

Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken

DIN
 25 487

Water-proofing of buildings for nuclear power plants

Diese Norm ist wortgleich mit der KTA-Regel 2501, Fassung September 1988. Diese Norm wurde im Auftrag des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) vom Normenausschuß Kerntechnik (NKe) vorbereitet.

Inhalt

	Seite		Seite
Grundlagen	1	5 Schutz gegen das Austreten von radioaktiven Flüssigkeiten	4
1 Anwendungsbereich	2	6 Prüfungen	4
2 Begriffe	2	6.1 Prüfung der Planung	4
3 Allgemeine Anforderungen	2	6.2 Baubegleitende Prüfung und Überwachung	4
4 Schutz gegen das Eindringen von Wasser	2	Anhang A Bestimmungen auf die in dieser Norm verwiesen wird (Verwiesene Bestimmungen gelten nur in der in diesem Anhang angegebenen Fassung)	6
4.1 Dynamische Beanspruchungen	2	Stichwortverzeichnis	7
4.2 Hydrostatische Beanspruchungen, Druckanstieg ..	3		
4.3 Thermische und chemische Beanspruchungen ...	3		
4.4 Radiologische Beanspruchungen	3		

Grundlagen

(1) Die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA), die zum Teil auch als DIN-Normen herausgegeben werden, 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) Gemäß Kriterium 2.3 „Strahlenexposition in der Umgebung“ der Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke müssen Anlagenteile zur Erreichung der dort genannten Schutzziele gegen Einwirkungen so geschützt werden, daß sie ihre Aufgabe im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen erfüllen können.

Zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser in nicht wasserdichte Bauwerke oder Bauteile werden im allgemeinen Bauwerksabdichtungen nach DIN 18 195 herangezogen. Diese genügen den Anforderungen aus Lasten des bestimmungsgemäßen Betriebs, insbesondere den mechanischen und thermischen Beanspruchungen, wie sie sich z. B. aus äußeren, klimatischen Einflüssen und den Einwirkungen aus der Konstruktion oder aus der Nutzung des Bauwerks und seiner Teile ergeben.

Für Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken sind darüber hinaus Beanspruchungen infolge ionisierender Strahlung im bestimmungsgemäßen Betrieb sowie Belastungen aus Erdbeben, Hochwasser und anlageninternen Störfällen zusätzlich zu berücksichtigen. Aus diesen Lastfällen können in Überlagerung mit den Beanspruchungen

nach DIN 18 195 auf die Bauwerksabdichtungen zusätzlich wirken

- a) radiologische Beanspruchungen (aus bestimmungsgemäßem Betrieb, anlageninternen Störfällen),
- b) dynamische Beanspruchungen (aus Erdbeben, anlageninternen Störfällen),
- c) hydrostatische Beanspruchungen, Druckanstieg (aus Hochwasser, anlageninternen Störfällen),
- d) thermische und chemische Beanspruchungen (aus anlageninternen Störfällen).

Die Lastfälle Flugzeugabsturz und Druckwellen aus chemischen Reaktionen sind keine Auslegungstörfälle im Sinne der Störfall-Leitlinien. Für diese Lastfälle werden in dieser Norm keine Anforderungen festgelegt.

(3) Gemäß § 46 Abs. 6 der Strahlenschutzverordnung sowie dem Wasserhaushaltsgesetz und den Vorschriften der Länder zur Lagerung wassergefährdender Stoffe sind Maßnahmen zum Schutz von Wasser und Boden vorzusehen.

Beim bestimmungsgemäßen Betrieb wird im Hinblick auf die Rückhaltung radioaktiv kontaminierter Flüssigkeiten von dem Vorhandensein einer Bauwerksabdichtung kein Kredit genommen. Hierfür sind insbesondere Auffangwannen, Schwellen sowie die dekontaminierbaren Beschichtungen der Raumbooberfläche im Sinne von KTA 3603 und KTA 3604 erforderlich. Bei anlageninternen Störfällen jedoch, die möglicherweise auch als Folge von außergewöhnlichen Einwirkungen von außen eintreten können, wie z. B. Bruch einer druckführenden Komponente, sind die vorgenannten Maßnahmen wegen der direkten mechanischen und thermischen Einwirkungen möglicherweise nicht mehr voll wirksam. Für solche extrem unwahrscheinlichen Ereignisabläufe stellt eine funktionsfähige Bauwerksabdichtung dennoch sicher, daß keine radioaktiv kontaminierten Flüssigkeiten nach außen (in das Erdreich, Grundwasser) gelangen.

Fortsetzung Seite 2 bis 7

Normenausschuß Kerntechnik (NKe) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

1 Anwendungsbereich

(1) Diese Norm ist auf Bauwerksabdichtungen nach DIN 18 195 Teile 1 bis 6 und Teile 8 bis 10 für Kernkraftwerke anzuwenden.

(2) Sie gilt für Bauwerksabdichtungen nach DIN 18 195, sofern diese zum Schutz von sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen gegen das Eindringen von Wasser herangezogen werden bei Beanspruchungen aus

- a) ionisierender Strahlung im bestimmungsgemäßen Betrieb,
- b) Erdbeben nach KTA 2201.1,
- c) Hochwasser nach KTA 2207,
- d) anlageninternen Störfällen, einschließlich ionisierender Strahlung.

Abschnitt 4 trifft die über DIN 18 195 hinausgehenden Festlegungen zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser.

(3) Sie gilt außerdem für Bauwerksabdichtungen nach Absatz (2), die als Ergänzung zu den Maßnahmen nach KTA 3603, KTA 3604 und KTA 2207 zusätzlich zum Schutz von Wasser und Boden gegen das Austreten von radioaktiven Flüssigkeiten, freigesetzt infolge Belastungen aus Erdbeben oder anlageninternen Störfällen, herangezogen werden.

Abschnitt 5 trifft die über Abschnitt 4 hinausgehenden Festlegungen zum Schutz gegen das Austreten von radioaktiven Flüssigkeiten.

2 Begriffe

Hinweis: Die in dieser Norm verwendeten Begriffe zu Bauwerksabdichtungen entsprechen DIN 18 195 Teil 1.

(1) Betrieb, bestimmungsgemäßer

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),
- c) Instandhaltungsvorgänge (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).

(2) Störfall

Ein Störfall ist ein Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage ausgelegt ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorgesehen sind.

(3) Zone, spannungsfrei

Unter spannungsfreier Zone wird der Flächenanteil der Sohle verstanden, in dem sich bei kurzzeitiger Ausmittigkeit der Vertikallast rechnerisch keine Druckspannungen auf die Bauwerksabdichtung ergeben.

3 Allgemeine Anforderungen

(1) Für die Bauwerksabdichtungen und deren Fugenausbildungen sind die Festlegungen der Normen DIN 18 195 Teile 1 bis 6 und Teile 8 bis 10 mit den nachfolgenden Ergänzungen einzuhalten.

(2) Werden Stahlbetonbauteile für Gebrauchslasten entsprechend DIN 1045 bemessen und nach den dort angegebenen Konstruktionsregeln bewehrt – wobei Umgebungsbedingungen nach Tabelle 10, Zeile 1, angenommen werden dürfen – so sind auch die für die Abdichtung nach

DIN 18 195 Teil 6 geltenden Anforderungen für Beanspruchungen nach DIN 18 195 hinsichtlich Beschränkung der Rißbreiten erfüllt.

(3) Die Abdichtungsstoffe sollen DIN 18 195 Teil 2, die Bahndicke, Einbauverfahren und Verbrauchsmengen sollen DIN 18 195 Teil 6 entsprechen.

(4) Schutzschichten sind nach DIN 18 195 Teil 10 auszuführen.

(5) Die Oberkante der Abdichtung ist mindestens bis 300 mm über dem Bemessungswasserstand nach DIN 18 195 Teile 1 und 6 anzuordnen.

4 Schutz gegen das Eindringen von Wasser

4.1 Dynamische Beanspruchungen

4.1.1 Flächenbeanspruchung senkrecht zur Abdichtungsebene

(1) Für die dynamischen Flächenbeanspruchungen ist eine Begrenzung der senkrecht zur Abdichtungsebene wirkenden dynamischen Druckbeanspruchung nicht erforderlich, auch wenn die Grenzwerte für Druckbeanspruchungen nach DIN 18 195 und Tabelle 4-1 dieser Norm überschritten werden.

(2) Die Flächenbeanspruchung der Abdichtung infolge einer spannungsfreien Zone, welche besonders bei leichten, flachgegründeten und schlanken Gebäuden auftreten kann, ist wie folgt zu beachten:

- a) Eine Spaltöffnung in der Ebene der Sohlenabdichtung ist grundsätzlich zu vermeiden.
- b) Bei einem rechnerischen Flächenanteil der spannungsfreien Zone von mehr als 20 % oder bei weit auskragenden Sohlenteilflächen ist die Spaltöffnung zu ermitteln. Andernfalls darf davon ausgegangen werden, daß keine Spaltöffnung entsteht.
- c) Überschreitet die Spaltöffnung einen von der Konstruktion der Abdichtung abhängigen Grenzwert, so ist die Funktionsfähigkeit der Abdichtung nachzuweisen und es sind gegebenenfalls konstruktive oder abdichtungstechnische Maßnahmen zu treffen. Bei Abdichtungen, die dem Aufbau nach Tabelle 4-1 entsprechen, darf dieser Grenzwert mit 3 mm angesetzt werden.

4.1.2 Flächenbeanspruchung parallel zur Abdichtungsebene

(1) Für die dynamischen Flächenbeanspruchungen bei bitumenverklebten Abdichtungen dürfen die parallel zur Abdichtungsebene ermittelten Schubspannungen grundsätzlich nur im Bereich I von Bild 4-1 liegen.

(2) Liegen die ermittelten Schubspannungen im Bereich II von Bild 4-1, so sind zur Aufnahme der vollen Schubkraft konstruktive Maßnahmen, wie zum Beispiel Nocken oder Sporne, vorzusehen. In diesen Fällen darf die aufgrund einer Zusammendrückung der Abdichtung in der Spornwiderlagerfläche auftretende Schubverformung in der Sohlenabdichtungsfläche vernachlässigt werden.

4.1.3 Abdichtungen über Bewegungsfugen

(1) Bei Abdichtungen über Bewegungsfugen sind zusätzlich zu den langzeitigen Relativbewegungen entsprechend DIN 18 195 auch die kurzzeitigen Bewegungen (Größe und Richtung) infolge dynamischer Belastungen aus Störfällen zu berücksichtigen. Bei dynamischen Beanspruchungen sind die Fugen stets als Fugen Typ II gemäß DIN 18 195 Teil 8, Abschnitt 6.1.2, auszubilden und für die Abdichtungen im allgemeinen elastomere Schlaufenbänder erforderlich (siehe DIN 18 195 Teil 8, Abschnitt 6.4.2).

(2) Die Einklemmkonstruktion ist der Fugenbandform anzupassen. Die erforderlichen Bolzendurchmesser,

Bolzenabstände und Flanschdicken sind unter Berücksichtigung der Druckverformungslinie des jeweiligen Fugenbandes nachzuweisen.

(3) Die Wahl des Fugenbandes hat sich nach den maximal zu erwartenden Relativbewegungen der Fugenflanken und nach dem entsprechend Abschnitt 4.2 anzunehmenden größten äußeren Wasserdruck zu richten. Die maximal zu erwartenden Bewegungen ergeben sich aus den Relativverschiebungen zwischen den Bauteilen an der jeweiligen Stelle (Änderung der Fugenbreite, Fugenversatz, Schubverformung).

(4) Wirken die Verschiebungen zweier unabhängig schwingender Bauteile auf eine Fugenkonstruktion, so dürfen für die Dimensionierung der Fugenkonstruktion die Verschiebungen in jeder Richtung nach der Quadratwurzel-methode überlagert werden.

(5) Die erforderliche Fugenbandgröße darf mit Hilfe des nachstehenden, experimentell abgeleiteten Bemessungsansatzes ermittelt werden:

$$L_m \geq L^* \quad (4-1)$$

L_m = mittlere Schlaufenlänge eines vorgewählten Bandes

L^* = erforderliche Schlaufenlänge (rechnerischer Abstand der Schlaufenendpunkte multipliziert mit einem wasserdruckabhängigen Beiwert)

$$L_m = \frac{R_a + R_i}{2} \cdot \pi \quad (4-2)$$

R_a = Schlaufenaußenradius

R_i = Schlaufeninnenradius

$$L^* = f \cdot \sqrt{(R_a + R_i + d)^2 + V^2 + S^2} \quad (4-3)$$

d = Verformung in x -Richtung (Änderung der Fugenbreite)

V = Verformung in y -Richtung (Fugenversatz)

S = Verformung in z -Richtung (Schubverformung)

f = Wasserdruckbeiwert:

$f = 1,10$ bei $p = 2$ bar

$f = 1,05$ bei $p = 1$ bar

$f = 1,02$ bei $p = 0,5$ bar

$f = 1,0$ bei $p = 0$ bar

p = äußerer Wasserdruck

Die Beanspruchungsrichtung eines Fugenbandes (Beispiel) mit Halbkreis Schlaufe werden in Bild 4-2 verdeutlicht.

4.1.4 Durchdringungen

Durchdringungen sind als bewegliche Konstruktionen auszuführen und mit Los- und Festflanschkonstruktionen an die übrige Abdichtung anzuschließen.

4.1.5 Schutzschichten

Es ist Sorge zu tragen, daß Schutzschichten, insbesondere Schutzmauerwerk, keine Relativbewegungen zur Konstruktion ausführen können.

4.1.6 Abdichtungsträger

(1) Für Abdichtungsträger (den äußeren Wasserdruck aufnehmende Bauteile) ist abweichend von DIN 18 195 Teil 6 bei dynamischen Beanspruchungen aus Störfällen sicherzustellen, daß Risse auf eine Rißbreite von 4,0 mm begrenzt bleiben.

(2) Dies ist ohne weiteren Nachweis erfüllt, wenn für den Konstruktionsbeton im Bereich der Abdichtung folgende Bedingungen eingehalten werden.

a) Bei auf Biegung oder auf Biegung mit Längsdruck beanspruchten Stahlbetonbauteilen dürfen die Stababstände der im Bereich der gezogenen Querschnitts-

ränder liegenden Bewehrung 15 cm nicht überschreiten.

b) Bei auf mittigen Längszug beanspruchten Stahlbetonbauteilen dürfen die Stababstände 7 cm nicht überschreiten.

c) Bei Beanspruchungen auf Biegung mit Längszug darf ein Stababstand zwischen den vorgenannten Grenzen gewählt werden.

(3) Die Anforderung nach Absatz (1) ist auch erfüllt, wenn an den Außenflächen des Konstruktionsbetons im Bereich der Abdichtung die mittlere Rißbreite auf 30 % der GrenZRißbreite, also auf 1,2 mm beschränkt ist.

Hinweis: Dadurch ist in Verbindung mit der Auslegung nach DIN 1045 und DIN 25 449 sowie KTA 2201.3 „Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 3: Auslegung der baulichen Anlagen“ (z. Z. in Vorbereitung) auch sichergestellt, daß die Anforderungen aus DIN 18 195 Teil 6, Abschnitt 4.4, im Hinblick auf Rißversatz und Rißbreiten zum Entstehungszeitpunkt eingehalten werden.

(4) Der Unterbeton ist zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Risseverteilung konstruktiv zu bewehren.

4.1.7 Abdichtungsaufbau

Die in Tabelle 4-1 beschriebenen Arten des Abdichtungsaufbaus halten den Grenzwerten der Spaltöffnung nach Abschnitt 4.1.1 Absatz (2)c), der Schubspannung nach Abschnitt 4.1.2 Absatz (1) und der überbrückbaren Rißbreite nach Abschnitt 4.1.6 Absatz (1) stand. Bei anderen Arten des Abdichtungsaufbaus und bei Verwendung von anderen Abdichtungsmitteln als in Tabelle 4-1 aufgeführt, jedoch entsprechend DIN 18 195, ist die Eignung nachzuweisen.

4.2 Hydrostatische Beanspruchungen, Druckanstieg

(1) Wird die Bauwerksabdichtung zum Hochwasserschutz herangezogen, ist die Abdichtung bis zur Höhe des Bemessungshochwasserstandes nach KTA 2207 auszuführen. Für die Ermittlung der Lagenzahl ist die Eintauchtiefe nach DIN 18 195 Teil 6 maßgebend.

Hinweis: Der Hochwasserschutz ist in KTA 2207 geregelt.

(2) Ist auf der Innenseite der Bauwerksabdichtung als Folge von Erdbeben oder anlageninternen Störfällen ein Druckanstieg zu unterstellen, ist nachzuweisen, daß der äußere Wasserdruck und der anstehende Erddruck größer sind als der Innendruck. Andernfalls sind konstruktive Maßnahmen zur Abstützung der Abdichtung vorzusehen. Für die Ermittlung des äußeren Wasserdrucks darf der mittlere Grundwasserstand angenommen werden.

(3) Für die Abdichtungen über Bewegungsfugen gilt Absatz (3) von Abschnitt 4.1.3.

4.3 Thermische und chemische Beanspruchungen

(1) Die Bauwerksabdichtung ist insbesondere an Fugen gegen anlageninterne Brandeinwirkung und Einwirkung heißer oder aggressiver Medien so zu schützen, daß sie ihre sicherheitstechnische Aufgabe erfüllen kann.

(2) Es ist Vorsorge gegen das Einlaufen brennbarer Flüssigkeiten in die Bauwerksfugen zu treffen.

(3) Können chemisch aggressive Medien an die Innenseite der Abdichtung gelangen, so ist die chemische Beständigkeit der Abdichtung dagegen nachzuweisen.

4.4 Radiologische Beanspruchungen

(1) Grundsätzlich ist für Abdichtungsmittel, insbesondere bezüglich der Fugenbereiche, der Nachweis der Beständigkeit gegen die am Einbaort vorhandenen Radioaktivitäten