

Aktenzeichen:  
**EGK-BUW.04.1**

Verfasser:  
 [Redacted]

Datum:  
 22.02.2017

Projekt:  
**Endlager Konrad**

**Stellungnahme**

zu der durch das Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführten Überprüfung des seismologischen Gutachtens der BGR (1996) für den Standort Konrad in Bezug auf die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben unter Berücksichtigung der Neufassung der KTA-Regel 2201.1 (2011-11)

Als Grundlage der Nachweisführung zur Erdbebensicherheit der Gebäude und Anlagenteile der Schachtanlage Konrad ist im Planfeststellungsbeschluss die Genehmigungsunterlage EU 184.0 festgeschrieben. Im Jahr 1996 hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ein seismologisches Gutachten erstellt, in dem überprüft wurde, ob die Festlegungen der EU 184.0 den Anforderungen der KTA 2201.1 (1990-06) genügten. Im BGR-Gutachten wurden neue seismologische Kennwerte für den Standort ermittelt und es wurde festgestellt, dass die in der EU 184.0 getroffenen Festlegungen gegenüber den neuen Festlegungen des BGR-Gutachtens konservativ waren.

Zur Überprüfung der Frage, ob die im BGR-Gutachten und damit auch die in der Unterlage EU 184.0 festgelegten Kenngrößen eines Bemessungserdbebens (BEB) unter Berücksichtigung der sich aus dem aktuellen Stand der KTA-Regel 2201.1 (2011-11) ergebenden Randbedingungen weiterhin verwendet werden können, hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) eine Stellungnahme vorgelegt. Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) hat die TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG beauftragt, die Stellungnahme inhaltlich zu überprüfen.

Es wird versichert, dass diese Stellungnahme unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen frei von Ergebnisweisungen erstellt wurde

Sachverständiger [Redacted]	Gruppe ETK2 [Redacted]	Verteiler ext.:	Seiten: 20 Anlagen: keine
Abteilung ETK [Redacted]	Projektleitung [Redacted]	Verteiler int.:	

In der Stellungnahme wird festgestellt, dass die Bestimmung des Bemessungserdbebens für den Standort Konrad und der ingenieur-seismologischen Kenngrößen im BGR-Gutachten von 1996 auch den Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) genügen. Daraus wird abgeleitet, dass die gegenüber den Ergebnissen des BGR-Gutachtens abdeckenden Festlegungen der EU 184.0 diesen Anforderungen ebenfalls genügen.

Zur Verifizierung der in der Stellungnahme getroffenen Aussagen hinsichtlich der Gültigkeit des BGR-Gutachtens von 1996 in Bezug auf die Anforderungen der KTA-Regel 2201.1 (2011-11) haben wir die im BGR-Gutachten getroffenen Festlegungen an den Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) gespiegelt.

Soweit bei diesem Vergleich Abweichungen hinsichtlich der Methodik des BGR-Gutachtens, der Darstellung der Ergebnisse der Begutachtung oder der im BGR-Gutachten getroffenen Festlegungen selbst zu den Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) festgestellt wurden, haben wir die Abweichungen hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung bewertet. Wir haben festgestellt, dass nicht alle Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) im BGR-Gutachten im Detail erfasst wurden, sich daraus jedoch keine Auswirkungen auf die dort getroffenen Festlegungen der ingenieur-seismologischen Kennwerte für die Erdbebenauslegung der Gebäude und übertägigen Anlagenteile ergeben.

Wir bestätigen daher die in der Stellungnahme des BfS /U 1/ getroffene Feststellung, dass die im BGR-Gutachten ermittelten ingenieur-seismologischen Kennwerte auch den Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) in Bezug auf die Festlegung der ingenieur-seismologischen Kennwerte zur Erdbebenauslegung der Gebäude und übertägigen Anlagenteile am Standort Konrad genügen. Wir bestätigen ferner, dass die in der EU 184.0 festgelegten ingenieur-seismologischen Kennwerte, mit Ausnahme des inelastischen Spektrums, die diesbezüglichen Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) erfüllen.

Eine Nachweisführung zur Erdbebensicherheit auf Basis des in der EU 184.0 ausgewiesenen elastischen Etagenantwortspektrums sowie der ingenieur-seismologischen Parameter, namentlich der Bemessungsintensität und der Länge der Starkbebendauer, in Verbindung mit den Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) bei der Auslegung der Gebäude und übertägigen Anlagenteile am Standort Konrad führt damit nicht zu sicherheitstechnischen Defiziten.

## 1 Einleitung

Mit E-Mail vom 20.12.2016 wurde der TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG von der atomrechtlichen Aufsicht (ehem. Endlagerüberwachung) des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) die Stellungnahme /U 1/ des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), BfS-KZL: 9KE/3528/HF/EQ/0001/00, übermittelt und mit Bezug auf die Einzelbeauftragung 9X9070/24, lfd. Nr. 10 um inhaltliche Prüfung gebeten. Im Einzelnen wurden um eine Aussage gebeten, inwieweit vom Bauherrn auf Grundlage der EU 184.0 durchgeführte Berechnungen als Nachweis zur Erdbebensicherheit im Zuge der Vorprüfung gemäß NB A.1-2 unter Berücksichtigung der o. g. Stellungnahme anerkannt werden können.

Als Grundlage der Nachweisführung zur Erdbebensicherheit der Gebäude und Anlagenteile der Schachtanlage Konrad ist im Planfeststellungsbeschluss /L 1/ die Genehmigungsunterlage EU 184.0 /L 2/ festgeschrieben. Grundlage der Festlegungen in der EU 184.0 /L 2/ war die im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) von der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung GmbH (GSU) erstellte Gutachtliche Stellungnahme /L 4/ zur Abschätzung seismischer Einwirkungen am Standort Konrad. In diesem Gutachten waren die KTA 2201.1 (1975-06) /R 3/ sowie ein Entwurf zur KTA 2201.1 aus dem Jahr 1979 herangezogen worden. Im Ergebnis wurde in der GSU-Stellungnahme /L 4/ für das Bemessungserdbeben die Standortintensität  $I = VII$  festgelegt. Die maximale horizontale Bodenbeschleunigung wurde in /L 4/ zu  $1,20 \text{ m/s}^2$ , die maximale vertikale Beschleunigung zu  $0,60 \text{ m/s}^2$  festgelegt. Auf Basis dieser Festlegungen wurden in der EU 184.0 /L 2/ die Verläufe von horizontalen, resultierenden Spektren mit Hilfe von modifizierten USAEC-Spektren ausgewiesen.

Im Jahr 1996 hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ein seismologisches Gutachten /L 3/ erstellt, in dem überprüft wurde, ob die Festlegungen der EU 184.0 /L 2/ den Anforderungen der KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ genügen. Anlass der Erstellung des BGR-Gutachtens /L 3/ im Jahr 1996 war einerseits die Fortschreibung der KTA-Regel 2201.1 durch die Fassung vom Juni 1990 /R 2/, andererseits das Vorliegen neuer Erkenntnisse zur Seismizität Norddeutschlands. In dem BGR-Gutachten /L 3/ wurden neue seismologische Kennwerte für den Standort der Schachtanlage ermittelt und es wurde festgestellt, dass die in der EU 184.0 /L 2/ getroffenen Festlegungen gegenüber den neuen Festlegungen des BGR-Gutachtens /L 3/ konservativ waren.

Im BGR-Gutachten /L 3/ wurde auf der Grundlage der KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ und aktualisierter Erkenntnisse über historische, aber auch paläoseismologische Erdbeben in den zu betrachtenden Regionen eine erneute Begutachtung der Seismologie des Standorts durchgeführt. Im Ergebnis wiesen die Gutachter in /L 3/ die Standortintensität des Bemessungserdbebens mit  $I = VI \frac{1}{2}$  aus. Als maximale horizontale, resultierende Bodenbeschleunigungen wurden für den Bereich über Tage ein Wert von  $1,12 \text{ m/s}^2$ , unter Tage ein Wert von  $1,00 \text{ m/s}^2$  ausgewiesen. Die maximalen Vertikalbeschleunigungen wurden zu

0,56 m/s<sup>2</sup> und 0,50 m/s<sup>2</sup> festgelegt. Der Festlegung der Beschleunigung unter Tage liegen dabei Betrachtungen für das geplante Einlagerungsniveau von 800 – 1200 m unter der Geländeoberkante (GOK) zu Grunde. Im BGR-Gutachten /L 3/ wurde ein neues Freifeldantwortspektrum ausgewiesen. Insgesamt wurde in /L 3/ festgestellt, dass das in der GSU-Stellungnahme /L 4/ (und damit in der EU 184.0 /L 2/) festgelegte (elastische) Bemessungsantwortspektrum das im BGR-Gutachten /L 3/ festgelegte Freifeldantwortspektrum vollständig abdeckte und damit konservativ war.

Zur Bewertung des BGR-Gutachtens /L 3/ hatte das Niedersächsische Umweltministerium das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) mit der Erstellung einer diesbezüglichen Stellungnahme beauftragt. Im Auftrag des NLfB hat das Geologische Institut der Universität Köln im November 2000 eine solche Stellungnahme /L 5/ verfasst.

In der Stellungnahme /L 5/ kamen die Gutachter zu dem Schluss, dass die im BGR-Gutachten /L 3/ ausgewiesenen Belastungsgrößen zum Zeitpunkt der Begutachtung dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprachen und die im BGR-Gutachten /L 3/ getroffenen Annahmen ausreichend konservativ waren. Es wurde ferner gefolgert, dass die in der EU 184.0 /L 2/ getroffenen Festlegungen zur Auslegung des Standorts Konrad damit ebenfalls konservativ seien.

Da mit der Einführung der KTA-Regel 2201.1 (2011-11) /R 1/ von Seiten des KTA neue Anforderungen an die Nachweisführung zur Erdbebensicherheit kerntechnischer Anlagen vorgelegt wurden, hat das BfS eine Stellungnahme /U 1/ erarbeiten lassen, in der dargelegt wird, dass das BGR-Gutachten /L 3/ auch die sich aus der KTA-Regel 2201.1 (2011-11) /R 1/ ergebenden sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllt.

## **2 Darstellungen des BfS**

### **2.1 Vorgehensweise**

Mit der Inkraftsetzung der überarbeiteten KTA-Regel 2201.1 (2011-11) /R 1/ hat der KTA festgelegt, welche Anforderungen an die Festlegung der ingenieur-seismologischen Kenngrößen zur Auslegung von Bauwerken und Anlagenteilen von Kernkraftwerken zu stellen sind. Die Festlegungen der KTA-Regel 2201.1 (2011-11) /R 1/ werden über diesen Gültigkeitsbereich hinaus regelmäßig auch zur Erdbebenauslegung anderer kerntechnischer Anlagen herangezogen und gewährleisten bezüglich der Erdbebenauslegung solcher Anlagen die Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik.

Zur Sicherstellung der erforderlichen Vorsorge gegen die im Fall eines Bemessungserdbebens nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik in Betracht zu ziehenden Schäden wird daher in der Stellungnahme /U 1/ untersucht, ob die im Rahmen des

Planfeststellungsbeschlusses /L 1/ festgelegten ingenieur-seismologischen Kenngrößen zur Auslegung der Gebäude und übertägigen Anlagenteile am Standort Konrad den aktuellen Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ genügen.

Im seismologischen Gutachten von 1996 /L 3/ hat die BGR im Auftrag des BfS untersucht, ob die Festlegungen zur Erdbebenauslegung in der EU 184.0 /L 2/ den Anforderungen der KTA-Regel 2201.1 (1990-06) /R 2/ genügen. Die BGR hat festgestellt, dass die im Rahmen der EU 184.0 /L 2/ getroffenen Festlegungen gegenüber den Ergebnissen einer aktualisierten Begutachtung gemäß der 1996 gültigen KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ konservativ waren. Die im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums durchgeführte Begutachtung /L 5/ des BGR-Gutachtens /L 3/ hat dieses Ergebnis bestätigt.

In der nun vorgelegten gutachtlichen Stellungnahme /U 1/ werden Differenzen zwischen der KTA-Regel 2201.1 (2011-11) /R 1/ und der älteren Fassung KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ festgestellt und hinsichtlich ihrer Relevanz in Bezug auf die Festlegung der ingenieur-seismologischen Kenngrößen des Bemessungserdbebens bewertet.

Bei der Bewertung der Fragestellung, ob das BGR-Gutachten /L 3/ hinsichtlich der Festlegung der ingenieur-seismologischen Kenngrößen den Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ genügt, wird auch Kredit von Untersuchungen im BGR-Gutachten /L 3/ genommen, die nicht explizit von KTA 2201.1 (1990-06) /R2/ gefordert waren, aufgrund des fortschreitenden Standes von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt der Gutachtenserstellung aber bereits als relevant betrachtet wurden.

## **2.2 Wesentliche Differenzen zwischen KTA 2201.1 (2011-11) und KTA 2201.1 (1990-06)**

### **2.2.1 Deterministische Bestimmung des Bemessungserdbebens**

Hinsichtlich der Anforderungen an die deterministische Bestimmung des BEB bestehen Unterschiede zwischen KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ und KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/:

- KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ fordert die geologischen und tektonischen Gegebenheiten bei der Festlegung des Bemessungserdbebens, während KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ die Berücksichtigung der lokalen geologischen Verhältnisse fordert.
- KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ fordert, neben der Auswertung der bekannten historischen Erdbeben, die Berücksichtigung paläoseismologischer Befunde, während KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ ausschließlich die Berücksichtigung der historischen Erdbeben fordert.



- KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ fordert die Berücksichtigung von Unsicherheiten infolge der verwendeten Daten und Modelle und der Unvollständigkeit des Erdbebenkatalogs und gibt dafür mögliche Zuschläge auf die Stärke der zur Festlegung herangezogenen Erdbeben an.

Die Stellungnahme /U 1/ verweist auf eine ausführliche Behandlung der geologischen und tektonischen Verhältnisse in der zu betrachtenden Region und sieht die diesbezügliche Forderung der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ als erfüllt an.

Die von KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ geforderte Auswertung paläoseismologischer Befunde ist gemäß /U 1/ im BGR-Gutachten /L 3/ nicht enthalten. Dem Autor der Stellungnahme /U 1/ sind jedoch keine paläoseismologischen Befunde im Umkreis von 200 km um den Standort Konrad bekannt. Es wird darauf verwiesen, dass paläoseismologische Befunde zu Beben mit Magnituden in der Größenordnung der für den Standort Konrad berücksichtigten Beben, wie sie z. B. in der Niederrheinischen Bucht vorliegen, in deutlich größeren Abständen als dem zu betrachtenden Radius von ca. 200 km um den Standort Konrad liegen.

Die Stellungnahme /U 1/ schließt daraus, dass eine von KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ geforderte Untersuchung paläoseismologischer Befunde nicht zu Auswirkungen auf die Gültigkeit des im BGR-Gutachten /L 3/ auf deterministischem Wege ermittelten BEB führen.

Im BGR-Gutachten /L 3/ wird gemäß der Stellungnahme /U 1/ die Standortintensität des Bemessungserdbebens auf der Grundlage von zwei Erdbebenereignissen der Intensität  $I = VI$ , die in benachbarten Regionen liegen, mit  $I = VI \frac{1}{2}$  festgelegt. Durch dieses Vorgehen sieht die Stellungnahme /U 1/ die von KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ geforderte Berücksichtigung von Unsicherheiten sichergestellt.

## 2.2.2 Probabilistische Bestimmung des Bemessungserdbebens

In KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ wird die Festlegung eines Bemessungserdbebens auf der Grundlage einer deterministischen und einer probabilistischen Grundlage gefordert. KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ sah allein eine Festlegung auf deterministischer Grundlage vor.

Für die probabilistische Bestimmung mithilfe einer probabilistischen seismischen Gefährdungsanalyse sind in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ folgende Randbedingungen festgelegt:

- Die jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten sind zu bestimmen.
- Die Unsicherheiten der verwendeten Daten, Modelle und Methoden sind zu berücksichtigen und ihr Einfluss auf das Ergebnis ist zu bewerten.

- Für Überschreitenswahrscheinlichkeiten von  $10^{-2}/a$  bis  $10^{-6}/a$  sind Gefährdungskurven darzustellen.
- Im Anschluss an die probabilistische Analyse ist eine Deaggregation durchzuführen.

Die Stellungnahme /U 1/ verweist auf eine im BGR-Gutachten /L 3/ durchgeführte probabilistische Gefährdungsanalyse, die, obwohl die KTA-Regel 2201.1 (1990-06) /R 2/ keine diesbezügliche Forderung enthielt, in das BGR-Gutachten /L 3/ aufgenommen wurde.

Anhand von zwei Seismizitätsmodellen wurden in den zu betrachtenden Quellgebieten, die Region Südliches Niedersachsen mit den angrenzenden Regionen, die bekannten tektonischen Erdbeben erfasst. Aus der Region Südliches Niedersachsen selbst sind keine tektonischen Beben bekannt. Die Wirkungen weiterer Erdbeben, die außerhalb der angrenzenden Regionen, aber innerhalb eines Radius von 200 km um den Standort Konrad aufgetreten sind, wurden als sogenannte Hintergrundaktivität betrachtet, so dass stärkere Beben außerhalb der Standortregion als potentiell am Standort wirkend eingestuft wurden. Diese Betrachtungsweise wird in /U 1/ als konservativ bewertet.

Für die bekannten Erdbeben in den zu betrachtenden Quellgebieten und für die Hintergrundaktivitäten wurden gemäß /U 1/ in /L 3/ Intensitätszuschläge von 0,5 bis 1,0 zu den katalogisierten Intensitäten addiert.

Für eine Überschreitenswahrscheinlichkeiten von  $10^{-5}/a$  ergibt sich gemäß der Stellungnahme /U 1/ bei Auswertung des konservativsten Modells und Ansatz eines Intensitätszuschlages von 1,0 eine Standortintensität von  $I = 6,4 \cong VI \frac{1}{2}$ .

Für Überschreitenswahrscheinlichkeiten von  $2 \cdot 10^{-2}/a$  bis  $10^{-5}/a$  sind im BGR-Gutachten /L 3/ Gefährdungskurven dargestellt. Der Verlauf der Gefährdungskurven für Überschreitenswahrscheinlichkeiten von  $10^{-6}/a$  kann gemäß /U 1/ abgeschätzt werden. Er hat zudem gemäß /U 1/ keine Auswirkungen auf die Gültigkeit der ingenieur-seismologischen Parameter.

Eine Deaggregation der Daten, d. h. eine Bestimmung der Beiträge von Erdbeben unterschiedlicher Intensitäten, Quellregionen etc. an der Gesamtgefährdung eines Standortes, wurde gemäß /U 1/ in /L 3/ nicht durchgeführt. Der Einfluss der Seismizität der untersuchten Quellregionen sowie des Hintergrunds wurde jedoch untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass die Hintergrundaktivität in Bezug auf den Erwartungswert der Standortintensität von  $I = VI \frac{1}{2}$  mit mehr als 98 % zum Gesamtrisiko beiträgt. Die Stellungnahme /U 1/ stellt fest, dass das Fehlen einer Deaggregation keine Auswirkungen auf die Gültigkeit der festgelegten ingenieur-seismologischen Kennwerte hat.

### 2.2.3 Festlegung des Bemessungserdbebens

Bezüglich der Festlegung des Bemessungserdbebens werden in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ gegenüber KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ weitergehende Vorgaben gemacht:

- Das Bemessungserdbeben ist auf der Grundlage deterministischer und probabilistischer Analysen festzulegen.
- Die probabilistische Bestimmung der Kenngrößen ist für eine Überschreitenswahrscheinlichkeit von  $10^{-5}/a$  vorzunehmen.
- Das Bemessungserdbeben ist mindestens mit der Intensität  $I = VI$  festzulegen.

In der Stellungnahme /U 1/ wird festgestellt, dass die diesbezüglichen Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ im BGR-Gutachten /L 3/ eingehalten werden.

### 2.2.4 Ingenieur-seismologische Kenngrößen des Bemessungserdbebens

Bezüglich der Festlegung der ingenieur-seismologischen Kenngrößen werden in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ gegenüber KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ weitergehende Vorgaben gemacht:

- Es wird gefordert, dass für das Bemessungserdbeben ein standortbezogener, einheitlicher Bezugshorizont des Baugrunds festzulegen ist.
- Für die Ableitung eines Spektrums der resultierenden Horizontalbeschleunigungen wird gemäß KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ eine Multiplikation der horizontalen Komponentenbeschleunigungen mit 1,2 zugelassen.
- Es ist ein Spektrum für die Vertikalbeschleunigungen festzulegen. Dies kann durch Multiplikation des horizontalen Komponentenspektrums mit 2/3 erfolgen. In KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ war hier die Multiplikation der maximalen Horizontalbeschleunigung mit 0,5 vorgesehen.
- In KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ ist gefordert, dass die Starkbebendauer anhand eines auszuweisenden Energiekriteriums festzulegen ist. Es ist eine Zeitverlaufs-Hüllfunktion auszuweisen.
- In KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ ist festgelegt, dass, im Falle der Verwendung registrierter Beschleunigungszeitverläufe zur Bestimmung der ingenieur-seismologischen Kenngrößen, diese vollständig anzugeben sind.



- Es sind registrierte Zeitverläufe anzugeben. Diese müssen hinsichtlich ihrer charakteristischen Kenngrößen wie Antwortspektrum, Starkbebendauer und Energiegehalt denen des Bemessungsspektrums ähneln.

Als standortbezogener Bezugshorizont ist gemäß /U 1/ in /L 3/, durch die Angabe der unterliegenden Sedimentschicht, die Geländeoberkante festgelegt.

Das resultierende Horizontalspektrum ist als  $\sqrt{2}$ -faches horizontales Komponentenspektrum festgelegt. Die Bestimmung erfolgte damit gegenüber dem gemäß KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ zugelassenen Ansatz konservativ.

Das Vertikalspektrum ist als 0,5-faches resultierendes Horizontalspektrum festgelegt, entsprechend dem 0,71-fachen ( $0,5 \cdot \sqrt{2}$ ) horizontalen Komponentenspektrum. Die Bestimmung erfolgte damit gegenüber dem gemäß KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ zugelassenen Ansatz ebenfalls konservativ.

Die Starkbebendauer wurde in /L 3/ gemäß /U 1/ so gewählt, dass während der Starkbebendauer 70 % der Energie der seismischen Wellen erfasst werden. Eine Fensterfunktion ist nicht explizit ausgewiesen, kann aber anhand üblicher Verfahren, z. B. nach Hosser und Klein (1983) /L 8/, ermittelt werden.

Registrierte Zeitverläufe wurden gemäß der Stellungnahme /U 1/ im BGR-Gutachten /L 3/ nicht ausgewiesen. Sie können aber offen zugänglichen Datenbanken entnommen werden. Das Fehlen registrierter Zeitverläufe hat gemäß /U 1/ keine Auswirkungen auf die Gültigkeit der in /L 3/ festgelegten ingenieur-seismologischen Parameter.

### **2.3 Aktualität des herangezogenen Katalogs historischer Erdbeben**

Gemäß /U 1/ basiert die Auswertung historischer Erdbeben in /L 3/ auf einer Aufstellung der Erdbeben zwischen den Jahren 800 und 1992. Der den Betrachtungen in /U 1/ zugrunde liegende Erdbebenkatalog von Leydecker (2011) /L 10/ umfasst den Zeitraum von 800 bis 2008. In /U 1/ werden daher Betrachtungen zu Erdbeben der relevanten Regionen zwischen 1992 und 2008 angestellt und durch Überprüfung der einschlägigen Fachzeitschriften bis zum aktuellen Zeitpunkt ergänzt.

Demnach sind im fraglichen Zeitraum in der Region Südliches Niedersachsen lediglich durch Gas- und Erdölförderung verursachte Beben aufgetreten. Im Umkreis von 50 km um den Standort wurde 1983 in 36 km Entfernung das letzte Beben beobachtet. In einem Umkreis von 200 km wurden – neben Gebirgsschlägen oder induzierten Beben – lediglich zwei Beben oberhalb einer Intensität von  $I = V$  beobachtet. So ereignete sich bei Rothenburg/Wümme 2004 ein tektonisches Beben der Intensität  $I = V \frac{1}{2}$  und bei Syke/Bassum im Jahr 2005 ein Beben der Intensität  $I = V$ . Weitere Beben mit Einfluss auf den Standort

Konrad sind im Umkreis von 200 km gemäß /U 1/ auch zwischen 2008 und 2016 nicht aufgetreten.

In der Stellungnahme /U 1/ wird gefolgert, dass die bei der Erstellung des BGR-Gutachtens /L 3/ verwendete Datenbasis weiterhin gültig und belastbar ist.

#### **2.4 Gültigkeit der Festlegungen in der EU 184.0**

In der Stellungnahme /U 1/ werden die Festlegungen zu den ingenieur-seismologischen Kennwerten des Sicherheitserdbebens der EU 184.0 /L 2/ mit denen des Bemessungserdbebens im BGR-Gutachten /L 3/ verglichen.

In der EU 184.0 /L 2/ wurde für ein Sicherheitserdbeben bei einer Überschreitenswahrscheinlichkeit von  $4 \cdot 10^{-6}/a$  als Standortintensität  $I = VII$  festgelegt, im BGR-Gutachten /L 3/ bei einer Überschreitenswahrscheinlichkeit von  $10^{-5}/a$  die Standortintensität  $I = VI \frac{1}{2}$ .

Als resultierende Horizontalbeschleunigung wurde in /L 2/  $a_h = 120 \text{ cm/s}^2$  festgelegt, als Vertikalbeschleunigung  $60 \text{ cm/s}^2$ . In /L 3/ wurde die resultierende Horizontalbeschleunigung zu  $112 \text{ cm/s}^2$  festgelegt, die Vertikalbeschleunigung zu  $56 \text{ cm/s}^2$ .

Die Starkbebendauer wurde für das Sicherheitserdbeben in /L 2/ wie für das Bemessungserdbeben in /L 3/ mit 3,0 s ausgewiesen.

Das in der EU 184.0 /L 2/ ausgewiesene elastische Freifeldantwortspektrum hüllt das im BGR-Gutachten /L 3/ ausgewiesene Freifeldantwortspektrum vollständig ein.

Die Stellungnahme /U 1/ legt dar, dass die ingenieur-seismologischen Kennwerte des auf Basis der KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ erstellten BGR-Gutachtens /L 3/ vollständig durch die in der EU 184.0 /L 2/ festgelegten Werte abgedeckt sind.

Diese Aussage wird nicht in Bezug auf das in der EU 184.0 /L 2/ dargestellte, in Anlehnung DIN 4149 (1981-04) /R 4/ erstellte inelastische Bemessungsspektrum getroffen. Ein inelastisches Bemessungsspektrum ist weder im BGR-Gutachten /L 3/ noch in der Stellungnahme /U 1/ Gegenstand der Untersuchungen.

Die Gültigkeit der Untersuchungen in /U 1/ wird weiterhin mit Verweis auf die Gültigkeit der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ für Kernkraftwerke, die übertägige Anlagen sind, explizit auf die übertägigen Bauwerke und Anlagen am Standort Konrad beschränkt.

## 2.5 Fazit der Antragstellerin

In der Stellungnahme /U 1/ wird festgestellt, dass die Bestimmung des Bemessungserdbebens für den Standort Konrad und der ingenieur-seismologischen Kenngrößen im BGR-Gutachten /L 3/ den Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ genügen. Weiterhin wird abgeleitet, dass die gegenüber den Ergebnissen des BGR-Gutachtens /L 3/ abdeckenden Festlegungen der EU 184.0 /L 2/ diesen Anforderungen damit ebenfalls genügen.

## 3 Bewertungsmaßstäbe

Zur Bewertung der in der Stellungnahme /U 1/ getroffenen Feststellung, die im seismologischen Gutachten der BGR /L 3/ festgelegten ingenieur-seismologischen Parameter seien im Hinblick auf die Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ weiterhin gültig, haben wir die KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ sowie unsere Kenntnisse zur Erdbebenauslegung anderer kerntechnischer Anlagen herangezogen.

Ob die Festlegungen der EU 184.0 /L 2/, die im Rahmen des Planfeststellungsbeschlusses /L 1/ herangezogen wurde, hinsichtlich der anzusetzenden ingenieur-seismologischen Kenngrößen ebenfalls den Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ genügen, haben wir durch Vergleich der im BGR-Gutachten /L 3/ getroffenen Festlegungen mit denen der EU 184.0 /L 2/ überprüft.

## 4 Bewertung der vorgelegten Stellungnahme

### 4.1 Allgemeines

Zur Verifizierung der in der Stellungnahme getroffenen Aussagen hinsichtlich der Gültigkeit des BGR-Gutachtens von 1996 in Bezug auf die Anforderungen der KTA-Regel 2201.1 (2011-11) haben wir die im BGR-Gutachten getroffenen Festlegungen an den Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) gespiegelt.

Soweit bei diesem Vergleich Abweichungen hinsichtlich der Methodik des BGR-Gutachtens /L 3/, der Darstellung der Ergebnisse der Begutachtung oder der im BGR-Gutachten /L 3/ getroffenen Festlegungen selbst zu den Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ festgestellt wurden, haben wir die Abweichungen hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung bewertet.

Bei der Bewertung des BGR-Gutachtens /L 3/ in Bezug auf die Erfüllung der Anforderungen der KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ haben wir uns auf die im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums erstellte Stellungnahme des NLFB /L 5/ aus dem Jahr 2000 ge-

stützt, in dem festgestellt wird, dass das Gutachten /L 3/ zu diesem Zeitpunkt dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprach.

#### **4.2 Deterministische Bestimmung des Bemessungserdbebens**

Die relevanten Unterschiede hinsichtlich der deterministischen Bestimmung des BEB zwischen KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ und KTA 2201.1 (1990-06) /R 2/ sind in der Stellungnahme /U 1/ zutreffend und vollständig erfasst.

Die geologischen und tektonischen Gegebenheiten des Standortes Konrad und der Region wurden im BGR-Gutachten /L 3/, wie in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ gefordert, angemessen berücksichtigt.

Wie in der Stellungnahme /U 1/ festgestellt, ist die gemäß KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ geforderte Berücksichtigung paläoseismologischer Befunde bei der Bestimmung des Bemessungserdbebens im BGR-Gutachten /L 3/ nicht erfolgt. Dieser Umstand wird jedoch nur dann relevant, wenn im relevanten Umkreis von 200 km um den Standort Konrad paläoseismologische Befunde vorliegen und diese auf Erdbeben einer Intensität hinweisen, die zu gleichen oder größeren Standortintensitäten wie die bei der deterministischen Festlegung des Bemessungserdbebens herangezogenen historischen Erdbeben führen.

Das deterministisch bestimmte Erdbeben wurde im BGR-Gutachten /L 3/ mit der Standortintensität  $I = VI$  festgelegt und um einen Intensitätszuschlag von 0,5 auf  $I = VI \frac{1}{2}$  erhöht. Paläoseismologische Erdbeben könnten demnach nur dann für die Festlegung relevant werden, wenn sie in unmittelbarer Standortnähe eine Intensität von mindestens  $I = VI$  aufgewiesen hätten. In größerer Entfernung wären entsprechend höhere Intensitäten erforderlich. Der Stellungnahme /U 1/ nach sind relevante paläoseismologische Befunde aus einem Umkreis von 200 km um den Standort Konrad nicht bekannt.

Brandes & Winsemann (2013) /L 6/ haben im Bereich der Osning-Überschiebung bei Bielefeld durch paläoseismologische Befunde in Verbindung mit Modellrechnungen Hinweise auf seismische Aktivitäten im Zusammenhang mit Rückgang des Eises am Ende der Weichsel-Kaltzeit (15500 – 12300 Jahre BP) festgestellt. Die Veröffentlichung /L 6/ stellt eine Verbindung zu einem historischen Erdbeben bei Bielefeld im Jahr 1612 her und ordnet das Erdbeben von 1612 der Hintergrundseismizität an dieser Verwerfung zu. Dem paläoseismischen Beben wird in /L 6/ eine Magnitude von mindestens  $M = 5,5$  zugeordnet.

Einem Erdbeben der Magnitude  $M_W = 5,5$  kann über eine Beziehung nach Grünthal et al. (2009) /L 11/

$$M_W = 0,667 * I_0 + 0,30 * \log(h) - 0,1$$

am Epizentrum des Erdbebens eine Intensität  $I_0 = 7,95 \cong VIII$  zugeordnet werden, wobei als Herdtiefe  $h$  ein Wert von 10 km abgeschätzt wurde.

Eine (gedachte) Verschiebung des Epizentrums an den Rand der zugehörigen tektonischen Einheit, wie sie in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ vorgesehen ist, ist für paläoseismische Erdbeben nicht sinnvoll, da diese nicht an beliebiger Stelle des Quellgebiets entstehen können, sondern einer konkreten, bekannten Bruchfläche zuzuordnen sind. Die Epizentralentfernung des an der Osning-Überschiebung aufgetretenen Erdbebens zum Standort Konrad ist daher mit 117 km anzusetzen, woraus sich bei einer (abgeschätzten) Herdtiefe von  $h = 10$  km eine Hypozentralentfernung  $R = 117,4$  km ergibt.

Über die Intensitäts-Abnahmebeziehung von Sponheuer (1960) /L 12/, basierend auf Kövesligethy (1907) /L 13/

$$I = I_0 - 3 * \log(R / h) - 1,3 * \alpha * (R - h) \quad \text{mit } \alpha \geq 0,002$$

ergibt sich für den Standort Konrad infolge des paläoseismischen Erdbebens eine Standort-Intensität von  $I = IV \frac{1}{2}$ . Ein postuliertes Erdbeben der Intensität VIII an der Osning-Überschiebung erreicht damit am Standort Konrad eine Standortintensität, die deutlich unter den für historische Beben ermittelten Standortintensitäten liegt und wird nicht maßgebend.

Hinweise auf weitere, potentiell relevante paläoseismische Erdbeben im Umkreis des Standort Konrads sind nicht bekannt. Wir bestätigen damit die diesbezügliche Aussage der Stellungnahme /U 1/.

Insgesamt sehen wir die in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ gegenüber früheren Versionen der Regel zusätzlich an die deterministische Festlegung des Bemessungserdbebens gestellten Forderungen in Bezug auf die Festlegung der Standortintensität als erfüllt an.

### 4.3 Probabilistische Bestimmung des Bemessungserdbebens

Im BGR-Gutachten /L 3/ ist im Kapitel 5 eine probabilistische Ermittlung der Intensität eines Bemessungserdbebens enthalten. In der Untersuchung wurde aus den in der Region Südliches Niedersachsen sowie den fünf angrenzenden Regionen Altmark, Zentral-Thüringen, Hessische Senke, Zentral-Sachsen und Vogtland bekannten historischen Erdbeben ein Seismizitätsmodell nach der Methode von McGuire /L 9/ erstellt. Alle weiteren



bekanntem historischen Erdbeben mit einer Herdentfernung von bis zu 200 km wurden in Form einer Hintergrundseismizität erfasst.

Zur Berücksichtigung der unvermeidlichen Unvollständigkeit historischer Erdbebenkataloge in Bezug auf die zu Grunde zu legende Eintretenshäufigkeit von  $10^{-5}/a$  und anderer Unsicherheiten wurde auf die Intensitäten der bekannten Erdbeben ein Zuschlag von 0,5 bis 1,0 Intensitätseinheiten erhoben.

Es wurden zwei unterschiedliche Risikomodelle zur probabilistischen Erfassung der Standortintensität verwendet, wobei im ersten Modell fünf Quellregionen und die Hintergrundseismizität, im zweiten Modell nur zwei Quellregionen und die (entsprechend vergrößerte) Hintergrundseismizität berücksichtigt wurden. Für beide Modelle wurden die jährlichen Überschreitenswahrscheinlichkeiten für Erdbeben der Standortintensitäten  $I \geq V \frac{1}{2}$  und  $I \geq VI \frac{1}{2}$  ausgewiesen.

Wir sehen mit der im BGR-Gutachten /L 3/ verfolgten Vorgehensweise die in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ erhobenen Forderungen nach Ausweisung der jährlichen Überschreitenswahrscheinlichkeiten für Erdbeben der maßgebenden Quellregionen als erfüllt an.

Den Unsicherheiten bei der Festlegung der maßgebenden Intensitäten wird durch angemessene Erhöhung der von historischen Erdbeben bekannten Intensitäten Rechnung getragen. Mit diesem Vorgehen wird für die Berücksichtigung der Unsicherheiten der probabilistischen Bestimmung des Bemessungserdbebens ein Vorgehen analog der gemäß KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/, Abschnitt 3.2 (3) für die deterministische Bestimmung empfohlenen Vorgehensweise gewählt. Diese Vorgehensweise führt zu konservativen Ergebnissen und ist geeignet, die gemäß KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ geforderte Berücksichtigung von Unsicherheiten zu gewährleisten.

Im BGR-Gutachten /L 3/ sind für Überschreitenswahrscheinlichkeiten von  $9 \cdot 10^{-2}$  bis  $10^{-5}$  Gefährdungskurven dargestellt, wobei auch bei der Erstellung dieser Kurven Intensitätszuschläge von 0,5 und 1,0 Intensitätseinheiten berücksichtigt sind. Die ausgewiesenen Überschreitenswahrscheinlichkeiten enthalten daher Konservativitäten gegenüber aus historischen Daten ohne Zuschläge abgeleiteten Überschreitungswahrscheinlichkeiten.

Eine in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/, Abschnitt 3.3 (5) geforderte Deaggregation im Anschluss an die probabilistische Analyse wurde im BGR-Gutachten /L3/ nicht durchgeführt. Die Risikobeiträge der einzelnen Quellregionen und des Hintergrunds sind jedoch ausgewiesen und werden diskutiert, sodass eine Einschätzung der Gewichtung von Erdbebenereignissen in den einzelnen Quellregionen möglich ist. Den Darstellungen im BGR-Gutachten /L 3/ ist zu entnehmen, dass die Hintergrundseismizität, d. h. die Beiträge von Erdbeben außerhalb der Region Südliches Niedersachsen und der angrenzenden Regionen, den größten Anteil zum Gesamtrisiko beiträgt.

Ungeachtet des Umstands, dass eine vollständige Deaggregation des Gesamtrisikos nicht vorliegt, ist festzustellen, dass das Fehlen dieser Deaggregation die probabilistisch begründete Festlegung der Standortintensität in ihrer Gültigkeit nicht beeinträchtigt, zumal die KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ keine Festlegungen enthält, in welcher Weise mit den Ergebnissen einer Deaggregation zu verfahren ist und welchen Einfluss diese auf die Festlegung des Bemessungserdbebens haben sollen.

Insgesamt stellen wir fest, dass die im BGR-Gutachten /L 3/ durchgeführten Untersuchungen zwar den Vorgaben der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ hinsichtlich der Ergebnisdarstellung nicht vollständig genügen, sehen die Validität der probabilistisch ermittelten Standortintensität durch diese Abweichungen nicht in Frage gestellt. Wir sehen zudem durch die rechnerische Erhöhung der Intensitäten der zu berücksichtigenden historischen Erdbeben die von KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ geforderte Berücksichtigung von Unsicherheiten in konservativer Weise gewährleistet.

Bezüglich der Validität der probabilistischen Untersuchungen haben wir keine eigenen Berechnungen durchgeführt und gründen unsere diesbezügliche Einschätzung auf die positive Prüfaussage der Gutachterlichen Stellungnahme des Niedersächsischen Landesamts für Bodenforschung /L 5/.

#### **4.4 Festlegung des Bemessungserdbebens**

Die von KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/, Abschnitt 3.4 (4) geforderte Festlegung des Bemessungserdbebens auf Basis von deterministischen und probabilistischen Untersuchungen wurde im BGR-Gutachten /L 3/ durchgeführt. Die bei der Festlegung herangezogene Überschreitenshäufigkeit beträgt, wie von KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ gefordert,  $10^{-5}/a$ . Die geforderte Mindestintensität von  $I = VI$  ist ebenfalls eingehalten.

#### **4.5 Ingenieur-seismologische Kenngrößen des Bemessungserdbebens**

Im BGR-Gutachten /L 3/ wird ein standortspezifisches Freifeldantwortspektrum mit der Geländeoberkante als Bezugshorizont festgelegt. Das Freifeldantwortspektrum wird im BGR-Gutachten /L 3/ als Spektrum der resultierenden Horizontalbeschleunigung für 5 % Dämpfung ausgewiesen (/L 3/, Abbildung 7.3) und dem Spektrum aus der GSU-Stellungnahme /L 4/ gegenübergestellt (/L 3/, Abbildung 7.1). Gemäß /L 3/ wurde das Spektrum der resultierenden Horizontalbeschleunigungen durch Multiplikation des zugehörigen Komponentenspektrums mit  $\sqrt{2}$  erzeugt. Die Verwendung dieses Faktors deckt die in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ zugelassene Verwendung eines Faktors von 1,2 ab.

Das Freifeldantwortspektrum der Vertikalbeschleunigungen ist in /L 3/ nicht explizit grafisch dargestellt. Als Starrkörperbeschleunigung  $a_v$  ist die 0,5-fache resultierende Horizon-

talbeschleunigung festgelegt. Diese Festlegung ist gegenüber den Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ konservativ, in der für das Vertikalspektrum das 0,67-fache eines horizontalen Komponentenspektrums gefordert wird, während in /L 3/ das  $0,5 \cdot \sqrt{2}$ -fache Komponentenspektrum angesetzt wird.

Als Dauer der Starkbebenphase für das Bemessungserdbeben wird für Gebäude und übertägige Anlagenteile auf der Grundlage von Veröffentlichungen von Hosser /L 7/, /L 8/ ein Wert von 3,0 s festgelegt. Als Energiekriterium wird das Zeitintervall, in dem 5 - 75 % des gesamten Energiegehalts des Beschleunigungszeitverlaufs enthalten sind, angegeben. Eine Hüllfunktion ist nicht explizit ausgewiesen, kann jedoch durch geeignete Ansätze aus der Literatur unter Verwendung der festgelegten Starkbebedauer ergänzt werden.

In KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/, Abschnitt 3.5 (9) wird die Vorlage von geeigneten Zeitverläufen, die bezüglich des Antwortspektrums, der Starkbebedauer und des Energiegehalts denen des Bemessungserdbebens ähneln, zur Verwendung in Strukturberechnungen gefordert. Solche Zeitverläufe sind in /L 3/ nicht enthalten.

Strukturberechnungen und die dafür zu verwendenden Beschleunigungszeitverläufe werden im Abschnitt 4.3.3 der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ behandelt. Dort ist festgelegt, dass für Zeitverlaufsrechnungen in der Regel künstliche Beschleunigungszeitverläufe zu verwenden sind, deren Antwortspektren kompatibel mit den zuvor erzeugten Bodenantwortspektren sind. Alternativ können registrierte Beschleunigungszeitverläufe verwendet. Die Ausweisung solcher Zeitverläufe ist gemäß Abschnitt 3.5 (8) gefordert, wenn diese zur Bestimmung ingenieur-seismologischer Kennwerte verwendet werden.

Wurde die Bestimmung ingenieur-seismologischer Kennwerte nicht auf der Basis registrierter Zeitverläufe durchgeführt und soll auch die Nachweisführung in Strukturberechnungen gemäß KTA 2201.1 (2011-11), Abschnitt 4.3.3 erfolgen, besteht keine sachliche Notwendigkeit zur Vorlage spektrenkompatibler, registrierter Beschleunigungszeitverläufe. Die Generierung künstlicher Zeitverläufe erfolgt im Allgemeinen im Rahmen strukturemechanischer Nachweisführungen. Wir betrachten das Fehlen registrierter Zeitverläufe im BGR-Gutachten /L 3/ daher als unschädlich.

#### **4.6 Aktualität des herangezogenen Katalogs historischer Erdbeben**

In der Stellungnahme /U 1/ wurde untersucht, ob zwischen dem Ende des Betrachtungszeitraums des BGR-Gutachtens /L 3/ und dem gegenwärtigen Zeitpunkt (2016) in einem Umkreis von 200 km um den Standort Konrad Erdbeben stattgefunden haben, die auf die Festlegungen der Bemessungsintensität des BGR-Gutachtens /L 3/ Auswirkungen haben könnten. Aufgeführt werden zwei Beben im Jahr 2004 bei Rothenburg/Wümme mit der Intensität  $I = V\frac{1}{2}$  und bei Syke-Bassum im Jahr 2005 mit der Intensität  $I = V$ . Für beide Erd-

beben ist wegen der erheblichen Entfernung und der Intensitäten der Erdbeben, die unterhalb der Standortintensität des Bemessungserdbebens gemäß dem BGR-Gutachten /L 3/ liegen, sichergestellt, dass ihr Auftreten keine Auswirkungen auf das für den Standort Konrad festgelegte Bemessungserdbeben hat. Damit ist die Aktualität der Festlegung sichergestellt.

## 5 Zusammenfassung

Zusammenfassend stellen wir fest, dass das im Jahr 1996 verfasste BGR-Gutachten /L 3/ hinsichtlich seiner Methodik den Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ genügt.

Einzelne Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ werden hinsichtlich der Vollständigkeit der durchzuführenden Untersuchungen oder der Darstellung der Ergebnisse jedoch nicht oder nur teilweise erfüllt:

- Paläoseismologische Befunde werden bei der Festlegung der Standortintensität des Bemessungserdbebens nicht diskutiert. Dies bleibt jedoch folgenlos in Bezug auf die Ergebnisse der Begutachtung, weil keine Befunde bekannt sind, die von ihrer Lage und von der Intensität der festgestellten Erdbeben her Auswirkungen auf die Festlegungen zum Bemessungserdbeben am Standort Konrad haben.
- Es wurde keine vollständige Deaggregation der bei der probabilistischen Festlegung des Bemessungserdbebens verwendeten Daten durchgeführt. Aufgezeigt wurde lediglich der Risikoanteil der Erdbeben der betrachteten Quellregionen am Gesamtrisiko, getrennt nach Intensitäten. Die diesbezüglichen Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ werden insofern nur unvollständig erfüllt. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die im BGR-Gutachten /L 3/ getroffenen Festlegungen der ingenieur-seismologischen Kennwerte.
- Es wurde keine explizite Festlegung einer Zeitverlaufs-Hüllfunktion vorgenommen, sondern lediglich eine Starkbebendauer als Grundlage einer Hüllfunktion ausgewiesen. Eine Hüllfunktion kann jedoch bei der Erstellung künstlicher Zeitverläufe für strukturmechanische Berechnungen aus der einschlägigen Literatur abgeleitet werden.

Damit ist sichergestellt, dass trotz der Abweichungen im BGR-Gutachten /L 3/ von den in KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ vorgegebenen Anforderungen keine Auswirkungen auf die im BGR-Gutachten /L 3/ getroffenen Festlegungen bezüglich der ingenieur-seismologischen Kennwerte vorliegen.

Wir schließen uns daher der in der Stellungnahme /U 1/ getroffenen Feststellung an, nach der die im BGR-Gutachten /L 3/ ermittelten ingenieur-seismologischen Kennwerte den

Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ in Bezug auf die Gebäude und übertägigen Anlagenteile genügen. Wir bestätigen ferner, dass die in der EU 184.0 /L 2/ festgelegten ingenieur-seismologischen Kennwerte, mit Ausnahme des inelastischen Spektrums, die diesbezüglichen Anforderungen der KTA 2201.1 (2011-11) /R 1/ erfüllen.

Es ist damit sichergestellt, dass eine Nachweisführung zur Erdbebbensicherheit auf Basis des in der EU 184.0 /L 2/ ausgewiesenen elastischen Etagenantwortspektrums sowie der ingenieur-seismologischen Parameter, namentlich der Bemessungsintensität und der Länge der Starkbebendauer, nicht zu sicherheitstechnischen Defiziten führt.

## 6 Unterlagen

### Prüfunterlagen

/U 1/ Dr. Günter Leydecker, Isernhagen  
im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz, Salzgitter  
Prüfung des seismologischen Gutachtens für den Standort Konrad  
in Bezug zur neuen KTA 2201.1 (2011-11)  
B2616568, BfS-KZL: 9KE/3528/HF/EQ/0001/00  
05. Dezember 2016

### Regelwerk

/R 1/ KTA-Regel 2201.1  
Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen  
Teil 1: Grundsätze  
Fassung: November 2011

/R 2/ KTA-Regel 2201.1  
Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen  
Teil 1: Grundsätze  
Fassung: Juni 1990

/R 3/ KTA-Regel 2201.1  
Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen  
Teil 1: Grundsätze  
Fassung: Juni 1975



- /R 4/     DIN 4149  
Bauten in deutschen Erdbebengebieten  
Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten  
Fassung 04/1981

#### **Literatur / sonstige Unterlagen**

- /L 1/     Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerkes Konrad in Salzgitter  
als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung  
vom 22. Mai 2002
- /L 2/     EU 184.0  
Tagesanlagen und Schachteinbauten Schacht Konrad 2, Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen  
9K/51/-/FA/TA/0001/00  
vom 08.02.1996
- /L 3/     Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (BGR)  
Seismologisches Gutachten für den Standort Konrad  
erstellt im Auftrag des Bundesamts für Strahlenschutz  
August 1996
- /L 4/     Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung GmbH (GSU)  
Institut für Tief Lagerung – Dr. G. Gommlich  
im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB)  
Abschätzung seismischer Einwirkungen bei angenommenen Erdbeben im Nahbereich des Standorts Konrad  
Februar 1985
- /L 5/     Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover  
Dr. Klaus Hinzen, Geologisches Institut der Universität zu Köln  
Gutachterliche Stellungnahme Standort Konrad  
November 2000
- /L 6/     Christian Brandes, Jutta Winsemann  
Soft-sediment deformation structures in NW Germany caused by Late Pleistocene seismicity  
Int. J Earth Science (Geol. Rundschau) (2013)

- 
- /L 7/ Hossler, D  
Realistische seismische Lastannahmen für Bauwerke, Ergebnisse einer interdisziplinären Forschungsarbeit  
Bauingenieur 62, Springer Verlag, 1987
- /L 8/ Hossler, D. & Klein, A (edt)  
Realistische seismische Lastannahmen für bauliche Anlagen mit erhöhtem Sekundärrisiko, Abschlussbericht  
Institut für Bautechnik, Berlin –Az.: IV/1-5-377/82,  
Dezember 1983
- /L 9/ McGuire, R. K.  
FORTRAN Computer Program for Seismic Risk Analysis  
US Departement of the Interior  
Geological Survey: Open-File Report 76-67 (1976)
- /L 10/ Leydecker, Günter  
Erdbebenkatalog für Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800 – 2008  
Geologisches Jahrbuch, E 59  
BGR Hannover, 2011
- /L 11/ Grünthal, G., Stromeyer, D. & Wahlström, R. (2009)  
Harmonization check of MW within the central, northern, and northwestern European earthquake catalogue (CENEC).  
Journ. Of Seismology, Vol. 13, Iss. 4, 613 – 632.
- /L 12/ Sponheuer, W. (1960) :  
Methoden zur Herdtiefenbestimmung in der Makroseismik  
Freiberger Forschungs-Hefte; C 88, Akademie Verlag Berlin.
- /L 13/ Kövesligethy von, R. (1907):  
Seismischer Stärkegrad und Intensität der Beben  
Gerlands Beiträge zur Geophysik; VIII; (Leipzig).