

**Dokumentationsunterlage zur Regeländerung**  
**KTA 2201.2**  
**Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen**  
**Teil 2: Baugrund**  
**Fassung 2012-11**

Inhalt:

- 1 Auftrag des KTA
- 2 Beteiligte an der Regelerstellung
- 3 Erarbeitung der Regeländerung
- 4 Berücksichtigte Regeln und Unterlagen
- 5 Ausführungen zur Regeländerung

## 1 Auftrag des KTA

Der Kerntechnische Ausschuss (KTA) hat auf seiner 59. Sitzung am 22. November 2005 beschlossen, die Regel

KTA 2201.2 Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen;  
 Teil 2: Baugrund  
 (Fassung 1990-06)

zu ändern.

Der Unterausschuss ANLAGEN- UND BAUTECHNIK (UA-AB) wird beauftragt, den Entwurfsvorschlag zur Änderung der Regel KTA 2201.2 zu prüfen und eine Beschlussvorlage für den KTA zu erarbeiten.

## 2 Beteiligte an der Regelerstellung

### 2.1 Arbeitsgremium

Dipl.-Ing. K. Borowski	RWE, Essen
Dr.-Ing. R. Borsutzky	HOCHTIEF Solutions AG, Frankfurt
Dipl.-Ing. R. Danisch	AREVA NP, Erlangen
Dr.-Ing. P. Foros	TÜV SÜD Industrie Service, München
Dr.-Ing. Q. Laumans	Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GBR, Hamburg
Dr.-Ing. R. Meiswinkel	MBI Bautechnik GmbH, Enkenbach-Alsenborn
Dipl.-Ing. D. Papandreou	AREVA NP, Offenbach
Prof. Dr.-Ing. D. Placzek	ELE Beratende Ingenieure GmbH, Essen
Prof. Dr.-Ing. B. Plaßmann	Fachhochschule Mainz
Dr.-Ing. P. Rangelow	AREVA NP, Offenbach
Dr.-Ing. J. Röhner	Wölfel Beratende Ingenieure, Höchberg
Dr. K. Schiffer	RWE Power AG; Essen
Dr. R. Zinn	Stangenberg und Partner Ingenieur-GmbH, Bochum

Weitere mitwirkende Fachleute bei der Regelerstellung:

Dipl.-Ing. W. Schütz	AREVA NP GmbH, Offenbach
----------------------	--------------------------

## 2.2 KTA-Unterausschuss ANLAGEN- und BAUTECHNIK (Stand 2012-09)

Obmann: Dr. F. Sommer, E.ON, Hannover, ab September 2008  
Dr. E. Fischer, E.ON, Hannover, bis September 2008

### Vertreter der Hersteller und Ersteller von Atomanlagen:

Dipl.-Ing. A. Fila AREVA NP GmbH, Offenbach  
(1. Stellvertreter: Dipl.-Ing. W. Roth, AREVA NP GmbH, Offenbach)  
(2. Stellvertreter: B. Schmal, AREVA NP GmbH, Offenbach)

### Vertreter der Betreiber von Atomanlagen:

Dipl.-Ing. K. Borowski RWE Power AG, Essen  
(Stellvertreter: Dr. G. Roth, EnBW Kraftwerke AG, Philippsburg)

Dr. S. Mörschardt Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH, Hamburg  
(Stellvertreter: Dr. B. Neundorf, Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH, Hamburg)

Dr.-Ing. F. Sommer E.ON Kernkraft GmbH, Hannover  
(Stellvertreter: Dr. R. Meiswinkel, E.ON Kernkraft GmbH, Hannover bis März 2012)

### Vertreter des Bundes und der Länder:

S. Neveling (für: BMU) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn  
(1. Stellvertreter: Dr. M. Fabian, BMU, Bonn, ab Nov. 2011)  
(2. Stellvertreter: Dr. M. Krauß, BfS, Salzgitter, ab Nov. 2011)  
(Stellvertreter: RD Dr. J. Wolf, BMU, Berlin, bis Nov. 2011)

MinR Dr.-Ing. G. Scheuermann Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart  
(Stellvertreter: BDir Dr.-Ing. H. Schneider, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart)

H.-J. Fieselmann Niedersächsisches Umweltministerium, Hannover  
(Stellvertreter: GOR F. Gregorzewski, Niedersächsisches Umweltministerium, Hannover)

### Vertreter der Gutachter und Beratungsorganisationen:

Dipl.-Ing. R. Hero TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München  
(Stellvertreter: Dipl.-Ing. S. Kirchner, TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München)

Dr. R. Stück (ab November 2010) Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln

Dipl.-Ing. H. Liemersdorf (bis November 2010) Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln

Dipl.-Ing. Gerding (für RSK) TÜV NORD Ensys Hannover

### Vertreter sonst. Behörden, Organisationen und Stellen:

Dr.-Ing. Meyer (für: DIN) HOCHTIEF Solutions AG, Frankfurt  
(Stellvertreter: Dr.-Ing. Sadegh-Azar (für: DIN), HOCHTIEF Solutions AG, Frankfurt)

F. Hennig (für: DGB) E.ON Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Stade  
(Stellvertreter: W. Rhoden (für: DGB), E.ON Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Würgassen, ab Nov 2011)  
(Stellvertreter: W. Pecher (für: DGB), E.ON Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Würgassen, bis Nov. 2011)

## 2.3 Zuständige Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

Dipl.-Ing. M. Pradhan KTA-GS beim BfS, Salzgitter (bis Oktober 2009)  
Dr.-Ing. R. Gersinska KTA-GS beim BfS, Salzgitter (ab November 2009)

### 3 Erarbeitung der Regeländerung

#### 3.1 Erarbeitung der Regeländerungsentwurfsvorlage

(1) Der Kerntechnische Ausschuss (KTA) hat auf seiner 59. Sitzung am 22. November 2005 beschlossen, die Regel KTA 2201.2 zu ändern und den KTA-Unterausschuss ANLAGEN- und BAUTECHNIK (UA-AB) beauftragt, einen Entwurf zur Änderung dieser Regel mit Dokumentationsunterlage durch ein Arbeitsgremium erarbeiten zu lassen.

Auszug aus dem Sitzungsprotokoll: „Mit Schreiben vom 10.11.2005 an die KTA-Geschäftsstelle hat die RSK ihre sicherheitstechnischen Bedenken gegen die unveränderte Gültigkeit der Regel KTA 2201.2 (6/90) mitgeteilt. Es bestehe im Hinblick auf die derzeit in Überarbeitung befindliche Regel KTA 2201.1 Überarbeitungs- und Anpassungsbedarf. So sei z. B. der genannte Grenzwert von  $1 \text{ m/s}^2$ , unter dem Bodenkennwerte abgeschätzt werden dürfen, nicht mehr zeitgemäß.“

(2) Der UA-AB hat auf seiner 97. Sitzung am 30. März 2006 über den KTA-Auftrag zur Änderung der Regel KTA 2201.2 (Fassung 6/90) beraten. Zur Vorbereitung des Entwurfs zur Änderung der genannten Regel wird ein Arbeitsgremium vorgeschlagen. In diesem Arbeitsgremium sollen alle Gruppen des KTA sowie weitere Fachleute aus dem Gebiet Erdbebenauslegung und Baugrund mitwirken. Die Obmannschaft des Arbeitsgremiums KTA 2201.2 wird an Meiswinkel (MBI Bautechnik GmbH, Enkenbach-Alsenborn, bis März 2012 E.ON Kernkraft GmbH, Hannover) übertragen.

Bei der Überarbeitung der o. g. Regel sollen die Beratungsergebnisse der zurzeit in Änderung befindlichen Erdbebenregel KTA 2201.1 (Grundsätze), insbesondere bezüglich der Schnittstellen zwischen den einzelnen Regeln, berücksichtigt werden. Das Arbeitsgremium KTA 2201.1 soll hierüber informiert werden.

(3) Die konstituierende Sitzung des Arbeitsgremiums KTA 2201.2 fand am 15. November 2006 statt. In dieser Sitzung hat Meiswinkel einen Beitrag zum Thema „Aktueller Stand der Normen und das Arbeitsprogramm - KTA 2201.2“ präsentiert. Ein Arbeitsplan zur weiteren Vorgehensweise sowie eine vorläufige Gliederung der neuen Fassung der Regel KTA 2201.1 wurden diskutiert. Bei der Überarbeitung der Regel soll die Nachweisführung nach dem Teilsicherheitskonzept berücksichtigt werden. Das Arbeitsgremium stellte aber fest, dass sich die Regel in der Praxis bewährt hat und deshalb hier keine großen konzeptionellen Änderungen vorgenommen werden sollen. Die Ergebnisse der laufenden Beratungen in anderen Arbeitsgremien zur Überarbeitung der KTA-Erdbebenregeln sollen hier berücksichtigt werden.

(4) Bis Mai 2010 haben folgende weitere Sitzungen stattgefunden:

2. Sitzung am 10. Juli 2007 bei E.ON Kernkraft in Hannover,
3. Sitzung am 10. Dezember 2007 bei SPI in Bochum,
4. Sitzung am 28. April 2008 bei RWE Power AG in Essen,
5. Sitzung am 2. Dezember 2008 bei HOCHTIEF Construction in Frankfurt,
6. Sitzung am 21. April 2009 bei SPI in Bochum,
7. Sitzung am 15. September 2009 bei der E.ON Kernkraft in Hannover.
8. Sitzung am 26. Januar 2010 bei AREVA NP in Offenbach
9. Sitzung am 26. Mai 2010 bei RWE in Essen

(5) Das Arbeitsgremium hat zahlreiche Präsentationen angehört, z. B. zu den Themen:

- Baugrundgutachten,
- wichtige Baugrundkennwerte aus der Sicht des Traglastplaners,
- Setzungen infolge von Erdbeben,
- Pfahlgrundbauten,
- Baugrundrynamische Kenndaten (Einfluss der Tiefe),
- Baugrundmodelle,
- Wechselwirkung zwischen Baugrund und Bauwerk,
- Setzungen infolge Erdbeben und
- Berechnung von Spektren für kerntechnische Anlagen.

Aufgrund der Präsentationen wurden die Anforderungen überprüft und sofern erforderlich überarbeitet bzw. präzisiert.

(6) Der UA-AB hat auf seiner 97. Sitzung am 30. März 2006, 98. Sitzung am 30. Mai 2007, 99. Sitzung am 25. April 2008, 100. Sitzung am 9. April 2009 und 102. Sitzung am 4. März 2010 jeweils den Stand der Beratungen im Arbeitsgremium verfolgt.

(7) Nach der 64. Sitzung des KTA hat das Arbeitsgremium KTA 2201.2 in der 9. Sitzung bei RWE in Essen den Regeländerungsentwurfsvorschlag (ÄEV) mit dem Beratungsstand vom 26. Mai 2010 erarbeitet:

(8) Der Regeländerungsentwurfsvorschlag (ÄEV) wurde dem KTA Unterausschuss ANLAGEN- und BAUTECHNIK (UA-AB) in seiner 103. Sitzung am 1. September 2010 zur Prüfung vorgelegt.

(9) Der UA-AB hat auf seiner 103. Sitzung am 1. September 2010 den Regeländerungsentwurfsvorschlag geprüft und die Regeländerungsentwurfsvorlage KTA 2201.2 verabschiedet. Diese wurde einstimmig für den Fraktionsumlauf freigegeben.

### **3.2 Erarbeitung der Regeländerungsvorlage**

(10) Die Regeländerungsentwurfsvorlage lag den Gruppen des KTA im Rahmen des Fraktionsumlaufs vom 15. September 2010 bis 15. Dezember 2010 zur Kommentierung vor.

Es gab insgesamt 12 Einwendungen von folgenden 2 Einwendern:

1. Verband der deutschen TÜV
2. DIN

(11) Das Arbeitsgremium KTA 2201.2 bearbeitete die eingegangenen Stellungnahmen auf seiner

10. Sitzung am 16. Februar 2011 bei E.ON Kernkraft in Hannover

und beschloss einstimmig die Vorlage an den Unterausschuss ANLAGEN- UND BAUTECHNIK (UA-AB).

(12) Der UA-AB hat auf seiner 104. Sitzung am 3. März 2011 den neuesten Stand der KTA 2201.2 beraten und einstimmig beschlossen, diesen dem KTA mit dem Beschlussvorschlag zur Verabschiedung als Regeländerungsentwurfsvorlage vorzulegen.

(13) Der KTA hat diese Regeländerungsentwurfsvorlage auf seiner 66. Sitzung am 15. November 2011 einstimmig als Regeländerungsentwurf in der Fassung 2011-11 verabschiedet. Die Bekanntmachung des BMU erfolgte im Bundesanzeiger Nr. 188 vom 14.12.2011.

### **3.3 Erarbeitung der Regeländerung**

(14) Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung, die vom 1. Januar 2012 bis 31. März 2012 stattfand, ist eine Stellungnahme zum Regeländerungsentwurf von folgendem Einwender eingegangen:

- Dr. M. Fabian, BMU

(15) Das Arbeitsgremium bearbeitete die eingegangene Stellungnahme im Umlaufverfahren und erarbeitete den Regeländerungsvorschlag KTA 2201.2 in der Fassung 2012-05. Das Arbeitsgremium beschloss einstimmig, diesen Regeländerungsvorschlag dem KTA-Unterausschuss ANLAGEN- UND BAUTECHNIK (UA-AB) mit der Empfehlung vorzulegen, diese Fassung dem KTA zur Aufstellung als Regeländerung vorzuschlagen.

(16) Der UA-AB hat in seiner 107. Sitzung am 4. und 5. September 2012 mit der erforderlichen 5/6 Mehrheit (10 Ja-Stimmen und einer Enthaltung bei 11 anwesenden Stimmen) beschlossen, den Vorschlag des Arbeitsgremiums in der Fassung 2012-09 dem KTA als Regeländerungsvorlage KTA-Dok.-Nr. 2201.2/12/1 mit der Empfehlung vorzulegen, die Vorlage als Regeländerung zu verabschieden.

(17) Der KTA hat die Regeländerungsvorlage auf seiner 67. Sitzung am 13.11.2012 behandelt und einstimmig als Regeländerung in der Fassung 2012-11 beschlossen. Die Bekanntmachung des BMU erfolgte im Bundesanzeiger Nr. AT 23.01.2013 B5 am 23.01.2013.

## **4 Berücksichtigte Regeln und Unterlagen**

### **4.1 Nationale Regeln und Unterlagen**

- RSK-Schreiben vom 10.11.2005
- KTA 2201.1 Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze, (Fassung 2011-11)
- KTA 2201.3 Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 3: Bauliche Anlagen, Regelentwurfsvorlage (Fassung 2012-03)

### **4.2 Internationale Regeln und Unterlagen**

- IAEA Safety Standards: Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants. Safety Guide No. NS-G-3.6, 2004, S. 22-26

## **5 Ausführungen zur Regeländerung**

### **5.1 Regeländerungsentwurfsvorlage**

#### **Allgemeines:**

Entsprechend dem Auftrag des KTA hat das zuständige Arbeitsgremium den Umfang der änderungsbedürftigen Themen beraten. In den Beratungen wurden teilweise Änderungen zwecks Anpassung der Regel an den Stand von W & T vorgenommen. Dabei wurde die Gliederung der Regel zwecks systematischer und detaillierter Erfassung der Anforderungen geändert. In Abschnitt 3 „Baugrunderkundung“ wurden die Anforderungen an den Baugrund zusammengefasst. Der Abschnitt 4 „Baugrundrynamische Kenndaten“ wurde begrifflich an den Stand von W & T angepasst. Der Abschnitt 5 „Baugrundveränderung“ wurde ebenfalls an den Stand von W & T angepasst. Die Abschnitte 6 „Modellbildung Baugrund und Bauwerk“ und 7 „Wechselwirkung zwischen Baugrund und Bauwerk“ sind entfallen, da hinreichende Regelungen in KTA 2201.1 Fassung 2011-11 enthalten sind.

Die unten genannten Abschnitte bzw. Absätze beziehen sich auf die vorliegende Fassung der Regeländerungsentwurfsvorlage. Aufgrund der neuen Gestaltung von Abschnitten und Fassung der Regeltexte gegenüber KTA 2201.2 Fassung 6/90 wurde die vorliegende Fassung der Regeländerungsentwurfsvorlage nicht wie sonst üblich im Änderungsmodus wiedergegeben. Änderungen gegenüber der letzten Fassung sind mit Randstrichen gekennzeichnet.

Im Folgenden sind die Ausführungen zu wesentlichen Änderungen in den jeweiligen Abschnitten/Absätzen angegeben:

**Zu Titel der Regel:**

Aufgrund des bestehenden Beschlusses des KTA-Unterausschusses Programm- und Grundsatzfragen (UA-PG) vom 7. Oktober 2004 bezüglich des Anwendungsbereiches der KTA-Regeln nur für die Kernkraftwerke wurde der Titel beibehalten.

**Zu Grundlagen:**

Der Abschnitt Grundlagen wurde an den aktuellen Stand angepasst und ein Verweis auf das BMI-Sicherheitskriterium 2.6 aufgenommen.

**Zu Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“:**

Der Anwendungsbereich wurde an die KTA 2201.1 Fassung 2011-11 angepasst.

**Zu Abschnitt 2 „Begriffe“**

Als neue Begriffe wurden dynamischer Schubmodul, Schwerwellengeschwindigkeit, Kompressionswellengeschwindigkeit und Materialdämpfung aufgenommen. Der alte Begriff Freifeld entfällt, da er im Regeltext nicht mehr vorkommt.

**Zu Abschnitt 3 (3) „Baugrunderkundung“**

Die Erfordernis der Kenntnis der bodendynamischen Kenngrößen bis zu einer Tiefe von mindestens dem zweifachen Gebäudedurchmesser bzw. Ersatzdurchmesser  $2 \cdot \sqrt{A/\pi}$  (A: Fundamentfläche des Gebäudes) wurde aus Untersuchungen von AG-Mitgliedern und Literaturvergleichen abgeleitet, wobei es sich zeigte, dass sich erst ab größeren Tiefen kein signifikanter Einfluss von Impedanzsprüngen auf die Boden-Bauwerk-Wechselwirkung mehr ergeben kann.

**Zu Abschnitt 4 „Baugrunddynamische Kenndaten“**

Das Verhalten von Böden und möglichen Einflussfaktoren wurde ergänzt. Das Arbeitsgremium hat die Anregung der RSK (siehe Abschnitt 3.1 (1) der Dokumentationsunterlage) beraten und den Grenzwert von  $1 \text{ m/s}^2$  für die Abschätzung der Bodenkennwerte bei der Überarbeitung der Regel herausgenommen. Für die Beurteilung der Bodenverflüssigung wird jedoch ein Grenzwert von  $1 \text{ m/s}^2$  weiterhin als sinnvoll erachtet.

**Zu Abschnitt 5: „Baugrundveränderung“**

**Zu Abschnitt 5.1 a):** Vertikale Verformungen wurden an Stelle von Setzungen aufgeführt. Es wird hiermit ein anerkanntes Berechnungsverfahren zur Ermittlung der vertikalen Verformungen zur Verfügung gestellt.

**Zu Abschnitt 6 und Abschnitt 7:**

Die Abschnitte 6 und 7 wurden gestrichen, da sowohl Baugrundmodelle als auch die Wechselwirkung zwischen Baugrund und Bauwerk in KTA 2201.1 und in KTA 2201.3 hinreichend erläutert werden.

**Zu Anhang A1 Untersuchungsverfahren zur Bestimmung baugrunddynamischer Kenndaten:**

Es wurden neuere Untersuchungsverfahren zur Bestimmung baugrunddynamischer Kenndaten aufgenommen. In der neuen Fassung des Anhangs A 1 wird das In-situ-Verfahren zwischen Bohrlochverfahren und Oberflächenverfahren unterschieden. Entsprechend des Praxis-Standes wurden Änderungen und Ergänzungen in den Spalten Verfahren, Messmethode, Messgröße und abgeleitete Größen sowie Schubverzerrungsbereich vorgenommen.

**Zu Anhang A 2 Bestimmung von Schubmodul und Materialdämpfung aus In-Situ-Untersuchungen oder mittels Hilfsrechnungen:**

Der Anhang wurde an den Stand der Wissenschaft und Technik zur Bestimmung von Schubmodul G und Materialdämpfung D angepasst.

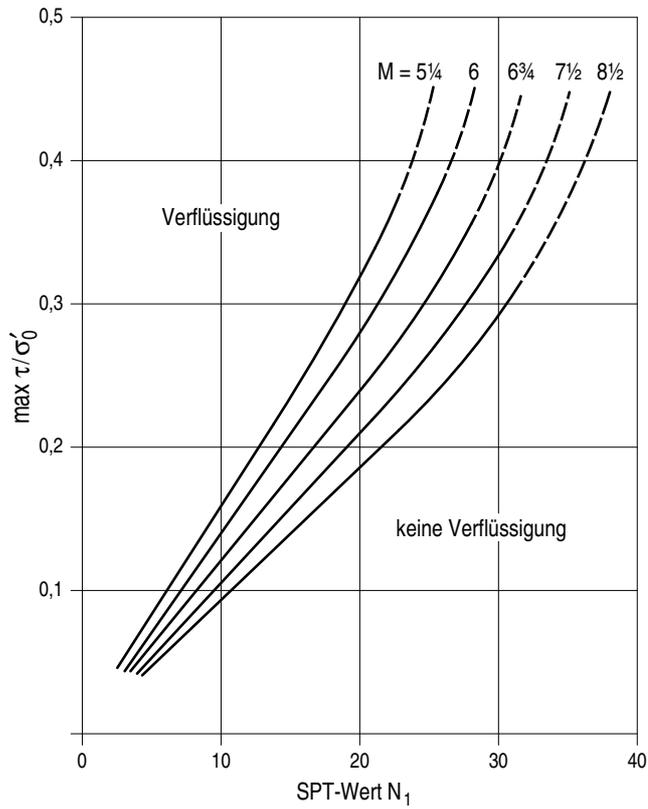
**Zu Anhang A 3 Seismische Bodenverdichtung:**

Der Anhang wurde an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst.

**Zu Anhang A 4 Bodenverflüssigung:**

Als konservative Annahme wurde ein höchster Grundwasserstand mit der Überschreitenswahrscheinlichkeit von  $10^{-2}/a$  zu Grunde gelegt. Zum Vergleich: nach KTA 2207 [D1] ist dieser höchste Grundwasserstand für Gebäude, die nicht gegen Erdbeben ausgelegt sind, nur mit dem 0,4-fachen Bemessungserdbeben zu überlagern.

Nach Untersuchungen von Seed und Idriss, 1982, [D2] kann aufgrund von Messungen an verschiedenen Standorten, für die die maximale Bodenbeschleunigung und das Verflüssigungsverhalten während früherer Erdbeben ermittelt wurden, mit Hilfe des zugehörigen dynamischen Schubspannungsverhältnisses und des Eindringwiderstandes SPT das Verflüssigungsverhalten anhand der extrapolierten Kurven für verschiedene Erdbebenmagnituden nach Bild D-1 abgeschätzt werden. Die extrapolierten Kurven gelten ausnahmslos für gleichförmige Sande.



**Bild D-1:** Extrapolierte Kurven für verschiedene Magnituden (SPT = Standard Penetration Test)

- [D1] KTA 2207 (2004-11) Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser
- [D2] SEED, H. B. and IDRIS, I.M.: Ground motions and soil liquefaction during earthquakes. Engineering monograph on earthquake criteria. Structural design and strong motion records, EERC, 1982