

KTA 3603

Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken

Fassung 2022-11

Frühere Fassungen der Regel: 1980-02 (BAnz. Nr. 96a vom 24. Mai 1980)
 1991-06 (BAnz. Nr. 7a vom 11. Januar 1992)
 2009-11 (BAnz. Nr. 3a vom 7. Januar 2010)
 2017-11 (BAnz AT 05.02.2018 B3)

Inhalt

	Seite
Grundlagen	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	2
3 Verfahrenstechnische Auslegung	2
3.1 Allgemeines	2
3.2 Aufbau und Kapazität der Anlagen	3
3.3 Behandlungsverfahren.....	4
4 Konstruktive Auslegung	4
4.1 Allgemeines	4
4.2 Bauliche Anordnung	4
4.3 Komponenten	5
4.4 Überwachung der Anlagen	5
5 Betrieb und Instandhaltung.....	6
6 Prüfungen	6
6.1 Allgemeines	6
6.2 Begutachtung der Anlagen vor der Errichtung.....	6
6.3 Begleitende Kontrollen.....	6
6.4 Wiederkehrende Prüfungen.....	7
Anhang A: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird	8

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 - AtG), um die im AtG, im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten sowie in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) und den „Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Der Nachweis, dass die Schadensvorsorge im Sinne des § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG getroffen ist, ist unter anderem für die Einrichtungen zur Rückhaltung flüssiger radioaktiver Stoffe in den vorgesehenen Umschließungen, zu deren Handhabung und kontrollierter Führung innerhalb des Kernkraftwerks und zu deren kontrollierter Abgabe auf hierfür vorgesehenen Wegen zu erbringen. In diesem Zusammenhang sind die Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser Teile der Einrichtungen, die nach § 72 Abs. 1 StrlSchG in Verbindung mit den in (3) genannten Zielen vom Strahlenschutzverantwortlichen vorzusehen sind.

(3) Die Regel KTA 3603 enthält Anforderungen an die verfahrenstechnische und konstruktive Auslegung, bauliche Anordnung und Prüfungen, deren Erfüllung dazu dient, insbesondere die folgenden Ziele zu erreichen:

- a) jede Exposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der im Strahlenschutzgesetz festgelegten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten (§ 8 Abs. 2 StrlSchG),
- b) dafür zu sorgen, dass radioaktive Stoffe nicht unkontrolliert in die Umwelt abgeleitet werden (§ 99 Abs. 4 StrlSchV) sowie
- c) dafür zu sorgen, dass die nach § 102 Abs. 1 der StrlSchV von der Behörde festgelegten zulässigen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Wasser nicht überschritten werden.

(4) Neben den Anforderungen dieser Regel sind bei der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) und das jeweilige Landeswassergesetz zu erfüllen.

1 Anwendungsbereich

(1) Diese Regel ist anzuwenden auf Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser, das in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren anfällt. Diese Anlagen haben die Aufgabe, das anfallende radioaktiv kontaminierte Wasser zu sammeln und so zu behandeln, dass es entweder im Kernkraftwerk weiter verwendet oder kontrolliert über einen Übergabebehälter an den Vorfluter abgegeben werden darf.

Hinweis:

Bei einer eventuellen Rückspeisung des behandelten Wassers zur weiteren Nutzung im Kernkraftwerk sind entsprechend dem Verwendungszweck spezifizierte Wasserqualitäten einzuhalten.

(2) An die Komponenten der Lagerung von radioaktiven Konzentraten sind zusätzliche Anforderungen definiert, die die Regelungen von KTA 3604 ergänzen.

(3) Diese Regel ist nicht anzuwenden auf Primärkühlmittel-Reinigungsanlagen, auf Anlagenentwässerungssysteme, auf die Behandlung radioaktiver Konzentrate sowie auf Brennelementlagerbecken-Reinigungssysteme.

Hinweis:

Primärkühlmittel-Reinigungsanlagen sind in DIN 25476 und die Behandlung radioaktiver Konzentrate ist in KTA 3604 festgelegt. Brennelementlagerbecken-Reinigungssysteme sind zurzeit nicht geregelt.

2 Begriffe

(1) Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser

Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser ist jede Maßnahme, die die Konzentration an radioaktiven Verunreinigungen herabsetzen kann, sowie die Sammlung und Lagerung dieses Wassers.

(2) Bestimmungsgemäßer Betrieb

Der bestimmungsgemäße Betrieb umfasst

- a) Betriebsvorgänge, für die die Anlage bei funktionsfähigem Zustand der Systeme (ungestörter Zustand) bestimmt und geeignet ist (Normalbetrieb),
- b) Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktion von Anlagenteilen oder Systemen (gestörter Zustand) ablaufen, soweit hierbei einer Fortführung des Betriebes sicherheitstechnische Gründe nicht entgegenstehen (anomaler Betrieb) und
- c) Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).

Hinweis:

Der Begriff „Anlage“ ist hier gleichbedeutend mit dem Begriff Kernkraftwerk. Im Folgenden bezieht sich der Begriff „Anlage“ auf „Anlage zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser“.

(3) Dekontaminationsfaktor

Dekontaminationsfaktor ist der Quotient aus der Konzentration von radioaktiven Stoffen im Rohwasser und der Konzentration des behandelten Wassers. Abweichend davon ist der Dekontaminationsfaktor der Verdampferanlage der Quotient aus der Konzentration in der Verdampferblase zur Konzentration im Destillat.

(4) Radioaktive Konzentrate

Radioaktive Konzentrate sind radioaktive Abfälle in fließfähiger Form aus Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser (z. B. Verdampferkonzentrate, Filterrückstände aus mechanischer Filterung, verbrauchte Ionenaustauschermassen).

(5) Übergabebehälter

Übergabebehälter ist ein Behälter, von dem aus Wasser nach der Entscheidungsmessung in den Vorfluter abgeleitet wird.

3 Verfahrenstechnische Auslegung

3.1 Allgemeines

(1) Die Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser hat so zu erfolgen, dass bei der Ableitung von behandeltem Wasser aus einem Übergabebehälter die Aktivitätskonzentration nach KTA 1504 nicht überschritten wird.

(2) Bei der Überwachung und Bilanzierung der Ableitungen sind die Anforderungen nach KTA 1504 zu beachten.

(3) Bei der Auslegung und Anordnung der Anlagen sind die Anforderungen zum Schutz des Betriebspersonals vor ionisierender Strahlung nach KTA 1301.1 und KTA 1301.2 einzuhalten.

(4) Es sind die kernkraftwerkbezogenen Gegebenheiten (z. B. Leckagen innerhalb des Kondensators oder Dampferzeugers), die den Anfall radioaktiv kontaminierten Wassers beeinflussen, und die standortbezogenen Gegebenheiten (z. B. Wasserführung des Vorfluters) zu berücksichtigen.

(5) Das bei Rückspülung oder Regenerierung sowie anschließenden Spülungen in der Dampferzeuger-Abschlammmentsalzung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktor anfallende Wasser ist zu prüfen und bei einem Wert des Caesium 137-Äquivalents größer als $2 \cdot 10^6 \text{ Bq/m}^3$ den Anlagen zuzuleiten.

(6) Das bei Rückspülung oder Regenerierung sowie anschließenden Spülungen in der Kondensatreinigung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktor anfallende Wasser ist vor einer Ableitung zu prüfen und bei einem Wert des Caesium 137-Äquivalents größer als $2 \cdot 10^6 \text{ Bq/m}^3$ den Anlagen zuzuleiten. Auf eine Verbindung zu den Anlagen darf verzichtet werden, wenn durch eine andere Maßnahme (z. B. betriebliche Regelung) sichergestellt wird, dass der Wert des Caesium 137-Äquivalents in diesem Wasser den Wert von $2 \cdot 10^6 \text{ Bq/m}^3$ nicht überschreitet.

(7) Das bei Rückspülung oder Regenerierung sowie anschließenden Spülungen in der Kondensatreinigung von Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktor anfallende Wasser ist zu sammeln und den Anlagen zur Behandlung zuzuführen oder zurückzuspeisen.

3.2 Aufbau und Kapazität der Anlagen

(1) Der Aufbau der Anlagen muss eine getrennte Sammlung und Aufbereitung des Wassers ermöglichen (z. B. nach der spezifischen Aktivität, nach der chemischen Zusammensetzung).

Hinweis:

Typische Abwässer eines Kernkraftwerks sind den **Tabellen 3-1** und **3-2** zu entnehmen. Üblicherweise wird nach zu verdampfendem Wasser und nach mechanisch zu behandelndem Wasser getrennt gesammelt. Zusätzlich wird bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktor Wasser mit niedriger Leitfähigkeit getrennt gesammelt und durch Ionenaustausch behandelt.

Abwässer	Beschaffenheit
Sumpfwasser aus Anlagenräumen Wasser aus der Konzentrataufbereitung Labor- und Dekontwasser	höhere Aktivitätskonzentration, borsäurehaltig
Sumpfwasser aus Betriebsräumen Wäschereiwasser Wasser aus Dusch- und Waschräumen	geringe Aktivitätskonzentration, detergentienhaltig
Regenerat/Spülwasser aus der Dampferzeugerabschlammungsanlage	geringe Aktivitätskonzentration nur bei Leckagen innerhalb des Dampferzeugers

Tabelle 3-1: Typische Abwässer eines Kernkraftwerks mit Druckwasserreaktor

Abwasser	Beschaffenheit
Sumpfwasser aus Anlagenräumen Labor- und Dekontwasser Wasser aus der Kondensatreinigung Wasser aus der Konzentrataufbereitung	höhere Aktivitätskonzentration
Wäschereiwasser Wasser aus Dusch- und Waschräumen	geringe Aktivitätskonzentration, detergentienhaltig

Tabelle 3-2: Typische Abwässer eines Kernkraftwerks mit Siedewasserreaktor

(2) Bei einem Kernkraftwerk mit Leichtwasserreaktor muss eine Reinigungsmöglichkeit durch Verdampfung und grundsätzlich eine mechanische Reinigungsmöglichkeit (Zentrifuge oder Filter) vorhanden sein. Auf die Anlagen zur mechanischen Reinigung kann verzichtet werden, wenn die Kapazität der Verdampfungsanlage ausreichend bemessen ist. Bei einem Kernkraftwerk mit Siedewasserreaktor ist zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser mit niedriger Leitfähigkeit zusätzlich eine Ionenaustauscheranlage vorzusehen.

(3) Die Kapazität der Anlagen ist unter Berücksichtigung des Anlagenkonzeptes und der im bestimmungsgemäßen Betrieb anfallenden Abwassermenge im Einzelfall festzulegen. Dabei ist die Betriebsweise der Anlagen (z. B. Schichtbetrieb, Fünftagebetrieb, Automatisierungsgrad, ggfs. Mehrblockanlage) zu beachten. Für Kernkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von größer als 1100 MW gilt **Tabelle 3-3** als Orientierung.

Hinweis:

Diese Orientierungswerte gehen davon aus, dass der jährliche Anfall von Abwasser aus dem Kontrollbereich bei einem Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor 20.000 m³ und bei einem Kernkraftwerk mit Siedewasserreaktor 40.000 m³ betragen kann. Dabei ist berücksichtigt, dass an einzelnen Tagen - insbesondere während der Revision des Kernkraftwerks - überdurchschnittliche Mengen anfallen können.

Behandlungsverfahren	Durchsatz von radioaktiv kontaminiertem Wasser bei	
	DWR	SWR
Verdampferanlage (Destillatmenge)	4 m ³ /h	4 m ³ /h
Ionentauscheranlage	-	60 m ³ /h
Mechanische Reinigung durch Zentrifuge oder Filter	5 m ³ /h	5 m ³ /h

Tabelle 3-3: Orientierungswerte für den Anfall von zu behandelndem radioaktiv kontaminiertem Wasser für Kernkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von größer als 1100 MW

(4) Die Anzahl und die Speicherkapazität der Sammel- und Übergabebehälter müssen den Anforderungen des bestimmungsgemäßen Betriebs genügen. Für Kernkraftwerke mit einer elektrischen Leistung größer als 1100 MW gilt **Tabelle 3-4** als Orientierung.

Behälter	Mindestanzahl	Mindestkapazität je Behälter
Sammelbehälter	4	70 m ³
Übergabebehälter	2	70 m ³

Tabelle 3-4: Orientierungswerte für Sammel- und Übergabebehälter für Kernkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von größer als 1100 MW

(5) Anzahl und Kapazität von Behältern für radioaktive Konzentrate sind nach KTA 3604 auszulegen.

(6) Das in den Zuluftanlagen des Kernkraftwerks anfallende Kondensat aus der Außenluft braucht nicht den Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser zugeführt zu werden.

3.3 Behandlungsverfahren

3.3.1 Allgemeines

Für die Auswahl und Auslegung der Behandlungsverfahren sind die standortbezogenen Anforderungen an das Einleiten von Abwasser zugrunde zu legen. Übliche Behandlungsverfahren sind neben den in 3.2 (2) geforderten Behandlungsverfahren auch Fälln und Flocken, Sedimentieren und biologische Verfahren.

Hinweis:

Für die Handhabung und Lagerung von festen und flüssigen radioaktiven Abfällen, die aus der Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser hervorgehen, sind die weiteren Anforderungen in KTA 3604 festgelegt.

3.3.2 Verdampfen

(1) Um die Verkrustung der Verdampferheizrohre zu minimieren und frühzeitig Verkrustungsansätze abzulösen, ist die Anlage für einen regelmäßigen chemischen Reinigungsbetrieb (z. B. nach jedem Abschlämmen) auszurüsten.

(2) Bei der Auslegung der Verdampferheizfläche ist eine Leistungsreserve von etwa 15 % zu berücksichtigen.

(3) Der Dekontaminationsfaktor der Verdampferanlage muss unter den in 6.3.4 (4) festgelegten Bedingungen mindestens 10^6 betragen.

3.3.3 Zentrifugieren oder Filtrieren

Für die Behandlung von mechanisch verunreinigtem oder biologisch behandeltem Wasser sind Zentrifugen oder mechanische Filter einzusetzen.

3.3.4 Ionenaustausch

Für Wasser, dessen ionale Konzentration gering und dessen Aktivitätskonzentration erhöht ist, darf die Behandlung über einen Mischbettfilter erfolgen.

3.3.5 Fälln und Flocken

Fälln und Flocken soll nur in Verbindung mit einem weiteren Verfahren zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser nach 3.3.2 oder 3.3.3 vorgenommen werden.

3.3.6 Sedimentieren

Für Wasser mit absetzbaren Feststoffen darf die Behandlung durch Sedimentieren erfolgen.

3.3.7 Biologische Verfahren

Biologische Verfahren sollen nur in Verbindung mit einem weiteren Verfahren zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser nach 3.3.2 oder 3.3.3 eingesetzt werden.

4 Konstruktive Auslegung

4.1 Allgemeines

(1) Die Anlagen sind für zuverlässigen Dauerbetrieb und möglichst wartungsfrei auszulegen und dekontaminationsfreundlich zu gestalten.

(2) Bei der Auslegung und Anordnung der Anlagen und deren Komponenten sind für die Handhabung und Lagerung von radioaktiven Konzentraten auch die Anforderungen nach KTA 3604 Abschnitt 4 zu beachten.

(3) Es sind mindestens die Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung Abschnitt III zu erfüllen.

(4) Es muss sichergestellt sein, dass radioaktiv kontaminiertes Wasser durch Undicht werden, Überlaufen oder Fehlbedienung von Anlagen und deren Komponenten nicht in das Erdreich, das Oberflächen- oder Grundwasser eindringen oder in ein nicht aktivitätsführendes Abwassernetz gelangen kann.

(5) Um eine Ausbreitung von radioaktiven Stoffen in die Raumluft zu vermeiden, sind die Komponenten direkt in die Systemabluft zu entlüften (siehe auch KTA 3601 Abschnitt 5.3.2 (3)). Eine anderweitige Atmung aktivitätsführender Komponenten (z. B. durch Überläufe) in die Raumluft muss durch geeignete Maßnahmen verhindert werden.

(6) Ein Eindringen und Verschleppen von Aktivität in angeschlossene nicht aktivitätsführende Systeme (z. B. Deionat-, Spülwasser- und Sperrwassersysteme) ist durch den Einbau geeigneter Armaturen, die Anordnung der Rohrleitungsanbindung oder durch Schlauchanbindung mit Rückschlagkupplung zu verhindern.

(7) Bei nicht aktivitätsführenden Systemen, die aus dem Kontrollbereich herausführen, ist gegen ein Eindringen und Verschleppen von Aktivität KTA 1504 Abschnitt 3.8 Absatz 2 zu beachten.

(8) Nicht aktivitätsführende Systeme mit Wärmetauschern (z. B. Hilfsdampf- und Kühlwassersysteme) sind zur Erkennung von Aktivitätsübertritten mit geeigneten Einrichtungen (z. B. Probenentnahmestellen oder Aktivitätsmessgeräten) auszurüsten.

(9) Die ausgewählten Werkstoffe - auch für Auskleidungen, Membranen und Dichtungen - müssen den betrieblichen Beanspruchungen (z. B. mechanischer, thermischer und chemischer Art sowie durch ionisierende Strahlung) genügen. Bei alterungsempfindlichen Werkstoffen ist das Zeitstandsverhalten zu beachten.

(10) Die Komponenten sind in Abhängigkeit vom Aktivitätsinventar zu klassifizieren (z. B. Konvoi-Spezifikationen K3, K4a, K5).

4.2 Bauliche Anordnung

(1) Die Anlagen sind innerhalb des Kontrollbereiches aufzustellen.

(2) Die Konzentratbehälter müssen in wasserdichten Wannen stehen. Falls die Wanne nicht das Volumen eines Behälters aufnehmen kann, ist eine Leckage-Überwachungseinrichtung zu installieren.

(3) Die Komponenten der Anlagen sind im Gebäude so anzuordnen, dass lange Rohrleitungen und Verkehrswege bei der Bedienung vermieden werden.

(4) Die Sammel-, Übergabe- und Konzentratbehälter sind vorzugsweise an der tiefsten Stelle der Anlage oder des Gebäudes anzuordnen. Die Komponenten sollen oberhalb der Behälter so aufgestellt werden, dass das aufbereitete Wasser und die Rückstände in freiem Ablauf den entsprechenden Behältern zulaufen können.

(5) Gebäudesümpfe und Auffangbecken sind an den tiefsten Stellen der Gebäude oder in dafür ausgebildeten Gebäudeeinheiten anzuordnen. Sümpfe und Becken müssen aus korrosionsbeständigen Werkstoffen bestehen oder in geeigneter Weise geschützt werden (z. B. durch Gummierung, Kunststoffbeschichtung).

(6) Ist keine Raumentwässerung vorhanden, so muss der Raum als wasserdichte Wanne ausgebildet sein, die den Inhalt des größten im Raum befindlichen Behälters aufnehmen kann. In die Wanne ausgetretenes radioaktiv kontaminiertes Wasser muss von Pumpen ohne Gefahr für das Betriebspersonal in

unbeschädigte Behälter übergepumpt werden können. Die Leckage muss durch Messgeräte (z. B. Feuchtfühler, Aerosolmonitore, Höhenstandsanzeiger) angezeigt und gemeldet werden.

(7) Jeder Übergabebehälter darf nur mit Hilfe einer Pumpe entleert werden können. Ein freies Auslaufen eines Übergabebehälters über die Abgabelleitung ist durch geeignete Rohrleitungsführung zu verhindern (z. B. Rohrleitungsschleife). Dabei ist der größtmögliche Behälterfüllstand zugrunde zu legen.

(8) Die Überlaufleitungen der Übergabebehälter dürfen nicht so miteinander verbunden sein, dass beim Überlaufen eines Behälters das abzuleitende Wasser in den anderen Behälter fließen kann.

(9) Im Gegensatz zu (8) sind die Überläufe der anderen Behältergruppen so anzuordnen, dass zuerst benachbarte Behälter befüllt werden, bevor diese gemeinsam überlaufen können.

(10) Die Verdampferanlage ist so zu gestalten und anzuordnen, dass eine Reinigung der Verdampferheizrohre im eingebauten Zustand unter Berücksichtigung des Strahlenschutzes möglich ist. Das bei der Reinigung anfallende Abwasser sollte gezielt in die Sammelbehälter abgeleitet werden können.

(11) Die Chemikaliendosierstation ist mit einer chemikalienbeständigen Bodenwanne auszurüsten.

Hinweis:

Der Umgang mit Chemikalien ist in Arbeitsschutzvorschriften festgelegt.

4.3 Komponenten

4.3.1 Behälter und Wärmeaustauscher

(1) Beim Betrieb der Anlagen dürfen keine unzulässigen Betriebsdrücke entstehen.

(2) Die Werkstoffe für die Verdampferanlage müssen den zu erwartenden korrosiven Einflüssen standhalten.

Hinweis:

Geeignete Werkstoffe sind z. B. 1.4539 (VdTÜV Werkstoffblatt WB 421) und 2.4858 (VdTÜV Werkstoffblatt WB 432/1).

(3) Behälter, die in Wannen aufgestellt werden, sind gegen mögliches Aufschwimmen zu sichern.

(4) Die Behälterzuläufe sind konstruktiv so zu gestalten, dass Beschädigungen der Innenoberflächen durch Fallerosion vermieden werden.

(5) Sammelbehälter, die zu Sedimentationszwecken genutzt werden, sind mit einem konischen Boden auszurüsten.

(6) Drucklose Behälter sind grundsätzlich mit nicht absperrbaren Überläufen und nicht absperrbaren Be- und Entlüftungstutzen auszurüsten. Werden diese absperrbar ausgeführt, sind andere Absicherungen vorzusehen (z. B. Sicherheitsventile, Überströmventile, Vakuumbrecher). Enden die Überläufe offen im Raum, so ist ein Austreten von Schiebeluft in den Raum zu verhindern (z. B. durch ein Wasserschloss).

(7) In den Behältern müssen Einrichtungen vorhanden sein, die eine wirksame Durchmischung des Behälterinhaltes gestatten. Die Durchmischung ist vorzugsweise durch Rühren oder durch Umpumpen vorzunehmen. Bei der Durchmischung ist ein Wassereintrag in die Systemabluft zu verhindern.

(8) Für Behälter und Wärmetauscher, in denen radioaktive Ablagerungen nicht ausgeschlossen werden können, ist die Möglichkeit der Dekontamination vorzusehen (z. B. durch Spülen).

4.3.2 Pumpen, Armaturen und Rührwerke

(1) Die Wellendurchführungen von Pumpen und Rührwerken sind grundsätzlich oberhalb des maximalen Füllstandes vorzu-

sehen. Wird eine Durchführung unterhalb des maximalen Füllstandes notwendig, so muss ein Austreten von radioaktiv kontaminiertem Wasser verhindert werden (z. B. durch eine Gleitringdichtung mit Sperrwasser).

(2) Bei der Auslegung von Konzentratförderpumpen ist auf die Verstopfungsgefahr zu achten.

(3) Armaturen müssen ihrem Verwendungszweck entsprechend ausgeführt sein. Bei Wasser mit erhöhtem Feststoffgehalt sind Armaturen mit freiem Durchgang zu wählen (z. B. Kugel- oder Kükenhähne). Sofern Membranarmaturen eingesetzt werden, dürfen sie nicht zu Regelungszwecken benutzt werden. Strömungstoträume sollen vermieden werden.

4.3.3 Rohrleitungen

(1) Zur Berechnung der Wanddicke von Stahlrohren und von Rohrbogen gegen Innendruck ist DIN EN 13480-3 anzuwenden.

Hinweis:

Weitere Berechnungsgrundlagen befinden sich in den AD-2000 Merkblättern der Reihe B.

(2) Rohrleitungen sind so zu verlegen, dass ein einwandfreies Füllen, Entlüften und Entwässern möglich ist.

(3) Schmutzwasserführende Rohrleitungen sind mit mindestens 1 % Gefälle, konzentratführende Rohrleitungen mit mindestens 2,5 % Gefälle zu verlegen.

(4) Für konzentrat- und harzführende Rohrleitungen, wie auch für Rohrleitungen, die Filterhilfsmittel führen, sind möglichst große Rohrbogen oder Biegungen (z. B. mit Krümmungsradien größer als oder gleich drei Rohrdurchmesser) zu verwenden.

(5) Feststoffführende Rohrleitungen sind so zu verlegen und anzuordnen, dass möglichst keine Strömungstoträume und Ablagerungsmöglichkeiten entstehen. Außerdem sind Spülmöglichkeiten vorzusehen.

(6) Rohrleitungen unterhalb des maximal möglichen Wasserstandes sowie druckführende Leitungen müssen von den Komponenten bis zur ersten Absperrarmatur den Anforderungen an die Komponente entsprechen.

4.4 Überwachung der Anlagen

(1) Alle wichtigen Zustandsgrößen (z. B. Füllstand, Temperatur, Druck, Massen- und Volumenstrom, pH-Wert, Leitfähigkeit) sind zu messen und zum Leitstand der Anlagen zu übertragen, damit der Zustand des Systems schnell und sicher erkennbar ist.

Hinweis:

Anforderungen zur Ausführung des Leitstandes sind in KTA 3904 festgelegt.

(2) Es sind Einrichtungen einzusetzen, die bei Überschreiten der zugelassenen Betriebszustände automatische Maßnahmen zum Schutz der Komponenten und angeschlossener Systeme durchführen. Die eingesetzten Einrichtungen müssen den betrieblichen Beanspruchungen (z. B. mechanischer, thermischer und chemischer Art sowie ionisierender Strahlung) genügen.

(3) Auf der Kernkraftwerkswarte brauchen nur Störmeldungen und diese nur als Sammelmeldung zu erscheinen. Stör- und Warnmeldungen dürfen nur vom Leitstand der Anlagen aus quittiert werden können.

(4) Die Anlagen sind mit Probenentnahmestellen auszurüsten.

(5) Routinemäßig wiederkehrende Funktionsabläufe sollten im Hinblick auf die Entlastung des Betriebspersonals automatisiert werden.

(6) Die Übergabebehälter müssen mit einer gegenseitigen Verriegelung des Zu- und Ablaufes ausgerüstet sein. Vom Beginn des Umwälzbetriebes vor der Probenentnahme bis zum Ende des Abpumpvorganges ist der Zulauf so zu verriegeln, dass er während dieser Zeit nicht geöffnet werden kann.

(7) Die Verdampferanlage ist im Hinblick auf eine mögliche Verkrustung der Heizrohre zusätzlich mit einer Druckmessung auf der Heizröhre und einer Durchflussmessung in der Destillatleitung auszurüsten. Diese sind im Betrieb zu überwachen.

Hinweis:

Sinkende Verdampferleistung und steigender Heizröhrendruck können Indizien für eine Heizrohrverkrustung sein.

5 Betrieb und Instandhaltung

(1) Betrieb und Instandhaltung der Anlagen sind im Betriebshandbuch nach KTA 1201 zu regeln.

(2) Über die Wasserbilanz innerhalb der Anlagen ist Buch zu führen.

6 Prüfungen

6.1 Allgemeines

(1) An den Anlagen sind Prüfungen durchzuführen.

(2) Die Prüfungen müssen umfassen:

- a) Begutachtung vor der Errichtung,
- b) begleitende Kontrollen und
- c) wiederkehrende Prüfungen.

(3) Die Ergebnisse zu 2a) sind in Gutachten oder gutachterlichen Stellungnahmen, die Ergebnisse zu 2b) in Dokumentationsunterlagen der Dokumentationsklasse C BMI-Bekanntmachung „Anforderungen an die Dokumentation bei Kernkraftwerken“) und die Ergebnisse zu 2c) in der durch das Prüfhandbuch nach KTA 1202 festgelegten Art und Weise niederzulegen.

6.2 Begutachtung der Anlagen vor der Errichtung

(1) Die Begutachtung ist mit dem Ziel durchzuführen, festzustellen, ob die Möglichkeit des sicheren Betriebes der Anlagen in allen Betriebszuständen besteht. Dabei sind insbesondere auch die Prüfbarkeit sowie die Instandhaltungsfreundlichkeit der Anlagen und ihrer Komponenten zu beachten.

(2) Vor Errichtung der Anlagen ist die Auslegung anhand folgender Unterlagen zu prüfen:

- a) Sicherheitsbericht,
- b) Anlagen- oder Systembeschreibung,
- c) Anlagen- oder Systemschaltplan,
- d) Aktivitätsfließschema (Volumenströme und Aktivitätskonzentrationen),
- e) Messstellen- und Verriegelungsliste für sicherheitstechnisch wichtige Funktionen,
- f) Werkstoff- und Bauprüfspezifikationen und
- g) Aufstellungspläne (Anordnung der Komponenten) oder maßstabgerechte Modelle.

(3) Die Unterlagen sind daraufhin zu prüfen, ob

- a) alle sicherheitstechnisch wichtigen Teile der Anlagen erfasst und ausreichend dargestellt sind,
- b) die Auslegung der Anlagen und ihrer Komponenten die Anforderungen dieser Regel erfüllt,
- c) die Klassifizierung der Komponenten der Anlagen deren sicherheitstechnischer Bedeutung entspricht und

d) Werkstoff- und Bauprüfspezifikationen den Anforderungen nach 6.3.3 genügen.

6.3 Begleitende Kontrollen

6.3.1 Allgemeines

(1) Die begleitende Kontrolle muss einschließlich der Dokumentation umfassen:

- a) Vorprüfungen,
- b) Werkstoff-, Bau- und Druckprüfungen und
- c) Abnahme- und Funktionsprüfungen.

(2) Die Komponenten sind entsprechend ihrer Klassifikation in einem von der zuständigen Behörde festgelegtem Umfang durch von der Behörde zugezogene Sachverständige auf Erfüllung der Anforderungen zu prüfen.

6.3.2 Vorprüfung

Zur Vorprüfung sind folgende Unterlagen vorzulegen:

- a) Auslegungsdatenblätter,
- b) Übersichtszeichnungen und ausgewählte Detailzeichnungen,
- c) Isometrien bei Rohrleitungen größer als DN 50 (im Allgemeinen als begleitende Vorprüfung während der Montage, jedoch vor der Druckprobe),
- d) Stücklisten mit Werkstoffangaben,
- e) Festigkeitsberechnungen (Dimensionierungsberechnungen, eventuell Analyse des dynamischen Verhaltens),
- f) Bauprüfpläne und
- g) Schweißpläne (einschließlich Angaben für eine eventuelle Wärmebehandlung).

6.3.3 Werkstoff-, Bau- und Druckprüfungen

(1) Bauteile und Komponenten sind im Herstellerwerk und ihre Montage ist im Kernkraftwerk auf Übereinstimmung mit den vorgeprüften Unterlagen zu prüfen. Die Prüfung ist je nach Anforderung mit einer Druck- oder Dichtheitsprüfung abzuschließen.

(2) Die erforderlichen Prüfungen und die Art der Prüfnachweise sind im Rahmen der Begutachtung der Anlagen vor der Errichtung nach 6.2 in Spezifikationen sowie im Rahmen der Vorprüfung nach 6.3.2 festzulegen.

(3) Zerstörungsfreie Prüfungen an Druckbehältern sind entsprechend den Anforderungen nach AD-2000-Merkblatt HP 5/3 durchzuführen.

(4) Nach Fertigstellung der Anlagen beim Hersteller oder auf der Baustelle müssen die nach dem Rundschreiben des BMI und der ZPI erforderlichen und auf den Stand der Ausführung gebrachten Unterlagen vorliegen.

(5) Die abschließende Bauprüfung ist im Beisein der Behörde oder eines von der zuständigen Behörde zugezogenen Sachverständigen oder des Anlagenherstellers (siehe 6.3.1) abschnitts- oder systemweise als Druck- oder Dichtheitsprüfung durchzuführen.

(6) Die Druckprüfung soll als Flüssigkeitsdruckprüfung mit dem 1,43fachen des Auslegungsdruckes durchgeführt werden.

(7) Zur Dichtheitsprüfung ist der Prüfabschnitt im Allgemeinen mit Luft mit einem Überdruck von 1 bar abzudrücken. Nach Druckabsenkung auf einen Überdruck von 0,2 bis 0,5 bar hat die Dichtheitsprüfung an allen lösbaren Verbindungen mittels schaumbildender Flüssigkeit zu erfolgen.

(8) Behälter in offener Bauweise (z. B. Chemikalien- und Anschwemmbehälter) sind einer Wasserstandsprüfung zu unterziehen.

6.3.4 Abnahme- und Funktionsprüfungen

(1) Vor der Inbetriebsetzung sind die Anlagen und ihre Komponenten einer Abnahme- und Funktionsprüfung zu unterziehen.

(2) Vor Durchführung der Abnahme- und Funktionsprüfung müssen die Bauprüfungen abgeschlossen sein und die Ergebnisse der Werkstoff-, Bau- und Druckprüfung vorliegen (Dokumentation). Alle Prüfergebnisse sind der zuständigen Behörde oder einem von der Behörde zugezogenen Sachverständigen oder dem Hersteller (siehe 6.3.1) bei den Abnahme- und Funktionsprüfungen vorzulegen.

(3) Für die Abnahme- und Funktionsprüfungen sind die nach ZPI (Ziffer K) erforderlichen Unterlagen vorzulegen. Anhand dieser Unterlagen ist die Übereinstimmung zwischen genehmigten und ausgeführten Anlagen festzustellen.

(4) Der Dekontaminationsfaktor der Verdampferanlage nach 3.3.2 (3) muss nachgewiesen werden. Dieser Nachweis muss im Rahmen der Inbetriebsetzung durch einen Test mit der nicht radioaktiven Substanz Magnesiumsulfat (MgSO_4) erbracht werden, oder es muss ein Test einer in ihren wesentlichen Bauteilen zeichnungsgleichen anderen Verdampferanlage herangezogen werden. Der Dekontaminationsfaktor ist zu einem Zeitpunkt zu bestimmen, bei dem die Verdampferanlage im Gleichgewichtszustand bei einem Massenanteil des Salzes von 0,15 bis 0,2 in der Verdampferblase und mit dem Auslegungsdurchsatz sowie dem Auslegungsrücklauf betrieben wird. Der Massenanteil des Salzes in der Verdampferblase soll zu Beginn des Versuchs im Bereich von 0,05 bis 0,1 liegen.

Hinweis:

Die Bestimmung der Salzgehalte im Test mit der nicht radioaktiven Substanz darf z. B. durch Atomabsorptionsmessung erfolgen. Bei Erreichen des Dekontaminationsfaktors von 10^6 mit MgSO_4 unter den oben genannten Bedingungen kann erwartet werden, dass für

nicht flüchtige radioaktive Stoffe ein Dekontaminationsfaktor von mindestens 10^5 erreicht wird.

(5) Die sicherheitstechnisch einwandfreie Funktion der Anlagen und ihre Sicherheit gegen Druck- und Temperaturüberschreitungen sind in einem von der zuständigen Behörde festgelegten Umfang durch von der Behörde zugezogene Sachverständige zu prüfen und zu bescheinigen.

(6) Für alle Behälter, die der BetrSichV oder dem AtG unterliegen, ist eine Abnahme am Aufstellungsort durchzuführen und zu bescheinigen.

6.4 Wiederkehrende Prüfungen

6.4.1 Zweck und Umfang der Prüfungen

(1) Durch wiederkehrende Prüfungen ist nachzuweisen, dass die Sicherheitseinrichtungen und -vorkehrungen der Anlagen den gestellten Anforderungen nach wie vor genügen und gegenüber den Abnahmeprüfungen keine Verringerung ihrer Funktionssicherheit erfahren haben.

(2) Die Prüfungen müssen umfassen:

- a) Einsichtnahme in die Betriebsaufzeichnungen über Instandhaltungsarbeiten einschließlich deren Dokumentation und
- b) Begehung der Anlagen und Überprüfung der einwandfreien Funktion der Anlagen und ihrer Komponenten, insbesondere aller nach dieser Regel oder nach der Genehmigung erforderlichen Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsvorkehrungen.

(3) Art und Umfang der Prüfungen sind im Einzelnen im Prüfhandbuch nach KTA 1202 in Prüflisten und Prüfanweisungen festzulegen. Dabei ist auch festzulegen, welche Komponenten und Funktionen in welchen Prüfintervallen regelmäßig wiederkehrend geprüft werden müssen.

6.4.2 Dokumentation

Die Dokumentation hat nach KTA 1404 zu erfolgen.

Anhang A

Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung. Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung, die vorlag, als die verwiesene Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde).

AtG		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist
StrlSchG		Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz) Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 1917 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15) geändert worden ist
StrlSchV		Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung) Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645) geändert worden ist
SiAnf	(2015-03)	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2), die zuletzt mit Bekanntmachung des BMUV vom 25. Februar 2022 (BAnz AT 15.03.2022 B3) geändert worden ist
Interpretationen	(2015-03)	Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, vom 29. November 2013 (BAnz AT 10.12.2013 B4), geändert am 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B3)
BetrSichV		Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV) Betriebssicherheitsverordnung vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146)
Anf Doku		Anforderung an die Dokumentation bei Kernkraftwerken vom 5. August 1982 (GMBI. 1982, S. 546)
KTA 1201	(2015-11)	Anforderungen an das Betriebshandbuch
KTA 1202	(2017-11)	Anforderungen an das Prüfhandbuch
KTA 1301.1	(2022-11)	Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 1: Auslegung
KTA 1301.2	(2022-11)	Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 2: Betrieb
KTA 1404	(E 2022-11)	Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken
KTA 1504	(2022-11)	Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser
KTA 3601	(2022-11)	Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken
KTA 3604	(2020-12)	Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken
KTA 3904	(2017-11)	Warte, Notsteuerstelle und örtliche Leitstände in Kernkraftwerken
AD 2000-Merkblatt HP 5/3	(2020-12)	Herstellung und Prüfung der Verbindungen; Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißverbindungen

DIN EN 13480-3	(2017-12)	Metallische industrielle Rohrleitungen Teil 3: Konstruktion und Berechnung; Deutsche Fassung EN 13480-3:2017
DIN 25476.	(2023-03)	Primärkühlmittel-Reinigungsanlagen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren
ZPI	(1982-10)	Zusammenstellung der in atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen vom 20. Oktober 1982 (BAnz. Nr. 6a/1983 vom 11. Januar 1983)
WB 421	(2021-04)	Austenitischer Walz- und Schmiedestahl X1NiCrMoCu25-20-5; Werkstoff-Nr. 1.4539 Hersteller: Band, Blech, Flansche, Form- und Stabstahl, nahtloses Rohr, Schmiedestück
WB 432/1	(2022-06)	Hochkorrosionsbeständige Nickelbasis-Legierung NiCr21Mo; Werkstoff-Nr. 2.4858; Band, Blech