

# KTA 3701

## Übergeordnete Anforderungen an die elektrische Energieversorgung in Kernkraftwerken

Fassung 2014-11

Frühere Fassungen der Regel: 1997-06 (BAnz. Nr. 187a vom 8. Oktober 1997)  
1999-06 (BAnz. Nr. 243b vom 23. Dezember 1999)

### Inhalt

	Seite
Grundlagen .....	3
1 Anwendungsbereich .....	3
2 Begriffe .....	3
3 Allgemeines .....	4
4 Netzanschlüsse und Eigenbedarfsanlage.....	4
4.1 Allgemeine Anforderungen .....	4
4.2 Netzseitige Versorgungsmöglichkeiten.....	5
4.3 Betrieb und Instandhaltung .....	5
4.4 Qualitätssicherung und Prüfungen.....	6
5 Notstromsystem.....	6
5.1 Grenzen des Notstromsystems.....	6
5.2 Allgemeine Anforderungen .....	6
5.3 Schutz gegen versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Notstromsystems .....	6
5.4 Schutz gegen versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Kernkraftwerkes.....	6
5.5 Schutz gegen Einwirkungen von außen .....	6
5.6 Redundanz .....	7
5.7 Funktionelle Unabhängigkeit .....	7
5.8 Räumliche Trennung .....	7
5.9 Leistungsbilanzen .....	7
5.10 Unterbrechungs- und Verzugszeiten .....	7
5.11 Einleitung und Beendigung des Notstrombetriebes .....	7
5.12 Schutz.....	7
5.13 Prüfbarkeit .....	8
5.14 Überwachung.....	8
5.15 Betrieb und Instandhaltung.....	8
5.16 Qualitätssicherung und Prüfungen .....	8
6 Verbindungen zwischen Blöcken einer Kernkraftwerksmehrblockanlage .....	9
6.1 Einsatzbedingungen .....	9
6.2 Allgemeine Anforderungen .....	9
6.3 Schaltungskonzept .....	9
6.4 Selektivität .....	9
6.5 Überwachung und Verriegelung .....	9
6.6 Qualitätssicherung und Prüfungen.....	9
7 Zusätzliche Anforderungen an Verbindungen zu Notstromanlagen zwischen Blöcken einer Kernkraftwerksmehrblockanlage.....	10
7.1 Allgemeines .....	10
7.2 Funktionelle Unabhängigkeit .....	10
7.3 Räumliche Trennung .....	10
7.4 Zuschalten von Verbindungen .....	10
7.5 Abschalten von Verbindungen.....	10
Anhang A: Beispiele für Schaltungskonzepte für die elektrische Energieversorgung eines Kernkraftwerkes ..	11
Anhang B: Grenzen eines Notstromsystems .....	14

Anhang C: Zusätzliche Prüfungen an Komponenten der elektrischen Energieversorgung mit komplexen elektronischen Baugruppen (programmierbar oder nicht programmierbar) zum Nachweis der Robustheit gegen systematische Ausfälle .....	15
Anhang D: Beispiele für die Ausführung von Verbindungen zwischen den Kernkraftwerksblöcken.....	17
Anhang E: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird .....	19

## Grundlagen

(1) Die Regeln des KTA haben die Aufgabe, sicherheits-technische Anforderungen anzugeben, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz) getroffen ist, um die im Atomgesetz und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten sowie in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (SiAnf) und den „Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Zum sicheren Einschluss der im Kernkraftwerk vorhandenen radioaktiven Stoffe ist ein in die Tiefe gestaffeltes, technisches Sicherheitskonzept (Defence in Depth) zu realisieren. Für die Maßnahmen und Einrichtungen der elektrischen Energieversorgung in KKW werden in dieser Regel Anforderungen auf mehreren, gestaffelten Sicherheitsebenen festgelegt.

(3) Basierend auf den Sicherheitsanforderungen und deren Interpretationen sind in den Regeln KTA 3701 bis KTA 3705 die Anforderungen an die Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher festgelegt.

(4) Die im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren zur Prüfung erforderlichen Dokumente über die elektrische Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher sind in der Zusammenstellung der in atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen (ZPI) aufgeführt.

(5) In dieser Regel wird vorausgesetzt, dass die konventionellen Vorschriften und Normen (z. B. Unfallverhütungsvorschriften, DIN-Normen und VDE-Bestimmungen) unter Beachtung kernkraftwerkspezifischer Sicherheitsanforderungen eingehalten werden.

(6) Diese KTA-Regel enthält übergeordnete Anforderungen an die elektrische Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher in Kernkraftwerken.

(7) Anforderungen an Notstromerzeugungsanlagen mit Dieselaggregaten in Kernkraftwerken sind in KTA 3702 enthalten.

(8) Anforderungen an Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken sind in KTA 3703 enthalten.

(9) Anforderungen an Notstromanlagen mit statischen oder rotierenden Umformern in Kernkraftwerken sind in KTA 3704 enthalten.

(10) Anforderungen an Schaltanlagen, Transformatoren und Verteilungsnetze zur elektrischen Energieversorgung des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken sind in KTA 3705 enthalten.

(11) Anforderungen an die Sicherstellung des Erhalts der Kühlmittelverlust-Störfallfestigkeit, von Komponenten der Elektro- und Leittechnik in Betrieb befindlicher Kernkraftwerke sind in KTA 3706 enthalten.

(12) Im KTA-Regelwerk enden die Notstromanlagen an den Klemmen der Verbraucher. Deshalb sind die Anforderungen an die Verbraucher in den komponentenspezifischen Regeln KTA 3501 und KTA 3504 enthalten.

(13) Anforderungen an den Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen sind in KTA 2101.3 enthalten.

(14) Anforderungen an den Blitzschutz sind in KTA 2206 enthalten.

(15) Anforderungen an die Kabeldurchführungen im Reaktorsicherheitsbehälter sind in KTA 3403 enthalten.

(16) Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung sind in KTA 1401 enthalten.

(17) Anforderungen an das Prüfhandbuch sind in KTA 1202 enthalten.

(18) Anforderungen an die Auslegung von maschinen- und elektrotechnischen Anlagenteilen in Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen sind in KTA 2201.4 enthalten.

## 1 Anwendungsbereich

Die in dieser Regel enthaltenen, übergeordneten Anforderungen gelten für die elektrische Energieversorgung von Einrichtungen in Kernkraftwerken, die im normalen und anomalen Anlagenbetrieb sowie zur Beherrschung von Störfällen Funktionen mit sicherheitstechnischer Bedeutung ausführen.

### Hinweis:

Die Anforderungen an die Einrichtungen der elektrischen Energieversorgung, z. B. an deren Schaltungskonzepte, Auslegung usw., unterscheiden sich entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung der von ihnen versorgten Einrichtungen. Dementsprechend werden in dieser Regel die Anforderungen an die „Netzanschlüsse und Eigenbedarfsanlage“ und an das „Notstromsystem“ in getrennten Kapiteln behandelt.

## 2 Begriffe

### (1) Eigenbedarfsanlage

Die Eigenbedarfsanlage ist die Gesamtheit der Anlagenteile, die zur Versorgung der an sie angeschlossenen Verbraucher und zur Einspeisung in das Notstromsystem dienen.

### (2) Eigenbedarfsleistung

Die Eigenbedarfsleistung ist die elektrische Leistung, die zur Versorgung der für den Betrieb eines Kraftwerksblockes erforderlichen elektrischen Verbraucher und des Notstromsystems benötigt wird.

### (3) Trennung von Netzanschlüssen, funktional

Eine funktionale Trennung von Netzanschlüssen ist dann gegeben, wenn sich beide Anschlüsse nicht durch eine unmittelbare Kopplung gegenseitig beeinflussen können. Dies bedingt unter anderem eine durch die Netztopologie redundante Versorgungsmöglichkeit mindestens einer der beiden Netzanschlüsse im Nahbereich.

### (4) Haupt-Netzanschluss

Ein Haupt-Netzanschluss ist ein Netzanschluss, über den die vom Kernkraftwerksblock erzeugte elektrische Energie an das Netz abgeführt und über den auch elektrische Energie bezogen werden kann. Einem Haupt-Netzanschluss sind alle elektrotechnischen Einrichtungen zwischen den Unterspannungsklemmen des Maschinentransformators und den sammelschienenseitigen Anschlüssen des Leistungsschalters in der Netzschaltanlage zugeordnet.

### (5) Haupt-Netzanschluss, zweigeteilter

Ein zweigeteilter Haupt-Netzanschluss ist ein Haupt-Netzanschluss, der eine hinsichtlich elektrischer Funktion und Schutz zweigeteilte Verbindung zwischen Kraftwerk und Netz darstellt.

### (6) Netzanschluss

Ein Netzanschluss ist eine Verbindung zwischen Kraftwerk und Netz, über die elektrische Energie übertragen werden kann.

### (7) Notstromanlage

Eine Notstromanlage ist die Kombination einer bestimmten Notstromerzeugungsanlage mit allen Anlagenteilen, die zu der Versorgung der zugehörigen Verbraucher erforderlich sind.

### (8) Notstrombetrieb

Der Notstrombetrieb liegt vor, wenn das zugehörige Notstromaggregat die Energieversorgung des Stranges übernommen hat.

**(9) Notstrom-Netzanschluss**

Ein Notstrom-Netzanschluss ist ein Netzanschluss, über den elektrische Energie für die Versorgung von Notstromverbrauchern bezogen werden kann. Einem Notstrom-Netzanschluss sind alle elektrotechnischen Einrichtungen zwischen den Leistungsschaltern in der Eigenbedarfsanlage oder in den Notstromanlagen und den sammelschienenseitigen Anschlüssen des Schalters in der Netzschaltanlage oder einer vom Notstromsystem des Kernkraftwerkes unabhängigen Energiequelle zugeordnet.

**(10) Notstromsystem**

Das Notstromsystem ist die Gesamtheit der in einem Kernkraftwerk nach Erzeugungsart und Aufgabe unterschiedlichen Notstromanlagen.

**(11) Notstromverbraucher**

Ein Notstromverbraucher ist ein elektrischer Verbraucher, der aus einer Notstromanlage versorgt wird.

**(12) Notstromversorgung**

Die Notstromversorgung ist die Versorgung der Notstromverbraucher aus Notstromerzeugungsanlagen.

**(13) Notstromversorgung, unterbrechungslose**

Eine unterbrechungslose Notstromversorgung ist eine Notstromversorgung, bei welcher nach Ausfall der Versorgung aus der Eigenbedarfsanlage oder aus den Netzanschlüssen die Versorgung aus einer Notstromerzeugungsanlage ohne Unterbrechung einsetzt.

**(14) Reserve-Netzanschluss**

Ein Reserve-Netzanschluss ist ein Netzanschluss, über den mindestens die elektrische Energie zum Abfahren des Kernkraftwerkes unter Erhaltung der Hauptwärmesenke bezogen werden kann. Einem Reserve-Netzanschluss sind alle elektrotechnischen Einrichtungen zwischen den Leistungsschaltern in der Eigenbedarfsanlage und den sammelschienenseitigen Anschlüssen des Leistungsschalters in der Netzschaltanlage zugeordnet.

**(15) Eigenbedarfsumschaltung (Kurzzeit-, Langzeitumschaltung)**

Die Eigenbedarfsumschaltung ist die Umschaltung der elektrischen Eigenbedarfsversorgung vom Haupt-Netzanschluss auf den Reserve-Netzanschluss. Dabei wird unterschieden in

**a) Kurzzeitumschaltung**

Umschaltung mit einer Unterbrechungszeit von wenigen Millisekunden. Eine Kurzzeitumschaltung erfolgt, wenn die Spannungen am Haupt- und am Reserve-Netzanschluss hinsichtlich Amplitude, Frequenz, Phasenlage und Phasenfolge identisch sind oder lediglich geringfügig, innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs voneinander abweichen.

**b) Langzeitumschaltung**

Umschaltung mit einer längeren Unterbrechungszeit von wenigen Sekunden. Eine Langzeitumschaltung erfolgt, wenn die Abweichung der Spannungen am Haupt- und am Reserve-Netzanschluss hinsichtlich Amplitude, Frequenz, Phasenlage oder Phasenfolge größer ist, als für eine Kurzzeitumschaltung zulässig. Die Umschaltung kann restspannungsabhängig, d. h. sobald die abklingende Spannung in der Eigenbedarfsanlage einen unteren Grenzwert unterschreitet oder nach einer fest eingestellten Zeit erfolgen.

**3 Allgemeines**

(1) Für die elektrische Energieversorgung eines Kernkraftwerksblockes zur Wärmeabfuhr unter Erhalt der Hauptwärmesenke müssen mindestens zwei netzseitige Versorgungsmöglichkeiten vorhanden sein.

**Hinweis:**

Unter „Wärmeabfuhr unter Erhalt der Hauptwärmesenke“ wird die Wärmeabfuhr mit Hilfe von an die Eigenbedarfsanlage angeschlossenen Verbrauchern verstanden.

(2) Für die elektrische Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher eines Kernkraftwerksblockes müssen folgende Versorgungsmöglichkeiten vorhanden sein:

- a) Blockgenerator des Kernkraftwerkes,
- b) zwei netzseitige Anschlüsse,
- c) Notstromerzeugungsanlagen mit Dieselaggregaten und mit Batterien auf dem Kernkraftwerksgelände und
- d) ein Notstrom-Netzanschluss oder eine von den Notstromerzeugungsanlagen des Kernkraftwerkes unabhängige Versorgungseinrichtung.

**Hinweis:**

Der Begriff Notstrom-Netzanschluss wird im Folgenden für diese beiden Versorgungsmöglichkeiten einheitlich verwendet.

**Hinweis:**

Im Anhang A sind Beispiele von Schaltungskonzepten für die elektrische Energieversorgung eines Kernkraftwerkes dargestellt.

(3) Bei einer Kernkraftwerksmehrblockanlage muss jeder Kernkraftwerksblock ein eigenes, ihm zugeordnetes Notstromsystem erhalten.

(4) Die Versorgung durch Notstromerzeugungsanlagen darf nur angefordert werden, wenn die Versorgungsmöglichkeiten der elektrischen Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher nach Absatz 2 Aufzählungen a und b gleichzeitig nicht verfügbar sind. Die Anforderung der Notstromerzeugungsanlage eines Stranges zu Prüfzwecken ist zulässig.

(5) Die elektrische Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher ist so zuverlässig auszulegen, dass sie die Nichtverfügbarkeit der zu versorgenden Systeme nicht bestimmt.

(6) Die elektromagnetische Verträglichkeit der Komponenten ist in Abhängigkeit von deren sicherheitstechnischen Bedeutung nachzuweisen.

(7) Die Zuverlässigkeit der elektrischen Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher ist nachzuweisen. Dabei sind sämtliche Komponenten und Hilfsysteme der elektrischen Energieversorgung zu berücksichtigen.

**4 Netzanschlüsse und Eigenbedarfsanlage****4.1 Allgemeine Anforderungen****4.1.1 Anforderungen an Schaltungskonzepte**

(1) Die Schaltung und die räumliche Anordnung der Netzanschlüsse und der Eigenbedarfsanlage sind so auszuführen, dass durch ein einzelnes versagensauslösendes Ereignis innerhalb des Kernkraftwerkes oder durch ein einzelnes versagensauslösendes Ereignis innerhalb der elektrischen Energieversorgung im Kernkraftwerk oder im Bereich der Netzanschlüsse nicht alle netzseitigen Versorgungsmöglichkeiten längerfristig ausfallen können. Ein solches versagensauslösendes Ereignis und seine mechanischen Folgeschäden, z. B. Mastbruch, Seilbruch, dürfen nicht zum mechanischen Ausfall aller Netzanschlüsse nach 3 (2) b) und d) führen.

(2) Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die bei einer Abtrennung des Blockes vom Netz den Block automatisch auf Eigenbedarfsleistung abfahren (Lastabwurf auf Eigenbedarfsleistung).

#### 4.1.2 Verbindungen der Netzanschlüsse oder der Eigenbedarfsanlage mit dem Notstromsystem

(1) Die Verbindungen der Netzanschlüsse oder der Eigenbedarfsanlage mit dem Notstromsystem müssen so ausgeführt werden, dass sie bei Ausfall der block- und netzseitigen Versorgungsmöglichkeiten automatisch aufgetrennt werden. Die Einrichtungen für eine Rückschaltung auf die wiederverfügbare Eigenbedarfsanlage oder auf wiederverfügbare Netzanschlüsse sind so auszulegen, dass jeder redundante Strang des Notstromsystems einzeln zugeschaltet werden kann.

(2) Nicht vermeidbare betriebsbedingte Einflüsse (z. B. durch Schalthandlungen oder Erdschluss in der Eigenbedarfsanlage) dürfen keine systematischen Ausfälle im Notstromsystem hervorrufen.

(3) Extern und intern verursachte störungsbedingte elektrische Transienten oder Fehlerzustände (z. B. Spannungseinbruch, Überspannung, Folgen eines Phasenausfalls, Kurzschluss, Blitzeinwirkungen auf Freileitungen) dürfen keine unzulässige Beeinträchtigung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zur Folge haben. Der Nachweis darf experimentell oder durch Simulation erbracht werden.

#### 4.1.3 Prüfbarkeit

(1) Die Einrichtungen der Netzanschlüsse und der Eigenbedarfsanlage, die zur Versorgung des Notstromsystems dienen, müssen so ausgelegt sein, dass deren regelmäßige und lückenlose Überprüfung bei Blockstillständen und, soweit aus Zuverlässigkeitsgründen erforderlich, auch während des Normalbetriebes möglich ist.

(2) Prüfungen dürfen notwendige Schutzaktionen nicht verhindern.

#### 4.1.4 Überwachung

Die Einrichtungen der Netzanschlüsse und der Eigenbedarfsanlage, die zur Versorgung des Notstromsystems dienen, sind durch Messung und Meldung auf Funktionsbereitschaft und Betriebszustand zu überwachen.

### 4.2 Netzseitige Versorgungsmöglichkeiten

#### 4.2.1 Auslegung

(1) Von den beiden netzseitigen Versorgungsmöglichkeiten nach 3 (2) b) muss jeder für sich alle Stränge des Notstromsystems versorgen können.

(2) Die netzseitigen Versorgungsmöglichkeiten nach 3 (2) b) und d) müssen funktional voneinander getrennt und schutztechnisch entkoppelt sein.

(3) Die Netzanschlüsse nach 3 (2) b) sollen an unterschiedlichen Spannungsebenen angebonden sein. Ist dies auf Grund von Netzgegebenheiten in Kernkraftwerksnähe nicht möglich, so sind die Netzanschlüsse zumindest an getrennte Netzschaltanlagen anzuschließen und schutztechnisch zu entkoppeln.

(4) Der Reserve-Netzanschluss muss so ausgelegt sein, dass über ihn der Kernkraftwerksblock unter Erhaltung der Hauptwärmesenke abgefahren werden kann. Während eines Störfalls sind die dynamischen Beanspruchungen bei Auftreten einer Langzeitschaltung zu berücksichtigen.

(5) Die Reserve-Netzanschlüsse müssen im Anforderungsfall automatisch zugeschaltet werden. Die Anregelkriterien, Anregelgrenzwerte und Zeitverzögerungen für diese automatische Zuschaltung sind so zu wählen und mit denen der Notstromerzeugungsanlagen abzustimmen, dass dabei keine unnötige Zu-

schaltung der Notstromerzeugungsanlagen erfolgt. Die Eigenbedarfsumschaltung soll sowohl als Kurzzeitschaltung als auch als Langzeitschaltung ausgeführt werden können.

(6) Reserve-Netzanschlüsse dürfen für mehrere Kernkraftwerksblöcke gemeinsam genutzt werden. Ein gemeinsamer Reserve-Netzanschluss muss so ausgelegt sein, dass über ihn alle zu versorgende Kernkraftwerksblöcke unter Erhaltung der Hauptwärmesenken gleichzeitig abgefahren werden können.

(7) Der Notstrom-Netzanschluss und seine Einspeisestellen im Kernkraftwerk sind so auszulegen, dass die für die Nachwärmeabfuhr des Kernkraftwerksblockes mindestens erforderliche elektrische Leistung zur Versorgung eines Nachkühlstranges einschließlich aller erforderlichen Informations-, Steuer- und Hilfseinrichtungen bezogen werden kann.

#### Hinweise:

(1) Hinsichtlich der erforderlichen Leistung für die Nachwärmeabfuhr wird keine Überlagerung eines weiteren Störfalls, z. B. Kühlmittelverlust, unterstellt.

(2) Bei Kernkraftwerken mit Notnackkühlssystemen kann für die Nachwärmeabfuhr ein Notnackkühlstrang ausreichend sein.

(8) Die Notstrom-Netzanschlüsse sollen im Bedarfsfall von Hand zugeschaltet werden können. Eine automatische Zuschaltung ist zulässig, wenn der Notstrom-Netzanschluss leistungsmäßig für die maximale automatisch zuschaltbare Verbraucherleistung ausgelegt ist.

(9) Notstrom-Netzanschlüsse dürfen für mehrere Kernkraftwerksblöcke gemeinsam genutzt werden. Die Leistung eines gemeinsamen Notstrom-Netzanschlusses muss für die gleichzeitige Nachwärmeabfuhr aller angeschlossenen Kernkraftwerksblöcke gemäß der nach Absatz 7 spezifizierten Leistung ausgelegt sein.

(10) Mindestens eine Verbindung zum Netz, z. B. der Notstrom-Netzanschluss, muss im Nahbereich des Kernkraftwerkes als erdverlegte Kabelverbindung ausgeführt sein.

#### 4.2.2 Maßnahmen bei Netzausfällen

(1) Die Reparatur von ausgefallenen Netzanschlüssen ist unverzüglich einzuleiten.

(2) Bei Einwirkungen von außen ist im Nahbereich der Kernkraftwerksanlage ein gleichzeitiger Ausfall der Haupt- und Reservenetzanschlüsse nicht ausgeschlossen, daher muss innerhalb von drei Tagen entweder ein Netzanschluss instandgesetzt oder eine anderweitige Versorgungsmöglichkeit genutzt werden können.

(3) Die elektrische Leistung der Versorgungsmöglichkeiten nach Absatz 2 muss ausreichen, um die Nachwärme abzuführen und eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern. Bei Mehrblockanlagen muss die entsprechende elektrische Leistung für jeden Kernkraftwerksblock bezogen werden können.

#### 4.3 Betrieb und Instandhaltung

(1) Die Auslegung und Anordnung aller Anlagenteile der elektrischen Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher sollen eine klare Übersicht, gute Wartung und kurze Instandsetzungszeit, z. B. durch Zugänglichkeit, Austauschbarkeit, ermöglichen.

(2) Für Betrieb und Instandhaltung müssen eindeutige Anweisungen vorliegen. Vorschriften des jeweiligen Herstellers sind zu berücksichtigen.

(3) Funktionsstörungen und Schäden sind unverzüglich zu beheben.

(4) Für Betrieb und Instandhaltung software-basierter Einrichtungen sind die Anforderungen des anlagenspezifischen IT-Sicherheits-Konzepts gemäß der darin vorgegebenen Einstufung zu erfüllen.

#### 4.4 Qualitätssicherung und Prüfungen

##### 4.4.1 Allgemeines

Für die Komponenten der elektrischen Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher ist es Aufgabe der Qualitätssicherung nachzuweisen, dass die Anforderungshäufigkeit der Notstromerzeugungsanlage minimiert wird.

###### Hinweis:

Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung sind in KTA 1401 enthalten.

##### 4.4.2 Inbetriebsetzungsprüfungen

Inbetriebsetzungsprüfungen sind durchzuführen, um die Funktion der elektrischen Energieversorgung im Zusammenwirken mit der Anlage und mit den verfahrenstechnischen und leittechnischen Systemen nachzuweisen. Die Inbetriebsetzungsprüfungen sollen unter möglichst betriebsnahen Bedingungen durchgeführt werden

## 5 Notstromsystem

### 5.1 Grenzen des Notstromsystems

Zum Notstromsystem gehören alle elektrotechnischen Einrichtungen einschließlich der zugeordneten Hilfssysteme von den Einspeiseschaltern der Notstromanlagen bis zu den Anschlussklemmen der Notstromverbraucher.

###### Hinweis:

Im Anhang B ist ein Beispiel für die Grenzen des Notstromsystems dargestellt.

### 5.2 Allgemeine Anforderungen

(1) Die für die Sicherheit eines Kernkraftwerksblockes wichtigen Verbraucher sind an Notstromanlagen anzuschließen. Dies müssen insbesondere die Verbraucher sein, die erforderlich sind, um den Reaktor sicher abzuschalten, den Reaktor im abgeschalteten Zustand zu halten, die Nachwärme abzuführen und eine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern.

(2) Die Notstromschaltanlagen sind immer derart unter Spannung zu halten, dass die Notstromverbraucher aus der Eigenbedarfsanlage oder aus einem Netzanschluss und bei Ausfall dieser Energieversorgungen aus Notstromerzeugungsanlagen versorgt werden können.

(3) Für die Auslegung der Notstromanlagen ist

- a) der gleichzeitige Ausfall der block- und netzseitigen Energieversorgung und
- b) der Ausfall der blockseitigen Energieversorgung mit Weiterversorgung vom Hauptnetz

jeweils mit einem der Störfälle oder einer der Einwirkungen von außen, die der Auslegung des Kernkraftwerkes zu Grunde gelegt sind, zu überlagern.

(4) Für die Auslegung der Notstromanlagen sind darüber hinaus die dynamischen Beanspruchungen bei gleichzeitigem Auftreten einer Langzeitschaltung und eines Auslegungsstörfalles zu berücksichtigen.

(5) Die Auslegung der Notstromanlagen muss bei den ungünstigsten Umgebungsbedingungen und den betriebs- und störfallbedingten Belastungen die Einhaltung der elektrischen Bedingungen der zugeordneten Verbraucher sicherstellen.

###### Hinweis:

Zu den elektrischen Bedingungen für die Versorgung der Verbraucher zählen insbesondere die zulässigen Toleranzen für Spannung, Strom oder Frequenz sowohl im statischen als auch im dynamischen Bereich.

(6) Eine ausreichende Leistungs- und Dauerbetriebsfähigkeit des Notstromsystems ist über die Nutzungsdauer des Kernkraftwerkes sicherzustellen.

### 5.3 Schutz gegen versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Notstromsystems

(1) Das Notstromsystem ist so auszulegen, auszuführen und zu betreiben, dass versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Notstromsystems und der davon versorgten Verbraucher die erforderliche Notstromversorgung im Bedarfsfall nicht verhindern. Als versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Notstromsystems sind in Betracht zu ziehen:

- a) Zufallsausfälle der Komponenten des Notstromsystems (Einzelfehler, die durch Redundanz nach 5.6 abzudecken sind) und
- b) Systematische Ausfälle, wie mehrere gleichzeitig oder kurzfristig aufeinanderfolgende Ausfälle, die eine gemeinsame Ursache im System selbst haben.

(2) Die Möglichkeit und die Auswirkungen systematischer Ausfälle im Notstromsystem sind zu analysieren. Abhängig vom Ergebnis der Analysen sind zusätzlich Maßnahmen auf Komponentenebene oder auf Systemebene zu treffen, so dass eine Verletzung der Schutzziele (siehe Grundlagen (1)) nicht mehr unterstellt werden muss (Robustheit gegen systematische Ausfälle).

###### Hinweise:

(1) Bei elektromechanischen bzw. einfachen elektronischen Baugruppen kann die Eintrittswahrscheinlichkeit systematischer Ausfälle z. B. durch die Auswahl geeigneter Komponenten, Prüfzyklen, Grenzbelastungsprüfungen so weit herabgesetzt werden, dass zusätzliche Maßnahmen gegen systematische Ausfälle nicht erforderlich sind.

(2) Bei Komponenten, die für Schutz-, Steuerungs- und Überwachungsfunktionen komplexe elektronische Baugruppen (programmierbar oder nicht programmierbar) enthalten, ist von einem deutlich höheren CCF-Potenzial auszugehen als bei elektromechanischen bzw. einfachen elektronischen Baugruppen. Um ein redundanzübergreifendes, systematisches Versagen ausschließen zu können, gibt es fehlervermeidende und fehlerbeherrschende Maßnahmen bei den Komponenten selbst sowie fehlerbeherrschende Maßnahmen auf Systemebene.

### 5.4 Schutz gegen versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Kernkraftwerkes

Das Notstromsystem ist so auszulegen, auszuführen und zu betreiben, dass versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Kernkraftwerkes die erforderliche Notstromversorgung im Bedarfsfall nicht verhindern. Als versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Kernkraftwerkes sind z. B. Brand oder Rohrbruch in Betracht zu ziehen.

### 5.5 Schutz gegen Einwirkungen von außen

(1) Die Notstromanlagen sind gegen die gleichen Einwirkungen von außen zu schützen wie die verfahrenstechnischen Systeme, deren elektrische Verbraucher von diesen Notstromanlagen versorgt werden und deren Funktion während und nach der Einwirkung von außen erforderlich ist. Das Schutzkonzept der Notstromanlagen gegen Einwirkungen von außen ist mit dem Schutzkonzept der zugehörigen verfahrenstechnischen Systeme abzustimmen.

(2) Im Schutzkonzept der Notstromanlagen muss berücksichtigt sein, dass bei Ausfall einzelner Einrichtungen bei sehr seltenen zivilisatorisch bedingten Einwirkungen, gegen die diese

Einrichtungen nicht ausgelegt sind, weitere Einrichtungen die sicherheitstechnische Aufgabe erfüllen.

## 5.6 Redundanz

Die Schaltungskonzepte der verfahrenstechnischen Systeme und der zugehörigen Notstromanlagen sind gegenseitig so abzustimmen, dass die Redundanz der Notstromerzeugungs- und -verteilungsanlagen der Redundanz der verfahrenstechnischen Systeme entspricht. Das Notstromsystem muss seine sicherheitstechnische Aufgabe auch während Prüfungen oder Instandsetzungsvorgängen und gleichzeitigen Auftretens eines Einzelfehlers erfüllen, soweit diese Forderung für die zugehörigen verfahrenstechnischen Systeme besteht. Bei der Gesamtanalyse eines Störfalls sind der Einzelfehler und der Instandsetzungsfall einmal in der Gesamtheit der zur Beherrschung des Störfalls vorhandenen Einrichtungen anzunehmen.

## 5.7 Funktionelle Unabhängigkeit

(1) Das Notstromsystem muss aus redundanten unvermaschten Strängen bestehen, die jeweils eigene Einspeisungen sowie eigene Notstromerzeugungsanlagen, Verteilungen, Kabeltrassen und Hilfseinrichtungen haben und dadurch funktionell unabhängig sind.

(2) Als Ausnahme sind Einspeisungen für Notstromverbraucher von mehr als einem Strang einer Notstromanlage nur dann zulässig, wenn dadurch eine vom zu versorgenden System geforderte Zuverlässigkeit erreicht werden kann und im Einzelfall nachgewiesen wird, dass die Zuverlässigkeit des Notstromsystems durch diese Maßnahme nicht unzulässig gemindert wird. Diese Verbindungen sind so auszuführen, dass keine in Betracht zu ziehende Versagensmöglichkeit mehr als einen Strang ausfallen lassen kann.

## 5.8 Räumliche Trennung

Die redundanten Stränge von Notstromanlagen sind räumlich so voneinander getrennt anzuordnen oder gegeneinander derart zu schützen, dass versagensauslösende Ereignisse in einem Strang nicht auf andere Stränge übergreifen können und ein einzelnes anlageninternes versagensauslösendes Ereignis nicht zum Ausfall von mehr als einem Strang führt.

## 5.9 Leistungsbilanzen

(1) Es müssen Leistungsbilanzen aufgestellt werden, wobei die im Rahmen der Störfallanalyse des Kernkraftwerkes in Betracht gezogenen Störfälle zu berücksichtigen sind. Dies gilt insbesondere für den Ausfall der block- und netzseitigen Energieversorgung

- ohne gleichzeitigen Ausfall in den verfahrenstechnischen Systemen,
- jeweils gleichzeitig mit einem der in Betracht gezogenen Störfälle in den verfahrenstechnischen Systemen und
- jeweils gleichzeitig mit einer der in Betracht gezogenen Auswirkungen von außen.

(2) Der Leistungsbedarf muss getrennt für jeden Strang des Notstromsystems ermittelt werden.

(3) In die Leistungsbilanzen sind, neben allen von den Notstromanlagen versorgten elektrischen Verbrauchern, die von den Notstromaggregaten direkt angetriebenen Arbeitsmaschinen einzubeziehen.

(4) Bei der Erstellung der Leistungsbilanzen sind für die in Betracht zu ziehenden Störfallabläufe die zeitabhängig unterschiedlichen Leistungsanforderungen zu berücksichtigen.

(5) Die Leistungsbilanzen müssen den statischen Betriebsbereich und transiente Vorgänge berücksichtigen.

(6) Bei der Ersterstellung der Leistungsbilanz sind Unsicherheiten im Konzept der elektrischen Energieversorgung durch einen Sicherheitszuschlag zu berücksichtigen.

Hinweis:

In den Regeln KTA 3702 bis KTA 3704 sind komponentenspezifisch die Sicherheitszuschläge festgelegt.

(7) Die Leistungsbilanzen sind regelmäßig zu aktualisieren und dürfen nicht älter als fünf Jahre sein.

## 5.10 Unterbrechungs- und Verzugszeiten

(1) Für alle Notstromverbraucher muss die für sie zulässige Unterbrechungs- oder Verzugszeit nach Ausfall der block- und netzseitigen Energieversorgung bis zur Versorgung aus den Notstromerzeugungsanlagen festgestellt werden. Eine entsprechende Zuordnung von Verbrauchergruppen zu den entsprechenden Notstromanlagen ist vorzunehmen.

(2) Die Einrichtungen dieser Notstromanlagen sind so ausulegen, dass die zulässigen Unterbrechungs- und Verzugszeiten nicht überschritten werden.

Hinweis:

Die zulässigen Unterbrechungs- und Verzugszeiten ergeben sich aus der Störfallanalyse der jeweiligen Kernkraftwerksanlage.

## 5.11 Einleitung und Beendigung des Notstrombetriebes

(1) Der Notstrombetrieb muss eingeleitet werden, wenn die Versorgung der betroffenen Notstromschiene aus der Eigenbedarfsanlage ausfällt oder nicht mehr innerhalb der für die Notstromverbraucher zulässigen Toleranzen von Spannung und Frequenz erfolgt.

Hinweis:

Anforderungen an die Einrichtungen zur Bildung und Verarbeitung der Signale zur Einleitung des Notstrombetriebes sind in den Regeln KTA 3501 und KTA 3702 enthalten.

(2) Die Notstromanlagen sind so auszulegen, dass nach Anforderung einer Notstromerzeugungsanlage für mindestens 30 min keine Handeingriffe zum Betrieb der Notstromanlagen erforderlich sind.

(3) Ist für die Beherrschung von Störfällen ein längerer Betrieb als 30 min ohne Handeingriffe erforderlich, gilt dies auch für die zugehörigen Notstromanlagen.

(4) Der Notstrombetrieb soll beendet werden, wenn die Versorgung aus der Eigenbedarfsanlage oder einer ausreichenden anderen Versorgung wieder sicher verfügbar ist.

(5) Bei der Beendigung des Notstrombetriebes ist zu berücksichtigen, dass bestimmte Typen von Notstromdieselaggregaten in der Phase des Stillsetzens nicht erneut gestartet werden können. Eine erneute Anforderung in dieser Phase ist jedoch zu berücksichtigen.

Hinweis:

Das Stillsetzen derartiger Notstromdieselaggregate kann beispielsweise strangweise zeitlich versetzt erfolgen.

## 5.12 Schutz

Die Schutzeinrichtungen im Notstromsystem müssen so ausgelegt werden, dass Fehler zuverlässig erfasst und die erforderlichen Abschaltungen durchgeführt werden sowie ein Fehlansprechen durch betriebliche Transienten vermieden wird. Das Ansprechen von Schutzeinrichtungen ist zu signalisieren.

Hinweis:

Komponentenspezifische Anforderungen sind in den Regeln KTA 3702 bis KTA 3705 aufgeführt.

### 5.13 Prüfbarkeit

(1) Die Einrichtungen im Notstromsystem müssen so ausgelegt sein, dass eine regelmäßige und lückenlose Überprüfung bei Blockstillständen und, soweit aus Zuverlässigkeitsgründen erforderlich, auch während des Normalbetriebes möglich ist.

(2) Die Einrichtungen im Notstromsystem sollen so ausgeführt werden, dass die wiederkehrenden Prüfungen nach 5.16.5 durchführbar sind und dabei kein Eingriff in die Verdrahtung erforderlich ist.

#### Hinweis:

Das Öffnen von Trennklemmen gilt z. B. nicht als Eingriff in die Verdrahtung.

(3) Prüfungen dürfen notwendige Schutzaktionen nicht verhindern.

(4) Fehler, die während der Prüfung im zu prüfenden Strang auftreten, dürfen nicht zu Ausfällen in anderen Strängen führen.

### 5.14 Überwachung

Die Einrichtungen im Notstromsystem sind durch Messung und Gefahrenmeldung auf die Einhaltung ihrer Funktionswerte zu überwachen, um Funktionsbereitschaft und Betriebszustand zu erkennen.

### 5.15 Betrieb und Instandhaltung

(1) Die Auslegung und Anordnung aller Anlagenteile der Notstromversorgung sollen eine klare Übersicht, gute Wartung und kurze Instandsetzungszeit, z. B. durch Zugänglichkeit, Austauschbarkeit, ermöglichen.

(2) Für Betrieb und Instandhaltung müssen eindeutige Anweisungen vorliegen. Die Vorschriften des jeweiligen Herstellers sind zu berücksichtigen.

(3) Funktionsstörungen und Schäden sind unverzüglich zu beheben.

(4) Wenn bei Instandsetzungsvorgängen im Notstromsystem der verbleibende Teil durch einen während des Instandsetzungsvorgangs auftretenden Zufallsausfall einschließlich Folgeausfall seine sicherheitstechnische Aufgabe nicht mehr erfüllen kann, ist die Reaktoranlage in einen sicheren Zustand zu überführen.

#### Hinweis:

Das Überführen in einen sicheren Zustand kann z. B. durch unverzügliche Instandsetzung oder Abfahren der Reaktoranlage erfolgen. Einer unverzüglichen Instandsetzung ist dann der Vorzug zu geben, wenn die Instandsetzung schneller abgeschlossen werden kann als das Abfahren.

(5) Für Betrieb und Instandhaltung software-basierter Einrichtungen sind die Anforderungen des anlagenspezifischen IT-Sicherheits-Konzepts gemäß der darin vorgegebenen Einstufung zu erfüllen.

### 5.16 Qualitätssicherung und Prüfungen

#### 5.16.1 Allgemeines

(1) Für die Komponenten des Notstromsystems ist die Qualitätssicherung nachzuweisen.

#### Hinweis:

Die allgemeinen Anforderungen an die Qualitätssicherung sind in KTA 1401 enthalten. Die komponentenspezifischen Anforderungen an die Qualitätssicherung sind in den Regeln KTA 3702 bis KTA 3705 enthalten.

(2) Es sind die zur eindeutigen Identifikation der Konfiguration von Komponenten des Notstromsystems erforderlichen Informationen anzugeben.

#### Hinweis:

Dies kann in Form einer Konfigurations-Identifikations-Dokumentation erfolgen.

#### 5.16.2 Vorprüfung

Zur Durchführung einer Vorprüfung durch die atomrechtliche Behörde oder einen von ihr nach § 20 AtG zugezogenen Sachverständigen ist durch Unterlagen nachzuweisen, dass die elektrischen Bauelemente, Baugruppen, Komponenten und Systeme nach den sicherheitstechnischen Anforderungen bemessen, geprüft und zusammengestellt sind.

#### 5.16.3 Eignungsnachweis, Typ- und Stückprüfungen

(1) Typprüfungen sind zum Nachweis wesentlicher Eigenschaften einer Komponente an Mustern der Fertigung nach abgeschlossener Entwicklung des Typs durchzuführen. Eine Typprüfung, z. B. nach den VDE-Bestimmungen, darf als ein solcher Nachweis gelten.

(2) Werden für den Einsatz im Kernkraftwerk sicherheitstechnische Eigenschaften, z. B. Störfallfestigkeit oder Erdbbensicherheit verlangt, die durch die Typprüfung nicht erfasst werden, sind ergänzende Eignungsprüfungen durchzuführen. Die Beständigkeit gegen die am Einsatzort auftretenden, ungünstigsten Umgebungsbedingungen ist nachzuweisen.

(3) Entsprechend der unterschiedlichen sicherheitstechnischen Bedeutung der von ihnen versorgten Einrichtungen dürfen für die Komponenten des Notstromsystems abgestufte Qualifizierungsanforderungen festgelegt werden.

(4) Wird auf Basis der Analyse nach 5.3 (2) Robustheit der Komponenten gegen systematische Ausfälle verlangt, sind im Rahmen der Eignungs- oder Typprüfungen ergänzende Nachweise zu erbringen. Bei komplexen elektronischen Baugruppen (programmierbar oder nicht programmierbar) hat der Nachweis nach Anhang C zu erfolgen.

(5) Stückprüfungen sind durchzuführen, um Werkstoff- und Fertigungsfehler aufzufinden. Sie werden grundsätzlich an jedem Stück der Liefermenge durchgeführt. Bei Serienprodukten sind auf Grund der vorgegebenen statistischen Sicherheit Prüfungen an Stichproben zulässig.

(6) Eine Stückprüfung nach den VDE-Bestimmungen ist ausreichend, soweit nicht für den Einsatz im Kernkraftwerk zusätzliche sicherheitstechnische Eigenschaften gewährleistet sein müssen. Andernfalls sind erweiterte Stückprüfungen durchzuführen. Dabei ist die Durchführung von produktspezifischen Fertigungsprüfungen nachzuweisen.

#### 5.16.4 Inbetriebsetzungsprüfungen

Inbetriebsetzungsprüfungen sind durchzuführen, um die Einhaltung der spezifizierten sicherheitstechnischen Anforderungen und die Funktion der elektrischen Energieversorgung im Zusammenwirken mit der Anlage und mit den verfahrenstechnischen und leittechnischen Systemen nachzuweisen. Die Inbetriebsetzungsprüfungen sollen unter möglichst betriebsnahen Bedingungen durchgeführt werden.

#### 5.16.5 Wiederkehrende Prüfungen

Wiederkehrende Prüfungen sind durchzuführen, um die Einhaltung der Funktionsfähigkeit der elektrischen Energieversorgung zu überprüfen. Sie sind während des Betriebes oder Stillstands des Kernkraftwerkes in festgelegten Zeitabständen durchzuführen, die sich aus Zuverlässigkeitsbetrachtungen und aus der gegenseitigen Abstimmung mit Funktionsprüfungen zugehöriger verfahrenstechnischer Systeme ergeben.

### 5.16.6 Prüfungen nach Wartung oder Instandsetzung

(1) Nach Abschluss von Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten, die zu einer Unterbrechung der Funktionsbereitschaft geführt haben, muss die Wiederherstellung der Funktionsbereitschaft durch eine abdeckende Prüfung nachgewiesen werden.

(2) Sofern der Einsatz geänderter Geräte erforderlich ist, müssen diese die in 5.16.3 festgelegten Anforderungen erfüllen.

### 5.16.7 Prüfunterlagen

Es sind Prüfunterlagen zu erstellen, in denen die den einzelnen Prüfarten zugeordneten Prüfungen festgelegt sind. Zusätzlich sind die erforderlichen Prüfmittel und Prüfvorbereitungen anzugeben.

### 5.16.8 Prüfer

(1) Die Typprüfungen nach 5.16.3 sind der atomrechtlichen Behörde oder einem von ihr nach § 20 AtG zugezogenen Sachverständigen zu belegen. Die Eignungsprüfungen nach 5.16.3 sind in Abstimmung mit der atomrechtlichen Behörde oder einem von ihr nach § 20 AtG zugezogenen Sachverständigen durchzuführen.

(2) Die Stückprüfungen nach 5.16.3 dürfen durch Werkssachverständige durchgeführt werden. Darüber hinaus ist im Rahmen der Vorprüfungen festzulegen, zu welchen Prüfungen nach 5.16.3 die atomrechtliche Behörde oder einer von ihr nach § 20 AtG zugezogener Sachverständiger hinzuzuziehen ist.

(3) Die Inbetriebsetzungsprüfungen nach 5.16.4 sind in Abstimmung mit der atomrechtlichen Behörde oder einem von ihr nach § 20 AtG zugezogenen Sachverständigen durchzuführen.

(4) Die wiederkehrenden Prüfungen nach 5.16.5 und die Prüfungen nach Wartung oder Instandsetzung nach 5.16.6 sind vom Betreiber in Abstimmung mit der atomrechtlichen Behörde oder einem von ihr nach § 20 AtG zugezogenen Sachverständigen durchzuführen.

### 5.16.9 Prüfnachweis

(1) Über die durchgeführten Prüfungen sind Nachweise nach KTA 1202 Abschnitt 3.5 Prüfnachweis zu führen.

(2) Die Prüfungen nach 5.16.3 sind durch Bescheinigungen zu belegen.

## 6 Verbindungen zwischen Blöcken einer Kernkraftwerksmehrblockanlage

### 6.1 Einsatzbedingungen

(1) Die Nutzung von Verbindungen zwischen den Drehstromanlagen der Blöcke ist zulässig, wenn

- a) bei geplanten Abschaltungen in der Eigenbedarfsanlage (Instandhaltung) das Anlaufen von Notstromaggregaten vermieden,
- b) die Betriebszeit von Notstromaggregaten im Anforderungsfall verkürzt und
- c) eine Ersatzspeisung bei Nichtverfügbarkeit von Notstromaggregaten im Anforderungsfall dieser Notstromaggregate hergestellt

werden soll.

(2) Verbindungen zur Übertragung elektrischer Energie zwischen Gleichstromanlagen benachbarter Kernkraftwerksblöcke sollen nicht vorgesehen werden.

(3) Gleichstromverbraucher dürfen aus Gleichstromanlagen benachbarter Kernkraftwerksblöcke versorgt werden, wenn die Einspeisung zuverlässig entkoppelt ist.

### 6.2 Allgemeine Anforderungen

(1) Die Verbindungen zwischen Kernkraftwerksblöcken müssen für die zu übertragende elektrische Leistung ausgelegt sein. Die für die Verbraucher zulässigen oberen und unteren Grenzwerte von Spannung und Frequenz sind einzuhalten.

(2) Bei Verbindungen zwischen Kernkraftwerksblöcken soll jeweils nur eine Art der Ausführung vorgesehen werden.

**Hinweis:**

Im Anhang D sind Beispiele für die Ausführung von Verbindungen zwischen den Kernkraftwerksblöcken zusammengestellt.

(3) Bei der Auslegung der Eigenbedarfsanlagen, der Notstromerzeugungsanlagen und der Notstromverteilungsanlagen ist die über die Verbindungen zu anderen Kernkraftwerksblöcken zu übertragende elektrische Leistung zu berücksichtigen.

(4) Verbindungen zwischen den Schaltanlagen der Kernkraftwerksblöcke sind so auszulegen und zu betreiben, dass sie die Nichtverfügbarkeit der Energieversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher in den einzelnen Kernkraftwerksblöcken nicht bestimmen.

### 6.3 Schaltungskonzept

(1) Das Schaltungskonzept von Verbindungen zwischen den Eigenbedarfsschaltanlagen benachbarter Kernkraftwerksblöcke muss auf die Unterteilung dieser Anlagen abgestimmt werden.

(2) Das Schaltungskonzept von Verbindungen zwischen den Notstromschaltanlagen benachbarter Kernkraftwerksblöcke sowie von Verbindungen zwischen Eigenbedarfsschaltanlagen eines Kernkraftwerksblockes und Notstromschaltanlagen eines anderen Kernkraftwerksblockes muss das Strangkonzept der jeweiligen Notstromanlagen einhalten.

(3) Die Verbindungen zwischen Kernkraftwerksblöcken müssen beidseitig abschaltbar sein.

### 6.4 Selektivität

Die Verbindungen zwischen Kernkraftwerksblöcken müssen jeweils mit Schutzeinrichtungen so ausgerüstet werden, dass die Selektivität innerhalb jedes Kernkraftwerksblockes erhalten bleibt.

### 6.5 Überwachung und Verriegelung

(1) In jedem Kernkraftwerksblock muss der Schalt- und Belastungszustand der zu diesem Kernkraftwerksblock gehörenden Teile der Verbindungen angezeigt werden.

(2) Unzulässige Schaltzustände sind vorzugsweise durch technische Maßnahmen und durch ergänzende administrative Maßnahmen zu verhindern.

(3) Signalverbindungen zwischen den Blöcken müssen galvanisch entkoppelt sein.

### 6.6 Qualitätssicherung und Prüfungen

#### 6.6.1 Allgemeines

Die Qualitätssicherung für die Verbindungen zwischen Blöcken einer Kernkraftwerksmehrblockanlage ist nachzuweisen.

**Hinweis:**

Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung sind in KTA 1401 enthalten.

### 6.6.2 Inbetriebsetzungsprüfungen

Inbetriebsetzungsprüfungen sind durchzuführen, um die Einhaltung der spezifizierten Anforderungen nachzuweisen. Die Inbetriebsetzungsprüfungen sollen unter möglichst betriebsnahen Bedingungen durchgeführt werden.

## 7 Zusätzliche Anforderungen an Verbindungen zu Notstromanlagen zwischen Blöcken einer Kernkraftwerksmehrblockanlage

### 7.1 Allgemeines

Für Verbindungen zwischen Notstromschaltanlagen der Kernkraftwerksblöcke und für Verbindungen zwischen der Eigenbedarfsschaltanlage eines Kernkraftwerksblockes und der Notstromschaltanlage eines anderen Kernkraftwerksblockes sind zusätzlich zu 6 die Forderungen in 7.2 bis 7.5 zu erfüllen.

### 7.2 Funktionelle Unabhängigkeit

Verbindungen, die zu Notstromschaltanlagen führen, sind so auszulegen, dass keine in Betracht zu ziehende Versagensmöglichkeit mehr als einen Strang des Notstromsystems in jedem Kernkraftwerksblock ausfallen lassen kann.

### 7.3 Räumliche Trennung

Die strangweisen Verbindungen zwischen den Notstromschaltanlagen der Kernkraftwerksblöcke sind räumlich so voneinan-

der getrennt anzuordnen oder gegeneinander derart zu schützen, dass versagenauslösende Ereignisse in einer strangweisen Verbindung nicht auf andere strangweise Verbindungen übergreifen können und ein einzelnes anlageninternes versagenauslösendes Ereignis nicht zum Ausfall von mehr als einer strangweisen Verbindung führt.

### 7.4 Zuschalten von Verbindungen

(1) Das Zuschalten von Verbindungen soll durch Handmaßnahmen erfolgen. Das Zuschalten von mehreren Verbindungen muss strangweise nacheinander durchgeführt werden.

(2) Die Notstromerzeugungsanlagen der Kernkraftwerksblöcke sollen über Verbindungen nicht parallel betrieben werden.

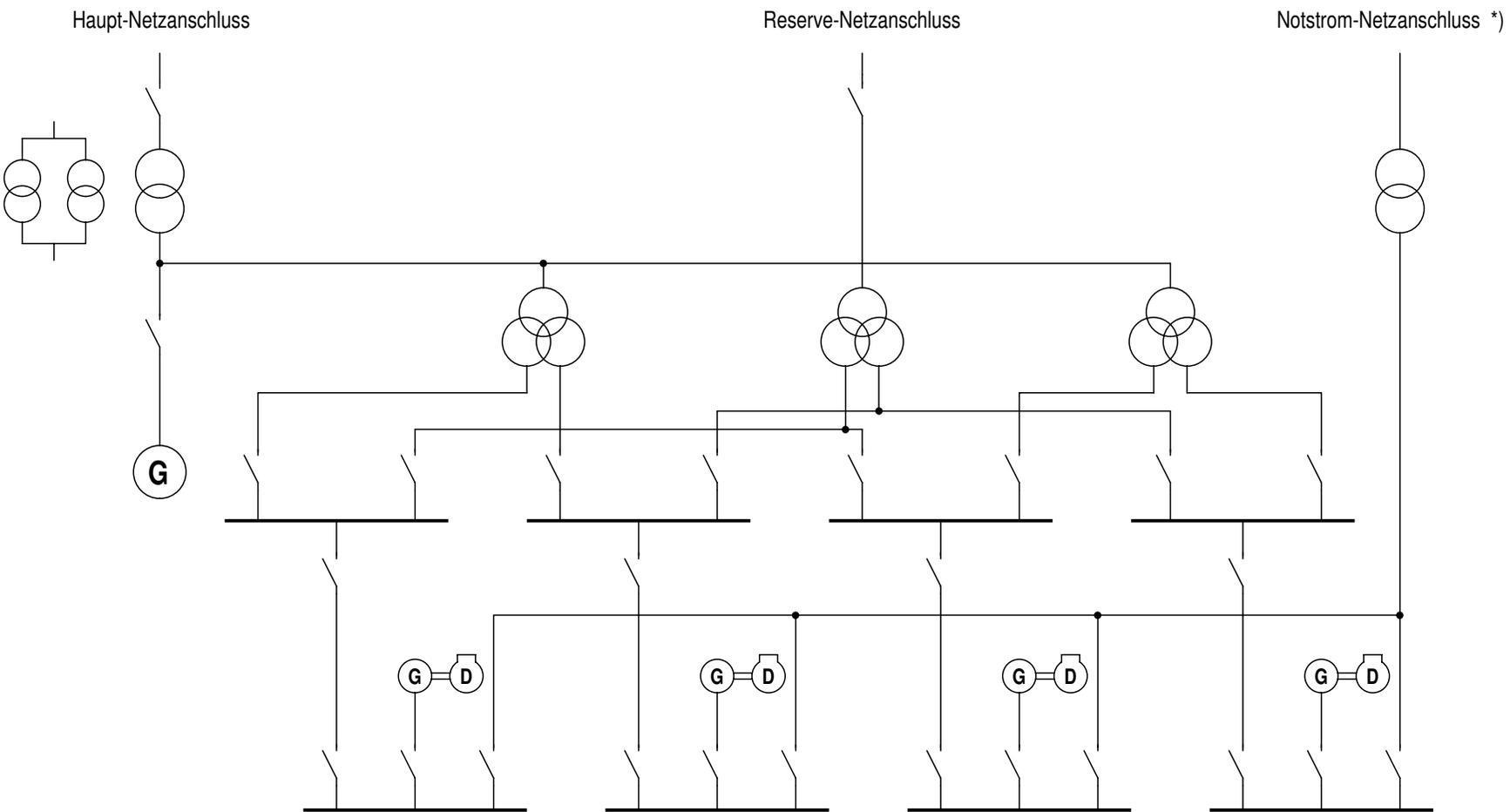
(3) Zur unterbrechungslosen Umschaltung sind eine Synchronisierung und ein kurzer Parallelbetrieb von Notstromaggregaten eines Kernkraftwerksblockes mit einer Einspeisung aus einem anderen Kernkraftwerksblock zulässig.

### 7.5 Abschalten von Verbindungen

Bei Anstehen der Signale zur Einleitung des Notstrombetriebes in einem Strang eines Kernkraftwerksblockes müssen die Verbindungen von der Notstromschaltanlage dieses Stranges zu anderen Kernkraftwerksblöcken automatisch aufgetrennt werden.

Anhang A

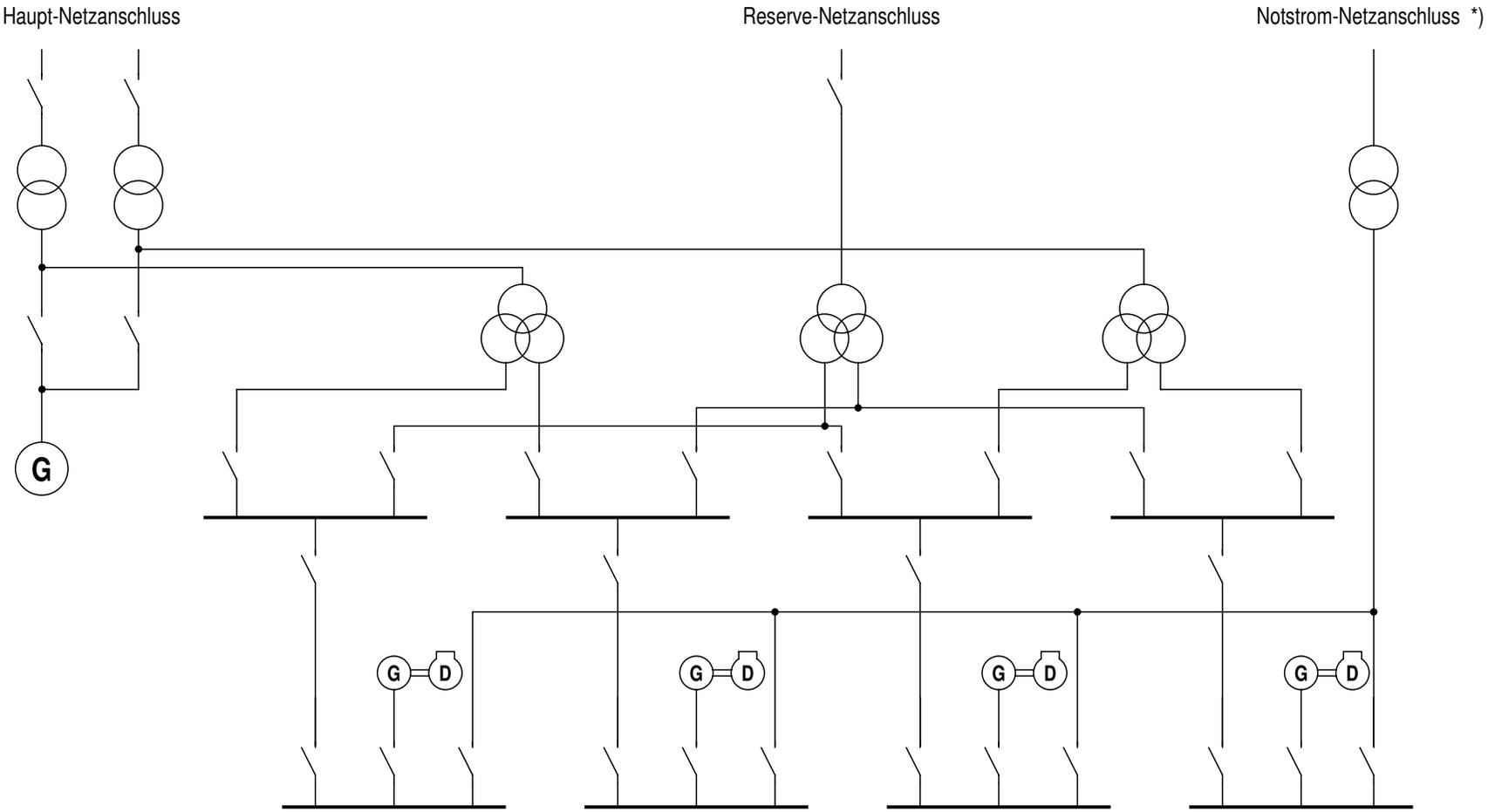
Beispiele für Schaltungskonzepte für die elektrische Energieversorgung eines Kernkraftwerkes



\*) Der Notstrom-Netzanschluss kann auch über die Eigenbedarfs-Anlage oder in die Notstromanlage eines Notstandssystems einspeisen.

G: Generator  
D: Dieselmotor

Bild A-1: Beispiel einer Schaltung für ein Kernkraftwerk mit Haupt-, Reserve- und Notstrom-Netzanschluss



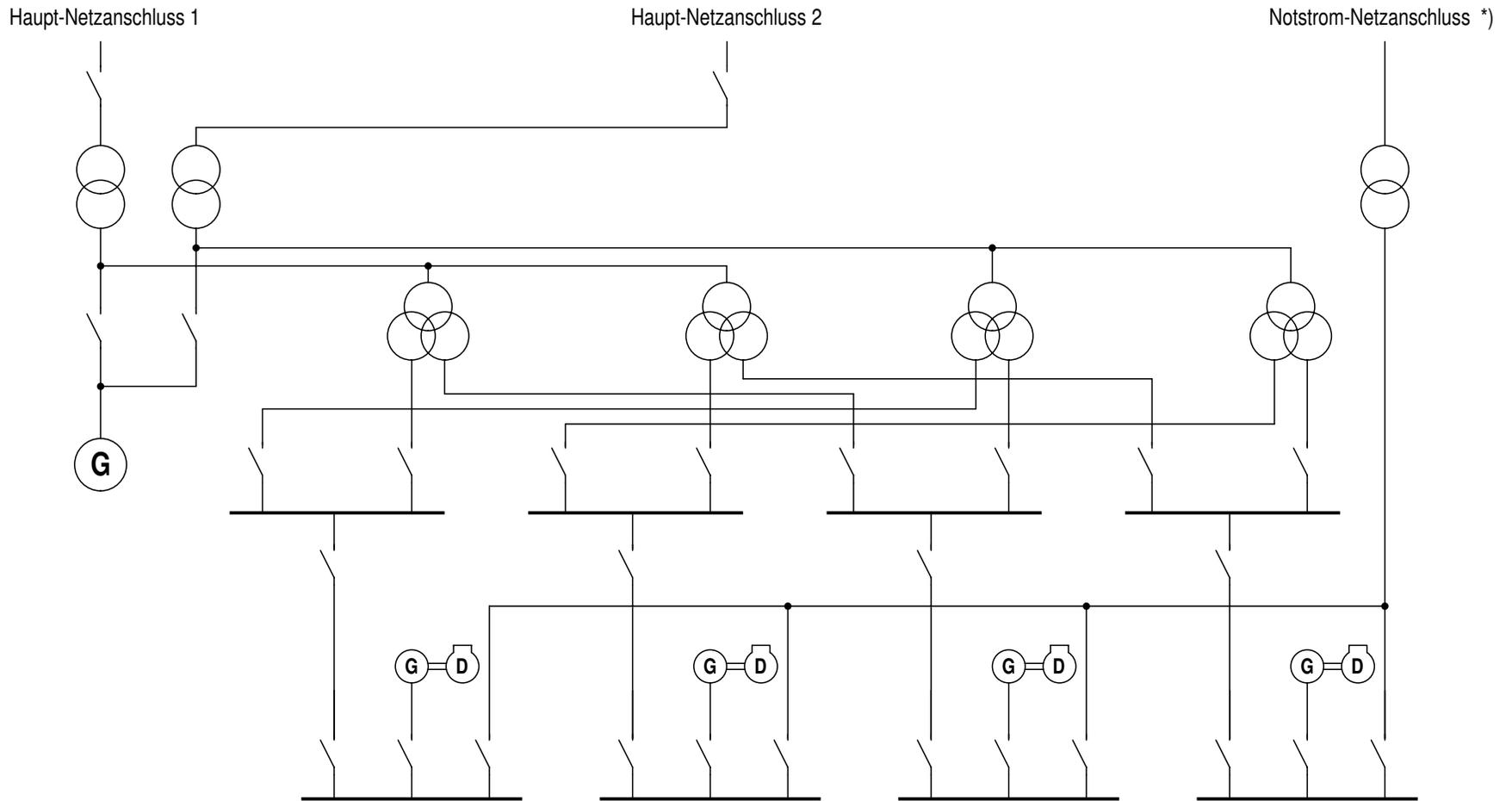
\*) Der Notstrom-Netzanschluss kann auch über die Eigenbedarfs-Anlage oder in die Notstromanlage eines Notstandssystems einspeisen.

G: Generator  
 D: Dieselmotor

**Bild A-2:** Beispiel einer Schaltung für ein Kernkraftwerk mit Haupt-Netzanschluss (zweigeteilt), Reserve- und Notstrom-Netzanschluss

**Bild A-3:**

Beispiel einer Schaltung für ein Kernkraftwerk mit zwei Haupt-Netzanschlüssen und Notstrom-Netzanschluss

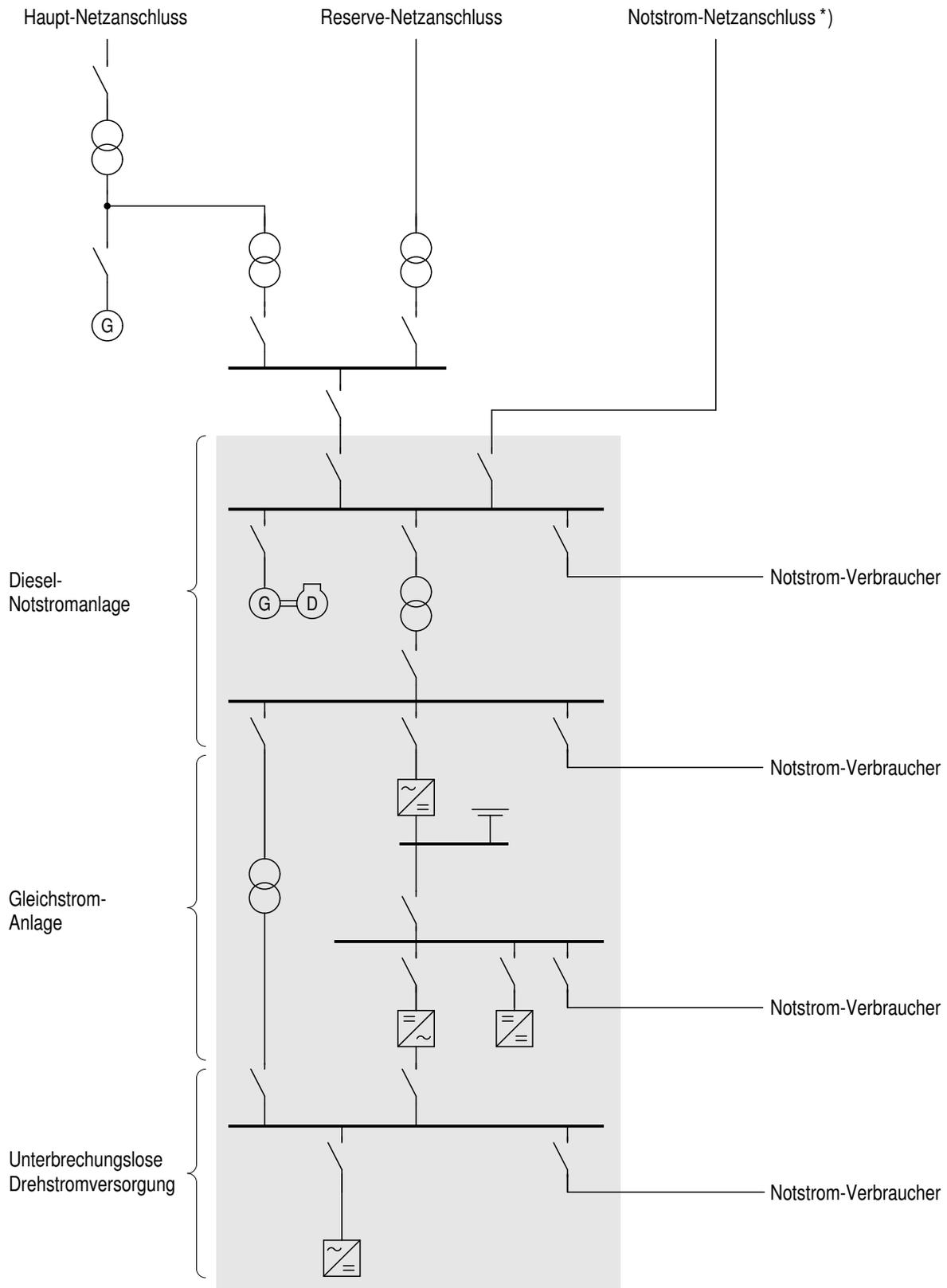


\*) Der Notstrom-Netzanschluss kann auch über die Eigenbedarfs-Anlage oder in die Notstromanlage eines Notstandsystems einspeisen.

G: Generator  
D: Dieselmotor

## Anhang B

### Grenzen eines Notstromsystems



G: Generator  
D: Dieselmotor

\*) Der Notstrom-Netzanschluss kann auch über die Eigenbedarfs-Anlage oder in die Notstromanlage eines Notstandssystems einspeisen.

**Bild B-1:** Schematische Darstellung der Grenzen eines Notstromsystems am Beispiel eines Stranges

## Anhang C

### Zusätzliche Prüfungen an Komponenten der elektrischen Energieversorgung mit komplexen elektronischen Baugruppen (programmierbar oder nicht programmierbar) zum Nachweis der Robustheit gegen systematische Ausfälle

#### C.1 Allgemeines

(1) Für die theoretische Prüfung zur Vorsorge gegen den systematischen Fehler sind mindestens Unterlagen nach C.2 bis C.4 vorzulegen. Diese sind insbesondere auf Vollständigkeit, Übereinstimmung untereinander und funktionsgerechte Auslegung der Baugruppen zu prüfen.

(2) Für die durchzuführenden praktischen Prüfungen sind Prüfanweisungen zu erstellen. Dort sind die Prüfziele, die Art der Prüfungen, die Prüfparameter und ihre Werte, die Prüfeinrichtungen und die Durchführung (Reihenfolge und Umfang der Prüfschritte) der Prüfungen zu beschreiben. Für die praktischen Prüfungen an den Baugruppen sind drei Prüflinge vorzusehen.

(3) Über die durchgeführten theoretischen und praktischen Prüfungen und die Prüfergebnisse ist ein Prüfbericht zu erstellen, in dem der Nachweis über das Erreichen der Prüfziele dokumentiert wird.

(4) Alternativ zu dem Vorgehen nach Absatz 1 bis 3 dürfen vergleichbare Nachweise erbracht werden.

##### Hinweis:

Vergleichbare Nachweise können sich beispielsweise aus einer Qualifizierung gemäß SIL 3 nach DIN EN 61508, Betriebsbewährung und zusätzlichen Prüfnachweisen, die auf Grund eines Vergleichs mit den kerntechnischen Regeln erforderlich werden, zusammensetzen.

#### C.2 Unterlagen

(1) Alle Baugruppenunterlagen müssen Angaben über Hersteller, Typ und Änderungszustand der Baugruppen und Angaben über die zugehörige Software enthalten. Dazu gehören auch die in C.3 und C.4 aufgeführten Unterlagen.

(2) Der Umfang und der Detaillierungsgrad der vorzulegenden Unterlagen sind mit der atomrechtlichen Behörde oder einem von ihr nach § 20 AtG zugezogenen Sachverständigen abzustimmen.

(3) Für die Baugruppen sind folgende Unterlagen vorzulegen:

- a) Angaben zur Feststellung der Identität der Baugruppen,
- b) Funktionsbeschreibung der Baugruppen mit Anwendungsbereich, Aufgabe und Wirkungsweise der Baugruppen,
- c) Datenblatt mit mindestens den folgenden Angaben, sofern diese nicht in dem Komponentendatenblatt aufgeführt sind:
  - ca) elektrische Eigenschaften (z. B. Überspannungskategorie, zulässiger Spannungs- und Frequenzbereich),
  - cb) Eingangsgrößen,
  - cc) Ausgangsgrößen,
  - cd) Hilfsenergie,
  - ce) zulässige Umgebungsbedingungen,
  - cf) Betriebsverhalten (z. B. Verhalten bei Ausfall und Wiederkehr der Versorgungsspannung, Reaktionszeiten),
  - cg) Schnittstellen und Kommunikationsprotokolle.
- d) Handhabungsanweisung mit folgendem Inhalt, sofern dieser nicht in den Komponentenhandhabungsanweisung aufgeführt ist:

- da) Einbau,
- db) Inbetriebnahme,
- dc) Einstellung,
- dd) Sonderzubehör,
- de) Wartung,
- df) Verpackung und Lagerung.

(4) Für Baugruppen mit diskreten Bauelementen muss der Stromlaufplan alle Bauelemente der Baugruppe und ihre gegenseitigen Verbindung enthalten.

(5) Für Baugruppen mit hoch integrierten Bauelementen ist der Anschlussplan aller elektrischen und datentechnischen Anschlüsse der Baugruppe aufzuführen.

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

(7) Der Lageplan der Bauelemente muss die Anordnung der Bauelemente wiedergeben.

(8) Die Fertigungsqualität der Baugruppe ist zu belegen.

(9) Der Entwicklungsprozess ist durch Unterlagen zu belegen.

##### Hinweis:

Diese Unterlagen können z. B. sein:

- a) Anforderungsspezifikation,
- b) Lastenheft,
- c) Pflichtenheft,
- d) Ausführungsunterlagen,
- e) Prüf- und Testdokumentation,
- f) Konfigurationsmanagement,
- g) dokumentiertes Änderungsverfahren,
- h) Dokumentation der Entwicklungs- und Prüfwerkzeuge und
- i) Auswirkungsanalyse (FMEA).

(10) Darüber hinaus sind folgende Informationen bereitzustellen:

- a) Aufbau, Programmablauf und Zeitverhalten der Software,
- b) Konfigurierungs-, Parametrierungs- und Prüfmöglichkeiten der Komponenten oder Baugruppen und die dafür vorhandenen Software-Werkzeuge,
- c) einzuhaltende Bedingungen und das Vorgehen zur Konfigurierung und Parametrierung,
- d) Spezifikation der Schnittstelle zu anderen Baugruppen oder Komponenten und der darüber zu übertragenden Daten,
- e) das Qualifizierungs- oder Eignungsnachweisverfahren und die Ergebnisse beim Einsatz vorgefertigter Software,
- f) Eignungsnachweis für die verwendeten Projektierungswerkzeuge und -verfahren,
- g) Möglichkeiten zum Schutz gegen unzulässige Eingriffe in die Software,
- h) Möglichkeiten zur Erfassung, Meldung und Protokollierung von Eingriffen in die Software,
- i) implementierte Selbstüberwachungsmechanismen für die Hard- und Software und
- j) das Verhalten der Baugruppe bei einem Ansprechen der Überwachung oder die Fehlerbehandlungsroutinen.

### C.3 Ermittlung der Zuverlässigkeitskenngrößen

(1) Zur Ermittlung der Zuverlässigkeitskenngrößen ist die Betriebserfahrung der Komponenten oder Baugruppen auszuwerten.

**Hinweis:**

Hierzu können z. B. auch Erfahrungen aus dem Einsatz in Industrieanlagen genutzt werden.

(2) Zur Ermittlung der Zuverlässigkeitskenngrößen ist eine Ausfallratenbewertung für die Hardware folgendermaßen durchzuführen:

- a) Bei neuentwickelten oder modifizierten Komponenten oder Baugruppen sind Ausfallraten vergleichbarer Komponenten oder Baugruppen zu verwenden, wenn von diesen die in den komponentenspezifischen Regeln festgelegten erforderlichen Betriebsstunden erreicht worden sind. Darüber hinaus müssen von den Komponenten oder Baugruppen mindestens 10 Stück zwei Jahre unter vergleichbaren Betriebsbedingungen im Einsatz gewesen sein. Komponenten oder Baugruppen gelten als vergleichbar, wenn:
  - aa) vergleichbare elektrische Bauteiltypen,
  - ab) vergleichbare Konstruktionselemente,
  - ac) gleiche Auslegungsgrundsätze verwendet wurden und
  - ad) gleiche Umgebungsbedingungen für die Bauteile spezifiziert wurden.
- b) Für die vergleichbaren Komponenten oder Baugruppen sind die folgenden Werte über die letzten zwei Jahre darzustellen:
  - ba) Liefermenge im Jahr,
  - bb) Gesamtliefermenge,
  - bc) geschätzte Anzahl der in Betrieb befindlichen Komponenten oder Baugruppen,
  - bd) Anzahl der Instandsetzungen im Jahr im Herstellerwerk,
  - be) Anzahl der Instandsetzungen im Jahr außerhalb des Herstellerwerkes und
  - bf) Anzahl der ausgefallenen aber nicht instandgesetzten Komponenten oder Baugruppen im Jahr.

c) Für die vergleichbaren Komponenten oder Baugruppen sind die Ausfalleffekte, die Ausfallursache und die Bewertung der Ausfallursache der Komponenten oder Baugruppen anzugeben.

(3) Bei nicht ausreichender Betriebserfahrung darf die Ermittlung der Zuverlässigkeitskenngrößen durch eine Ausfallratenbestimmung für die Hardware der Baugruppen auf Grund von Ausfalleffektanalysen erfolgen:

- a) Als Ausfalleffekte sollen die physikalischen Auswirkungen der Bauelementausfälle auf die Funktion der Baugruppe angegeben werden.
- b) Das Analyseverfahren, der Analyseumfang und die eingesetzten Hilfsmittel sind zu begründen.

**Hinweis:**

Die Ausfalleffektanalyse kann z. B. nach DIN EN 60812 erfolgen.

(4) Ausfälle auf Grund von Softwarefehlern sind zu dokumentieren. Insbesondere sind die Ausfallursachen und die Ausfalleffekte zu analysieren. Dabei ist der Hard- und Softwarestand zu dokumentieren.

**Hinweis:**

Ausfallursachen können sein:

- a) falsche Spezifikationen,
- b) falsche Umsetzung der Spezifikationen,
- c) Fehler im Anwendungsprogramm,
- d) Firmwarefehler oder
- e) Malware.

### C.4 Grenzbelastungsanalyse

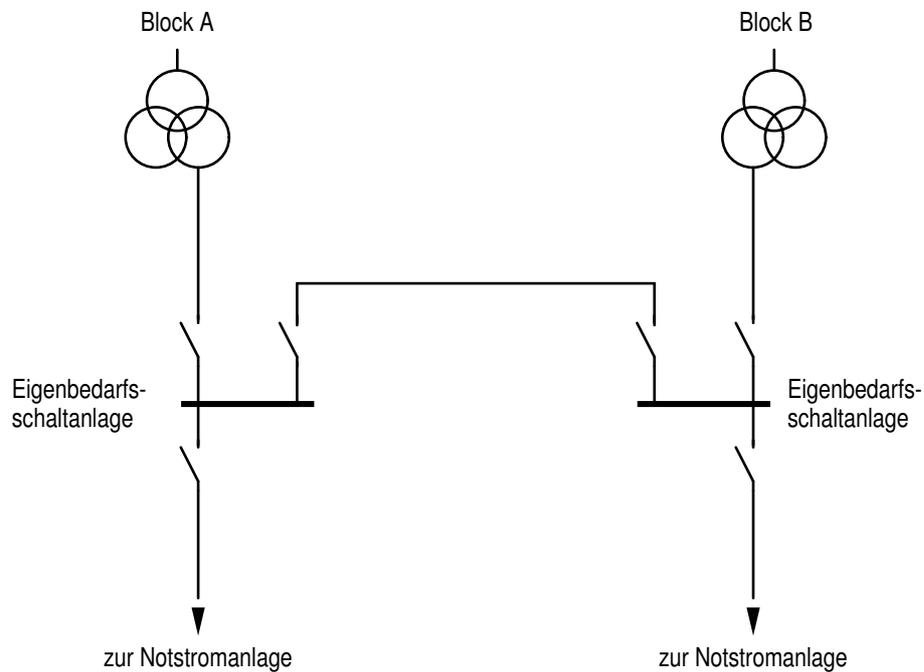
(1) Es ist nachzuweisen, dass die Bauelemente und ihre elektrischen Verbindungen statisch und dynamisch nicht über die zulässigen Grenzdaten hinaus beansprucht werden.

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

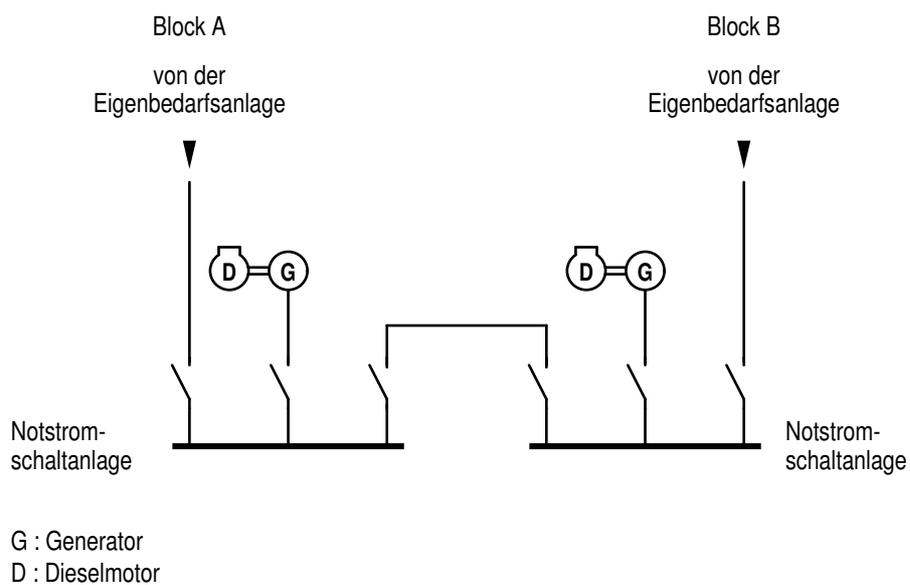
(3) Der Nachweis darf rechnerisch, experimentell oder durch Betriebserfahrung erfolgen.

## Anhang D

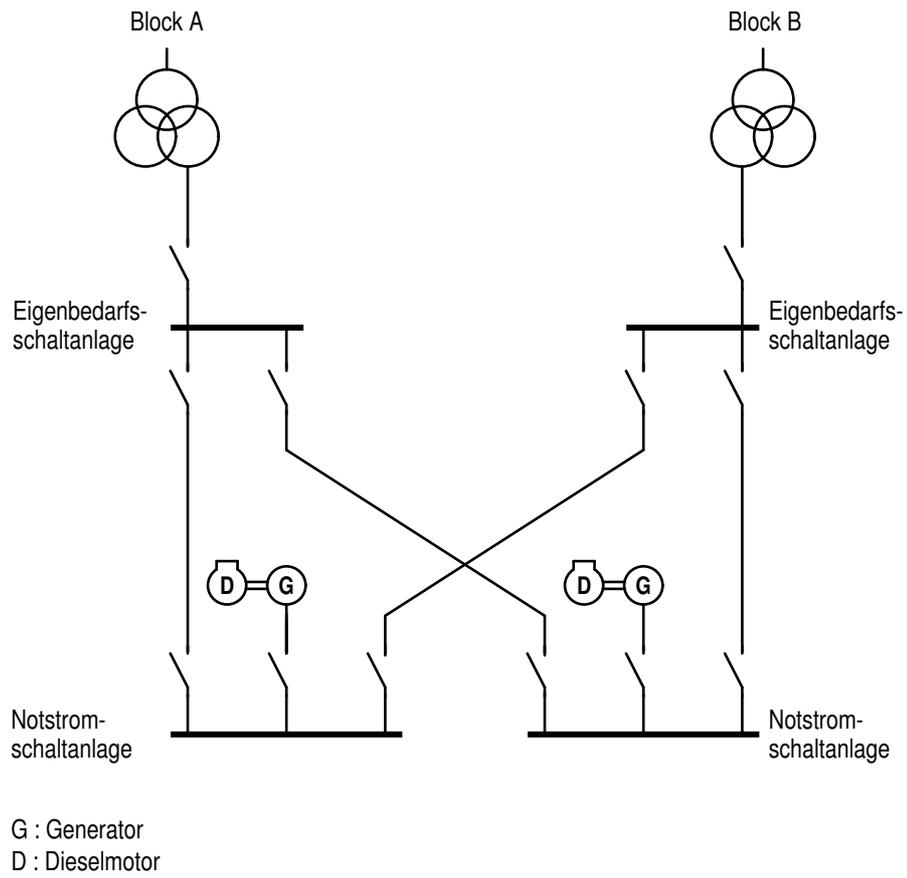
## Beispiele für die Ausführung von Verbindungen zwischen den Kernkraftwerksblöcken



**Bild D-1:** Beispiel für eine Verbindung zwischen Eigenbedarfsschaltanlagen von zwei Kernkraftwerksblöcken (Darstellung für einen Strang)



**Bild D-2:** Beispiel für eine Verbindung zwischen Notstromschaltanlagen von zwei Kernkraftwerksblöcken (Darstellung für einen Strang)



**Bild D-3:** Beispiel für eine Verbindung zwischen Eigenbedarfsschaltanlagen und Notstromschaltanlagen von zwei Kernkraftwerksblöcken (Darstellung für einen Strang)

## Anhang E

### Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung. Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung, die vorlag, als die verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde.)

AtG		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 6 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
StrlSchV		Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
SiAnf	(2012-11)	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012 (BAnz. vom 24. Januar 2013)
Interpretationen	(2013-11)	Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, vom 29. November 2013 (BAnz. vom 10. Dezember 2013)
ZPI	(1983-01)	Zusammenstellung der in atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen (ZPI), vom 20. Oktober 1982 (BAnz. 1983, Nr. 6a vom 11. Januar 1983)
KTA 1202	(2009-11)	Anforderungen an das Prüfhandbuch
KTA 1401	(2013-11)	Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung
KTA 2101.3	(2000-12)	Brandschutz in Kernkraftwerken; Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen
KTA 2201.4	(2012-11)	Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 4: Anlagenteile
KTA 2206	(2009-11)	Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen
KTA 3403	(2010-11)	Kabeldurchführungen im Reaktorsicherheitsbehälter von Kernkraftwerken
KTA 3501	(1985-06)	Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems
KTA 3504	(2006-11)	Elektrische Antriebe des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken
KTA 3702	(2014-11)	Notstromerzeugungsanlagen mit Dieselaggregaten in Kernkraftwerken
KTA 3703	(2012-11)	Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken
KTA 3704	(2013-11)	Notstromanlagen mit Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern in Kernkraftwerken
KTA 3705	(2013-11)	Schaltanlagen, Transformatoren und Verteilungsnetze zur elektrischen Energieversorgung des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken
KTA 3706	(2000-06)	Sicherstellung des Erhalts der Kühlmittelverlust-Störfallfestigkeit von Komponenten der Elektro- und Leittechnik in Betrieb befindlicher Kernkraftwerke
DIN EN 61508	(2011-02)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer, programmierbarer elektronischer Systeme; (VDE 0803) (alle Teile); Deutsche Fassungen EN 61508: 2010
DIN EN 60812	(2006-11)	Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen - Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA); (IEC 60812:2006); Deutsche Fassung EN 60812:2006