

**DIN IEC/IEEE 63113
(VDE 0491-13)**
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 27.120.20

Einsprüche bis 2018-04-16

Entwurf
**Kerntechnische Anlagen –
Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung –
Instrumentierung des Abklingbeckens
(IEC 45A/1175/CD:2017)**

Nuclear facilities –
Instrumentation important to safety –
Spent fuel pool instrumentation
(IEC 45A/1175/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-02-16 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 45 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
1.1 Allgemeines	7
1.2 Zweck	7
1.3 Verwendung	8
2 Normative Verweisungen	8
2.1 Normative Verweisungen im IEC-Bereich	8
2.2 Normative Verweisungen im IEEE-Bereich	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Funktionale Anforderungen	11
6 Kriterien der Leistungsfähigkeit	13
6.1 Bereich	13
6.2 Genauigkeit	13
6.2.1 Allgemeines	13
6.2.2 Zusätzliche Kriterien für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens	13
6.3 Antwortzeit	13
6.4 Erforderliche Störfall-Einsatzzeit der Überwachungsinstrumentierung	13
6.5 Zuverlässigkeit	13
6.6 Dokumentation der Leistungsfähigkeits-Kriterien	14
6.6.1 Allgemeines	14
6.6.2 Zusätzliche Kriterien für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung	14
7 Auslegungskriterien	14
7.1 Redundanz	14
7.2 Fehler aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF)	14
7.3 Unabhängigkeit und physikalische Trennung	14
7.4 Elektrische Trennung	15
7.5 Zweideutigkeit der Information	15
7.6 Energieversorgung	15
7.6.1 Allgemeines	15
7.6.2 Zusätzliche Kriterien für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens	15
7.7 Kalibrierung	16
7.8 Prüfbarkeit	16
7.9 Direkte Messung	16
7.10 Zugriffskontrolle	16

7.11	Wartung und Reparatur.....	16
7.12	Hilfssysteme.....	16
8	Qualifizierungskriterien.....	16
8.1	Allgemeines.....	16
8.2	Seismische Qualifizierung.....	17
8.3	Umgebungsqualifizierung.....	17
8.4	Schock- und Vibrationsqualifizierung.....	17
9	Anzeigeekriterien.....	17
9.1	Menschliche Einflussfaktoren (HF).....	17
9.2	Trendinformation.....	17
9.3	Kontinuierliche Anzeigen gegenüber Anzeigen auf Anforderung.....	17
9.3.1	Allgemeines.....	17
9.3.2	Zusätzliche Kriterien für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens.....	18
9.4	Identifizierung der Anzeige.....	18
9.5	Platzierung des Anzeigegeräts.....	18
9.5.1	Allgemeines.....	18
9.5.2	Zusätzliche Kriterien für Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens.....	18
10	Qualitätssicherung (QS).....	18
Anhang A (informativ) Typische Grundlagen zur Identifizierung von zu ermittelnden Abklingbecken-Bedingungen.....		19
Literaturhinweise.....		22
Bilder		
Bild A.1 – Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens.....		21
Tabellen		
Tabelle 1 – Zusammenhang der in dieser Norm verwendeten funktionalen Gruppen.....		12

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45A/1175/CD:2017 „Nuclear facilities – Instrumentation important to safety – Spent fuel pool instrumentation“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 45A „Instrumentation, control and electrical systems of nuclear facilities“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 967.1 „Elektro- und Leittechnik für kerntechnische Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Kerntechnische Anlagen – Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Instrumentierung des Abklingbeckens

Einleitung

a) Technischer Hintergrund, hauptsächliche Inhalte und Organisation der Norm

Diese IEC-Norm befasst sich mit den Anforderungen für Instrumentierung zur Überwachung von Füllstand und Temperatur des Abklingbeckens in nuklearen Anlagen sowie auf die Strahlungsüberwachung in der Umgebung des Beckens.

Vor dem Störfall von Fukushima Daiichi wurde der Füllstand des Abklingbeckens hauptsächlich deshalb überwacht, um den Operateuren anzuzeigen, dass er unter dem Niveau bleibt, bei dem eine Überflutung der betrieblichen Bereiche zu befürchten wäre, und oberhalb des Niveaus, das für Sicherheitsanalysen zugrunde gelegt wird, die der Abschätzung der Freisetzung von Spaltprodukten aus dem Becken bei einem Brennelement-Bedienungsstörfall dienen. Dies sind unproblematische Messungen, so dass IEC/SC 45A dafür eine internationale Norm nicht für notwendig hielt.

Während des Fukushima-Daiichi-Störfalls gab es Explosionen in den Reaktorgebäuden der Blöcke 1, 3 und 4. Wasserstofffreisetzung von Brennelementen im Abklingbecken infolge des Verlusts der Füllmenge ist als mögliche Ursache der Explosionen in Betracht zu ziehen. Geeignete Instrumentierung zur Überprüfung dieser Hypothese war nicht installiert, und die Operateure konnten die Beckenbedingungen wegen des Strahlungspegels und anderer Gefährdungen in den Reaktorgebäuden nicht vor Ort prüfen. Folglich hatten die Operateure ihre Maßnahmen unter der Annahme vorzunehmen, dass sich der Beckeninhalt verringert hatte.

Schließlich hatte die Erfahrung gezeigt, dass zuvor die Bedingungen im Abklingbecken nie die Integrität der eingelagerten Brennstäbe gefährdet hatten. Somit waren beträchtliche Kapazitäten von den Bemühungen zur Wiederherstellung der Kernkühlung abgezogen worden, weil eine geeignete Instrumentierung für die Füllstandsmessung des Abklingbeckens fehlte.

Darüber hinaus zeigt eine sorgfältige Untersuchung der Ereignisabfolge im Abklingbecken des Blocks 4 der Fukushima-Daiichi-Anlage, dass Brennelementschäden und erhebliche Strahlungspegel aufgetreten sein mögen, allerdings aufgrund zufälliger Umstände [6], [8]. Wären diese nicht eingetreten, hätten die Operateure nicht die nötige Information gehabt, Schutzmaßnahmen vor dem Auftreten signifikanter Strahlungsfreisetzungen einzuleiten.

Um die spezifischen Erfahrungen aus dem Fukushima-Daiichi-Störfall anzusprechen und einen Gesamtüberblick über die Anforderungen für die Überwachung des Abklingbeckens zu geben, werden in dieser Norm Kriterien aufgestellt für Leistungsfähigkeit, Auslegung, Qualifizierung, Anzeigen und Qualitätssicherung der Messkanäle zur Zustandsüberwachung des Abklingbeckens während Betriebs- und Störfallbedingungen kerntechnischer Anlagen.

b) Einordnung der vorliegenden Norm in die Struktur der Normen des IEC/SC 45A

IEC 63113 ist ein IEC/SC-45A-Dokument der dritten Ebene.

IEC 61513 ist das Eingangsdokument der Normen des IEC/SC 45A und enthält allgemeine Anforderungen für leittechnische Systeme und Geräte, die für die Durchführung sicherheitstechnisch wichtiger Funktionen in Kernkraftwerken verwendet werden. IEC/IEEE 60780-323 enthält eine Anleitung für Umgebungsqualifizierung. IEC 62003 enthält die Anforderungen für Prüfungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit.

IEC 63147/IEEE 497 ist eine allgemeine Anleitung für Störfall-Überwachungsinstrumentierung. Basierend auf der unveränderten Übernahme von IEEE 497 als IEC-IEEE-Doppellogo-Norm wurde der Technische Bericht IEC 63123 verfasst, um die Anwendung der gemeinsamen Norm im IEC-Kontext zu diskutieren. Die Gliederung der vorliegenden Norm wurde von IEC 63147/IEEE 497 übernommen, und die technischen Anforderungen der vorliegenden Norm stimmen mit denen in IEC 63147/IEEE 497 überein.

Mehr Details über die Struktur der Normen des IEC/SC 45A finden sich in Punkt d) dieser Einleitung.

c) Empfehlungen und Einschränkungen der Anwendung der Norm

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass in dieser Norm keine zusätzlichen funktionalen Anforderungen für Sicherheitssysteme definiert werden.

Diese Norm gilt für Einrichtungen, in denen durch Verlust der Füllmenge im Abklingbecken eine signifikante Spaltproduktfreisetzung riskiert wird. Somit ist diese Norm nur für Abklingbecken anzuwenden, in denen die Wasserfüllung notwendig ist, um eine Freisetzung von Spaltprodukten, die erlaubte betriebliche Grenzen überschreitet, zu vermeiden.

d) Struktur der Normen des IEC/SC 45A und der Beziehungen zu weiteren Dokumenten der IEC sowie Dokumenten anderer Organisationen (IAEA, ISO)

IEC 61513 und IEC 63046 stellen die Eingangsdokumente der Normen des IEC/SC 45A dar. IEC 61513 enthält allgemeine Anforderungen an die leittechnischen Systeme und Geräte, die zur Ausführung sicherheitstechnisch wichtiger Funktionen in Kernkraftwerken genutzt werden. IEC 63046 enthält allgemeine Anforderungen für die elektrischen Stromversorgungssysteme (einschließlich Versorgungssysteme für die Leittechnik) in Kernkraftwerken. IEC 61513 und IEC 63046 sind im Zusammenhang und gleichrangig zu betrachten. Durch die IEC 61513 und IEC 63064 werden die Normen des IEC/SC 45A strukturiert und ein komplettes Rahmenwerk für allgemeine Anforderungen zu Leittechnik und elektrischen Systemen für Kernkraftwerke gebildet.

In IEC 61513 und IEC 63046 wird direkt auf andere Normen des IEC/SC 45A verwiesen, die allgemeine Themen wie die Kategorisierung von Funktionen und die Klassifizierung von Systemen, Qualifizierung, Trennung von Systemen, Maßnahmen gegen Versagen aufgrund gemeinsamer Ursachen, Wartenauslegung, elektromagnetische Verträglichkeit, Cybersicherheit, Software- und Hardware-Aspekte programmierbarer digitaler Systeme, Koordination von Sicherheits- und IT-Sicherheitsanforderungen und Alterungsmanagement behandeln.

Die Normen, auf die direkt verwiesen wird, bilden die zweite Ebene und sollten zusammen mit IEC 61513 und IEC 63064 als ein in sich konsistenter Satz von Dokumenten betrachtet werden.

Die dritte Ebene bilden Normen des IEC/SC 45A, auf die in IEC 61513 oder IEC 63064 nicht direkt verwiesen wird. Diese Normen behandeln spezielles Gerät, technische Verfahren oder spezifische Aktivitäten. Sie beziehen sich hinsichtlich der allgemeinen Themen auf die Dokumente der zweiten Ebene, können jedoch im Allgemeinen für sich allein benutzt werden.

Eine vierte Ebene erweitert die Normen des IEC/SC 45A um Technische Berichte, die nicht normativ sind.

In den Normen des IEC/SC 45A werden die Prinzipien und grundsätzlichen Aspekte der Sicherheit und IT-Sicherheit der IAEA-Sicherheitsstandards und der relevanten Dokumente der IAEA-Standards zur nuklearen IT-Sicherheit (NSS) umgesetzt. Dies betrifft insbesondere IAEA SSR-2/1, in dem die Sicherheitsanforderungen für die Auslegung von Kernkraftwerken festgeschrieben wird, und SSG-30 für die Sicherheitsklassifikation der Strukturen, Systeme und Komponenten in Kernkraftwerken, SSG-39 für die Auslegung der Leittechnik in Kernkraftwerken, SSG-34 für die Auslegung der Stromversorgung in Kernkraftwerken und NSS-17 für die IT-Sicherheit von Rechnern in kerntechnischen Anlagen. Terminologie und Definitionen in den Normen des IEC/SC 45A stimmen mit denen, der IAEA überein.

Für IEC 61513 und IEC 63046 wird ein Darstellungsformat verwendet, das dem der grundlegenden Sicherheitsnorm IEC 61508 ähnlich ist, mit einem Lebenszyklus als Gesamtrahmen und einem Systemlebenszyklus. Mit IEC 61513 und IEC 63046 werden die allgemeinen Anforderungen von IEC 61508-1, IEC 61508-2 und IEC 61508-4 für die Anwendung auf dem nuklearen Sektor umgesetzt. In diesem Rahmen entsprechen IEC 60880, IEC 62138 und IEC 62566 bezogen auf den nuklearen Sektor der IEC 61508-3. IEC 61513 und IEC 63046 beziehen sich bei den Themen der Qualitätssicherung (QS) sowohl auf ISO als auch auf IAEA GS-R-3, IAEA GS-G-3.1 und IAEA GS-G-3.5.

Auf Ebene 2 ist in Hinblick auf IT-Sicherheit IEC 62645 das Eingangsdokument für die Normen des IEC/SC 45A. Sie baut auf die übergeordneten Prinzipien und Hauptkonzepte der generischen IT-Sicherheitsstandards auf, insbesondere auf ISO/IEC 27001 und ISO/IEC 27002; adaptiert und vervollständigt sie entsprechend dem nuklearen Kontext, und koordiniert sie mit IEC 62443.

Auf Ebene 2 ist in Hinblick auf Warten IEC 60964 das Eingangsdokument für die Normen des IEC/SC 45A, und IEC 62342 ist das Eingangsdokument für die Normen des IEC/SC 45A zum Alterungsmanagement.

ANMERKUNG 1 Es wird angenommen, dass für die Auslegung von leittechnischen Systemen in Kernkraftwerken, die konventionelle Sicherheitsfunktionen enthalten (z. B. in Bezug auf Arbeitssicherheit, Schutz von Vermögenswerten, chemische und prozesstechnische Gefährdungen) Internationale und nationale Normen angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Der Arbeitsbereich des IEC/SC 45A Domäne 2013 erweitert, um auch elektrische Systeme abzudecken. In den Jahren 2014 und 2015 wurde in SC 45A diskutiert, wie und wo allgemeine Anforderungen für die Auslegung behandelt werden sollten. Die Experten des SC 45A empfahlen, eine selbständige Norm auf derselben Ebene wie IEC 61513 zu entwickeln und allgemeine Anforderungen für elektrische Systeme zu erstellen. Dazu wurde das Projekt IEC 63046 gestartet. Sobald IEC 63046 veröffentlicht wird, verliert diese Anmerkung 2 der allgemeinen Einleitung für die Normen des IEC/SC 45A ihre Gültigkeit.

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

Während des Störfalls im Fukushima-Daiichi-Kernkraftwerk 2011 verursachte das Fehlen geeigneter Instrumentierung zur Feststellung ausreichender Brennelementkühlung in den Abklingbecken der Blöcke 1 bis 4 eine unnötige Zersplitterung der Ressourcen zu Lasten von Aktivitäten zur Wiederherstellung der Reaktorkühlung. Weiterhin waren Reaktorwanne und Trockner-Abscheidebecken von Block 4 zur Zeit des Störfalls nicht vollständig mit Wasser gefüllt und hatten daher dieses Wasser nicht in den Unterdrückungsbecken ableiten können, als dort der Wasserstand abgesunken war, sodass die Brennelemente in diesem Becken möglicherweise unbedeckt waren [6], [8].

Diese Erfahrung zeigt die Notwendigkeit, für die Operateure eine Instrumentierung bereitzustellen, die es ihnen erlaubt, den Zustand der Kühlung abgebrannter Brennelemente bei auslegungsüberschreitenden Bedingungen festzustellen. Zur Unterstützung der Auslegung einer solchen Instrumentierung ist es notwendig, die zu ermittelnden Beckenzustände sowie die speziellen Eigenschaften zu definieren, die hohe Zuverlässigkeit und Betriebsbereitschaft bei Gefährdungen sicherstellen, die während Auslegungs- und auslegungsüberschreitenden Störfällen auftreten können.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass in neuen Auslegungen ein und dieselbe Instrumentierung verwendet wird, um die erforderlichen Funktionen für Betriebszustände, Auslegungsstörfälle und auslegungsüberschreitende Störfälle zu erfüllen. Daher werden in dieser Norm Anleitungen für alle diese Betriebsbedingungen bereitgestellt.

Bei manchen Anlagenauslegungen werden einige der in dieser Norm behandelten Geräte auch dafür verwendet, Eingangssignale für Schutzsystemfunktionen bereitzustellen. Derartige Geräte müssen auch den Anforderungen entsprechen, die für Schutzsysteme gelten (siehe die entsprechenden Normen).

Diese Internationale Norm enthält Kriterien für die Instrumentierung von Abklingbecken von Kernkraftwerken und anderen nuklearen Einrichtungen. Die Norm gilt für wassergefüllte Abklingbecken, bei denen die Wasserfüllung erforderlich ist, um eine Freisetzung von Spaltprodukten zu verhindern, die erlaubte betriebliche Grenzen überschreitet.

1.2 Zweck

Zweck dieser Norm ist die Erstellung von Kriterien zur Auslegung, Leistungsfähigkeit, Qualifizierung und Darstellung einer Abklingbeckeninstrumentierung für Normalbetrieb, anzunehmende betriebliche Vorkommnisse, Auslegungsereignisse und auslegungsüberschreitende Bedingungen (einschließlich schwerer Störfallbedingungen).

1.3 Verwendung

Diese Norm bezieht sich nur auf Instrumentierung zur Überwachung des Abklingbeckens als Spaltproduktbarriere, d. h. Füllstand und Temperatur des Beckens sowie Umgebungsstrahlung. Sie gilt nicht für Systeme, die in Zusammenhang mit dem Abklingbecken stehen, wie Kühlsysteme des Beckens, Steuerung des Isolationsventils, Instrumentierung und Steuerung des Krans oder der Beladungsmaschine.

Die Anforderungen für die Systeme und Komponenten, die diese Funktionen ausführen, hängt davon ab, inwieweit sie zur Sicherheit des Abklingbeckens beitragen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

Diese Norm kann entweder zusammen mit den normativen Verweisungen von IEEE oder IEC verwendet werden, aber jeweils ein Satz von Verweisungen soll komplett verwendet werden (wobei die zusätzliche Verwendung von Verweisungen des anderen Satzes akzeptierbar ist). Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

2.1 Normative Verweisungen im IEC-Bereich

IAEA GS-R-3, *The Management System for Facilities and Activities*

IEC/IEEE 60780-323, *Nuclear power plants – Electrical equipment important to safety – Qualification*²⁾

IEC 60980, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*

IEC 63147/IEEE 497, *IEEE Standard Criteria for Accident Monitoring Instrumentation for Nuclear Power Generating Stations*

ANMERKUNG Die Anwendung der IEC 63147/IEEE 497:2016 im IEC-Bereich sollte die Diskussion in IEC/TR 63123 berücksichtigen.

2.2 Normative Verweisungen im IEEE-Bereich

IEC/IEEE 60780-323, *Nuclear power plants – Electrical equipment important to safety – Qualification*^{3),4)}

IEEE 344, *IEEE Standard for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations*

IEEE 497:2016, *IEEE Standard Criteria for Accident Monitoring Instrumentation for Nuclear Power Generating Stations*

²⁾ IEC-Publikationen sind erhältlich von der International Electrotechnical Commission, 3, rue de Verembé, Postfach 131, CD-1211 Genf 20, Schweiz.

³⁾ Die in Abschnitt 2 angegebenen IEEE-Normen oder –Produkte sind Marken des Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated.

⁴⁾ IEEE-Publikationen sind erhältlich vom Institute of Electrical and Electronics Engineers, 445 Hose Lane, Piscataway, NJ 08854.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten folgende Begriffe.

3.1

Störfallbedingungen

(en: accident conditions)

Abweichungen vom Normalbetrieb, die weniger häufig und schwerwiegender sind als anzunehmende betriebliche Vorkommnisse, und die Auslegungsstörfälle und auslegungsüberschreitende Störfälle umfassen

[IAEA SSR 2/1]

3.2

Hilfseinrichtungen

(en: auxiliary supporting features)

Systeme oder Komponenten, die Dienstleistungen (wie Kühlung, Schmierung, Energieversorgung) bereitstellen und die für Sicherheitssysteme zur Erfüllung ihrer Sicherheitsfunktionen erforderlich sind

[IEEE 497]

3.3

Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF)

(en: common cause failure; CCF)

Versagen von zwei oder mehr Strukturen, Systemen oder Komponenten infolge eines einzigen Ereignisses oder Grundes

Anmerkung 1 zum Begriff: Gemeinsame Ursachen können innerhalb oder außerhalb eines leittechnischen Systems liegen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die IEC-Definition und die IAEA-Definition unterscheiden sich in folgenden Punkten:

- 1) Der Ausdruck „spezifisch“ wurde weggelassen, weil die Definition von CCF sonst nicht mit der Definition von CMF „Common mode failure“ konsistent ist. Weiterhin ist dieses zusätzliche Wort für das Verständnis der Definition nicht notwendig.
- 2) Das Wort „und“ wurde durch „oder“ ersetzt, da die Experten des IEC/SC 45A der Auffassung sind, dass hier ein Schreibfehler vorliegt. In der Online-Version des IAEA Dictionary (NUSAFE) wurde diese Korrektur vorgenommen.

[IAEA Safety Glossary 2007, modifiziert]

3.4

Auslegungsstörfall

(en: design basis accident)

Störfallbedingungen, für die das Kernkraftwerk gemäß vorgegebener Auslegungskriterien und konservativer Methodologie konstruiert ist, und bei denen die Abgabe radioaktiver Stoffe innerhalb akzeptabler Grenzen liegt

[IAEA SSR-2/1]

3.5

auslegungsüberschreitende Bedingungen

(en: design extension conditions)

angenommene Störfallbedingungen, die nicht explizit als Auslegungsstörfälle betrachtet werden, aber im Auslegungsprozess der Anlage in Übereinstimmung mit der „Methodik der besten Schätzung“ berücksichtigt werden, und bei denen die Abgabe radioaktiver Stoffe innerhalb genehmigter Grenzen liegt

[IEEE 497]

3.6

Messbereich

(en: instrument channel range)

Bereich zwischen den Grenzen, innerhalb derer eine Größe gemessen, empfangen oder übertragen wird, und der durch Festlegen eines unteren und oberen Wertes zum Ausdruck kommt

[IEEE 497]

3.7

Betriebszustände

(en: operational states)

Zustände, unter die nach Definition der Normalbetrieb und anzunehmende betriebliche Vorkommnisse fallen. In einigen Ländern und Organisationen wird hierfür der Ausdruck Betriebsbedingungen (im Gegensatz zu Störfallbedingungen) verwendet.

[IAEA Safety Glossary 2007]

3.8

Redundanz

(en: redundancy)

Bereitstellen mehrerer (identischer oder unterschiedlicher) Strukturen, Systeme oder Komponenten, so dass jede Einheit (Struktur, System oder Komponente) unabhängig vom Betriebszustand oder Versagen irgendeiner anderen Einheit die geforderte Funktion ausführen kann

[IAEA Safety Glossary 2007]

3.9

Antwortzeit

(en: response time)

Dauer zwischen dem Zeitpunkt einer Sprungfunktion der gemessenen Größe und dem Zeitpunkt, zu dem das Ausgangssignal zum ersten Mal einen spezifizierten Prozentsatz des Endwerts erreicht

[IEEE 497]

3.10

schwerer Störfall

(en: severe accident)

Teilmenge der auslegungsüberschreitenden Bedingungen, während der Brennelementschäden aufgetreten sind

[IEEE 497]

3.11

Betriebsgrenzen und Betriebsbedingungen

(en: operational limits and conditions)

Regelsatz für Parametergrenzen, Niveaus funktionaler Kapazität und Leistungsfähigkeit von Gerät und Personal, der von der Genehmigungsbehörde für den sicheren Betrieb einer genehmigten Anlage gebilligt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Einige Länder verwenden den Ausdruck „Technische Spezifikationen“

[IAEA Safety Glossary 2007]

4 Symbole und Abkürzungen

Englisch	Deutsch
AGR advanced gas reactor	fortgeschrittener gasgekühlter Reaktor
AOO anticipated operational occurrences	anzunehmende betriebliche Vorkommnisse
CCF common cause failure	Fehler/Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache
DBA design basis accident	Auslegungsstörfall
DEC design extension conditions	auslegungsüberschreitende Bedingungen
HF human actor	menschlicher Einflussfaktor

5 Funktionale Anforderungen

Abklingbecken müssen – im Rahmen des Anwendungsbereichs dieser Internationalen Norm – mit einer Instrumentierung ausgestattet sein, die es dem Anlagenpersonal erlaubt, folgende Bedingungen bezüglich des Abklingbeckens zu erkennen.

- Die thermodynamischen Bedingungen im Becken. Diese Bedingungen können durch Messung der Beckentemperatur bestimmt werden. Höhere als normale Temperatur kann auf eine anomal hohe Verdampfungsrate des Beckenwassers hinweisen. Normale Temperaturen in Kombination mit einer Abnahme der Beckenfüllung können eine Beckenleckage bedeuten.
- Die Kühlmittelfüllung hat einen Punkt erreicht, an dem das Risiko einer Überflutung des Beckenrandes besteht.
- Die Kühlmittelfüllung ist nicht ausreichend, um den Annahmen in der Störfallanalyse hinsichtlich der Iod-Dekontaminierungsfaktoren als Folge eines Brennelement-Handhabungsfehlers zu entsprechen.
- Die Kühlmittelfüllung hat einen Punkt erreicht, an dem das Risiko besteht, dass der Betrieb des normalen Abklingbecken-Kühlsystems nicht unterstützt werden kann.
- Die Kühlmittelfüllung hat einen Punkt erreicht, an dem das Kühlmittel keine ausreichende Abschirmung für eine Person sicherstellen kann, die am Betriebspult des Abklingbeckens steht.
- Die Kühlmittelfüllung hat einen Punkt erreicht, an dem die Brennelemente noch bedeckt bleiben, die Zugabe von Frischwasser aber nicht länger aufgeschoben werden sollte.
- Die Gammastrahlung im Beckengebäude hat einen Pegel erreicht, der folgendes anzeigt: Personal sollte den Bereich des Abklingbeckens nicht oder nur für eine bestimmte Dauer betreten; Brennstoff ist der Luft ausgesetzt; und es ist wieder Kritikalität eingetreten.

Es sollten auch Vorkehrungen⁵⁾ getroffen werden, die dem Personal das Erkennen folgender Bedingungen erlaubt:

- Die Kühlmittelfüllung hat einen Punkt erreicht, an dem Brennelementschäden erwartet werden können.
- Die Kühlmittelfüllung hat einen Punkt erreicht, an dem spezifische Modalitäten der Kühlmittel-Einspritzung notwendig sind, um die Brennelement-Integrität sicherzustellen.

Wenn die Fälle h) oder i) eintreten, müssen die damit verbundenen Bedingungen den in den folgenden Abschnitten dieser Norm angegebenen Anforderungen entsprechen.

Anhang A enthält weitere Angaben über die Intention der Bedingungen a) bis i) und zeigt ein Diagramm mit einem Beispiel, wie die Messungen physikalisch und mit den Beckenzuständen selbst zusammenhängen.

Für die thermodynamischen Bedingungen des Beckens, die Beckenfüllung und Überwachung der Gammastrahlung müssen die Messungen auch eine Trendinformation zwischen den vorstehend identifizierten Punkten liefern.

⁵⁾ Diese Vorkehrungen werden umso wichtiger, wenn robuste Mittel zum Einspeisen von Frischwasser in das Becken nicht separat implementiert worden sind, z. B. nicht mit elektrischer Energie betriebene Pumpen und alternative Einspeisestellen für das Frischwasser.

In dieser Norm bezieht sich der Ausdruck „Überwachungs-Instrumentierung des Abklingbeckens“ auf jede Instrumentierung, die das Erkennen einer oder mehrerer der oben gelisteten Bedingungen ermöglicht.

Die jeweils zu den o. g. Anforderungen gehörenden Niveaus müssen basierend auf der spezifischen Anlageninformation bestimmt werden. Für die Bedingungen a), d), e) und f) muss die Instrumentierung genau das Niveau für gesättigte und ungesättigte Zustände anzeigen. Die Bedingungen a), b) und c) sind für die Verwendung in den Anlagen-Betriebszuständen gedacht.

Die Bedingungen a), d), e), f) und g) dienen der Verwendung bei Störfällen, um Operateure auf Situationen aufmerksam zu machen, welche die Kühlung der abgebrannten Brennelemente bei Auslegungs- oder auslegungsüberschreitenden Störfällen beeinträchtigen mögen.

Die Bedingungen g), h) und i) dienen der Verwendung während schwerer Störfälle, um die Operateure auf Situationen aufmerksam zu machen, die unmittelbar zu Brennelementschäden führen können oder bereits zu solchen geführt haben.

Aus zwei oder mehr Abschnitten bestehende Abklingbecken, in denen die Abschnitte durch normalerweise offene Tore verbunden sind, dürfen als ein einziges Abklingbecken behandelt werden. Wenn die isolierbaren Abschnitte nicht als Langzeit-Speicher signifikanter Brennelementmengen verwendet werden, sollten die Sensoren der Messkanäle im Hauptbecken angeordnet werden. Wenn jedoch die einzelnen Beckenabschnitte als Langzeit-Speicher signifikanter Brennelementmengen verwendet werden, muss jeder Abschnitt wenigstens einen Messkanal aufweisen. Durch administrative Vorkehrungen muss sichergestellt werden, dass vor der Aufteilung in isolierte Beckenabschnitte wenigstens ein Messkanal in jedem Abschnitt betriebsfähig ist.

In diesem Dokument gelten die Kriterien der Abklingbecken-Instrumentierung für alle Bedingungen a) bis i). Für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung werden zusätzliche Kriterien angegeben. Diese gelten nur für die Bedingungen a) und d) bis i).

Die für verschiedene funktionale Gruppen verwendeten Bezeichnungen und ihre Beziehung zu Anlagenzuständen sind in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1 – Zusammenhang der in dieser Norm verwendeten funktionalen Gruppen

	Betriebszustände		Störfallbedingungen		
Anlagenzustand	Normalbetrieb	Anzunehmend betriebliche Vorkommnisse	Auslegungsstörfälle	Auslegungsüberschreitende Bedingungen	
				mit Brennelementschäden	Schwere Störfälle
Funktionen	a), b) und c)		a), d), e), f) und g)		g), h) und i)
Bezeichnungen für funktionale Gruppen	Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens				
	Kein spezieller Begriff		Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens		

Wenn bestimmte Elemente der Instrumentierung behandelt werden, ersetzt das Wort „Kanal“ oder „Anzeige“ das Wort „Instrumentierung“.

In einigen Anlagen wird die Instrumentierung des Abklingbeckens auch für die Ansteuerung von Sicherheitssystemen verwendet; z. B. zur Betätigung von Ventilationssystemen des Beckengebäudes. Diese Norm befasst sich nicht mit Kriterien für die Aktivierung von Sicherheitssystemen. Wenn jedoch Instrumentierung für die Aktivierung von Sicherheitssystemen auch dazu benutzt wird, eine oder mehrere der o. g. Funktionen zu implementieren, muss sie den Anforderungen dieser Norm entsprechen sowie alle auf die sicherheitstechnischen Aktivierungsfunktionen anwendbaren Anforderungen erfüllen.

6 Kriterien der Leistungsfähigkeit

6.1 Bereich

Die Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens muss den gesamten Bereich vom maximal zulässigen Wasserstand des Beckens bis zu einem Wasserstand knapp oberhalb der Brennelementgestelle abdecken. Es muss in Betracht gezogen werden, den Bereich dieser Wasserstandmessung bis zum Boden des Abklingbeckens zu erweitern.

Die Instrumentierung zur Temperaturüberwachung des Abklingbeckens muss den Bereich bis zum Sieden abdecken, mit einem zusätzlichen Abstand oberhalb der Siedegrenze (z. B. 10° C, bis 110° C) an einem Messpunkt knapp oberhalb des Niveaus des oberen Brennelementendes und an einem Punkt knapp unter dem normalen betrieblichen Wasserstand.

Die Instrumentierung der Strahlungsüberwachung des Abklingbeckenbereichs muss den Bereich vom Untergrundniveau bis 110 % der berechneten maximalen Dosisleistung oberhalb des Beckens abdecken, und zwar bei maximalen radiologischen Freisetzungsbedingungen.

Die Überwachung des Abklingbeckens kann durch ein einziges Instrument, mehrere Instrumente, oder mehrere Technologien erfolgen. Wenn mehrere Instrumente oder mehrere Technologien vorgesehen sind, um den gesamten Messbereich für Wasserstand oder Strahlung abzudecken, muss für eine Überlappung zwischen den Bereichen gesorgt werden, um dem Operateur zu ermöglichen, die Trends über den ganzen Bereich zu verfolgen und die Konsistenz der Anzeigen im Überlappungsbereich zu prüfen.

6.2 Genauigkeit

6.2.1 Allgemeines

Die Genauigkeit der gesamten Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens muss ausreichen, um den Operateuren die Identifizierung jeder der Bedingungen in [Abschnitt 5](#) zu ermöglichen.

Bei der Bestimmung der Messkanalgenauigkeit müssen Fehler berücksichtigt werden, die durch zu erwartende Änderungen der chemischen Zusammensetzung des Kühlmittels, Umgebungseinflüsse oder radiologische Effekte verursacht werden könnten.

6.2.2 Zusätzliche Kriterien für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens

Die Störfall-Überwachungsinstrumentierung muss nach einer Stromunterbrechung oder einer Änderung der Stromquellen ihre geforderte Genauigkeit ohne Re-Kalibrierung beibehalten.

6.3 Antwortzeit

Die Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens muss eine Antwortzeit haben, die einer rechtzeitigen Information genügt.

6.4 Erforderliche Störfall-Einsatzzeit der Überwachungsinstrumentierung

Die Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens muss nach Einsetzen der Störfallbedingungen in der Lage sein, für eine Zeitspanne in Betrieb zu sein, welche die Zeit übertrifft, die zur Einrichtung alternativer Überwachungsmittel (einschließlich Aufnahme eines stabilen Betriebs) benötigt wird.

6.5 Zuverlässigkeit

Wenn Zuverlässigkeitsziele für die Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens festgelegt worden sind, muss eine entsprechende Analyse der Auslegung durchgeführt werden, um zu bestätigen, dass diese Ziele erreicht worden sind.

6.6 Dokumentation der Leistungsfähigkeits-Kriterien

6.6.1 Allgemeines

Es muss eine Bewertung der gesamten Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens durchgeführt und dokumentiert werden, um zu bestätigen, dass die der Auslegung entsprechende Leistungsfähigkeit den Kriterien der Leistungsfähigkeit für jede Zustandsbedingung in [Abschnitt 5](#) entspricht oder diese übertrifft.

Die Bewertungen sollten Überlegungen zur Berücksichtigung von Kalibrierunsicherheiten, Fehler der Messketten und Drift mit einschließen.

6.6.2 Zusätzliche Kriterien für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung

Bei der Bewertung für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens müssen auch Größe und Richtung der Abweichungen dokumentiert werden, die durch Störfallbedingungen hervorgerufen werden.

7 Auslegungskriterien

7.1 Redundanz

Es müssen mindestens zwei Kanäle für die Störfall-Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens vorgesehen sein. Diese Kanäle dürfen dieselben oder diversitär⁶⁾ sein.

7.2 Fehler aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF)

Die Überwachungsinstrumentierung des Abklingbeckens muss gegen CCF geschützt sein, die aus folgenden Ursachen resultieren:

- Die Auswirkungen der maximalen seismischen Bodenbewegung, die bei der Auslegung der Struktur abgebrannter Brennelemente in Betracht gezogen wurde. Qualifizierungsanforderungen sind in [8.1](#) angegeben.
- Die Effekte von Stößen und Vibrationen auf Niveaus, die für den örtlichen Bereich der Messkanalkomponenten unter Störfallbedingungen postuliert werden.
- Die Auswirkungen von Temperatur, Feuchte und Strahlung, deren Auftreten in der Nachbarschaft von Messkanalkomponenten unter Betriebs- und Störfallbedingungen postuliert wird. Qualifizierungsanforderungen sind in [8.3](#) angegeben.
- Die Auswirkung von schlammartigen Ablagerungen in stehendem Wasser.

7.3 Unabhängigkeit und physikalische Trennung

Redundante Störfall-Überwachungskanäle des Abklingbeckens müssen physikalisch voneinander getrennt und soweit notwendig geschützt sein, um sicherzustellen, dass weder

- interne Gefährdungen,
- umherfliegende Teile aufgrund natürlicher Phänomene, die in den Analysen zu Auslegungsstörfällen berücksichtigt wurden, noch
- fliegende Teile aufgrund fortschreitender auslegungsüberschreitender Störfälle

zu einem Verlust von Informationen führt, die dafür gedacht sind, die Operateure auf Situationen aufmerksam zu machen, in denen die Kühlung abgebrannter Brennelemente beeinträchtigt werden könnte, oder die zu einer unzulässigen Spaltproduktfreisetzung führen könnten.

⁶⁾ In diesem Fall bezieht sich die Zuverlässigkeitsanforderung nicht auf den Schutz gegen zufällige Ausfälle von Strängen eines Sicherheitssystems, sondern die Forderung nach Redundanz soll sicherstellen, dass die Operateure notwendige Informationen auch dann bekommen, wenn durch mechanische Gefährdungen im Zusammenhang mit Störfallbedingungen ein Überwachungskanal ausfällt.