

KTA 3505

Typprüfung von Messwertgebern und Messumformern der Sicherheitsleittechnik

Fassung 11/05

Frühere Fassung der Regel: 11/84 (BAnz. Nr. 40a vom 27. Februar 1985)

Inhalt

	Seite
Grundlagen	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	2
3 Prüfverfahren	2
4 Theoretische Prüfungen	2
4.1 Umfang der theoretischen Prüfung.....	2
4.2 Geräteunterlagen.....	2
4.3 Ermittlung der Zuverlässigkeitsangaben	3
4.4 Grenzbelastungsanalyse	4
4.5 Nachweise für druckbeaufschlagte und messmediumberührte Teile	4
4.6 Prüfanweisung für die praktischen Prüfungen	4
4.7 Erstellung und Prüfung der Unterlagen	4
5 Praktische Prüfungen	4
5.1 Allgemeines	4
5.2 Prüflinge	4
5.3 Funktionsprüfungen.....	5
5.4 Elektromagnetische-Verträglichkeits-Prüfungen (EMV)	5
5.5 Funktionszwischenprüfungen	5
5.6 Funktionsüberwachung	5
5.7 Klimaprüfungen	5
5.8 Prüfungen bei mechanischen Beanspruchungen.....	7
5.9 Verhalten des Prüflings bei Steckvorgängen.....	7
5.10 Prüfung auf Strahlenbeständigkeit für den bestimmungsgemäßen Betrieb	7
5.11 Prüfungen unter Störfallumgebungsbedingungen	7
5.12 Reihenfolge der praktischen Prüfungen	9
5.13 Maßnahmen bei Ausfällen während der praktischen Prüfungen	9
6 Kriterien für das Bestehen der Typprüfung.....	10
7 Prüfdokumentation	10
7.1 Dokumentation der theoretischen Prüfungen	10
7.2 Dokumentation der praktischen Prüfungen	10
7.3 Prüfbericht	10
7.4 Prüfbescheinigung.....	10
7.5 Aufbewahrungsort und -dauer	10
Anhang A: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird.....	14
Anhang B (informativ): Systemnormen des DIN zu rechnerbasierten Leittechniksystemen mit sicherheitstechnischer Bedeutung.....	15

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 und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) 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 StrlSchV - Störfall-Leitlinien -“ (in der Fassung vom 18.10.1983) weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Basierend auf den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke des Bundesministeriums des Innern Kriterium 5.1 „Überwachungs- und Meldeeinrichtungen“ und 6.1 „Reaktorschutzsystem“ sowie dem übergeordneten Kriterium 2.1 „Qualitätsgewährleistung“ wird in der Regel KTA 3501 die Forderung aufgestellt, dass für Geräte, die neuentwickelt oder modifiziert im Reaktorschutzsystem eingesetzt werden, Typprüfungen durchzuführen sind, wenn keine Betriebsbewährung nachgewiesen werden kann.

(3) Die Einhaltung der konventionellen Vorschriften und Normen (z. B. Unfallverhütungsvorschriften, DIN-Normen und VDE-Bestimmungen) wird vorausgesetzt, wenn nicht kernkraftwerksspezifisch bedingt andere Anforderungen gestellt werden.

(4) In der Typprüfung beurteilen die Sachverständigen, ob die Geräte den Datenblattangaben und den spezifizierten Eigenschaften entsprechen.

(5) Anforderungen an die Typprüfung von elektrischen Baugruppen der Sicherheitsleittechnik sind in KTA 3503 enthalten.

(6) Anforderungen an den Nachweis der Betriebsbewährung sind in KTA 3507 enthalten.

(7) Methoden für die Bewertung des Betriebsverhaltens von Messumformern sind in DIN EN 60770-1 enthalten.

(8) Anforderungen an die Qualitätssicherung und die Dokumentation sind in KTA 1401, KTA 1404, KTA 3506 und KTA 3507 enthalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Regel ist anzuwenden auf die Typprüfung von Messwertgebern und Messumformern (im Regeltext Geräte genannt) der Sicherheitsleittechnik nach KTA 3501, die leittechnische Funktionen der Kategorie A nach DIN IEC 61226 realisieren.

2 Begriffe

(1) Alterung

Alterung sind die im Laufe der Zeit auftretenden Änderungen im Hinblick auf physikalische, chemische oder elektrische Eigenschaften eines Gerätes oder einer Komponente unter den der Auslegung entsprechenden Betriebsbedingungen, soweit diese zu einer signifikanten Abnahme der spezifizierten Eigenschaften (Technische Daten laut Datenblatt) führen.

(2) Ausfall, systematischer

Der systematische Ausfall ist das Versagen von Komponenten aufgrund der gleichen Ursache.

Hinweis:

Ein systematischer Ausfall kann z. B. durch falsche Auslegung oder Fehler in einer Fertigungsserie hervorgerufen werden.

(3) Funktionseinheit

Die Funktionseinheit ist eine Betrachtungseinheit, die durch Aufgabe und Wirkungsweise im System abgegrenzt ist.

Hinweis:

Eine Funktionseinheit kann konstruktiv in einem Gerät oder einer Zusammenfassung mehrerer Geräte oder als Teil eines Gerätes realisiert sein.

(4) Typprüfung

Typprüfung ist die Prüfung der im Datenblatt und in der Funktionsbeschreibung spezifizierten Eigenschaften an für die Baureihe (Typenreihe) repräsentativen Mustern.

(5) Gerätetyp, Qualifizierung

Qualifizierung des Gerätetyps ist der Nachweis mittels Typprüfung, Analysen oder Betriebserfahrung, dass diese Geräte unter den anzunehmenden Betriebs- und Umgebungsbedingungen unter Einhaltung der geforderten Genauigkeit und spezifizierten Eigenschaften (Technische Daten laut Datenblatt) arbeiten.

3 Prüfverfahren

(1) Die Typprüfung ist in die theoretischen und die praktischen Prüfungen zu unterteilen.

(2) Vorliegende Betriebserfahrungen und die Ergebnisse durchgeführter Prüfungen dürfen bei der Typprüfung berücksichtigt werden, wenn die sicherheitstechnischen Anforderungen dieser Regel erfüllt werden.

(3) Bei softwarebasierten Geräten ist die Prüfung der Software und deren Qualitätsmerkmale im Rahmen der theoretischen Prüfungen und die Prüfung der Funktion im Rahmen der praktischen Prüfungen durchzuführen.

(4) Die verwendeten Schnittstellen der Geräte sind den gleichen Bedingungen wie die zu prüfenden Geräte zu unterwerfen.

(5) Änderungen an typgeprüften Geräten sind nach den Grundsätzen dieser Regel zu prüfen. Dies darf durch theoretische oder praktische Prüfungen oder durch eine Kombination aus beiden Prüfverfahren erfolgen.

4 Theoretische Prüfungen

4.1 Umfang der theoretischen Prüfung

Die theoretische Prüfung muss die Prüfung der Geräteunterlagen nach Abschnitt 4.2, der vorzulegenden Nachweise nach den Abschnitten 4.3 bis 4.5 sowie der Prüfanweisungen und des Prüfprogramms nach Abschnitt 4.6 umfassen.

4.2 Geräteunterlagen

4.2.1 Allgemeines

(1) Alle Geräteunterlagen müssen Angaben über Hersteller, Typ und Änderungszustand des Gerätetyps und Angaben über die zugehörige Software enthalten. Dazu gehören die in den Abschnitten 4.2.2 bis 4.2.9 aufgeführten Unterlagen.

(2) Der Umfang und der Detaillierungsgrad der vorzulegenden Unterlagen sind mit dem Sachverständigen (nach § 20 AtG) abzustimmen.

4.2.2 Unterlagenverzeichnis

Das Unterlagenverzeichnis muss alle Unterlagen zur Feststellung der Identität des Geräts enthalten.

4.2.3 Funktionsbeschreibung

Die Funktionsbeschreibung muss Auskunft über Anwendungsbereich, Aufgabe und Wirkungsweise des Gerätes geben.

4.2.4 Datenblatt

(1) Das Datenblatt muss alle Daten enthalten, die den Gerätetyp kennzeichnen.

Hinweis:

Im Datenblatt sollen beispielsweise folgende Angaben mit den zulässigen Abweichungen gemacht werden:

- a) Eingangsgrößen,
- b) Ausgangsgrößen,
- c) Hilfsenergie,
- d) zulässige Umgebungsbedingungen,
- e) mechanische Montageart und elektrischer Anschluss,
- f) Werkstoffe der Teile, die druckbeaufschlagt sind oder mit dem Messmedium in Berührung kommen können,
- g) Übertragungsverhalten,
- h) elektrische Eigenschaften,
- i) Bearbeitungszeiten, Zykluszeiten und
- k) Schnittstellen, Kommunikationsprotokolle softwarebasierter Geräte.

(2) Übergeordnete Systemdaten dürfen in einem Systemdatenblatt aufgeführt werden.

4.2.5 Gebrauchsanweisung, Handbuch

(1) Die Gebrauchsanweisung oder das Handbuch soll Anweisungen und Hinweise enthalten zu:

- a) Einbau,
- b) Inbetriebnahme,
- c) Einstellung,
- d) Sonderzubehör,
- e) Wartung und
- f) Verpackung und Lagerung.

(2) Übergeordnete Gebrauchsanweisungen dürfen in einer Systemgebrauchsanweisung aufgeführt werden.

4.2.6 Hardwareunterlagen für Geräte mit diskreten Bauelementen

(1) Der Stromlaufplan muss alle Bauelemente des Gerätes und ihre gegenseitigen Verbindungen enthalten.

(2) Die Stückliste muss alle mechanischen und elektrischen Bauelemente des Gerätes enthalten, die für die Beurteilung der Funktion des Gerätes notwendig sind.

(3) Der Lageplan der Bauelemente muss die Anordnung der Bauelemente und die Anordnung ihrer Verbindungen, z. B. auf der Leiterplatte, wiedergeben.

(4) Aus den Zeichnungen druckbeaufschlagter Teile müssen alle Angaben hervorgehen, die in die Festigkeitsberechnungen eingehen.

4.2.7 Hardwareunterlagen für Geräte mit hochintegrierten Bauelementen

(1) Der Anschlussplan muss alle elektrischen und datentechnischen Anschlüsse des Gerätes enthalten.

(2) Alle zur Identifikation des Gerätes erforderlichen Konfigurations- und Identifikationsdokumente sind vorzulegen. Darin müssen alle Hard- und Softwarekomponenten sowie die zugehörigen Werkzeuge mit Angabe der Ausgabestände aufgeführt sein.

4.2.8 Software-Unterlagen

(1) Der Software- Entwicklungsprozess ist durch Unterlagen zu belegen.

Hinweis:

Diese Unterlagen können z. B. sein:

- a) Anforderungsspezifikation,
- b) Lastenheft,
- c) Pflichtenheft,
- d) Ausführungsunterlagen,
- e) Prüf- und Testdokumentation und
- f) Konfigurationsmanagement.

(2) Der Aufbau, der Programmablauf und das Zeitverhalten der Software sind zu beschreiben.

(3) Die Konfigurierungs- und Parametrierungsmöglichkeiten der Geräte und die dafür vorhandenen Software-Werkzeuge sind anzugeben.

(4) Die bei der Konfigurierung und Parametrierung einzuhaltenden Bedingungen und das Vorgehen sind zu beschreiben.

(5) Die Schnittstellenspezifikation zu anderen Geräten oder Systemen ist vorzulegen und die über die Schnittstellen zu übertragenden Daten sind zu spezifizieren.

Hinweis:

Daraus ergeben sich die Anforderungen an die Systemumgebung.

(6) Bei dem Einsatz vorgefertigter Software sind das Qualifizierungs- oder Eignungsnachweisverfahren und die Ergebnisse darzulegen.

(7) Die Möglichkeiten zum Schutz gegen Eingriffe in die Software und die Möglichkeiten zur Erfassung, Meldung und Protokollierung von Eingriffen in die Software sind zu beschreiben.

4.2.9 Unterlagen zu den Selbstüberwachungs-Mechanismen

Es sind Unterlagen über die implementierten Selbstüberwachungs-Mechanismen für die Hard- und Software vorzulegen. Das Verhalten des Gerätes bei dem Ansprechen der Überwachung oder die Fehlerbehandlungsroutinen sind zu beschreiben.

4.3 Ermittlung der Zuverlässigkeitsangaben

4.3.1 Allgemeines

(1) Die Ermittlung der Zuverlässigkeitsangaben ist auf der Grundlage der nach den Abschnitten 4.2.3 und 4.2.6 bis 4.2.9 vorzulegenden Unterlagen durchzuführen.

(2) Die Ausfallraten des Gerätes im bestimmungsgemäßen Betrieb sind zu ermitteln.

(3) Es sollen die Ausfalleffekte (Totalausfall oder Änderungsausfall) des Gerätes und die zugehörigen Ausfallraten angegeben werden. Eine experimentelle Ausfallratenbestimmung ist zulässig.

(4) Ist die Kenntnis der Ausfalleffekte nur für einen Teil der Funktionseinheiten notwendig, so ist der Nachweis zu führen, dass die restlichen Funktionseinheiten auch bei ihrem Ausfall nicht auf die untersuchten Funktionseinheiten zurückwirken können.

(5) Die Verfahren zur Ermittlung der Zuverlässigkeitsangaben der Hard- und Softwarekomponenten sind anzugeben.

Hinweis:

Über quantitative Zuverlässigkeitsangaben von Software liegen zurzeit in der Fachwelt keine belastbaren Aussagen vor. Deshalb muss der Nachweis der Softwarezuverlässigkeit von elektrischen Geräten bei der Typprüfung von elektrischen Geräten qualitativ geführt werden.

4.3.2 Ausfallratenbestimmung für die Hardware des Gerätes aufgrund von Betriebserfahrung

(1) Werden Ausfallraten für Geräte oder Bauelemente mit ausreichender statistischer Aussagesicherheit aus Betriebserfahrungen ermittelt, ist der Auswertung der Betriebserfahrung der Vorzug vor der theoretischen Ermittlung der Ausfallraten zu geben.

(2) Für die Ermittlung der Ausfallraten von neuentwickelten oder modifizierten Geräten sind Ausfallraten vergleichbarer Geräte zu verwenden, wenn von den vergleichbaren Geräten mindestens eine Betriebsstundenzahl von 10^7 erreicht worden ist und von den Geräten mindestens 10 Stück zwei Jahre unter vergleichbaren Betriebsbedingungen im Einsatz waren. Messwertgeber oder Messumformer gelten als vergleichbar, wenn:

- a) vergleichbare elektrische Bauteiltypen,
 - b) vergleichbare Konstruktionselemente und
 - c) gleiche Auslegungsgrundsätze verwendet und
 - d) gleiche Umgebungsbedingungen für die Bauteile spezifiziert wurden.
- (3) Für die vergleichbaren Geräte sind die folgenden Werte über die letzten zwei Jahre darzustellen:
- a) Liefermenge im Jahr,
 - b) Gesamtliefermenge,
 - c) geschätzte Anzahl der in Betrieb befindlichen Geräte,
 - d) Anzahl der Instandsetzungen im Jahr im Herstellerwerk,
 - e) geschätzte Anzahl der Instandsetzungen im Jahr außerhalb des Herstellerwerkes und
 - f) geschätzte Anzahl der ausgefallenen aber nicht instandgesetzten Geräte im Jahr.
- (4) Für die vergleichbaren Geräte sind die Ausfallursachen, die Ausfalleffekte und die Bewertung der Ausfallursache der in das Herstellerwerk zurückgesandten Geräte anzugeben.
- (5) Es sind die mittlere Ausfallrate und der zugehörige Vertrauensbereich mit einer Sicherheit von 95 % anzugeben.

4.3.3 Ausfallratenbestimmung für die Hardware des Gerätes aufgrund von Ausfalleffektanalysen

(1) Als Ausfalleffekte sollen die physikalischen Auswirkungen der Bauelementausfälle auf die Funktion des Gerätes angegeben werden.

(2) Das Analyseverfahren, der Analyseumfang und die eingesetzten Hilfsmittel sind zu begründen.

4.4 Grenzbelastungsanalyse

(1) Es ist nachzuweisen, dass die Bauelemente und ihre elektrischen Verbindungen statisch und dynamisch nicht über die zulässigen Grenzdaten hinaus beansprucht werden.

(2) Die Sicherstellung der Funktion des Gerätes unter Berücksichtigung der Bauelementtoleranzen ist nachzuweisen. Hierzu sind die Auswirkungen von Bauelementtoleranzen auf die spezifizierten Eigenschaften des Gerätes für funktionsrelevante Bauelementkombinationen zu untersuchen.

(3) Der Nachweis darf rechnerisch oder experimentell erfolgen.

4.5 Nachweise für druckbeaufschlagte und messmediumberührte Teile

4.5.1 Festigkeitsberechnung druckbeaufschlagter Teile

Für druckbeaufschlagte Teile, die den Messmedium-Einschluss sicherstellen, soll durch eine Berechnung ein Festigkeitsnachweis geführt werden. Das Berechnungsverfahren ist

anzugeben. Die Festigkeitsberechnung darf durch eine praktische Prüfung ersetzt werden. Den einzureichenden Berechnungen ist eine Zusammenstellung der Auslegungsdaten für die Funktion und die Prüfzustände des Gerätes, soweit sie nicht im Datenblatt angegeben sind, beizufügen.

4.5.2 Werkstoffnachweise

Die verwendeten Werkstoffe sind für die berechneten oder geprüften Teile sowie für die Teile, die mit dem Messmedium in Berührung kommen, aufzulisten. Die Prüfverfahren sind für die Werkstoffe anzugeben. Im Rahmen der Typprüfung sind die gleichen Werkstoffnachweise zu erbringen, wie sie für die Werksprüfungen vorgesehen sind.

4.6 Prüfanweisung für die praktischen Prüfungen

(1) Die Prüfanweisungen müssen die Art der Prüfungen, die Prüfparameter und ihre Werte, die Prüfeinrichtungen und die Durchführung (Reihenfolge und Umfang der Prüfschritte) der Prüfungen beschreiben.

(2) Die Testfälle und Testbedingungen für die praktischen Prüfungen des Gerätes sind zu spezifizieren.

Hinweis:

Ein Teil der Testfälle kann nur in einer Funktionseinheit durchgeführt werden.

4.7 Erstellung und Prüfung der Unterlagen

(1) Für die in den Abschnitten 4.2 bis 4.6 geforderten theoretischen Prüfungen sind Unterlagen zu erstellen. Diese Unterlagen sollen durch einen Sachverständigen (nach § 20 AtG) überprüft werden.

(2) Die Unterlagen nach den Abschnitten 4.2 bis 4.6 sind insbesondere auf Vollständigkeit, Übereinstimmung untereinander und funktionsgerechte Auslegung des Gerätes zu prüfen.

5 Praktische Prüfungen

5.1 Allgemeines

(1) Für die praktischen Prüfungen ist ein Prüfprogramm, bestehend aus Prüfplan und Prüfanweisungen, zu erarbeiten und mit dem Sachverständigen (nach § 20 AtG) abzustimmen.

(2) In dem Prüfplan sind die während der Prüfung anzuwendenden Verfahren und Prüfgeräte festzulegen.

(3) In den Prüfanweisungen sind das Ziel und die Randbedingungen der Prüfungen sowie die zugrunde liegenden Normen festzulegen.

(4) Bei der Durchführung der praktischen Prüfungen dürfen auch höhere Beanspruchungen, als in Abschnitt 5 dieser Regel spezifiziert, zugrunde gelegt werden.

(5) Die Durchführung der praktischen Prüfungen soll grundsätzlich durch einen Werkssachverständigen erfolgen. Sie darf auch in dessen Auftrag durch eine externe zertifizierte Prüfstelle durchgeführt werden.

(6) Für die Durchführung von praktischen Prüfungen muss ein Prüfort gewählt werden, welcher hinsichtlich der Qualität seiner Prüfeinrichtungen und Messgeräteausrüstung geeignet ist, die Prüfanforderungen nach dieser Regel zu erfüllen.

5.2 Prüflinge

(1) Es sind drei werksgeprüfte Geräte eines Typs oder einer Baureihe (Typenreihe) für die Typprüfung auszuwählen. Die Prüflinge müssen das gesamte Spektrum der nachzuweisenden Eigenschaften des Typs oder der Baureihe (Typenreihe) abdecken.

- (2) Jeder Prüfling ist zu kennzeichnen.
- (3) Die Prüflinge dürfen der Nullserie entnommen werden.
- (4) Eine zusammenfassende Beschreibung der Vorgesichte jedes Prüflings ist zu erstellen.

Hinweis:

Die zusammenfassende Beschreibung enthält z. B. Fertigungsstelle, Fertigungsdatum, Werksprüfstelle, Werksprüfungen mit Datum, Lagerzeiten und eventuelle weitere Beanspruchungen des Prüflings vor der Typprüfung.

- (5) Zur Prüfung der Übereinstimmung des Prüflings mit den im Unterlagenverzeichnis aufgeführten Herstellungsunterlagen ist eine Sichtprüfung (Identitätsprüfung) durchzuführen.

- (6) Die fachgerechte Ausführung des Prüflings ist zu prüfen.

Hinweis:

Dies ist z. B. eine Prüfung auf Sauberkeit, Korrektheit der Lötung, Positionierung der Bauelemente, Transportschäden.

- (7) Ein Prüfling muss nach erfolgreich abgeschlossener Typprüfung mindestens ein Jahr für Nachprüfungen zur Verfügung stehen.

5.3 Funktionsprüfungen

- (1) Es ist die im Datenblatt festgelegte Funktion der Geräte nachzuweisen. Dabei sind

- a) Eingangssignal,
- b) Ausgangsbelastung,
- c) Umgebungstemperatur,
- d) Hilfsenergie und
- e) elektrische Eigenschaften,

innerhalb der im Datenblatt festgelegten Bereichsgrenzen und Signalformen zu kombinieren. Die Kombinationen sind im Rahmen der theoretischen Prüfung des Gerätes festzulegen.

- (2) Bei Geräten, deren Funktion mit Hilfe einer Betriebsartenwahl (z. B. durch interne oder externe Beschaltung) verändert werden kann, sollen alle Betriebsarten geprüft werden.

- (3) Für softwarebasierte Geräte sind die spezifizierten Eigenschaften zu prüfen. Hierzu gehören das Zusammenwirken der Hardware- und Softwarekomponenten des Gerätes, die Schnittstellen zu benachbarten Geräten, die Prozessbelastung, die Busbelastung, das Prozessorstoppverhalten und das Wiederanlaufverhalten.

5.4 Elektromagnetische-Verträglichkeits-Prüfungen (EMV)

- (1) Es ist nachzuweisen, dass der Prüfling durch die nach Datenblatt zulässigen elektromagnetischen Beanspruchungen, denen er während Transport, Lagerung sowie im Betrieb ausgesetzt werden darf, nicht in seiner Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird.

- (2) Die Störfestigkeit nach Datenblatt ist nachzuweisen.

- (3) Die Störaussendung ist zu messen und mit dem im Datenblatt spezifizierten Wert zu vergleichen.

- (4) Es ist bei Nennwerten der Prüfparameter nach Abschnitt 5.3 Absatz 1 zu prüfen. Die Störbeeinflussungen müssen untereinander nicht kombiniert werden.

- (5) Enthält das Datenblatt keine Angaben über die zulässige elektromagnetische Beanspruchung des Prüflings, ist die Störfestigkeit und Störaussendung des Prüflings nach Absatz 6 nachzuweisen.

- (6) Diese Prüfung soll die elektromagnetische Störfestigkeit des Prüflings gegen leitungsgebundene und feldgebundene Störgrößen, die am Einsatzort des Prüflings im Betrieb zu berücksichtigen sind, nachweisen. Die Prüfstörgrößen der EMV-Fachgrundnorm für Störfestigkeit im Industriebereich

DIN EN 61000-6-2 sind dabei als Mindestanforderung zugrunde zu legen. Weiterhin können Festlegungen von EMV-Produkt- oder -Produktfamiliennormen (z. B. DIN EN 61326) herangezogen werden, sofern diese nicht niedrigere Schärfegrade zulassen als die Festlegungen in der EMV-Fachgrundnorm DIN EN 61000-6-2. Diese Prüfung soll weiterhin nachweisen, dass die elektromagnetische Störaussendung des Prüflings, sowohl leitungsgeführt als auch feldgebunden, nicht die in der EMV-Fachgrundnorm für Störaussendung im Industriebereich DIN EN 61000-6-4 definierten Grenzwerte übersteigt. Auch hier können Festlegungen von EMV-Produkt- oder -Produktfamiliennormen (z. B. DIN EN 61326) herangezogen werden, sofern diese nicht höhere Grenzwerte zulassen als die Festlegungen der EMV-Fachgrundnorm DIN EN 61000-6-4. In Ergänzung zu den Festlegungen der EMV-Fachgrundnorm für Störaussendung DIN EN 61000-6-4 ist die Einhaltung der Grenzwerte für leitungsgeführte Störgrößen auch für Signal- und Steueranschlüsse nachzuweisen.

5.5 Funktionszwischenprüfungen

- (1) Die Funktionszwischenprüfungen sind während des zeitlichen Ablaufs der praktischen Prüfungen an bestimmten Haltepunkten durchzuführen. Es sind ausgewählte Einzelprüfschritte mit jeweils einem Wert der Hilfsenergie, Ausgangsbelastung und Umgebungstemperatur bei nur einer Betriebsart des Prüflings durchzuführen.

Hinweis:

Hier ist z. B. bei Messumformern die Kennlinie zu messen.

- (2) Bei diesen Prüfungen müssen weder elektrische Störungen noch elektromagnetische Einwirkungen berücksichtigt werden.

5.6 Funktionsüberwachung

- (1) Während der praktischen Prüfungen nach den Abschnitten 5.4, 5.7, 5.8, 5.10 und 5.11 ist die Funktion zu überwachen.

- (2) Zu prüfen ist bei einem Wert der Prüfparameter und in einer Betriebsart.

- (3) Die Funktionsüberwachung ist so durchzuführen, dass auch kurzzeitige Funktionsausfälle des Prüflings erkannt werden können.

5.7 Klimaprüfungen

5.7.1 Allgemeines

- (1) Es ist nachzuweisen, dass der Prüfling durch die nach Datenblatt zulässigen klimatischen Beanspruchungen, denen er während Transport, Lagerung sowie im Betrieb ausgesetzt werden darf, nicht in seiner Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird.

- (2) Der Prüfling ist unverpackt und in seiner Gebrauchslage zu beanspruchen.

- (3) Soweit die auf die nachfolgenden Klimaprüfungen zu beziehenden Kennwerte im Datenblatt fehlen, sind die Prüfungen nach den Abschnitten 5.7.2 bis 5.7.6 mit den dort festgelegten Werten durchzuführen.

- (4) Nach der klimatischen Beanspruchung sind Sicht- und Funktionszwischenprüfungen durchzuführen.

5.7.2 Konstante Kälte nach rascher Temperaturänderung

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Eignung des Gerätes für Transport oder Lagerung bei tiefen Temperaturen nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60068-2-1 (Prüfgruppe Aa) angegeben.

(1) Der auf Raumtemperatur befindliche Prüfling muss in die Prüfkammer gebracht werden, in der die laut Datenblatt niedrigste zulässige Lagertemperatur (T_{\min}) herrschen soll. Bei fehlenden Datenblattangaben ist $T_{\min} = -25\text{ °C}$ einzusetzen.

(2) Die Beanspruchung des Prüflings in betriebslosem Zustand soll 24 h bei $T_{\min} \pm 3\text{ K}$ andauern.

5.7.3 Konstante trockene Wärme nach rascher Temperaturänderung

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Eignung des Gerätes für Transport oder Lagerung in trockener Wärme nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60068-2-2 (Prüfgruppe Ba) angegeben.

(1) Der auf Raumtemperatur befindliche Prüfling muss in die Prüfkammer gebracht werden, in der die laut Datenblatt höchstzulässige Lagertemperatur (T_{\max}) herrschen soll. Bei fehlenden Datenblattangaben ist $T_{\max} = 85\text{ °C}$ einzusetzen.

(2) Die Beanspruchung des Prüflings in betriebslosem Zustand soll 24 h bei $T_{\max} \pm 2\text{ K}$ andauern.

5.7.4 Konstante feuchte Wärme

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Eignung des Gerätes für die Lagerung oder den Einsatz in feuchter Wärme ohne Betauung nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60 068-2-78 (Prüfgruppe Ca) angegeben.

(1) Bei fehlenden Datenblattangaben ist der Prüfling wie folgt zu beanspruchen:

- a) Temperatur: $40\text{ °C} \pm 2\text{ K}$,
- b) relative Luftfeuchte: $(93 \begin{smallmatrix} +2 \\ -3 \end{smallmatrix})\%$,
- c) Dauer: 48 h und
- d) Betriebszustand: Prüfling nicht in Betrieb.

(2) Anschließend an eine Funktionszwischenprüfung ist der Prüfling wie folgt zu beanspruchen:

- a) Temperatur: $40\text{ °C} \pm 2\text{ K}$,
- b) relative Luftfeuchte: $(93 \begin{smallmatrix} +2 \\ -3 \end{smallmatrix})\%$,
- c) Dauer: 24 h und
- d) Betriebszustand: Prüfling in Betrieb mit zyklischem Wechsel der Versorgungsspannung zwischen U_{\max} und U_{\min} nach jeweils sechs Stunden Prüfdauer. Zwischenwerte der Versorgungsspannung nach Datenblatt sind beim Wechsel der Versorgungsspannung zulässig.

5.7.5 Zyklische feuchte Wärme

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Eignung des Gerätes für die Lagerung bei hoher Luftfeuchte und Temperaturänderungen mit Betauung nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60068-2-30 (Prüfgruppe Db) angegeben.

Der Prüfling soll in betriebslosem Zustand beansprucht werden. Bei fehlenden Datenblattangaben ist der Prüfling wie folgt zu beanspruchen:

- a) Die Anfangstemperatur des Prüflings muss der Anfangstemperatur der Prüfkammer $25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ angeglichen werden (siehe **Bild 5-1**).

b) Anschließend ist die relative Luftfeuchte in der Prüfkammer auf mindestens 95 % zu erhöhen, wobei die Temperatur auf $25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ zu halten ist.

c) Ist diese Luftfeuchte erreicht (Beginn der Beanspruchung), ist die Temperatur in der Prüfkammer kontinuierlich innerhalb von $(3 \pm 0,5)\text{ h}$ auf $55\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ zu erhöhen. Während des Temperaturanstiegs muss die relative Luftfeuchte mindestens 95 % betragen, in den letzten 15 Minuten darf sie auf 90 % abfallen.

Hinweis:

Bei Prüflingen mit sehr kleiner Temperaturzeitkonstante wird Betauung nur erreicht, wenn die relative Luftfeuchte sehr nahe bei 100 % liegt.

d) Die obere Temperatur ist bei einer relativen Luftfeuchte von $(93 \pm 3)\%$ über einen Zeitraum von $(9 \pm 0,5)\text{ h}$ zu halten. Bei der nachfolgenden Abkühlung muss in den ersten 1,5 h die Temperaturänderungsgeschwindigkeit im Mittel 10 K/h betragen. Innerhalb der nächsten 1,5 h bis 4,5 h muss die Temperatur der Prüfkammer auf $25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ abgesenkt werden.

e) Während der Abkühlung soll die relative Luftfeuchte 85 % nicht unterschreiten. Innerhalb der ersten 15 Minuten darf sie auf 70 % absinken.

f) Die Temperatur ist danach bis zum Abschluss einer Beanspruchungsdauer von 24 h auf $25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ bei einer relativen Luftfeuchte von größer als 95 % zu halten.

5.7.6 Zyklische trockene Wärme (Langzeitprüfung)

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Eignung des Gerätes für den Einsatz im bestimmungsgemäßen Betrieb nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60068-2-14 (Prüfgruppe Nb) und DIN EN 60068-2-33 angegeben.

(1) Die Anfangstemperatur des Prüflings muss der Anfangstemperatur der Prüfkammer $25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ angeglichen werden.

(2) Anschließend ist die Temperatur der Prüfkammer innerhalb einer Stunde auf die laut Datenblatt für den Betrieb des Prüflings höchstzulässige Umgebungstemperatur (T_{\max}) zu erhöhen. Bei fehlenden Datenblattangaben ist $T_{\max} = 70\text{ °C}$ einzusetzen.

(3) Der Prüfling ist danach wie folgt zyklisch zu beanspruchen:

- a) Die Zyklusdauer beträgt 24 h.
- b) Die Beanspruchungsdauer soll in jedem Zyklus bei oberer Temperatur (T_{\max}) mindestens 20 h und bei unterer Temperatur $25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ mindestens 2 h betragen.
- c) Der Prüfling muss in Betrieb sein mit zyklischem Wechsel der Versorgungsspannung zwischen U_{\max} und U_{\min} nach jeweils 24 h Prüfdauer. Zwischenwerte der Versorgungsspannung nach Datenblatt sind beim Wechsel der Versorgungsspannung zulässig. Das Ausgangssignal soll während der Prüfung bei maximaler Ausgangsbelastung auf $(50 \pm 5)\%$, bezogen auf das maximal mögliche Ausgangssignal, eingestellt werden, falls nicht die folgende Anforderung zur Anwendung kommt. Bei Geräten mit mechanisch bewegten Teilen, z. B. Druck- und Differenzdruckmessumformern, sind während der gesamten Langzeitprüfung 10^4 Wechsel über den gesamten Messbereich mit einer konstanten Frequenz und sinus- oder dreieckförmigem Verlauf durchzuführen. Dieser langsamen Änderung der Eingangsgröße sind 10^6 Wechsel über $\pm 10\%$ der Messspanne mit einer konstanten Frequenz und sinus- oder dreieckförmigem Verlauf zu überlagern.
- d) Die Prüfdauer beträgt 1000 h.

5.8 Prüfungen bei mechanischen Beanspruchungen

5.8.1 Allgemeine Anforderungen

- (1) Es ist durch Prüfungen nachzuweisen, dass der Prüfling durch die nach Datenblatt zulässigen mechanischen Beanspruchungen, denen er während des Transports und des Betriebs ausgesetzt wird, nicht in seiner Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird.
- (2) Der Prüfling ist unverpackt zu beanspruchen.
- (3) Der Prüfling ist für Prüfungen in Betrieb auf der Prüfeinrichtung so zu befestigen, wie es in den Geräteunterlagen für den Einbauort vorgegeben ist.
- (4) Vor und nach der jeweiligen Beanspruchungsart sollen Sicht- und Funktionszwischenprüfungen durchgeführt werden.
- (5) Bei Wechsel der Beanspruchungsart ist es zulässig, nur eine Funktionszwischenprüfung durchzuführen. Dabei darf der Prüfling auf der Prüfeinrichtung bleiben.
- (6) Bei Prüfungen des Prüflings in Betrieb ist eine Funktionsüberwachung durchzuführen.

5.8.2 Schwingfestigkeit im Frequenzbereich 5 Hz bis 35 Hz

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Widerstandsfähigkeit des Gerätes gegen Schwingungen im Frequenzbereich 5 Hz bis 35 Hz, z. B. infolge seismische Einwirkungen, nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60068-2-6 (Prüfung Fc) angegeben.

- (1) Wenn im Datenblatt nichts anderes angegeben ist, sollen die Prüfungen mit der in Absatz 2 angegebenen Amplitude der Auslenkung (Maximalwert) und der in Absatz 2 angegebenen Amplitude der Beschleunigung durchgeführt werden.
- (2) Die Prüfung soll mit sinusförmiger Beanspruchung und gleitender Frequenz wie folgt durchgeführt werden:
 - a) Amplitude der Auslenkung: $(10 \pm 2,5)$ mm,
 - b) Amplitude der Beschleunigung: $(1,5 \pm 0,2) \cdot 9,81$ m/s²,
 - c) Durchlaufgeschwindigkeit: 1 Oktave/min,
 - d) Dauer je Hauptachse: 1 Zyklus und
 - e) Betriebszustand: Prüfling in Betrieb.

5.8.3 Schwingfestigkeit im Frequenzbereich 5 Hz bis 100 Hz

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Widerstandsfähigkeit des Gerätes gegen Schwingungen im Frequenzbereich von 5 Hz bis 100 Hz, z. B. infolge Flugzeugabsturz, nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60068-2-6 (Prüfung Fc) angegeben.

- (1) Wenn im Datenblatt nichts anderes angegeben ist, sollen die Prüfungen mit der in Absatz 2 angegebenen Amplitude der Auslenkung und der in Absatz 2 angegebenen Amplitude der Beschleunigung durchgeführt werden.
- (2) Die Prüfung soll mit sinusförmiger Beanspruchung und gleitender Frequenz wie folgt durchgeführt werden:
 - a) Amplitude der Auslenkung: $(10 \pm 2,5)$ mm,
 - b) Amplitude der Beschleunigung: $(5 \pm 0,4) \cdot 9,81$ m/s²,
 - c) Durchlaufgeschwindigkeit: kleiner als oder gleich 10 Oktaven/min,
 - d) Dauer je Hauptachse: 1 Zyklus und
 - e) Betriebszustand: Prüfling in Betrieb.

5.8.4 Stoßprüfung

Hinweis:

Durch diese Prüfung wird die Eignung des Gerätes für den Transport nachgewiesen. Anforderungen an die Durchführung dieser Prüfung sind in DIN EN 60068-2-27 (Prüfung Ea) angegeben.

- (1) Wenn im Datenblatt nichts anderes angegeben ist, sollen die Prüfungen mit der in Absatz 2 angegebenen Amplitude der Beschleunigung und der in Absatz 2 angegebenen Einwirkungsdauer durchgeführt werden.
- (2) Diese Prüfung soll als Einzelstoßanregung wahlweise mit sinusförmiger, sägezahnförmiger oder trapezförmiger Stoßform wie folgt durchgeführt werden:
 - a) Amplitude der Beschleunigung: $30 \cdot 9,81$ m/s²,
 - b) Einwirkungsdauer: 11 ms,
 - c) Stoßanzahl je Richtung: 3,
 - d) Stoßanzahl insgesamt: 18 und
 - e) Betriebszustand: Prüfling in betriebslosem Zustand.

5.9 Verhalten des Prüflings bei Steckvorgängen

- (1) Werden elektrische Eingangs- und Ausgangsstromkreise oder Signalverbindungen steckbar ausgeführt und ist das Lösen der Steckverbindung zulässig, ist das Verhalten der Prüflinge bei Betätigung der Stecker zu prüfen.
- (2) Der Prüfschritt ist zehnmal zu wiederholen.

5.10 Prüfung auf Strahlenbeständigkeit für den bestimmungsgemäßen Betrieb

Für Geräte, die während des bestimmungsgemäßen Betriebs für den Einsatz unter Strahlenbeanspruchung vorgesehen sind, ist die Strahlenbeständigkeit nachzuweisen. Hierzu ist eine Bestrahlungsprüfung durchzuführen oder ein theoretischer Nachweis zu erbringen. Für die beim theoretischen Nachweis verwendeten Daten sind die Quellen anzugeben.

5.11 Prüfungen unter Störfallumgebungsbedingungen

5.11.1 Allgemeine Anforderungen

- (1) Sind die Geräte für den Einsatz unter Störfallumgebungsbedingungen vorgesehen, sind - abhängig von den im Datenblatt angegebenen Störfallumgebungsbedingungen einschließlich deren zeitlichen Begrenzungen - die in den Abschnitten 5.11.2 bis 5.11.6 genannten Prüfungen durchzuführen.
- (2) Für Geräte, die unter Störfallbedingungen für den Einsatz unter Strahlenbeanspruchung vorgesehen sind, ist die Strahlenbeständigkeit nachzuweisen. Hierzu ist eine Bestrahlungsprüfung durchzuführen oder ein theoretischer Nachweis zu erbringen. Für die bei einem theoretischen Nachweis verwendeten Daten sind die Quellen anzugeben.
- (3) Vor und nach der jeweiligen Beanspruchungsart sollen Sicht- und Funktionszwischenprüfungen durchgeführt werden.

5.11.2 Vorbeanspruchung

5.11.2.1 Vorbeanspruchung durch Temperatur

- (1) Die Anfangstemperatur des Prüflings muss der Anfangstemperatur der Prüfkammer $25 \text{ °C} \pm 3 \text{ K}$ angeglichen werden.
- (2) Anschließend ist die Temperatur der Prüfkammer innerhalb einer Stunde auf $T_{\text{max}} = 70 \text{ °C} \pm 3 \text{ K}$ zu erhöhen, falls nicht laut Datenblatt höhere Umgebungstemperaturen zugelassen sind.
- (3) Der Prüfling ist danach wie folgt zyklisch zu beanspruchen:

- a) Die Zykluszeit beträgt 24 h.
- b) Die Beanspruchungsdauer soll in jedem Zyklus bei der oberen Temperatur (T_{\max} nach Absatz 2) mindestens 20 h und bei der unteren Temperatur T_{\min} im Bereich von 0 °C bis 3 °C mindestens 2 h betragen.
- c) Der Prüfling soll in Betrieb sein mit zyklischem Wechsel der Versorgungsspannung zwischen U_{\max} und U_{\min} nach jeweils 24 h Prüfdauer. Zwischenwerte der Versorgungsspannung nach Datenblatt sind beim Wechsel der Versorgungsspannung zulässig.

Das Ausgangssignal soll während der Prüfung bei maximaler Ausgangsbelastung auf $(50 \pm 5) \%$, bezogen auf das maximal mögliche Ausgangssignal, eingestellt werden, falls nicht die folgende Anforderung zur Anwendung kommt.

Bei Geräten mit mechanisch bewegten Teilen, z. B. Druck- und Differenzdruckmessumformer, sind während der gesamten Vorbeanspruchung durch Temperatur 10^4 Wechsel über den gesamten Messbereich mit einer konstanten Frequenz und sinus- oder dreieckförmigem Verlauf durchzuführen. Dieser langsamen Änderung der Eingangsgröße sind 10^6 Wechsel über $\pm 10 \%$ der Messspanne mit einer konstanten Frequenz und sinus- oder dreieckförmigem Verlauf zu überlagern.

- d) Die Prüfdauer soll 2000 h betragen.

Hinweis:

Mit der Vorbeanspruchung durch Temperatur wird die im Kernkraftwerk zu erwartende zeitabhängige betriebliche thermische Alterung simuliert, vorausgesetzt, die Differenz zwischen der maximalen Prüftemperatur nach Absatz 2 und der mittleren Umgebungstemperatur am Einsatzort ist größer als oder gleich 45 K.

- (4) Die Vorbeanspruchung durch Temperatur darf die Langzeitprüfung nach Abschnitt 5.7.6 ersetzen.

5.11.2.2 Vorbeanspruchung durch Strahlung

(1) Für Geräte, die für den Einsatz unter Strahlenbeanspruchung vorgesehen sind und nach Abschnitt 5.11.1 Absatz 2 einer Bestrahlungsprüfung zu unterziehen sind, sind die Prüfwerte für die Energiedosis und Energiedosisleistung in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen festzulegen.

(2) Für Geräte, die im Sicherheitsbehälter eines Kernkraftwerks mit Druckwasserreaktor der Leistungsklasse 1300 MW (elektrisch) eingesetzt werden sollen, ist eine Vorbeanspruchung durch Strahlung mit einer Energiedosisleistung von kleiner als oder gleich $5 \cdot 10^2$ Gy/h so lange durchzuführen, bis der Prüfling eine Energiedosis von größer als oder gleich $5 \cdot 10^4$ Gy akkumuliert hat. Die genannten Dosis- und Dosisleistungswerte beziehen sich auf Luft und eine Photonenenergie im Bereich von 0,8 MeV bis 2 MeV.

(3) Der Prüfling ist hierbei unter Funktion zu betreiben, Ein- und Ausgangswerte sind zu registrieren. Zur Ermittlung des Übertragungsverhaltens, z. B. bei Messumformern, ist innerhalb der ersten zwei Stunden und vor Abschluss der Bestrahlung eine Funktionszwischenprüfung (z. B. Kennlinienaufnahme) durchzuführen.

(4) Die Prüfung muss unter Erfüllung nachstehender Anforderungen erfolgen:

- a) Die Bestrahlung des Prüflings darf mit Gamma-Strahlen unter atmosphärischen Bedingungen (Sauerstoffgehalt der Luft) erfolgen.
- b) Das anzuwendende dosimetrische Messverfahren muss eine Messunsicherheit von kleiner als $\pm 30 \%$ (bezogen auf den Messwert) sicherstellen. Die Wahl des Messverfahrens darf der prüfenden Stelle überlassen bleiben.

- c) Der Prüfling soll einem Umgebungsklima ausgesetzt werden mit einer Temperatur im Bereich von 18 °C bis 28 °C (Schwankungsbreite ± 2 K) und einer Feuchte von kleiner als oder gleich 75 %.

Kann die geforderte Temperaturkonstanz nicht sichergestellt werden, so muss die Umgebungstemperatur während der Bestrahlung registriert werden.

5.11.3 Verhalten bei Druck-, Temperatur- und Feuchtebeanspruchung

(1) Der Belastungsverlauf während der Prüfung muss in einem Diagramm (Prüfcurve) festgelegt werden. Hierin sollen die Werte für Druck, Temperatur und Feuchte, Anstiegs-, Abfall- und Verweilzeiten und deren zulässige Abweichungen vorgegeben werden. Der Prüfling ist diesen Belastungen auszusetzen.

(2) Die Prüfkurven sind, unter der Annahme der ungünstigsten Bedingungen, aus den Störfallverläufen abzuleiten.

Hinweis:

In den Bildern 5-2 bis 5-5 sind beispielhaft Prüfkurven für Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren angegeben.

(3) Der Prüfling ist in Gebrauchslage unter Funktion zu betreiben, Ein- und Ausgangswerte sind zu registrieren. Zusätzlich sind Funktionszwischenprüfungen (z. B. bei Messumformern Kennlinienaufnahme nach den Angaben der Bilder 5-2 bis 5-5) durchzuführen. Die Messfehler im Vorlauf der Prüfung sind zu ermitteln.

(4) Der Prüfling ist in der Prüfkammer so zu montieren, dass

- a) die Dampfaustrittsstellen so angeordnet werden, dass der Prüfling keinem direkten Dampfstrahl ausgesetzt wird und
- b) die Temperaturfühler zur Messung der Prüfkammertemperatur nicht im Dampfstrahl angeordnet und nicht am Prüfling angebracht werden.

(5) Für Geräte, die nach diesem Abschnitt geprüft werden, brauchen die Prüfungen nach Abschnitt 5.7.4 nicht durchgeführt werden.

5.11.4 Verhalten bei Strahlenbeanspruchung

(1) Für Geräte, die für den Einsatz unter Strahlenbeanspruchung vorgesehen sind und nach Abschnitt 5.11.1 Absatz 2 einer Bestrahlungsprüfung zu unterziehen sind, sind die Prüfwerte für die Energiedosis und Energiedosisleistung in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen festzulegen.

(2) Für Geräte, die im Sicherheitsbehälter eines Kernkraftwerks mit Druckwasserreaktor der Leistungsklasse 1300 MW (elektrisch) eingesetzt werden sollen, ist zusätzlich zur Vorbeanspruchung nach Abschnitt 5.11.2.2 eine Beanspruchung mit einer Energiedosisleistung von kleiner als oder gleich $5 \cdot 10^2$ Gy/h so lange durchzuführen, bis der Prüfling eine Energiedosis von größer als oder gleich $2 \cdot 10^5$ Gy akkumuliert hat. Die genannten Dosis- und Dosisleistungswerte beziehen sich auf Luft und eine Photonenenergie im Bereich von 0,8 MeV bis 2 MeV.

(3) Der Prüfling ist hierbei unter Funktion zu betreiben, Ein- und Ausgangswerte sind zu registrieren. Zur Ermittlung des Übertragungsverhaltens, z. B. bei Messumformern, ist nach ca. 10 h, 50 h und 100 h eine Funktionszwischenprüfung (z. B. Kennlinienaufnahme) durchzuführen.

(4) Die Prüfung muss unter Erfüllung nachstehender Anforderungen erfolgen:

- a) Die Bestrahlung der Geräte darf mit Gamma-Strahlen unter atmosphärischen Bedingungen (Sauerstoffgehalt der Luft) erfolgen.

- b) Das anzuwendende dosimetrische Messverfahren muss eine Messunsicherheit von kleiner als oder gleich $\pm 30\%$ (bezogen auf den Messwert) sicherstellen. Die Wahl des Messverfahrens darf der prüfenden Stelle überlassen bleiben.
- c) Der Prüfling soll einem Umgebungsklima ausgesetzt werden mit einer Temperatur von 18 °C bis 28 °C (Schwankungsbreite $\pm 2\text{ K}$) und einer Feuchte von kleiner als oder gleich 75% . Kann die geforderte Temperaturkonstanz nicht sichergestellt werden, so muss die Umgebungstemperatur während der Bestrahlung registriert werden.

5.11.5 Überflutungsprüfung

Bei Geräten, die im Sicherheitsbehälter eines Kernkraftwerks mit Druckwasserreaktor eingesetzt werden sollen und im Störfall überflutet werden können, ist die Beständigkeit der Prüflinge gegenüber Borsäure ohne Funktion nachzuweisen. Die Prüfung erfolgt unter Erfüllung nachstehender Anforderungen:

- a) Der Prüfling ist in Gebrauchslage mit allen Zuleitungen (Signal, Energie, sonstige Hilfsmedien) in ein Tauchbecken mit Borsäure einzubringen. Die Zusammensetzung des Prüfmediums ist anzugeben.
- b) Die Durchführung der Prüfung erfolgt bei einer Mediumtemperatur von 70 °C . Die Prüfzeit beträgt 24 h . Während dieser Zeit ist sicherzustellen, dass das Medium gleichmäßig mit Luft durchspült wird; Luftdurchsatz mindestens 2 l/Minute .
- c) Nach der Beanspruchung sind die äußere Beschaffenheit des Prüflings zu beurteilen und die Funktionsfähigkeit festzustellen. Der Prüfling muss geöffnet werden, um festzustellen, ob Borsäure eingedrungen ist, wenn sich keine Nachbeanspruchung nach Abschnitt 5.11.6 an die Prüfung anschließt. Falls sich eine Nachbeanspruchung nach Abschnitt 5.11.6 anschließt, ist diese Feststellung am Ende der Nachbeanspruchung durchzuführen.

5.11.6 Nachbeanspruchung

Für Geräte, die im Sicherheitsbehälter eingesetzt werden sollen und nach Eintreten eines Störfalles für eine längere Zeit als die nach Abschnitt 5.11.3 Absatz 2 und **Bild 5-2** festgelegte Prüfzeit funktionsfähig sein müssen, ist eine Nachbeanspruchung mit einer Dauer von 16 Zyklen nach Abschnitt 5.11.2.1 durchzuführen. Hierbei soll eine relative Feuchte nach **Bild 5-1** vorgesehen werden, wobei korrosive Einflüsse durch den Borgehalt der Störfallumgebung bei Druckwasserreaktor-Anlagen durch einen Borzusatz simuliert werden sollen. Die Prüfung der mechanisch bewegten Teile nach Abschnitt 5.11.2.1 Absatz 3 Aufzählung c) entfällt bei der Nachbeanspruchung.

5.12 Reihenfolge der praktischen Prüfungen

- (1) Die praktischen Prüfungen von Geräten ohne Anforderungen an die Beständigkeit gegen Störfallumgebungsbedingungen sollen in folgender Reihenfolge durchgeführt werden:
- Sichtprüfung des Prüflings nach Abschnitt 5.2 Absatz 5,
 - Funktionsprüfungen nach Abschnitt 5.3,
 - Verhalten des Prüflings bei Steckvorgängen nach Abschnitt 5.9,
 - Klimaprüfungen nach Abschnitt 5.7,
 - Prüfung auf Strahlenbeständigkeit für den bestimmungsgemäßen Betrieb nach Abschnitt 5.10,
 - Prüfung bei mechanischer Beanspruchung nach Abschnitt 5.8 und Funktionsprüfungen nach Abschnitt 5.3.
- (2) Die praktische Prüfung von Geräten mit Anforderungen an die Beständigkeit gegen Störfallumgebungsbedingungen soll in der Reihenfolge nach **Tabelle 5-1** durchgeführt werden.

(3) Die EMV-Prüfungen nach Abschnitt 5.4 dürfen unabhängig von der Reihenfolge der anderen praktischen Prüfungen durchgeführt werden.

(4) Sind für einen typgeprüften Gerätetyp zum Nachweis der Störfallfestigkeit ergänzende Typprüfungen durchzuführen, dürfen einzelne Prüfschritte nach **Tabelle 5-1** entfallen. Der Prüfumfang ist mit dem Sachverständigen (nach § 20 AtG) abzustimmen.

Lfd. Nr.	Art der Prüfung	Aufstellungsort		
		Sicherheitsbehälter	Armaturenkammer	Ringraum
1	Sichtprüfung des Prüflings nach Abschnitt 5.2 Absatz 5	X	X	X
2	Funktionsprüfung nach Abschnitt 5.3 und Prüfung elektrischer Eigenschaften (Stromaufnahme, Verlustleistung)	X	X	X
3	Verhalten des Prüflings bei Steckvorgängen nach Abschnitt 5.9	X	X	X
4	Klimaprüfung nach Abschnitt 5.7 (ohne 5.7.4 und 5.7.6)	X	X	X
5	Vorbeanspruchung durch Temperatur nach Abschnitt 5.11.2.1	X	X	X
6	Vorbeanspruchung durch Strahlung nach Abschnitt 5.11.2.2	X	-	X
7	Mechanische Beanspruchungen nach Abschnitt 5.8	X	X	X
8	Verhalten bei Druck, Temperatur und Feuchtebeanspruchung nach Abschnitt 5.11.3 Absatz 2, für Druckwasserreaktoren der Leistungsklasse 1300 MW (elektrisch) mit Prüfbedingungen nach Bild	5-2	5-3	5-4 oder 5-5
9	Verhalten bei Strahlenbeanspruchung nach Abschnitt 5.11.4	X	-	-
10	Prüfung auf Borsäurebeständigkeit nach Abschnitt 5.11.5	X	-	-
11	Nachbeanspruchung nach Abschnitt 5.11.6	X	-	-
12	Funktionsprüfung nach Abschnitt 5.3	X	X	X

Tabelle 5-1: Reihenfolge der praktischen Prüfungen von Geräten mit Anforderungen an die Beständigkeit gegen Störfallumgebungsbedingungen

5.13 Maßnahmen bei Ausfällen während der praktischen Prüfungen

Bei Auftreten eines Ausfalls sind Ausfallzeitpunkt und Ausfalleffekt zu ermitteln. Es ist ein Untersuchungsbericht anzufertigen, der Angaben über die durchgeführte Untersuchung und eine Aussage über die ermittelte Ausfallsursache enthält. Ergibt die Untersuchung das Vorhandensein eines systematischen Ausfalls, so sind entsprechende Ertüchtigungsmaßnahmen vorzunehmen. Der Umfang der zu wiederholenden Typprüfung ist mit dem Sachverständigen (nach § 20 AtG) abzustimmen. Liegt kein systematischer Ausfall vor, sind nach Instandsetzung des Prüflings die Prüfungen nach den Abschnitten 5.2 Absatz 5 und 5.3 vorzunehmen und die Prüf-

schritte der Typprüfung nach Wiederholung des unterbrochenen Prüfschrittes fortzusetzen.

6 Kriterien für das Bestehen der Typprüfung

Die Typprüfung ist bestanden, wenn die theoretische Prüfung nach den Abschnitten 4.2 bis 4.6 keine Beanstandungen ergab und die Funktionsfähigkeit bei den praktischen Prüfungen nach den Abschnitten 5.5 bis 5.13 nachgewiesen wurde.

7 Prüfdokumentation

7.1 Dokumentation der theoretischen Prüfungen

(1) In die Dokumentation der theoretischen Prüfungen sind folgende Unterlagen aufzunehmen:

- a) Geräteunterlagen nach Abschnitt 4.2 mit der Stellungnahme des Sachverständigen (nach § 20 AtG) zu diesen Unterlagen,
- b) Zuverlässigkeitsangaben nach Abschnitt 4.3 mit der Stellungnahme des Sachverständigen (nach § 20 AtG) zu den Zuverlässigkeitsangaben,
- c) Grenzbelastungsanalyse nach Abschnitt 4.4 mit der Stellungnahme des Sachverständigen (nach § 20 AtG) zu der Grenzbelastungsanalyse,
- d) Nachweise für druckbeaufschlagte und messmediumberührte Teile nach Abschnitt 4.5 mit der Stellungnahme des Sachverständigen zu den Nachweisen und
- e) Prüfanweisungen für die praktische Prüfung nach Abschnitt 4.5 mit den Stellungnahmen der Sachverständigen (nach § 20 AtG) zu den Prüfanweisungen.

(2) Die Ergebnisse der Stellungnahmen sind in Prüfbescheinigungen zusammenzufassen.

7.2 Dokumentation der praktischen Prüfungen

(1) Für jeden Prüfschritt ist ein Prüfprotokoll zu erstellen, welches folgende Angaben enthalten muss:

- a) Nummer des Prüfprotokolls,
- b) Gerätetyp und Gerätebezeichnung einschließlich Änderungszustand,
- c) Identität des Prüflings,
- d) Hersteller des Prüflings,
- e) Prüfschritt mit Angabe der Prüfparameter, wie Prüfraumtemperatur, Hilfsenergie, Feuchte,
- f) Prüfaufbau, Prüfmittel, Prüfeinrichtung,
- g) Anzahl der Messwerttabellen,
- h) Prüfergebnis,
- i) Ort und Datum und
- k) Organisation, Name und Unterschrift des Prüfers.

(2) Im Prüfprotokoll sind Ausfälle, sichtbare Mängel und Schäden, die bei dem Prüfschritt aufgetreten sind, anzugeben.

(3) Die Messwerte sind in Messwerttabellen aufzuführen, wobei diese Tabellen die Sollwerte einschließlich der zulässigen Abweichungen enthalten sollen.

(4) Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Prüfbescheinigungen zusammenzufassen.

7.3 Prüfbericht

(1) Über die durchgeführten theoretischen und praktischen Prüfungen und die Prüfergebnisse ist ein Prüfbericht zu erstellen.

(2) Werden die Prüflinge aus einer Baureihe (Typenreihe) ausgewählt, sind die Auswahlkriterien anzugeben und zu begründen.

(3) Mögliche Einsatzeinschränkungen und besondere Einsatzhinweise sind anzugeben.

Hinweis:

Hierzu zählen auch Hinweise für die Durchführung späterer Systemprüfungen.

7.4 Prüfbescheinigung

(1) Die Prüfbescheinigung muss Angaben enthalten über:

- a) Nummer der Bescheinigung,
- b) Gerätetyp und Gerätebezeichnung einschließlich Änderungszustand,
- c) Auflistung der Prüfunterlagen,
- d) Hersteller des geprüften Gerätes,
- e) Angabe der Prüfanweisung,
- f) Prüfergebnis,
- g) Ort und Datum und
- h) Organisation, Name und Unterschrift des Prüfers und der Sachverständigen.

(2) Es ist zulässig, mehrere Prüfbescheinigungen in eine Gesamtprüfbescheinigung zusammenzufassen.

(3) Die Prüfbescheinigung behält für neu gefertigte Geräte ihre Gültigkeit, wenn in Abständen von jeweils drei Jahren, z. B. durch Qualitätsaudits nach KTA 3507, bestätigt wird, dass keine Änderungen gegenüber der Prüfbescheinigung (einschließlich Prüfbericht) vorgenommen worden sind, die die geprüften Eigenschaften beeinträchtigen.

7.5 Aufbewahrungsort und -dauer

Anforderungen an die Aufbewahrung und Archivierung der Prüfdokumentation sind in KTA 1404 enthalten.

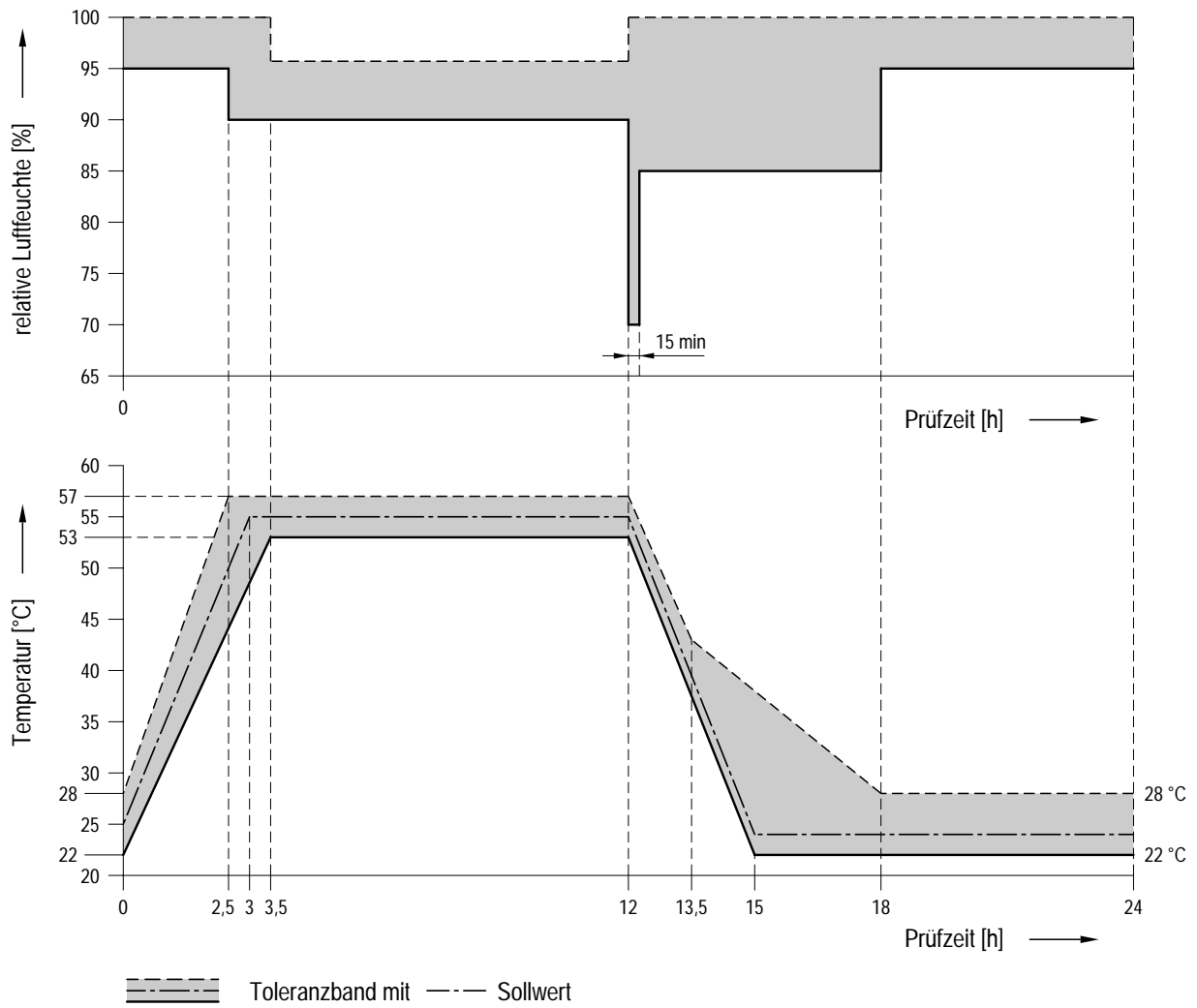


Bild 5-1: Zeitlicher Verlauf der relativen Luftfeuchte und der Temperatur bei der Klimaprüfung nach Abschnitt 5.7.5

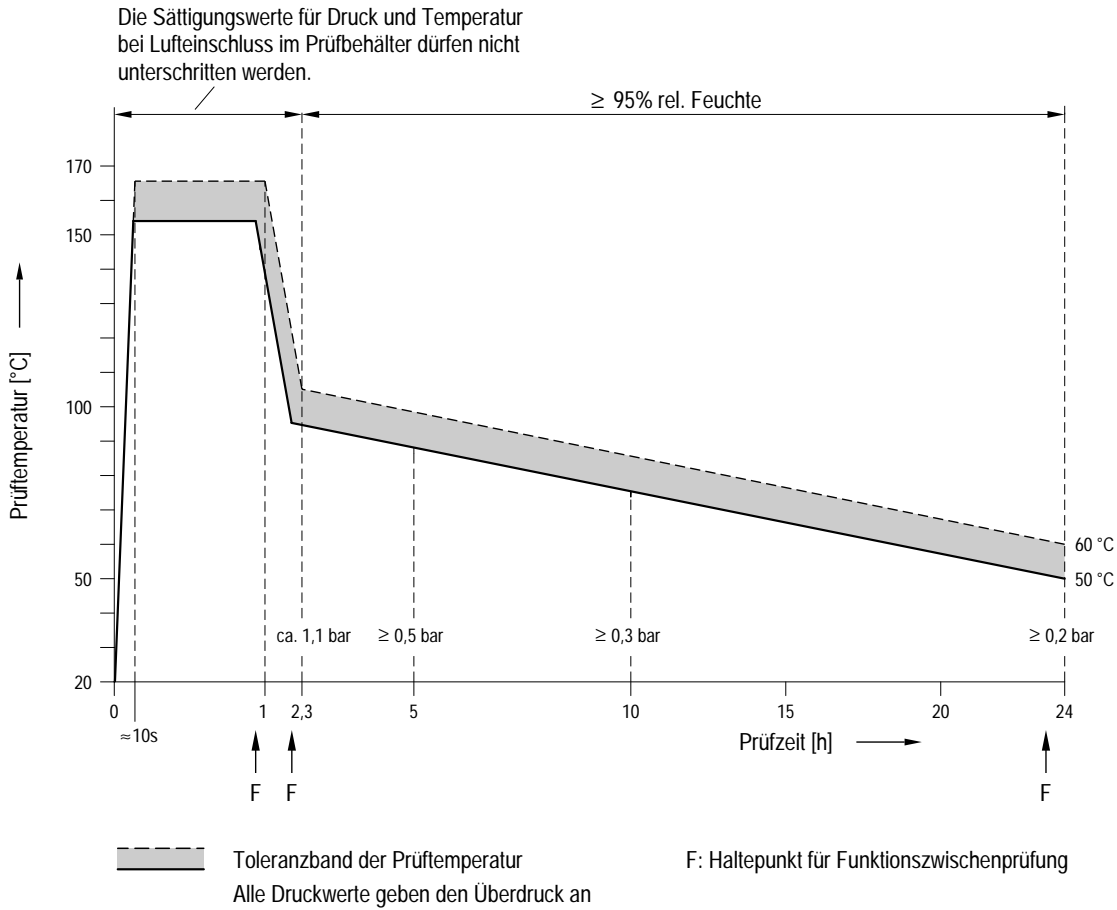


Bild 5-2: Beispiel einer Prüfkurve nach Abschnitt 5.11.3 Absatz 2 für Geräte im Sicherheitsbehälter eines Leichtwasserreaktors der Leistungsklasse 1300 MW (elektrisch)

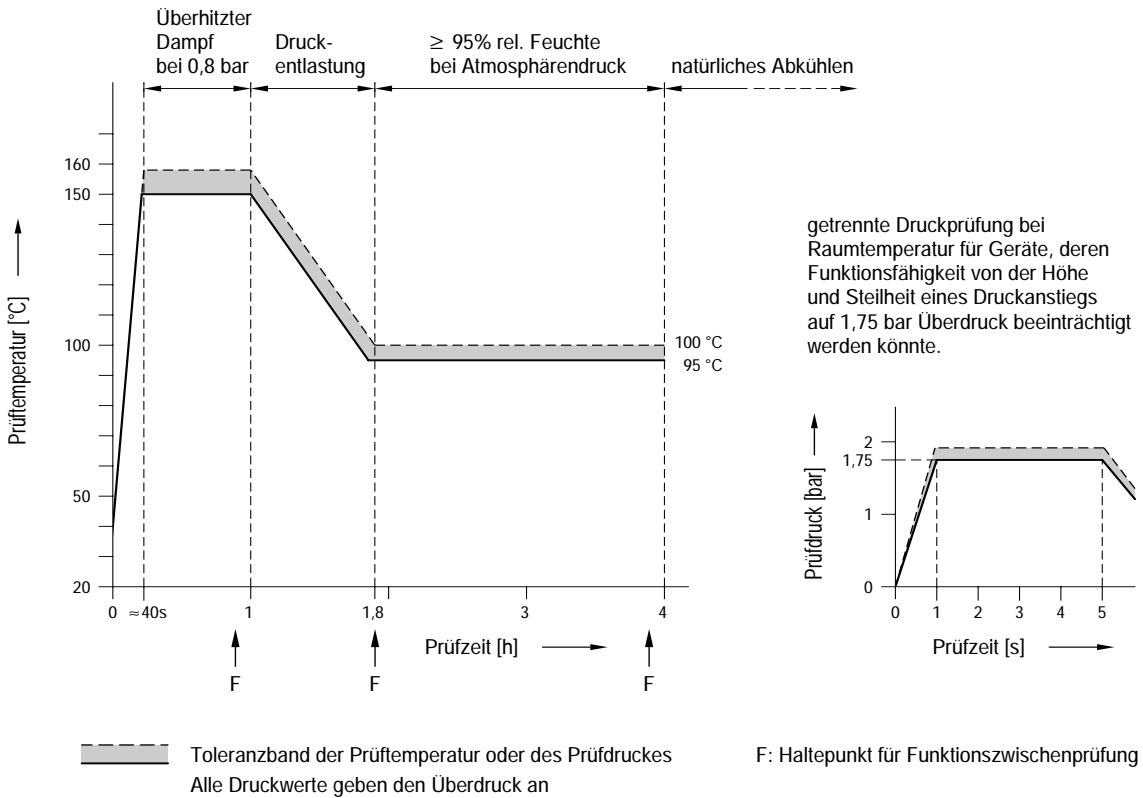
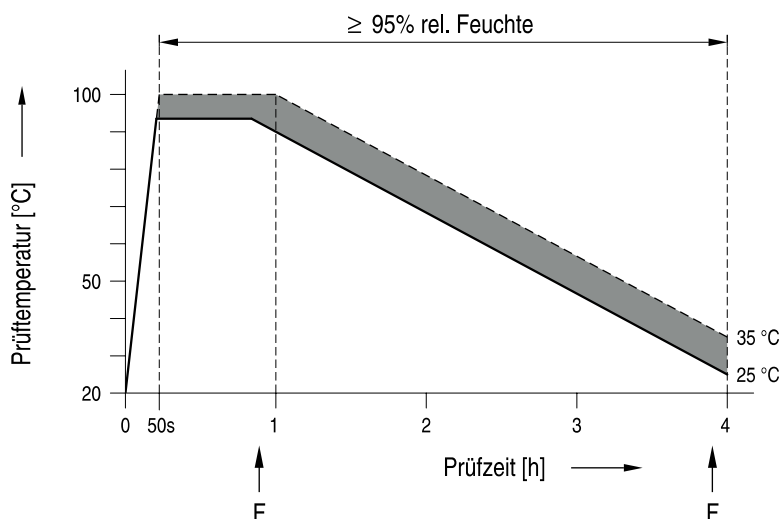
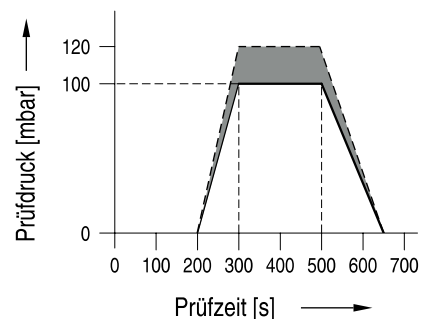


Bild 5-3: Beispiel einer Prüfkurve nach Abschnitt 5.11.3 Absatz 2 für Geräte in der Armaturenkommer eines Druckwasserreaktors der Leistungsklasse 1300 MW (elektrisch)



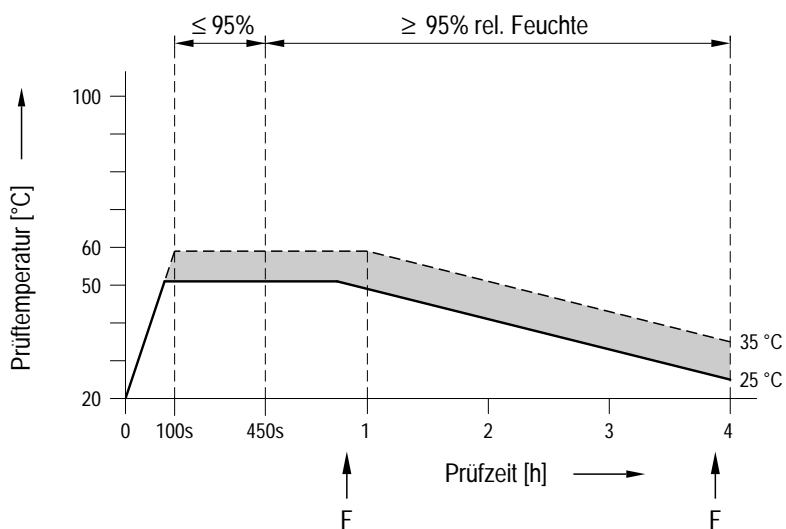
Druckprüfung während der Temperaturprüfung für Geräte, deren Funktionsfähigkeit von der Höhe und Steilheit eines Druckanstiegs auf 100 mbar Überdruck beeinträchtigt werden könnte.



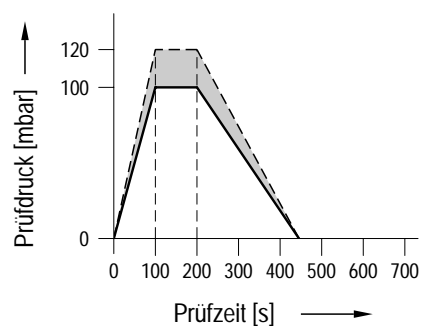
Toleranzband der Prüf temperat ur oder des Prüfdruckes
 Alle Druckwerte geben den Überdruck an

F: Haltepunkt für Funktionszwischenprüfung

Bild 5-4: Beispiel einer Prüf kurve nach Abschnitt 5.11.3 Absatz 2 für Geräte im Ringraum (Bereich des Bruchraumes) eines Druckwasserreaktors der Leistungsklasse 1300 MW (elektrisch)



Druckprüfung während der Temperaturprüfung für Geräte, deren Funktionsfähigkeit von der Höhe und Steilheit eines Druckanstiegs auf 100 mbar Überdruck beeinträchtigt werden könnte.



Toleranzband der Prüf temperat ur oder des Prüfdruckes
 Alle Druckwerte geben den Überdruck an

F: Haltepunkt für Funktionszwischenprüfung

Bild 5-5: Prüf kurve nach Abschnitt 5.11.3 Absatz 2 (Hinweis) für Geräte im Ringraum (außerhalb des Bereiches des Bruchraumes) eines Druckwasserreaktors der Leistungsklasse 1300 MW (elektrisch)

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 verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde).

AtG		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 814), in der Fassung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Gesetz vom 12. August 2005 (BGBl. I S. 2365)
KTA 1404	(6/01)	Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken
KTA 3501	(6/85)	Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems
KTA 3507	(6/02)	Werksprüfungen, Prüfungen nach Instandsetzung und Nachweis der Betriebsbewahrung der Baugruppen und Geräte der Leittechnik des Sicherheitssystems
DIN EN 61000-6-2	(8/02)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen; Störfestigkeit für Industriebereich (IEC 77/295/FDIS:2004); Deutsche Fassung prEN 61000-6-2:2004 (VDE 0839-6-2)
DIN EN 61000-6-4	(8/02)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen; Fachgrundnorm Störaussendung für Industriebereich (IEC/CISPR/H/99/CDV:2005); Deutsche Fassung prEN 61000-6-4:2005 (VDE 0839-6-4)
DIN IEC 61226	(9/05)	Kernkraftwerke - Leittechnische Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung - Kategorisierung leittechnischer Funktionen
DIN EN 61326	(5/04)	Elektrische Betriebsmittel für Leittechnik und Laboreinsatz - EMV-Anforderungen (IEC 61326:1997 + IEC 61326/A1:1998 + IEC 61326-1/A2:2000 + Anhänge E & F zu IEC 61326:2002 + Corrigendum: 2002); Deutsche Fassung EN 61326:1997 + EN 61326/A1:1998 + EN 61326/A2:2001 + EN 61236/A3:2003 Achtung: Daneben gilt DIN EN (2002-03) noch bis 2006-10-01.

Anhang B (informativ)**Systemnormen des DIN zu rechnerbasierten Leittechniksystemen mit sicherheitstechnischer Bedeutung**

DIN IEC 60780	(12/00)	Kernkraftwerke - Elektrisches Gerät des Sicherheitssystems –Qualifizierung (IEC 60780:1998)
DIN IEC 60880	(07/04)	Kernkraftwerke - Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung - Softwareaspekte für rechnerbasierte Systeme zur Realisierung von Funktionen der Kategorie A (IEC 45A/523/CD:2003)
DIN EN 60068-2-1	(3/95)	Umweltprüfungen - Teil 2-1: Prüfungen; Prüfgruppe A: Kälte (IEC 60068-2-1:1990 + A1:1993 + A2:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-1:1993 + A1:1993 + A2:1994
DIN EN 60068-2-2	(8/94)	Umweltprüfungen - Teil 2-2: Prüfungen; Prüfgruppe B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 68-2-2A:1976 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993 + A1:1993
DIN EN 60068-2-6	(5/96)	Umweltprüfungen - Teil 2-6: Prüfungen; Prüfung Fc: Schwingen, sinusförmig (IEC 60068-2-6:1995 + Corrigendum 1995); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:1995
DIN EN 60068-2-27	(3/95)	Umweltprüfungen - Teil 2-27: Prüfungen; Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:1993
DIN EN 60068-2-30	(2/00)	Umweltprüfungen - Teil 2-30: Prüfungen; Prüfung Db und Leitfaden: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12-Stunden Zyklus) (IEC 60068-2-30:1980 + A1:1985); Deutsche Fassung EN 60068-2-30:1999
DIN EN 60068-2-33	(9/00)	Umweltprüfungen - Teil 2-33: Prüfungen; Leitfaden zur Prüfgruppe N: Temperaturwechsel (IEC 60068-2-33:1971) + A1:1978); Deutsche Fassung EN 60068-2-33:1999
DIN EN 60068-2-78	(9/02)	Umweltprüfungen - Teil 2-78: Prüfungen; Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant (IEC 60068-2-78:2001); Deutsche Fassung EN 60068-2-78:2001
DIN EN 61000-4-5	(12/01)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (VDE 0847 Teil 4-5)
DIN EN 61131-1	(03/04)	Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Informationen; (IEC 61131-1:2003) Deutsche Fassung EN 61131-1:2003
DIN EN 61131-2	(02/04)	Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen; (IEC 61131-2:2003) Deutsche Fassung EN 61131-2:2003
DIN EN 61508-3	(12/02)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 3: Anforderungen an Software; Deutsche Fassung EN 61508-3:2001
DIN EN 61508-4	(11/02)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 4: Begriffe und Abkürzungen; Deutsche Fassung EN 61508-4:2001
DIN IEC 61513	(10/02)	Kernkraftwerke - Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung - Allgemeine Systemanforderungen (IEC 61513:2001) (VDE 0491 Teil 2)