

**Kabeldurchführungen
im Reaktorsicherheitsbehälter**
Sicherheitstechnische Anforderungen**DIN**
25 431

Electric penetration assemblies in containment structures; safety requirements

Diese Norm ist wortgleich mit der KTA-Regel 3403 (Fassung 10/80). Die KTA-Regel wurde im Auftrag des Kerntechnischen Ausschusses vom Normenausschuß Kerntechnik vorbereitet. Bei einigen nachfolgend im Text zitierten DIN-Normen sind seit der Verabschiedung der KTA-Regel Folgeausgaben dieser Normen erschienen. In Fußnoten wird auf die neueste Ausgabe der DIN-Normen hingewiesen. Eine Anwendung dieser Folgeausgaben ist gegebenenfalls im wirtschaftlichen Verkehr zwischen den Beteiligten, z. B. Auftraggeber und Auftragnehmer, zu vereinbaren.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	5.4 Spezielle Forderungen an Kabeldurchführungen mit Nennspannungen über 1 kV . . .	4
2 Begriffe	2	5.5 Spezielle Forderungen an Kabeldurchführungen mit Nennspannungen bis 1 kV . . .	4
3 Räumliche Anordnung der Kabeldurchführungen an der Sicherheitsbehälterwandung	2	5.6 Spezielle Forderungen an Koaxial- und Triaxialkabeldurchführungen	4
3.1 Einbaubereiche am Sicherheitsbehälter . . .	2	5.7 Spezielle Forderungen an Thermoelement-Meßleitungsdurchführungen	4
3.2 Räumliche Trennung	2	5.8 Abdeckhauben	4
3.3 Reservedurchführungen	2	5.9 Schutzmaßnahmen an Kabeldurchführungen und zugehörigen Abdeckhauben	4
3.4 Zugänglichkeit zu den Kabeldurchführungen für Prüfung und Instandsetzung . . .	2	6 Mechanische Prüfungen	4
3.5 Kennzeichnung	2	6.1 Vorprüfung	4
4 Mechanische Anforderungen	2	6.2 Bauprüfung	5
4.1 Allgemeines	2	6.3 Montage und Prüfungen auf der Baustelle . .	6
4.2 Werkstoffe	2	6.4 Wiederkehrende Prüfungen	6
4.3 Temperaturbeständigkeit in Sonderfällen .	2	6.5 Prüfungen nach Instandsetzung	7
4.4 Einflüsse des Stromes	2	6.6 Dokumentation	7
4.5 Strahlenbeständigkeit	2	7 Elektrische Prüfungen	7
4.6 Dekontaminierbarkeit	3	7.1 Vorprüfung	7
4.7 Brandsicherheit	3	7.2 Bauprüfung	7
4.8 Gasdichtheit	3	7.3 Montage und Prüfungen auf der Baustelle . .	8
4.9 Abdeckhauben	3	7.4 Wiederkehrende Prüfungen	9
4.10 Befestigung der Kabeldurchführungen an der Sicherheitsbehälterwandung	3	7.5 Prüfung nach Instandsetzung	9
4.11 Elektrische Anschlüsse	3	7.6 Dokumentation	9
4.12 Gasförmige Hilfsmedien	3	Anhang A Bestimmungen, auf die in dieser Norm verwiesen wird	10
5 Elektrische Anforderungen	3		
5.1 Allgemeines	3		
5.2 Kurzschlußfestigkeit	3		
5.3 Grenztemperatur und Strombelastbarkeit .	3		

Fortsetzung Seite 2 bis 10

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

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden auf Kabeldurchführungen, die den Reaktorsicherheitsbehälter (im Normtext Sicherheitsbehälter genannt) von ortsfesten Kernkraftwerken durchdringen.

Sie behandelt die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Konstruktion, Berechnung, Werkstoffe, Fertigung, Montage und Prüfungen von Kabeldurchführungen.

2 Begriffe

Kabeldurchführung

2.1 Eine Kabeldurchführung ist die technisch gasdichte und druckfeste Durchführung eines Leiters oder mehrerer Leiter durch den Sicherheitsbehälter.

Hierzu gehören:

- a) Elektrische Leiter bis zu den nächstliegenden Verbindungsstellen innerhalb und außerhalb des Sicherheitsbehälters (Durchführungsleiter),
- b) Bestandteile zur elektrischen Isolierung dieser Leiter,
- c) Anschlußelemente an den Durchführungsleitern,
- d) Bestandteile zur druckfesten, gasdichten und temperaturbeständigen Umschließung dieser Leiteranordnung und Bestandteile zur Verbindung mit der Sicherheitsbehälterwandung,
- e) Festverbundene Dichtheits-Prüfvorrichtungen.

Nicht zu einer Kabeldurchführung gehören:

- a) Bestandteile der Sicherheitsbehälterwandung zur Befestigung der Kabeldurchführungen, wie Dichtflächen zum Anschrauben oder Rohrstutzen zum Anschweißen,
- b) an die Durchführungsleiter anzuschließende Kabel und Leitungen (im Normtext nur Kabel genannt),
- c) Anschlußelemente an den anzuschließenden Kabeln, wie Kabelschuhe, Steckhülsen, Löthülsen,
- d) an Kabeldurchführungen anzuschließende Dichtheits-Prüfvorrichtungen oder Absaugeinrichtungen.

3 Räumliche Anordnung der Kabeldurchführungen an der Sicherheitsbehälterwandung

3.1 Einbaubereiche am Sicherheitsbehälter

Die Kabeldurchführungen sind gruppenweise in eigenen Bereichen in der Sicherheitsbehälterwandung anzuordnen. Sie müssen dort so angeordnet oder geschützt sein, daß durch ausströmende Medien, Reaktionskräfte, Bruchstücke und Brand keine Beanspruchungen auftreten, die durch die Auslegung nicht abgedeckt sind.

3.2 Räumliche Trennung

Die räumliche Anordnung der Kabeldurchführungen muß den aus der Konzeption der Gesamtanlage resultierenden Forderungen nach räumlicher Trennung redundanter Systeme genügen.

3.3 Reservedurchführungen

Für jede vorgesehene redundante Kabeldurchführungsgruppe sollen am Sicherheitsbehälter Reservedurchführungen des jeweiligen Typs oder blindverschlossene Reserveöffnungen zur Nachmontage eines beliebigen Durchführungstyps vorgesehen werden, um Erweiterungen ohne Änderung am Sicherheitsbehälter durchführen zu können.

3.4 Zugänglichkeit zu den Kabeldurchführungen für Prüfung und Instandsetzung

Die Anordnung muß so erfolgen, daß die Zugänglichkeit der Kabeldurchführungen sichergestellt ist, insbesondere auch unter dem Gesichtspunkt der Strahlenbelastung.

3.5 Kennzeichnung

Eine deutliche Kennzeichnung der Kabeldurchführung muß eine eindeutige Zuordnung ermöglichen. Hierzu sind Typenbezeichnung und Fabrikationsnummer auf der Durchführung und die Anlagenkennzeichnung am Einbauort der Kabeldurchführung anzugeben.

4 Mechanische Anforderungen

4.1 Allgemeines

Kabeldurchführungen müssen den Auslegungsanforderungen des Sicherheitsbehälters genügen. Hierzu gehören zum Beispiel statische und dynamische Belastungen, Temperaturbeständigkeit, Nutzungsdauer, Gasdichtheit, Erdbebensicherheit, Strahlenbeständigkeit, Dekontaminierbarkeit, Brandsicherheit und Korrosionsbeständigkeit. Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 3.1 können dabei berücksichtigt werden.

Außerdem sollen Kabeldurchführungen so gestaltet sein, daß zerstörungsfreie Prüfungen von drucktragenden Schweißnähten möglich sind.

Für Blindflansche gelten die gleichen Anforderungen wie für Kabeldurchführungen.

4.2 Werkstoffe

Die zu verwendenden Werkstoffe, Schweißzusätze, Lötwerk- und Isolierstoffe aller für die Gasdichtheit des Sicherheitsbehälters erforderlichen Teile der Kabeldurchführungen sind gemäß den Anforderungen, die an die Auslegung des Sicherheitsbehälters zu stellen sind, zu wählen.

4.3 Temperaturbeständigkeit in Sonderfällen

Falls die mechanische Funktion der Kabeldurchführung bei der Auslegungstemperatur nicht sichergestellt ist, muß ein entsprechender Schutz des Kabeldurchführungsbereichs vorgesehen werden. Dann ist die im Schutzbereich noch maximal mögliche Temperatur als Auslegungsanforderung anzusehen.

4.4 Einflüsse des Stromes

Die Kabeldurchführungen sind so auszulegen, daß sie im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen allen thermischen und mechanischen Belastungen standhalten, die sich in den Durchführungsleitern und Kabeln infolge der spezifizierten Ströme (z. B. Kurzschlußstrom, Nennstrom) ergeben.

4.5 Strahlenbeständigkeit

Veränderungen der Werkstoffeigenschaften durch ionisierende Strahlung sind bei der Werkstoffauswahl für die Kabeldurchführungen zu berücksichtigen. Dabei ist von der für die Auslegung des Sicherheitsbehälters zugrunde gelegten Strahlendosis auszugehen. Erforderlichenfalls ist eine Abschirmung des Kabeldurchführungsbereichs vorzusehen.

4.6 Dekontaminierbarkeit

Die Kabeldurchführungen mit den zugehörigen Abdeckhauben müssen nach den Anforderungen an den Sicherheitsbehälter dekontaminierbar sein.

4.7 Brandsicherheit

Werkstoffe, Konstruktion und Anordnung der Kabeldurchführungen müssen so ausgewählt sein, daß die Kabeldurchführungen den Feuerwiderstand des Sicherheitsbehälters nicht einschränken. Zusätzlich muß bei Kabeldurchführungen mit nichtmetallischen Werkstoffen (z. B. Isolierstoffen) nachgewiesen werden, daß die Werkstoffe bei der Prüfung nach § 9 VDE 0304 Teil 3 (5/70) mindestens in die Stufe IIb eingestuft werden, oder daß die Kabeldurchführung einschließlich der kabeelseitigen Anschlußelemente hinsichtlich ihrer Brandsicherheit VDE 0471 Teil 2 (4/75) erfüllt.

4.8 Gasdichtheit

Die Leckrate einer Kabeldurchführung darf bei 1 bar Druckdifferenz nicht größer als $1 \times 10^{-6} \text{ bar cm}^3 \text{ s}^{-1}$ bezogen auf Helium sein. Die Leckrate der Dichtungssysteme zwischen Kabeldurchführung und Sicherheitsbehälterwandung darf bei 1 bar Druckdifferenz nicht größer als $1 \times 10^{-3} \text{ bar cm}^3 \text{ s}^{-1}$ bezogen auf Helium sein.

Die Kabeldurchführung muß so konstruiert sein, z. B. mit einer Doppeldichtung, daß nach ihrem Einbau in die Sicherheitsbehälterwandung eine Einzel-Dichtheitsprüfung nach Abschnitt 6.3.7 möglich ist.

4.9 Abdeckhauben

An Abdeckhauben dürfen die bei einem Auslegungsstörfall auftretenden Kräfte keine unzulässigen Verformungen verursachen (z. B. hinsichtlich der Montageabstände). Hierzu darf ein Druckausgleich vorgesehen werden. Außerdem ist für Verhinderung oder Abführung von Kondenswasser zu sorgen.

Als Schutzart ist mindestens IP 54 nach DIN 40 050 Teil 1, Ausgabe August 1970, vorzusehen.¹⁾

4.10 Befestigung der Kabeldurchführungen an der Sicherheitsbehälterwandung

4.10.1 Allgemeines

Die Kabeldurchführungen sollen wegen der zusätzlichen Dichtwirkung bei störfallbedingtem Druckanstieg im Sicherheitsbehälter an der Innenseite der Sicherheitsbehälterwandung angebracht werden.

4.10.2 Schraubenverbindung

Die Berechnung des maximalen Anzugsdrehmoments muß unter Berücksichtigung der jeweiligen Dichtungsart erfolgen. Maßnahmen zur Erhaltung der Vorspannung und gegen ein Selbstlockern der Schrauben sind vorzusehen.

Die Bearbeitung der beidseitigen Dichtungsflächen ist der einzusetzenden Dichtungsart anzupassen.

4.10.3 Schweißverbindung

Die Kabeldurchführungen sind schweißgerecht auszu-legen und konstruktiv so zu gestalten, daß beim An-schweißen an die Sicherheitsbehälterwandung die Kabel-durchführungen, insbesondere ihre Isolierstoffe, nicht beschädigt werden können.

¹⁾ Folgeausgabe zu DIN 40 050 Teil 1 (8/70):
DIN 40 050 (7/80)

4.11 Elektrische Anschlüsse

Schrauben- und Steckanschlüsse sind so zu sichern, daß ein Selbstlockern nicht möglich ist.

4.12 Gasförmige Hilfsmedien

Werden für eine kontinuierlich erforderliche Dichtheitskontrolle gasförmige Medien unter Überdruck eingesetzt, dann ist der Gasdruck an jeder Kabeldurchführung anzuzeigen und die Unterschreitung des Druckgrenzwertes als Sammelmeldung für alle Kabeldurchführungen einer Redundanzgruppe zu erfassen.

5 Elektrische Anforderungen

5.1 Allgemeines

Die Kabeldurchführungen müssen elektrisch so ausgelegt werden, daß beim bestimmungsgemäßen Betrieb und den damit für die Kabeldurchführung verbundenen Umgebungsbedingungen die elektrische Funktionsfähigkeit sichergestellt ist.

Kabeldurchführungen, die während und nach den zu betrachtenden Störfällen benötigt werden, müssen unter den damit verbundenen Umgebungsbedingungen (Druck, Temperatur, Schwingungen und Feuchte) elektrisch funktionsfähig bleiben. Dies muß durch die Konstruktion der Kabeldurchführungen einschließlich der Anschlußelemente an Kabeln erreicht werden. Notwendige Maßnahmen nach der Kabelmontage sind bereits bei der Konstruktion so festzulegen, daß deren einwandfreie Durchführbarkeit sichergestellt wird, und daß auch nach der Kabelmontage die geforderten Isolationswerte und die Spannungsfestigkeit eingehalten werden. Diese Maßnahmen müssen prüfbar sein.

Veränderungen der elektrischen Eigenschaften durch ionisierende Strahlung sind bei der Werkstoffauswahl zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 4.5).

Elektrisch nicht störfallfeste Kabeldurchführungen dürfen nur verwendet werden, zum Beispiel für betriebliche Verbraucher, wenn nachweislich Kurzschlüsse und Fehlsignale in und zwischen ihren Stromkreisen die Funktion des Sicherheitssystems unter Störfallbedingungen nicht unzulässig einschränken können.

5.2 Kurzschlußfestigkeit

Für Kabeldurchführungen mit Ausnahme der in den Abschnitten 5.6 und 5.7 behandelten Kabeldurchführungen muß nachgewiesen werden, daß sie mindestens für die thermische und dynamische Kurzschlußbeanspruchung ausgelegt sind, die an der Einbaustelle unter Berücksichtigung der angeschlossenen Kabelstrecke und der vorgeschalteten Kurzschlußschutzeinrichtung bei ungünstigsten Umgebungsbedingungen auftritt.

5.3 Grenztemperatur und Strombelastbarkeit

Die dauernd zulässige Grenztemperatur bei bestimmungsgemäßem Betrieb und die vorübergehend zulässige Grenztemperatur unter Störfallbedingungen sind festzulegen. Hiervon ausgehend sind für Kabeldurchführungen mit Ausnahme der in den Abschnitten 5.6 und 5.7 behandelten Kabeldurchführungen die zulässigen Nennströme und die kurzzeitig zulässigen Überströme (z. B. für Anlaufvorgänge oder Kurzschlüsse) zu bestimmen. Die Alterung und die Erwärmung der beidseitigen An-