analyse
. Betonaggressivität nach TGL 11462/15
- nach Modellvorstellungen und Programmen,
die mit Auftraggeber abzustimmen sind |
|-------------------------------|---|

Anlage 7VERZEICHNIS DER IN DEN ANLAGEN 1 - 6 BENUTZTEN STANDARDS,
BEGRIFFSERKLÄRUNGENStandards (nach Nr. geordnet)

TGL 6429	Bergbau; Bergmännisches Rißwerk
/09	- Das markscheiderische Einheits-Rißsystem
/43	- Bodenflächen eines Bergbaubetriebes; Zeichen
TGL 11462	Baugrundmechanik
	Prüfungen an Lockergesteinsproben im Laboratorium
/04	- Bestimmung des Index der organischen Beimengungen
/06	- Bestimmung der Rohdichte
/07	- Bestimmung der Korngrößenverteilung
/11	- Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit
/15	- Bestimmung der aggressiven Eigenschaften von Wässern aus Lockergestein
TGL 20972	Informationsquellen; Bibliographische Beschreibung
✓ TGL 22764	Nutzung und Schutz der Gewässer; Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern
✓ TGL 23864	Hydrogeologie; Pumpversuche
✓/02	- Vorbereitung und Durchführung
✓/03-09	- geohydraulische Auswertung ...
✓/10	- Demonstrativpumpversuch quantitativ
TGL 23865	Geologische Darstellung bodengeologischer Kartierungseinheiten
TGL 23867/01	Bezeichnung und Benennung von Gesteinen; Grundsätze
TGL 23950/01	Geologie; Sedimentgesteine; Petrographische Gesteinsbezeichnungen
TGL 23951/01	Geologie; Metamorphe Gesteine; Petrographische Bezeichnung petrographisch homogener Gesteine
✓ TGL 23953	Geologie; Hydrogeologische graphische Dokumentation

- | | |
|--|--|
| <p>✓ TGL 23971</p> <p> ✓ /01</p> <p> ✓ /02</p> <p>✓ TGL 23977</p> <p> ✓ /01</p> <p> ✓ /02</p> <p>✓ TGL 23979</p> <p>TGL 23981</p> <p> ✓ /01</p> <p> /02</p> <p> /03</p> <p>TGL 23982</p> <p> /02</p> <p> /07</p> <p>TGL 23983</p> <p>✓ TGL 23984</p> <p>✓ TGL 23989</p> <p>TGL 24300</p> <p> /03</p> <p> /11</p> <p>✓ TGL 24348</p> <p> ✓ /01</p> <p> ✓ /02</p> <p> ✓ /03</p> <p> ✓ /04</p> | <p>Geologische Information und Dokumentation;
Projektierungs-, Berichts- und Aufschlußdo-
kumente</p> <p>- Begriffe</p> <p>- Gestaltung</p> <p>Hydrogeologie; Bohrgutgewinnung, Bohrgut-
behandlung, Probenahme</p> <p>- Gesteine - Trockenbohren und Schachtarbeiten</p> <p>- Gesteine - Spülbohren</p> <p>Hydrogeologie; Probenahme vom Grund- und
Oberflächenwasser</p> <p>Geologie; Ingenieurgeologische Kartierung</p> <p>- Grundsätze</p> <p>- Forderungen für kleinmaßstäbige Karten</p> <p>- Forderungen für großmaßstäbige Karten</p> <p>Geologie; Ingenieurgeologische Erkundung</p> <p>- Allgemeine Forderungen</p> <p>- Felshohlraumbauten</p> <p>Ingenieurgeologie; Wasserdurchlässigkeits-
prüfungen in Bohrungen im Festgebirge</p> <p>Geologie; Bezeichnung von Korngrößenklassen;
Lockergesteine; klastische silikatische
Sedimentite</p> <p>Unterirdisches Wasser; Terminologie
Formelzeichen und Einheiten</p> <p>Standortaufnahme von Böden</p> <p>- Georelief und Klima</p> <p>- Ergänzende Bodenmerkmale</p> <p>Nutzung und Schutz der Gewässer; Trinkwasser-
schutzgebiete</p> <p>- Allgemeine Grundsätze</p> <p>- Wasserschutzgebiete für Grundwasser</p> <p>- Wasserschutzgebiete für Oberflächenwasser</p> <p>- Markierung im Gelände, Kennzeichnung in
Karten</p> |
|--|--|

✓ TGL 24352	Meßstationen für Wasserstand und Durchfluß an Oberflächengewässern; Grundsätze für den Bau;
✓/01	- Lattenpegelstation
✓/02	- Schreibpegelstation nach dem Schwimmerprinzip
✓ TGL 24353	Dokumentation für Wasserläufe
✓/01	- Allgemeines
✓/02	- Band 1 - Beschreibender Teil -
✓/03	- Band 2 - Bestandsunterlagen -
✓/04	- Band 3 - Kartenwerk
✓ TGL 24406	Geologische Industrie; Projekt
TGL 24408	Geologie; Aufschluß- und Analysendokumentation;
✓/03	- Objektakte
✓/04	- Vorbereitung von Aufschlußarbeiten und Tests
✓/05	- Schichtenverzeichnis Bohrungen - Grundtyp
/07	- Dokumentation von Aufschlüssen
TGL 24747	Prüfung keramischer Roh- und Werkstoffe; Bestimmung der Kationenaustauschkapazität nach der Ammoniumazetatmethode
✓ TGL 25011	Hydrogeologie; Projektierung und Dokumentation;
✓/01	- Hydrogeologisches Projekt
✓/02	- Hydrogeologischer Bericht
✓/03	- Anlagen zum hydrogeologischen Bericht
✓ TGL 25234	Geologie; Stratigraphie
✓ TGL 25235/01	Magmatische Gesteine; Petrographische Gesteinsbezeichnung
TGL 25418	Chemische Bodenuntersuchung;
/01	- Entnahme von Bodenproben
✓/04	- Bestimmung des Gehaltes an organischer Substanz
✓/19	- Bestimmung der Umtauschkapazität
✓ TGL 28400/01	Wasseruntersuchungen; Grundsätze
✓ TGL 31222	Physikalische Bodenuntersuchung;
✓/02	- Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung
✓/03	- Dichte, Substanz- und Porenvolumen

SAAS-328

- ✓ TGL 31548 Einheiten physikalischer Größen
- TGL 34324/01 Geologische Industrie; Gesteinsanalyse;
 Atomadsorptions- und Flammenemissions-
 spektroskopie; Calciumoxid < 10 %
- ✓ TGL 34328 Geologie; Abkürzungen, Schlüssel, Symbole;
- ✓ /02 - Abkürzungen und Schlüssel zur Gesteinsbe-
 zeichnung
- ✓ /03 - Abkürzungen und Schlüssel zur Gesteinsbe-
 schreibung
- ✓ TGL 34337 Geologie; Korngrößen von Sanden und Kiesen;
 Schätzung
- ✓ TGL 35818 Grundwasserbeobachtung;
- ✓ /01 - Begriffe und allgemeine Forderungen
- ✓ /02 - Basisnetz
- ✓ /03 - Kontroll- und Steuerungsnetz
- ✓ /04 - Sondernetz
- ✓ /05 - Grundwassermeßstelle und -meßtechnik
- ✓ /06 - Datenerfassung, -speicherung und -auswertung
- ✓ TGL 43271 Nutzung und Schutz der Gewässer;
 Trinkwasservorbehaltsgebiete

Begriffserklärungen

Abstandsgeschwindigkeit v_a (in m/s)

Fiktive mittlere Geschwindigkeit der Wasserteilchen in einem Gestein in der Aerations- und Saturationszone. Quotient aus dem Abstand a zweier Meßpunkte in der Hauptströmungsrichtung und der Strömungszeit t

Adsorptionswasseranteil W_A (in Vol.-%)

Parameter, der den Inhalt eines Gesteins an Adsorptionswasser charakterisiert. Quotient des Volumens des Adsorptionswassers V_A und des Porenvolumens V_p .

Aerationszone

Teil der Lithosphäre, in dem die Hohlräume nur teilweise mit Wasser gefüllt sind und ein Luftaustausch mit der Atmosphäre stattfindet. Bereich zwischen Obergrenze der Lithosphäre und Obergrenze der geschlossenen Kapillarzone.

Dispersion, hydrodynamische

Durch Wasserströmung in Gesteinen infolge deren Beschaffenheit verursachte örtliche und zeitliche Differenzierung der Konvektion relativ zur \uparrow Abstandsgeschwindigkeit.

Dispersionskoeffizient D (in m^2/s)

Parameter der empirischen Stofftransportgleichung zur quantitativen Beschreibung der \uparrow Dispersion.

Dispersivität δ (in m)

Charakteristische Größe der Heterogenität des als quasihomogen betrachteten Untersuchungsbereiches. - Quotient des \uparrow Dispersionskoeffizienten D und der \uparrow Grundwassergeschwindigkeit v_a .

Durchlässigkeitsbeiwert

siehe: \uparrow Filtrationskoeffizient

Filtrationskoeffizient k_f für Wasser (in m/s)

Koeffizient der hydraulischen Permeabilität, speziell für ein Gestein bei einem Volumenstrom von Wasser mit einer Temperatur von 10 °C und nur geringem Anteil von Wasserinhaltsstoffen, Quotient aus der Filtrationsgeschwindigkeit v beim Grundwassergefälle (I) von 1.

Grundwassergeschwindigkeit

† Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers in der Grundwasserzone

Gutachten, hydrogeologisches

Dokumentation auf der Grundlage von Recherchen und/oder Untersuchungen zur hydrogeologischen Beurteilung der Nutzung eines Standortes

Hohlraum

Feststofffreier Raum in der Lithosphäre (z.B. Poren, offene Klüfte, Höhlen, bergmännische Auffahrungen)

Hohlraumanteil n : (in m^3/m^3 oder ‰)

Anteil der † Hohlräume eines Gesteins. Quotient von Hohlraumvolumen V_h und Gesamtvolumen V_g des Gesteins.

Kernanlage

Kernkraftwerke, Kernheizwerke und weitere Anlagen gemäß Pkt. 1 der Begriffsbestimmungen zum Atomenergiewgesetz / 1 /

Kontamination

Unerwünschte Anwesenheit bzw. Zuführung radioaktiver Stoffe

Migration

Vorwiegend durch Konvektion bedingter Stoff- bzw. Wärmetransport in der Lithosphäre unter Berücksichtigung von Sorptionsprozessen und phaseninternen Umwandlungsprozessen

Porenanteil (Gesamtporenanteil), n : (in m^3/m^3 oder %)

† Hohlraumanteil unter der Bedingung, daß der gesamte Hohlraum aus Poren besteht. Quotient des Porenvolumens V_p und des Gesamtvolumens V_g eines porösen Gesteins.

Porenanteil, durchströmbarer, n_o : (in m^3/m^3 oder %)

† Porenanteil, durch den Wasser strömen kann, bestimmt für ein konkretes poröses Gestein bei Wassersättigung als Differenz von † Porenanteil n und † Adsorptionsanteil W_A .

Projekt, hydrogeologisches

Dokumentation zur planmäßigen und effektiven Vorbereitung hydrogeologischer Untersuchungen.

Retardation

Verzögerung der † Migration eines Stoffes gegenüber der Ausbreitung des Transportmediums.

Retardationsfaktor a

Faktor für die † Retardation, bezogen auf einen konkreten Stoff (Radionuklid).

Retention

Rückhaltung von Stoffen an Gesteinspartikeln durch physikalisch-chemische Prozesse.

Saturationszone

Teil der Lithosphäre, in dem die † Hohlräume vollständig mit Wasser gefüllt sind (mit Grundwasser gefüllter Teil vom Grundwasserleiter und die geschlossene Kapillarzone).

Trockenrohddichte ρ_d (in kg/m^3)

Trockenmasse m_s einer Volumeneinheit V eines Gesteins in natürlicher Lagerung einschließlich seiner Hohlräume.

Verteilungskoeffizient (in m^3/kg)

Koeffizient der Gleichgewichtsverteilung eines Stoffes zwischen zwei Phasen bei Konstanz von Druck, Temperatur und gegebener Zusammensetzung der Phasen. Definition für ein Ion A (in Tracerkonzentration)

$$K_D^A = \frac{\frac{\text{Konzentration in der festen Phase I}}{\text{Masse der festen Phase I}}}{\frac{\text{Konzentration in der flüssigen Phase II}}{\text{Volumen der flüssigen Phase II}}}$$