

KTA 2201.5

Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen

Teil 5: Seismische Instrumentierung

Frühere Fassungen der Regel: 6/77 (BAnz. Nr. 144 vom 5. August 1977)
6/90 (BAnz. Nr. 20a vom 30. Januar 1991)

Inhalt

	Seite
Grundlagen	2
1 Anwendungsbereich.....	2
2 Begriffe.....	2
3 Anzahl und Aufstellung.....	2
3.1 Allgemeines.....	2
3.2 Einblockanlagen	2
3.3 Mehrblockanlagen.....	2
4 Instrumentencharakteristik.....	2
4.1 Allgemeines.....	2
4.2 Beschleunigungsmeßeinrichtung.....	3
4.3 Seismische Wächter.....	3
5 Auslösung und Meldung	3
6 Dokumentation.....	3
Stichwortverzeichnis	4

Grundlagen

(1) Die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) haben die Aufgabe, sicherheitstechnische Anforderungen anzugeben, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz), um die im Atomgesetz und in der Strahlenschutzverordnung festgelegten sowie in den "Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke" und den "Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung (Störfall-Leitlinien)" weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Zur Erreichung dieser Ziele behandelt die Regel KTA 2201.5 im Rahmen von KTA 2201 "Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen" die seismische Instrumentierung für Kernkraftwerke. Als weitere Teile gehören dazu:

Teil 1: Grundsätze

Teil 2: Baugrund

Teil 3: Auslegung der baulichen Anlagen

Teil 4: Anforderungen an Verfahren zum Nachweis der Erdbebensicherheit für maschinen- und elektrotechnische Anlagenteile

Teil 6: Maßnahmen nach Erdbeben

(3) In diesem Teil 5 wird eine seismische Instrumentierung angegeben, deren Meßprinzip auf der Beschleunigungsmessung beruht, da dies dem Stand der Auslegungspraxis und Gerätetechnik entspricht.

(4) Sie gibt an, welche Anforderungen an eine seismische Instrumentierung zu stellen sind, damit einerseits festgestellt werden kann, ob die dem Inspektionsniveau zugrundegelegten Bemessungsgrößen überschritten worden sind, und damit andererseits durch die Registrierung von Erdbebenzeitverläufen Eingabewerte für eine rechnerische Nachprüfung gewonnen werden können.

1 Anwendungsbereich

Diese Regel ist auf Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren anzuwenden.

2 Begriffe

(1) Beschleunigungsmesseinrichtung

Eine Einrichtung, welche die Messung und Aufzeichnung der Absolutbeschleunigung als Funktion der Zeit durchführt. Sie besteht im wesentlichen aus Beschleunigungsaufnehmern, Registriergeräten und seismischen Triggern.

(2) Dreiaxialer Beschleunigungsaufnehmer

Ein dreiaxialer Beschleunigungsaufnehmer erfaßt die Beschleunigungen in drei orthogonalen Richtungen, von denen eine vertikal ist, und wandelt die Beschleunigungen in übertragbare Signale um.

(3) Registriergerät

Ein Gerät, das Meßwerte als Funktion der Zeit aufzeichnet.

(4) Seismischer Trigger

Ein seismischer Wächter, der Beginn und Abbruch der Meßwerterfassung und -aufzeichnung veranlaßt.

(5) Seismischer Wächter

Eine Meßeinrichtung, die die Überschreitung einer Meßgröße über einen vorgegebenen Grenzwert signalisiert.

3 Anzahl und Aufstellung

3.1 Allgemeines

Die im folgenden an Anzahl und Aufstellung der seismischen Instrumente gestellten Anforderungen gelten für Standorte, für die die Maximalbeschleunigungen des Bemessungserdbebens mit $\max a$ größer als oder gleich 1 m/s^2 festgesetzt wurden. An Standorten, für die die Maximalbeschleunigungen des Bemessungserdbebens mit $\max a$ kleiner als 1 m/s^2 festgesetzt wurden, ist keine seismische Instrumentierung erforderlich.

3.2 Einblockanlagen

(1) Im Reaktorgebäude sind drei dreiaxiale Beschleunigungsaufnehmer anzubringen: zwei am Fundament und einer darüber in einem Abstand, der einen so großen Teil der Gebäudehöhe darstellt, daß eine Amplitudenüberhöhung der Horizontalbeschleunigungen erfaßt wird (z. B. auf der Reaktorbedienungsbühne). Der horizontale Abstand der vertikalen Achsen der Beschleunigungsaufnehmer ist möglichst groß zu wählen. Zwei beliebigen Beschleunigungsaufnehmern ist je ein seismischer Trigger örtlich zuzuordnen. Jedem Beschleunigungsaufnehmer ist ein seismischer Wächter örtlich zuzuordnen.

(2) Für die Gesamtheit aller anderen Bauwerke der Klasse I ist ein dreiaxialer Beschleunigungsaufnehmer im Freifeld aufzustellen. Für die Aufstellung des Beschleunigungsaufnehmers genügt eine Entfernung vom Reaktorgebäude, die mindestens der doppelten Länge der größten Fundamentabmessung des Reaktorgebäudes entspricht, sowie eine Entfernung von den anderen Bauwerken, die mindestens der größten Grundrißabmessung dieser Bauwerke entspricht. Diesem Beschleunigungsaufnehmer ist ein seismischer Trigger und ein seismischer Wächter örtlich zuzuordnen.

(3) Die Beschleunigungsmesseinrichtung und die seismischen Wächter müssen für die notwendige Bedienung und Wartung zugänglich sein. Die Beschleunigungsmesseinrichtung muß so ausgelegt und installiert sein, daß die Auswertbarkeit der Aufzeichnungen nicht beeinträchtigt wird.

(4) Die Beschleunigungsaufnehmer, seismischen Wächter und seismischen Trigger sind so auszurichten, daß ihre Achsen parallel zu den Achsen des in der seismischen Berechnung angenommenen Koordinatensystems des Reaktorgebäudes liegen.

(5) Die Befestigung der Beschleunigungsaufnehmer, seismischen Wächter und seismischen Trigger hat so zu erfolgen, daß keine Relativbewegungen zur Auflagerung auftreten können.

3.3 Mehrblockanlagen

Bei Mehrblockanlagen ist jedes Reaktorgebäude mit einer seismischen Instrumentierung auszurüsten. Abweichend davon genügt es, ein Reaktorgebäude mit einer seismischen Instrumentierung auszurüsten, wenn sich der Verlauf der Etagenantwortspektren der Reaktorgebäude im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 30 Hz für keine Frequenz um mehr als $\pm 10 \%$ unterscheidet.

4 Instrumentencharakteristik

4.1 Allgemeines

(1) Eine andere als die hier charakterisierte seismische Instrumentierung (z.B. eine auf digitaler Technik beruhende)

kann eingesetzt werden, wenn durch sie die nach dieser Regel festzustellenden Kenngrößen ermittelt werden können.

(2) Die seismische Instrumentierung muß in der Lage sein, einen zuverlässigen Vergleich zwischen dem Auslegungsspektrum und dem Antwortspektrum der aufgetretenen seismischen Bodenbewegung zu ermöglichen.

(3) Bei Ausfall der Fremdstromversorgung der Instrumente ist eine Registrierbereitschaft von 24 Stunden und ein Systembetrieb von 10 Minuten zu gewährleisten.

(4) Die Instrumentenwartung und -prüfung sind gemäß den Herstellerempfehlungen durchzuführen. Sofern die Gerätequalifizierung nicht andere Festlegungen zuläßt, ist ein vierteljährliches Prüfintervall einzuhalten.

4.2 Beschleunigungsmesseinrichtung

(1) Die Beschleunigungsmesseinrichtung muß so beschaffen sein und installiert werden, daß bei den unter bestimmungsgemäßem Betrieb anzunehmenden Umgebungsbedingungen

- a) die dem Inspektionsniveau zugeordnete maximale Beschleunigung mit einem darauf bezogenen relativen Fehler von nicht mehr als $\pm 20\%$,
- b) die maximale Beschleunigung des Bemessungserdbebens mit einem darauf bezogenen relativen Fehler von nicht mehr als $\pm 20\%$,
- c) der Meßbereichsendwert mit einem darauf bezogenen relativen Fehler von nicht mehr als $\pm 5\%$

gemessen, aufgezeichnet und wiedergegeben werden können.

(2) Die Dynamik der Meßeinrichtung einschließlich Wiedergabe muß mindestens $55 : 1 \hat{=} 35$ dB betragen.

(3) Charakteristik der Meßeinrichtung:

- a) Beschleunigungsaufnehmer
 - aa) Die Abweichung des Amplitudenganges vom Amplitudenmittelwert darf im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 30 Hz nicht mehr als $\pm 10\%$ betragen. Ist dies nicht gewährleistet, so muß eine rechnerische Korrektur der Meßwerte möglich sein, die mindestens die gleiche Genauigkeit gewährleistet. Im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 30 Hz dürfen keine Resonanzen auftreten.
 - ab) Die Dämpfung muß $65\% \pm 5\%$ der kritischen Dämpfung ($D = 0,65 \pm 0,05$) betragen.
 - ac) Die Dynamik muß mindestens $100 : 1 \hat{=} 40$ dB betragen. Die Querachsenempfindlichkeit gegenüber Beschleunigungskomponenten orthogonal zur Aufnehmerachse darf 3% nicht überschreiten.
- b) Registriergerät
 - ba) Die Dynamik muß mindestens $100 : 1 \hat{=} 40$ dB für die Aufzeichnung und Wiedergabe betragen. Die Meßwerte aller Kanäle und eine Zeitreferenz der Genauigkeit von $\pm 0,2\%$ und mindestens einer Marke pro Sekunde sind aufzuzeichnen.
 - bb) Der Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 30 Hz muß aufgelöst werden können.
 - bc) Der Meßwertträger hat dokumentarischen Anforderungen zu genügen.
- c) Seismische Trigger
 - ca) Die Abweichung des Amplitudenganges vom Amplitudenmittelwert darf im Frequenzbereich von 1 Hz bis 10 Hz nicht mehr als $\pm 35\%$ betragen.

cb) Der Amplitudengang muß zur Unterdrückung nicht erdbebenbedingter Störeinflüsse ab 10 Hz abfallend sein.

cc) Sowohl die vertikale als auch die horizontale seismische Erregung müssen eine Auslösung verursachen können.

(4) Die Beschleunigungsaufnehmer und Registriergeräte müssen spätestens 0,1 Sekunde nach der vom seismischen Trigger erfaßten Grenzwertüberschreitung in Betrieb sein und dürfen frühestens 30 Sekunden nach der letzten Grenzwertüberschreitung abgeschaltet werden. Nach Auslösung durch den Triggerimpuls muß das Aufzeichnungsmaterial für eine Aufzeichnungsdauer von mindestens 10 Minuten ausreichen.

(5) Die Prüfung des Übertragungsverhaltens, der Eigenfrequenz und der Dämpfung soll im eingebauten Zustand durchführbar sein.

4.3 Seismische Wächter

Der Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 30 Hz muß erfaßt werden. Sowohl die vertikale als auch horizontale seismische Erregung müssen die Grenzwertmeldung auslösen können.

5 Auslösung und Meldung

(1) Durch schaltungstechnische Maßnahmen muß gewährleistet sein, daß bereits durch das Ansprechen eines Triggers alle Beschleunigungsaufnehmer und Registriergeräte gestartet werden. Die seismischen Trigger im Reaktorgebäude sind auf Beschleunigungsgrenzwerte von nicht mehr als $0,1 \text{ m/s}^2$ einzustellen. Der seismische Trigger im Freifeld ist auf einen Beschleunigungsgrenzwert von nicht mehr als $0,2 \text{ m/s}^2$ einzustellen. Bei häufigen nicht erdbebenbedingten Auslösungen eines Triggers sollte zum Beispiel dessen Aufstellungsort verändert werden. Eine Heraufsetzung des Beschleunigungsgrenzwertes darf nur dann vorgenommen werden, wenn keine anderen Maßnahmen zum Erfolg führen.

(2) Die seismischen Wächter sind auf Beschleunigungsgrenzwerte einzustellen, die den an den Aufstellungsorten festgesetzten oder berechneten maximalen Beschleunigungen für das Inspektionsniveau entsprechen.

(3) Folgende Meldungen sind in der Warte oder in einem Wartennebenraum vom Blattschreiber zu protokollieren:

- a) Auslösung der Meßwerterfassung und -aufzeichnung,
- b) Ansprechen eines jeden seismischen Wächters,
- c) Ausfall der Fremdstromversorgung der in Abschnitt 3 verlangten Instrumente.

Diese Meldungen sind zu einer Sammelmeldung zusammenzufassen, die in der Warte optisch und akustisch zu melden ist.

(4) Bei Auftreten der Sammelmeldung ist zu prüfen, ob sie durch ein Erdbeben ausgelöst wurde.

(5) Ist in einer Mehrblockanlage nur ein Reaktorgebäude mit einer seismischen Instrumentierung ausgerüstet, so sind die in Absatz 3 erwähnten Meldungen in gleicher Weise allen Warten weiterzuleiten.

6 Dokumentation

Die Ergebnisse von Messungen, Wartungen und Prüfungen der seismischen Instrumentierung sind zu dokumentieren.

Stichwortverzeichnis

Anzahl	3	Inspektionsniveau	4.2 (1) a); 5 (2)
Antwortspektrum	4.1 (2)	Instrumente, seismische	3.1
Aufstellung	3	Instrumentencharakteristik	4
Aufstellungsort	5 (1), (2)	Instrumentierung, seismische	3.1; 3.3; 4.1 (2); 5 (5); 6
Aufzeichnung(en)	3.2 (3); 5 (3) a)	Klasse I	3.2 (2)
Auslegungsspektrum	4.1(2)	Maximalbeschleunigung(en)	3.1
Auslösung	4.2 (3)cc); 4.2 (4); 5	Mehrblockanlage(n)	3.3; 5 (5)
Bedienung	3.2 (3)	Meldung(en)	5; 5 (3), (5)
Bemessungserdbeben	3.1; 4.2 (1) b)	Prüfung	4.1 (4); 4.2 (5); 6
Beschleunigung	2; 4.2 (1) a), b); 5 (2)	Reaktorgebäude	3.2 (1), (2), (4); 3.3; 5 (1), (5)
Beschleunigungsaufnehmer	2 (1), (2); 3.2 (1), (2), (4), (5); 4.2 (3) a), (4); 5 (1)	Registrierbereitschaft	4.1 (3)
Beschleunigungsmeßeinrichtung	2 (1); 3.2 (3); 4.2	Registriergerät(e)	2 (1), (3); 4.2 (3) b), (4); 5.1
Betrieb, bestimmungsgemäßer	4.2 (1)	Sammelmeldung	5 (3), (4)
Dokumentation	6	Standort(e)	3.1
Einblockanlage	3.2	Trigger, seismischer	2 (4), (5); 3.2 (1), (2), (4), (5); 4.2 (3) c), (4); 5 (1)
Etagenantwortspektrum	3.3	Umgebungsbedingungen	4.2 (1)
Freifeld	3.2 (2); 5 (1)	Wächter, seismischer	2 (4), (5); 3.2 (1) bis (5); 4.3; 5 (2); 5 (3) b)
Fremdstromversorgung	4.1 (3); 5 (3) c)	Warte	5 (3), (5)
Grenzwert	2 (5); 5 (1), (2)	Wartennebenraum	5 (3)
- Meldung	4.3	Wartung (der Instrumente)	3.2 (3); 4.1 (4); 6
- Überschreitung	4.2 (4)		
Horizontalbeschleunigung(en)	3.2 (1)		