

**NUKLEARINSPEKTORAT
NUCLEAR INSPECTORATE**

Richtistrasse 15, Postfach, CH-8304 Wallisellen
Tel: 044/877 61 11, Fax: 044/877 62 13



Festlegung NE-14

Wiederholungsprüfungen von nuklear abnahmepflichtigen mechanischen Komponenten der Sicherheitsklassen 1 bis 4

Revision 6

01.01.2005

A	Allgemeine Festlegungen	6
A 1.	Geltungsbereich	6
A 2.	Zielsetzung und Zweck	6
A 2.1	Zielsetzung	6
A 2.2	Zweck	6
A 3.	Bezeichnung und Einteilung der zerstörungsfreien Prüfverfahren	7
A 4.	Konzept und allgemeine Anforderungen	7
A 4.1	Konzept	7
A 4.2	Prüfbarkeit - Prüfpflicht	7
A 4.3	Auswahl der Stichproben	7
A 4.4	Basisprüfungen	8
A 4.5	Prüfintervalle	8
A 4.6	Erweiterung des Prüfumfangs	8
A 4.7	Strahlenschutz und Personenschutz	8
A 5.	Überwachung durch das SVTI Nuklearinspektorat	9
A 6.	Prüfprogramme und Prüfvorschriften	10
A 6.1	Wiederholungsprüfprogramme	10
A 6.2	Jahresprüfprogramm	10
A 6.3	Prüfvorschriften (Prüfspezifikationen)	11
A 7.	Bewertung, Dokumentation und Datensicherung	11
A 7.1	Bewertung	11
A 7.2	Dokumentation	12
A 7.3	Datensicherung	12
A 8.	Prüfpersonal und Prüfaufsicht	13
A 9.	Prüf- und Messgeräte	13
A 10.	Qualitätspläne (z.B. QC-Plan, Work Control Plan, Prüffolgeplan)	13
B	Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 1	14
B 1.	Gültigkeit	14
B 2.	Prüfungen ausgewählter Bereiche	14
B 2.1	Basisprüfung	14
B 2.2	Prüfprogramme, Prüfintervalle	15
B 2.3	Prüfumfänge und Prüfbarkeit	16

B 3.	Prüfungen der Gesamtsysteme	20
B 3.1	System- und Komponentenbegehungen im Betrieb	20
B 3.2	Druckprüfung des Reaktorkühlsystems	20
C	Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 2	21
C 1.	Gültigkeit	21
C 2.	Einteilung in die Kategorien 2.1 und 2.2	21
C 3.	Prüfung ausgewählter Bereiche	23
C 3.1	Innere und Äussere Prüfungen	23
C 3.2	Basisprüfungen	24
C 3.3	Prüfintervalle	24
C 3.4	Prüfumfänge und Prüfbarkeit	26
C 4.	System- und Komponentenbegehungen	32
C 5.	Visuelle Prüfung des Primären Containments	32
D	Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 3	33
D 1.	Gültigkeit, Einleitung	33
D 2.	Einteilung in Kategorien	33
D 3.	Prüfungen	33
D 3.1	Basisprüfungen	33
D 3.2	Prüfintervalle	34
E	Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 4	35
E 1.	Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 4	35
F	Anforderungen an zerstörungsfreie Prüfungen	36
F 1.	Allgemeines	36
F 1.1	Prüfziel	36
F 1.2	Auswahl der Prüfverfahren	36
F 1.3	Qualifizierung der Prüfverfahren	37
F 1.4	Prüfvorschriften (siehe Kap. A 6.3)	37
F 1.5	Prüfpersonal (siehe Kap. A 8)	37
F 1.6	Prüfgeräte (siehe Kap. A 9)	37
F 1.7	Qualitätspläne (siehe Kap. A 10)	37
F 1.8	Oberflächenbeschaffenheit der Prüfbereiche	37
F 1.9	Prüfeinschränkungen	37
F 1.10	Vergleich der Prüfergebnisse	37

F 1.11	Registrier- und Bewertungspflicht von Anzeigen	38
F 1.12	Bewertung von Prüfergebnissen	39
F 1.13	Zulässigkeit von bewerteten Fehlern	39
F 1.14	Zusätzliche Prüfungen	39
F 1.15	Dokumentation (siehe Kap. A 7.2)	39
F 2.	Volumetrische Prüfung	41
F 2.1	Ultraschallprüfung (UT)	41
F 2.2	Durchstrahlungsprüfung (RT)	42
F 2.3	Wirbelstromprüfung (ET) von Dampferzeuger-Heizrohren	43
F 3.	Oberflächenprüfung	44
F 3.1	Eindringprüfung (PT)	44
F 3.2	Magnetpulverprüfung (MT)	45
F 3.3	Wirbelstromprüfung (ET)	46
F 4.	Visuelle Prüfung (VT)	46
F 4.1	Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen	46
F 4.2	Prüftechnik	46
F 4.3	Qualifizierung	48
F 4.4	Gerätekontrollen	48
F 4.5	Registrier- und Bewertungspflicht	48
F 5.	Innere und äussere Prüfungen von Behältern	49
F 5.1	Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen	49
F 5.2	Innere Prüfungen	49
F 5.3	Äussere Prüfungen	49
F 5.4	Registrier- und Bewertungspflicht	49
F 6.	System- und Komponentenbegehungen	50
F 6.1	Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen	50
F 6.2	Durchführung	50
F 6.3	Registrier- und Bewertungspflicht	50
G	Druckprüfung, Prüfung von Stossbremsen und Sicherheitsventilen	51
G 1.	Druckprüfungen	51
G 1.1	Aufgabenstellung	51
G 1.2	Prüfungsdurchführung	51
G 1.3	Ergebnisbewertung	51
G 2.	Prüfung von Stossbremsen	52
G 2.1	Aufgabenstellung	52
G 2.2	Prüfungen	52
G 2.3	Prüfumfang und Prüfintervalle	52
G 2.4	Bewertung und Massnahmen	53

G 3.	Funktionsprüfung von Sicherheitsventilen	53
G 3.1	Geltungsbereich	53
G 3.2	Von der Vorschrift 602 abweichende Festlegungen	53
H	Dichtheitsprüfung des Primärcontainments	55
H 1.	Gültigkeit	55
H 2.	Prüfziel und Aufgabenstellung	55
H 3.	Begriffserklärungen	55
H 4.	Basisprüfungen	55
H 5.	Integrale Leckageratenprüfung Typ A	56
H 5.1	Prüfintervalle, Prüfdruck, Umrechnung auf Störfalldruck	56
H 5.2	Prüfmethodik und Prüfungsdurchführung	56
H 6.	Lokale Leckageratenprüfung Typ B und C	56
H 6.1	Allgemeines	56
H 6.2	Prüfumfang und Prüfintervalle	56
H 6.3	Prüfdruck und Prüfmedium	56
H 6.4	Prüfverfahren	57
H 6.5	Prüfungsdurchführung	57
H 6.6	Besonderheiten der Durchführung von Typ-C-Prüfungen	57
H 7.	Bewertung	58
H 7.1	Allgemeines	58
H 7.2	Prüfungen Typ A	58
H 7.3	Prüfungen Typ B und C	58
H 8.	Dokumentation	59
H 9.	10 CFR 50 Appendix J, Option B	59
H 10.	Überwachung durch das SVTI Nuklearinspektorat	59
<u>Anhänge:</u>		
Anhang A-1:	Bundesrätliche Verordnungen, HSK Richtlinien, SVTI-Vorschriften und SVTI Festlegungen	60
Anhang A-2:	Massnahmen betreffend Strahlenschutz und Arbeitssicherheit	62
Anhang A-3:	Begriffserklärungen	63
Anhang A-4:	Abkürzungen	64
Anhang F:	Zusätzliche Festlegungen für Ultraschallprüfungen vor der Qualifizierung nach F 1.3	65

A Allgemeine Festlegungen

A 1. Geltungsbereich

Die Festlegung NE-14 regelt für die nuklear abnahmepflichtigen mechanischen Komponenten¹⁾ der Sicherheitsklassen 1 bis 4 die folgenden Wiederholungsprüfungen:

- Zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP)
- System- und Komponentenbegehungen
- Druckprüfungen
- Funktionsprüfungen von Sicherheitsventilen
- Funktionsprüfungen von Stossbremsen.

Die Festlegung NE-14 definiert im Kap. H Anforderungen an die Durchführung der Dichtheitsprüfungen des primären Containments, die zusätzlich zu den Festlegungen in den Technischen Spezifikationen der Werke gelten. Festlegungen des Kap. A gelten hierfür nur, wenn auf sie im Kap. H verwiesen wird.

A 2. Zielsetzung und Zweck

A 2.1 Zielsetzung

Die zerstörungsfreien Prüfungen an mechanischen Komponenten haben zum Ziel, Risse, Wanddickenschwächungen und Verformungen, die später zu Leckagen oder Brüchen führen könnten, frühzeitig zu erkennen.

System- und Komponentenbegehungen dienen in erster Linie als Nachweis der Dichtheit bei betriebsähnlichen Belastungen.

Druckprüfungen sind integrale Beanspruchungstests unter erhöhter Belastung.

Funktionsprüfungen von Sicherheitsventilen und von Stossbremsen sowie die lokalen und integralen Dichtheitsprüfungen des Containments sollen gewährleisten, dass diese Komponenten und Systeme ihre spezifizierte Funktion erfüllen.

A 2.2 Zweck

Die Festlegung NE-14 beinhaltet Anforderungen für Wiederholungsprüfungen im Rahmen ihres Geltungsbereichs.

Sie identifiziert die Prüfgegenstände und stellt Anforderungen bezüglich Prüfbarkeit, Prüfumfang, Prüfintervall, Prüfverfahren, Prüfausrüstung, Prüfpersonal, Prüfprogrammen, Prüfvorschriften, Bewertung von Prüfergebnissen und Dokumentation.

Sie beschreibt die Überwachung der Wiederholungsprüfungen durch das SVTI Nuklearinspektorat.

¹⁾ Die sicherheitstechnische Klassierung der mechanischen Ausrüstungen ist in der HSK-Richtlinie R-06 und die nukleare SVTI-Abnahmepflicht in der HSK-Richtlinie R-05 geregelt, siehe Anhang A-1.

A 3. Bezeichnung und Einteilung der zerstörungsfreien Prüfverfahren

Für die ZfP-Verfahren werden folgende Bezeichnungen und Abkürzungen verwendet:

Volumetrische Prüfverfahren:	UT	Ultraschallprüfung
	RT	Durchstrahlungsprüfung
	ET	Wirbelstromprüfung (geringe Wanddicke)
Oberflächenrissprüfverfahren:	PT	Eindringprüfung
	MT	Magnetpulverprüfung
	ET	Wirbelstromprüfung
Visuelle Prüfverfahren:	VT	Visuelle Prüfung (Sichtprüfung)
		Innere und äussere Prüfungen
		System- und Komponentenbegehung

A 4. Konzept und allgemeine Anforderungen

A 4.1 Konzept

Das Konzept für Wiederholungsprüfungen lehnt sich bei den zerstörungsfreien Prüfungen, insbesondere in der Sicherheitsklasse 1, an den ASME-Code, Section XI, an und berücksichtigt auch die Anforderungen, die sich aus den Bundesrätlichen Verordnungen (BVO) betreffs Dampfkessel und Dampfgefässe [1] und Druckbehälter [2] sowie der SVTI-Richtlinie betreffs Heisswasseranlagen [3] ergeben, siehe Anhang A-1.

Das Konzept beruht weitgehend auf Stichprobenprüfungen und trägt damit auch den Belangen des Strahlenschutzes Rechnung.

Es sollen von vornherein Massnahmen getroffen werden, nämlich prüfgerechte Gestaltung und Basisprüfungen, die es ermöglichen, bei Bedarf durch Erweiterung des Stichprobenumfangs die Verbreitung von Schäden rasch und zuverlässig erfassen zu können.

A 4.2 Prüfbarkeit - Prüfpflicht

Prüfbarkeit bedeutet, dass die Komponente in Bezug auf Zugänglichkeit, konstruktive Gestaltung, Werkstoffe und Oberflächenbeschaffenheit für das vorgesehene Prüfverfahren geeignet ist.

Die bei der Projektierung, Herstellung und Montage von neuen oder geänderten Komponenten und bei Reparaturen zu treffenden Massnahmen zur Gewährleistung der Prüfbarkeit sind der Festlegung NE-01 zu entnehmen. Die Bereiche, welche prüfbar zu gestalten sind, werden in NE-14, Kap. B und C, definiert.

Falls bei bestehenden Komponenten das Stichprobenprogramm erweitert werden muss, sind die Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit gemäss NE-14, Kap. F 1.8, entsprechend dem gewählten Prüfverfahren zu erfüllen.

Als prüfpflichtig werden alle die Stellen bezeichnet, an denen auch bei dauernd günstigen Ergebnissen die stichprobenweisen Prüfungen durchgeführt werden.

A 4.3 Auswahl der Stichproben

Bei der Auswahl der zu prüfenden Komponenten und Komponententeile sind die Belastungen (z.B. durch Druck, Temperatur, Ermüdung, thermische Zyklen und Schichtungen), bekannte Schadensmechanismen, aufgetretene Schadensfälle und mögliche Schadenskonsequenzen zu berücksichtigen.

A 4.4 Basisprüfungen

Vor der ersten Brennstoffbeladung des Reaktors bzw. vor der Inbetriebnahme einer neuen oder ersetzten Komponente sind die festgelegten Basisprüfungen durchzuführen. Ergebnisse von Basisprüfungen dokumentieren den Anfangszustand der geprüften Komponenten für den Vergleich mit späteren Wiederholungsprüfungen. Dieser Vergleich ist ein wichtiges Mittel bei der Bewertung von Prüfbefunden.

Die erstmaligen Prüfungen an einer Komponente, die erst nach ihrer Inbetriebsetzung erfolgen, werden auch als Basisprüfungen bezeichnet.

A 4.5 Prüfintervalle

In der Lebenszeit einer Anlage muss ein bestimmter vorgeschriebener Prüfumfang an den einzelnen Komponenten in bestimmten Zeitintervallen („Prüfintervalle“), z. B. in zehn Jahren, wiederkehrend abgeleistet werden. Der Begriff Prüfintervall kann sowohl die Zeitspanne bezeichnen, innerhalb der ein bestimmter Prüfumfang abzuleisten ist, als auch den Zeitabstand zwischen zwei aufeinander folgenden wiederkehrenden Prüfungen. Die Prüfintervalle werden in den Kap. B bis D und G festgelegt.

Die erste Wiederholungsprüfung nach der Basisprüfung ist spätestens mit Ablauf des Prüfintervals, das auf die Inbetriebnahme der Komponente folgt, fällig. Die darauf folgenden Wiederholungsprüfungen, die nicht an betriebsbedingte Demontagen gebunden sind, sollen in zeitlichen Abständen voneinander durchgeführt werden, die den festgelegten Prüfintervalen entsprechen. Im Einzelnen gilt:

Zerstörungsfreie Prüfungen mit 10-Jahresintervall dürfen, vom Zeitpunkt der Fälligkeit aus gerechnet, um ein Jahr oder auf den nächsten Revisionsstillstand vor- oder nachverschoben werden. Sie dürfen darüber hinaus vorgezogen werden. Der Zeitabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Prüfungen darf zwölf Jahre nicht überschreiten.

Alle anderen Abweichungen von der Periodizität, sofern sie eine Verlängerung des vorgeschriebenen Prüfintervals bedeuten, müssen begründet und beim SVTI-Nuklearinspektorat beantragt werden. Überschreitungen der Prüfintervalle sind durch Unterschreitungen zu kompensieren.

Keine Verschiebungen sind zulässig für System- und Komponentenbegehungen.

Bei festgestellten Fehlern, Mängeln oder bedeutsamen Anzeigen ist eine Verkürzung der festgelegten Prüfintervalle in Betracht zu ziehen. Einzelheiten sind in den Kapiteln F 1.12, F 1.13, G 2 und G 3 geregelt.

A 4.6 Erweiterung des Prüfumfangs

Eine gezielte Erweiterung des festgelegten Mindest-Prüfumfangs ist in folgenden Fällen in Betracht zu ziehen:

- Feststellung von Mängeln, Fehlern oder Schäden in der eigenen oder in ähnlichen Anlagen, die auf ein grundsätzliches, systematisches Problem hinweisen, das auf werkstoffliche, konstruktiv oder herstellungsbedingte, betriebliche oder kombinierte Einflüsse zurückgeführt werden kann.
- Vorhandensein spezieller Fehler aus der Herstellung oder ausserordentlicher Reparaturen. Einzelheiten zum Vorgehen sind in den Kap. F 1.14 und G 2 und G 3 geregelt.

A 4.7 Strahlenschutz und Personenschutz

Die Belange des Strahlenschutzes und der Unfallverhütung sind bei der Planung und Durchführung der Prüfungen zu beachten. Details, siehe Anhang A-2.

A 5. Überwachung durch das SVTI Nuklearinspektorat

Das Wiederholungsprüfprogramm einschliesslich eventueller Erweiterungen gemäss Kap.A 4.5 und A 4.6 unterliegt der Überwachung durch das SVTI Nuklearinspektorat. Werden bei zusätzlichen Prüfungen, die aus anderen als den unter Kap. A 4.5 und A 4.6 genannten Gründen vom Betreiber veranlasst werden, bewertungspflichtige Anzeigen festgestellt, so ist er verpflichtet, das SVTI Nuklearinspektorat beizuziehen. Die Überwachung besteht aus der:

- Prüfung von Wiederholungsprüfprogrammen
- Prüfung von Prüfvorschriften
- Prüfung von Qualitätsplänen (z.B. QC-Plan, Work Control Plan, Prüffolgeplan)
- Begutachtung von Prüfausrüstungen und Prüfverfahren
- Mitwirkung bei der Qualifizierung von Prüfsystemen (Verfahren, Ausrüstung, Personal)
- Überwachung der Prüfungsdurchführung
- Durchführung von inneren und äusseren Prüfungen von nuklear abnahmepflichtigen Behältern und Wärmetauschern
- Teilnahme an System- und Komponentenbegehungen
- Prüfung von Dokumentationen (Protokolle, Prüfberichte, usw.)
- Kontrolle der Prüfergebnisse auf Konformität mit den Anforderungen
- Berichterstattung an die HSK

Durch Unterschrift und Stempelung der Prüfprotokolle bestätigt das SVTI Nuklearinspektorat aufgrund seiner Überwachungstätigkeit den in den Protokollen dargestellten Sachverhalt (Durchführung der Prüfung, Ergebnis, Bewertung).

Hat das SVTI Nuklearinspektorat eine bestimmte Prüfung nicht überwacht, so wird das Prüfprotokoll durch das Nuklearinspektorat mit "Protokoll Eingesehen" gestempelt und visiert. Werden bei diesen Prüfungen bewertungspflichtige Anzeigen festgestellt, so ist der Betreiber verpflichtet, das SVTI Nuklearinspektorat unverzüglich beizuziehen.

A 6. Prüfprogramme und Prüfvorschriften

A 6.1 Wiederholungsprüfprogramme

Auf der Basis der Festlegung NE-14 und gegebenenfalls von ergänzenden behördlichen Anforderungen hat der Betreiber ein Wiederholungsprüfprogramm zu erstellen. Dieses kann aus mehreren Einzeldokumenten bestehen, die system- oder komponentenweise, aufgebaut sind. Diese Dokumente müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Komponente und System
- genaue Bezeichnung des Prüfbereiches und allfälliger Einschränkungen (z.B. Schweissnahtpositionen)
- Prüfverfahren, Prüfvorschrift und gegebenenfalls Detailprüfspezifikation
- Prüfintervalle.

Die Dokumente des Wiederholungsprüfprogramms müssen vor der Basisprüfung und nach jeder Revision der Dokumente dem SVTI-Nuklearinspektorat zur Prüfung eingereicht werden (evtl. Austauschblätter). Die HSK erhält die Dokumente zu Systemen oder Komponenten der SK 1 und SK 2 zur Kenntnis, nachdem sie vom SVTI Nuklearinspektorat geprüft wurden.

Die Einzeldokumente der Wiederholungsprüfprogramme sind vom Anlagenbetreiber regelmässig zu überprüfen und erforderlichenfalls rechtzeitig vor der nächsten Anwendung zu revidieren. Insbesondere gilt:

- Durch den Betreiber ausgelöste Änderungen bei Prüfumfängen und Prüfintervalen, z. B. durch Anlageänderungen oder Erkenntnisse aus dem Alterungsüberwachungsprogramm, und Forderungen der HSK oder des SVTI Nuklearinspektorats sind innerhalb eines Jahres einzuarbeiten.
- Geänderte NE-14-Anforderungen sind gemäss den Inkraftsetzungsregelungen einzuarbeiten.

In den Einzeldokumenten oder in zugehörigen separaten Dokumenten müssen durchgeführte Wiederholungsprüfungen durch den Betreiber jährlich nachgeführt werden. Diese Nachführung erfordert keine Revision der Dokumente.

A 6.2 Jahresprüfprogramm

Jahresprüfprogramme müssen unter Zugrundelegung des Wiederholungsprüfprogrammes und gegebenenfalls unter Berücksichtigung gezielter Erweiterungen erstellt und rechtzeitig an das SVTI Nuklearinspektorat und die HSK zur Kenntnisnahme eingereicht werden. Sie müssen Informationen enthalten über die zur Prüfung kommenden Komponenten und Bereiche, ihren Bezug zu den Wiederholungsprüfprogrammen, über das Prüfverfahren, die Prüfvorschrift und über die voraussichtlichen Termine.

Bei Jahresprüfprogrammen wird unterschieden zwischen Prüfprogrammen für Brennelementwechsel und Prüfprogrammen für die Zeit während des Betriebes. Eventuell notwendige Änderungen von Jahresprüfprogrammen und Verschiebungen von Prüfungen sind rechtzeitig dem SVTI Nuklearinspektorat bekanntzugeben.

A 6.3 Prüfvorschriften (Prüfspezifikationen)

Die Prüfverfahren müssen in Prüfvorschriften (Prüfanweisungen, Prüfspezifikationen, ggf. Detailprüfblättern) detailliert und für den Prüfer verbindlich festgelegt werden.

Prüfvorschriften sollen übersichtlich, gut verständlich und anwendergerecht dargestellt sein. Sie müssen die wesentlichen Einflussparameter des Prüfverfahrens enthalten und die Durchführung der Prüfung in Form einer logischen Folge von Einzelschritten beschreiben.

Die Prüfvorschriften müssen, falls zutreffend, mindestens Angaben enthalten über:

- Geltungsbereich, Zweck und Ziel der Prüfung
- Qualifikation
- Mitgeltende Unterlagen
- Erforderliche Personalqualifikation
- Angaben zum Prüfobjekt und zu den Prüfbereichen
- Prüfausrüstung und Prüftechnik
- wesentliche Geräteeinstellparameter
- Kalibrierung
- Prüfungsdurchführung
- Prüfempfindlichkeit
- Vorgehen zur Feststellung und Bewertung des Prüfergebnisses
- Anforderungen an die Protokollierung bzw. Dokumentation

Die eingesetzten Prüftechniken und -geräte müssen dem Stand der Technik entsprechen und die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen früherer Prüfungen gewährleisten. Der Stand der Technik hat hierbei Vorrang vor der formalen Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.

Prüfvorschriften, technische Daten der Prüfausrüstung (z. B. Prüfkopfdatenblätter) und Vorgaben für mechanisierte Prüfungen (z. B. Fahrprogramm, Kalibrier- und Einstellvorgaben) müssen rechtzeitig vor der Durchführung der Prüfung in bereinigter Form vorhanden sein.

Prüfvorschriften müssen vor der ersten Anwendung oder nach einer Revision dem SVTI Nuklearinspektorat rechtzeitig zur Prüfung vorgelegt werden.

A 7. Bewertung, Dokumentation und Datensicherung

A 7.1 Bewertung

Die Prüfergebnisse sind unverzüglich und vor der Wiederinbetriebnahme der Anlage einer Bewertung zu unterziehen. Siehe Kap. F, G und H. Nach Abschluss der Tätigkeiten in der Anlage kann die Notwendigkeit bestehen, an Hand der Prüfdaten weitere Befundanalysen durchzuführen.

A 7.2 Dokumentation

Alle Resultate und die Durchführung der Prüfungen sind so zu dokumentieren, dass die Reproduzierbarkeit der Prüfungen und der Resultate gewährleistet ist. Neben prüftechnischen Daten (z.B. Datum der Prüfung, Prüfspezifikation, Geräte, Prüfmittel, Empfindlichkeit, Kalibrierung), dem Prüfbereich und dem erreichten Prüfumfang müssen die Protokolle unmissverständliche Angaben über das Prüfergebnis (z.B. Liste der registrier- und bewertungspflichtigen Anzeigen) und Prüfeinschränkungen beinhalten.

Bei allen Prüfungen ohne automatische Datenregistrierung soll die Protokollierung unmittelbar im Anschluss an die Prüfung erfolgen.

Bei Prüfungen mit automatischer Datenregistrierung sollen die Werte der prüftechnischen Einstellparameter durch Systemausdrucke dokumentiert werden. Bei längerer Prüfdauer sind auch die Zwischenkontrollen zum Nachweis der Stabilität der Messkette zu dokumentieren.

Protokolle sind von allen an der Prüfung Beteiligten (Prüfer, Prüfaufsicht des Betreibers, Inspektor des SVTI Nuklearinspektorats) zu unterzeichnen. Wenn es zwischen Prüfer, Prüfaufsicht des Betreibers und dem Inspektor des Nuklearinspektorats zu einer nicht übereinstimmenden Beurteilung oder Interpretation der Anzeigen kommt, ist dies im Protokoll zu vermerken und zu begründen.

Abweichungen von der Prüfvorschrift, welche einen Einfluss auf das Prüfergebnis haben können, sind im Prüfprotokoll als Abweichung zu vermerken. Vom Protokoll ausgehend, muss erkennbar sein, ob und warum die Abweichung toleriert wurde.

Der Betreiber ist verpflichtet, für die Basisprüfungen und Wiederholungsprüfungen eine vollständige Dokumentation über die durchgeführten Prüfungen zusammenzustellen und nach Abschluss der Prüfungen dem SVTI Nuklearinspektorat jährlich zur Prüfung einzureichen.

A 7.3 Datensicherung

Wiederholungsprüfprogramme, Prüfvorschriften, Qualifikationsberichte und -dossiers, Information über die geprüften Bereiche, Prüfprotokolle und Prüfberichte müssen über die Einsatzdauer der Komponente sicher aufbewahrt werden, Wiederholungsprüfprogramme und Prüfvorschriften auch als überholte Revisionen.

Urdatenträger von mechanisierten Prüfungen und technische Daten der entsprechenden Prüfausrüstung müssen mindestens bis zur abschliessenden Bewertung der nächstfolgenden Wiederholungsprüfung des betreffenden Prüfabschnitts der Komponente einwandfrei lesbar erhalten bleiben. Sind bei einer Wiederholungsprüfung Anzeigen neu bewertungspflichtig geworden oder haben sich bewertungspflichtige Anzeigen verändert, dann sind die Urdatenträger mindestens solange einwandfrei lesbar zu erhalten, bis über einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren die Anzeigen bei mindestens zwei Wiederholungsprüfungen unverändert reproduziert worden sind.

Es ist Sache des Betreibers, Massnahmen für die Erhaltung der Lesbarkeit und Auswertbarkeit der Urdatenträger zu treffen.

Die sichere Aufbewahrung bedeutet:

- Magnetbänder, Disketten, Dokumentationen und Spezifikationen sind doppelt, an getrennten Orten, aufzubewahren. Die Lagerung von Dokumentationen durch das SVTI Nuklearinspektorat kann als 2. Aufbewahrung angesehen werden.
- Andere Urdatenträger wie Röntgenfilme, Schreiberstreifen, u.ä., müssen nicht dupliziert werden, hingegen soll ihrer Lagerung bezüglich Klima, Sicherheit und Brandschutz besondere Beachtung geschenkt werden.

A 8. Prüfpersonal und Prüfaufsicht

Das Prüfpersonal muss qualifiziert sein sowie ausreichende Sehfähigkeit und Anwendungserfahrung nachweisen. Die Qualifikation soll normalerweise der Qualifizierungsstufe 2 nach EN 473 entsprechen. Bei einfachen Prüfaufgaben oder bei angemessener Aufsicht durch einen Prüfer der Qualifizierungsstufe 2 genügt die Qualifizierungsstufe 1.

Die Erfüllung dieser Anforderungen ist durch eine Zertifizierung nach EN 473, ASME-Code Section XI, IWA-2300 (gültige Ausgabe gemäss 10 CFR 50.55a), oder einem anderen, gleichwertigen Zertifizierungssystem nachzuweisen. Kraftwerkseigenes Personal, das nicht zertifiziert ist, kann für Prüfungen eingesetzt werden, wenn es für die konkrete Prüfaufgabe ausreichendes Training erhalten hat, relevante Prüfpraxis dokumentiert ist und es angemessen überwacht wird.

Für mechanisierte und Sonderprüfverfahren ist zusätzlich eine anwendungsspezifische Ausbildung nachzuweisen.

Im Zusammenhang mit der Qualifizierung von Prüfverfahren gemäss Kap. F 1.3 ist Prüfpersonal, das aufgenommene UT-, ET- oder RT-Daten auswertet oder UT-Handprüfungen durchführt, den Anforderungen des betreffenden Qualifizierungsprojekts entsprechend, in Blindtests spezifisch für die Anwendung der qualifizierten Prüfvorschrift zu qualifizieren. Näheres regelt die HSK-Richtlinie R-53.

Als Prüfaufsicht und zur Bewertung der Prüfergebnisse sollte kraftwerkeigenes oder vom Betreiber bezeichnetes Personal mit Qualifizierungsprüfung der Stufe 3 nach EN 473 oder Personen mit Ingenieur-Ausbildung und Qualifizierungsprüfung der Stufe 2 in dem entsprechenden Prüfverfahren zur Verfügung stehen.

A 9. Prüf- und Messgeräte

Alle Prüf- und Messgeräte, die bei der Durchführung von Wiederholungsprüfungen verwendet werden, sind periodisch, mindestens jedoch jährlich, zu kontrollieren und, wenn erforderlich, zu justieren oder zu kalibrieren.

In gewissen Fällen, insbesondere bei Prüfausrüstungen für mechanisierte Prüfungen sind ergänzend zur periodischen Kontrolle vor jedem Einsatz Funktionskontrollen vor Ort erforderlich.

A 10. Qualitätspläne (z.B. QC-Plan, Work Control Plan, Prüffolgeplan)

Für umfangreiche mechanisierte Prüfungen, integrale Leckratenprüfungen des primären Containments und Druckprüfungen des Reaktorkühlsystems sind Qualitätspläne erforderlich. In diesen sind die wichtigsten Arbeits- und Überwachungsschritte in chronologischer Reihenfolge mit Melde- und Haltepunkten aufzuführen. Diese sind beispielsweise vorzusehen für die

- Überprüfung der wesentlichen Einstellparameter
- Kalibrierungen, Justierungen und Funktionstests
- Überprüfung des lagerichtigen Einbaus von UT-Prüfköpfen
- Kontrolle der Datenqualität vor Umrüsten oder Abbau des Manipulators
- Besprechung der Prüfergebnisse

B Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 1

B 1. Gültigkeit

Das Kapitel B behandelt die Prüfung von nuklear abnahmepflichtigen Komponenten der SK 1. Anmerkungen:

- Für Rohrleitungen mit zugehörigen Armaturen und Pumpen < DN 25 resp. 1" bestehen mit zwei Ausnahmen keine Anforderungen bezüglich Prüfbarkeit und Prüfpflicht. Die Ausnahmen sind die Prüfung der Dampferzeuger-Berohrung sowie die System- und Komponentenbegehungen.
- Die Funktionsprüfung von Stossbremsen und Sicherheitsventilen ist im Kap. G geregelt.

B 2. Prüfungen ausgewählter Bereiche

B 2.1 Basisprüfung

Basisprüfungen sind an allen prüfpflichtigen Bereichen gemäss der Spalte "Prüfpflicht je Prüfintervall" in den Tabellen BB und BR erforderlich. Darüber hinaus sind vor der ersten Brennstoffbeladung des Reaktors bzw. vor der Inbetriebnahme einer neuen oder ersetzten Komponente in folgenden Bereichen Basisprüfungen gemäss den Anforderungen "Prüfbarkeit" durchzuführen:

- Grundmaterial des RDB: Wand im Kernbereich, Bereich der Gewinde im Flansch.
- Alle Rund- und Längsnähte von Hauptkühlmittel- und Umwälzleitungen.
- Alle Rundnähte mit hohen Beanspruchungen im Normalbetrieb wie z.B. Anschlussnähte am RDB, Druckhalter bzw. Dampferzeuger, Nähte an Festpunkten, Verzweigungen, Durchführungen und Armaturen.
- Die Gehäuseschweissnähte und Reparaturstellen (Tiefe $\geq 25\%$ Wanddicke) aller Hauptkühlmittel- und Umwälzpumpen sowie die Schweissnähte aller Isolationsventile in Speisewasser- und Frischdampfleitungen.
- Die Schwungräder von Hauptkühlmittelpumpen.

Spezielle Reparaturstellen werden von Fall zu Fall beurteilt und, falls erforderlich, Basisprüfungen unterzogen.

Werkstatt- und Baustellenprüfungen können Basisprüfungen ersetzen, wenn:

- a) die verwendete Prüfausrüstung und die Prüftechniken den für die Wiederholungsprüfungen vorgesehenen gleichwertig sind, so dass die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse gewährleistet ist.
- b) die Protokollierung und Dokumentation der Prüfungen so erfolgt, dass die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse gewährleistet ist.
- c) im Fall von Behältern und Wärmetauschern die zerstörungsfreien Prüfungen nach der Erstdruckprüfung durchgeführt wurden.

Sollen die Wiederholungsprüfungen mechanisiert durchgeführt werden, ist die Basisprüfung in der Regel ebenfalls mechanisiert durchzuführen.

Basismessungen für visuelle Prüfungen sind an den Stellen erforderlich, wo Wiederholungsprüfungen mit optischen Geräten durchgeführt werden müssen.

B 2.2 Prüfprogramme, Prüfintervalle

Es sind drei Prüfprogramme zu unterscheiden, nämlich:

- das Normalprogramm gemäss Tabelle B 1.1.
- das Prüfprogramm für den RDB gemäss Tabelle B 1.2
- das Prüfprogramm für Dampferzeugerheizrohre gemäss Tabelle B 1.3.

Beim Normalprogramm haben alle Prüfintervalle die gleiche Dauer von 10 Jahren. Die Prüfprogramme für den RDB und für Dampferzeugerheizrohre haben in der Anfangsphase des Betriebs verkürzte Prüfintervalle.

Die Prüfumfänge für das Normalprogramm und für das RDB-Prüfprogramm sind gemäss den Tabellen B 1.1 bzw. B 1.2, getrennt nach Prüfgruppen, auf Prüfperioden innerhalb der Prüfintervalle zu verteilen.

Das erste Prüfintervall beginnt normalerweise mit der ersten Kritikalität der Anlage.

Bei der Aufstellung der Prüfprogramme sind die Festlegungen in Kap. A 4.5 zu beachten.

Tabelle B 1.1: Normalprogramm, Aufteilung der Prüfumfänge im Prüfintervall

Nr.	Prüfgruppen	Prüfintervalle	Prüfperiode (Jahre ab Beginn des Intervalls)	Min. abgeschlossene Prüfungen, % 1)	Max. anrechenbare Prüfungen, % 1)
	Prüfgegenstände				
1	Druckhalter und Dampferzeuger, Prüfgegenstände gemäss Kat. 1B 1, 1B 2.1 und 1B 3	alle	3	15	50
			7	50 ²⁾	75
			10	100	100
2	Rohrleitungsschweissnähte Kat. 1R 1	alle			
3	Mischverbindungen ³⁾ an Behälterstutzen, Kat. 1B 4	alle ³⁾	5 10 ⁴⁾	35 100	65 100
4	Alle übrigen Prüfungen des Normalprogramms	alle	10	100	100

Abkürzungen, Anmerkungen:

- 1) Bezieht sich auf die Anzahl Prüfpositionen im Wiederholungsprüfprogramm.
- 2) Mindestens 15 % der Prüfungen müssen in der 2. Prüfperiode, d. h. zwischen dem 3. und 7. Jahr des Intervalls durchgeführt werden.
- 3) Die Mischverbindungen der RDB-Stutzen werden erst ab dem 3. RDB-Prüfintervall hier einbezogen.
- 4) Die Prüfungen der 2. Periode (6. bis 10. Jahr) müssen zu den Prüfungen der ersten fünf Jahre mindestens einen zeitlichen Abstand von drei Jahren haben.

Tabelle B 1.2: Programm für den Reaktordruckbehälter

Prüfintervall	Dauer des Prüfintervalls	Prüfgegenstände	min. abgeschlossene und max. anrechenbare Prüfungen ¹⁾	
			5 Jahre ab Beginn des Prüfintervalls	am Ende des Prüfintervalls
Nr. 1	3	alle Prüfpositionen	nicht zutreffend	100%
Nr. 2	7	alle Prüfpositionen	nicht zutreffend	100%
alle folgenden	10	Stutzennähte und Stutzeninnenkanten von Siedewasserreaktoren der Kat. 1B 2.1 und 1B 3	min. abgeschlossen: 35% max. anrechenbar: 65 %	100% ²⁾
		Mischverbindungen an Behälterstützen, Kat. 1B 4	Zusammen mit anderen Mischnähten der Kat. 1B 4 gemäss Normalprogramm Tabelle B 1.1 (Nr. 3)	
		restliche Prüfpositionen	Nicht zutreffend	100 %

Abkürzungen, Anmerkungen:

- 1) Bezieht sich auf die Anzahl Prüfpositionen im Wiederholungsprüfprogramm.
- 2) Die Prüfungen der 2. Periode (6. bis 10. Jahr) müssen zu den Prüfungen der ersten fünf Jahre mindestens einen zeitlichen Abstand von drei Jahren haben.

Tabelle B 1.3: Programm für Dampferzeuger-Berohrung

Prüfintervall	Dauer des Prüfintervalles [Jahre]	abgeschlossene Prüfungen am Ende des Prüfintervalles
Nr. 1	3	30% der Rohre jedes Dampferzeugers
alle folgenden	5	30% der Rohre jedes Dampferzeugers

B 2.3 Prüfumfänge und Prüfbarkeit

Angaben über die Prüfgegenstände, Prüfbarkeitsanforderungen, die Prüfpflicht je Intervall und die anzuwendenden Prüfverfahren sind in den Tabellen BB und BR zusammengestellt.

Der Prüfbereich für Schweissnähte umfasst die Schweissnaht und den angrenzenden Grundwerkstoff beidseitig der Schweissnaht auf einer Breite von der halben Wanddicke, jedoch mindestens 13 mm. Bei Mischnähten ist hierbei die Butterung (Pufferung) zur Schweissnaht zu zählen. Wenn volumetrische Prüfung gefordert ist, bedeutet dies die Prüfung des gesamten Werkstoffvolumens im Prüfbereich einschliesslich der Oberflächen. Um dies zu erfüllen, kann es erforderlich werden, das volumetrische Prüfverfahren durch ein Oberflächenprüfverfahren (MT, PT oder ET) zu ergänzen. Falls mit thermischer Ermüdung oder Spannungsrisskorrosion gerechnet werden muss, sind angedrehte Kanten (Counterbores), die knapp ausserhalb dieses Bereichs liegen, mit einzubeziehen.

Der Prüfbereich für Stutzenkanten ist dem ASME-Code, Section XI, Fig. IWB-2500-7(a) bis 7(d) zu entnehmen.

Die Anforderungen an die Prüfverfahren sind in den Kapiteln F und G enthalten.

Tabelle BB: Prüfung von Behältern und Wärmetauschern der Sicherheitsklasse 1

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
1B 1	Drucktragende durchgeschweisste Behälternähte – Längs- und Rundnähte im Mantel – Rund- und Meridionalnähte in Böden und Deckeln	100% VOL	Reaktordruckbehälter: 100% VOL Druckhalter: 100% VOL : Anschlussnähte der Böden sowie eine Rund- und eine Längsnaht Dampferzeuger: 1. Prüfintervall: alle Nähte 100% VOL In folgenden Prüfintervallen: die Nähte eines DE zu 100% VOL, die der anderen DE 25% VOL
1B 2.1	Durchgeschweisste Stutzennähte¹⁾ in Behältern \geq DN 100²⁾³⁾	100% OR 100% VOL	100% VOL
1B 2.2	Sonstige Schweissnähte – Durchgeschweisste Stutzennähte ¹⁾ , sofern nicht unter 1B 2.1 fallend – Nicht durchgeschweisste Stutzennähte ¹⁾ – Einschweissnähte von Steuerstab- und Instrumentierungsdurchführungen – Dichtschweissnähte	100% VT-2	> DN 25 ²⁾ : 100% VT-2
	– Schweissnähte an Abstützungen oder Aufhängungen von Kerneinbauten, Jet-Pumpen u.ä.	100% VT-1	Nähte mit hoher Belastung: 100% VT-1
	– Rundnähte von Steuerstab- und Instrumentierungsrohren (inkl. Mischverbindungen)	100% OR 100% VOL	> DN 25: 10% OR oder 10% VOL \geq DN 100: 10% VOL Prüfung vorzugsweise an peripheren Rohren
1B 3	Stutzeninnenkanten von – RDB-Stutzen > DN 250 ²⁾ – Stutzen, welche häufigen thermischen Zyklen unterworfen sind	100% VOL	100% VOL auf radiale Risse
1B 4	Mischverbindungen an Behälterstutzen, z.B. Safe-End-Nähte	> DN 25: 100% OR \geq DN 100: 100% OR 100% VOL	> DN 25: 100% OR \geq DN 100: 100% VOL
1B 5	Ausgewählte Grundmaterialbereiche des RDB:		
	– Grundmaterial der RDB-Wand im Kernbereich	100% VOL	Wiederholungsprüfungen nach Notwendigkeit
	– Gewinde im Flansch	100% ET oder 100% VOL	25% ET oder 25 % VOL auf Oberflächenrisse
	– Bereiche mit Zusatzlasten, z.B. an Auflagen und Abstützungen	VT-1 oder VOL soweit möglich	Wiederholungsprüfungen nach Notwendigkeit
1B 6	Bolzen, Muttern, Dichtflächen: – Bolzen, Muttern mit Gewinde $\varnothing > 25$ mm – Unterlagscheiben – Dichtflächen von Flanschen	100% VT-1	100% VT-1
	– Bolzen mit Gewinde $\varnothing > 50$ mm	100% OR oder 100% VOL	100% OR oder 100% VOL
1B 7	Äussere Unterstützungen, Aufhängungen, Abstützungen – Integrale Verschweissungen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	100% OR oder 100% VOL ⁴⁾
	– Tragende Teile	100% VT-3	100% VT-3
	– Sicherheitstechnisch wichtige vorgespannte Schraubverbindungen z.B. Ankerschrauben	100% Prüfung der Vorspannung	Stichprobenweise Prüfung der Vorspannungen

Tabelle BB: Fortsetzung

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
1B 8	Rostfreie Schweissplattierungen	VT-1: Möglichst ausgedehnte Bereiche sollen zugänglich sein.	VT-1: Ausgewählte Bereiche
1B 9	Dampferzeuger-Rohre	100% ET oder UT	30% der Rohre jedes Dampferzeugers ET oder UT
1B 10	Stossbremsen	Stossbremsen müssen demontierbar, ihre Befestigungskonstruktionen zugänglich sein.	Alle Stossbremsen sind gemäss Kap. G 2 zu prüfen.
	– Integrale Verschweissungen der Befestigungskonstruktionen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	100% OR oder 100% VOL ⁵⁾

Abkürzungen, Anmerkungen:

VT: Visuelle Prüfung (VT-1, VT-2, VT-3)

OR: Oberflächenrissprüfung (PT, MT, ET)

VOL: Volumetrische Prüfung (RT, UT)

- 1) Die Stutzennaht ist die Naht zwischen Behälter und Stutzen.
- 2) DN ist der Nenndurchmesser der anschliessenden Rohrleitung.
- 3) Für Hand- und Mannlöcher besteht keine Prüfpflicht.
- 4) Bei baugleichen Behältern mit gleicher Funktion und gleichen Betriebsbedingungen müssen diese Bereiche nur an einem Behälter geprüft werden.
- 5) Bei mehrfach vorhandenen identischen Bauteilen mit gleichen Betriebsbedingungen muss nur ein Bauteil geprüft werden.

Tabelle BR: Prüfung von Rohrleitungen, Armaturen und Pumpen der Sicherheitsklasse 1

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
1R 1	Rohrleitungsschweissnähte – Rund- und Längsnähte – Stutzennähte in Rohrleitungen ¹⁾	≤ DN 25: keine Anforderungen 25 < DN < 100 (inkl. Socket-welds): 100% OR oder VOL ≥ DN 100: 100% OR und 100% VOL	≤ DN 25: keine Prüfpflicht 25 < DN < 100: Ferrit: 10% OR, mind. insgesamt 10 Nähte ²⁾ Austenit: 5% VOL, mind. insgesamt 10 Nähte ²⁾ ≥ DN 100: mind. 25% VOL ³⁾
	¹⁾ DN ist der Nenndurchmesser der abgehenden Leitung ²⁾ über alle Systeme zusammengerechnet. ³⁾ Der Prüfumfang muss folgende Nähte enthalten: – sämtliche Anschlussnähte an Behältern – mind. 25% der Stutzennähte in Rohrleitungen – sämtliche Mischverbindungen – Alle Anschlussnähte an Pumpen, Armaturen, Fixpunkten, T-Stücken, Rohrbogen und Rohrverzweigungen, bei denen unter der Beanspruchung durch Belastungen aus seismischen Ereignissen und Betriebsbedingungen eine der folgenden Grenzen überschritten wird: (1) Spannungsschwingbreite der Primär- und Sekundärspannungen von $2.4 \cdot S_m$ (S_m - Berechnungsfestigkeit) (2) kumulativer Erschöpfungsgrad (usage factor) $U = 0.4$.		
1R 2	Hauptkühlmittelpumpen Umwälzpumpen		Prüfung bei betriebsbedingten Demontagen, mindestens aber Prüfung von einer Pumpe
1R 2.1	– Drucktragende Gehäuseschweissnähte – Gehäuse-Reparaturstellen mit Tiefen ≥ 25% Wanddicke	100% OR	100% OR
	– Gehäuse, innere Oberfläche	VT-3: möglichst ausgedehnte Bereiche der inneren Oberfläche sollen zugänglich sein	VT-3: innen, im max. möglichen Umfang
1R 2.2	– Schwungräder von Pumpen	100% VOL oder 100% OR, inkl. Nabeninnenoberfläche	Prüfung einer Hauptkühlmittelpumpe auf radial verlaufende Anrisse im Nabenbereich.
1R 3	Armaturen (DN bezieht sich auf den grössten Anschluss-Stutzen des Gehäuses)		< DN 100: Für die Fortsetzung von Systemhauptleitungen > DN 50, die in die SK-2-Prüfkategorien 2.1 oder 2.2 eingeteilt sind, gelten die Anforderungen gemäss Tabelle C 1R, Kat-Nr. 2.1R3 bzw. Tabelle C 2R, Kat-Nr.2.2R4. ≥ DN 100: Prüfung bei betriebsbedingten Demontagen, mindestens aber Prüfung einer Armatur aus jeder Gruppe von bau- und funktionsgleichen Armaturen
	– Drucktragende Gehäuseschweissnähte – Gehäuse-Reparaturstellen mit Tiefen ≥ 25% Wanddicke	100% OR	100% OR
	– Gehäuse, innere Oberfläche	VT-3: möglichst ausgedehnte Bereiche der inneren Oberfläche sollen zugänglich sein	VT-3: innen, im max. möglichen Umfang
	– Dicht- und Sitzflächen, Abschlusselemente von Armaturen, inkl. Spindeln	100% VT-1 und 100% OR	100% VT-1
1R 4	Bolzen, Muttern, Dichtflächen – Bolzen, Muttern mit Gewinde $\varnothing > 25$ mm – Unterlagscheiben – Dichtflächen von Flanschen	100% VT-1	100% VT-1 der prüfpflichtigen Komponente
	– Bolzen mit Gewinde $\varnothing > 50$ mm	100% OR oder 100% VOL	100% OR oder 100% VOL der prüfpflichtigen Komponente

Tabelle BR: Fortsetzung

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
1R 5	Äussere Unterstützungen, Aufhängungen, Abstützungen – Integrale Verschweissungen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	Leitungen < DN 100: keine Prüfpflicht Leitungen ≥ DN 100: OR oder VOL, entweder 10% der Nahtlänge aller Abstützungen oder alle Nähte einer von mehreren gleichwertigen Abstützungen
	– Tragende Teile	100% VT-3	100% VT-3
	– Sicherheitstechnisch wichtige vorgespannte Schraubverbindungen	100% Prüfung der Vorspannung	Stichprobenweise Prüfung der Vorspannungen
1R 6	Stossbremsen	Stossbremsen müssen demontierbar, ihre Befestigungskonstruktionen zugänglich sein.	Leitungen < DN 100: keine Prüfpflicht Leitungen ≥ DN 100: Alle Stossbremsen sind gemäss Kap. G 2 zu prüfen.
	– Integrale Verschweissungen der Befestigungskonstruktionen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	OR oder VOL: Entweder 10% der Nahtlänge aller Abstützungen oder alle Nähte einer von mehreren gleichwertigen Abstützungen
1R 7	Rostfreie Schweissplattierungen	VT-1: Möglichst ausgedehnte Bereiche sollen zugänglich sein.	VT-1: Ausgewählte Bereiche

B 3. Prüfungen der Gesamtsysteme

B 3.1 System- und Komponentenbegehungen im Betrieb

System- und Komponentenbegehungen im Betrieb sind an allen Behältern, Wärmetauschern und Rohrleitungssystemen > DN 25 nach jedem Brennelementwechsel während des Wiederanfahrens der Anlage durchzuführen. Rohrleitungsabzweigungen kleinerer Nennweiten (\leq DN 25) im näheren Bereich der Komponenten, z. B. bis zur ersten Absperrung oder Halterung, sind einzubeziehen.

Der Zweck der Prüfung und das Vorgehen richten sich nach Kap. F 6.

B 3.2 Druckprüfung des Reaktorkühlsystems

Das Reaktorkühlsystem bis zu den 1. Absperrarmaturen ist in Abständen von zehn Jahren einer wiederholten Druckprüfung zu unterziehen. Die erste findet im Normalfall 10 Jahre nach Inbetriebnahme statt. Die wiederholte Druckprüfung kann mit Zustimmung der HSK um maximal ein Jahr aufgeschoben werden. Die wiederholte Druckprüfung sollte in der gleichen Revisionsabstellung wie die Ultraschallprüfung des RDB durchgeführt werden.

Die Durchführung der Druckprüfung hat nach Kapitel G 1 zu erfolgen.

C Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 2

C 1. Gültigkeit

Das Kapitel C behandelt die Prüfung von nuklear abnahmepflichtigen Komponenten der SK 2. Diese werden in zwei Kategorien, 2.1 und 2.2 mit unterschiedlichen Anforderungen an die Wiederholungsprüfungen unterteilt.

- Für Rohrleitungen mit zugehörigen Armaturen und Pumpen \leq DN 50 resp. 2" bestehen mit Ausnahme der System- und Komponentenbegehungen keine Anforderungen bezüglich Prüfbarkeit und Prüfpflicht.
- Die Funktionsprüfung von Stossbremsen und Sicherheitsventilen ist im Kap. G geregelt.

C 2. Einteilung in die Kategorien 2.1 und 2.2

Die Einteilung der Komponenten der SK 2 in die Kategorien 2.1 und 2.2 geschieht in der Regel qualitativ, wie nachfolgend beschrieben:

1. Die Neigung einer Komponente zu Rissbildung oder Wanddickenschwächung wird mittels der Merkmale in Tabelle C1.1 beurteilt (Schadensindex I, II oder III).
2. Die Folgen für die nukleare Sicherheit im Falle eines Komponentenversagens (Leckage, Bruch) werden mittels der Merkmale in Tabelle C1.1 beurteilt (Konsequenzenindex A oder B).
3. Die Komponente wird gemäss Tabelle C1.2 einer der Kategorien 2.1 oder 2.2 zugewiesen.

Die Beurteilung der Schadensanfälligkeit und Versagensfolgen und die Einteilung in die Kategorien erfolgt systemweise oder systembereichsweise. Bei der Beurteilung der Folgen eines Komponentenversagens müssen auch die sogenannten indirekten Folgen beachtet werden. Indirekte Folgen entstehen dann, wenn durch ein lokales Komponentenversagen andere für die Sicherheit wichtige Ausrüstungen gefährdet werden, z.B. durch mechanische Beschädigung oder Überflutung.

Tabelle C1.1: Kriterien für die Kategorien-Einteilung

Kriterium / Ausprägung	Bedingungen / Merkmale
Schadensindex S: Neigung einer Komponente zu Rissbildung oder Wanddickenschwächung	I Beanspruchungen und Bedingungen sind derart, dass aufgrund der Erfahrung Rissbildung und Wanddickenschwächungen auftreten können. Beispiele sind: – hohe betriebliche Ermüdungsausnutzung ($U_{\text{eff}} > 0.7$) – hohe Spannungen an geometrischen Diskontinuitäten – besondere Ermüdungsbelastungen, z.B. durch Temperaturschichtungen und Kalteinspeisungen ($\Delta T \geq 100^\circ\text{C}$) oder durch Vibrationen – Neigung zu Erosionskorrosion, Spaltkorrosion, Spannungsrisskorrosion oder Korrosion, welche über das in der Auslegung berücksichtigte Mass hinausgeht – es sind Schadensfälle unter vergleichbaren Bedingungen aufgetreten.
	II Das System ist dauernd oder häufig in Betrieb, die Beanspruchungen und Betriebsbedingungen entsprechen der Auslegung, und es besteht keine Neigung zu spezifischen Schadensmechanismen.
	III Das System ist selten in Betrieb, und es ist nicht mit Schäden zu rechnen.

Tabelle C1.1: Fortsetzung

Kriterium / Ausprägung	Bedingungen / Merkmale	
Konsequenzenindex K: Folgen für die nukleare Sicherheit im Fall eines Komponentenversagens	A	Wesentliche Beeinträchtigung – der Abschaltbarkeit des Reaktors – der Abfuhr der Nachzerfallswärme – der Isolationsfunktion des Containments
	B	Geringe Beeinträchtigung – der Abschaltbarkeit des Reaktors – der Abfuhr der Nachzerfallswärme – der Isolationsfunktion des Containments Die Bedingungen sind im Allgemeinen bei redundant ausgeführten Systemen erfüllt.

Tabelle C1.2: Einteilung der Komponenten in Kategorien 2.1 und 2.2

Konsequenzenindex	Schadensindex		
	I	II	III
A	2.2	2.2	2.1
B	2.2	2.1	2.1

Tabelle C2.1: Beispiele möglicher Systeme und Systembereiche der Kategorie 2.1

Druckwasserreaktor	Siedewasserreaktor
– Not- und Nachkühlung ¹⁾	– Not- und Nachkühlung ¹⁾
– Notstandsystem	– Notstandsystem ¹⁾
– Notspeisewassersysteme (inklusive Wasserversorgung für die Nachwärmeabfuhr)	– Notspeisewassersysteme (inklusive Wasserversorgung für die Nachwärmeabfuhr)
– Containmentsystem, d.h. primäres Containment mit den für die Containmentfunktion notwendigen Hilfssystemen, z.B. Durchführungen mit Isolationsarmaturen, Personen- und Brennelementschleusen, Sprühsystem. ¹⁾	– Containmentsystem, d.h. primäres Containment mit den für die Containmentfunktion notwendigen Hilfssystemen, z.B. Durchführungen mit Isolationsarmaturen, Personen- und Brennelementschleusen, Sprühsystem. ¹⁾
	– Steuerstabhdraulik (Akkumulatoren für die Reaktor-Schnellabschaltung)

Abkürzungen, Anmerkungen:

1) ohne die gemäss Tabelle C2.2 zur Kategorie 2.2 gehörenden Bereiche

Tabelle C2.2: Fest der Kategorie 2.2 zugeordnete Systeme bzw. Systembereiche¹⁾

Druckwasserreaktor	Siedewasserreaktor
– Kernabstützkonstruktion und Kernbehälter	– Kernabstützkonstruktion und Kernmantel
– Sekundärseite der Dampferzeuger mit den daran angeschlossenen Hauptleitungen (Frischdampf, Speisewasser, Abschlammung) inklusive die Isolations- und Sicherheitsarmaturen und die Containment-Durchführungen mit den angrenzenden Bereichen des primären Containments.	– Frischdampf- und Speisewasserleitungen mit Dampftunnel inklusive Absperrarmaturen, sofern nicht in SK 1 eingestuft, mit den Durchführungen und den angrenzenden Bereichen des primären Containments (sofern zugänglich).
– Saugleitungen der Not- und Nachkühlung, die mit dem Inneren des primären Containments verbunden sind, inklusive die Durchführungen und die daran angrenzenden Bereiche des primären Containments (sofern zugänglich) bis und mit der ersten Absperrarmatur.	– Saugleitungen der Not- und Nachkühlung, des Notstand- und Abfahrssystems, welche an das Containment-Kondensationsbecken angeschlossen sind, inklusive die Durchführungen mit den daran angrenzenden Bereichen des primären Containments bis und mit der ersten Absperrarmatur.
– Volumenregelung	

Abkürzungen, Anmerkungen:

- 1) Die in Tabelle C2.2 aufgeführten Systeme bzw. Systembereiche sind fest der Kategorie 2.2 zugeordnet. Die übrigen Systeme sind durch den Betreiber unter Anwendung der obigen Kriterien einer der beiden Kategorien 2.1 oder 2.2 zuzuordnen. Die Begründung für die Einteilung ist zu dokumentieren.

C 3. Prüfung ausgewählter Bereiche

In der Sicherheitsklasse 2 werden an ausgewählten Bereichen zerstörungsfreie Prüfungen sowie an Behältern und Wärmetauschern (ausser Dampferzeugern) so genannte Innere und Äussere Prüfungen durchgeführt.

C 3.1 Innere und Äussere Prüfungen

Innere und äussere Prüfungen an Behältern und Wärmetauschern entsprechen den nach den Bundesrätlichen Verordnungen (s. Anhang A-1) vorgeschriebenen inneren und äusseren Untersuchungen. Zweck und Durchführung dieser Prüfungen richten sich nach Kap. F 5. Die äusseren Prüfungen können zusammen mit System- und Komponentenbegehungen durchgeführt werden. Dann sind gleichzeitig die Anforderungen nach Kap. F 5 und nach Kap. F 6 zu erfüllen.

Falls die innere Prüfung weder mit direkten noch mit indirekten visuellen Methoden zweckdienlich durchführbar ist, z. B. wegen Unzugänglichkeit oder zu hoher Ortsdosisleistung, ist sie durch volumetrische Prüfungen und Wanddickenmessungen von der Aussenseite zu ersetzen. Falls dies auch nicht möglich oder nicht zweckdienlich ist, ist ein Ausnahmeantrag auf Verschiebung, Ersatzmassnahmen oder Erlass gemäss F 1.9 zu stellen. Im Falle, dass weder die innere Prüfung noch zerstörungsfreie Ersatzprüfungen zur Anwendung kommen können, ist eine wiederholte Druckprüfung durchzuführen.

C 3.2 Basisprüfungen

Für alle prüfpflichtigen Bereiche gemäss Tabellen C1B, C1R, C2B und C2R müssen Basisprüfungen durchgeführt werden. Werkstatt- und Baustellenprüfungen können als Basisprüfungen anerkannt werden, wenn:

- a) die verwendete Prüfausrüstung und die Prüftechniken den für die Wiederholungsprüfungen vorgesehenen gleichwertig sind, so dass die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse gewährleistet ist.
- b) die Protokollierung und Dokumentation der Prüfungen so erfolgt, dass die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse gewährleistet ist.
- c) im Fall von Behältern und Wärmetauschern die zerstörungsfreien Prüfungen nach der Erstdruckprüfung durchgeführt wurden.

Wenn bei Behältern und Wärmetauschern innere Prüfungen als Wiederholungsprüfungen verlangt sind, so sind die Basisprüfungen nach der Erstdruckprüfung durchzuführen. Spezielle Beobachtungen sind zu protokollieren und wenn zweckmässig bildlich zu dokumentieren.

C 3.3 Prüfintervalle

Es ist zu unterscheiden zwischen inneren und äusseren Prüfungen, deren Prüfintervalle sich nach den Bundesrätlichen Verordnungen und nach der Heisswasserrichtlinie des SVTI richten, und allen anderen zerstörungsfreien Prüfungen, für die ein 10-Jahresintervall gilt. Das erste Prüfintervall beginnt normalerweise mit der Inbetriebnahme der Anlage. Die Festlegungen in Kap. A 4.5 sind zu beachten.

C 3.3.1 Prüfintervalle für die innere Prüfung von Behältern und Wärmetauschern (ohne Dampferzeuger)

Für die innere Prüfung von Behältern und Wärmetauschern, die den Bundesrätlichen Verordnungen oder der Heisswasserrichtlinie unterstehen, gelten die Prüfintervalle nach Tabelle C3.1. Müssen innere Prüfungen durch volumetrische Prüfungen und Wanddickenmessungen ersetzt werden, so gelten für diese ebenfalls die Prüfintervalle nach Tabelle C3.1. Für die wiederholte Druckprüfung als Ersatzmassnahme gilt ein Prüfintervall von längstens zehn Jahren.

Für die innere Prüfung von Behältern und Wärmetauschern, die nicht den Bundesrätlichen Verordnungen oder der Heisswasserrichtlinie unterstehen, gilt ein Prüfintervall von 10 Jahren.

Tabelle C3.1: Prüfintervalle für innere Prüfungen

Art der Komponente	Betriebszyklus 12 oder 24 Monate	Betriebszyklus 18 Monate
Dampfkessel, Dampfgefässe	2 Jahre	1,5 Jahre
Druckbehälter	4 Jahre	4,5 Jahre
Heisswasseranlagen	4 Jahre	4,5 Jahre

C 3.3.2 Verlängerung der Prüfintervalle für innere Prüfungen von Druckbehältern

Bei Druckbehältern, nicht jedoch bei Dampfkesseln, Dampfgefässen und Heisswasseranlagen, kann von der in der Verordnung gegebenen Möglichkeit (Art. 22) für die Verlängerung der Prüfintervalle Gebrauch gemacht werden. Unter folgenden Bedingungen ist auf Antrag eine Verlängerung der Prüfintervalle für innere Prüfungen auf 8 Jahre möglich:

1. der Überdruck wird vollständig durch flüssige Medien aufgebracht.
2. bei den eingesetzten Werkstoffen ist unter den gegebenen Betriebsbedingungen keine Korrosion oder Erosions-Korrosion zu erwarten.
3. die eingesetzten Werkstoffe haben eine Streckgrenze ≤ 400 MPa und eine ausreichend hohe Zähigkeit und Duktilität (Anforderungen gemäss Werkstoffnorm).
4. der Dampfdruck des Füllmediums überschreitet bei Betriebstemperatur den normalen Atmosphärendruck um maximal 0,5 bar.

Hinweis: Aus dieser Bedingung ergibt sich für Wasser eine Temperatur von 110 °C.

Die Bedingungen müssen gleichzeitig erfüllt werden.

Wenn bei Druckbehältern die innere Prüfung durch eine volumetrische Prüfung ersetzt werden muss, und wenn das Prüfintervall 8 Jahre beträgt, ist der in den Tabellen C1B und C2B angegebene Prüfumfang für volumetrische Ersatzprüfungen zu verdoppeln.

C 3.3.3 Prüfintervalle für äussere Prüfungen

Für die äussere Prüfung von Behältern und Wärmetauschern, die den Bundesrätlichen Verordnungen oder der Heisswasserrichtlinie unterstehen, gelten die folgenden Prüfintervalle:

- Dampfkessel, Dampfgefässe: jedes Jahr; falls während des Betriebes nicht zugänglich, bei 18- oder 24-Monats-Betriebszyklus bei jedem Brennelementwechsel.
- Druckbehälter und Heisswasseranlagen: alle 2 Jahre; falls während des Betriebes nicht zugänglich, bei 18-Monats-Betriebszyklus alle 3 Jahre.

C 3.3.4 Prüfintervalle für alle anderen zerstörungsfreien Prüfungen

Für alle anderen zerstörungsfreien Prüfungen gilt ein Prüfintervall von 10 Jahren. Das Prüfintervall wird in zwei Prüfperioden von je 5 Jahren eingeteilt.

Tabelle C3.2: Aufteilung der Prüfumfänge im Prüfintervall

Prüfgegenstand	Jahre ab Beginn des Prüfintervalles	
	5 Jahre	10 Jahre
Behälter-, Wärmetauscher- und Rohrleitungsschweissnähte (Kat. 2.2B1, 2.2B2.1, 2.2B2.2 und 2.2R1)	Min. 30% Max. 70%	100%
Alle übrigen	Nicht zutreffend	100%

C 3.4 Prüfumfänge und Prüfbarkeit

Angaben über die Prüfgegenstände, Prüfbarkeitsanforderungen, die Prüfpflicht je Prüfintervall und die anzuwendenden Prüfverfahren sind in den Tabellen C1B, C1R, C2B und C2R zusammengestellt.

Der Prüfbereich für Schweissnähte umfasst die Schweissnaht und den angrenzenden Grundwerkstoff beidseitig der Schweissnaht auf einer Breite von der halben Wanddicke, jedoch mindestens 13 mm. Wenn volumetrische Prüfung gefordert ist, bedeutet dies die Prüfung des gesamten Werkstoffvolumens im Prüfbereich einschliesslich der Oberflächen. Um dies zu erfüllen, kann es erforderlich werden, das volumetrische Prüfverfahren durch ein Oberflächenprüfverfahren (MT, PT oder ET) zu ergänzen. Falls mit thermischer Ermüdung oder Spannungsrisskorrosion gerechnet werden muss, sind angedrehte Kanten (Counterbores), die knapp ausserhalb dieses Bereichs liegen, mit einzubeziehen.

Der Prüfbereich für Stutzenkanten ist, wenn anwendbar, gemäss Kap. B 2.3 festzulegen. Die Anforderungen an die Prüfverfahren sind in den Kapiteln F und G enthalten.

Tabelle C 1B: Prüfung von Behältern und Wärmetauschern der Kategorie 2.1

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
2.1B 0	Behälter und Wärmetauscher, die den BVO oder der Heisswasserrichtlinie unterstehen.		Äussere Prüfung
2.1B 1	Drucktragende durchgeschweisste Behälternähte – Längs- und Rundnähte im Mantel – Rund- und Meridionalnähte in Böden und Deckeln	100% VT-1 100% VOL	Innere Prüfung ⁴⁾ . Wenn diese nicht möglich ist, dann ersatzweise a) oder b). a) geeignete Stichprobe von: – 5-10 % VOL von Schweissnähten, Typ 2.1B 1 und Typ 2.1B 2.1 – Wanddickenmessung in Grundwerkstoffbereichen b) Druckprüfung
2.1B 2.1	Durchgeschweisste Stutzennähte¹⁾ > DN 250²⁾	100% VT-1 100% VOL	
2.1B 2.2	Sonstige Schweissnähte – Durchgeschweisste Stutzennähte ¹⁾ , sofern nicht unter 2.1B2.1 fallend – Nicht durchgeschweisste Stutzennähte – Dichtschweissnähte	100% VT-2	
2.1B 3	Stutzeninnenkanten	100% OR	
2.1B 4	Grundmaterial	100% VT-1 UT - Wanddickenmessung	
2.1B 5	– Bolzen, Muttern mit Gewinde mit $\varnothing > 25$ mm – Dichtflächen von Flanschen	100% VT-1	100% VT-1
	– Bolzen mit Gewinde $\varnothing > 50$ mm	100% OR oder 100% VOL	100% VT-1
2.1B 6	Äussere Unterstützungen, Aufhängungen, Abstützungen:		
	– Integrale Verschweissungen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	100% VT-1 ³⁾
	– Tragende Teile	100% VT-3	100% VT-3 ³⁾
	– Sicherheitstechnisch wichtige vorgespannte Schraubverbindungen z.B. Ankerschrauben	100% Prüfung der Vorspannung	Stichprobenweise Prüfung der Vorspannungen
2.1B7	Stossbremsen	Stossbremsen müssen demontierbar, ihre Befestigungskonstruktionen zugänglich sein.	Alle Stossbremsen sind gemäss Kap. G 2 zu prüfen.
	– Integrale Verschweissungen der Befestigungskonstruktionen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	100% VT-1 ³⁾

Abkürzungen, Anmerkungen:

VT: Visuelle Prüfung (VT-1, VT-2, VT-3); OR: Oberflächenrissprüfung (PT, MT, ET); VOL: Volumetrische Prüfung (RT, UT)

- 1) Die Stutzennaht ist die Naht zwischen Behälter und Stutzen.
- 2) DN ist der Nenndurchmesser der anschliessenden Rohrleitung.
- 3) Bei baugleichen Behältern mit gleicher Funktion und gleichen Betriebsbedingungen müssen diese Bereiche nur an einem Behälter geprüft werden.
- 4) Die innere Prüfung schliesst die Prüfung der für die Drucksicherheit wesentlichen Einbauteile ein (vgl. Kap. F 5.2).

Tabelle C 2B: Prüfung von Behältern und Wärmetauschern der Kategorie 2.2

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
2.2B 0	Behälter und Wärmetauscher , die den BVO oder der Heisswasserrichtlinie unterstehen		Äussere Prüfung
2.2B 1	Drucktragende durchgeschweisste Behälternähte – Längs- und Rundnähte im Mantel – Rund- und Meridionalnähte in Böden und Deckeln	100% VT-1 100% VOL	Dampferzeuger: 100% VOL folgender Nähte ³⁾ : – Verbindungsnaht Rohrplatte / Mantel – Verbindungsnaht Mantel / Deckelkalotte
2.2B 2.1	Durchgeschweisste Stutzennähte ¹⁾ – Stutzen > DN 250 ²⁾ – Stutzen ≤ DN 250 ²⁾ , welche häufigen thermischen Zyklen unterworfen sind	100% VT-1 100% VOL	– Nähte an geometrischen Diskontinuitäten (z.B. an konischen Übergängen) – Stossstellen von Längs- und Rundnähten des Mantels
2.2B 2.2	Sonstige Behälternähte – Durchgeschweisste Stutzennähte ¹⁾ , sofern nicht unter 2.2B2.1 fallend – Nicht durchgeschweisste Nähte – Dichtschweissnähte	100% VT-2	– durchgeschweisste Stutzennähte (ausser Handlöcher und Mannlochstutzen) Sonstige Behälter: 1. Innere Prüfung ⁴⁾ . Wenn diese nicht möglich ist, dann ersatzweise a) oder b). a) 5 – 10 % VOL von Schweissnähten, Typ 2.2B 1 und Typ 2.2B 2.1, Wanddickenmessung in Grundwerkstoffbereichen b) Druckprüfung 2. 100% VOL bzw. 100% OR an Schweissnähten des Schadensindex I ³⁾
2.2B 3	Stutzeninnenkanten von Stutzen, welche häufigen thermischen Zyklen unterworfen sind	100% OR oder 100% VOL	100% OR innen oder 100% VOL auf radiale Risse ³⁾
2.2B 4	Ausgewählte Grundmaterialbereiche – Ferritische Behälter im Bereich schwankender Flüssigkeitsniveaus oder Kondenswasserbildung – Bereiche mit Korrosions- und Erosionsgefahr	100% VT-1 UT-Wanddickenmessung	Stichprobenweise Wanddickenmessung an Grundmaterial in gefährdeten Bereichen (Anforderung gilt nicht für Dampferzeuger)
2.2B 5	– Bolzen, Muttern mit Gewinde Ø > 25 mm – Dichtflächen von Flanschen	100% VT-1	100% VT-1
	– Bolzen mit Gewinde Ø > 50 mm	100% OR oder 100% VOL	100% VT-1 und 10% OR oder 10% VOL

Tabelle C 2B: Fortsetzung

2.2B 6	Äussere Unterstützungen, Aufhängungen, Abstützungen: – Integrale Verschweissungen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	100% OR oder 100% VOL ³⁾
	– Tragende Teile	100% VT-3	100% VT-3 ³⁾
	– Sicherheitstechnisch wichtige vorgespannte Schraubverbindungen, z.B. Ankerschrauben	100% Prüfung der Vorspannung	Stichprobenweise Prüfung der Vorspannungen
2.2B 7	Stossbremsen	Stossbremsen müssen demontierbar, ihre Befestigungs-konstruktionen zu-gänglich sein.	Alle Stossbremsen sind gemäss Kap. G 2 zu prüfen.
	– Integrale Verschweissungen der Befestigungs-konstruktionen mit drucktragenden Wandungen	100% OR oder 100% VOL	100% OR oder 100% VOL ³⁾
2.2B 8	RDB-Innenteile – Kernabstützkonstruktionen – Kernbehälter bzw. Kernmantel	VT-1, VT-3: Möglichst umfassende Zugänglichkeit	VT-1, VT-3: Es ist ein repräsentatives Stichprobenprogramm durchzuführen

Abkürzungen, Anmerkungen:

VT: Visuelle Prüfung (VT-1, VT-2, VT-3)

OR: Oberflächenrissprüfung (PT, MT, ET)

VOL: Volumetrische Prüfung (RT, UT)

- 1) Die Stutzennaht ist die Naht zwischen Behälter und Stutzen.
- 2) DN ist der Nenndurchmesser der anschliessenden Rohrleitung.
- 3) Bei baugleichen Behältern mit gleicher Funktion und gleichen Betriebsbedingungen müssen diese Bereiche nur an einem Behälter geprüft werden.
- 4) Die innere Prüfung schliesst die Prüfung des Grundmaterials, der Stutzeninnenkanten und der für die Drucksicherheit wesentlichen Einbauteile ein (vgl. dazu Kap. F 5.2).

Tabelle C 1R: Prüfung von Rohrleitungen, Armaturen und Pumpen der Kategorie 2.1 von Leitungen > DN 100 und System-Hauptleitungen > DN 50

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
2.1R 1	Innere Oberfläche von Rohrleitungen		
2.1R 2	Pumpen, innere Oberfläche <i>DN: Nenndurchmesser des Druckstutzens</i>		
	– Drucktragende Gehäuseschweissnähte – Gehäuse-Reparaturstellen mit Tiefen $\geq 25\%$ Wanddicke – Gehäuse	> DN 100: 100% OR VT-3: möglichst ausgedehnte Bereiche der inneren Oberfläche sollen zugänglich sein	> DN 100 und System-Hauptleitungen > DN 50: VT-3 bei betriebsbedingten Demontagen, z.B. bei Revisionen, Reparaturen oder Ersatz von Komponenten bzw. im Rahmen von inneren Prüfungen von Behältern
2.1R 3	Armaturen, innere Oberfläche <i>DN: Nenndurchmesser des Druckstutzens</i>		
	– Drucktragende Gehäuseschweissnähte – Gehäuse-Reparaturstellen mit Tiefen $\geq 25\%$ Wanddicke – Gehäuse	> DN 100: 100% OR VT-3: möglichst ausgedehnte Bereiche der inneren Oberfläche sollen zugänglich sein	
2.1R 4	Bolzen, Muttern, Dichtflächen – Bolzen, Muttern mit Gewinde- $\varnothing > 25$ mm – Dichtflächen von Flanschen	100% OR	100% VT-1
2.1R 5	Äussere Unterstützungen, Aufhängungen, Abstützungen		Leitungen \leq DN 100: keine Prüfpflicht
	– Integrale Verschweissungen mit drucktragenden Wandungen	100% VT-1	Leitungen > DN 100: 10% VT-1
	– Tragende Teile	100% VT-3	Leitungen > DN 100: 10% VT-3
	– Sicherheitstechnisch wichtige vorgespannte Schraubverbindungen	100% Prüfung der Vorspannung	Stichprobenweise Prüfung der Vorspannungen
2.1R 6	Stossbremsen	Stossbremsen müssen demontierbar, ihre Befestigungskonstruktionen zugänglich sein.	Leitungen \leq DN 100: keine Prüfpflicht Leitungen > DN 100: Alle Stossbremsen sind gemäss Kap. G 2 zu prüfen.
	– Integrale Verschweissungen der Befestigungskonstruktionen mit drucktragenden Wandungen	100% VT-1	> DN 100: 10% VT-1

Abkürzungen, Anmerkungen:

VT: Visuelle Prüfung (VT-1, VT-2, VT-3)

OR: Oberflächenrissprüfung (PT, MT, ET)

VOL: Volumetrische Prüfung (RT, UT)

Tabelle C 2R: Prüfung von Rohrleitungen, Armaturen und Pumpen der Kategorie 2.2 von Leitungen > DN 100 und System-Hauptleitungen > DN 50

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
2.2R 1	Rohrleitungsschweissnähte – Rund- und Längsnähte – Stutzennähte Innere Oberfläche von Rohrleitungen	Prüfpflichtige Nähte: > DN 50: 100% OR oder VOL	1. VT-3 bei betriebsbedingten Demontagen, z.B. bei Revisionen, Reparaturen oder Ersatz von Komponenten bzw. im Rahmen von inneren Prüfungen von Behältern 2. 10% VOL aller Nähte der Kategorie 2.2, mindestens aber 25 Nähte 3. 100% OR bei Nähten mit hohen Ermüdungsbeanspruchungen und Mischnähten
2.2R 2	Grundmaterialbereiche	UT-Wanddickenmessung	Stichprobenweise Wanddickenmessung an korrosions- und erosionsgefährdeten Bereichen von ferritischen Komponenten
2.2R 3	Pumpen, innere Oberfläche (DN ist der Nenndurchmesser des Druckstutzens.)		Prüfung bei betriebsbedingten Demontagen, z.B. bei Revisionen und Reparaturen von Komponenten. Pro System müssen aber mind. 10% der Komponenten, bzw. mind. eine geprüft werden.
	– Drucktragende Gehäuseschweissnähte – Gehäuse-Reparaturstellen mit Tiefe $\geq 25\%$ Wanddicke	100% OR	VT-1 und OR Stichproben
	– Gehäuse	VT-3: möglichst ausgedehnte Bereiche der inneren Oberfläche sollen zugänglich sein	VT-3: im max. möglichen Umfang
2.2R 4	Armaturen, innere Oberfläche (DN ist der Nenndurchmesser der anschliessenden Rohrleitung.)		Prüfung bei betriebsbedingten Demontagen, z.B. bei Revisionen und Reparaturen von Komponenten. Pro System müssen aber mind. 10% der Komponenten, bzw. mind. eine geprüft werden.
	– Drucktragende Gehäuseschweissnähte – Gehäuse-Reparaturstellen mit Tiefe $\geq 25\%$ Wanddicke	100% OR	VT-1 und OR Stichproben
	– Gehäuse	VT-3: möglichst ausgedehnte Bereiche der inneren Oberfläche sollen zugänglich sein	VT-3, im max. möglichen Umfang
	– Dicht- und Sitzflächen, Abschlusselemente von Armaturen inkl. Spindeln	100% VT-1 und 100% OR	VT-1 und OR Stichproben

Tabelle C 2R: Fortsetzung

Kat-Nr.	Prüfgegenstand	Prüfbarkeit	Prüfpflicht je Prüfintervall
2.2R 5	Bolzen, Muttern, Dichtflächen – Bolzen, Muttern mit Gewinde Ø > 25 mm – Dichtflächen von Flanschen	100% VT-1	100% VT-1 im Rahmen von Revisionen
	– Bolzen mit Gewinde Ø > 50 mm	100% OR oder 100% VOL	100% VT-1 und 10% OR oder 10% VOL
2.2R 6	Äussere Unterstützungen, Aufhängungen, Abstützungen		Leitungen ≤ DN 100: keine Prüfpflicht
	– Integrale Verschweissungen mit drucktragenden Wandungen	100% VT-1	Leitungen > DN 100: 10% VT-1
	– Tragende Teile	100% VT-3	Leitungen > DN 100: 100% VT-3
	– Sicherheitstechnisch wichtige vorgespannte Schraubverbindungen	100% Prüfung der Vorspannung	Stichprobenweise Prüfung der Vorspannungen
2.2R 7	Stossbremsen	Stossbremsen müssen demontierbar, ihre Befestigungskonstruktionen zugänglich sein.	Alle Stossbremsen sind gemäss Kap. G 2 zu prüfen.
	– Integrale Verschweissungen der Befestigungskonstruktionen mit drucktragenden Wandungen	100% VT-1	Leitungen > DN 100: 10% VT-1

Abkürzungen, Anmerkungen:

VT: Visuelle Prüfung (VT-1, VT-2, VT-3);

OR: Oberflächenrisssprüfung (PT, MT, ET)

VOL: Volumetrische Prüfung (RT, UT)

C 4. System- und Komponentenbegehungen

System- und Komponentenbegehungen sind an allen Behältern, Wärmetauschern und Rohrleitungssystemen (Leitungen > DN 100 und Systemhauptleitungen) durchzuführen. Rohrleitungsabzweigungen kleinerer Nennweiten im näheren Bereich der Komponenten, z. B. bis zur ersten Absperrung oder Halterung, sind einzubeziehen.

Für System- und Komponentenbegehungen gelten die folgenden Prüfintervalle:

- Kategorie 2.2: bei jedem Brennelementwechsel.
- Kategorie 2.1: alle 4 Jahre; bei 18-Monats-Betriebszyklus alle 4,5 Jahre.

Der Zweck der Prüfungen und das Vorgehen richten sich nach Kap. F 6.

C 5. Visuelle Prüfung des Primären Containments

Die zugänglichen inneren und äusseren Oberflächen des primären Containments sind visuell auf ihren Allgemeinzustand zu prüfen (VT-3). Die Prüfung ist vor jeder integralen Leckratenprüfung, mindestens aber in Abständen von vier Jahren durchzuführen.

D Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 3

D 1. Gültigkeit, Einleitung

Das Kapitel D behandelt die Prüfung von nuklear abnahmepflichtigen Komponenten der Sicherheitsklasse 3.

Anmerkung: Die Funktionsprüfung von Sicherheitsventilen ist im Kap. G 3 geregelt.

D 2. Einteilung in Kategorien

Die nuklear abnahmepflichtigen Komponenten der SK 3 werden in 2 Kategorien eingeteilt:

Kategorie 3.1: Dampfkessel, Dampfgefässe und Druckbehälter, welche im Geltungsbereich der Bundesrätlichen Verordnungen liegen, sowie Heisswasseranlagen, siehe Anhang A-1.

Kategorie 3.2: Sonstige nach HSK-Richtlinie R-05 nuklear abnahmepflichtige Komponenten.

D 3. Prüfungen

An den Komponenten der Kategorien 3.1 und 3.2 sind System- und Komponentenbegehungen nach Kap. F 6 durchzuführen.

An den Komponenten der Kategorie 3.1 sind nach den Bundesrätlichen Verordnungen und der Heisswasseranlagen-Richtlinie zusätzlich innere und äussere Prüfungen durchzuführen. Zweck und Durchführung der inneren und äusseren Prüfungen richten sich nach Kap. F 5. Die äusseren Prüfungen können im Rahmen der System- und Komponentenbegehungen durchgeführt werden. Dann sind gleichzeitig die Anforderungen nach Kap. F 5 und nach Kap. F 6 zu erfüllen.

Falls die innere Prüfung weder mit direkten noch mit indirekten visuellen Methoden zweckdienlich durchführbar ist, z. B. wegen Unzugänglichkeit oder zu hoher Ortsdosisleistung, ist sie durch volumetrische Prüfungen von Schweissnähten im Umfang von 5 – 10 % der gesamten Nahtlängen sowie Wanddickenmessungen von Grundmaterial in korrosions- oder erosionsgefährdeten Bereichen zu ersetzen. Falls dies auch nicht möglich oder nicht zweckdienlich ist, ist ein Ausnahmeantrag auf Verschiebung, Ersatzmassnahmen oder Erlass gemäss F 1.9 zu stellen. Im Falle, dass weder die innere Prüfung noch zerstörungsfreie Ersatzprüfungen zur Anwendung kommen können, ist eine wiederholte Druckprüfung durchzuführen.

D 3.1 Basisprüfungen

Basisprüfungen sind nur dann erforderlich, wenn an Stelle der inneren Prüfung volumetrische Prüfungen zur Durchführung kommen.

Werkstatt- und Baustellenprüfungen können Basisprüfungen ersetzen, wenn:

- a) die verwendete Prüfausrüstung und die Prüftechniken den für die Wiederholungsprüfungen vorgesehenen gleichwertig sind, so dass die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse gewährleistet ist.
- b) die Protokollierung und Dokumentation der Prüfungen so erfolgt, dass die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse gewährleistet ist.

D 3.2 Prüfintervalle

D 3.2.1 Kategorie 3.1

Die Prüfintervalle für die Wiederholungsprüfungen richten sich nach den bundesrätlichen Verordnungen sowie der Heisswasserrichtlinie, siehe Tabelle D1.

Für ersatzweise volumetrische Prüfungen gelten ebenfalls die Prüfintervalle nach Tabelle D1. Für die wiederholte Druckprüfung als Ersatzmassnahme gilt ein Intervall von längstens zehn Jahren.

Tabelle D1: Prüfintervalle und Prüfverfahren für Komponenten der Kategorie 3.1

Art der Komponente	Betriebszyklus 12 oder 24 Monate		Betriebszyklus 18 Monate	
	innere Prüfung	äussere Prüfung	innere Prüfung	äussere Prüfung
Dampfkessel, Dampfgefässe	2 Jahre	1 Jahr ¹⁾	1,5 Jahre	1 Jahr ¹⁾
Druckbehälter	4 Jahre	2 Jahre	4,5 Jahre	2 Jahre ²⁾
Heisswasseranlagen	4 Jahre	2 Jahre	4,5 Jahre	2 Jahre ²⁾

Abkürzungen, Anmerkungen:

- 1) Falls während des Betriebes nicht zugänglich, bei jedem Brennelementwechsel.
- 2) Falls während des Betriebes nicht zugänglich, alle 3 Jahre.

D 3.2.2 Verlängerung der Prüfintervalle für innere und äussere Prüfungen von Druckbehältern

Bei Druckbehältern, nicht jedoch bei Dampfkesseln, Dampfgefässen und Heisswasseranlagen, kann von der in der Verordnung gegebenen Möglichkeit (Art. 22) für die Verlängerung der Prüfintervalle Gebrauch gemacht werden. Unter folgenden Bedingungen ist auf Antrag eine Verlängerung der Prüfintervalle für innere Prüfungen auf 8 Jahre bzw. eine Verlängerung der Prüfintervalle für äussere Prüfungen auf 4 Jahre möglich:

1. der Überdruck wird vollständig durch flüssige Medien aufgebracht.
2. bei den eingesetzten Werkstoffen ist unter den gegebenen Betriebsbedingungen keine Korrosion oder Erosions-Korrosion zu erwarten.
3. die eingesetzten Werkstoffe haben eine Streckgrenze ≤ 400 MPa und eine ausreichend hohe Zähigkeit und Duktilität (Anforderungen gemäss Werkstoffnorm).
4. der Dampfdruck des Füllmediums überschreitet bei Betriebstemperatur den normalen Atmosphärendruck um maximal 0.5 bar.

Hinweis: Aus dieser Bedingung ergibt sich für Wasser eine Temperatur von 110 °C.

Die Bedingungen müssen gleichzeitig eingehalten werden.

Wenn bei Druckbehältern die innere Prüfung durch eine volumetrische Prüfung ersetzt werden muss und wenn das Prüfintervall 8 Jahre beträgt, ist der Prüfumfang ca. 10%.

D 3.2.3 Kategorie 3.2

Die Prüfintervalle für die Komponenten der Kategorie 3.2 sind in der Tabelle D2 festgelegt.

Tabelle D2: Prüfintervalle für Komponenten der Kategorie 3.2

Art der Komponente	Prüfintervall		Prüfpflicht
	für Betriebszyklus 12 oder 24 Monate	für Betriebszyklus 18 Monate	
Rohrleitungssysteme, einschl. zugehöriger Behälter, Wärmetauscher, Armaturen, Pumpen und Unterstützungen	4 Jahre	4,5 Jahre	System- und Komponentenbegehung

E Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 4

E 1. Prüfung von Komponenten der Sicherheitsklasse 4

Nuklear abnahmepflichtige Komponenten der SK 4 sind bezüglich periodischer Prüfungen so zu behandeln wie nuklear abnahmepflichtige Komponenten der SK 3, Kategorie 3.1, siehe Kap. D, Tabelle D1.

Hinweis: Komponenten der Sicherheitsklasse 4 unterliegen gemäss HSK-Richtlinie R-05 im Normalfall nicht der nuklearen SVTI-Abnahmepflicht.
Dampfkessel, Dampfgefässe und Druckbehälter, die im Geltungsbereich der Bundesrätlichen Verordnungen liegen, sind nach den Bundesrätlichen Verordnungen und den daraus abgeleiteten Vorschriften des SVTI Kesselinspektorates zu prüfen.
Heisswasseranlagen sind nach den zutreffenden Vorschriften des SVTI Kesselinspektorates zu prüfen.

F Anforderungen an zerstörungsfreie Prüfungen

F 1. Allgemeines

Kap. F 1 gilt für alle zerstörungsfreien Prüfverfahren. In den Kap. F 2 bis F 6 werden darüber hinaus spezifische Anforderungen an die einzelnen Prüfverfahren festgelegt.

F 1.1 Prüfziel

Die zerstörungsfreien Prüfungen haben das Ziel, Fehler, die sicherheitstechnisch von Interesse oder von Bedeutung sind,

- aufzufinden,
- von nicht relevanten Anzeigen (z. B. Form- und Gefügeanzeigen bei UT) und von nicht relevanten Auffälligkeiten (VT) zu unterscheiden und
- so zu charakterisieren (Fehlerlage, Fehlergrösse usw.), dass ihre Zulässigkeit beurteilt werden kann.

F 1.2 Auswahl der Prüfverfahren

Bei der Auswahl der Prüfverfahren sind die Komponente, die Umgebungsbedingungen, die erwarteten oder postulierten Schadensmechanismen und die aufzufindenden Fehler zu berücksichtigen. Dies umfasst unter anderem:

- Werkstoffe, Herstellungsverfahren, konstruktive Gestaltung
- Zugänglichkeit des Prüfbereichs, Entleerungsmöglichkeit von Leitungen
- Strahlenschutzgesichtspunkte (z.B. Ortsdosisleistung)
- Aufzufindende Fehlerart, -lage und -orientierung
- Nachweisvermögen des Prüfverfahrens
- Auftreten von störenden Anzeigen (z. B. Gefügeanzeigen, Formanzeigen)
- Möglichkeit zur Mechanisierung des Verfahrens.

Zur Oberflächenrissprüfung bei ferritischen Komponenten soll vorzugsweise MT eingesetzt werden.

Wenn eine volumetrische Prüfung gefordert ist, sollte das Prüfverfahren in Abhängigkeit von der Wanddicke t wie folgt ausgewählt werden:

$t \leq 8 \text{ mm}$:	vorzugsweise RT
$8 \text{ mm} < t \leq 25 \text{ mm}$:	RT oder UT
$t > 25 \text{ mm}$:	vorzugsweise UT

Auf flächenhaften korrosiven oder erosiven Abtrag wird visuell und mittels Wanddickenmessungen geprüft, bei lokalem Abtrag an Dampferzeuger-Heizrohren auch mittels ET und UT.

F 1.3 Qualifizierung der Prüfverfahren

Die Prüfverfahren müssen qualifiziert und in Prüfvorschriften beschrieben sein. Prüfvorschrift und Prüfausrüstung gelten als qualifiziert, wenn die systematische Beurteilung des Prüfverfahrens die zuverlässige Bestätigung geliefert hat, dass es geeignet ist, unter realen Prüfbedingungen die geforderte Aufgabenstellung zu erfüllen. Zur systematischen Beurteilung des Prüfverfahrens sind Methoden zu verwenden, die für den Zweck geeignet und hinreichend sind.

Die Durchführung einer Qualifizierung sollte sich nach den Grundsätzen, Methoden und Kriterien richten, die in dem europäischen Konsensdokument EUR 16802 Revision 1 beschrieben sind. Näheres regeln die HSK-Richtlinie R-53 und die GSKL-Richtlinie GSKL-002 zur Qualifizierung von Prüfverfahren.

F 1.4 Prüfvorschriften (siehe Kap. A 6.3)

F 1.5 Prüfpersonal (siehe Kap. A 8)

F 1.6 Prüfgeräte (siehe Kap. A 9)

F 1.7 Qualitätspläne (siehe Kap. A 10)

F 1.8 Oberflächenbeschaffenheit der Prüfbereiche

Prüfbereiche müssen entsprechend den Erfordernissen des eingesetzten Prüfverfahrens vorbereitet sein. Dasselbe gilt für Prüfbereiche, auf die der Stichprobenumfang ausgedehnt wird.

- Oberflächenbeschichtungen sind vor der Prüfung zu entfernen, oder es ist nachzuweisen, dass das Prüfergebnis durch die Beschichtung nicht wesentlich beeinflusst wird.
- Oberflächenunebenheiten und -kerben sind zu beschleifen, wenn durch ihre Anwesenheit die Möglichkeit besteht, dass Fehleranzeigen überdeckt oder falsch interpretiert werden. Dies gilt vor allem für Einbrandkerben und rauhe Schweissnaht-Oberflächen.
- Bei der Prüfung mit Ultraschall muss eine einwandfreie Ankopplung der Prüfköpfe gewährleistet sein. Die Decklagen von prüfpflichtigen Schweissnähten sind entsprechend den Erfordernissen des Prüfverfahrens zu beschleifen.

F 1.9 Prüfeinschränkungen

Prüfeinschränkungen auf Grund von geometrischen oder werkstoffspezifischen Besonderheiten, mangelnder oder fehlender Zugänglichkeit oder hoher Ortsdosisleistung sind zu begründen. Der Stand der Technik ist bei der Zulässigkeit der Einschränkung zu berücksichtigen. Eine Reduktion oder Änderung von Prüfumfängen, die Anwendung von Ersatzmassnahmen oder die Verschiebung von Prüfungen (soweit nicht gemäss A 4.5 ohne Antrag zulässig) aufgrund von Einschränkungen ist zu begründen und beim SVTI Nuklearinspektorat schriftlich zu beantragen. Wenn Strahlenschutzgründe angeführt werden, ist der Antrag an die HSK zu richten.

F 1.10 Vergleich der Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse sind mit den Ergebnissen vorausgegangener Prüfungen zu vergleichen. Die Ergebnisse des Vergleichs sind zu dokumentieren. Die Prüfdokumentation muss alle für den Anzeigenvergleich erforderlichen Angaben und Anzeigenparameter enthalten. Bei einem Wechsel der Prüftechnik oder des Prüfverfahrens muss dafür gesorgt werden, dass wichtige Anzeigen vergleichend weiterverfolgt werden können.

F 1.11 Registrier- und Bewertungspflicht von Anzeigen

F 1.11.1 Kriterien für Bewertungspflicht

Die Prüfvorschriften müssen Kriterien (Bewertungskriterien) enthalten, die geeignet sind, diejenigen Anzeigen zu identifizieren, die auf Fehler von sicherheitstechnischem Interesse hinweisen oder einen Verdacht auf solche begründen. Diese Anzeigen sind einer eingehenden Beurteilung gemäss Kap. F 1.12 zu unterziehen (bewertungspflichtige Anzeigen). Die Kriterien müssen die Unsicherheiten des eingesetzten Prüfverfahrens in konservativer Weise berücksichtigen.

F 1.11.2 Kriterien für Registrierpflicht

Die Prüfvorschriften müssen Kriterien (Registrierkriterien) enthalten, die festlegen, wann ein Prüfergebnis in Prüfprotokollen oder Anzeigenlisten zu dokumentieren ist.

Um Unsicherheiten der Prüfverfahren entgegenzuwirken, sollen die Registrierkriterien so festgelegt werden, dass auch Anzeigen erfasst werden, die die Bewertungskriterien nicht erfüllen. Bei nachfolgenden Prüfungen sind diese in die Überprüfung auf Anzeigenveränderung mit einzubeziehen. Bewertungspflichtige Anzeigen sind stets auch registrierpflichtig. In begründeten Fällen können Registrier- und Bewertungspflicht identisch sein.

Registrierkriterien können unter anderem sein:

- das Erreichen oder Überschreiten von Schwellenwerten der Anzeigenamplituden oder -längen (Registriergrenzen)
- typische Anzeigenbilder, Anzeigenmuster
- Abweichungen vom Sollzustand (für VT).

F 1.11.3 Festlegung der Registrier- und Bewertungskriterien

Die Registrier- und Bewertungskriterien sind unter Beachtung der Vorgaben in den Kap. F 2, F 3, F 4, F 5 und F 6 in den Prüfvorschriften eindeutig festzulegen.

Bild F-1 illustriert schematisch den Zusammenhang zwischen Anzeigen und Fehlergrössen.

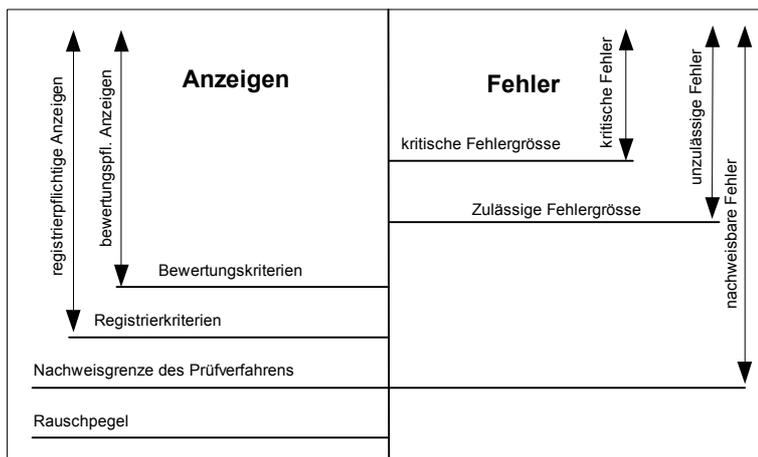


Bild F-1:
Schematischer
Zusammenhang zwischen
Anzeigen und Fehlergrössen

F 1.12 Bewertung von Prüfergebnissen

Das Vorgehen bei der Bewertung von Anzeigen aus volumetrischen Prüfungen und Oberflächenrissprüfungen erfolgt gemäss Bild F-2. Die Elemente von Bild F-2 sollten soweit möglich und sinnvoll bereits in der Prüfvorschrift umgesetzt werden.

Bei visuellen Prüfungen festgestellte rissverdächtige Anzeigen sind mit ergänzenden Prüfverfahren abzuklären. Die Bewertung erfolgt dann nach Bild F-2.

Gemessene Wanddicken sind in Bezug auf die rechnerisch erforderliche Mindestwanddicke plus Zuschläge und unter Berücksichtigung der Wanddickenschwächungsrate zu bewerten.

F 1.13 Zulässigkeit von bewerteten Fehlern

Wird eine Anzeige als Fehler bewertet und erfüllt dieser Fehler die Zulässigkeitskriterien von ASME XI, Tabelle IWB-/IWC-3410-1 nicht, so ist er entweder durch Reparatur oder Ersatz zu eliminieren oder seine Zulässigkeit ist nachzuweisen.

Eine Komponente mit einem Fehler, der die Zulässigkeitskriterien von ASME XI, Tabelle IWB-/IWC-3410-1 nicht erfüllt, ist für den Weiterbetrieb zulässig, wenn nachgewiesen wurde, dass sie für die Dauer bis zur Instandsetzung oder bis zur nächsten Prüfung die Kriterien von ASME XI, IWB-/IWC-/IWD-3600, erfüllt. Die Bemessung der zulässigen Dauer bis zur Instandsetzung oder bis zur nächsten Prüfung richtet sich danach, wie zuverlässig der zugrunde liegende Schadensmechanismus und die Risswachstumsrate bekannt sind und wie zuverlässig die Fehlergrösse bestimmt wurde.

Als Fehler bewertete Anzeigen, die die Zulässigkeitskriterien von ASME XI, Tabelle IWB-/IWC-3410-1, nicht erfüllen, sind der HSK gemäss der Richtlinie R-15 zu melden. Der Nachweis ihrer Zulässigkeit bedarf der Zustimmung der HSK vor dem Wiederaufahren nach einem Stillstand.

Eine als Fehler bewertete Anzeige, zu der nach ASME XI, Tabelle IWB/IWC-3410-1, keine Akzeptanzkriterien vorhanden sind, wird nach den Kriterien der Bauvorschrift bewertet. Das Gleiche gilt auch für die zulässige Mindestwanddicke bei Wanddickenabtrag.

Eine bewertungspflichtige Anzeige, die nach ASME XI, Tabelle IWB-/IWC-3410-1, nicht bewertbar ist, weil die Fehlertiefe nicht bestimmt werden konnte, ist der HSK gemäss R-15 zu melden, wenn sie von sicherheitstechnischem Interesse ist. Dies ist der Fall, wenn auf Grund ihres Erscheinungsbildes ein Fehler angenommen werden muss, der die Sicherheitsmarge der betreffenden Komponente reduziert. Das weitere Vorgehen ist mit der HSK abzustimmen.

Für Dampferzeuger-Heizrohre sind bei flächenhaftem Abtrag Wanddickenschwächungen ≥ 50 % unzulässig. In Abhängigkeit vom Fehlertyp können andere Kriterien sinnvoll oder erforderlich sein. Ihre Festlegung bedarf der Zustimmung der HSK.

F 1.14 Zusätzliche Prüfungen

Wenn ein Materialfehler von sicherheitstechnischem Interesse festgestellt wurde, ist zu prüfen, welche anderen Teile der betroffenen Komponente oder welche anderen Komponenten ähnliche Materialfehler enthalten könnten. Auf jeden Fall sind alle gleichartigen Komponenten zu betrachten. Von diesen ist eine genügend grosse Stichprobe zusätzlich zu prüfen.

F 1.15 Dokumentation (siehe Kap. A 7.2)

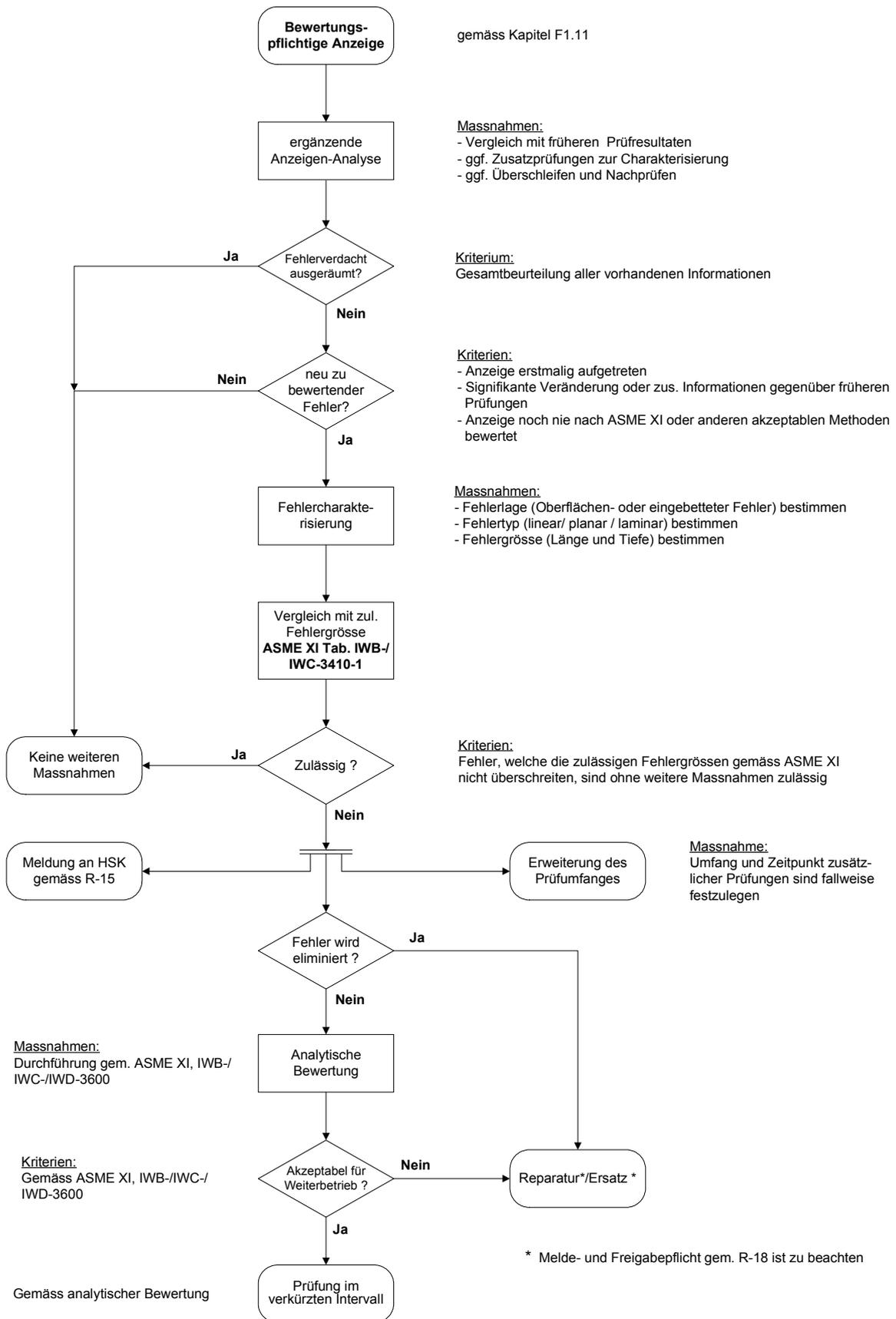


Bild F-2: Ablauf der Anzeigenbewertung bei volumetrischen Prüfungen und Oberflächenrissprüfungen

F 2. Volumetrische Prüfung

F 2.1 Ultraschallprüfung (UT)

F 2.1.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Schweissnähte sind auf Fehler parallel zur Naht (Längsfehler) und auf Fehler quer zur Naht (Querfehler) zu prüfen. Bei Rohrleitungen und Behältern mit Wanddicken ≤ 60 mm sollte sich die Prüfung auf die oberflächennahe(n) Zone(n) konzentrieren, für die Ultraschallprüfung spezifiziert ist.

F 2.1.2 Prüftechnik

Wenn die Zugänglichkeit gegeben ist, ist bei Schrägeinschallung die Prüfung auf Längsfehler von beiden Seiten der Naht aus und die Prüfung auf Querfehler in beiden entgegengesetzten Richtungen durchzuführen.

Die Prüftechnik soll, der Aufgabenstellung entsprechend, genügend diversitär sein (z. B. verschiedene Einschallwinkel, Wellenmoden, Fokustiefen).

Zur Prüfung der Unterplattierungszone (Tiefe 25 mm) ist, sofern von der inneren plattierten Oberfläche aus geprüft wird, eine speziell dafür geeignete Technik (z. B. 70°SEL) anzuwenden.

F 2.1.3 Qualifizierung

Prüfverfahren sind an Vergleichskörpern zu qualifizieren, deren wesentliche Einflussparameter der zu prüfenden Komponente möglichst ähnlich sind. Bei Komponenten aus austenitischem Stahl oder Nickelbasis-Legierungen und bei Mischnähten, deren Prüfbarkeit im allgemeinen durch anisotropes Gefüge oder Grobkorn beeinträchtigt wird, ist es besonders wichtig, dass der Vergleichskörper aus Originalmaterialien oder Materialien gleicher Spezifikation und nach gleichem Herstellungs- und Schweissverfahren gefertigt wird wie das zu prüfende Objekt.

F 2.1.4 Gerätekontrollen und Kalibrierung

Die horizontale und vertikale Linearität von Prüfgeräten (Zeitablenkung; Verstärkung, dB-Steller, Bildschirm) ist vor Beginn einer Prüfung und bei Verdacht auf Veränderung zu überprüfen. Für Prüfgeräte zur automatisierten Prüfung muss ein geeigneter Funktionstest spezifiziert sein, der vor und nach der Prüfung durchgeführt wird.

Vor Beginn der Prüfung ist eine Empfindlichkeits- und Entfernungskalibrierung durchzuführen. Diese ist im Verlauf der Prüfung in angemessenen Zeitabständen und nach Beendigung der Prüfung zu kontrollieren. Die Vergleichbarkeit der Empfindlichkeit aufeinanderfolgender Prüfungen ist sicherzustellen.

Bei Verwendung von amplitudenbasierten Registriergrenzen sind bei der Empfindlichkeitskalibrierung Unterschiede im Ankopplungs- und Schallschwächungsverhalten zwischen Kalibrierkörper und zu prüfender Komponente zu berücksichtigen (Transfer). Bei der Prüfung durch plattierte Bereiche sind entweder die erhöhten Transferverluste mittels Transfermessungen an der zu prüfenden Komponente auszugleichen oder es ist ein in gleicher Art plattierter Vergleichskörper zu verwenden.

Die Temperatur des Prüfobjekts soll nicht höher als 50° C sein. Die Temperaturdifferenz, der die Prüfköpfe gegenüber der Kalibrierung ausgesetzt sind, darf 15° C nicht überschreiten.

F 2.1.5 Registrier- und Bewertungspflicht

Die Prüfvorschriften müssen Kriterien enthalten zur Unterscheidung zwischen Fehleranzeigen und Anzeigen, die auf Form- oder Gefügeeinflüsse zurückgeführt werden können. Die Bewertungs- und Registrierkriterien sind im Rahmen der Qualifizierung festzulegen.

Anzeigen, die auf Risse hindeuten, sind zu registrieren und zu bewerten unabhängig von ihrer Amplitude.

Als form- oder gefügebedingt eingestufte Anzeigen sind in ihrer Interpretation zu begründen, wenn sie sonst die Bewertungspflicht erfüllen. Sie sind so zu dokumentieren, dass ein aussagekräftiger Vergleich mit Ergebnissen wiederkehrender Prüfungen ermöglicht wird. In den Prüfvorschriften sind dafür Kriterien zu definieren, die der Prüfaufgabe und der Prüftechnik angepasst sind.

Bei automatisierter Prüfung sind die Urdaten bis zum Rauschen aufzuzeichnen.

Die Prüfvorschriften müssen Verfahren zur Fehlergrößenbestimmung spezifizieren. Diese sollten entsprechend der Norm EN 583-5 ausgewählt werden. Zur Bestimmung der Fehlertiefenausdehnung kann die Anwendung mehrerer Techniken und die Nutzung auch qualitativer Prüfinformation sinnvoll sein. Es sind Techniken zu verwenden, die für den speziellen Anwendungsfall (z. B. Lage und Orientierung des Fehlers, akustische Werkstoffeigenschaften) physikalisch geeignet sind.

F 2.1.6 Übergangsregelung

Solange Ultraschallprüfverfahren mit amplitudenbasierten Registrier- und Bewertungsgrenzen noch keinem Qualifizierungsverfahren gemäss F 1.3 unterzogen wurden, gelten zusätzlich die Festlegungen des Anhangs F.

F 2.2 Durchstrahlungsprüfung (RT)

F 2.2.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Den Prüfvorschriften für RT ist die EN 1435, Prüftechnik Klasse B, mit den nachfolgenden zusätzlichen Anforderungen zu Grunde zu legen.

F 2.2.2 Prüftechnik und Prüfungsdurchführung

Für das Folgende gelten die Anforderungen der DIN 25435-7:

- Aufnahmeanordnung
- Positionskontrolle der Strahlenquelle
- Mindestabstand einer innerhalb des Prüfgegenstands positionierten Strahlenquelle von der ihr zugewandten Oberfläche des Prüfgegenstands
- Mindestanzahl der Teilaufnahmen
- Auswahl der Strahlenquelle
- maximale Röntgenröhrenspannung in Abhängigkeit von der durchstrahlten Dicke
- zulässige Filmsystemklassen
- optische Dichte des Films
- Massnahmen bei Schleierschwärzung infolge hoher Ortsdosisleistung
- digitale Bildverarbeitungssysteme
- digitale Radiographie

Die zu durchstrahlenden Rohrleitungen sind zu entleeren. Abweichungen davon sind gemäss den Anforderungen der DIN 25435-7 zu begründen.

F 2.2.3 Qualifizierung

Die Erfüllung der Normen ersetzt nicht die Qualifizierung gemäss F 1.3. Von den Normen kann abgewichen werden, wenn im Rahmen der Qualifizierung nachgewiesen wird, dass die erzielten Ergebnisse gleichwertig oder besser sind.

F 2.2.4 Gerätekontrollen

Für die Zertifizierung und die Kontrollen der Strahlenquellen gelten die Anforderungen der DIN 25435-7.

F 2.2.5 Registrier- und Bewertungspflicht

Registrierpflichtig sind Anzeigen von Rissen, Hohlräumen, festen Einschlüssen, Bindefehlern und ungenügender Durchschweissung sowie Form- und Massabweichungen.

Bewertungspflichtig sind Anzeigen, die auf Risse, Bindefehler, ungenügende Durchschweissung oder auf Wanddickenabtrag schliessen lassen.

F 2.3 Wirbelstromprüfung (ET) von Dampferzeuger-Heizrohren

F 2.3.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Die Dampferzeugerheizrohre sind auf betriebsbedingte Wanddickenschwächungen zu prüfen, wie flächenhafte Abtragung, Risse, Beulen. Die Fehler sind nachzuweisen, zu orten, von Formanzeigen (z. B. Abstandhalter) und anderen störenden Anzeigen (z. B. Wackeleffekt der Sonde) zu unterscheiden und zu charakterisieren (Schadenstyp, Ausdehnung, prozentuale Wanddickenschwächung).

F 2.3.2 Prüftechnik

Zur Erfüllung der Aufgabenstellung sind mechanisierte Prüfsysteme mit digitalisierter Datenaufnahme einzusetzen. Als Standardprüftechnik sind mindestens Innendurchlaufspulen in Differenz- und Absolutschaltung mit Mehrfrequenz- und Mixtechnik zu verwenden. Falls erforderlich, sind zur genaueren Lokalisierung und zur Charakterisierung sowie zur Prüfung von Problembereichen (z. B. Rohrboden) Analysetechniken, wie z. B. rotierende Tastspulen, einzusetzen.

F 2.3.3 Qualifizierung

Für die Qualifizierung des Prüfverfahrens ist ein mehrstufiges Vorgehen sinnvoll. In einem ersten Schritt sollte die generelle Fähigkeit des Prüfverfahrens an Vergleichskörpern mit einfachen Simulationen von betriebsbedingten Wanddickenschwächungen demonstriert werden. In einem zweiten Schritt sollte sich die Qualifizierung spezifisch auf die im zu prüfenden Dampferzeuger wirksamen Schadensmechanismen konzentrieren.

F 2.3.4 Gerätekontrollen und Kalibrierung

Das ET-System ist zum Zweck der Überwachung der Messwerterfassung (Grundeinstellung) und zum Zweck der Auswertung zu kalibrieren. Die Grundeinstellung ist vor Beginn der Prüfung vorzunehmen und während der Prüfung in regelmässigen Zeitabständen sowie nach der Prüfung zu verifizieren. Die Kalibrierung ist bei jedem Sonden- oder Gerätewechsel zu erneuern.

Zur Kalibrierung des ET-Systems sind Vergleichskörper zu verwenden, die bezüglich Aussendurchmesser, Wanddicke, Werkstoff und Wärmebehandlung für die zu prüfenden Heizrohre repräsentativ sind und definierte künstliche Wanddickenschwächungen enthalten (z. B. durchgehende Bohrungen, Flachbodenbohrungen, Nuten). Kalibriert werden Phasenwinkel und Amplitude. Die Mixtechnik kann am Vergleichskörper mit simulierten Strukturteilen oder an den im Dampferzeuger vorhandenen Strukturteilen (z. B. Abstandhalter) kalibriert werden.

F 2.3.5 Registrier- und Bewertungspflicht

Die Prüfvorschrift muss die Kriterien der Messwertauswertung und Anzeigenbeurteilung (einschliesslich automatisierter Vorauswertung) sowie einen Entscheidungsplan für die Bewertung der Ergebnisse enthalten. Dabei sollten die Betriebs- und Prüferfahrungen des betreffenden Dampferzeugers einbezogen werden.

Für flächenhaften Abtrag ist die prozentuale Wanddickenschwächung zu bestimmen. Auswertekennlinien dafür (Phase oder Amplitude gegen Wanddickenschwächung) müssen an Vergleichskörpern mit bekannten Wanddickenschwächungen erstellt worden sein, die für betriebsbedingte Wanddickenschwächungen repräsentativ sind. Für Risse sind die Orientierung und die Länge zu bestimmen.

Alle Signale, die sich deutlich vom Untergrund abheben, sind auszuwerten. Die Bewertungskriterien müssen die Fehlerart, -lage und -orientierung berücksichtigen. Sie sind dementsprechend fallweise festzulegen. Bei flächenhaftem Abtrag gelten 20 % Wanddickenschwächung als Richtwert für die Registrierung und 30 % als Richtwert für die Bewertung. Signale, die bezüglich Wanddickenschwächung nicht quantifiziert werden können, sind ebenfalls zu registrieren.

F 3. Oberflächenprüfung

F 3.1 Eindringprüfung (PT)

F 3.1.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Den Prüfvorschriften für PT ist die EN 571-1 mit den nachfolgenden zusätzlichen Anforderungen zu Grunde zu legen.

F 3.1.2 Prüfmittel und Prüfungsdurchführung

- Als Zwischenreiniger sind Wasser, Lösungsmittel oder beide in Kombination miteinander zu verwenden. Als Entwickler sind Nassentwickler auf Lösungsmittelbasis zu verwenden.
- Es sind mustergeprüfte Prüfmittel der Empfindlichkeitsklasse 2 (EN ISO 3452-2) zu verwenden.
- Die Mindesteindringdauer sollte 30 Minuten, die Mindestentwicklungsdauer bei ferritischen Werkstoffen 15 Minuten, bei austenitischen Werkstoffen 30 Minuten betragen.
- Möglichst bald nach dem Antrocknen des Entwicklers sollte die erste Inspektion stattfinden. Eine weitere Inspektion sollte nach Ablauf der Entwicklungsdauer erfolgen. Weitere Inspektionen sind erforderlich, wenn bei der zweiten Inspektion linienförmige Anzeigen vorhanden sind, die bei der ersten Inspektion noch nicht erkennbar waren, oder wenn wesentliche Änderungen oder zusätzliche Anzeigen festgestellt werden.

F 3.1.3 Qualifizierung

Der Prüfaufgabe entsprechend, ist in Form einer Technischen Begründung der Nachweis zu erbringen, dass die Anforderungen umgesetzt und die Einflussfaktoren, welche die Wirksamkeit und Empfindlichkeit des Prüfverfahrens bestimmen, korrekt berücksichtigt worden sind. In besonderen Fällen können weitere Nachweise oder eine praktische Demonstration erforderlich sein.

F 3.1.4 Prüfmittelkontrolle

Der Anwender muss sich von der Anzeigefähigkeit der Prüfmittelsysteme überzeugen. Erforderliche Kontrollen erfolgen mit dem Kontrollkörper 2 nach EN ISO 3452-3. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen sind zu dokumentieren und zu bewerten.

F 3.1.5 Registrier- und Bewertungspflicht

Registrierpflichtig sind Anzeigen mit einer Längenausdehnung > 3 mm. Anzeigenzeilen oder –felder, deren Länge oder Breite den Wert der halben Wanddicke überschreitet, sind auch dann zu registrieren, wenn die Länge der Einzelanzeigen < 3 mm ist.

Bewertungspflichtig sind Anzeigen mit einer Längenausdehnung > 6 mm. Rissartige Anzeigen sind ab 3 mm Länge bewertungspflichtig. Felder von kleineren Anzeigen sind zu bewerten, wenn ihre Ausdehnung 1000 mm^2 überschreitet.

Bei Anzeigen, deren Ursache unklar ist, ist nach einer nochmaligen sorgfältigen Oberflächenvorbereitung durch eine Nachprüfung zu untersuchen, ob es sich um eine Fehleranzeige oder um eine Scheinanzeige handelt.

F 3.2 Magnetpulverprüfung (MT)

F 3.2.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Den Prüfvorschriften für MT ist die EN 1290 mit den nachfolgenden zusätzlichen Anforderungen zu Grunde zu legen.

F 3.2.2 Prüftechnik, Prüfmittel und Prüfungsdurchführung

- Wenn nicht ausdrücklich die Prüfung auf nur eine Fehlerorientierung spezifiziert ist, ist auf alle Fehlerorientierungen zu prüfen. Es ist Wechselstrommagnetisierung zu verwenden.
- Zur Magnetisierung sind Hand-Jochmagnete oder stromdurchflossene Leiter zu verwenden. Bolzen dürfen auch mittels Stromdurchflutung geprüft werden, wenn das Verfahren so beschaffen ist, dass Einbrandstellen vermieden werden.
- Die magnetische Feldstärke muss im Bereich zwischen 2 und 6 kA/m liegen.
- Die magnetische Feldstärke ist mit einem Tangentialfeldstärkemessgerät zu bestimmen.
- Es sind Nassprüfmittel zu verwenden.

F 3.2.3 Qualifizierung

Der Prüfaufgabe entsprechend, ist der Nachweis in Form einer Technischen Begründung zu erbringen, dass die Anforderungen umgesetzt und die Einflussfaktoren, welche die Wirksamkeit und Empfindlichkeit des Prüfverfahrens bestimmen, korrekt berücksichtigt worden sind. In besonderen Fällen können weitere Nachweise oder eine praktische Demonstration erforderlich sein.

F 3.2.4 Prüfmittelkontrolle

Die gemäss EN 1290 geforderte Kontrolle der Anzeigefähigkeit von Prüfmitteln erfolgt mit dem Vergleichskörper 1 nach EN ISO 9934-2. Das sich hierbei ergebende Anzeigenbild wird mit dem Anzeigenbild der Eingangsprüfung verglichen. Die Ergebnisse dieser Überprüfung sind zu dokumentieren und zu bewerten.

F 3.2.5 Registrier- und Bewertungspflicht

Registrierpflichtig sind Anzeigen mit einer Längenausdehnung > 3 mm. Anzeigenzeilen oder –felder, deren Länge oder Breite den Wert der halben Wanddicke überschreitet, sind auch dann zu registrieren, wenn die Länge der Einzelanzeigen < 3 mm ist.

Bewertungspflichtig sind Anzeigen mit einer Längenausdehnung > 6 mm. Rissartige Anzeigen sind ab 3 mm Länge bewertungspflichtig. Felder von kleineren Anzeigen sind zu bewerten, wenn ihre Ausdehnung 1000 mm^2 überschreitet.

Bei Anzeigen, deren Ursache unklar ist, ist nach einer nochmaligen sorgfältigen Oberflächenvorbereitung durch eine Nachprüfung zu untersuchen, ob es sich um eine Fehleranzeige oder um eine Scheinanzeige handelt.

F 3.3 Wirbelstromprüfung (ET)

F 3.3.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Wirbelstromverfahren können zum Nachweis von Oberflächenrissen und zur Bestimmung ihrer Länge eingesetzt werden. Zur Fehlertiefenausdehnung können sie qualitative Hinweise liefern.

F 3.3.2 Qualifizierung

Zur Qualifizierung der Prüfverfahren sind Vergleichskörper zu verwenden, die bezüglich Werkstoff, Wärmebehandlung, Oberflächenrauigkeit und Oberflächenkontur dem zu prüfenden Gegenstand entsprechen. Diese Anforderung gilt für Grundwerkstoff und Schweißgut. Als Qualifizierungsfehler sind Risse oder erodierte Nuten zu verwenden. Die Nutbreite muss $< 0,3$ mm sein.

F 3.3.3 Gerätekontrollen und Kalibrierung

Das ET-System ist zum Zweck der Überwachung der Messwerverfassung (Grundeinstellung) und zum Zweck der Auswertung zu kalibrieren. Die Grundeinstellung ist vor Beginn der Prüfung vorzunehmen und während der Prüfung in regelmässigen Zeitabständen sowie nach der Prüfung zu verifizieren. Die Kalibrierung ist bei jedem Sonden- oder Gerätewechsel zu erneuern.

F 3.3.4 Registrier- und Bewertungspflicht

Die Prüfvorschrift muss Kriterien enthalten zur Unterscheidung zwischen Rissanzeigen und Anzeigen, die durch andere physikalische Einflüsse hervorgerufen werden (z. B. Abhebeeffect, Leitfähigkeits- oder Permeabilitätsschwankungen).

Die Bewertungs- und Registrierkriterien sind im Rahmen der Qualifizierung festzulegen.

F 4. Visuelle Prüfung (VT)

F 4.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Auf Grund der Prüfaufgabe wird zwischen drei Typen von visuellen Prüfungen unterschieden: VT-1, VT-2 und VT-3 (siehe Tabelle F-1).

F 4.2 Prüftechnik

Es wird zwischen den folgenden Prüftechniken unterschieden:

- direkte VT
- indirekte VT

F 4.2.1 Direkte visuelle Prüfung

Direkte visuelle Prüfungen sind Prüfungen mit dem menschlichen Auge, wobei optische Hilfsmittel, wie Spiegel, Ferngläser, Lupen und Endoskope, eingesetzt werden können. Wenn keine vergrössernden optischen Hilfsmittel verwendet werden, gelten die Richtwerte nach Tabelle F-2. Wenn die Betrachtungsabstände nach Tabelle F-2 deutlich überschritten werden, sind qualitativ gleichwertige Betrachtungsbedingungen mit Hilfe von Ferngläsern und angepasster Beleuchtung herzustellen. Die Gleichwertigkeit ist an Hand der Detailerkennbarkeit von bekannten Oberflächenstrukturen des Prüfbereichs oder seines Umfeldes zu beurteilen.

Tabelle F-1: Typen visueller Prüfungen (VT-1, VT-2, VT-3)

Typ	Prüfungsaufgabe
VT-1	Gezielte Prüfung auf Oberflächenfehler, wie z.B.: <ul style="list-style-type: none"> – Brüche, Risse – Erosion, Korrosion – Verschleiss
VT-2	Prüfungen auf Leckagen und Anzeichen von Leckagen (z. B. Borsäureablagerungen) bei Betriebsbedingungen oder betriebsähnlichen Bedingungen durch Prüfung der zugänglichen äusseren Oberflächen der druckführenden Komponenten oder durch Prüfung ihrer unmittelbaren Umgebung einschliesslich des Bodenbereichs. Die Prüfung auf Borsäureablagerungen muss nicht bei Betriebsbedingungen oder betriebsähnlichen Bedingungen durchgeführt werden, doch ist in diesem Falle, wenn möglich, die Isolation zu entfernen.
VT-3	Prüfung des allgemeinen mechanischen und strukturellen Zustandes einer Komponente und ihrer Abstützung/Aufhängung, wie z.B: <ul style="list-style-type: none"> – Grobe Materialtrennungen (Brüche und Risse) – Lose oder fehlende Teile – Integrität von Verbindungen (Schweissnähte, Verschraubungen) – Formprüfung: Deformationen, Verzug – Bewegungsfreiheit, Spiele, Verschiebungen – Korrosion, Erosion, Verschleiss Prüfung von Abstützungen und Aufhängungen auf mögliche Beeinträchtigungen ihrer Funktionsfähigkeit.

Tabelle F-2: Prüfbedingungen für direkte VT

Typ	A_{\max} [cm]	L_{\min} [lux]
VT-1	60	500
VT-2	180	150
VT-3	120	500

A_{\max} : maximaler Betrachtungsabstand

L_{\min} : minimale Beleuchtungsstärke

F 4.2.2 Indirekte visuelle Prüfung

Indirekte visuelle Prüfungen sind Prüfungen mit dem menschlichen Auge und einem Gerätesystem, das die Bildinformation aufnimmt (z. B. Kamera, Videoskop), weiterleitet, darstellt (z. B. Monitor) oder aufzeichnet (z.B. Videoband, DVD).

Die Prüffläche muss ausreichend und gleichmässig beleuchtet werden. Störende Reflexionen sind zu vermeiden.

Bei der Prüfung unter Wasser darf die Sicht durch Schwebstoffe oder Schlierenbildung nicht unzulässig beeinträchtigt sein. Auffälligkeiten sollen unter verschiedenen Blickwinkeln und bei unterschiedlichen Abständen, Beleuchtungsbedingungen (Auflicht, Schräglicht) betrachtet werden können.

Aufzeichnungsgeräte müssen die Einblendung von Daten zur Identifikation der Prüfung und des Prüfobjekts ermöglichen. Wenn möglich, sollten zur Identifikation des Prüfbereichs Übersichtsbilder aufgenommen werden.

F 4.3 Qualifizierung

Verfahren der indirekten VT-1 müssen nach F 1.3 qualifiziert sein. Für andere Verfahren der visuellen Prüfung ist eine Qualifizierung nach F 1.3 nur in besonderen Fällen erforderlich. Art und Umfang der zu erbringenden Nachweise richtet sich nach der Prüfaufgabe und dem Zweck der Prüfung. Es kann erforderlich sein, die Erkennbarkeit der aufzufindenden Fehler an Testkörpern unter realistischen Bedingungen zu demonstrieren.

F 4.4 Gerätekontrollen

Die für die Prüfaufgabe erforderliche Bildqualität des Gerätesystems ist vor und nach jedem Prüfeinsatz unter Verwendung eines geeigneten Testbildes nachzuweisen und zu dokumentieren.

F 4.5 Registrier- und Bewertungspflicht

Auffälligkeiten (Abweichungen vom Sollzustand) sind zu registrieren.

Auffälligkeiten mit Verdacht auf Risse, Korrosions- und Erosionsabtrag, Lochfrass, mechanische Beschädigungen, Deformationen, Leckagen usw. müssen bewertet werden.

Stellen mit anderen Auffälligkeiten (z.B. Schleifspuren, Kerben, rauhe Stellen, Verfärbungen der Oberfläche, Ablagerungen usw.) sind so zu dokumentieren (z. B. durch Foto), dass bei späteren Prüfungen ein eindeutiger Vergleich durchgeführt werden kann.

Prüfeinschränkungen sowie Einflüsse, welche die Prüfung oder die Interpretation beeinflussen können, sind ebenfalls festzuhalten.

F 5. Innere und äussere Prüfungen von Behältern

F 5.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

Die Anforderungen an innere und äussere Prüfungen richten sich nach der SVTI-Vorschrift 804, Kap. 9.2 und 9.3

F 5.2 Innere Prüfungen

Eine innere Prüfung wird am stillgelegten und gereinigten Behälter durchgeführt. Sie erstreckt sich auf die Prüfung der druckführenden Wandung und der für die Drucksicherheit wesentlichen Einbauteile. Dazu gehören z. B. auch Anschweissteile an die druckführende Wandung, Wärmetauscherrohre, Bolzen, Muttern und freigelegte Dichtflächen.

Die innere Prüfung besteht aus einer visuellen Prüfung Typ VT-3. Abhängig vom Behältertyp werden stichprobenhaft einzelne Bereiche oder die gesamte innere Oberfläche einer visuellen Prüfung Typ VT-1 unterzogen.

Falls die visuellen Prüfungen für eine Bewertung nicht ausreichen, sind weitere geeignete zerstörungsfreie Prüfungen durchzuführen.

F 5.3 Äussere Prüfungen

Eine äussere Prüfung wird möglichst im Betrieb oder in betriebsähnlichem Zustand durchgeführt. Sie erstreckt sich auf die Prüfung des äusseren Zustandes des Behälters, seiner Ausrüstungsteile sowie des bestimmungsgemässen Gebrauchs und der Instandhaltung des Objektes. Die Isolation ist hierfür nicht zu entfernen.

Ausrüstungsteile sind Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung und Konstruktionselemente, die bei Versagen die Funktionsfähigkeit der druckführenden Wandung beeinträchtigen können (z.B. Abstützungen, ihre integralen Verschweissungen mit der drucktragenden Wand, Stossbremsen, Schwingungsdämpfer). Zu diesen gehören auch die Rohrleitungen zwischen Behälter und Sicherheitseinrichtung. Die Anforderungen für die Funktionsprüfung von Sicherheitseinrichtungen werden im Kapitel G geregelt.

Änderungen am bestimmungsgemässen Gebrauch sowie Angaben über die Instandhaltung einer Komponente sind im Anlagedokumentationssystem, resp. im zugehörigen Komponentenlebenslauf festgehalten.

F 5.4 Registrier- und Bewertungspflicht

Auffälligkeiten (Abweichungen vom Sollzustand) sind zu registrieren.

Auffälligkeiten mit Verdacht auf Risse, Korrosions- und Erosionsabtrag, Lochfrass, mechanische Beschädigungen, Deformationen, Leckagen usw. müssen bewertet werden.

Stellen mit anderen Auffälligkeiten (z.B. Schleifspuren, Kerben, raue Stellen, Verfärbungen der Oberfläche, Ablagerungen usw.) sind so zu dokumentieren, dass bei späteren Prüfungen ein eindeutiger Vergleich durchgeführt werden kann.

Prüfeinschränkungen sowie Einflüsse, welche die Prüfung oder die Interpretation beeinflussen können, sind ebenfalls festzuhalten.

F 6. System- und Komponentenbegehungen

F 6.1 Aufgabenstellung und allgemeine Anforderungen

System- und Komponentenbegehungen dienen der Feststellung von Leckagen (VT-2) sowie der Beurteilung des Allgemeinzustandes von Systemen und Komponenten. Insbesondere ist zu achten auf:

- Leckagen und Spuren von Leckagen
- mechanische Beschädigungen (Reibstellen, Verbiegungen, Abrisse),
- Mängel an
- Schraubverbindungen (Lockerung und Zustand von Schraubensicherungen)
- Anschlüssen von Messstellen und –leitungen
- Isolierungen
- Abstützungen/Aufhängungen/Ausschlagsicherungen / Stossbremsen
- Verlagerungen von Komponenten (Rohrleitungsverschiebungen, Beschädigungen von Fundamenten und Verankerungen)
- Schwingungen von Rohrleitungen und Aufhängungen.

F 6.2 Durchführung

Isolationen sind für die System- und Komponentenbegehung nicht zu entfernen.

In der Sicherheitsklasse 1 sind die Begehungen im Betrieb während des Wiederanfahrens der Anlage, aus Strahlenschutzgründen bei geringer Reaktorleistung, durchzuführen. Der Druck soll dem Druck bei voller Reaktorleistung entsprechen.

In den Sicherheitsklassen 2 und 3 sind die Begehungen durchzuführen, während das System in Betrieb ist oder während periodischer System-Funktionsprüfungen bei betriebsähnlichem Druck.

F 6.3 Registrier- und Bewertungspflicht

Wenn Leckagen festgestellt werden, sind die leckenden Stellen soweit zu orten und die Ursachen zu identifizieren, dass über die erforderlichen Massnahmen entschieden werden kann. Andere Auffälligkeiten (Abweichungen vom Sollzustand) sind zu registrieren und zu bewerten, so dass über die erforderlichen Massnahmen entschieden werden kann. Die aktuell vorherrschenden Betriebsdaten bei den System- und Komponentenbegehungen sind zu dokumentieren.

G Druckprüfung, Prüfung von Stossbremsen und Sicherheitsventilen

G 1. Druckprüfungen

G 1.1 Aufgabenstellung

Druckprüfungen sollen zeigen, dass die einbezogenen Komponenten oder Systeme einer Belastung durch definiert erhöhten Innendruck ohne erkennbare Schäden standhalten.

G 1.2 Prüfungsdurchführung

Prüfmedium: Wasser oder Reaktorkühlmittel.

Prüfdruck: Prüfdruck der Erstdruckprüfung nach Bauvorschrift, mindestens jedoch 1,2-facher Auslegungsdruck. Nachpumpen zur Kompensation von inneren Leckagen an Absperrrichtungen ist zulässig.

Prüftemperatur: Raumtemperatur oder höher, wenn aus Bruchsicherheitsgründen erforderlich. Bei der Druckprüfung des Reaktorkühlsystems gemäss B 3.2 muss die Temperatur des Prüfmediums sowie der beanspruchten Wandungen beim Druckaufbau und während der gesamten Druckhaltezeit mindestens 33°C über der höchsten aktuellen RT_{NDT} -Temperatur liegen.

Vorbereitung: Die Komponenten oder Systeme sollen möglichst allseitig zugänglich und visuell prüfbar sein. Bei der Druckprüfung des Reaktorkühlsystems ist die demontierbare Wärmeisolierung an denjenigen Stellen zu entfernen, die gezielt auf Leckagen zu untersuchen sind. Beim Druckwasserreaktor sind dies z. B. der RDB-Deckel und ausgewählte Flanschverbindungen. Bei der Druckprüfung von Behältern, die als Ersatz für eine innere Prüfung durchgeführt wird, ist die Wärmeisolierung zu entfernen, wenn sie demontierbar ist und ihr Entfernen nicht mit hohen Personendosen verbunden ist.

Haltezeit: Bei der Druckprüfung des Reaktorkühlsystems beträgt die Haltezeit mindestens eine halbe Stunde. Bei Druckprüfungen als Ersatz für innere Prüfungen beträgt die Haltezeit bei entfernter Isolierung mindestens eine halbe Stunde, bei belassener Isolierung mindestens eine Stunde. Während der anschliessenden Besichtigungszeit kann auf Betriebsdruck abgesenkt werden.

Kontrollen: Die Komponenten sind auf Leckagen gegen aussen und auf eventuelle andere Auffälligkeiten zu untersuchen.

G 1.3 Ergebnisbewertung

Die Druckprüfung gilt als bestanden, wenn die Komponenten dem geforderten Prüfdruck über die vorgegebene Haltezeit ohne erkennbare Schäden standgehalten haben.

Festgestellte Leckagestellen sind zu orten und ihre Ursachen sind so weit abzuklären, dass sie bewertet werden können. Kriterien für die Zulässigkeit von Leckagen gegen aussen sind in den Prüfvorschriften zu definieren. Für Defekte in der druckführenden Wandung gelten die Zulässigkeitskriterien nach Kap. F 1.12 und F 1.13.

G 2. Prüfung von Stossbremsen

G 2.1 Aufgabenstellung

Stossbremsen sind auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen.

Darüber hinaus sind visuelle Kontrollen in Bezug auf die vorgesehene Bewegungsfreiheit der zu dämpfenden Komponenten bei Normalbetrieb und die Integrität der im Kraftfluss befindlichen Haltekonstruktionen durchzuführen.

G 2.2 Prüfungen

Die Prüfmethode und -einrichtungen müssen auf die Funktionsweise der Stossbremsen abgestimmt sein. Prüfeinrichtungen sollen die tatsächlichen Belastungen simulieren und die Gängigkeits- und Dämpfungseigenschaften der zu prüfenden Komponenten messen und dokumentieren. Die Stossbremsen sind nach einer Einsatzperiode und vor Wartungs- oder Instandsetzungsmassnahmen zu prüfen („as-found“). Nach Wartung oder Instandsetzung sind sie erneut zu prüfen („as-left“).

Mechanische und hydraulische Stossbremsen werden den folgenden Prüfungen unterzogen:

1. Visuelle Prüfung:

- Prüfung auf mechanische Beschädigung und Korrosion
- Kontrolle der Stellung im montierten Zustand bezüglich Bewegungsfreiheit
- Kontrolle der Gelenklager
- Kontrolle der kraftschlüssigen Verbindungen (Befestigungspunkte und Haltekonstruktionen)
- Bei hydraulischen Stossbremsen: Prüfung der Dichtheit, der Füllung und des Füllstands.

2. Funktionsprüfung:

- Prüfung der Gängigkeit und der Dämpfungseigenschaften durch dynamische Tests auf geeigneten Prüfständen.

G 2.3 Prüfumfang und Prüfintervalle

1. Visuelle Prüfung:

Für Prüfumfang und Prüfintervalle gelten die Festlegungen der Kap. B, C und F 6.1.

Bei hydraulischen Stossbremsen ist zusätzlich alle zwei Jahre die visuelle Prüfung der Dichtheit, der Füllung und des Füllstandes durchzuführen.

2. Funktionsprüfung:

Alle zwei Jahre sind ca. 20 % der mechanischen und ca. 10 % der hydraulischen Stossbremsen zu prüfen („as found“). Bei einer Gesamtzahl von weniger als 50 Stossbremsen ist eine angepasste Staffelung festzulegen.

G 2.4 Bewertung und Massnahmen

Zulässigkeitskriterien und resultierende Massnahmen bei ihrer Nichterfüllung sind in der Prüfvorschrift zu spezifizieren.

1. Visuelle Prüfung:

Stossbremsen, die als funktionsuntüchtig beurteilt werden und Stossbremsen, die Anzeichen für eine Behinderung der thermischen Bewegung zeigen, sind unzulässig. Hydraulische Stossbremsen, deren Füllstand unter dem spezifizierten Minimum ist, sind unzulässig.

2. Funktionsprüfung:

Stossbremsen, deren Messwerte ausserhalb der in der Prüfvorschrift zu spezifizierenden Toleranzen liegen, sind unzulässig.

3. Massnahmen:

Als unzulässig beurteilte Stossbremsen sind auszutauschen oder vor ihrer weiteren Verwendung instand zu setzen.

Wenn ein unzulässiger Zustand festgestellt wird, sind weitere Stossbremsen zu prüfen, für die gleiche Schadens- oder Versagensursachen anzunehmen sind. Ferner kommt eine Intervallverkürzung in Betracht.

Bei Schäden an Haltekonstruktionen oder an den anschliessenden Systemkomponenten sind die Ursachen zu klären und die Schäden zu beseitigen. Wenn blockierte Stossbremsen festgestellt werden, ist zu prüfen, ob dies zu Schäden geführt hat, und der Einfluss auf die Ermüdung der betroffenen Rohrleitung ist zu bewerten.

G 3. Funktionsprüfung von Sicherheitsventilen

G 3.1 Geltungsbereich

Das Kapitel G 3 gilt für unmittelbar und mittelbar wirkende Sicherheitsventile, die zu nuklear abnahmepflichtigen Komponenten der Sicherheitsklassen 1 bis 4 gehören. In Ergänzung zur SVTI-Vorschrift 602, Sicherheitsventile, werden unter G 3.2 weitergehende Festlegungen bezüglich Funktionsprüfungen getroffen.

Die wiederholte Prüfung anderer Funktionen, wie z.B. das kontrollierte Abblasen oder die nicht nach dem Kriterium der Überdrucksicherung gesteuerte Druckentlastung, sind nicht Bestandteil dieses Kapitels.

G 3.2 Von der Vorschrift 602 abweichende Festlegungen

G 3.2.1 Prüfintervalle

Für die Funktionsprüfung der Sicherheitsventile gelten die folgenden längsten Prüfintervalle:

- Für die Sicherheitsventile des Reaktorkühlsystems und für die Sicherheitsventile des Frischdampfsystems (Dampferzeuger) von Druckwasserreaktoren (DWR): zwei Jahre. Wird das Reaktorkühlsystem oder ein DWR-Dampferzeuger durch jeweils mehr als vier parallel geschaltete Sicherheitsventile abgesichert, so kann für diese das Prüfintervall von zwei auf vier Jahre erhöht werden. Die Prüfungen sind jedoch so zu staffeln, dass jedes zweite Jahr mindestens 25 % oder zwei Sicherheitsventile geprüft werden, je nachdem welche Zahl grösser ist. Festlegungen in den Technischen Spezifikationen oder im Betriebshandbuch der Werke haben Vorrang.
- Für alle anderen Sicherheitsventile: Intervalle gemäss Tabelle 602/10 der Vorschrift 602, jedoch längstens sechs Jahre.

G 3.2.2 Prüfungsdurchführung

- Bei der Überprüfung des Ansprechüberdruckes unter Bedingungen, die von den Betriebsbedingungen Temperatur und Medium abweichen (vgl. Vorschrift 602, 8.1), ist bei nicht typengeprüften Sicherheitsventilen der Nachweis der Korrelation der Ergebnisse zwischen Betriebs- und Prüfbedingungen vorgängig zu erbringen. Ein eventueller Gegendruck ist bei der Überprüfung des Ansprechüberdruckes zu berücksichtigen.
- Vor dem Zerlegen eines Ventils anlässlich einer Revision ist der Ansprechüberdruck zu überprüfen und zu dokumentieren („as found“).

G 3.2.3 Massnahmen

Bei nicht erfüllten Anforderungen im Zustand „as found“ ist das Sicherheitsventil zu revidieren und in verkürztem Intervall zu prüfen oder auszutauschen.

G 3.2.4 Wiederholungsprüfprogramme und Prüfvorschriften

Die Wiederholungsprüfprogramme für Sicherheitsventile müssen zusätzlich zu den Anforderungen in Kapitel A 6.1 Angaben zu folgenden Punkten enthalten:

- Ansprechüberdruck mit zulässigen Toleranzen („as left“).
- Weitere Prüfungen (z.B. Öffnungszeit, Schliessüberdruck, Schliesszeit, Zusatzlast).

Die Prüfvorschriften müssen Toleranzen für die Einstellung und „as-found“-Akzeptierungskriterien enthalten sowie Anweisungen für korrektive Massnahmen bei Nichterfüllung der „as-found“-Akzeptierungskriterien.

H Dichtheitsprüfung des Primärcontainments

H 1. Gültigkeit

Das Kap. H gilt für die wiederkehrenden Dichtheitsprüfungen des Primärcontainments einschliesslich der dazugehörenden Schleusen, Tore, Abschlussdeckel, elektrischen Durchführungen, Rohrdurchführungen und Isolationsarmaturen. (Zur visuellen Prüfung des Primärcontainments siehe Kap. C 5.)

Mitgeltend sind die Kap. A 1, A 4.4, A 4.7 und A 5 bis A 10.

H 2. Prüfziel und Aufgabenstellung

Die Prüfungen sollen sicherstellen, dass die Dichtfunktion von Schleusen, Durchführungen und Abschlüssen des Primärcontainments gewährleistet wird und dass die Leckagerate des Primärcontainments die festgelegten Grenzwerte unter Störfallbedingungen nicht überschreitet.

H 3. Begriffserklärungen

Primärcontainment: Das Primärcontainment ist die Barriere nach dem Reaktorkühlsystem, die den unkontrollierten Austritt radioaktiver Stoffe in die Umgebung verhindern soll.

Prüfung Typ A: Mit Typ A wird die integrale Leckageratenprüfung (ILRT) des Primärcontainments bezeichnet. Sie dient dazu, die Gesamtleckagerate des Primärcontainments zu bestimmen.

Prüfung Typ B: Prüfungen des Typs B sind lokale Dichtheits- und Leckageratenprüfungen an Schleusen, Toren, Abschlussdeckeln, elektrischen Durchführungen und Rohrdurchführungen.

Prüfung Typ C: Prüfungen des Typs C sind lokale Leckageratenprüfungen von Isolationsarmaturen.

Zulässige Leckageraten oder zulässige Teilleckageraten sind bindende Grenzwerte, die in den Technischen Spezifikationen der Werke festgelegt sind.

Administrative Leckageraten-Richtwerte werden vom Betreiber für die einzelnen Typ-B- und Typ-C-Prüfungen aufgestellt. Ihr Überschreiten weist auf die mögliche Degradation von Dichtelementen, Durchführungen oder Abschlüsseinrichtungen hin. Bei Prüfprogrammen gemäss 10 CFR 50 Appendix J, Option B, dienen die administrativen Richtwerte auch der Kontrolle der Prüfintervalle für individuelle Typ-B- und Typ-C-Prüfungen.

Technische Spezifikationen: Mit Technischen Spezifikationen sind in diesem Kapitel die Technischen Spezifikationen der Werke gemeint. Sie können Bestandteil des Betriebshandbuchs sein.

10 CFR 50 Appendix J: Code of Federal Regulations, Title 10, Appendix J to Part 50, enthält die Anforderungen der USNRC in Bezug auf die Dichtheitsprüfung des Primärcontainments.

H 4. Basisprüfungen

Für alle Prüfungen der Typen A, B und C sind nach Fertigstellung des Primärcontainments und vor der ersten Brennstoffbeladung des Reaktors Basisprüfungen durchzuführen. Auch vor der Inbetriebnahme einer neuen oder ersetzten Komponente sind Basisprüfungen der Typen B und C durchzuführen.

H 5. Integrale Leckageratenprüfung Typ A

H 5.1 Prüfintervalle, Prüfdruck, Umrechnung auf Störfalldruck

Die Prüfintervalle, der Prüfdruck und der anzuwendende Störfalldruck (oder Auslegungsdruck) sind in den Technischen Spezifikationen festgelegt.

Die gemessene Leckagerate (%/Tag) $L_{\text{prüf}}$ bei Prüfdruck ist auf die Leckagerate $L_{\text{stör}}$ bei dem berechneten maximalen Störfalldruck (oder bei Auslegungsdruck) mit der folgenden Formel umzurechnen: $L_{\text{stör}}/L_{\text{prüf}} = (p_{\text{stör}}/p_{\text{prüf}})^{1/2}$ wobei (p = Überdruck).

H 5.2 Prüfmethodik und Prüfungsdurchführung

Abgesehen von den Festlegungen gemäss H 5.1, sind die Prüfungen entweder gemäss KTA 3405, „Integrale Leckratenprüfung des Sicherheitsbehälters mit der "Absolutdruckmethode“, oder 10 CFR 50 Appendix J, “Primary Reactor Containment Leakage Testing for Water-Cooled Power Reactors“, durchzuführen. Dies betrifft die Prüfmethodik, die Anforderungen an den Anlagenzustand, die Prüfungsdurchführung, die Auswertung und Dokumentation.

H 6. Lokale Leckageratenprüfung Typ B und C

H 6.1 Allgemeines

Prüfumfang, Prüfintervalle und Prüfmethoden sollen sich an den entsprechenden technischen Regeln des Ursprungslandes der Anlage orientieren.

H 6.2 Prüfumfang und Prüfintervalle

Prüfumfang und Prüfintervalle sind in den Technischen Spezifikationen festgelegt.

H 6.3 Prüfdruck und Prüfmedium

Prüfdruck ist der berechnete maximale Störfalldruck (oder der Auslegungsdruck). Soweit in Technischen Spezifikationen für bestimmte Prüfungen, z. B. für Personenschleusen, andere Prüfdrücke festgelegt sind, gelten diese. Ein für die Typ-A-Prüfung festgelegter reduzierter Prüfdruck gilt nicht für Prüfungen des Typs B und C.

Wird in Ausnahmefällen mit einem Druck geprüft, der kleiner ist als der berechnete maximale Störfalldruck, so sind, wenn die Technische Spezifikation den Vergleich mit Grenz- oder Richtwerten fordert die auf den Störfalldruck bezogen sind, die gemessenen Leckageraten auf den Störfalldruck umzurechnen. Die Umrechnung hat konservativ zu erfolgen unter der Annahme von viskoluminärer Kapillarströmung (vgl. Norm EN 1779). Eine andere Umrechnung darf angewendet werden, wenn ihre Gültigkeit am Prüfobjekt nachgewiesen oder hinreichend begründet wurde.

Wenn die zu prüfenden Komponenten konstruktiv und systemmässig nach einem Regelwerk gestaltet wurden, das die Prüfung bei dem maximalen Störfalldruck konzeptionell nicht grundsätzlich vorsieht, darf bei einem davon abweichenden Druck geprüft werden, wenn die Dichtheitsprüfung des Primärcontainments gesamthaft nach diesem Regelwerk durchgeführt wird. Die nachfolgenden Festlegungen sind in diesem Falle zu befolgen, so weit sie anwendbar sind.

Prüfmedium ist Stickstoff oder Luft. Sollen in Ausnahmefällen Isolationsarmaturen mit Wasser geprüft werden, so ist dies bei der HSK zu beantragen.

H 6.4 Prüfverfahren

Es sind, soweit möglich, Prüfverfahren zu verwenden, die es gestatten, die Leckagerate zu messen, z. B. die Druckabfallprüfung, die Druckanstiegsprüfung oder die Strömungsmessung.

Typ-B-Prüfungen an elektrischen Durchführungen und an Rohrdurchführungen können in einer dauernden Unterdrucksetzung des zu überwachenden Volumens mit Manometeranzeige bestehen. Weitere Verfahren können angewendet werden, wenn ihre Eignung nachgewiesen ist. Typ-C-Prüfungen bei Störfalldruck sind durch lokale Unterdrucksetzung und Messung der Leckagerate durchzuführen.

H 6.5 Prüfungsdurchführung

Die Prüfungen sind unter stabilen Verhältnissen nach Ablauf einer angemessenen Beruhigungsdauer durchzuführen.

Bei Anwendung des Druckabfallverfahrens sollte die Prüfdauer nach Ablauf der Beruhigungsdauer mindestens 15 Minuten betragen. Der Prüfdruck darf während der Prüfdauer nicht wesentlich unterschritten werden. Sollte dies bei kleinem Prüfvolumen nicht erfüllbar sein, kann z. B. eine Strömungsmessung durchgeführt werden.

Der Einfluss von Temperaturänderungen während der Prüfdauer ist bei der Leckageratenbestimmung zu berücksichtigen.

H 6.6 Besonderheiten der Durchführung von Typ-C-Prüfungen

Isolationsarmaturen sind nach einer Periode normaler Betriebsbedingungen und vor einer eventuellen Instandsetzung oder Revision zu prüfen ("as found"). Nach Instandsetzung oder Revision sind sie erneut zu prüfen ("as left").

Für die Prüfung mit Gas sind die Rohrleitungen vorgängig zu entleeren und zu belüften, so dass die auf Dichtheit zu prüfende Barriere dem Prüfmedium ausgesetzt ist. Die Druckdifferenz zwischen beiden Seiten der Dichtungselemente soll der Druckdifferenz unter Störfallbedingungen entsprechen.

Die Isolationsarmaturen müssen auf die normale Betriebsweise geschlossen werden. Vorheriges Zurichten oder Instandsetzen, um ihre Dichtheit zu verbessern, ist nicht erlaubt.

Der Prüfdruck soll in der Richtung beaufschlagt werden, wie es den Störfallbedingungen entspricht. Die Prüfung in der Gegenrichtung ist zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass dies gleichwertig oder konservativ ist. Ausserdem muss die Prüfung alle möglichen Leckagepfade erfassen (z. B. Ventilsitz, Stopfbuchse, Flanschdichtungen). Falls zwei Armaturen in Serie nicht einzeln geprüft werden können, ist über den Prüfanschluss zwischen beiden Armaturen zu prüfen. Die hierbei festgestellte Leckagerate der inneren Armatur ist nur aussagekräftig, wenn die Prüfung in Gegenrichtung zulässig ist.

Falls bei einer Armatur ein höherer Prüfdruck die Dichtheit verbessert, soll der Differenzdruck den Störfalldruck nicht um mehr als 10 % überschreiten.

H 7. Bewertung

H 7.1 Allgemeines

In den Technischen Spezifikationen sind zulässige integrale Leckageraten beim berechneten maximalen Störfalldruck, aber auch zulässige Teilleckageraten für einzelne lokale Prüfungen oder für Gruppen von lokalen Prüfungen festgelegt. Für Letztere können in Technischen Spezifikationen auch Richtwerte angegeben sein.

Die durch Prüfung ermittelten integralen Leckageraten und die lokalen Leckageraten („as found“ und „as left“) sind mit diesen spezifizierten zulässigen Werten und Richtwerten für Leckageraten hinsichtlich Konformität zu vergleichen. Bei Nichtkonformität gelten die entsprechenden Festlegungen der Technischen Spezifikationen und der HSK-Richtlinie R-15. Die geforderte Dichtheit des Primärcontainments wird vorausblickend durch die „as left“-Leckageraten nachgewiesen. Für die rückblickende Beurteilung der Containmentdichtheit sind die „as found“-Leckageraten massgebend.

H 7.2 Prüfungen Typ A

Zur Feststellung der integralen Leckagerate des Primärcontainments sind zur Leckagerate, die bei der Typ-A-Prüfung ermittelt wurde, die Leckageraten derjenigen Typ-B- und Typ-C-Prüferte hinzuzurechnen, deren auf Dichtheit zu prüfende Barriere während der Typ-A-Prüfung nicht dem Prüfmedium und dem Prüfdruck ausgesetzt waren. Hierzu sind die zuletzt bei lokalen Dichtheitsprüfungen ermittelten Leckageraten zu verwenden.

H 7.3 Prüfungen Typ B und C

Zur Feststellung, ob gemessene lokale Leckageraten die spezifizierten zulässigen Werte nicht überschreiten, ist die Gesamtleckagerate von Isolationsarmaturen in Serie unter Anwendung des Einzelfehlerkriteriums zu ermitteln.

Wenn bei einer Typ-B- oder Typ-C-Prüfung wegen zu grosser Undichtheit die Leckagerate nicht bestimmt werden kann, muss unterstellt werden, dass das Zulässigkeitskriterium nicht erfüllt ist.

Falls administrative Richtwerte überschritten sind, die zulässigen Leckageraten aber noch eingehalten werden, soll der Betreiber prüfen, welche korrektiven Massnahmen zu treffen sind.

H 8. Dokumentation

Die Prüfergebnisse sind zusammenzustellen und nach jeder periodischen Prüfung zu aktualisieren. Mit dieser Zusammenstellung ist zu demonstrieren, dass die Containment-Dichtheitskriterien der Technischen Spezifikation erfüllt sind.

H 9. 10 CFR 50 Appendix J, Option B

Wünscht ein Betreiber, die integrale Leckageratenprüfung, die lokalen Leckageratenprüfungen oder beide nach 10 CFR 50 Appendix J, Option B ("performance-based") durchzuführen, so hat er die Anforderungen des 10 CFR 50 Appendix J (Option A oder B) gesamthaft zu erfüllen. Ein gewünschter Wechsel zur Option B ist bei der HSK zu beantragen.

Prüfdruck der integralen Leckageratenprüfung ist nach Option B nur der berechnete maximale Störfalldruck.

H 10. Überwachung durch das SVTI Nuklearinspektorat

Das SVTI Nuklearinspektorat überwacht die in den Technischen Spezifikationen der Werke vorgeschriebenen wiederkehrenden Dichtheitsprüfungen am Primärcontainment gemäss Kap.A 5.

Nichtkonformitäten, die Festlegungen der Technischen Spezifikationen betreffen, sind der HSK zu melden.

Anhang A-1. Bundesrätliche Verordnungen, HSK-Richtlinien, SVTI Vorschriften und SVTI-Festlegungen

Anmerkungen: Die technischen Ausführungen dieses Anhangs sind informativ. Massgebend sind in jedem Fall die Originaltexte der aufgeführten Verordnungen.

[1] **Verordnung betreffend Aufstellung und Betrieb von Dampfkesseln und Dampfgefässen vom 9. April 1925**

Als **Dampfkessel** gelten geschlossene Behälter, in denen durch Zuführung von Wärme gespannter Wasserdampf zur Verwendung ausserhalb des Behälters erzeugt wird ¹⁾).

Von der Verordnung nicht erfasst sind:

- Dampfkessel, bei denen der Überdruck infolge der Wirkung von Sicherheitsventilen oder Standrohren 0,5 bar nicht übersteigen kann
- Kleinkessel, bei denen der Überdruck 0,5 bar übersteigt, jedoch das Produkt aus dem Überdruck in bar und dem gesamten Kesselinhalt in m³ die Zahl 0,2 nicht erreicht.

Als **Dampfgefässe** gelten alle nicht als Dampfkessel klassierten Objekte, die unter innerem oder äusserem Überdruck von Wasserdampf oder anderen Dämpfen stehen.

Von der Verordnung nicht erfasst sind:

- die Arbeitskammern von Dampfmaschinen und Dampfturbinen
- Dampfgefässe, bei denen der Überdruck 2 bar nicht übersteigt, und solche mit einem Überdruck von mehr als 2 bar, wenn das Produkt aus Gefässinhalt in m³ und Überdruck in bar die Zahl 1 nicht erreicht.

Die Verordnung schreibt für Dampfkessel und Dampfgefässe die Durchführung folgender periodischer Kontrollen vor:

- äussere Untersuchung alle Jahre
- innere Untersuchung alle 2 Jahre

Artikel 39 regelt erneute Druckproben. Eine wiederholte Druckprobe ist gemäss Ziffer 1, Abs. e) insbesondere dann notwendig, und zwar längstens nach zehn Jahren, wenn infolge der Bauart des Kessels oder Gefässes die zweijährige innere Untersuchung nicht richtig vorgenommen werden kann.

[2] **Verordnung betreffend Aufstellung und Betrieb von Druckbehältern vom 19. März 1938**

Druckbehälter sind geschlossene Gefässe, in denen verdichtete, unter Druck verflüssigte oder gelöste Gase eingeschlossen sind. Von der Verordnung nicht erfasst sind:

- Druckbehälter, bei denen der Überdruck 2 bar nicht übersteigt
- Druckbehälter mit einem Überdruck von mehr als 2 bar, sofern das Produkt aus Rauminhalt in m³ und Überdruck in bar die Zahl 3 nicht übersteigt
- Druckbehälter, die als Bestandteile elektrischer Schalter in Starkstromanlagen Verwendung finden
- Druckbehälter, die zur Beförderung von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen eingesetzt werden sowie Arbeitskammern von Kompressoren, Verbrennungs- und Explosionsmotoren usw., desgleichen die vom Eidg. Gefahrgutinspektorat regelmässig untersuchten nahtlosen Abscheiderflanschen zu diesen Maschinen.

1) Zu den Dampfkesseln gehören auch Dampferzeuger, Vorwärmer, Wärmetauscher und Überhitzer.

Die Verordnung schreibt für Druckbehälter folgende periodische Kontrollen vor (Artikel 22, Ziffer 1):

- äussere Untersuchung alle 2 Jahre
- innere Untersuchung alle 4 Jahre

Diese Fristen können verlängert oder häufigere Untersuchungen angeordnet werden, wenn die Erfahrungen dies rechtfertigen.

Artikel 23 regelt erneute Druckproben. Eine wiederholte Druckprobe ist gemäss Ziffer 1, Abs. d) insbesondere dann notwendig, und zwar längstens nach zehn Jahren, wenn infolge der Bauart des Behälters die innere Untersuchung nicht zweckentsprechend vorgenommen werden kann.

[3] Richtlinie des SVTI für Erstellung und Betrieb von Heisswasseranlagen vom 12. Februar 1936

Als Heisswasseranlage gilt jedes geschlossene oder offene System, bei dem im Kessel eine Wassertemperatur von 110°C erreicht oder überschritten wird und dem weder heisses Wasser noch Dampf willkürlich entzogen wird (andernfalls unter Dampfkessel klassieren). Von den Richtlinien für Heisswasseranlagen nicht erfasst sind:

Kessel aus Gusseisen, bei welchen einer der 3 nachstehenden Grenzwerte nicht überschritten ist:

- Überdruck im Kessel 1 bar
- Produkt aus Überdruck in bar und Heizfläche in m² die Zahl 30
- Vorlauftemperatur 110°C

Kessel aus Stahl, bei welchen einer der nachstehenden Grenzwerte nicht überschritten ist:

- Überdruck im Kessel 2 bar
- Produkt aus Überdruck in bar und Inhalt im m³ die Zahl 1
- Vorlauftemperatur garantiert durch den Einstelldruck der Sicherheitsventile 130°C
- Kleinkessel unter 500 l unter gewissen Bedingungen

Die Richtlinie schreibt für Heisswasseranlagen folgende periodische Kontrollen vor:

- äussere Untersuchung alle 2 Jahre
- innere Untersuchung alle 4 Jahre, sofern der Kessel befahrbar ist oder einzelne Teile für eine Besichtigung zugänglich sind.

**[4] HSK-Richtlinie R-05:
"Aufsichtsverfahren beim Bau von Kernkraftwerken, Mechanische Ausrüstungen"**

**[5] HSK-Richtlinie R-06:
"Sicherheitstechnische Klassierung, Klassengrenzen und Bauvorschriften für Ausrüstungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren"**

**[6] SVTI-Vorschrift 804
Druckbehälter, Periodische Prüfungen, Rev. 1.96; nur Kap. 9.2 und 9.3.**

**[7] SVDB-Vorschrift 602
Sicherheitsventile, Rev. 03.83**

**[8] SVTI-Festlegung NE-01:
"Allgemeine Festlegungen, spezielle Ausführungsbestimmungen, Zusatzforderungen"**

Anhang A-2. Massnahmen betreffend Strahlenschutz und Arbeitssicherheit

Anmerkungen: Die Ausführungen dieses Anhangs sind informativ. Massgebend sind in jedem Fall die Originaltexte der aufgeführten Gesetze und Verordnungen

Bei Wiederholungsprüfungen sind die Bestimmungen des Strahlenschutzgesetzes (StSG) und der Strahlenschutzverordnung (StSV) einzuhalten. Es ist darauf zu achten, dass sowohl die Einzeldosen als auch die Summe der Einzeldosen aller beteiligten Personen so niedrig, wie mit vernünftigen Mitteln erreichbar, gehalten werden.

Wenn möglich, sollten Abschirmungen verwendet werden oder der Abstand zu Strahlenquellen sollte möglichst gross sein. Für kurzzeitige Arbeitsunterbrüche sind Aufenthalte in „Strahlenschutz-Inseln“ (Stellen mit niedriger Ortsdosisleistung) anzustreben.

Je höher die Strahlung am Ort der Prüfung ist, umso wichtiger ist es, sichere Zu- und Abgänge und zweckmässige Arbeitsbedingungen mit genügend Bewegungsfreiheit und ausreichender Lüftung zu schaffen.

Wenn immer möglich, sollten die vorausgeplanten Wiederholungsprüfungen insbesondere an Stellen, wo sie in kürzeren Intervallen (maximal 3 - 5 Jahre) zur Durchführung kommen, vom Boden oder festen Podesten aus durchgeführt werden können. Temporäre Gerüste und Podeste inklusive deren Zugänge müssen sicher, stabil und gemäss den einschlägigen SUVA-Vorschriften ausgeführt sein, auch im Hinblick auf Schutzanzüge und Schuhüberzüge.

Bei Komponenten, die durch Innenbesichtigungen inspiziert werden, sind wenn möglich feste Zugänge zu den Kontrollöffnungen vorzusehen. Bezüglich Anzahl, Anordnung und Grösse von Kontrollöffnungen sowie Podesten, Leitern und Gerüsten im Innern sind die Ausführungen der Technischen Regeln des SVTI für konventionelle Objekte zu beachten.

Eine zweckmässige Markierung der Fluchtwege wird vorausgesetzt.

Für alle Arbeiten im Innern von Behältern oder engen Räumen sind die notwendigen Sicherheitsmassnahmen zu beachten resp. geeignete Vorkehrungen zu treffen wie z.B. ausreichende Durch- und Belüftung (Vorsicht bei Rissprüfmitteln), sichere elektrische Installationen und Geräte, die den SEV-Vorschriften entsprechen usw.

Eindeutige und einheitliche Markierungen müssen überall dort angebracht werden, wo das Auffinden überschlifffener Schweissnähte erleichtert wird.

In besonderen Fällen - z.B. im engen Ringspalt um den Reaktordruckbehälter - kann sich zwecks rascher Orientierung das Anbringen spezieller Markierungen aufdrängen.

An prüfpflichtigen Stellen sind wenn möglich de- und remontierbare Isolationen vorzusehen. Die Grösse der notwendigen Isolationsfenster richtet sich nach dem Prüfverfahren. Durch eindeutige Kennzeichnung lässt sich eine geordnete, schnelle Wiedermontage erreichen.

Anhang A-3. Begriffserklärungen

Auffälligkeiten: Abweichungen des bei der Sichtprüfung erfassten Istzustands vom zu erwartenden Sollzustand.

Auswertung: Prozessieren der abgelesenen oder aufgenommenen Prüfdaten und der Beobachtungen zur Ermittlung des Prüfergebnisses.

Betriebszyklus: Ein Betriebszyklus erstreckt sich von einem Brennelementwechsel zum nächsten.

Bewertung: Charakterisierung und Beurteilung einer Anzeige oder Auffälligkeit hinsichtlich Zulässigkeit.

Justieren: Abgleichen, d. h. ein Messgerät so einstellen, dass die Ausgangsgrösse (Messwert, Anzeige des Geräts) vom richtigen (oder als richtig geltenden) Wert so wenig wie möglich abweicht oder dass die Abweichungen innerhalb der Fehlergrenzen oder der vom Gerätehersteller vorgegebenen Grenzwerte bleiben.

Kalibrieren: Einmessen, d. h. Feststellen des Zusammenhangs zwischen Ausgangsgrösse (Messwert, Anzeige des Geräts) und Eingangsgrösse (z. B. Signalantwort eines definierten Kalibrierfehlers in einem Kalibrierkörper).

Oberflächenrissprüfverfahren: Oberflächenrissprüfverfahren sind geeignet, Fehler an der Oberfläche oder im oberflächennahen Volumen anzuzeigen.

Prüfbereich: Der zu prüfende Bereich des Prüfgegenstands.

Prüfergebnis: Ergebnis der Auswertung einschliesslich Vergleich mit der vorangegangenen Prüfung und ggf. der Bewertung.

Prüfperiode: Das 10-Jahresprüfintervall wird in der Sicherheitsklasse 1 in drei Perioden (3, 4, und 3 Jahre) und in der Sicherheitsklasse 2 in zwei Perioden (je 5 Jahre) aufgeteilt. Eine Ausnahme bilden die Behälterstutzen-Mischnähte der Kat. 1B 4. Für sie gelten zwei Perioden (je 5 Jahre).

Prüfumfang: Der Prüfumfang umfasst Prüfbereich und anzuwendende Prüfverfahren.

Stutzennaht (bei Behältern): Die Stutzennaht ist die Schweissnaht zwischen Behälter und Stutzen.

Volumetrische Prüfverfahren: Volumetrische Prüfverfahren sind geeignet, Fehler im Volumen anzuzeigen.

Wiederholungsprüfungen: Die Begriffe Wiederholungsprüfungen und wiederkehrende Prüfungen sind synonym. Der Begriff Wiederholungsprüfungen schliesst Basisprüfungen ein.

Anhang A-4. Abkürzungen

ASME	The American Society of Mechanical Engineers
BVO	Bundesrätliche Verordnung
CFR	Code of Federal Regulations
dB	Dezibel
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nennweite
DVD	Digital versatile disk
DWR	Druckwasserreaktor
EN	Euronorm
ET	Wirbelstromprüfung
GSKL	Gruppe Schweizerischer Kraftwerksleiter
HSK	Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
ILRT	Integrale Leckratenprüfung
KSR	Kreisscheibenreflektor
KTA	Kerntechischer Ausschuss
LT	Dichtheitsprüfung
MT	Magnetpulverprüfung
NE	Nuklear Extern
OR	Oberflächenrissprüfung
PT	Eindringprüfung
QC	Quality Control
RDB	Reaktordruckbehälter
RT _{NDT}	Referenz-Temperatur für Werkstoffzähigkeit
RT	Durchstrahlungsprüfung
SEV	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
SK	Sicherheitsklasse
StSG	Strahlenschutzgesetz
StSV	Strahlenschutzverordnung
SUVA	Schweizerische Unfall Versicherungsanstalt
SVTI	Schweizerischer Verein für Technische Inspektionen
UT	Ultraschallprüfung
VOL	Volumetrische Prüfung
VT	Visuelle Prüfung
ZfP	Zerstörungsfreie Prüfung

Anhang F **Zusätzliche Festlegungen für Ultraschallprüfungen vor der Qualifizierung nach F 1.3**

1. **Allgemeines**

Diese zusätzlichen Festlegungen gelten für Ultraschallprüfungen mit bisher üblichen amplitudenbasierten Registrier- und Bewertungskriterien bis zur Durchführung einer nach F 1.3 geforderten Qualifizierung (Übergangsregelung).

Sie gelten für ferritische Werkstoffe sowie für austenitische Werkstoffe, Nickelbasis-Legierungen und Mischnähte.

2. **Behälter mit Wanddicke > 60 mm**

Behälter mit Wanddicke > 60 mm sind mindestens mit zwei Einschallwinkeln in Einkopftechnik zu prüfen (RDB-Zylinder z. B. 45° und 60°). Für die Prüfung der Oberflächenzonen ist nach Möglichkeit der Winkelspiegeleffekt zu nutzen.

Der Reaktordruckbehälter ist insbesondere auch mit einer Technik zum Nachweis von senkrecht zur Oberfläche orientierten Fehlerflächen im Volumen zu prüfen (Tandem oder Tandemersatz).

Bei mechanisierten Prüfungen ist die Echohöhenabnahme eines Reflektors wegen ungünstiger Lage zwischen zwei Prüfspuren oder innerhalb einer Tandemzone durch Empfindlichkeitszuschläge zu berücksichtigen.

Für Anzeigen in den Oberflächenzonen und im Volumen gelten die Registriergrenzen gemäss Tabelle F-3. Plattierungsbedingte Anzeigen müssen nicht registriert werden. Falls bisher mit niedrigeren Registriergrenzen geprüft wurde, so sind diese beizubehalten. Zur Ermittlung der Bewertungsgrenzen können dann aber die Registriergrenzen der Tabelle F-3 zu Grunde gelegt werden.

Tabelle F-3: Registrierkriterien für Behälter mit Wanddicke > 60 mm

Prüftechnik	Registrierechöhe
Einkopftechnik zur Prüfung des Volumens bei Ausnutzung der diffusen Streustrahlung von der nachzuweisenden Fehlerfläche	KSR 3
Einkopftechnik 45° zur Prüfung der Oberflächenzone	Nut ¹⁾ - 6 dB
Einkopftechnik zur Prüfung des Volumens bei senkrechtem Auftreffen des Schallstrahls auf die nachzuweisende Fehlerfläche	KSR 10
Tandem	KSR 7
70°SEL zur Prüfung der plattierten Oberflächenzone (25 mm)	Nut ¹⁾ - 12 dB

1) Senkrecht zur Oberfläche orientierte Nut im unplattierten Grundwerkstoff, Tiefe 3 mm; Länge 20 mm; Breite max. 1.5mm.

Bewertungskriterien:

- Überschreiten der Registrierechöhe gemäss Tabelle F-3 um 6 dB oder mehr; oder
- Registrierechöhe gemäss Tabelle F-3 erreicht oder überschritten bei einer Anzeigenlänge grösser als die halbe Nennwanddicke oder grösser 50 mm; oder
- erstmaliges Auftreten einer registrierpflichtigen Anzeige in einer Oberflächenzone.

3. Behälter mit Wanddicke ≤ 60 mm und Rohrleitungen

Bestehende Prüfvorschriften für ferritische Werkstoffe sowie für austenitische Werkstoffe, Nickelbasis-Legierungen und Mischnähte, die auf NE-14, Rev. 4, bzw. auf Anhang F-I, Rev. 1 (vom 1. Juni 1985) oder Rev. 2 (Entwurf vom 5. Mai 1994) beruhen, dürfen verwendet werden, wenn sie die folgenden Anforderungen (1) bis (3) erfüllen:

- (1) Anzeigen, die auf Risse hindeuten, sind zu registrieren und zu bewerten unabhängig von ihrer Amplitude und ungeachtet der amplitudenbasierten Registrier- und Diskutiergrenzen. Rissverdacht besteht z. B. bei signifikanten Veränderungen gegenüber früheren Prüfungen oder beim Auftreten von Signalen, die auf Rissspitzen hindeuten; auch Wellenumwandlungsechos, sog. Nebenechos, können Rissverdacht begründen.
- (2) Anzeigen, die als form- oder gefügebedingt interpretiert werden, sind gemäss den Anforderungen in F 2.1.5 zu dokumentieren.
- (3) Werden zur Prüfung von ferritischen Schweissverbindungen Transversalwellen eingesetzt, die mit 55° bis 65° auf die innere Oberfläche auftreffen, so sind sie mit Transversalwellen eines Auftreffwinkels von ca. 45° oder ca. 70° zu ergänzen. Die Registrier- und Bewertungsgrenzen für Transversalwellen mit Auftreffwinkeln zwischen 55° und 65° sind gleich wie für 60° -Transversalwellen in austenitischen Werkstoffen gemäss Anhang F-I, Rev. 1 (vom 1. Juni 1985) einzustellen:
Registriergrenze: Nut 1 mm – 6 dB
Diskutiergrenze: Nut 1 mm oder
Nut 1 mm – 2 dB und Länge grösser 20 mm.

Werden während der Dauer der Übergangsregelung ausnahmsweise neue Prüfvorschriften eingesetzt, die nicht gemäss F 1.3 qualifiziert sind, so müssen diese den Anforderungen der NE-14, Rev. 4, und den vorstehenden Anforderungen (1) bis (3) genügen.

Bei der Prüfung von austenitischen Werkstoffen oder Nickelbasis-Legierungen kann die gesonderte Einstellung der Prüfempfindlichkeit für die Volumenzone an Zylinderbohrungen entfallen. Für Anzeigen im Volumen können die gleichen Registrier- und Bewertungsgrenzen (Diskutiergrenzen) wie für die oberflächennahen Zonen verwendet werden.