

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Kernkraftwerke<br/> <b>Druckwasserreaktoren</b><br/>         Überwachung ausreichender Kühlung des Kerns<br/>         im abgeschalteten Zustand des Reaktors<br/>         (IEC 62117:1999)</p>                                                                                                              | <p><b>DIN</b><br/> <b>IEC 62117</b></p>                        |
| <p><b>VDE</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.</p> | <p>Klassifikation<br/> <b>VDE 0491</b><br/>         Teil 4</p> |
| <p>ICS 27.120.20</p> <p>Nuclear power plants –<br/>         Pressurized light water reactors –<br/>         Monitoring adequate cooling within the core during cold shutdown<br/>         (IEC 62117:1999)</p> <p>Centrales nucléaires –<br/>         Réacteurs à eau légère pressurisée –<br/>         Surveillance du refroidissement correct du cœur au cours de l'arrêt à froid<br/>         (CEI 62117:1999)</p> <p><b>Die Internationale Norm IEC 62117:1999 „Nuclear reactor instrumentation – Pressurized light water reactors (PWR) – Monitoring adequate cooling within the core during cold shutdown“ ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.</b></p> <p><b>Beginn der Gültigkeit</b><br/>         Diese Norm gilt ab 1. 10. 2001</p> <p><b>Nationales Vorwort</b></p> <p>Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium GUK 967.1 „Reaktorinstrumentierung“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Bei Fragen der Interpretation von Aussagen wird empfohlen, ergänzend auf die zu Grunde liegende, in englischer und französischer Sprache erschienene IEC-Publikation zurückzugreifen.</p> <p>Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 62117:2000-11.</p> <p>Die Internationale Norm wurde vom SC 45A „Reactor instrumentation“ des TC 45 „Nuclear instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.</p> <p>Diese Norm, deren Anwendung international empfohlen wird, gibt das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet wieder. Die Auslegung kerntechnischer Anlagen in Deutschland wird wesentlich durch die Strahlenschutzverordnung, die BMI-Kriterien, die KTA-Regeln und die RSK-Leitlinien bestimmt.</p> <p style="text-align: right;">Fortsetzung Seite 2 bis 22</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                |

In der Reihe VDE 0491 sind erschienen:

- **DIN IEC 61226 (VDE 0491 Teil 1)**, *Kernkraftwerke – Sicherheitsleittechnik – Kategorisierung (IEC 61226:1993)*.
- DIN IEC 62117 (VDE 0491 Teil 4), *Kernkraftwerke – Druckwasserreaktoren – Überwachung ausreichender Kühlung des Kerns im abgeschalteten Zustand des Reaktors (IEC 62117:1999)*.

Als weitere Teile der Reihe VDE 0491 sind derzeit vorgesehen:

- **DIN IEC 61513 (VDE 0491 Teil 2)**, *Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Allgemeine Systemanforderungen (IEC 61513:2001)*.
- **DIN IEC 60880-2 (VDE 0491 Teil 3-2)**, *Kernkraftwerke – Software für Rechner im Sicherheitssystem – Vorkehrungen gegen Versagen aufgrund von Softwarefehlern, Verwendung von Software-Werkzeugen und von vorgefertigter Software (IEC 60880-2:2000)*.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

| Europäische Norm                                                      | Internationale Norm                | Deutsche Norm                                      | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| –                                                                     | IEC 60050-393:1996                 | DA IECV 393:2001-03                                | –                                      |
| –                                                                     | IEC 60737:1982                     | –                                                  | –                                      |
| EN 60770-1:1999                                                       | IEC 60770-1:1999                   | DIN EN 60770-1:1999-11                             | –                                      |
| –                                                                     | IEC 60780:1998                     | DIN IEC 60780:2000-12                              | –                                      |
| –                                                                     | IEC 60880:1986                     | DIN IEC 60880:1987-08 <sup>a)</sup>                | –                                      |
| –                                                                     | IEC 60911:1987                     | –                                                  | –                                      |
| –                                                                     | IEC 60964:1989                     | –                                                  | –                                      |
| –                                                                     | IEC 60980:1989                     | –                                                  | –                                      |
| –                                                                     | IEC 60987:1989                     | – <sup>a)</sup>                                    | –                                      |
| –                                                                     | IEC 61225:1993                     | –                                                  | –                                      |
| –                                                                     | IEC 61226:1993                     | <b>DIN IEC 61226<br/>(VDE 0491 Teil 1):1997-07</b> | VDE 0491 Teil 1                        |
| –                                                                     | IEC 61227:1993                     | –                                                  | –                                      |
| –                                                                     | IEC 61343:1996                     | –                                                  | –                                      |
| –                                                                     | IAEA Safety Guide<br>50-SG-D8:1984 | –                                                  | –                                      |
| a) Siehe auch E DIN IEC 60880-1:1999-11 bzw. E DIN IEC 61513:2000-01. |                                    |                                                    |                                        |

**Nationaler Anhang NB**  
(informativ)

**Literaturhinweise**

DA IECV 393, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Kapitel 393: Nukleare Instrumentierung – Physikalische Phänomene und grundlegende Begriffe (IEC 60050-393:1996 + A1:2000).*<sup>N1)</sup>

DIN EN 60770-1, *Messumformer zum Steuern und Regeln in Systemen der industriellen Prozesstechnik – Teil 1: Methoden für die Bewertung des Betriebsverhaltens (IEC 60770-1:1999); Deutsche Fassung EN 60770-1:1999.*

DIN IEC 60780, *Kernkraftwerke – Elektrisches Gerät des Sicherheitssystems – Qualifizierung (IEC 60780:1998).*

DIN IEC 60880, *Software für Rechner im Sicherheitssystem von Kernkraftwerken; Identisch mit IEC 60880, Ausgabe 1986.*

E DIN IEC 60880-1, *Software für Rechner im Sicherheitssystem von Kernkraftwerken – Ergänzung 1: Vorkehrungen gegen Versagen aufgrund von Software-Fehlern, Verwendung von Software-Werkzeugen und vorgefertigter Software (IEC 45A/357/CDV:1999).*

**DIN IEC 61226 (VDE 0491 Teil 1)**, *Kernkraftwerke – Sicherheitsleittechnik – Kategorisierung (IEC 61226:1993).*

E DIN IEC 61513, *Kernkraftwerke – Leittechnik für Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung – Allgemeine Systemanforderungen (IEC 45A/355/CDV:1999).*

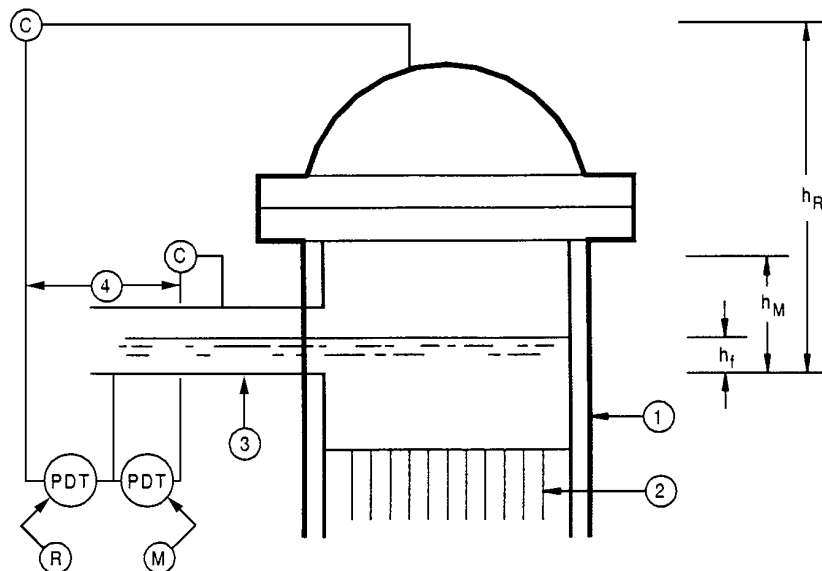
---

N1) Nationale Fußnote: Im Rahmen des CD-ROM-Produktes „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“ zu beziehen über Beuth Verlag, 10772 Berlin.

## Nationaler Anhang NC (informativ)

### Füllstandsmessung nach der Differenzdruckmethode

In Bild 3 der IEC 62117:1999 sind die Anschlüsse der Messleitungen an die RDB-Austrittsleitung und die Referenz-Wassersäulen missverständlich dargestellt. Im nachfolgenden Bild NC.1 ist dies korrigiert.



#### Legende

- 1 Reaktordruckbehälter (RDB)
- 2 Reaktorkern
- 3 RDB-Austrittsleitung
- 4 Referenz-Wassersäulen für die Messbereiche  $h_M$  und  $h_R$
- $h_f$  Tatsächlicher Füllstand im Reaktordruckbehälter in Bezug auf die Referenz-Niveaus der Transmitter (kollabierter Füllstand bei Vorhandensein von Dampfblasen)
- R Messung des Füllstands im Reaktordruckbehälter über Differenzdruck
- M Messung des Füllstands in der RDB-Austrittsleitung über Differenzdruck
- C Sammelgefäß (optional)
- PDT Differenzdruck-Transmitter

**Bild NC.1 – Füllstandsmessung nach der Differenzdruckmethode**

Deutsche Übersetzung

## Reaktorinstrumentierung

### Druckwasserreaktoren

Überwachung ausreichender Kühlung des Kerns im abgeschalteten Zustand des Reaktors

#### Inhalt

|                                                                                                                           | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                                      | 6     |
| <b>Einleitung</b> .....                                                                                                   | 7     |
| <b>1 Anwendungsbereich und Zweck</b> .....                                                                                | 7     |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                                                     | 7     |
| <b>3 Begriffe und Abkürzungen</b> .....                                                                                   | 8     |
| <b>4 Betriebsbedingungen</b> .....                                                                                        | 10    |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                                     | 10    |
| 4.2 Kalter abgeschalteter Zustand beim Wartungsbetrieb .....                                                              | 10    |
| 4.3 Kalter abgeschalteter Zustand beim Brennelementwechsel .....                                                          | 10    |
| <b>5 Messverfahren</b> .....                                                                                              | 10    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                                     | 10    |
| 5.2 Messung des Füllstands im Reaktordruckbehälter .....                                                                  | 11    |
| 5.3 Messung des Füllstands in der RDB-Austrittsleitung .....                                                              | 11    |
| 5.4 Messung der Temperatur am Kernaustritt .....                                                                          | 12    |
| <b>6 Anforderungen an die Instrumentierung</b> .....                                                                      | 12    |
| 6.1 Allgemeine Anforderungen .....                                                                                        | 12    |
| 6.2 Differenzdruckmessung .....                                                                                           | 13    |
| 6.3 Messung mit beheiztem Temperaturfühler .....                                                                          | 14    |
| 6.4 Füllstandsmessung mit Ultraschall .....                                                                               | 15    |
| 6.5 Temperaturmessfühler .....                                                                                            | 15    |
| <b>7 Datenverarbeitung</b> .....                                                                                          | 15    |
| <b>8 Informationsdarstellung</b> .....                                                                                    | 15    |
| <b>9 Verifizierung und Kalibrierung</b> .....                                                                             | 16    |
| <b>10 Prüfung und Wartung im Betrieb</b> .....                                                                            | 16    |
| <b>11 Qualifizierung</b> .....                                                                                            | 16    |
| <b>12 Dokumentation</b> .....                                                                                             | 16    |
| <br>Bild NC.1 – Füllstandsmessung nach der Differenzdruckmethode .....                                                    | 4     |
| Bild 1 – Druckwasserreaktor mit vertikalem U-Rohr-Dampferzeuger .....                                                     | 17    |
| Bild 2 – Druckwasserreaktor mit Heißdampferzeugern .....                                                                  | 18    |
| Bild 3 – Füllstandsmessung nach der Differenzdruckmethode .....                                                           | 19    |
| Bild 4 – Thermohydraulische Überlegungen zur Füllstandsmessung .....                                                      | 20    |
| <br>Anhang A (informativ) Kühlmittelverlust-Ereignisse im kalten abgeschalteten Zustand<br>von Druckwasserreaktoren ..... | 21    |
| Anhang B (informativ) Anlagen-Betriebszustände .....                                                                      | 22    |

## Vorwort

- 1) Die IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) ist eine weltweite Normungsorganisation, die alle Nationalen Elektrotechnischen Komitees (Nationale Komitees der IEC) umfasst. Die IEC hat das Ziel, die internationale Zusammenarbeit in allen Fragen der Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Elektronik zu fördern. Zu diesem Zweck und neben anderen Aktivitäten veröffentlicht die IEC Internationale Normen. Mit der Vorbereitung sind die Technischen Komitees beauftragt. Jedes Nationale Komitee der IEC, das an dem behandelten Thema interessiert ist, darf an dieser Vorbereitungsarbeit teilnehmen. Internationale Organisationen, Regierungs- und Nichtregierungsstellen, die mit der IEC in Verbindung stehen, nehmen ebenfalls an diesen Vorbereitungsarbeiten teil. Die IEC arbeitet eng mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO) nach den in der Vereinbarung zwischen beiden Organisationen festgelegten Bedingungen zusammen.
- 2) Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten Nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- 3) Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar, die als Normen, Fachberichte oder Leitlinien veröffentlicht werden und als solche von den Nationalen Komitees angenommen sind.
- 4) Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, verpflichten sich die Nationalen Komitees der IEC, Internationale Normen der IEC so durchschaubar wie möglich in ihren nationalen und regionalen Normen anzuwenden. Jede Abweichung zwischen der IEC-Norm und der entsprechenden nationalen oder regionalen Norm muss in dieser deutlich gekennzeichnet werden.
- 5) Die IEC hat kein Verfahren für die Kennzeichnung der Konformität festgelegt und übernimmt keine Verantwortung, wenn ein Gegenstand als konform mit einer ihrer Normen erklärt wird.
- 6) Es besteht die Möglichkeit, dass Bestandteile dieser Internationalen Norm Gegenstand von Patentrechten sind. Die IEC hat nicht die Verantwortung, das Vorhandensein solcher Patentrechte festzustellen und auf deren Existenz hinzuweisen.

Die Internationale Norm IEC 62117 wurde vom Unterkomitee 45A „Reactor instrumentation“ des Technischen Komitees Nr. 45 „Nuclear Instrumentation“ der IEC ausgearbeitet.

Der Text dieser Norm basiert auf den folgenden Dokumenten:

| FDIS             | Abstimmungsbericht |
|------------------|--------------------|
| IEC 45A/362/FDIS | IEC 45A/367/RVD    |

Ausführliche Auskunft über die Abstimmung zur Genehmigung dieser Norm gibt der in obiger Tabelle zitierte Abstimmungsbericht.

Diese Norm wurde entsprechend ISO/IEC-Direktiven, Teil 3, erstellt.

Die Anhänge A und B dienen nur zur Information

Das Komitee hat entschieden, dass diese Publikation bis 2004 unverändert gültig sein soll. Dann wird die Publikation entsprechend der Entscheidung des Komitees

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine überarbeitete Ausgabe ersetzt oder
- geändert.

## Einleitung

IEC 60911:1987 behandelt die allgemeine Thematik der Messungen zur Überwachung ausreichender Kühlung des Kerns von Druckwasserreaktoren. Jene Norm bezieht sich hauptsächlich auf allgemeine Fragen und behandelt keine besonderen Betriebszustände, wie jene im abgeschalteten Zustand des Reaktors, bezüglich derer in bestehenden Systemen aufgetretene Vorkommnisse die Notwendigkeit zeigten, hierfür zusätzliche Anforderungen festzulegen.

Daher wurde nach Veröffentlichung der IEC 60911 entschieden, eine vergleichbare Norm zur Thematik der ausreichenden Kühlung des Kerns im abgeschalteten Zustand des Reaktors zu erstellen, um die besonderen Anforderungen für die Instrumentierung zu formulieren, die sicherstellen, dass der Kern im abgeschalteten Zustand des Reaktors, in dem der Wasserstand im Reaktordruckbehälter für betriebliche Maßnahmen abgesenkt wird, ausreichend gekühlt wird. Daher ist die vorliegende Norm in Verbindung mit IEC 60911 anzuwenden, deren Anwendungsbereich durch sie ergänzt wird.

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm gilt für Druckwasserreaktoren (DWR) in Anordnungen ähnlich den in [Bild 1](#) und [Bild 2](#) gezeigten und enthält Anforderungen für die Überwachung ausreichender Kühlung des Kerns bei betrieblichen Maßnahmen im kalten abgeschalteten Zustand des Reaktors.

Ausreichende Kernkühlung kann nur erreicht werden, wenn entsprechender Kühlmittelfluss durch den Kern sichergestellt ist. Im kalten abgeschalteten Zustand des Reaktors wird Kernkühlung durch Zwangsumlauf des Kühlmittels über das Nachwärme-Abfuhrsystem (NWS) erreicht. In bestimmten Zuständen jedoch, in denen der Wasserstand im Reaktordruckbehälter (RDB) für Wartungsarbeiten abgesenkt wird, kann durch eine Unterbrechung des Zwangsumlaufs eine Überhitzung des Kerns eintreten.

Es ist wichtig, dass die Operateure eine verlässliche Information haben, ob Temperatur und Kühlmitteldurchfluss im Reaktordruckbehälter ausreichen, Wärme aus dem Kern abzuführen. Diese Information umfasst eine zuverlässige Wasserstandsmessung in der RDB-Austrittsleitung, die zur Umwälzung des Kühlmittels vom Kern zum Nachwärme-Abfuhrsystem verwendet wird, sowie Messungen von Temperatur und Durchfluss des Kühlmittels. Eine unzuverlässige Messung des Wasserstands kann in einer Unterbrechung des Durchflusses und Überhitzung des Kerns resultieren; ein solches Ereignis ist bereits in mehreren Druckwasserreaktoren eingetreten. In [Anhang A](#) werden einige davon beschrieben und Fälle gezeigt, die bei der Auslegung der Instrumentierung für die Überwachung der Kernkühlung bedacht werden sollten.

In dieser Norm sind internationale Praktiken zusammengefasst, die für die Auslegung neuer oder Verbesserung bestehender Überwachungen der Kernkühlung von Druckwasserreaktoren zu berücksichtigen sind.

Die Anforderungen in dieser Norm beziehen sich auf die Instrumentierung zur Überwachung der Kernkühlung für den sicheren Betrieb von Druckwasserreaktoren im kalten abgeschalteten Zustand, wenn die Temperatur unter 100 °C liegt. Anforderungen für die Überwachung der Kernkühlung unter Bedingungen von auslegungsüberschreitenden Störfällen sind in dieser Norm nicht enthalten.

Die Überwachung der Kernkühlung im kalten abgeschalteten Zustand des Reaktors tritt in Funktion, wenn das Reaktorkühlsystem (RKS) entsprechend dem kalten abgeschalteten Zustand für Wartungsbetrieb oder Brennelementwechsel konfiguriert ist. Die Umstände, unter denen diese Messsysteme arbeiten müssen, sind in dieser Norm beschrieben. Beschreibungen für verschiedene Messprinzipien und geeignetes Gerät werden zusammen mit den entsprechenden Anforderungen angegeben, und zwar in Hinblick auf

- Betriebsbedingungen,
- Installation,
- Anzeigen für den Operateur,
- Prüfung, Kalibrierung und Wartung,
- Qualifizierung der Geräte,
- Dokumentation.

Weiter werden typische Anwendungen in laufenden Kraftwerken gezeigt.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60050-393:1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 393: Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts*.