

# Bundesamt für Strahlenschutz

## Genehmigungsunterlagen

Konrad

EU 274

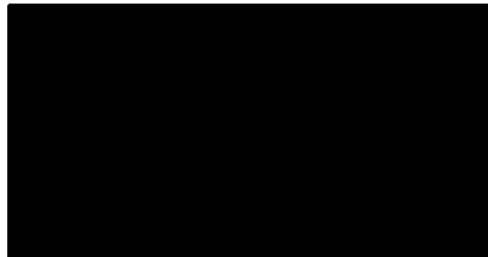
---

**Gesamte Blattzahl dieser Unterlage: 16 Blatt**

Die Übereinstimmung der ~~vorstehenden~~  
Abschrift - ~~auszugweisen Abschrift~~ -  
~~Fotokopie~~ - mit der Urschrift wird beglaubigt.

Hannover, den

15. Jan. 98



**Deckblatt**

Projekt	PSP Element	Obj Kenn	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev	Seite:
RAAR	NNNNNNNNNN	NNNNNN	X A A X X	AA	NNNN	NN	1
9K			EB	RB	0018	01	Stand: 29.02.96
EU 274							

Titel der Unterlage:

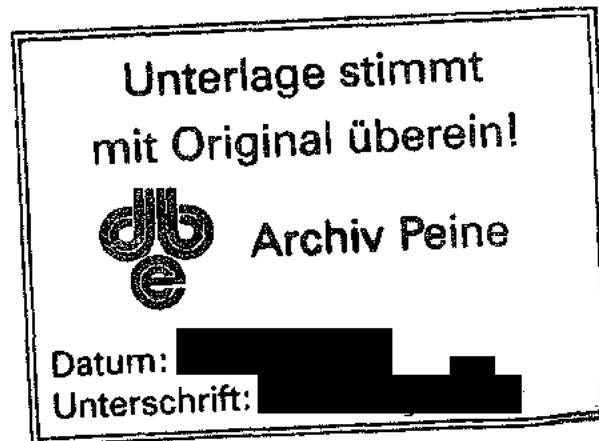
Auslegungsmaßnahmen gegen seismische Einwirkungen auf das Grubengebäude und die untertägigen Anlagenteile des geplanten Endlagers Konrad;BfS-IB-80

Ersteller:

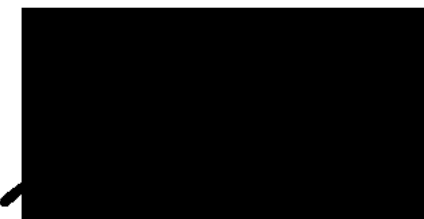
BfS

Textnummer:

Stempelfeld:

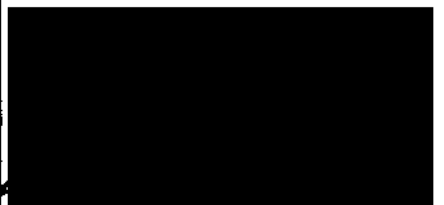


Freigabe für Behörden:



Datum und Unterschrift

Freigabe im Projekt:



Datum und Unterschrift

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

Revisionsblatt

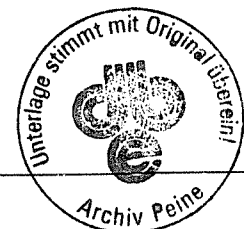
Projekt N A A N	PSP-Element N N N N N N N N N N	Obj Kenn. N N N N N N N	Aufgabe X A A X X	UA A A	Lfd Nr. N N N N	Rev. N N	Seite: II
9K			EB	RB	0018	00	Stand: 01.02.89
							EU 274

Titel der Unterlage:

Auslegungsmaßnahmen gegen seismische Einwirkungen auf das Grubengebäude und die untertägigen Anlagenteile des geplanten Endlagers Konrad; BfS-IB-80

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Kürzel)	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
01	29.02.96	ET2.4	Pr	alle	R, S, V	Gesamtüberarbeitung der Unterlage
					R	Titel wurde geändert
					R	Inhaltsverzeichnis wurde überarbeitet
					R	Zusammenfassung: Schreibfehler korrigiert
					R	Der Text wurde an den neuen Regelungsinhalt (nur untertägige Anlage ) der Unterlage angepaßt
					R	Kapitel 1: Einleitung Literaturzitat hinzugefügt
					R	Der Text wurde an den neuen Regelungsinhalt (nur untertägige Anlage ) der Unterlage angepaßt
					S	Kapitel 2 (alt) „Auslegungsanforderungen an die Gebäude sowie die...“und Kapitel 3 (alt) „Auslegungsanforderungen an die Gebäudeteile...“ wurden bis auf die Nachweisführung der Standsicherheit des Schachtes Konrad 2 wurden entfernt.Die Auslegungsvorschriften für den Schachtausbau befinden sich nunmehr im Kapitel 5.1
						Hinweis: Kapitel 4 (alt) „ Auslegungsanforderungen an den Ausbau sowie an die...“ wird ersetzt durch durch die Kapitel 2 bis 5
					V	Kapitel 2 Seite 2 , letzter Absatz geht auf die Geringfügigkeit von Erdbebenwirkungen in Bergwerken und das Fehlen technischer Regelwerke ein.
					V	Seite 3, 1.Absatz enthält eine systematische Einteilung der auszulegenden Anlagen bzw.Anlagenteile
					S	Seite 3, 2. u.3.Absatz wird eine Einstufung aller Anlagenteile als Klasse-II-Anlagenteile vorgenommen. Sie ist in Übereinstimmung mit der EU 184.0. Die Auslegung wird jetzt in Anlehnung an die Regeln der KTA 2201 und DIN 4149 durchgeführt.
					V	Seite 3, 4.Absatz ist eine Übernahme der im Plan 4/90 gemachten Aussagen

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V – verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S – substantielle Revision  
 mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



Revisionsblatt

Projekt N A A N	PSP-Element N N N N N N N N N N	Obj Kenn N N N N N N	Aufgabe X A A X X	UA A A	Lfd Nr N N N N	Rev N N	Seite: III
9K			EB	RB	0018	00	Stand: 01.02.89
							EU 274

Titel der Unterlage:

Auslegungsmaßnahmen gegen seismische Einwirkungen auf das Grubengebäude und die untertägigen Anlagenteile des geplanten Endlagers Konrad; BfS-IB-80

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer (Kürzel)	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
					S	Kapitel 3, Seismische Lastannahmen. Der Text wurde neu aufgenommen und ist eine Übernahme des in der EU 36.14 dargestellten Sachverhalts, Seite 45 u. 46 u. Abb. 15
					S	Kapitel 4, Komponentenauslegung, legt die Auslegung der maschinen- und elektrotechnischen Komponenten nach KTA 2201.4 fest.
					R	Kapitel 5, Standsicherheitsnachweis der Hohlräume und ihrer Ausbausysteme
					S	5.1 Schächte, der Abschnitt ist neu und enthält die Nachweisvorschriften für das Schachtausbausystem
					S	Anhang 1 (alt) wurde entfernt. Die Auslegungsvorschriften für die Schachteinbauten sind nun komplett in der EU 184.0 enthalten
					S	5.2 Einlagerungsfüllort, das Kapitel ist neu und enthält die Auslegungsvorschriften für das Füllortsystem
					S	5.3 Untertägige Hohlräume, das Kapitel ist neu und enthält die Auslegungsvorschriften für die untertägigen Hohlräume und den Anker Ausbau. Die Auslegungsanforderungen entsprechen der Darstellung im Plan 4/90
					R	Kapitel 6, Literaturverzeichnis wurde überarbeitet
					S	Anhang 1 (alt) wurde entfernt. Die Auslegung des Portalhubwagens wird nun durch die Auslegungsvorschriften des Kapitels 4 (neu) geregelt.
						Kapitel 7; Anhänge
					R	Hinweis: Anhänge 1 und 2 (alt) sind entfallen. Das dazugehörige Literaturverzeichnis wird nicht mehr benötigt.
					S	Anhang 1, enthält alle elektro- und maschinentechnischen Komponenten, die gegen Erdbeben ausgelegt werden müssen
					S	Anhang 2, stellt das elastische Freifeld- Antwortspektrum dar. Übernahme aus der EU 184, Ordner 1 Teil 2
					S	Abb. 1 bis 3 und die Tabellen der Re 184.0 wurden entfernt, Anpassung an den neuen Regelungsstand der Unterlage

\*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur  
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung  
 Kategorie S = substantielle Revision  
 mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



## BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ

Fachbereich Nukleare Entsorgung und Transport

## INTERNER ARBEITSBERICHT

Auslegungsmaßnahmen gegen seismische Einwirkungen auf das  
Grubengebäude und die untertägigen Anlagenteile des geplanten  
Endlagers Konrad

01



## I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	Seite
Zusammenfassung	1
1. Einleitung	2
2. Klassifizierung der untertägigen Anlage und Auslegungsvorschriften	2
3. Seismische Lastannahmen	3
4. Komponentenauslegung	4
4.1 Berechnungsmethode	4
4.2 Komponentenanregung	4
4.3 Beanspruchungsanalyse	5
5. Standsicherheit der Hohlräume und ihrer Ausbausysteme	6
5.1 Schächte	6
5.1.1 Berechnungsmethode	6
5.1.2 Gebirgsanregung und Beanspruchungsanalyse	6
5.2 Einlagerungsfüllort	6
5.2.1 Berechnungsmethode	7
5.2.1 Gebirgsanregung und Bemessung	7
5.3 Untertägige Hohlräume	7
5.3.1 Berechnungsmethode	8
5.3.2 Gebirgsanregung und Beanspruchungsanalyse	8
6. Literaturverzeichnis	9
7. Anhänge	10
7.1 Anhang 1: Zusammenstellung der Auslegungsvorschriften für die untertägigen Anlagenteile	10
7.2 Anhang 2: Elastisches Freifeld-Antwortspektrum der resultierenden relativen Beschleunigung	11

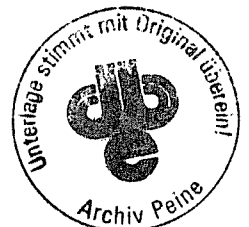
01



Im Rahmen der Störfallanalysen zum Endlager Konrad sind mögliche Ereignisse, die zu mechanischen Einwirkungen auf die Abfallgebinde führen können, identifiziert und repräsentative Störfälle ermittelt worden. Dazu gehören auch die Ereignisse von außen. Dabei berücksichtigt die Störfallanalyse die getroffenen Auslegungsmaßnahmen an der Anlage. Im vorliegenden Bericht werden die Auslegungsmerkmale der Anlage sowie der relevanten Komponenten im Hinblick auf seismische Einwirkungen für die einzelnen Betriebsbereiche der untertägigen Anlage, in denen Abfallgebinde gehandhabt werden, zusammengestellt.

| 01

| 01



## 1. Einleitung

In der Kerntechnik gehört die Untersuchung eines Spektrums angenommener Störfälle mit zu den Sicherheitsprinzipien, die im Rahmen der Schadensvorsorge angewandt werden. Die durchgeführten Störfallanalysen beinhalten die Ermittlung von Störfällen, die aufgrund anlageninterner Ereignisse sowie durch Einwirkungen von außen auftreten können.

In der Ereignisanalyse sind alle Betriebsabläufe im Endlager von der Anlieferung der Abfallgebinde auf dem Schachtgelände bis zu ihrer Stapelung in Einlagerungskammern analysiert und die Ereignisabläufe identifiziert worden, die zu einer Radionuklidfreisetzung führen könnten /1/. Über eine Zusammenfassung von Einzelergebnissen zu repräsentativen Gruppen und über eine Bewertung hinsichtlich der zu treffenden Vorsorgemaßnahmen und der daraus resultierenden Art des Vorsorgenachweises sind die Ereignisabläufe in die beiden folgenden Klassen unterteilt worden:

- Klasse 1: Störfälle, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage und/oder der Abfallgebinde begrenzt werden;
- Klasse 2: Störfälle, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage und/oder den Abfallgebänden vermieden werden.

Bei der ersten Gruppe von Auslegungsstörfällen wird durch radiologische Rechnungen nachgewiesen, daß die Störfallplanungswerte gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV /2/ eingehalten werden. Bei der zweiten Gruppe wird der jeweilige Störfall durch Vorsorgemaßnahmen vermieden.

| 01

Im vorliegenden Bericht sind Vorsorgemaßnahmen und die Auslegungsvorschriften für die untertägige Anlage und die untertägigen Anlagenteile für das Ereignis Erdbeben zusammengestellt sowie die Annahmen und Randbedingungen genannt, die der Nachweisführung für die erdbebensichere Auslegung zugrunde gelegt werden.

| 01

## 2. Klassifizierung der untertägigen Anlage und Auslegungsvorschriften

Technische Regeln, Richtlinien und Normen, in denen die Auslegungsmerkmale und -vorschriften für die untertägigen Anlagen eines in Betrieb befindlichen Bergwerks für das Ereignis Erdbeben niedergelegt sind, liegen nicht vor. Es ist bekannt, daß bei untertägigen Anlagen und Anlagenteilen die Erdbebenauswirkungen nur von untergeordneter Bedeutung sind. Auch in /3/ werden geodynamische Risiken für Untertagebauwerke in der Bundesrepublik Deutschland als von untergeordneter Bedeutung eingestuft.

| 01





Die untertägige Anlage, die bezüglich der Erdbebenauslegung zu betrachten ist, läßt sich einteilen in

- die Hohlräume mit ihren Ausbausystemen (z.B. Schachtausmauerung, Ankerausbau, Spritzbetonausbau) und
- die maschinen- und elektrotechnischen Anlagenteile.

Es wird nachgewiesen, daß das Grubengebäude mit seinen Hohlräumen und zugehörigen Ausbausystemen beim Eintritt des Bemessungserdbeben, das nach den in KTA 2201.1 /4/ vorgegebenen Kriterien ermittelt wird, standsicher bleibt, so daß eine radiologische Belastung der Umgebung durch Beschädigung der Abfallgebinde infolge Versagens der Systeme vermieden wird. Die maschinen- und elektrotechnischen Anlagenteile werden so ausgelegt, daß eine Beschädigung der Abfallgebinde vermieden wird.

Die Auslegung erfolgt als Klasse-II-Anlagenteile nach KTA 2201.1. Die Nachweise der Auslegung der baulichen Anlagenteile der Ausbausysteme von Hohlräumen werden in Anlehnung an KTA 2201.3 /5/ unter Berücksichtigung der Vorschriften der DIN 4149 /9/ geführt. Die Nachweise der Auslegung der maschinen- und elektrotechnischen Anlagenteile werden in Anlehnung an KTA 2201.4 /6/ geführt. Anhang 1 enthält eine Zusammenstellung der Auslegungsanforderungen und Auslegungsvorschriften für die maschinen- und elektrotechnischen Anlagenteile. Weitere denkbare Erdbebenauswirkungen wie der Absturz von Gebinden durch Handhabungsvorgänge sind durch die Lastannahmen bei den in /1/ aufgeführten Auslegungsstörfällen abgedeckt.

Als seismologische Bemessungsgrundlage für die Nachweise zur Erdbebenauslegung wird ein elastisches, durch seismologische Begutachtung ermitteltes übertägiges Freifeld-Antwortspektrum verwendet. Auch für die Auslegung von Anlagenteilen im Einlagerungshorizont des Bergwerks (Berechnungen unter der Annahme eines horizontal geschichteten Untergrundes ergeben eine Abnahme der Maximalamplituden für die Teufenlage des Bergwerks auf etwa 70% der Amplituden an der Erdoberfläche.) werden, um die Lastannahmen nicht zu unterschätzen, die übertägigen Freifeld-Beschleunigungen und das übertägige Freifeld-Antwortspektrum angesetzt.

### 3. Seismische Lastannahmen

Basis für die Nachweise zur Standsicherheit bzw. zur Auslegung der Anlagenteile sind die ingenieurseismischen Kenndaten des Standortes und die vorgegebenen Freifeld-Antwortspektren. Für die Ermittlung der Spektren werden die durch die seismologische Begutachtung des Standorts festgelegte Erdbebenintensität, die maximale horizontale und vertikale Bodenbeschleunigung im Freifeld und die standortbezogenen geologischen und seismotektonischen Verhältnisse zugrunde gelegt.



Die seismologische Begutachtung ergab für den Standort der Schachtanlage Konrad folgende ingenieurseismischen Kenndaten:

Intensität:	I = 7,0		
max. Bodenbeschleunigung horizontal	$a_h = 120 \text{ cm/s}^2$		
max. Bodenbeschleunigung vertikal	$a_v = 60 \text{ cm/s}^2$		
jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit (Extremwertstatistik nach /8/)	$w_{\ddot{u}} = 4 \cdot 10^{-6}$		
Dauer der Starkbebenphase	für $a_h > 50 \text{ cm/s}^2$	D = 5 s	
	für $a_h > 100 \text{ cm/s}^2$	D = 3 s	

Mit der seismologischen Begutachtung wurde ebenfalls das für den Standort Konrad anzuwendende elastische Freifeld-Antwortspektrum der resultierenden relativen Beschleunigung festgelegt. Es ist im Anhang 2 dargestellt.

Das übertägige elastische Freifeld-Bemessungsspektrum erhält man durch Multiplikation der für das Bemessungserdbeben geltenden maximalen horizontalen und vertikalen Freifeldbeschleunigung mit den in Anhang 2 angegebenen Vergrößerungsfaktoren bei verschiedenen Dämpfungsmaßen für den Einhängewert an den Kontrollpunkten A, B, C und D. Die Festlegung der Dämpfungsmaße erfolgt nach den Vorgaben in KTA 2201. Mit Hilfe des Spektrums kann die elastische Schwingungsantwort von Systemen und Anlagenteilen unter Berücksichtigung der Strukturdämpfung (modale Dämpfungsmaße) infolge des Erdbebens ermittelt werden.

#### 4. Komponentenauslegung

##### 4.1 Berechnungsmethode

Die Berechnung der Schwingungsantwort und der damit verbundenen dynamischen Beanspruchungen der maschinen- und elektrotechnischen Anlagenteile, die auch als Komponenten bezeichnet werden, infolge Erdbeben erfolgt entsprechend KTA 2201.4 mit der Antwortspektrenmethode. Die Methode ist als Standardverfahren zur Erdbebenauslegung weltweit anerkannt und wird überwiegend verwendet. Für die Berechnung der Belastungen und Beanspruchungen wird die Antwortspektrenmethode in Verbindung mit der Methode der finiten Elemente eingesetzt. Die Reaktionsanteile aus den ermittelten Eigenformen (Modalformen) lassen sich bei Anwendung der Antwortspektrenmethode nicht mehr zeitlich eindeutig zuordnen. Die Modalformen werden daher entsprechend der Vorschriften nach KTA 2201.4 als Wurzel der Summe der Quadrate überlagert. Im Einzelfall kann eine genauere Überlagerungsmethode erforderlich sein.

##### 4.2 Komponentenanzregung

Die dynamische Anregung der Verankerungskonstruktionen der maschinen- und elektrotechnischen untertägigen Anlagenteile erfolgt durch das umgebende Gebirge im Sinne einer Gebäudestruktur. Masse, Dämpfung, Steifigkeit und Verankerungsverhältnisse können das Schwingungsverhalten des Gebirges nur unwesentlich beeinflussen.

Bei den untertägigen Komponenten ist daher die Interaktion zwischen Gebirge und den Komponenten von untergeordneter Bedeutung. Zur Auslegung wird das übertägige elastische Bemessungsantwortspektrum in Form eines Etagenantwortspektrum Erregung verwendet.



Die Berücksichtigung der Anregungsrichtungen erfolgt nach KTA 2201.4, Abschnitt 3.5 durch Untersuchung der drei folgenden Beanspruchungskombinationen:

1. Der Einfallswinkel der resultierenden Horizontalanregung beträgt  $45^\circ$ . Die horizontalen und vertikalen Einzelanregungen fallen mit dem kartesischen Koordinatensystem für die einzelne Komponente zusammen und werden nach der Quadratwurzelmethode überlagert.
2. Die resultierende Horizontalanregung fällt voll mit einer horizontalen Koordinatenrichtung zusammen. Die dazu orthogonale Richtung ist vollständig entlastet. Die Überlagerung mit der gleichzeitig wirksamen vertikalen Erregung erfolgt wiederum nach der Quadratwurzelmethode.
3. Die Vorgehensweise erfolgt wie bei Punkt 2. Die horizontale Anregungsrichtung wird jedoch getauscht.

01

#### 4.3 Beanspruchungsanalyse

Die dynamische Komponentenantwort wird aus dem Etagenantwortspektrum ermittelt. Die Belastungen und Beanspruchungen aus betrieblichen Lasten und Erdbeben werden nach KTA 2201.4, Abschnitt 3.4 überlagert. Die Zulässigkeit der Belastungen und Beanspruchungen der Komponenten wird nach KTA 2201.4, Abschnitt 3.8 und Abschnitt 4.4.3 geführt. Der Zulässigkeitsnachweis umfaßt die Nachweise der Standsicherheit und Integrität, die den Nachweis der passiven Funktionsfähigkeit einschließen.



## 5. Standsicherheit der Hohlräume und ihrer Ausbausysteme

### 5.1 Schächte

Der Standsicherheitsnachweis ist auf den Schacht Konrad 2, in dem der Gebindettransport stattfindet, beschränkt.

#### 5.1.1 Berechnungsmethode

Für die Beanspruchungsanalyse der Schächte muß das umgebende Gebirge in das Schwingungsmodell aufgenommen werden, um die Wechselwirkung zwischen Schachtausbau und Gebirge zu erfassen und die Energieabstrahlung in den unbegrenzten Halbraum des Gebirges zu berücksichtigen. Die Antwortspektrenmethode ist für diese Aufgabenstellung nicht geeignet. Zur Lösung der Bewegungsgleichungen des Schwingungsmodells für die Berechnung der Belastungen und Beanspruchungen des Schachtausbaus wird die finite Elemente Methode eingesetzt. Dazu ist für die Erdbebenanregung aus dem Freifeld-Antwortspektrum ein spektrumkompatibler künstlicher Freifeld-Zeitverlauf entsprechend der Vorgaben der KTA 2201.4 zu ermitteln.

#### 5.1.2 Gebirgsanregung und Beanspruchungsanalyse

Die Anregung des Gesamtsystems bestehend aus Gebirge und Schachtausbau erfolgt über den Freifeld-Zeitverlauf. Das Dämpfungsmaß für den Schachtausbau ist entsprechend KTA 2201.3 /6/ für Ziegel- bzw. Betonsteinmauerwerk zu 7% anzusetzen.

Es werden teufenabhängig die maximalen Verschiebungs- und Schnittgrößen und teufenabhängige Antwortspektren (Etagen-Antwortspektren) ermittelt. Die Verschiebungs- und Schnittgrößen stellen die Beanspruchungsgrößen für den Schachtausbau dar. Die Antwortspektren dienen der erdbebensicheren Auslegung der Schachteinbauten, deren Auslegungsanforderungen in /7/ festgelegt sind.

Die Beanspruchungen des Lastfalls Erbeben sind in Anlehnung an KTA 2201.3 den Beanspruchungen aus anderen Lastfällen z.B. dem Normalbetrieb zu überlagern. Es ist nachzuweisen, daß keine Spannungs- und Verformungszustände auftreten, die zu einem Stabilitätsverlust des Schachtes führen.

### 5.2 Einlagerungsfüllort

Der Standsicherheitsnachweis erstreckt sich auf das Einlagerungsfüllort auf der 850 m-Sohle, Schacht 2.

01



### 5.2.1 Berechnungsmethode

012

Für die Beanspruchungsanalyse und Bemessung des Füllortes können als Berechnungsmethoden

- die Zeitverlauf-Methode und
- das statische Ersatzlastverfahren

verwendet werden.

Bei der Zeitverlauf-Methode ist analog der dargestellten Rechenmethode für die Schächte vorzugehen. Für die Erdbebenanregung ist aus dem Freifeld-Antwortspektrum ein spektrumkompatibler künstlicher Zeitverlauf nach den Vorgaben der KTA 2201.4 zu ermitteln.

Bei der Anwendung des statischen Ersatzlastverfahren werden aus dem Freifeld-Antwortspektrum Ersatzbeschleunigungen abgeleitet. Mit den Beschleunigungen werden statische Ersatzlasten für die Anregungsrichtungen bestimmt und im Berechnungsmodell für die statische Bemessung als zusätzlicher Lastfall unterstellt. Alternativ können die statischen Ersatzlasten mit Hilfe einfacher dynamischer Modelle ermittelt werden.

### 5.2.2 Gebirgsanregung und Bemessung

#### 1. Zeitverlauf-Methode

Die Anregung des Gesamtsystems bestehend aus Gebirge und Füllortausbau erfolgt über den Freifeld-Zeitverlauf. Das Dämpfungsmaß für den Füllortausbau ist entsprechend KTA 2201.3 für Stahlbeton zu 7% anzusetzen.

Es werden die maximalen Verschiebungs- und Schnittgrößen ermittelt. Die Verschiebungs- und Schnittgrößen stellen die Beanspruchungsgrößen für das Füllort-Ausbausystem dar.

#### 2. Statisches Ersatzlastverfahren

Bei der Ermittlung der statischen Ersatzlasten für das Füllortsystem ist in Anlehnung an KTA 2201.3, Abschnitt 2.2.4.7 in Verbindung mit Abschnitt 2.3 und DIN 4149 zu verfahren. Die statischen Ersatzlasten sind als Punktlasten oder verteilte Lasten auf das Berechnungsmodell anzusetzen.

Die Beanspruchungen des Lastfalls Erbeben sind in Anlehnung an KTA 2201.3 mit den Beanspruchungen aus anderen Lastfällen z.B. dem Normalbetrieb zu kombinieren. Es ist nachzuweisen, daß keine Spannungs- und Verformungszustände auftreten, die zu einem Stabilitätsverlust des Füllort-Ausbausystems führen.

### 5.3 Untertägige Hohlräume

Die Standsicherheitsuntersuchungen umfassen die Stabilität der Strecken und Einlagerungskammern, um eine Beschädigung der Abfallgebinde zu vermeiden.

01



### 5.3.1 Berechnungsmethode

Das Schwingungsverhalten des Gebirges und des Ausbausystems ist ausschließlich durch die Freifeld-Beschleunigung - ohne die Überhöhungen des Freifeld-Antwortspektrums - geprägt und der Nachweisführung zugrunde zu legen. Wegen der zu erwartenden Geringfügigkeit der dynamischen Zusatzbeanspruchung an der Hohlraumkontur und der schnellen Abnahme der Beanspruchung mit der Entfernung vom Hohlraum auf die Werte des unverritzten Gebirges sind einfache abschätzende Berechnungen in Verbindung mit Plausibilitätsbetrachtungen zulässig.

### 5.3.2 Gebirgsanregung und Beanspruchungsanalyse

Die Anregung des Gesamtsystems, das aus Gebirge und Ausbausystem - Anker in Verbindung mit Maschendraht entsprechend den bergtechnischen Ausbaurichtlinien für den Standort Konrad - besteht, erfolgt durch die Freifeld-Kenndaten entsprechend der seismologischen Begutachtung.

Es werden die maximalen dynamischen Zusatzbeanspruchungen im unverritzten Gebirge und für die untertägigen Hohlräume bestimmt.

Der Lastfall Erbeben ist den Beanspruchungen aus dem Normalbetrieb zu überlagern. Es ist nachzuweisen, daß keine Spannungs- und Verformungszustände auftreten, die zu einem Stabilitätsverlust der untertägigen Hohlräume führen. Ferner ist zu zeigen, daß das Risiko von Steinfällen bezogen auf den normalen Bergbaubetrieb nicht erhöht ist.

01



## 6. Literaturverzeichnis

- /1/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit  
Systemanalyse Konrad, Teil 3  
Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen  
GRS-A-1502, März 1995  
BfS-KZL: 9K/33219/EB/RB/0001  
EU 228
- /2/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende  
Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 13. Oktober  
1976 in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. April 1994
- /3/ Wasserwirtschaftliche Anforderungen an Gesteinskavernen zum  
Lagern wassergefährdender Stoffe, GMBI Nr. 16, Bekanntmachung  
WA I 3/523074/27 des BMU vom 01.04.1989
- /4/ KTA 2201.1, Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische  
Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze, Fassung 6/90,  
Kerntechnischer Ausschuß (KTA), Carl Heymanns Verlag KG, Köln,  
Berlin
- /5/ KTA 2201.3, Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische  
Einwirkungen; Teil 3: Auslegung der baulichen Anlagen, Fassung  
6/90, Kerntechnischer Ausschuß (KTA), Carl Heymanns Verlag  
KG, Köln, Berlin
- /6/ KTA 2201.4, Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische  
Einwirkungen, Teil 4: Anforderungen an Verfahren zum Nachweis  
der Erdbebensicherheit für maschinen- und elektrotechnische  
Anlagenteile, Fassung 6/90, Kerntechnischer Ausschuß (KTA),  
Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin
- /7/ Tagesanlagen und Schachteinbauten Schacht Konrad 2  
Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen  
BfS-KZL: 9K/51/FA/TA/0001  
EU 184.0
- /8/ Gumbel, E.J., 1958, Statistics of Extremes, Columbia University  
Press, New York, London
- /9/ DIN 4149, Teil 1, Bauten in deutschen Erdbebengebieten,  
Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten,  
April 1981, Beuth-Verlag  
DIN 4149, Teil 1/A1, Bauten in deutschen Erdbebengebieten,  
Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten,  
Änderung 1, Karte der Erdbebenzonen

01



## 7. Anhänge

### 7.1 Anhang 1: Zusammenstellung der Auslegungsanforderungen und -vorschriften für die untertägigen Anlagenteile

Für die nachfolgend aufgeführten Anlagenteile im Bewegungsbereich von Abfallgebinden (Füllort 850-m-Sohle bis Einlagerungsposition) mit Einzelmassen > 20 kg bzw. Streckenmassen > 20 kg/m ist die Standsicherheit (Absturzsicherheit) nach KTA 2201.4 nachzuweisen.

#### Einlagerungsfüllort 850-m-Sohle Schacht 2

1. Unterflanschlaufkatzen-Kran einschließlich zwei Kranbahnträger mit Schienen an der Firste aufgehängt
2. Kabelpritsche mit diversen Kabel an der Firste aufgehängt
3. Betriebswasserleitung mit Druckminderer am nördlichen Stoß aufgehängt

#### Einlagerungstransportstrecke

1. An jeder Kreuzung Lichtsignalanlage an der Firste aufgehängt
2. Kabelpritschen mit diversen Kabeln an der Firste aufgehängt

#### Einlagerungskammer

1. An jeder Kreuzung Lichtsignalanlage an der Firste aufgehängt
2. Diverse Kabel an den Stößen aufgehängt
3. Saugende Luttentour mit Tragkonstruktion an der Firste aufgehängt
4. Blasende Luttentour mit Tragkonstruktion an der Firste aufgehängt
5. Dickstoffversatzrohrleitung mit Tragkonstruktion an der Firste aufgehängt

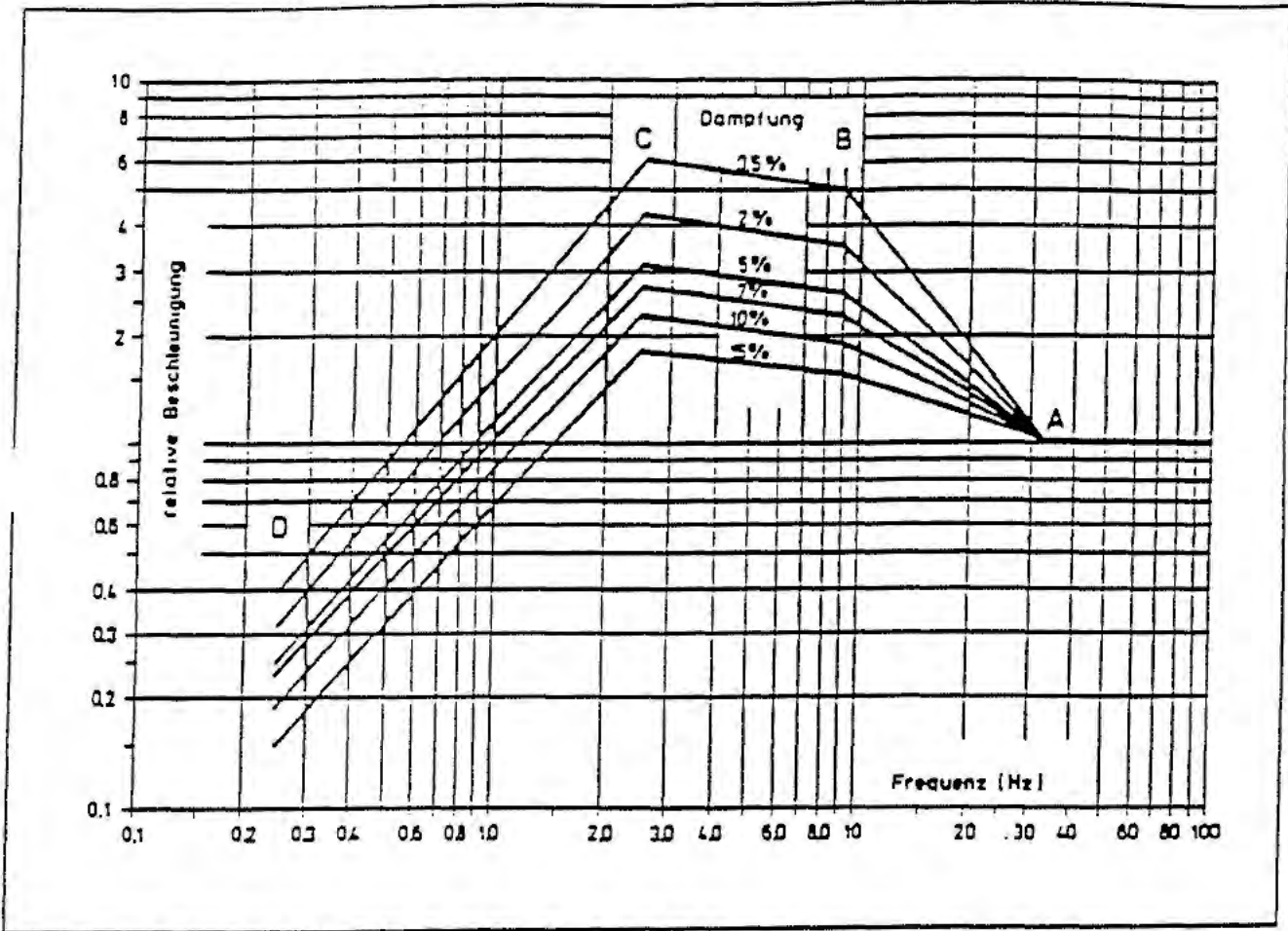
Für den Portalhubwagen am Einlagerungsfüllort 850-m-Sohle ist die Standsicherheit nach KTA 2201.4 nachzuweisen.

01





7.2 Anhang 2: Elastisches Freifeld-Antwortspektrum der resultierenden relativen Beschleunigung



01

Dämpfungsanteil in % der knt. Dämpfung	Vergrößerungsfaktoren für den Einhängewert bei den Kontrollpunkten			
	A(33 Hz)	B(9 Hz)	C(2.5 Hz)	D(0.25 Hz)
0.5	1.0	4.96	5.95	0.39
2	1.0	3.54	4.25	0.31
5	1.0	2.61	3.13	0.25
7	1.0	2.27	2.72	0.23
10	1.0	1.90	2.28	0.19
15	1.0	1.55	1.80	0.15

