

	DIN IEC 63272 (VDE 0491-8-4)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 27.120.20

Einsprüche bis 2022-03-14

Entwurf

**Kerntechnische Anlagen –
Elektrische Stromversorgungssysteme –
Nicht unterbrechungsfreie Wechselstrom-Versorgungssysteme
(IEC 45A/1400/CD:2021);
Text Deutsch und Englisch**

Nuclear facilities –
Electrical power systems –
AC interruptible power supply systems
(IEC 45A/1400/CD:2021);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-01-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

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

Gesamtumfang 94 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt

Nationales Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen	14
5 Anforderungen an Systeme.....	14
5.1 Allgemeine Anforderungen	14
5.2 Konfiguration des elektrischen Systems	19
5.3 Architektur des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems	20
5.4 Energieversorgung von außerhalb der Anlage (externe Netzanschlüsse)	21
5.4.1 Kernkraftwerke	21
5.4.2 Kerntechnischen Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind	22
5.5 Sicherheitsklassifiziertes Energieversorgungssystem	23
5.5.1 Kernkraftwerke	23
5.5.2 Kerntechnischen Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind	24
5.6 Nicht sicherheitstechnisch klassifiziertes Energieversorgungssystem	24
5.7 Betriebsgrenzen des Energieversorgungssystems	25
5.7.1 Unterspannungen	25
5.7.2 Überspannungen	25
5.7.3 Stromtragfähigkeit	26
5.7.4 Betriebsgrenzen der Frequenz	26
5.7.5 Netzbetriebsparameter	27
5.7.6 Elektromagnetische Störungen	27
5.7.7 Geomagnetisch induzierte Ströme	28
5.7.8 Oberschwingungen.....	28
5.7.9 Betriebsspannung und Grenzen.....	28
5.8 Sicherheitsklassifizierung	29
5.9 Gerätequalifizierung	29
5.10 Trennung	30
5.11 Redundanz und Einzelfehlerkriterium	31
5.12 Leistungsfähigkeit der Energieversorgung	31
5.13 Zuordnung der Verbraucher	32
5.14 Elektrischer Schutz.....	33
5.14.1 Umschaltung der elektrischen Energieversorgung	33

5.14.2	Personen- und Geräteschutz	33
5.15	Motoranlauf	34
6	Anforderungen an die Geräte.....	35
6.1	Notstromgeneratoren	35
6.2	Ersatzstromgeneratoren.....	37
6.3	Betrieb und Start von Ersatzstromgeneratoren.....	37
6.4	Anforderungsdauer der Notstrom- und Ersatzstromgeneratoren	37
6.5	Kraftstoff- und Hilfssysteme für Notstrom- und Ersatzstromgeneratoren	37
6.6	Umschaltung der Energieerzeugungsquellen	38
6.7	Programmierbare Geräte	39
6.8	Leistungsfähigkeit des Energieversorgungssystems	39
6.9	Laststufenzuschaltung	40
6.10	Anforderungen an das Leitsystem	40
6.11	Automatische Startsysteme	41
6.12	Anforderungen an die Leistungskabel	41
6.13	Leistungstransformatoren	41
6.14	Auslösungs- und Einschaltstromversorgung (Steuerspannungsversorgung) von Leistungsschaltern	42
6.15	Auslegung des Erdungs- und Blitzschutzsystems	42
7	Instandhaltung elektrischer Geräte	43
8	Alterung elektrischer Geräte	45
9	Zustandsüberwachung.....	45
10	Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Geräte.....	46
11	Inbetriebsetzung der elektrischen Geräte und Systeme	47
	Literaturhinweise	48

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45A/1400/CD:2021-08 „Nuclear facilities – Electrical power systems – AC interruptible power supply systems“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

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

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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

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

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Einleitung

a) Technischer Hintergrund, Hauptthemen und Organisation der Norm

Zweck dieser Norm ist es, Anforderungen für die Auslegung des nicht unterbrechungsfreien Wechselstrom-Versorgungssystems des Eigenbedarfs als Teil des übergeordneten elektrischen Verteilungssystems einer kerntechnischen Anlage auf einem hohen Abstraktionsniveau festzulegen.

Das nicht unterbrechungsfreie Wechselstrom-Versorgungssystem des Eigenbedarfs unterstützt alle Betriebsfunktionen der Anlage, einschließlich der Sicherheitssysteme. Dazu gehören sicherheitstechnisch klassifizierte elektrische Verteilnetze, welche nicht unterbrechungsfreie Energieversorgung für Sicherheitssysteme der Anlage liefern. Die Norm deckt nicht die Anforderungen an die Netzanschlüsse des Kraftwerkes ab, was Gegenstand einer spezifischen Norm ist. Die Norm deckt keine Anforderungen an die unterbrechungsfreie Stromversorgung ab, die in IEC 61225 festgelegt sind.

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

Bei der Norm handelt es sich um Dokument der zweiten Ebene, welches insbesondere dem Thema der Anforderungen an die elektrische Versorgung befasst.

Nähere Angaben über die Struktur der Normen des IEC/SC 45A sind in Abschnitt d) dieser Einleitung zu finden.

c) Empfehlungen und Einschränkungen zur Anwendung dieser Norm

Diese Norm legt die Anforderungen an die Entwickler elektrischer Systeme fest, wie die Auslegung nicht unterbrechungsfreier Energieversorgungssysteme für kerntechnische Anlagen zu erfolgen hat. Diese Norm ist zusammen mit IEC 63046, der Norm der ersten Ebene, anzuwenden.

Anforderungen an unterbrechungsfreie Stromversorgungen sind in IEC 61225, einer Norm der zweiten Ebene, festgelegt.

d) Beschreibung der Struktur der Normen des IEC SC45A und Beziehungen zu weiteren Dokumenten der IEC sowie Dokumenten anderer Organisationen

Das Eingangsdokument der Normen des IEC/SC 45A ist IEC 63046. IEC 63046 enthält allgemeine Anforderungen für die Energieversorgungssysteme von kerntechnischen Anlagen, sie umfasst Energieversorgungssysteme einschließlich der Versorgungssysteme der leittechnischen Systeme.

IEC 61513 ist das Eingangsdokument für die leittechnischen Systeme und sollte im Zusammenhang und gleichrangig mit IEC 63046 betrachtet werden. IEC 61513 und IEC 63046 strukturieren die Normen des IEC/SC 45A und bilden ein vollständiges Rahmenwerk, das allgemeine Anforderungen an die Leittechnik und die elektrischen Systemen für Kernkraftwerke festlegt.

In IEC 61513 und IEC 63046 wird direkt auf andere Normen des IEC/SC 45A verwiesen, die allgemeine Themen wie die Kategorisierung von Funktionen und die Klassifizierung von Systemen, Qualifizierung, Trennung, Maßnahmen gegen Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache, Auslegung von Warten, elektromagnetische Verträglichkeit, Cybersecurity, Software- und Hardwareaspekte programmierbarer digitaler Systeme, die Koordination von Sicherheit und IT-Sicherheit sowie das Alterungsmanagement behandeln. Die Normen, die auf dieser zweiten Ebene direkt angezogen werden, sollten zusammen mit IEC 61513 und IEC 63046 als ein in sich konsistenter Satz von Dokumenten betrachtet werden.

Die dritte Ebene bilden Normen des IEC/SC 45A, auf die in IEC 61513 oder IEC 63046 nicht direkt verwiesen wird; diese Normen behandeln spezielles Gerät, technische Verfahren oder spezifische Aktivitäten. Sie beziehen sich hinsichtlich der allgemeinen Themen auf die Dokumente der zweiten Ebene, können jedoch im Allgemeinen für sich allein benutzt werden.

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

In den Normen des IEC/SC 45A werden die Prinzipien und grundsätzlichen Aspekte der Sicherheit und IT-Sicherheit der IAEA-Sicherheitsstandards und der relevanten Dokumente der IAEA-Standards zur nuklearen

IT-Sicherheit (NSS) umgesetzt. Dies betrifft insbesondere Anforderungen des IAEA Safety Standards SSR-2/1, in dem die Sicherheitsanforderungen für die Auslegung von Kernkraftwerken festgeschrieben werden, und der IAEA Safety Guides SSG-30 für die Sicherheitsklassifizierung der Strukturen, Systeme und Komponenten in Kernkraftwerken, SSG-39 für die Auslegung der Leittechnik in Kernkraftwerken und SSG-34 für die Auslegung der Stromversorgung in Kernkraftwerken sowie des IAEA Implementing Guides NSS 17 für die IT-Sicherheit von Rechnern in kerntechnischen Anlagen. Die Sicherheits- und IT-Sicherheitsterminologie und die Definitionen in den Normen des IEC/SC 45A sind konsistent mit denen, die von der IAEA verwendet werden.

In IEC 61513 und IEC 63046 wird ein Darstellungsformat verwendet, das dem der grundlegenden Sicherheitsnorm IEC 61508 ähnlich ist, mit einem Lebenszyklus als Gesamtrahmen und einem Systemlebenszyklus. Mit IEC 61513 und IEC 63046 werden die allgemeinen Anforderungen von IEC 61508-1, IEC 61508-2 und IEC 61508-4 für die Anwendung im nuklearen Sektor umgesetzt. In diesem Rahmen entsprechen IEC 60880, IEC 62138 und IEC 62566 bezogen auf den nuklearen Sektor der IEC 61508-3. IEC 61513 und IEC 63046 beziehen sich bei den Themen der Qualitätssicherung (QS) sowohl auf ISO als auch auf IAEA GS-R Teil 2, IAEA GS-G-3.1 und IAEA GS-G-3.5. Auf Ebene 2 ist IEC 62645 das Eingangsdokument für die Normen des IEC/SC 45A zur IT-Sicherheit. Es baut auf die übergeordneten Prinzipien und Hauptkonzepte der generischen IT-Sicherheitsstandards auf, insbesondere auf ISO/IEC 27001 und ISO/IEC 27002; wobei es jene für die Anwendung im nuklearen Kontext adaptiert und vervollständigt sowie mit den Normen der Reihe IEC 62443 koordiniert. Auf Ebene 2 ist IEC 60964 das Eingangsdokument für die Normen des IEC/SC 45A zu Warten, und IEC 62342 das Eingangsdokument für die Normen zum Alterungsmanagement.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Leistungs- und funktionalen Merkmale der nicht unterbrechungsfreien Wechselstrom-Versorgungssysteme für Eigenbedarfsanlagen in kerntechnischen Anlagen fest.

Die spezifischen Auslegungsanforderungen für die Komponenten der Stromversorgung sind in den in den normativen Verweisungen aufgeführten IEC-Normen festgelegt und außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60034 (alle Teile), *Rotating electrical machines*

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60076 (alle Teile), *Power transformers*

IEC 60709, *Nuclear power plants – Instrumentation, control and electrical power systems important to safety – Separation*

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

IEC 60909 (alle Teile), *Short circuit currents in three phase AC systems*

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

IEC 61000 (alle Teile), *Electromagnetic Compatibility (EMC)*

IEC 61225, *Requirements for static uninterruptible DC and AC power supply systems*

IEC 61226, *Nuclear power plants – Instrumentation, control and electrical power systems important to safety – Categorization of functions and classification of systems*

IEC 61439 (alle Teile), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 62271 (alle Teile), *High-voltage switchgear and controlgear*

IEC 62671, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Selection and use of industrial digital devices of limited functionality*

IEC 62855, *Nuclear power plants – Electrical power systems – Electrical power systems analysis*

IEC 63046, *Nuclear power plants – Electrical power systems – General requirements*

IEC 62645, *Nuclear power plants – Instrumentation and control equipment important to safety – Management of ageing of electrical cabling systems*

3 Begriffe

Für die Verwendungen dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Andere, nachfolgend nicht festgelegte Begriffe, sind in den IAEA Safety Guides SSG-34 und SSG-39 festgelegt. ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Ersatzenergieversorgung

en **alternate power supply**

Energiequelle, die für die Energieversorgung des Kraftwerks während des kompletten Ausfalls aller nicht durch Batterien gespeisten Teile der Sicherheitsenergieversorgung (en: station blackout) und sonstigen Auslegungserweiterungsbedingungen vorgesehen ist

[QUELLE: IAEA SSG-34:2016]

3.2

verbundener Schaltkreis

en **associated circuit**

Schaltkreis einer niedrigeren Sicherheitskategorie, der nicht physikalisch oder elektrisch durch ausreichenden Trennungsabstand, Sicherheitsklasse-Baustrukturen, Barrieren oder elektrische Trenneinrichtungen von Schaltkreisen einer höheren Kategorie separiert ist, aber ausreichende Sicherheitskriterien einhält. Ein Schaltkreis beinhaltet die verbindenden Kabel und die angeschlossenen Verbraucher.

[QUELLE: IEC 60709:2018]

3.3

Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache

CCF

en **common cause failure**

Versagen von zwei oder mehr Bauteilen, Systemen oder Komponenten, verursacht durch ein einzelnes spezifisches Ereignis oder eine einzelne spezifische Ursache

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.4

gestaffelter Schutz

en **defence-in-depth**

hierarchischer Einsatz verschiedener Ebenen unterschiedlichen Geräts und von Maßnahmen, um die Steigerung der Folgen anzunehmender betrieblicher Ereignisse zu verhindern und die Wirksamkeit physikalischer Barrieren zwischen einer Strahlenquelle oder radioaktivem Material und Mitarbeitern, Personen der Öffentlichkeit oder der Umgebung während des Betriebs oder für einige Barrieren unter Störfallbedingungen zu erhalten^{N1}

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.5

Auslegungsgrundlage

en **design basis**

Reihe von Bedingungen und Ereignissen, die explizit bei der Auslegung von Konstruktionselementen, Systemen und Komponenten sowie Geräten einer Anlage berücksichtigt werden, entsprechend anerkannter Auslegungskriterien, so dass die Anlage diesen widerstehen kann, ohne die genehmigten Grenzen zu überschreiten

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.6

Auslegungserweiterungsbedingungen

en **design extension conditions**

Satz von auslegungsüberschreitenden Bedingungen, der auf Grundlage ingenieurmäßiger Beurteilungen, deterministischer und probabilistischer Untersuchungen entwickelt wird, um die Sicherheit des Kernkraftwerks dadurch weiter zu erhöhen, dass die Fähigkeit der Anlage, Störfällen, deren Schwere die der Auslegungsstörfälle überschreitet, ohne inakzeptable radiologische Folgen zu widerstehen oder zusätzliche Versagen zu bewirken. Diese Auslegungserweiterungsbedingungen müssen bei der Identifizierung zusätzlicher Störfallszenarien verwendet werden, die bei der Auslegung adressiert werden müssen, und für die praktikable Maßnahmen

^{N1} Nationale Fußnote: Allgemeinsprachlich ins Deutsche übersetzt, könnte man von einer gestaffelten Verteidigung sprechen. Einer Verteidigung also, die aus mehreren Linien besteht und dadurch sicherstellen sollte, dass ein Versagen durch die Hintereinanderschaltung mehrerer Verteidigungslinien verhindert wird.

men für die Vermeidung solcher Störfälle oder Begrenzung deren Folgen, wenn sie auftreten, geplant werden müssen.

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.7

Diversität

en **diversity**

Vorhandensein von zwei oder mehr unabhängigen (redundanten) Systemen oder Komponenten, die eine bestimmte Funktion ausführen, bei denen die verschiedenen Systeme oder Komponenten unterschiedliche Eigenschaften haben, um die Möglichkeit von Fehlern gemeinsamer Ursache, einschließlich Fehlern gleicher Art, zu reduzieren

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.8

Division

en **division**

Zusammenfassung von Gerät, einschließlich seiner Verbindungen, das eine Redundanz eines redundanten Systems oder einer Sicherheitsgruppe bildet. Divisionen können aus mehreren Kanälen bestehen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Zusammenhang mit diesem Dokument schließt „Division“ ein gegebenes System oder eine Gruppe von Komponenten ein, das/die das Vorhandensein und die Wartung physikalischer, elektrischer und funktionaler Unabhängigkeit von anderen redundanten Gruppen von Komponenten ermöglicht(en).

[QUELLE: IAEA SSG-39:2016]

3.9

elektrische Störung

en **electrical disturbance**

alle störenden Ereignisse, die zu Abweichungen der Spannungs-, Strom- oder Frequenzverläufe von ihren Nennwerten führen. Elektrische Störungen können auch elektromagnetische Störungen hervorrufen, die das elektrische Wechselstrom-Versorgungssystem beeinträchtigen können.

[QUELLE: IEC 63046]

3.10

elektrische Trennung

en **electrical isolation**

elektrische Trennung wird verwendet, um zu verhindern, dass elektrische Ausfälle in einem System angeschlossene Systeme beeinflussen. Die elektrische Trennung steuert oder verhindert negative Wechselwirkungen zwischen Gerät und Komponenten, die von Faktoren wie elektromagnetischer Beeinflussung, elektrostatischer Übertragung, Kurzschlüssen, offenen Stromkreisen, Erdschlüssen oder der Anwendung der maximal anzunehmenden Spannung verursacht werden können.

[QUELLE: IAEA SSG-34:2016 und SSG-39:2016]

3.11

Umschaltung einer elektrischen Energieversorgung

en **electrical source transfer**

Umschaltung von einer ursprünglichen Energiequelle auf eine Ersatzenergiequelle, wenn die ursprüngliche Energiequelle die erforderliche Versorgung des zu versorgenden elektrischen Systems nicht mehr leistet. Die Umschaltung kann automatisch oder manuell erfolgen^{N2}.

[QUELLE: IEC 63046]

^{N2} Nationale Fußnote: Eine Umschaltung auf eine andere Sammelschiene und eine Umschaltung auf eine Notstromquelle sind Umschaltungen einer elektrischen Energieversorgung.

3.12

elektrisches Energieversorgungssystem

en **electrical power supply system**

System, das elektrische Energie erzeugt, fortleitet und verteilt, Versorgungsfunktionen ausführt, um leittechnische Systeme und anderes Gerät der Anlage (Pumpen, Ventile, Heizelemente usw.) zu betreiben

[QUELLE: IEC 63046]

3.13

Gerätequalifizierung

en **equipment qualification**

Erzeugen und Aufrechterhalten des Nachweises, um sicherzustellen, dass ein Gerät auf Anforderung unter spezifizierten Betriebsbedingungen funktioniert, um die Anforderungen an den Betrieb des Systems zu erfüllen

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.14

Eigenbedarfsbetrieb

en **house load operation**

Betrieb eines Kernkraftwerks nur zur Versorgung seines elektrischen Eigenbedarfs^{N3}

[QUELLE: IEC 62855:2016]

3.15

Leittechniksystem

en **I&C system**

auf elektrischer und/oder elektronischer und/oder programmierbarer elektronischer Technologie beruhendes System, das sowohl leittechnische Funktionen als auch auf sich selbst bezogene Dienstleistungs- und Überwachungsfunktionen ausführt^{N4 N5 N6}

[QUELLE: IEC 61513:2011]

3.16

Unabhängigkeit

en **independence**

Zustand, der vorliegt, wenn eine erfolgreiche Ausführung einer Funktion eines Systems unabhängig ist von jedwedem Verhalten, einschließlich Ausfällen und üblicher Funktion, eines anderen Systems oder jedem von einem anderen System erzeugten Signal, Daten oder Information

[QUELLE: IEC 60709:2018]

3.17

nicht unterbrechungsfreies Energieversorgungssystem

en **interruptible power system**

Energieversorgung von Verbrauchern, bei denen eine festgelegte Dauer der Unterbrechung der Energieversorgung die Sicherheitsaufgabe der Funktion nicht beeinträchtigt

[QUELLE: IEC 63046]

^{N3} Nationale Fußnote: Ein Betrieb nur zur Versorgung des Eigenbedarfs ist nur einige Stunden möglich, weil dabei das im Kern freiwerdende Xenon, ein Neutronengift, nicht mehr wie im Normalbetrieb abgebrannt wird und der Kern dadurch sukzessive und danach länger andauernd unterkritisch wird.

^{N4} Nationale Fußnote: Der Begriff wird allgemein verwendet und umfasst alle Elemente des Systems wie interne Energieversorgung, Messfühler und andere Eingangsgeräte, Datenbusse und andere Kommunikationspfade, Schnittstellen zu den Betätigungsgliedern und anderen Ausgangsgeräten (siehe Nationale Fußnote N5). Die verschiedenen Funktionen in einem System können strikt zugeordnete oder gemeinsame Ressourcen verwenden.

^{N5} Nationale Fußnote: Die zu einem spezifischen leittechnischen System gehörenden Elemente sind durch die Spezifikation der Systemgrenzen festgelegt.

^{N6} Nationale Fußnote: Entsprechend ihrer typischen Funktionalität unterscheidet IAEA zwischen Automatisierungs- und Steuerungs-/Regelsystemen, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Verriegelungs- und Schutzsystemen (siehe DIN EN 61513 (VDE 0491-2):2013-09, Abschnitt B.4).

3.18

sicherheitstechnisch wichtiges Bauteil

en **item important to safety**

Bauteil, das Teil einer Sicherheitseinrichtung ist und/oder dessen Fehlfunktion oder Ausfall das Personal oder Teile der Bevölkerung einer Freisetzung von Radioaktivität aussetzt. Sicherheitstechnisch wichtige Bauteile beinhalten:

- jene Konstruktionselemente, Systeme und Komponenten, deren Fehlfunktion oder Ausfall das Personal oder Teile der Bevölkerung einer unzulässigen Strahlenbelastung aussetzt;
- jene Konstruktionselemente, Systeme und Komponenten, die verhindern, dass sich anzunehmende betriebliche Ereignisse zu Störfallbedingungen entwickeln;
- Sicherheitselemente (für Auslegungserweiterungsbedingungen);
- jene Eigenschaften, die dafür vorgesehen sind, die Folgen von Fehlfunktionen oder Ausfällen von Konstruktionselementen, Systemen oder Komponenten abzumildern.

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.19

Ausfall der elektrischen Energieversorgung

en **loss of electrical power**

Zustand der Anlage, der dem völligen Ausfall aller Wechselstromquellen (en: station black-out condition) und Ersatzwechselstromquellen entspricht

[QUELLE: IEC 63046]

3.20

Ausfall der externen Energieversorgung

en **loss of off-site power**

gleichzeitiger Ausfall aller elektrischen Energieversorgung der Sicherheitssammelschienen, der es erforderlich macht, die AC-Notstromquelle zu starten und die Sicherheitssammelschienen zu versorgen

[QUELLE: IEC 63046]

3.21

Anforderungsdauer

en **mission time**

erforderliche Betriebsdauer von elektrischen Verbrauchern oder Stromversorgung nach dem Eintreten von Störfallbedingungen, während der das Gerät in der Lage sein muss, innerhalb der Grenzen seiner Auslegungskriterien im Rahmen der festgelegten Betriebsbedingungen zu funktionieren

[QUELLE: IEC 63046]

3.22

kerntechnische Anlage

en **nuclear facility**

Anlage (einschließlich Nebengebäude und Geräten), in der Nuklearmaterial erzeugt, verarbeitet, angewendet, gehandhabt, gelagert oder aufbereitet wird

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.23

bevorzugte Einspeisung

en **preferred power supply**

Energieversorgung aus dem Verbundnetz zum sicherheitstechnisch klassifizierten Energieversorgungssystem

[QUELLE: IAEA SSG-34:2016]

3.24

Schutzleiter

en **protective conductor**

Leiter für den elektrischen Schutz, z. B. für den Schutz gegen elektrischen Schlag

Anmerkung 1 zum Begriff: In einer Elektroinstallation ist der PE-Leiter normalerweise der Schutzerdungsleiter.

3.25

probabilistische Sicherheitsanalyse

PSA

en **probabilistic safety assessment**

umfassender strukturierter Ansatz zur Identifizierung von Fehlermöglichkeiten, der ein konzeptuelles mathematisches Werkzeug zur numerischen Abschätzung von Risiken bildet

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.26

Redundanz

en **redundancy**

Vorsehen alternativer (identischer oder diversitärer) Konstruktionselemente, Systeme und Komponenten, so dass sie ihre geforderte Funktion unabhängig von Funktion oder Ausfall jedwedes anderen Konstruktionselements, Systems oder jedweder anderen Komponente ausführen kann

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.27

Widerstandsfähigkeit der elektrischen Energieversorgung

Robustheit der elektrischen Energieversorgung

en **robustness of the electrical power system**

Fähigkeit der elektrischen Energieversorgung, ihre Sicherheitsfunktion im Falle von Ausfällen und/oder Störungen auszuführen

[QUELLE: IEC 63046]

3.28

Sicherheitsnachweis

en **safety case**

Zusammenstellung von Argumenten und Belegen zur Unterstützung der Sicherheit einer Anlage oder Tätigkeit

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.29

Sicherheitsklassifizierung

en **safety classification**

Zuordnung von Systemen, Komponenten und anderen Teilen von Gerät von Kernkraftwerken zu einer begrenzten Anzahl von Sicherheitsklassen auf Basis ihrer Funktion und sicherheitstechnischen Relevanz

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.30

Sicherheitssystem

en **safety system**

für die Sicherheit wichtiges System, das für die Abschaltung des Reaktors, die Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Kern, die Begrenzung der Folgen anzunehmender betrieblicher Ereignisse und die Beherrschung von Auslegungstörfällen vorgesehen ist

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.31

Sicherheitssystem – kerntechnische Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind

en **safety system – nuclear facilities other than NPP**

für die Sicherheit wichtiges System, das für die Begrenzung der Folgen anzunehmender betrieblicher Ereignisse und die Beherrschung von Auslegungstörfällen vorgesehen ist

3.32

räumliche Trennung

en **segregation**

die räumliche Trennung von Konstruktionselementen, Systemen und Komponenten durch Abstand oder mittels bestimmter Barrieren, um die Wahrscheinlichkeit von Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF) zu reduzieren

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.33

Trennung

en **separation**

Satz von Maßnahmen, um den Einfluss einer Funktionseinheit auf eine andere Funktionseinheit zu reduzieren und damit die Unabhängigkeit der Funktionseinheiten zu verbessern

[QUELLE: IEC 60709]

3.34

Einzelfehlerkriterium

en **single failure criterion**

Kriterium (oder Anforderung), das (die) so auf ein System anzuwenden ist, dass es in der Lage sein muss, seine Funktion im Falle eines Einzelfehlers auszuführen^{N7}

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

3.35

AC-Notstromstromquelle

en **standby AC power source**

Wechselstromquelle, die in der Lage ist, die erforderliche Leistung bei anzunehmenden betrieblichen Ereignissen, unter Störfallbedingungen, bei Ausfall des Netzanschlusses und des Hauptgenerators (Notstromfall) zu erbringen

[QUELLE: IEC 63046]

3.36

Verlust der kompletten Wechselstromversorgung

SBO

en **station blackout**

Zustand der Anlage bei einem kompletten Ausfall sämtlicher Wechselstromversorgung aus Netzeinspeisungen, vom Hauptgenerator und von sicherheitsklassifizierten Wechselstromquellen für die wichtigen und nicht wichtigen Sammelschienen^{N8}

[QUELLE: IAEA SSG-34:2016]

3.37

Netzbetreiber

en **transmission system operator**

Organisation, die dafür verantwortlich ist, elektrische Überlandnetze zur Verfügung zu stellen und zu betreiben, wie auch die regionale Verteilung, und die Sicherheit des Systems mit hohem Grad von Verfügbarkeit und Qualität sicherzustellen

[QUELLE: IEC 63046]

3.38

unterbrechungsfreies Energieversorgungssystem

en **uninterruptible power supply system**

Energieversorgung von Verbrauchern, die erforderlich ist, um die funktionale Verfügbarkeit während der Unverfügbarkeit der nicht unterbrechungsfreien Stromversorgung sicherzustellen

[QUELLE: IEC 63046]

^{N7} Nationale Fußnote: Im deutschen kerntechnischen Regelwerk wird der „Einzelfehler“ oder das „Einzelfehlerkriterium“ als Postulat festgelegt, das auf jedes sicherheitstechnisch wichtige Gerät oder System (unabhängig von seiner Eintrittswahrscheinlichkeit) anzuwenden ist.

^{N8} Nationale Fußnote: Gemeint ist die Wechselstromversorgung, die nicht aus Batterien gespeist wird. Dies wird auch in Deutschland als „station blackout“ bezeichnet (da dieser Ausdruck die unter 3.19 genannten Bedingungen impliziert).

4 Abkürzungen

Englisch		Deutsch	
AC	alternating current	AC	Wechselstrom
CCF	common cause failure	CCF	Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache
CB	circuit breaker		Leistungsschalter
DBC	design basis conditions		Auslegungsbedingungen
DC	direct current	DC	Gleichstrom
DEC	design extension conditions		Auslegungserweiterungsbedingungen
EMI	electromagnetic interference		elektromagnetische Beeinflussung
EGO	electric grid operator		Netzbetreiber
GCB	generator circuit breaker		Generatorleistungsschalter
GIC	geomagnetically induced current		geomagnetisch induzierter Strom
HV	high voltage	HS	Hochspannung
IEC	international electrotechnical commission	IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IT	earthing system with the transformer neutral not earthed or with high impedance earth connection and the frames of the electrical loads connected to earth	IT	Erdungssystem mit ungeerdetem Transformatorsternpunkt oder mit hochohmiger Erdung und geerdeten Gehäusen der elektrischen Verbraucher
IAEA	international atomic energy agency	IAEA	Internationale Atomenergiebehörde
IEEE	institute of electrical and electronics engineers	IEEE	US-Institut der Elektro- und Elektronik-Ingenieure
I&C	instrumentation and control	LT	Leittechnik
LEP	loss of electrical power		Verlust der elektrischen Energieversorgung
LOOP	loss of off-site power		Notstromfall
LV	low voltage	NS	Niederspannung
NPP	nuclear power plant	KKW	Kernkraftwerk
PSA	probabilistic safety assessment	PSA	probabilistische Sicherheitsanalyse
SBO	station black out		Verlust aller nicht durch Batterien sichergestellten Wechselstromversorgungen
SFC	single failure criterion		Einzelfehlerkriterium
SMR	small modular reactor		kleiner modularer Reaktor
THD	total harmonic distortion		Oberschwingungsverhältnis
UPS	uninterruptible power supply system	USV	unterbrechungsfreie Stromversorgung

5 Anforderungen an Systeme

5.1 Allgemeine Anforderungen

Diese Norm gehört zu einer Reihe von Normen, die die Auslegung des elektrischen Energieversorgungssystems für kerntechnische Anlagen abdeckt. Dies ist eine Norm der zweiten Ebene und sollte in Verbindung mit [IEC 63046](#), der Norm der ersten Ebene, angewendet werden, welche die allgemeinen Anforderungen an die elektrischen Energieversorgungssysteme festlegt. Andere Normen der zweiten Ebene dieser Reihe sind IEC 62855, welche die Analysen der elektrischen Stromversorgung abdeckt, [IEC 61225](#) deckt die unterbrechungsfreien Energieversorgungssysteme ab und IEC 63272 die Netzanbindungen.

Diese Norm legt die Anforderungen für die Auslegung des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems des Eigenbedarfs in kerntechnischen Anlagen fest, um ein robustes und zuverlässiges Stromversorgungssystem zur Unterstützung der sicherheitstechnisch wichtigen Systeme der kerntechnischen Anlage zu schaffen. Die Norm deckt die Auslegung bezüglich der Architektur des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems des Eigenbedarfs von der Netzanbindung zu den einzelnen elektrischen Verbrauchern der kerntechnischen Anlage ab und umfasst die dazu gehörenden Transformatoren, Schaltanlagen, den Hauptgenerator, Notstromgeneratoren und alle Geräte für die Verbindung und Unterstützung. Die Norm legt keine Anforderungen für die Auslegung elektrischer Geräte fest, da diese in den spezifischen Normen für die Auslegung und Herstellung dieser Geräte enthalten sind. Der Anwendungsbereich der Norm für Kernkraftwerke wird in [Bild 1](#) gezeigt. Der Anwendungsbereich der Norm für kerntechnischen Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind, wird in [Bild 2](#) gezeigt.

Der Begriff Sicherheitssystem wird auf alle kerntechnischen Anlagen angewendet. Definition 3.31 beschreibt Systeme, um die Folgen anzunehmender betrieblicher Ereignisse und von Auslegungsstörfällen auf kerntechnische Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind, zu begrenzen. Definition 3.30 beschreibt Sicherheitssysteme für Kernkraftwerke gemäß IAEA Definition.

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem des Eigenbedarfs muss so ausgelegt sein, dass die sicherheitstechnisch klassifizierten und nicht klassifizierten Verbraucher mit elektrischer Energie versorgt werden. Die Anforderungen an die Versorgung der nicht sicherheitstechnisch klassifizierten Verbraucher dürfen die Fähigkeit des Energieversorgungssystems, die Sicherheitssysteme der kerntechnischen Anlagen zu versorgen, nicht beeinflussen. Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem des Eigenbedarfs erfüllt eine wichtige Funktion bei der Unterstützung der Sicherheit der kerntechnischen Anlagen. Deshalb sollte die Auslegung des elektrischen Energieversorgungssystems robust und belastbar bezüglich Störungen sein, um sicherzustellen, dass geringfügige Störungen des Systems nicht zum Verlust der Energieversorgung der Systeme führen, die für den Betrieb und das sichere Abfahren der kerntechnischen Anlage benötigt werden.

Detaillierte Anforderungen an die Netzanbindung von Kernkraftwerken werden in der zukünftigen Norm bezüglich der Netzanbindung von Kernkraftwerken festgelegt werden. Anforderungen an die Netzversorgung von kerntechnischen Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind, werden in dieser Norm festgelegt.

Anforderungen an die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) sind in IEC 61225 festgelegt.

Anforderungen an die AC-Notstromquelle (Notstromdiesel) werden in einer zukünftigen Dual-Logo-Norm für diese Systeme festgelegt.

Die Sicherheitsklassifizierung der verschiedenen Teilsysteme innerhalb des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems sollte nach den in IEC 61226 festgelegten Anforderungen vorgenommen werden. Die Auslegungsanforderungen für jeden Teil des Systems sollten dann in Übereinstimmung mit den übergeordneten Sicherheitsklassifizierungen der kerntechnischen Anlage festgelegt werden. Diese Sicherheitsklassifizierungen sollten die Anforderungen an die Energieversorgung der Sicherheitssysteme der kerntechnischen Anlage festlegen. Die Sicherheitsklassifizierung für jeden Teil des Energieversorgungssystems sollte die Anforderungen an die AC-Notstromquelle (Notstromdiesel) und an die Anwendung von Diversität, Trennung und Redundanz festlegen. Elektrische Geräte müssen mit einer Erdbebenklasse entsprechend ihrer Sicherheitsklassifizierung ausgelegt werden. Elektrische Geräte müssen so ausgelegt sein, dass sie ihre Bemessungsleistung unter den extremen Umgebungsbedingungen bei Normalbetrieb und unter den in den Auslegungsgrundlagen der kerntechnischen Anlage festgelegten Störfallbedingungen abgeben.

Die Errichtung eines robusten und zuverlässigen nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems sollte durch zielgerichtete analytische Studien entsprechend der in IEC 62855 festgelegten Methodik unterstützt werden. Die Studien sollten nachweisen, dass das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem des Eigenbedarfs nach allen postulierten Störungen und Fehlerbedingungen in der kerntechnischen Anlage in allen Betriebsarten und unter allen Betriebsbedingungen stabil ist. Die Studien sollten auch nachweisen, dass alle elektrischen Geräte, aus denen das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem des Eigenbedarfs besteht, für alle Last- und Fehlerbedingungen der kerntechnischen Anlage ausreichend ausgelegt sind und durch Störungen im Netz oder des Energieversorgungssystems der kerntechnischen Anlage nicht nachteilig beeinflusst werden.

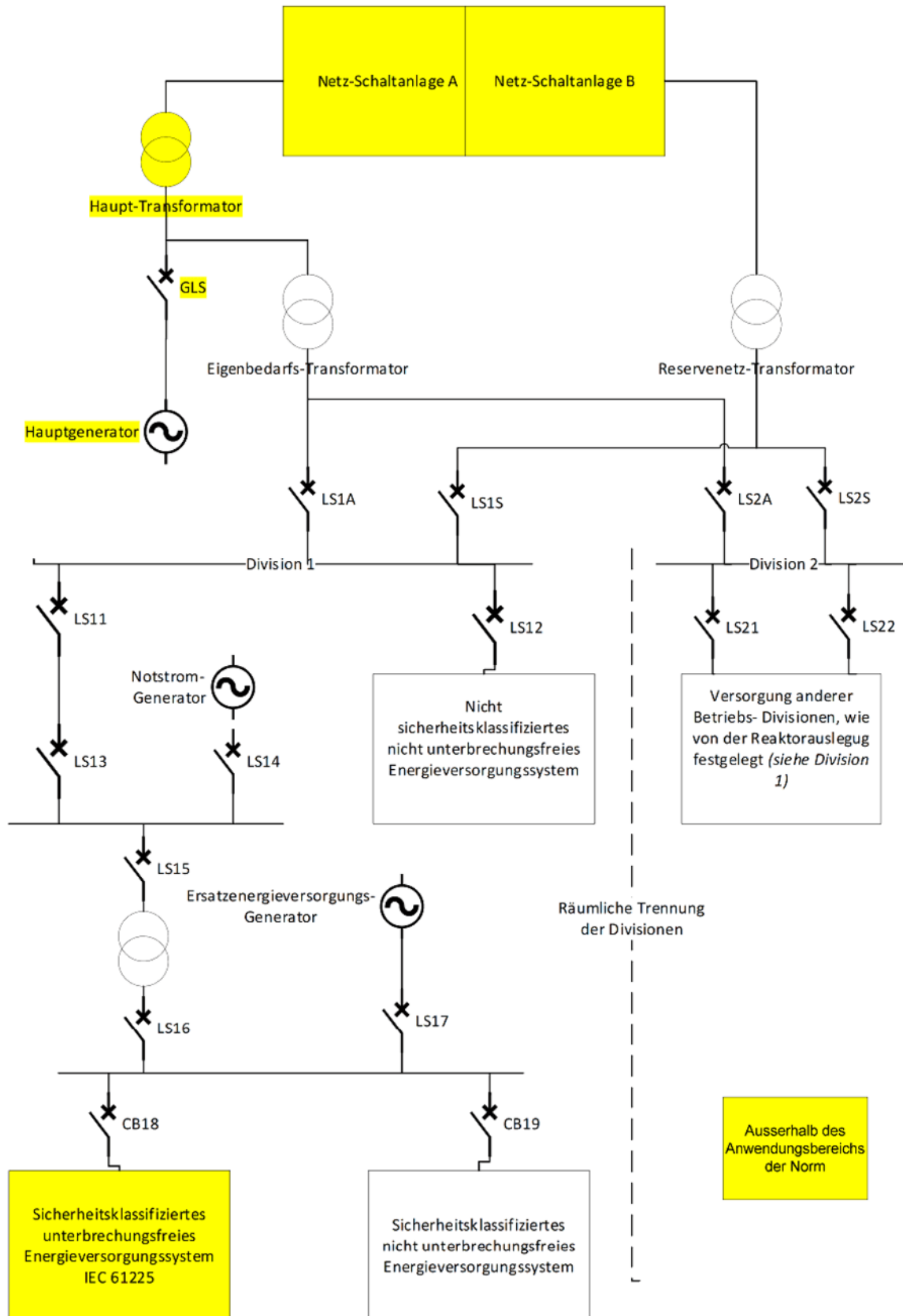


Bild 1 – Typisches Übersichtsschaltbild des Eigenbedarfs eines Kernkraftwerks

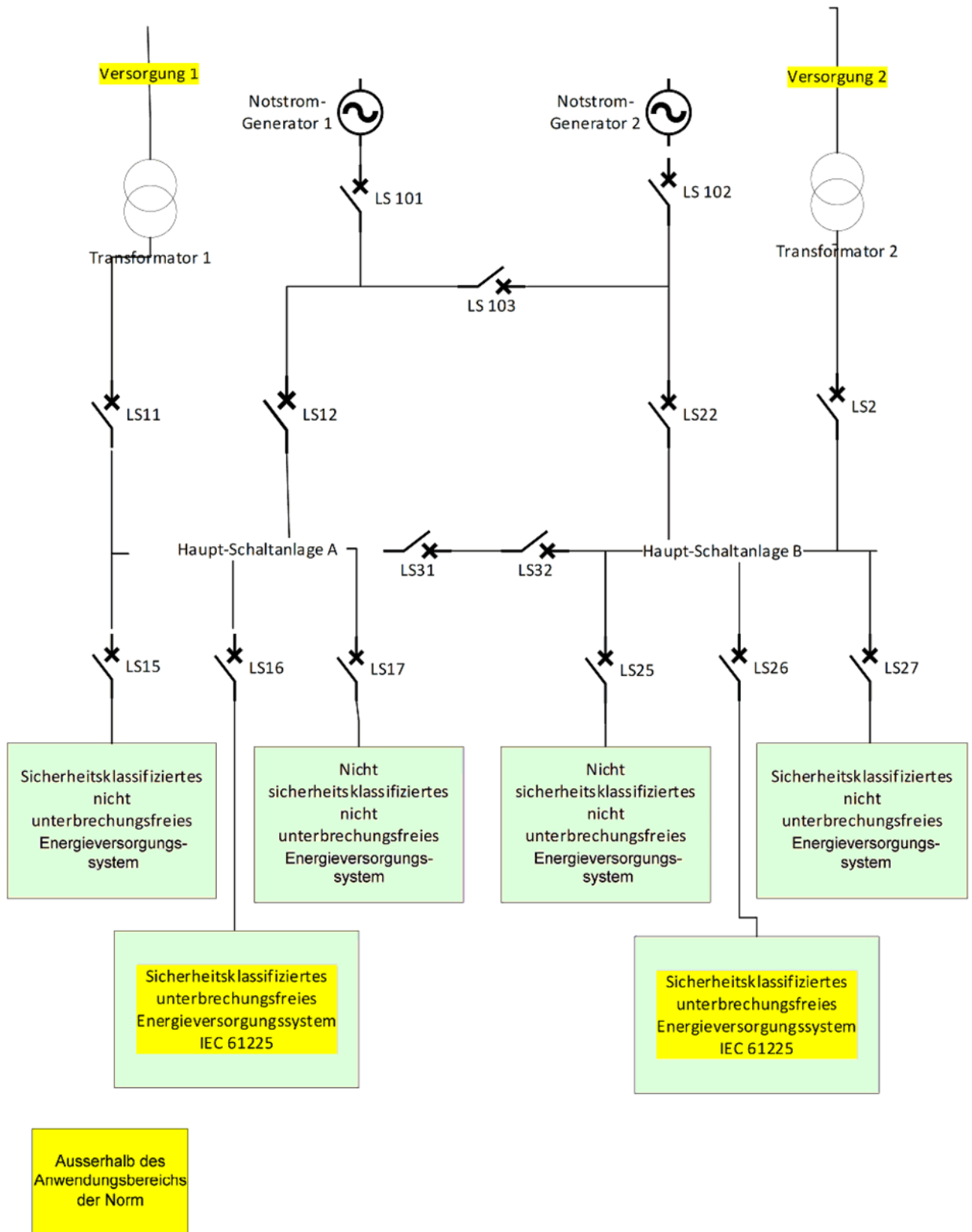


Bild 2 – Typisches Übersichtsschaltbild des Eigenbedarfs einer kerntechnischen Anlage, die kein Kernkraftwerk ist

Bild 1 zeigt ein typisches Übersichtsschaltbild des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems des Eigenbedarfs eines Kernkraftwerks. Es zeigt eine typische Beziehung des unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems des Eigenbedarfs mit dem Hauptgenerator, den Netzanbindungen, sicherheitsklassifizierten

Verbrauchern, nicht sicherheitsklassifizierten Verbrauchern und sicherheitsklassifizierten USV-Systemen. Es zeigt ebenso die räumliche Trennung der elektrischen Energieversorgung in einem Kernkraftwerk mit einer zugeordneten AC-Notstromquelle (Notstromdiesel) für jede Division. Der Ersatzstromgenerator für den Fall des Verlustes der kompletten Wechselstromversorgung ist in Division 1 dargestellt. Die Auslegung eines spezifischen Kernkraftwerks, unterstützt durch seine Sicherheitsbewertung, sollte die Anzahl der geforderten Divisionen festlegen und die Anforderungen an die Notstromerzeugung und Ersatzstromerzeugung in jeder Division als Antwort auf den gleichzeitigen Ausfall aller elektrischen Energieversorgung der Sicherheitssammelschienen (Notstromfall), Verlust der kompletten Wechselstromversorgung und den Ausfall der elektrischen Energieversorgung bestimmen.

Bild 2 zeigt ein typisches Übersichtsschaltbild des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems des Eigenbedarfs einer kerntechnischen Anlage, die kein Kernkraftwerk ist. Dieses besteht aus einer redundanten Energieversorgung von einer externen Netzanbindung und einer AC-Notstromquelle (Notstromgenerator), welche die Notstromversorgung für einige Verbraucher des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems liefert. Die USV-Systeme werden mit Wechselstrom aus dem nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem versorgt. Dies ist eine typische Anordnung der Energieversorgung; die tatsächliche Versorgungsanordnung und die Anforderungen an die Notstromerzeugung sollten im Sicherheitsnachweis der kerntechnischen Anlage festgelegt werden, der anhand von Sicherheitsanalysen für die jeweilige kerntechnische Anlage ermittelt wird. Leistungstransformatoren zwischen den Hauptschaltanlagen der kerntechnischen Anlage und den Verbrauchern der kerntechnischen Anlage wurden in dem Bild nicht berücksichtigt, da dies nicht bei allen Anwendungen erforderlich sein wird. Die Anforderungen an die Spannungsebenen in der kerntechnischen Anlage sind von Anlage zu Anlage unterschiedlich und sollten unter Berücksichtigung der Betriebslasten für die jeweilige Anlage festgelegt werden.

Die Betriebskonfiguration des elektrischen Energieversorgungssystems sollte die kontinuierliche Überwachung von Fehlern an allen elektrischen Geräten unterstützen. Dadurch sollten Fehler erkannt werden, bevor die Geräte zum Einsatz kommen, und Ausfälle vermieden werden, wenn die Geräte in Betrieb genommen werden.

Der wirksame Betrieb des Systems hängt von der Einrichtung eines gestaffelten elektrischen Schutzsystems mit geeigneten Schutzrelaiseinstellungen ab. Die übergeordneten Anforderungen für die Festlegung von Schutzeinstellungen auf der Grundlage einer Netzstudie sind in IEC 63046 festgelegt. Die Methodik für die Durchführung von Systemstudien und Systemkoordinationsstudien ist in IEC 62855 festgelegt.

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss gegen eine Reihe von Störungen des elektrischen Systems, die von der Netzversorgung oder innerhalb des Stromversorgungssystems der kerntechnischen Anlage ausgehen können, widerstandsfähig sein. Die Widerstandsfähigkeit des Energieversorgungssystems gegenüber Störungen des elektrischen Systems (Blitzschlag, Fehlerbedingungen, Ausfall eines großen Kraftwerks oder einer Übertragungsleitung usw.) muss durch die Durchführung von Systemstudien entsprechend der in IEC 62855 festgelegten Methodik nachgewiesen werden. Wenn größere Änderungen am elektrischen Energieversorgungssystem vorgenommen werden, müssen neue Studien durchgeführt werden, um die Belastbarkeit der Auslegung des geänderten Energieversorgungssystems nachzuweisen.

Die Auslegung des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems des Eigenbedarfs muss von den eingehenden Netzanschlüssen bis zu den elektrischen Verbrauchern der kerntechnischen Anlage vorgenommen werden. Die Anordnungen für die Einspeisung der einzelnen Verbraucher muss auf der Grundlage von Faktoren erfolgen, wie im Folgenden festgelegt:

- Geräteleistung;
- Bemessungsspannung der Geräte;
- Spannungsbereich für den Betrieb;
- Frequenzbereich für den Betrieb;
- Sicherheitsklassifizierung;
- Anforderungen an die räumliche Trennung der Divisionen;
- räumliche Anordnung der Geräte;
- während festgelegter Betriebs- und Stillstandszuständen sowie Störfällen zu erwartende Umgebungsbedingungen.

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss die Hauptstromquelle für den Betrieb der kerntechnischen Anlage unter allen festgelegten Betriebs-, Stillstands- und Fehlerbedingungen sein. Um die Leistungsanforderungen für die zuverlässige Energieversorgung der elektrischen Verbraucher in kerntechnischen Anlagen zu erfüllen, sollte die in IEC 63046 festgelegte Systemkonfiguration übernommen werden. Das Energieversorgungssystem sollte in der Lage sein, die Leistungsanforderungen während der Wartung der primären/bevorzugten Einspeisung und der unterstützenden Systeme, die für den Betrieb des elektrischen Energieversorgungssystems erforderlich sind, zu erfüllen. In den Instandhaltungs- und Überwachungsplänen für kerntechnische Anlagen sollten die Anforderungen an die Instandhaltung der kerntechnischen Anlagen sowie die zulässigen Anlagenzustände und Wiederinbetriebnahmezeiten festgelegt werden, um die Instandhaltungsarbeiten zu erleichtern. Der Sicherheitsnachweis für die kerntechnische Anlage sollte die Fähigkeit zur Durchführung von Instandhaltungsarbeiten am Energieversorgungssystem belegen und gleichzeitig sicherstellen, dass es keine Auswirkungen auf die Sicherheit der kerntechnischen Anlage gibt.

5.2 Konfiguration des elektrischen Systems

Die Systemkonfiguration sollte das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem in die Lage versetzen, seine Leistungsanforderungen zu erfüllen. Diese Leistungsanforderungen sollten unter Berücksichtigung der Sicherheitsbewertung der kerntechnischen Anlage im Sinne des Sicherheitsnachweises für die kerntechnische Anlage festgelegt werden.

Für Teile des Energieversorgungssystems der kerntechnischen Anlage sollten unterschiedliche Spannungsebenen in Betracht gezogen werden, um Anforderungen an den Leistungsbedarf zu unterstützen, die Systemleistung zu optimieren und die Anforderungen an die Diversität zu erfüllen.

Zur Unterstützung der Sicherheitsanforderungen an die kerntechnischen Anlagen sollten unabhängige Quellen für die Notstromerzeugung bereitgestellt werden. Soweit dies in den Sicherheitsbewertungen festgelegt ist, sollten zur Unterstützung der Sicherheitssysteme der kerntechnischen Anlage zusätzliche, diverse Quellen für die Notstromversorgung bereitgestellt werden.

Automatische Umschaltsysteme zwischen den Energieversorgungsquellen bei einem Spannungsausfall sollten implementiert werden, wenn die Sicherheitsbewertung Anforderungen für die automatische Wiederherstellung der Energieversorgung festlegt. Diese Systeme sollten die Leistung auf Ersatzenergieversorgungsquellen übertragen und die ausgefallene Versorgungsquelle abschalten. Ist es erforderlich, die Belastung des Notstromnetzes zu verringern, um eine Überlastung zu vermeiden, sollte das automatische Umschaltsystem nicht sicherheitstechnisch wichtige Verbraucher abschalten und die Versorgung sicherheitstechnisch klassifizierter Systeme vorrangig wieder herstellen.

Manuelle Umschaltsysteme zwischen den Energieversorgungsquellen sollten eingesetzt werden, wenn die Sicherheitsbewertung eine ausreichende Zeit für die manuelle Umschaltung festlegt.

Die Konfiguration von Verbindungsleitungen zur Unterstützung von Wartungsarbeiten an kerntechnischen Anlagen muss strikten Managementkontrollverfahren unterliegen. Diese Managementkontrollprozesse werden das Risiko von Ausfällen verringern, die darauf zurückzuführen sind, dass die Bediener das System nach Abschluss der Wartungsarbeiten nicht wieder in die richtige Betriebskonfiguration bringen. Wenn bei der Auslegung Verbindungsleitungen vorgesehen sind, muss zusätzlich eine umfassende Verriegelung der Versorgungsleitungen vorgesehen werden, um zu verhindern, dass eine Systemkonfiguration zustande kommt, bei der ein Fehler in einem redundanten System Auswirkungen auf ein anderes System haben könnte.

Es sollten Verriegelungssysteme und Verwaltungskontrollsysteme für die vorübergehende Verbindung redundanter Divisionen entwickelt werden. Das Verriegelungssystem sollte so ausgelegt sein, dass eine versehentliche Zusammenschaltung von redundanten Divisionen oder redundanten Einspeisungen des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems, die die Fähigkeit des elektrischen Energieversorgungssystems, seine festgelegte Sicherheitsfunktion zu erfüllen, beeinträchtigen könnte, ausgeschlossen ist.

Für Kernkraftwerke müssen unabhängige Divisionen vorgesehen werden, damit der Reaktor in einem sicheren Zustand für Auslegungsbedingungen und Auslegungserweiterungsbedingungen gehalten werden kann. Mit Ausnahme der Verbindungen für Wartungsarbeiten müssen die Divisionen elektrisch und räumlich unabhängig sein, sodass keine Aktion oder Störung innerhalb einer Division Auswirkungen auf eine andere Division haben kann.

Unter normalen Betriebsbedingungen sollten die sicherheitsklassifizierten Divisionen eines Kernkraftwerks völlig unabhängig voneinander sein, sodass keine Aktion oder Störung innerhalb einer Division Auswirkungen auf das Energieversorgungssystem einer anderen Division haben kann. Verbindungen zwischen Reaktordivisionen und redundanten Energieversorgungen dürfen zur Unterstützung von Wartungsarbeiten im Kernkraftwerk genutzt werden, sofern sie so ausgelegt sind, dass sie die folgenden Bedingungen erfüllen:

- Es sollten geeignete Trennvorrichtungen vorgesehen werden, um das Risiko zu minimieren, dass ein Fehler in einer Division die redundanten Divisionen beeinträchtigt.
- Es gibt keine Möglichkeit, dass ein Wechselstromsystem-Verbraucher des Kernkraftwerks parallel von separaten Stromquellen in verschiedenen elektrischen Divisionen oder redundanten Energieversorgungen versorgt wird.
- Die zusammengeschalteten Systeme verfügen über ausreichende Kapazitäten und Fähigkeiten, um die Lasten in den redundanten Systemen zu tragen.

Die zusammengeschalteten Systeme müssen über geeignete Vorkehrungen verfügen, um jedes System zu schützen, wenn ein Notfallsignal eingeht, das eine sichere Abschaltung des Kernkraftwerks während Wartungsarbeiten während des Betriebs erfordert. Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem in kerntechnischen Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind, sollte mit redundanten Energieversorgungen ausgestattet sein, wenn dies zur Erfüllung der Sicherheits- und Betriebsanforderungen der kerntechnischen Anlage erforderlich ist. Im Sicherheitsnachweis müssen die Anforderungen an die kerntechnische Anlage auf der Grundlage der Ergebnisse der Sicherheitsbewertung der kerntechnischen Anlage festgelegt werden.

5.3 Architektur des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems

Die Architektur des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems für kerntechnische Anlagen muss so entwickelt werden, dass die Versorgung der Sicherheitssysteme der kerntechnischen Anlage unter Auslegungsbedingungen und Auslegungserweiterungsbedingungen sowie die Versorgung der für den Betrieb der kerntechnischen Anlage in allen Betriebszuständen erforderlichen elektrischen Verbraucher gegeben ist. Die Architektur des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems sollte als Teil des in **IEC 63046** festgelegten übergeordneten Energieversorgungssystems der Anlage entwickelt werden. Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss die sicherheitstechnisch wichtigen und die nicht sicherheitstechnisch wichtigen elektrischen Verbraucher der kerntechnischen Anlage versorgen. Außerdem muss es unter allen Betriebs- und Abschaltbedingungen Strom zum Aufladen von Batterien, für die Batterieverbraucher und die USV-Systeme liefern.

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss das elektrische Energieversorgungssystem bei der Erfüllung der Funktionsanforderungen der kerntechnischen Anlage in den folgenden Betriebszuständen der Anlage unterstützen:

- Normalbetrieb;
- kontrollierte Abschaltung der kerntechnischen Anlage und sichere Abschaltung nach postulierten Ereignissen, die in der Sicherheitsanalyse bewertet wurden;
- Abschaltung für Wartungszwecke;
- dauerhafte Abschaltung der kerntechnischen Anlage;
- Anfahren der kerntechnischen Anlage.

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss das elektrische Energieversorgungssystem bei der Erfüllung der Funktionsanforderungen der kerntechnischen Anlage unter den folgenden Störfallbedingungen unterstützen:

- Ausfall aller elektrischen Energieversorgungen der Sicherheitssammelschienen (Notstromfall);
- Verlust der kompletten Wechselstromversorgung;
- Auslegungseignisse;
- auslegungsüberschreitende Ereignisse.

Bei der Auslegung der Architektur des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems müssen die folgenden Anforderungen berücksichtigt werden:

- gestaffelter Schutz;
- Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF);
- Einzelfehlerkriterium.

Die Vorkehrungen zur Erfüllung der oben genannten Anforderungen müssen beinhalten:

- Diversität;
- Unabhängigkeit;
- Qualität der Energieversorgung;
- Einrichtungen für die Prüfung von Geräten;
- physische Trennung;
- Redundanz;
- Widerstandsfähigkeit/Robustheit;
- seismische Anforderungen;
- Anforderungen an die Notstromversorgung;
- Zeit zum Einschalten der AC-Notstromquelle (Notstromgenerator);
- Anforderungen an die räumliche Trennung;
- Einbauverfahren;
- Anforderungen an den elektrischen Schutz;
- Anforderungen an den mechanischen Schutz.

5.4 Energieversorgung von außerhalb der Anlage (externe Netzanschlüsse)

5.4.1 Kernkraftwerke

Das System der Energieversorgung von außerhalb der Anlage muss aus einer Netz-Schaltanlage mit Verbindungen zum Übertragungsnetz und zum Kernkraftwerk bestehen. Von der Netz-Schaltanlage müssen unabhängige Verbindungen zur bevorzugten Einspeisung und zur Notstromversorgung vorgesehen werden.

Die bevorzugte Einspeisung aus der Netz-Schaltanlage sollte das Kernkraftwerk in allen Betriebsarten und in allen Betriebszuständen mit Wechselstrom versorgen und die Energie vom Hauptgenerator des Kernkraftwerks und dessen Anbindung an die Netz-Schaltanlage verteilen. Während des Leistungsbetriebs sollten die sicherheitstechnisch wichtigen und nicht sicherheitstechnisch wichtigen Hilfssysteme des Kernkraftwerks vom Hauptgenerator versorgt werden. Bei Abschaltung des Hauptgenerators sollten diese Verbraucher über die bevorzugte Einspeisung aus dem Netz versorgt werden.

Die Reservenetzeinspeisung aus der Netz-Schaltanlage sollte im Falle eines Ausfalls der bevorzugten Einspeisung die Energieversorgung der als sicherheitstechnisch klassifizierten Verbraucher aus dem Netz sicherstellen.

Kleine modulare Reaktoren mit passiven Sicherheitssystemen sind im Allgemeinen so ausgelegt, dass keine sicherheitstechnisch wichtigen Wechselstromversorgungen erforderlich sind, um das Kernkraftwerk in einem kontrollierten Zustand zu halten. Diese Kernkraftwerke benötigen in der Regel Wechselstromversorgungen der Klasse 2 nach IEC 61226, um den Reaktor in einen sicheren Zustand zu versetzen und Energie zur Aufrechterhaltung der Gleichstromsysteme und zur Versorgung der Leittechniksysteme der Anlage bereitzustellen.

Die Anforderungen an den Netzanschluss von Kernkraftwerken müssen auf der Grundlage der Leitlinien festgelegt werden, die in der künftigen IEC-Norm für den Netzanschluss von Kernkraftwerken und den Anschlussverträgen mit den Netzbetreibern festgelegt werden^{N9}. Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssys-

^{N9} Nationale Fußnote: Siehe Entwurf E DIN IEC 63298 (VDE 0491-8-5).

tem des Eigenbedarfs muss so ausgelegt sein, dass es die Verbraucher des Kernkraftwerks entweder aus dem Netz oder aus den AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) des Kraftwerks mit Energie versorgt.

Wenn für wiederkehrende Prüfungen von AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) unter Last erforderlich, sollten Vorkehrungen für den Parallelbetrieb von kraftwerksexternen und kraftwerksinternen Stromquellen in einer einzigen Division getroffen werden.

Die Auslegung der Netz-Schaltanlage und die zugehörigen Übertragungsleitungsanschlüsse muss so konzipiert sein, dass die Häufigkeit von Ausfällen der Netzversorgungen im Kernkraftwerk (Notstromfall) minimiert wird. Die Anordnung der Anschlüsse der Übertragungsleitungen an die Netz-Schaltanlage des Kernkraftwerks muss zwischen dem Kernkraftwerksbetreiber und dem Netzbetreiber vereinbart werden.

Häufigkeit und Dauer von Ausfällen der Energieversorgung aus dem Netz (Notstromfall) sollten als Eingangsgrößen für die probabilistische Sicherheitsanalyse des Kernkraftwerks ermittelt werden.

Die bevorzugte Einspeisung sollte bestehen aus:

- der Hauptnetzversorgung von außerhalb der Anlage, bestehend aus dem Hauptübertragungsnetz und der zugehörigen Netz-Schaltanlage;
- der Reservenetzversorgung von außerhalb der Anlage, bestehend aus dem Reserveübertragungsnetz und der zugehörigen Netz-Schaltanlage;
- dem an die Netz-Schaltanlage angeschlossenen Haupttransformator und dem Eigenbedarfstransformator;
- dem an die Netz-Schaltanlage angeschlossenen Reservenetztransformator;
- dem Verteilernetz bis hin zum sicherheitsklassifizierten nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem;
- dem Hauptgenerator und dem zugehörigen Leistungsschalter.

Die räumliche Auslegung der bevorzugten Einspeisung sollte so sein, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein einzelner Geräteausfall zum Ausfall der Energieversorgung sicherheitstechnisch klassifizierter Verbraucher im nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem führt, möglichst gering ist.

Die Reservenetzversorgung muss räumlich unabhängig und getrennt von der bevorzugten Einspeisung sein. Dadurch sollte die Möglichkeit eines gleichzeitigen Ausfalls der Haupt- und Reservenetzversorgung unter allen Umweltbedingungen und unter allen anzunehmenden Betriebs- und Störfallbedingungen verringert werden.

Der Reservenetzanschluss muss die folgenden Merkmale aufweisen:

- für den Betrieb verfügbar sein;
- in der Lage sein, bei Ausfall der bevorzugten Energieversorgung automatisch an das Eigenbedarfsnetz des Kraftwerks zugeschaltet zu werden;
- mit einer Steuerspannungsversorgung ausgestattet sein, die unabhängig von der Steuerspannungsversorgung der bevorzugten Einspeisung ist;
- für eine Mehrblockanlage sollte die Möglichkeit, einen Block abzuschalten, die Verfügbarkeit der externen Versorgung für die anderen in Betrieb befindlichen Blöcke nicht beeinträchtigen.

5.4.2 Kerntechnischen Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind

Kerntechnische Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind, sollten in der Regel über die Netzversorgung mit redundanten Energieversorgungen versorgt werden. Die Versorgungen müssen räumlich unabhängig sein, um das Risiko von Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF) zu verringern. Haupt- und Reservenetzversorgung sollten beide in der Lage sein, die elektrischen Verbraucher der kerntechnischen Anlage unter allen Betriebsbedingungen zu versorgen. Sofern in der Sicherheitsanalyse für die kerntechnische Anlage festgelegt, sollten die Haupt- und die Reservenetzversorgungssysteme räumlich getrennt werden. Die räumliche Trennung sollte vom Netzanschluss bis hin zu den einzelnen Verbrauchern in der Anlage erfolgen.

Die Festlegungen zur Redundanz, Diversität und zum Schutz vor Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF) sollten auf der Grundlage der Sicherheitsklassifizierungen der Verbraucher des elektrischen Energieversorgungssystems erfolgen.

Die Betriebskonfiguration der kerntechnischen Anlage und die Vorkehrungen im elektrischen Schutz sollten verhindern, dass ein einzelner Fehler im elektrischen System zu einem gleichzeitigen Stromausfall bei Haupt- und Reserveverbrauchern führt.

Die Versorgungen aus dem externen Netz müssen in der Lage sein, eine zuverlässige Energieversorgung bereitzustellen, zur Unterstützung des Sicherheitsnachweises der kerntechnischen Anlage.

Es sollte in Erwägung gezogen werden, Verbindungsleitungen zwischen den Betriebseinheiten der kerntechnischen Anlage zu schaffen, um ein Standortverteilernetz zu errichten, das jede Betriebseinheit mit dem Versorgungssystem außerhalb der Anlage verbindet.

5.5 Sicherheitsklassifiziertes Energieversorgungssystem

5.5.1 Kernkraftwerke

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem des Eigenbedarfs muss sicherheitsklassifizierte Energieversorgungen zur Unterstützung der sicherheitstechnisch wichtigen Kernkraftwerkssysteme umfassen. Dieses muss auch die Energieversorgungen für Auslegungsbedingungen und Auslegungserweiterungsbedingungen beinhalten.

Die Versorgung sicherheitstechnisch wichtiger Anlagensysteme erfordert in der Regel eine Notstromquelle, um die sicherheitstechnisch klassifizierten Verbraucher bei einem Ausfall der externen Energieversorgung durch das Netz und den Hauptgenerator (Notstromfall) zu unterstützen. Die AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) müssen so ausgelegt sein, dass sie die Energieversorgung der an dem nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem angeschlossenen Sicherheitssysteme des Kernkraftwerks bei gleichzeitigem Ausfall aller elektrischen Energieversorgungen der Sicherheitssammelschienen (Notstromfall) wiederherstellen. Die sicherheitstechnisch klassifizierten Verbraucher sollten in einer festgelegten zeitlichen Abfolge entsprechend den Anforderungen, die im Sicherheitsnachweis des Kernkraftwerks festgelegt sind, wieder zugeschaltet werden, um sicherzustellen, dass der Notstromgenerator beim Zuschalten der Verbraucher nicht überlastet wird.

Die Anforderungen an die Bereitstellung von AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) im nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem sollten aus Sicherheitsbewertungen abgeleitet werden, die die Anforderungen an die Sicherheitsklassifizierung sicherheitstechnisch wichtiger Systeme bestimmen. Daraus ergeben sich die erforderlichen Sicherheitsklassifizierungen für die unterstützenden elektrischen Stromversorgungen.

Wenn es die Anforderung gibt, die Energieversorgung für Anwendungen wie Kühlpumpen oder Lüftungsgebläse in kurzer Zeit wiederherzustellen, sollten kraftwerksinterne AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) automatisch anlaufen, um die Energieversorgung wiederherzustellen. Die kraftwerksinternen Generatoren sollten durch die Erkennung von Bedingungen wie niedrige Schaltanlagenspannung, offene Phasen oder niedrige Frequenz gestartet werden. Die Leistungsschalter müssen mit einer automatischen Abschaltfunktion ausgestattet sein, damit eine gestörte Energieversorgung abgeschaltet werden kann. Die Schaltanlagen müssen dann durch die Zuschaltung an die kraftwerksinternen AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) mit Strom versorgt werden, wenn diese erfolgreich gestartet wurden.

Nach Wiederherstellung der Energieversorgung sollten die Verbraucher in der Regel automatisch gestaffelt zugeschaltet werden. Durch die Laststufenzuschaltung der Verbraucher wird eine Überlastung der AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) aufgrund von Motoranlauf- und Einschaltströmen vermieden. Die Fähigkeit des Notstromsystems, die Versorgung in der festgelegten Reihenfolge wiederherzustellen, sollte durch die Durchführung analytischer Systemstudien entsprechend der in IEC 62855 festgelegten Methodik nachgewiesen werden.

Wo eine längere Unterbrechung der Versorgung toleriert werden kann, in der Regel bei Systemen mit niedrigerer Sicherheitsklassifizierung, sollte die Versorgung durch sicherheitsklassifizierte Umschaltssysteme oder durch manuelles Starten von Motoren und Zuschalten von Stromversorgungen wiederhergestellt werden. Die erforderliche Wiederherstellungszeit sollte auf der Grundlage der im Sicherheitsnachweis des Kernkraftwerks

festgelegten Anforderungen an die funktionale Sicherheit des Kernkraftwerks festgelegt werden. AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren), die erforderlich sind, um die Folgen von Ereignissen abzumildern, die in der Sicherheitsanalyse für Systeme der Klasse 1 nach IEC 61226 berücksichtigt werden, sollten fest in das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem eingebunden werden. Energieversorgungsquellen, die für niedriger klassifizierte Sicherheitssysteme erforderlich sind, sollten vorzugsweise fest eingebunden sein. Wenn mobile Notstromgeneratoren verwendet werden, sollte die Versorgung durch zugeordnete mobile Aggregate mit geeigneten technischen Anschlussmöglichkeiten an das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem erfolgen. Für den Transport und den Anschluss des mobilen Notstromgenerators an den Anschlusspunkt sollte in Übereinstimmung mit dem Sicherheitskonzept des Kernkraftwerks ausreichend Zeit zur Verfügung stehen. Mobile Notstromgeneratoren müssen über eine ausreichende Leistungsfähigkeit verfügen, um zu starten und die Lasten des Sicherheitssystems des Kernkraftwerks kontinuierlich mit Strom zu versorgen, um die Sicherheit des Kernkraftwerks nach einem Ereignis, das den Verlust der elektrischen Energieversorgung beinhaltet, aufrechtzuerhalten.

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem sollte so ausgelegt sein, dass AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) nur die festgelegten, sicherheitsklassifizierten Verbraucher versorgen, um sicherzustellen, dass die Generatoren durch den Betrieb von Verbrauchern niedrigerer Sicherheitsklassifizierung nicht überlastet werden. Werden über das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem Verbraucher mit niedrigerer Sicherheitsklassifizierung versorgt, sollten geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Integrität des höher klassifizierten Systems vor etwaigen Auswirkungen des niedriger klassifizierten Systems zu schützen. Geeignete Maßnahmen sind unter anderem:

- Automatische Abschaltung des niedriger klassifizierten Systems, bevor die AC-Notstromquelle (Notstromgenerator) an die Sammelschiene zugeschaltet wird.
- Auslegung der Energieversorgung des niedriger klassifizierten Systems entsprechend den Anforderungen des höher klassifizierten Systems und Bereitstellung einer ausreichenden Leistung der AC-Notstromquelle (Notstromgenerator) zur Versorgung der Verbraucher des niedriger klassifizierten Systems.
- Bereitstellung geeigneter sicherheitsklassifizierter elektrischer Trennvorrichtungen an der Schnittstelle zum niedriger klassifizierten System und Bereitstellung einer ausreichenden Leistung im niedriger klassifizierten System zur Versorgung der niedriger klassifizierten Lasten.

5.5.2 Kerntechnischen Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind

Für kerntechnische Anlagen, die keine Kernkraftwerke sind, sollten AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) zur Unterstützung der sicherheitstechnisch wichtigen Systeme der kerntechnischen Anlage vorgesehen werden, wie sie im Sicherheitsnachweis der kerntechnischen Anlage auf der Grundlage von Sicherheitsbewertungen festgelegt sind. Eine AC-Notstromquelle (Notstromgenerator) sollte in der Lage sein, bei Bedarf Notstromversorgung für die festgelegten sicherheitstechnisch klassifizierten Haupt- und Ersatzverbraucher zu liefern, um die sicherheitstechnisch wichtigen Systeme der kerntechnischen Anlage zu versorgen.

Die Vorkehrungen für den manuellen oder automatischen Start und für die Zuschaltung der AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) an die Verbraucher der kerntechnischen Anlage müssen sich nach der Zeit richten, die für die Wiederherstellung der Stromversorgung der sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher laut dem Sicherheitsnachweis der kerntechnischen Anlage erforderlich ist. Werden AC-Notstromquellen (Notstromgeneratoren) manuell gestartet, sollte der Sicherheitsnachweis für die kerntechnische Anlage genügend Zeit vorsehen, damit die Kraftwerksfahrer/-operateure den Generator starten, etwaige Schaltvorgänge durchführen und die sicherheitstechnisch wichtigen Systeme der kerntechnischen Anlage in Betrieb nehmen können.

5.6 Nicht sicherheitstechnisch klassifiziertes Energieversorgungssystem

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem umfasst im Allgemeinen nicht sicherheitstechnisch klassifizierte Energieversorgungen, die für den normalen Betrieb der kerntechnischen Anlage und alle anzunehmenden betrieblichen Ereignisse erforderlich sind. Die Verfügbarkeit dieser Energieversorgungen kann den zuverlässigen Betrieb der kerntechnischen Anlage beeinträchtigen, was bei der Festlegung der Instandhaltungsverfahren und -zeitpläne für die kerntechnische Anlage berücksichtigt werden sollte. Die Auswirkungen dieser Energieversorgungen auf die sicherheitstechnisch wichtigen Systeme sollten bei der Bestimmung der elektrischen Gesamtleistungsbilanz der kerntechnischen Anlage, der transienten Stabilität und der Möglichkeit, dass Fehler in diesen Systemen die als sicher eingestuft Systeme der kerntechnischen Anlage beeinträchtigen, berücksichtigt werden. Bei der Auslegung des nicht sicherheitstechnisch klassifizierten Systems sollten

nachteilige Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Versorgungseinrichtungen für die sicherheitstechnisch klassifizierten Systeme der kerntechnischen Anlage vermieden werden.

5.7 Betriebsgrenzen des Energieversorgungssystems

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss in der Lage sein, die Stromversorgung sicherheitstechnisch wichtiger Systeme aufrechtzuerhalten, wenn interne und externe Störungen der Versorgung auftreten. In den folgenden Abschnitten werden die Anforderungen im Zusammenhang mit den spezifischen Störungen festgelegt.

5.7.1 Unterspannungen

Unterspannungen in elektrischen Versorgungsnetzen können durch transiente Vorgänge und elektrische Fehler entstehen. Beispiele hierfür sind:

- Störungen des Stromnetzes;
- elektrische Störungen aufgrund von Kurzschlüssen in der kerntechnischen Anlage;
- Wiederbeschleunigung von Motoren nach Störungen im elektrischen System;
- Anlauf von Motoren und Motorengruppen;
- Kombinationen aus den oben genannten Faktoren;
- Einschaltstrom eines Transformators;
- Ereignisse mit offener Phase (Leiterunterbrechungen);
- langsam abfallende Spannung (Mangel an Blindleistung).

Spannungsabfälle aufgrund von elektrischen Fehlern und Motoranlaufströmen dürfen nicht:

- zu einer Beeinträchtigung oder dauerhaften Abschaltung oder Unterbrechung des Betriebs sicherheitstechnisch klassifizierter und nicht klassifizierter Lasten führen;
- eine Umschaltung der Stromerzeugungsquelle auf eine kraftwerksexterne oder kraftwerksinterne Ersatzwechselstromquelle vor Ablauf einer festgelegten Zeitverzögerung bewirken;
- zum Auslösen des Überlastungsschutzes führen.

Das Risiko unzulässiger Unterspannungen während des Motoranlaufs beim Betrieb von Notstrom-Dieselmotoren sollte gemindert werden, da diese den Betrieb von sicherheitstechnisch klassifizierten Verbrauchern im nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem beeinträchtigen können. Die Abhilfemaßnahmen sollten Folgendes umfassen:

- die Einführung einer automatischen Startsequenz für die Verbraucher, die auf den Eigenschaften der Verbraucher und der Stromquelle sowie auf den Ergebnissen der Sicherheitsbewertungen basiert;
- die Bereitstellung einer angemessenen Leistungskapazität in den Stromerzeugungsgeneratoren, um die Lastanforderungen zu erfüllen, einschließlich der Fähigkeit, große Motoren zu starten.

5.7.2 Überspannungen

Überspannungen können durch transiente Vorgänge oder Störungen auftreten. Beispiele hierfür sind:

- Hochfrequenztransienten wie Blitze und Schaltimpulse.
- Niederfrequenzfehler aufgrund von:
 - Lastabwurf;
 - Generatorabschaltung;
 - Eigenbedarfsbetrieb;
 - vom Generator verursachte Transienten, wie z. B. der Ausfall der automatischen Spannungsregelung;
 - einphasige Erdungsfehler, wenn IT-Erdungssysteme implementiert sind;

- Blindleistung, die in schwach belasteten Hochspannungs-Übertragungsleitungen erzeugt wird;
- Umschaltungen zwischen Sammelschienen.

Blitzeinschläge können in Gebäude innerhalb der kerntechnischen Anlage, in der Nähe der kerntechnischen Anlage, in Verbindungsleitungen und in der Nähe von Verbindungsleitungen auftreten. Diese können erhebliche Schäden am nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem verursachen, die die Fähigkeit des Energieversorgungssystems beeinträchtigen können, Leistung für die Betriebs- und die Sicherheitssysteme der kerntechnischen Anlage zu liefern.

Auslegungsvorkehrungen zur Abmilderung der Folgen von Blitzeinschlägen sollten umfassen:

- Faradaysche Käfige;
- Potentialausgleichsnetze;
- Transformatoren;
- Kabelabschirmung;
- Kabelauslegung usw.;
- Überspannungsschutz;
- Blitzschutz für Anlagen.

Der Überspannungsschutz sollte so ausgelegt sein, dass er gegen den größten anzunehmenden Stromstoß am Standort der kerntechnischen Anlage schützt.

5.7.3 Stromtragfähigkeit

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss in der Lage sein, alle Anlaufströme zu liefern, die zum zuverlässigen Anlaufen von Motoren innerhalb der ausgelegten Anlaufzeit erforderlich sind, ohne dass andere Teile des Systems durch Spannungseinbrüche aufgrund hoher Anlaufströme beeinträchtigt werden. Für alle Betriebs- und Energieversorgungskonfigurationen des Systems muss eine ausreichende Leistung vorhanden sein, um alle an das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem angeschlossenen Verbraucher zu starten.

Alle Teilabschnitte des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems müssen in der Lage sein, Transformatoreinschaltströme zu tragen. Diese Ströme dürfen nicht dazu führen, dass elektrische Schutzrelais ausgelöst werden, die das Auslösen von Leistungsschaltern und die Abschaltung von Verbrauchern des Systems verursachen.

Alle Teile des Energieversorgungssystems müssen die Stromtragfähigkeit zusammen mit angemessenen Auslegungsreserven aufweisen, um die berechneten maximalen thermischen elektrischen Ströme bei den maximalen Auslegungstemperaturen dauerhaft zu übertragen.

Die Energieversorgungssysteme müssen in der Lage sein, bei einem Störfall in der Anlage alle sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher innerhalb der Spannungs- und Stromgrenzwerte aus einem Netzanschluss zu versorgen.

Alle Teile des Energieversorgungssystems müssen in der Lage sein, die maximalen Kurzschlussströme während des Auslegungszeitraums zu tragen, um Schutzauslösungen ohne nachteilige Auswirkungen auf die Fähigkeit der Geräte, ihre Auslegungsfunktion weiterhin zu erfüllen, zu ermöglichen.

5.7.4 Betriebsgrenzen der Frequenz

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss so ausgelegt sein, dass es innerhalb der vom Netzbetreiber festgelegten Betriebsgrenzen der Netzfrequenz arbeitet. Es muss nachgewiesen werden, dass die Verbraucher der kerntechnischen Anlage kontinuierlich innerhalb dieser Betriebsgrenzen betrieben werden können. Dieser Nachweis ist erforderlich, um die Robustheit der Auslegung des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems gegenüber Frequenzstörungen zu belegen. Der Nachweis sollte zeigen, dass es keine nachteiligen Auswirkungen auf den Betrieb von Geräten in der kerntechnischen Anlage gibt, die vom

Energieversorgungssystem versorgt werden und die Fähigkeit der kerntechnischen Anlage zum sicheren und zuverlässigen Betrieb beeinträchtigen könnten.

Das kraftwerksinterne Notstromsystem muss so ausgelegt sein, dass die Netzfrequenz im eingeschwungenen Zustand innerhalb der Auslegungsgrenzen der Betriebsmittel gehalten wird, und bei transienten Vorgängen wie Lastwechsel und Lastabwurf darf sie nicht außerhalb der zulässigen Grenzwerte schwanken. Die Fähigkeit des Systems, innerhalb dieser Grenzwerte zu arbeiten, sollte durch die Durchführung von Studien über das Energieversorgungssystem nachgewiesen werden. Dabei sollte auch nachgewiesen werden, dass der Betrieb der Geräte der kerntechnischen Anlage im Notstrombetrieb keine nachteiligen Auswirkungen hat.

Elektrische Geräte dürfen durch Frequenzänderungen aufgrund von Netzstörungen innerhalb der vom Netzbetreiber festgelegten Grenzwerte nicht nachteilig beeinflusst werden. Alle Geräte müssen bei Störungen innerhalb der vom Netzbetreiber festgelegten Betriebsgrenzen in Betrieb bleiben und ihre Auslegungsfunktion erfüllen.

Elektrische Energieversorgungssysteme sollten so ausgelegt sein, dass sie gegen die Auswirkungen schneller elektrischer Transienten immun sind. Die getroffenen Maßnahmen sollten die Auswahl geeigneter elektrischer Schaltgeräte und die Modellierung des Systems umfassen.

5.7.5 Netzbetriebsparameter

Für Kernkraftwerke muss der Netzbetreiber die Netzbetriebsparameter Spannung, Frequenz, Frequenzänderungsrate und Netzstörungsreaktion (en: fault ride through) festlegen, für die die Anforderung besteht, dass das Kernkraftwerk am Netz angeschlossen bleiben muss. Die Fähigkeit des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems, innerhalb der festgelegten Betriebsparameter am Netz angeschlossen zu bleiben, muss vom Betreiber des Kernkraftwerks nachgewiesen werden. Bei diesem Nachweis muss die Bewertung der Reaktorsicherheit berücksichtigt werden, um zu bestätigen, dass die Sicherheit des Reaktors durch den Anschluss an das Netz über den gesamten Bereich der Betriebsparameter des Netzbetreiber-Netzcodes nicht in Frage gestellt wird. Die Fähigkeit des Kernkraftwerks, innerhalb der festgelegten elektrischen Störungen sicher zu arbeiten, muss im Sicherheitsnachweis der kerntechnischen Anlage in Verbindung mit der Bewertung durch die Fachrichtung der Störfallstudien dargestellt werden.

Für alle kerntechnischen Anlagen sollte im Sicherheitsnachweis nachgewiesen werden, dass alle an das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem angeschlossenen elektrischen Geräte in der Lage sind, ihre Auslegungsfunktion über den gesamten Bereich der vom Netzbetreiber festgelegten Betriebsparameter zu erfüllen. Diese Anforderung, die Auslegungsfunktionen über den gesamten Bereich der Betriebsparameter des Netzbetreibers zu erfüllen, sollte auch für Kernkraftwerke gelten, die nicht mit einer Energieversorgung aus dem Netz für Sicherheitsfunktionen betrieben werden.

5.7.6 Elektromagnetische Störungen

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss so ausgelegt sein, dass es den in IEC 61000 festgelegten Anforderungen entspricht.

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem muss so ausgelegt sein, dass das Risiko von Störungen des Betriebs der kerntechnischen Anlage durch elektromagnetische Störungen möglichst gering ist. Dazu muss die Anwendung guter Auslegungspraktiken gehören, wie z. B. eine robuste Installation, die eine angemessene räumliche Trennung von elektromagnetischen Störquellen sicherstellt, die Bereitstellung von Erdungseinrichtungen, die so ausgelegt sind, dass die Ausbreitung elektromagnetischer Störungen auf ein Mindestmaß beschränkt wird, und die Sicherstellung, dass die elektrischen Geräte ordnungsgemäß so ausgelegt sind, dass sie den für die kerntechnische Anlage festgelegten Grenzen der elektromagnetischen Ausbreitung standhalten.

Eine gute Auslegungspraxis sollte die Auswirkungen von elektromagnetischen Störungen durch die folgenden Auslegungstätigkeiten abmildern:

- räumliche Trennung von Geräten und Verkabelung;
- Kabelauswahl und -verlegung;
- Abschirmung von Kabeln;

- Abschirmung von Gebäuden, Geräträumen und Schaltanlagen;
- Auslegung von Erdungsanlagen für die kerntechnische Anlage.

5.7.7 Geomagnetisch induzierte Ströme

Bei der Sicherheitsbewertung der kerntechnischen Anlage muss die Angemessenheit der Schutzmaßnahmen gegen das Risiko von geomagnetisch induzierten Strömen bei der Auslegung der kerntechnischen Anlage belegt werden. Die geomagnetisch induzierten Ströme als Auslegungsgrundlage müssen als Teil der Nachweisführung bestimmt werden, und der Sicherheitsnachweis muss die Angemessenheit der zur Minderung der Auswirkungen von geomagnetisch induzierten Strömen getroffenen Auslegungsmaßnahmen belegen.

5.7.8 Oberschwingungen

In der Sicherheitsbewertung der kerntechnischen Anlage muss nachgewiesen werden, dass der zuverlässige Betrieb des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems nicht durch Oberschwingungen beeinträchtigt wird, die anlagenintern von der kerntechnischen Anlage und von externen Netzquellen erzeugt werden. Oberschwingungen können intern von nichtlinearen Geräten wie Batterieladegeräten, Antrieben mit Frequenzumrichtern, Schaltnetzteilen, Antrieben mit variabler Frequenz und Wechselrichtern erzeugt werden, die alle zum Klirrfaktor des Stromversorgungssystems beitragen können. Bei der Analyse des Klirrfaktors sollte die ungünstigste Energieversorgungskonfiguration mit geringer Kurzschlussleistung vollständig berücksichtigt werden.

Für alle potentiellen Oberschwingungsquellen muss eine Oberschwingungsanalyse durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass es keine nachteiligen Auswirkungen auf die nuklearen Schutzsysteme und keine Temperatureffekte auf die elektrischen Geräte aufgrund von Oberschwingungsverzerrungen gibt.

5.7.9 Betriebsspannung und Grenzen

Die Betriebsspannungen des Systems sollten unter Berücksichtigung der Fähigkeit zur Unterstützung der Verbraucher der kerntechnischen Anlage gewählt werden. Dabei muss auch berücksichtigt werden, ob die elektrischen Geräte für den Betrieb auf der gewählten Spannungsebene in Bezug auf den Betriebsstrom und die Systemfehlerstromgröße verfügbar sind.

Die Nennspannungsebene zur Versorgung aller Teile des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems sollte den Anforderungen der **IEC 60038** entsprechen.

Die Auswahl der Spannungsebenen sollte auf der Grundlage des Leistungsbedarfs und der elektrischen Koordination erfolgen. Bei der Auswahl geeigneter Spannungsebenen sollten folgende Punkte besonders berücksichtigt werden:

- Minimierung von Leistungsverlusten;
- Spannungseinbrüche beim Motoranlauf;
- Vermeidung von hohen Systemstörungsgrößen;
- Verfügbarkeit von geeigneten elektrischen Geräten;
- Vermeidung einer zu großen Anzahl von Spannungsebenen.

Für alle elektrischen Betriebsmittel, die an das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem angeschlossen sind, müssen die oberen und unteren Spannungsbetriebsgrenzen bestimmt werden. Eine Analyse des Systems muss durchgeführt werden, um die Betriebsspannungen des Systems in allen Betriebsarten und aus allen Versorgungsquellen zu ermitteln. Dabei sollten Transienten berücksichtigt werden, die z. B. durch das Anfahren von Motoren, Einschaltströme, Umschaltvorgänge und gestaffeltes Anfahren verursacht werden. Bei der Bestimmung der Spannungsabfälle sollten die Kabellängen berücksichtigt werden.

Das elektrische Energieversorgungssystem muss mit einer bekannten Impedanzhüllkurve ausgelegt sein, um sicherzustellen, dass die Spannungsebenen in allen Betriebsarten innerhalb der Betriebstoleranzen bleiben.

Es sollt in Erwägung gezogen werden, eine Diversität zwischen den Betriebsspannungsebenen der Reservestromquellen zu schaffen, um die Systemdiversität der Sicherheitssysteme als Teil der Vorkehrungen für den gestaffelten Schutz der kerntechnischen Anlage zu unterstützen.

5.8 Sicherheitsklassifizierung

Das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem des Eigenbedarfs muss entsprechend den Anforderungen von IEC 61226 und IEC 63046 sicherheitstechnisch klassifiziert sein. Dies erfordert die Anwendung von Sicherheitsklassifizierungen auf das nicht unterbrechungsfreie Energieversorgungssystem in Übereinstimmung mit den Sicherheitsklassifizierungen, die für die vom elektrischen Energieversorgungssystem versorgten Systeme gelten.

Ist ein Verbraucher einer niedrigeren Sicherheitsklasse an eine Schaltanlage einer höheren Sicherheitsklasse angeschlossen, muss eine der folgenden Vorkehrungen getroffen werden, damit ein Fehler in dem niedriger klassifizierten System keine Auswirkungen auf den Betrieb des höher klassifizierten Systems hat:

- Die Versorgung des niedriger eingestuften Systems muss elektrisch getrennt sein.
- Die sicherheitstechnisch niedriger klassifizierten Verbraucher müssen als verbundener Schaltkreis nach IEC 60709 eingestuft werden und alle Sicherheitsanforderungen des höher eingestuften Stromkreises, an den sie angeschlossen sind, erfüllen. Wird der sicherheitstechnisch niedriger klassifizierte Verbraucher von einer Schaltanlage versorgt, die durch eine Notstromversorgung unterstützt wird, muss entweder der Verbraucher bei der Berechnung der Belastung des Notstromgenerators berücksichtigt werden, oder der sicherheitstechnisch niedriger klassifizierte Verbraucher muss automatisch abgeschaltet werden, wenn die AC-Notstromquelle (Notstromgenerator) in Betrieb ist. Die zur automatischen Abschaltung der sicherheitstechnisch niedriger klassifizierten Verbraucher vorgesehene Einrichtung muss dieselbe Sicherheitsklassifizierung haben wie das sicherheitstechnisch höher klassifizierte System.

Die Auslegungsmerkmale der sicherheitstechnisch klassifizierten Geräte jeder Sicherheitsklasse müssen eindeutig angegeben sein. Dazu müssen unter anderem die folgenden Punkte gehören:

- Anforderungen an die Gerätequalifizierung;
- seismische Anforderungen;
- Qualifizierungsanforderungen für programmierbare Geräte;
- Anforderungen für Stückprüfungen.

Die Sicherheitsklassifizierung von Abschnitten des nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystems sollte auf der Grundlage der Einstufung des versorgten sicherheitstechnisch wichtigen Systems in Übereinstimmung mit den in IEC 61226 festgelegten Anforderungen an das elektrische Energieversorgungssystem festgelegt werden.

Systeme mit niedriger Sicherheitsklassifizierung sollten im Allgemeinen nicht von einem Energieversorgungssystem mit einer höheren Sicherheitsklassifizierung versorgt werden; wo dies jedoch nicht möglich ist, sollte eine elektrische Trennung vorgesehen werden, um zu verhindern, dass sich ein nachgelagerter Fehler auf den Betrieb des höher klassifizierten vorgelagerten Systems auswirkt. Das Energieversorgungssystem muss in der Lage sein, die niedriger klassifizierten Verbraucher zu versorgen, es sei denn, die Verbraucher des niedriger klassifizierten Systems werden unter den Betriebsbedingungen der Auslegungsgrundlage automatisch abgeschaltet. Das System zur Abschaltung dieser Verbraucher muss in derselben Sicherheitsklasse klassifiziert sein wie das System mit der höheren Sicherheitsklassifizierung.

5.9 Gerätequalifizierung

Alle im nicht unterbrechungsfreien Energieversorgungssystem verwendeten Geräte müssen entsprechend den für die Geräte geltenden spezifischen Vorschriften und Normen und in Übereinstimmung mit ihrer Sicherheitsklassifizierung qualifiziert werden. Dies muss für alle Auslegungsbedingungen und Auslegungserweiterungsbedingungen zur Unterstützung der Sicherheitssysteme der kerntechnischen Anlage während ihrer gesamten Betriebsdauer angewandt werden.