



## Grundlagen

(1) Die Regeln des KTA haben die Aufgabe, sicherheitstechnische 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 getroffen ist (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG), um die im Atomgesetz und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten sowie in den „Sicherheitskriterien“ und den „Störfall-Leitlinien“ weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Basierend auf dem Kriterium 7.1 „Notstromversorgung“ der Sicherheitskriterien werden in den Regeln KTA 3701 bis KTA 3705 die Anforderungen an die Energieversorgung des Sicherheitssystems festgelegt.

(3) In dieser KTA-Regel wird die Einhaltung der konventionellen Vorschriften und Normen (z. B. Unfallverhütungsvorschriften, DIN-Normen und VDE-Bestimmungen) vorausgesetzt, wenn nicht kernkraftwerksspezifisch bedingt andere Anforderungen gestellt werden.

(4) Diese Regel enthält spezielle Anforderungen an Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten. Übergeordnete Anforderungen an die elektrische Energieversorgung in Kernkraftwerken sind in KTA 3701 enthalten. Diese betreffen auch elektronische Baugruppen von Gleichrichtergeräten.

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

(6) Anforderungen an Notstromanlagen mit Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern in Kernkraftwerken sind in KTA 3704 enthalten.

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

(8) 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.

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

(10) Anforderungen an den Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren sind in KTA 2103 enthalten.

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

## 1 Anwendungsbereich

Diese Regel ist auf Notstromerzeugungsanlagen mit geschlossenen Bleibatterien und Gleichrichtergeräten (im Regeltext Batterieanlagen genannt) in ortsfesten Kernkraftwerken anzuwenden.

Hinweis:

**Bild 1-1** zeigt den Anwendungsbereich der Regel KTA 3703

## 2 Begriffe

(1) Bereitschaftsparallelbetrieb von Batterieanlagen

Der Bereitschaftsparallelbetrieb von Batterieanlagen ist ein Parallelbetrieb, bei dem die Batterie nur dann Strom liefert,

wenn die Versorgung über das Gleichrichtergerät nicht verfügbar ist.

(2) Entladezeit

Die Entladezeit ist die Zeitspanne vom Entladebeginn bis zum Erreichen der zulässigen minimalen Zellenspannung  $U_{Zmin}$ .

Hinweis:

Zur Festlegung der minimal zulässigen Zellenspannung  $U_{Zmin}$  siehe Abschnitt 4.5.2.2.

(3) Batterie, geschlossene

Eine geschlossene Batterie besteht aus Zellen, deren Deckel mit einer oder mehreren Öffnungen versehen sind, durch die die entstandenen Gase entweichen können.

(4) Parallelbetrieb von Batterieanlagen

Der Parallelbetrieb von Batterieanlagen ist ein Betrieb, bei dem Verbraucher, Gleichrichtergerät und Batterie ständig parallel geschaltet sind.

(5) Sachverständiger

Sachverständiger ist eine auf Grund von § 20 Atomgesetz durch die atomrechtliche Genehmigungsbehörde oder Aufsichtsbehörde zugezogene fachkundige Person oder Organisation.

## 3 Übergeordnete Anforderungen

(1) Die Auslegung der Batterieanlagen, der Schaltanlagen, der Verteilungsanlagen und der Gleichstromverbraucher ist gegenseitig so abzustimmen, dass die statischen und dynamischen Grenzen der für die Verbraucher zulässigen Versorgungsspannungen eingehalten werden.

(2) Die Auswirkungen versagenauslösender Ereignisse innerhalb der Batterieanlagen auf die Kernkraftwerksanlage sind in Hinblick auf ihre Zulässigkeit zu untersuchen.

Hinweis:

Bei der Systemauslegung geht man z. B. davon aus, dass durch ein versagenauslösendes Ereignis (z. B. Kurzschluss) ein Strang der Gleichstromversorgung und damit einfach gespeiste Verbraucher (z. B. Magnetventile) ausfallen können.

## 4 Auslegung

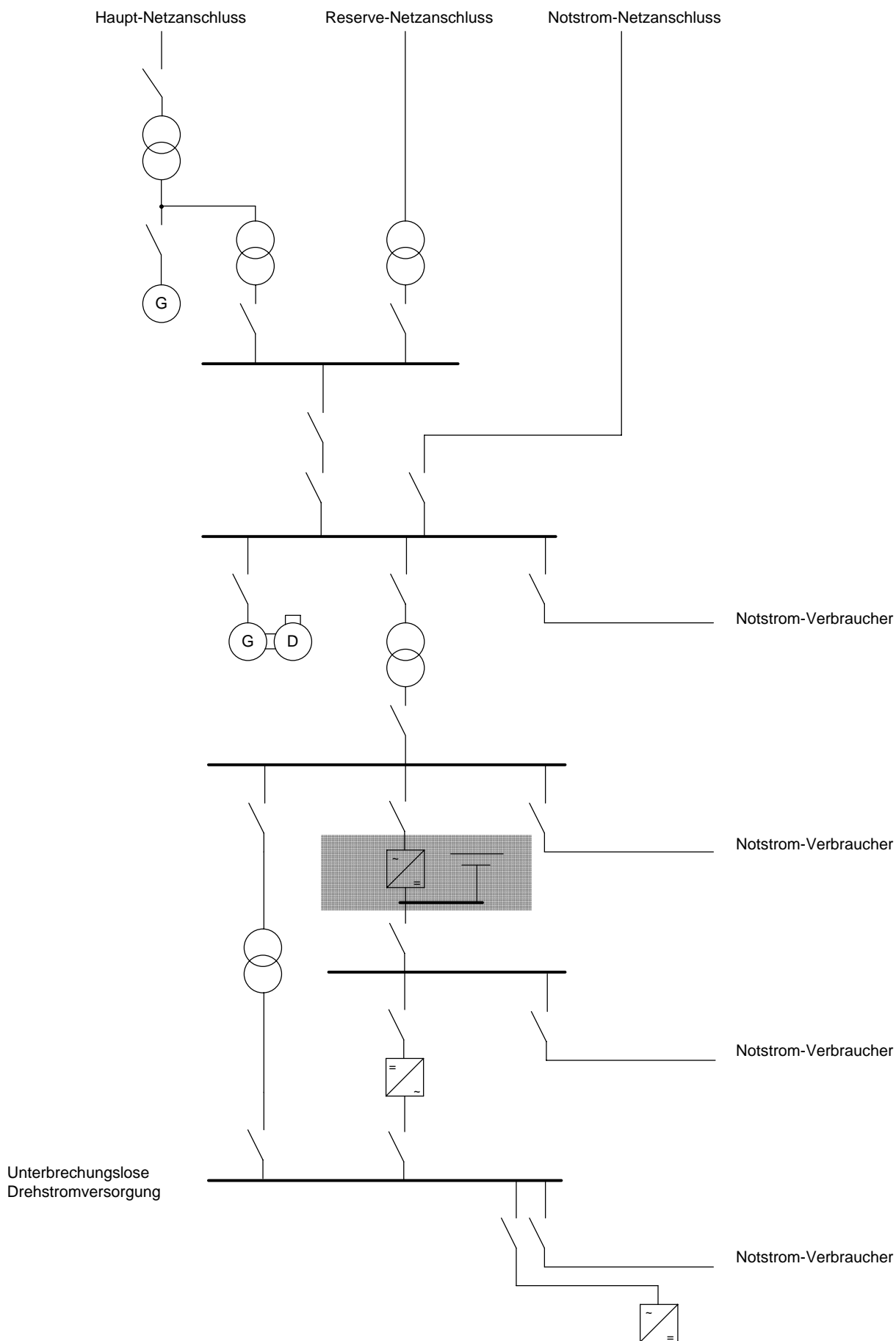
### 4.1 Schaltungskonzept und Versorgung der Verbraucher

(1) Bei der Festlegung der Schaltungskonzepte müssen insbesondere die Redundanz der versorgten Verbraucher und die Auswirkungen des Ausfalls von Komponenten der Batterieanlagen auf die Zuverlässigkeit der versorgten Verbraucher berücksichtigt werden.

(2) Batterieanlagen, die strangzugehörige Verbraucher versorgen, sind in funktionell und räumlich getrennten Strängen aufzubauen.

(3) Für die Versorgung der Gleichrichtergeräte und der Verbraucher soll eines der folgenden Schaltungskonzepte gewählt werden:

a) Ein Gleichrichtergerät je Strang einer Batterieanlage. Anschluss des Gleichrichtergerätes an die Diesel-Notstromschaltanlage des gleichen Stranges. Versorgung der Verbraucher eines Stranges aus dem zugeordneten Strang der Batterieanlage, oder Versorgung der Verbraucher eines Stranges aus dem zugeordneten Strang und einem benachbarten Strang der Batterieanlage (z. B. **Bild 4-1**).



G:Generator  
D:Dieselmotor

**Bild 1-1:** Anwendungsbereich dieser Regel (grau hinterlegt)

b) Zwei Gleichrichtergeräte je Strang einer Batterieanlage. Anschluss des ersten Gleichrichtergerätes an die Diesel-Notstromschaltanlage des gleichen Stranges, Anschluss des zweiten Gleichrichtergerätes an die Diesel-Notstromschaltanlage eines benachbarten Stranges. Dabei sind die Gleichrichtergeräte für je 100 % des Strombedarfes des Stranges auszulegen. Versorgung der Verbraucher eines Stranges nur aus dem zugeordneten Strang der Batterieanlage (z. B. **Bild 4-2**).

(4) Bei der Wahl von verbraucherseitig entkoppelten Doppelerspeisungen nach Abschnitt 4.2 Absatz 3 Aufzählung a oder gleichrichtergeräteseitigen Doppelerspeisungen nach Abschnitt 4.1 Absatz 3 Aufzählung b sind die Verbindungen zum benachbarten Strang so auszuführen, dass keine in Betracht zu ziehende Versagensmöglichkeit mehr als einen Strang ausfallen lassen kann.

## 4.2 Netzformen der Batterieanlagen

(1) Folgende Punkte sind bei der Festlegung der Netzform von Batterieanlagen zu berücksichtigen:

- Nennspannung des Systems,
- Fehlererkennung und Fehlerabschaltung,
- Anforderungen durch die angeschlossenen Verbraucher,
- Ausdehnung des Netzes,
- Isolationsmöglichkeit,
- Blitzschutz und
- Überspannungsschutz.

(2) Wird ein Gleichstromnetz geerdet betrieben, sind folgenden Bedingungen einzuhalten:

- Bei den Verbindungen zwischen Batterie, Gleichrichtergerät und Gleichstromschaltanlage muss der Querschnitt des geerdeten Leiters gleich dem Querschnitt des nicht geerdeten Leiters ausgeführt werden. Der geerdete Leiter darf nicht abgesichert werden.
- Bei zentraler Erdung ist das Gleichstromnetz an einem gemeinsamen Punkt zu erden.
- Bei dezentraler Erdung ist das Gleichstromnetz an den Leitetechnikschranken, Wartepulten und Wartentafeln zu erden.
- Der M-Leiter sollte weder in der Batterieanlage noch in der GS-Schaltanlage geerdet werden.

Hinweis:

Damit wird vermieden, dass bei dezentraler Erdung die Betriebsströme zwischen Verbraucher und Schaltanlage teilweise über die Erdungsanlage fließen.

(3) Wird ein Gleichstromnetz ungeerdet betrieben, sind für die Batterieanlage folgende Bedingungen einzuhalten:

- Der Isolationszustand ist kontinuierlich zu überwachen. Eine Lokalisierung von Erdschlussstellen muss möglich sein.
- Bei Batterieanlagen, die Verbraucher diodenentkoppelt einspeisen, ist das Auftreten von Spannungsverdoppelungen bei Doppelerdschluss zu verhindern.

## 4.3 Strombilanz und Grenzwerte

### 4.3.1 Allgemeines

Der Strombedarf ist getrennt für jeden Strang und unter Berücksichtigung der für das Kernkraftwerk in Betracht zu ziehenden Betriebs- und Störfälle sowie des zeitlichen Ablaufes zu ermitteln. Dabei sind in Abhängigkeit von der Zeit alle Ströme der Verbraucher zu erfassen, die bei den unterstellten Betriebs- und Störfällen auf einen Strang zugeschaltet sein können.

### 4.3.2 Ermittlung des Strombedarfes

(1) Zur Bemessung der Batterieanlagen ist die Bilanz der Verbraucherströme als Strom-Zeit-Diagramm über der nach Abschnitt 4.3.4 spezifizierten Entladezeit für jede Geräteanordnung eines Stranges und für jeden in Betracht zu ziehenden Belastungsfall zu erstellen. Hierbei sind die nachfolgenden voneinander unabhängigen Belastungsfälle zugrunde zu legen:

- Spannungslose Pause bei Ausfall der Eigenbedarfsversorgung (Hochlaufzeit der Dieselaggregate zuzüglich der Zeit für die Wiedereinschaltung der Gleichrichtergeräte): Hierbei kann die Batterie durch die strangzugehörigen Verbraucher und durch die doppelt eingespeisten Verbraucher eines Nachbarstranges belastet werden.
- Entladung der Batterie während der spezifizierten Entladezeit: Nach Abschnitt 4.3.4 ist zu unterstellen, dass in jedem Strang die Batterie mit den strangzugehörigen Verbrauchern belastet wird.

Hinweis:

Doppelt eingespeiste Verbraucher eines benachbarten Stranges, die bei Nichtverfügbarkeit eines Gleichrichters nach der spannungslosen Pause zusätzlich zu versorgen sind, sind nach Abschnitt 4.5.3.1 bei der Bemessung der Gleichrichtergeräte berücksichtigt.

(2) Die beiden voneinander unabhängigen Belastungsfälle nach Absatz 1 Aufzählungen a und b dürfen für die Ermittlung des Strom-Zeit-Diagramms aneinandergereiht werden.

(3) Die Bilanz der Verbraucherströme muss enthalten:

- Strombedarf aller Verbraucher, die aus dem zugehörigen Strang der Batterieanlage bei den Belastungsfällen nach Absatz 1 Aufzählungen a und b versorgt werden können,
- statische und dynamische Laständerungen und
- elektrische Übertragungsverluste.

(4) Bei intermittierend betriebenen Verbrauchern oder Verbrauchergruppen sind die Verbraucherströme multipliziert mit einem festzulegenden Gleichzeitigkeitsfaktor einzusetzen. Dieser Gleichzeitigkeitsfaktor kann in Abhängigkeit von dem Belastungsfall unterschiedlich sein. Soweit eine Ansteuerung aus verfahrenstechnischen Gründen zum gleichen Zeitpunkt erfolgen wird, bedingt dies den Gleichzeitigkeitsfaktor 1.

(5) Laständerungen sind bei der Auslegung der Batterie und des Gleichrichtergerätes so einzubeziehen, dass die Grenzwerte nach Abschnitt 4.3.5 eingehalten werden.

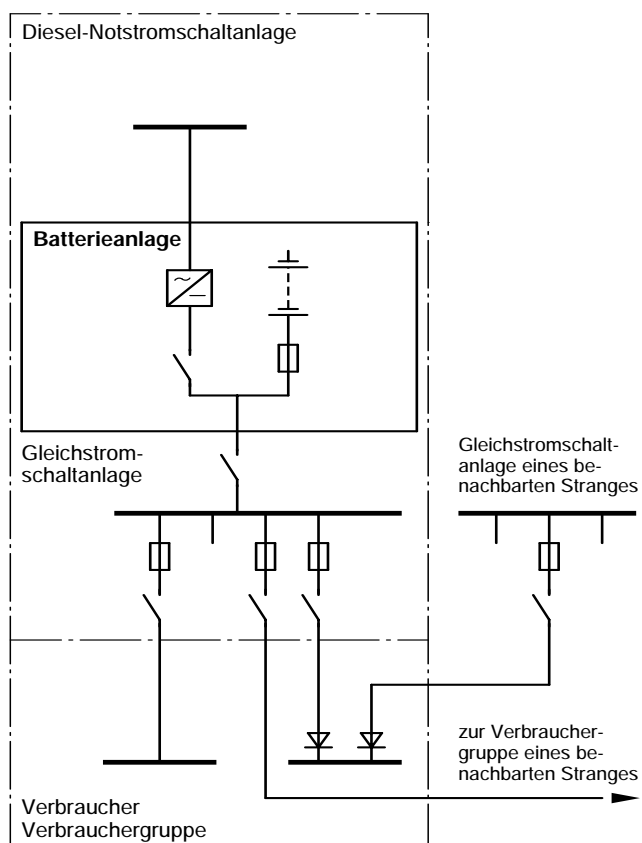
### 4.3.3 Sicherheitszuschlag auf den Strombedarf

Auf den ermittelten Strombedarf muss ein Sicherheitszuschlag aufgeschlagen werden. Der Sicherheitszuschlag muss zu Beginn der Errichtung der Gebäude mit den Batterieräumen mindestens 10 % des ermittelten Strombedarfs betragen. Diese Reserve darf durch Anlagenänderungen nicht vollständig aufgebraucht werden.

### 4.3.4 Entladezeit

(1) Die Entladezeit ist entsprechend den sich aus der Verfahrenstechnik und der Energieversorgung ergebenden Anforderungen zu spezifizieren. Eine Entladezeit von 2 h darf nicht unterschritten werden.

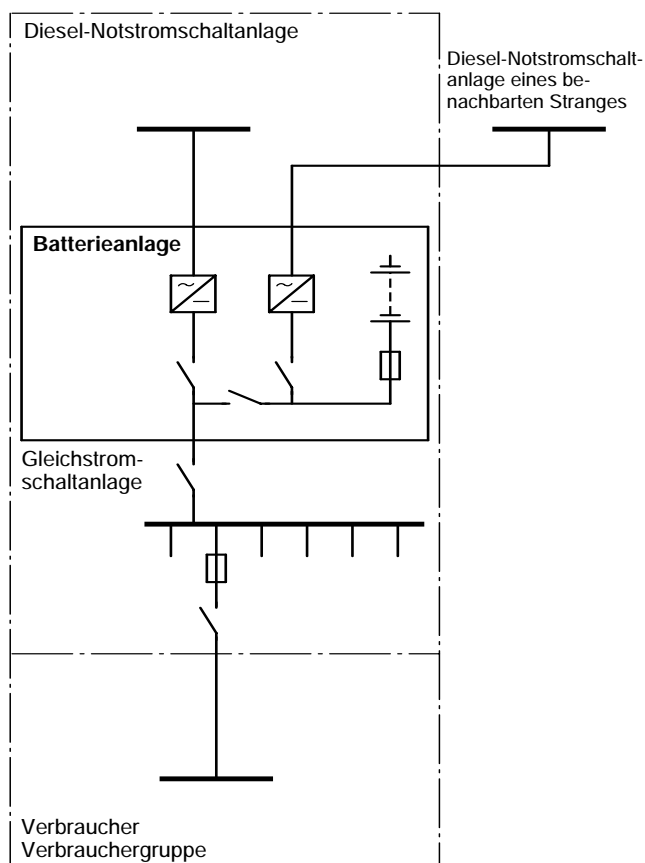
(2) Die Entladezeit ist für jede Batterie eines Stranges unter der Annahme zu spezifizieren, dass die Batterie allein den Strombedarf entsprechend dem Strom-Zeit-Diagramm nach Abschnitt 4.3.2 zuzüglich des Sicherheitszuschlages nach Abschnitt 4.3.3 liefert.



**Bild 4-1:** Beispiel eines Schaltungskonzeptes eines Stranges einer Batterieanlage mit einem Gleichrichtergerät je Strang, einzeln eingespeisten Verbrauchern und doppelt eingespeisten Verbrauchern (nach Abschnitt 4.1 Absatz 3 Aufzählung a)

Hinweis:

Die Anforderungen für Umformer sind in KTA 3704 festgelegt.



**Bild 4-2:** Beispiel eines Schaltungskonzeptes eines Stranges einer Batterieanlage mit zwei Gleichrichtergeräten je Strang und einzeln eingespeisten Verbrauchern (nach Abschnitt 4.1 Absatz 3 Aufzählung b).

**4.3.5 Grenzwerte**

(1) Die Auslegung der Batterieanlagen, der zugehörigen Schutz- und Überwachungseinrichtungen und des Kabelnetzes sind gegenseitig so abzustimmen, dass die für die Verbraucher zulässigen Grenzwerte bei den ungünstigsten Umgebungsbedingungen und den größten betriebs- und störfallbedingten Belastungen nicht überschritten werden.

**Hinweis:**

Unter betriebsbedingten Belastungen werden hier unter anderem auch der Lastabwurf auf Eigenbedarf oder netzseitige Spannungstransienten verstanden.

(2) Während des Bereitschaftsparallelbetriebes von Batterie und Gleichrichtergerät sind für das Gleichrichtergerät die Grenzwerte einzuhalten, die nach **Tabelle 4-1** und Absatz 3 gefordert werden.

(3) Für die Grenzwerte der Ausgangsgleichspannung des Gleichrichtergeräts im Parallelbetrieb gelten zusätzlich zur Abhängigkeit von der Erhaltungsladespannung nach Abschnitt 4.5.3.2 Absatz 1 folgende Bedingungen:

a) Der obere statische Grenzwert ist in Abhängigkeit von der dauernd zulässigen höchsten Verbraucherspannung der zu versorgenden Gerätesysteme festzulegen und bei der Bestimmung der Batteriezellenzahl nach Abschnitt 4.5.2.1 zu berücksichtigen.

b) Die oberen dynamischen Grenzwerte sind in Abhängigkeit von den kurzzeitig zulässigen Überspannungen der zu versorgenden Gerätesysteme festzulegen.

c) Die Grenzwerte und Zeitverzögerungen der Schutz- und Überwachungseinrichtungen sollen so festgelegt werden, dass bei Transienten auf der Wechselstromseite, wie z. B. beim Hochlauf leistungsstarker Motoren oder bei Lastabwurf, keine Abschaltung des Gleichrichters erfolgt. Wenn jedoch ohne Abschaltung des Gleichrichtergerätes unzulässige Überspannungen auf der Gleichstromseite auftreten würden, ist es erforderlich, die Stromlieferung des Gleichrichtergerätes kurzzeitig zu unterbrechen.

d) Der untere statische und dynamische Grenzwert der Ausgangsgleichspannung des Gleichrichtergerätes braucht für den Parallelbetrieb nicht festgelegt zu werden.

**Hinweis:**

In diesen Fällen sind die Anforderungen des Abschnitts 4.5.2 zur Auslegung der Batterie maßgebend.

(4) Falls ein Alleinbetrieb des Gleichrichtergerätes kurzzeitig erforderlich ist (z. B. während der Revision einer Batterie bei Blockstillstand), sind hierfür die Grenzwerte der Gleichstromseite festzulegen.

Lfd. Nr.	Kenngröße	Grenzwerte		siehe Kennbuchstabe
		untere	obere	
<b>1</b>	<b>Wechselstromseite</b>			a
1.1	Anschlussspannung bezogen auf den Nennwert $U_N$			
1.1.1	statische Spannungsabweichung	$0,9 U_N$	$1,1 U_N$	
1.1.2	dynamische Spannungsänderung	$0,8 U_N$	$1,15 U_N$	b
1.2	Anschlussfrequenz bezogen auf den Nennwert $f_N$			
1.2.1	statische Frequenzabweichung	$0,95 f_N$	$1,05 f_N$	
1.2.2	dynamische Frequenzänderung	$0,90 f_N$	$1,15 f_N$	
<b>2</b>	<b>Gleichstromseite</b>			c
2.1	Erhaltungsladespannung ( $U_{LE} = n \cdot U_{ZLE}$ ) statisch im Bereitschaftsparallelbetrieb im Lastbereich bis 100% Nenngleichstrom $I_{dN}$	$0,99 U_{LE}$	$1,01 U_{LE}$	d
2.2	Schwingungsbreite $u_{\text{ÜSS}}$ überlagerter Wechselspannungen	< 300 Hz	$0,05 U_d$	e
		≥ 300 Hz	$0,10 U_d$	

a Grenzwerte bezogen auf die Anschlussklemmen des Gleichrichtergerätes  
 b Bei einer Überschreitung des oberen Grenzwertes  $1,15 U_N$  ist das Gleichrichtergerät abzuschalten (vgl. Tabelle 4-2 Lfd. Nr. 1.1) und nach Wiedererreichen eines zulässigen Spannungswertes (z. B.  $1,10 U_N$ ) wieder automatisch zuzuschalten.  
 c Grenzwerte bezogen auf die Batterieklemmen  
 d Grenzwerte gültig innerhalb des Toleranzbandes der statischen Werte der Anschlussspannung Lfd. Nr. 1.1.1 und der Anschlussfrequenz Lfd. Nr. 1.2.1  
 e Nur bei 24 V Batterieanlagen

**Tabelle 4-1:** Grenzwerte für die Auslegung des Gleichrichtergerätes

**4.4 Eignung**

**4.4.1 Eignung der Batterieanlage**

(1) Die Eignung der Batterieanlage für den Einsatz in Kernkraftwerken ist nach den Abschnitten 4.4.2 und 4.4.3 nachzuweisen.

(2) Werden für den Einsatz im Kernkraftwerk zusätzliche sicherheitstechnische Eigenschaften erforderlich, die durch die Typprüfung nach Abschnitt 5.2 und durch die Betriebsbewährung nicht erfasst werden, sind zusätzliche Eignungsnachweise zu führen.

(3) Art und Umfang des Eignungsnachweises sind mit dem Sachverständigen zu vereinbaren. Hierbei dürfen Betriebszeiten der Batterieanlage vor der ersten Kritikalität des Kernkraftwerkes berücksichtigt werden.

**4.4.2 Eignung der Batterie**

(1) Die Eignung einer Batterie darf angenommen werden, wenn

a) eine Typprüfung an dieser Zellenbauart nach Abschnitt 5.2.1 erfolgreich durchgeführt worden ist und

b) die Betriebsbewährung durch 10 Batterien mit gleichartig gebauten Zellen und mit jeweils mindestens drei Betriebsjahren unter vergleichbaren Einsatzbedingungen nachgewiesen wird.

(2) Bei Hinweisen auf Überbeanspruchungen von Bauteilen, auf falsche Werkstoffwahl oder sonstige systematische Fehler muss der Nachweis der Behebung der Fehlerursache erbracht werden.

(3) Gleichartig gebaut sind Batteriezellen dann, wenn ihre wesentlichen Einzelteile hinsichtlich Konstruktion, Werkstoff und Herstellungsverfahren übereinstimmen und ihre Qualitätssicherung gleichwertig ist.

(4) Kann in begründeten Fällen der Nachweis der Betriebsbewährung nicht an gleichartig gebauten Zellen erbracht werden, so ist ein getrennter Nachweis für einzelne abweichende Bauteile zulässig.

#### 4.4.3 Eignung des Gleichrichtergerätes

(1) Die Eignung eines Gleichrichtergerätes darf angenommen werden, wenn

- eine Typprüfung an diesem Typ des Gleichrichtergerätes nach Abschnitt 5.2.2 erfolgreich durchgeführt worden ist und
- die Betriebsbewährung durch 10 Gleichrichtergeräte dieser Baureihe mit jeweils mindestens drei Betriebsjahren unter vergleichbaren Einsatzbedingungen nachgewiesen wird

(2) Bei Hinweisen auf Überbeanspruchung von Bauteilen, falsche Werkstoffwahl oder sonstige systematische Fehler muss der Nachweis der Behebung der Fehlerursache erbracht werden.

(3) Gleichrichtergeräte gehören zu einer Baureihe, wenn sie bei abgestufter Nennstromgröße nach dem gleichen Konstruktionsprinzip aufgebaut sind und hinsichtlich Schaltung, Regelung und Überwachung übereinstimmen.

(4) Falls das im Kernkraftwerk einzusetzende Gleichrichtergerät gegenüber der zum Nachweis der Betriebsbewährung herangezogenen Baureihe einzelne abweichende Bauteile hat, so ist in begründeten Fällen ein getrennter Nachweis für diese Bauteile zulässig.

### 4.5 Auslegung der Batterieanlage

#### 4.5.1 Auslegung des Systems

(1) Bei der Auslegung des Systems ist die nach Abschnitt 4.3 für jeden Strang ermittelten Strombilanz für die Bemessung der Komponenten (Batterien, Gleichrichtergeräte, Batterie-Gleichrichtergeräte-Verbindungen, Sicherungen, Schaltgeräte) zugrunde zu legen.

(2) Alle Komponenten sind in ihrer Stromtragfähigkeit und thermischen sowie dynamischen Kurzschlussfestigkeit aufeinander abzustimmen und für die maximalen Belastungsfälle auszulegen.

#### 4.5.2 Auslegung der Batterie

##### 4.5.2.1 Ermittlung der Batteriezellenzahl

Die Batteriezellenzahl ist aus dem statischen oberen Grenzwert der Erhaltungsladespannung je Zelle und der dauernd zulässigen höchsten Verbraucherspannung nach folgender Beziehung zu ermitteln:

$$n \leq \frac{U_{V\max} + \Delta U_{\min}}{U_{ZLE\max}} \quad (4-1)$$

Darin bedeuten:

$n$	(dimensionslos)	Anzahl der Batteriezellen
$U_{V\max}$	in V	dauernd zulässige höchste Verbraucherspannung
$\Delta U_{\min}$	in V	kleinstmöglicher Spannungsfall zwischen Batterieklemmen und Verbraucher
$U_{ZLE\max}$	in V	statischer oberer Grenzwert der Erhaltungsladespannung je Batteriezelle ( $U_{ZLE\max} = 1,01 U_{ZLE}$ )
$U_{ZLE}$	in V	mittlere Erhaltungsladespannung je Batteriezelle
Hinweis: Ein üblicher Wert für $U_{ZLE}$ ist 2,23 V		

#### 4.5.2.2 Bestimmung der Kapazität

(1) Bei der Bestimmung der Kapazität ist der Strombedarf entsprechend dem nach Abschnitt 4.3.2 ermittelten Strom-Zeit-Diagramm zuzüglich des Sicherheitszuschlags nach Abschnitt 4.3.3 zugrunde zu legen.

(2) Die Spannung der Batterie darf durch statische oder dynamische Belastungen innerhalb der Entladezeit nicht so weit absinken, dass der für die Verbraucher dauernd zulässige niedrigste Spannungswert  $U_{V\min}$  unterschritten wird. Für die niedrigste Zellenspannung  $U_{Z\min}$  gilt die Beziehung

$$U_{Z\min} \geq \frac{U_{V\min} + \Delta U_{\max}}{n} \quad (4-2)$$

Darin bedeuten:

$U_{Z\min}$	in V	niedrigste Spannung der einzelnen Batteriezelle
$U_{V\min}$	in V	dauernd zulässige niedrigste Verbraucherspannung
$\Delta U_{\max}$	in V	größtmöglicher Spannungsfall zwischen Batterieklemmen und Verbraucher
$n$	(dimensionslos)	Anzahl der Batteriezellen (nach Abschnitt 4.5.2.1)

Bei der Festlegung von  $\Delta U_{\max}$  und  $U_{Z\min}$  sind zu berücksichtigen:

- alle in Reihe liegenden maximalen Spannungsfälle zwischen Batterieanschlussklemmen und Verbrauchereingangsklemmen (z. B. an Dioden, Kabel, Nebenwiderständen, Sicherungen),
- der höchste Belastungsstrom der Verbraucher (Einschaltstrom von Motoren und Wechselrichtern, Lastschwankungen durch Regelvorgänge, Umgebungstemperatur) und
- die Spannungsabsenkung (Spannungssack), die bei Beginn einer Entladung einer vollgeladenen Batterie auftritt.

(3) Die Nennkapazität ist derart zu wählen, dass innerhalb der spezifizierten Entladezeit die Forderung nach Einhaltung der niedrigsten Spannung nach Absatz 2, abhängig vom Strom-Zeit Diagramm (siehe Abschnitt 4.3), und der Kapazitätskurve des gewählten Zellentyps erfüllt wird. Dabei muss auch ein alterungsbedingter Rückgang der Kapazität berücksichtigt werden. Für die Ermittlung der Nennkapazität soll eine Elektrolyttemperatur von 20 °C zugrunde gelegt werden.

(4) Bei der Auslegung der Batterie ist ein Kapazitätsgrenzwert  $K_{Grenz}$  festzulegen, bis zu welchem die Anforderungen nach Absatz 3 erfüllt werden.  $K_{Grenz}$  legt einerseits die mindestens erforderliche Kapazitätsreserve fest und dient andererseits als Kriterium für die wiederkehrenden Prüfungen nach **Tabelle 5-3**. Dieser Grenzwert darf bei der Auslegung der Batterie nicht unter 80 % der Nennkapazität festgelegt werden.

#### 4.5.2.3 Anforderungen an die Batteriegefäße

- (1) Es sind durchsichtige Batteriegefäße zu verwenden.
- (2) Bei Verwendung von teilkristallinen Kunststoffen sind die Batteriegefäße zu tempern.

#### 4.5.3 Auslegung des Gleichrichtergerätes

##### 4.5.3.1 Nennstrom

(1) Für die Auslegung des Gleichrichtergerätes ist der Strombedarf zugrunde zu legen, der für die Verbraucher des eigenen Stranges und für doppelt eingespeiste Verbraucher eines Nachbarstranges zuzüglich des Sicherheitszuschlages (siehe Abschnitt 4.3.3) ermittelt wurde. Das Gleichrichtergerät muss diesen Strombedarf abdecken, wobei Stromspitzen (z. B. durch den Anlauf von Motoren) bei der Auslegung des Gleichrichtergerätes nicht einbezogen zu werden brauchen, falls die hierdurch bedingte Kapazitätsentnahme aus der Batterie vernachlässigbar ist.

(2) Das Gleichrichtergerät muss zusätzlich zum Strombedarf des eigenen Stranges einen Wiederaufladestrom liefern können. Als Wiederaufladestrom ist mindestens der Wert des zehnstündigen Entladestromes der Batterie ( $I_{10}$ ) zu wählen.

(3) Es ist zulässig, zwei aus demselben Strang der Dieselanlage eingespeiste Gleichrichtergeräte, die für je grösser als oder gleich 50 % des Strombedarfs ausgelegt sind, parallel zu betreiben. Dabei sind die Anforderungen nach Abschnitt 4.3.5 einzuhalten.

##### 4.5.3.2 Ausgangsgleichspannung

(1) Die Ausgangsgleichspannung des Gleichrichtergerätes ist so einzustellen, dass die Erhaltungsladespannung an der Batterie unter Berücksichtigung der statischen Grenzwerte und des Spannungsfalls eingehalten wird.

Dabei gilt

$$U_d = n U_{ZLE} (1 \pm 0,01) + \Delta U_B \quad (4-3)$$

Darin bedeuten:

$U_d$	in V	Ausgangsgleichspannung des Gleichrichtergerätes
$n$	(dimensionslos)	Anzahl der Batteriezellen (nach Abschnitt 4.5.2.1)
$U_{ZLE}$	in V	mittlere Erhaltungsladespannung je Batteriezelle
$\Delta U_B$	in V	Spannungsfall auf der Verbindung zwischen Gleichrichtergerät und Batterie

(2) Bei der Festlegung der Ausgangsgleichspannung sind auch dynamische Belastungen unterhalb des Nennstromes des Gleichrichtergerätes so zu berücksichtigen, dass diese zeitweisen Belastungen keine Reduzierung der verfügbaren Kapazität und der Entladezeit bewirken.

**Hinweis:**

Hierzu kann es erforderlich sein, die Erhaltungsladespannung oberhalb des üblichen Wertes von 2,23 V je Batteriezelle einzustellen.

(3) Für die Ladung der Batterie mit höheren Spannungen als der nach Absatz 1 festzulegenden Erhaltungsladespannung (z. B. Starkladung), muss eine Handumschaltung möglich sein. Es ist durch technische Maßnahmen sicherzustellen, dass höhere Spannungen nur eingestellt werden können, wenn die zugehörigen Verbraucher abgeschaltet wurden.

##### 4.5.3.3 Geräteaufbau

- (1) Die Anschlussbereiche von Wechselstrom- und Gleichstromteil sind so anzuordnen, dass Spannungsverschleppungen bei Prüf- und Montagetätigkeiten ausgeschlossen werden können.
- (2) Die Anordnung der einzelnen Komponenten muss eine schnelle Auswechselbarkeit berücksichtigen.

##### 4.5.4 Verbindung Batterie-Gleichrichtergerät-Schaltanlage

Unter Beachtung der räumlichen Trennung bei der Anordnung von Batterien und Gleichrichtergeräten sind folgende Forderungen einzuhalten:

- a) Die Verbindungen zwischen Batterie, Gleichrichtergerät und Schaltanlage sind kurz auszuführen.
- b) Der Verbindungspunkt zwischen Batterie, Gleichrichtergerät und Schaltanlage soll nahe an der Batterie liegen.
- c) Eine Trennstelle mit Sicherungen ist für die Batterie außerhalb des Batterieraumes, jedoch nahe der Batterie anzuordnen.
- d) Die Verbindung zwischen Batterieklemmen und Sicherungen ist kurzschluss- und erdschlussicher zu verlegen. Kurzschlüsse in diesem Bereich brauchen dann nicht unterstellt zu werden.

##### 4.5.5 Kurzschlussfestigkeit

Alle Komponenten der Batterieanlage sind grundsätzlich für die mechanischen und thermischen Belastungen durch die maximal auftretenden Kurzschlussströme auszulegen. Dabei wird ein Kurzschluss zwischen Batterieklemmen und Batteriesicherung nach Abschnitt 4.5.4 Aufzählung d nicht unterstellt.

#### 4.6 Leittechnische Einrichtungen

##### 4.6.1 Allgemeines

Die leittechnischen Einrichtungen für Betrieb, Überwachung und Schutz der Batterieanlagen müssen dem Strangaufbau und der Strangzuordnung der Batterieanlagen entsprechen.

##### 4.6.2 Überwachung

- (1) Es sind Überwachungseinrichtungen vorzusehen, um durch Anzeigen und Meldungen die Funktionsbereitschaft, den Betriebszustand und die Überschreitung von Grenzwerten erkennen zu können.
- (2) Die Anordnung der Überwachungseinrichtungen muss den Erfordernissen von Betrieb, Wartung und Instandsetzung entsprechen und soll aufgeteilt werden in
  - a) Anzeigen und Einzelmeldungen am Gleichrichtergerät,
  - b) Anzeigen und Einzelmeldungen am Batterieeinspeiseschrank und
  - c) Anzeigen und Sammelmeldungen in der Warte.
- (3) Die Anordnung der Anzeigen und Meldungen muss eine Feststellung des Betriebszustandes der Batterieanlage ermöglichen. Hierbei ist es zulässig, an der Frontseite des Gleichrichterschrankes eine Sammelmeldung und die Einzelmeldungen an den Baugruppen im Schrank vorzusehen. Zur Warte sollen strangweise Sammelmeldungen gegeben werden.
- (4) **Tabelle 4-2** zeigt in den Spalten 3 und 4 die erforderlichen Überwachungen für einen Strang einer Batterieanlage.

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Messgrösse/Kriterium	Überwachung		Schutzabschaltung
		vor Ort	in der Warte	
1	<b>Gleichrichtergerät</b>	an dem Gleichrichtergerät		
1.1	Anschlusswechselfspannung (Grenzwert nach Tabelle 4-1 Nr. 1.1.2)	$\underline{M}$ $\overline{M}$	SM	$\underline{S}$ <sup>4)</sup> $\overline{S}$ <sup>4)</sup>
1.2	Ausgangsgleichspannung	A $\overline{M}$ $\underline{M}$	SM	$\overline{S}$ <sup>2) 1)</sup> $\overline{S}$ <sup>1)</sup>
1.3	Ausgangsstrom	A	–	–
1.4	Kurzschlusschutz (nach Abschnitt. 4.7.3 Absatz 2)	M	SM	S
1.5	Schwingungsbreite (Grenzwert nach Tabelle 4-1 Nr. 2.2)	$\overline{M}$ <sup>3)</sup>	SM <sup>3)</sup>	$\overline{S}$ <sup>3)</sup>
1.6	Sicherungsüberwachung (Thyristorsicherungen, Steuerkreissicherungen)	M	SM	S
1.7	Ausfall eines Gleichrichtergerätes beim Parallelbetrieb	M	SM	–
1.8	Ausfall eines Gleichrichtergerätes bei +-24V-Anlagen	M	SM	S <sup>5)</sup>
2	<b>Batterie</b>	an der Batterieanlage		
2.1	Überwachung auf Unterbrechung in der Batterie und zwischen Batterie und Gleichrichter	M	M	–
2.2	Batteriestrom	A		
A : Anzeige		S : Schutzabschaltung		
M : Meldung		$\overline{S}$ : Schutzabschaltung oberer Grenzwert 1		
SM : Sammelmeldung Gleichrichtergerät gestört Eine Verzögerung der Sammelmeldung ist zulässig (z.B. Anlauf des Dieselaggregats).		$\overline{\overline{S}}$ : Schutzabschaltung oberer Grenzwert 2		
		$\underline{S}$ : Schutzabschaltung unterer Grenzwert		
$\overline{M}$ : Meldung oberer Grenzwert				
$\underline{M}$ : Meldung unterer Grenzwert				
1) Es ist zulässig, die Stromlieferung des Gleichrichters kurzzeitig zu unterbrechen (siehe Abschnitt. 4.3.5 Absatz 3 Aufzählung c).				
2) Mit Zeitverzögerung				
3) Nur bei 24 V Batterieanlagen				
4) kurzzeitiges Abschalten mit automatischem Wiederanlauf nach Rückkehr der Wechselfspannung in den zulässigen Bereich				
5) Abschaltung beider zusammengehöriger Gleichrichtergeräte, sofern für den Schutz der Verbraucher erforderlich				

**Tabelle 4-2:** Anzeige, Meldungen und die zulässigen und erforderlichen Schutzabschaltungen für einen Strang einer Batterieanlage

(5) Die Sammelmeldungen in der Warte sind als Gefahrenmeldungen der Klasse I, die Einzelmeldungen sind unter der Voraussetzung der lokalisierbaren Herkunft der Klasse II zuzuordnen.

**Hinweis:**

Anforderungen an die Ausführung der Gefahrenmeldungen sind in der Regel KTA 3501 enthalten.

#### 4.6.3 Schutz

(1) Es sind Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Fehler im Bereich der Batterieanlage erfassen und die erforderlichen Abschaltungen bewirken. Hierbei ist hinsichtlich der Abschaltung von Kurzschlussströmen Selektivität zwischen der Batterie-

sicherung und den Kurzschlusschutzeinrichtungen in den Abzweigen der Gleichstromschaltanlage einzuhalten. Dies gilt auch für die minimalen Kurzschlussströme am Ende der spezifizierten Batterieentladezeit. **Tabelle 4-2** zeigt in Spalte 5 die zulässigen und erforderlichen Schutzabschaltungen für einen Strang einer Batterieanlage. Zusätzliche Schutzabschaltungen sind hinsichtlich der Erfordernis und Zuverlässigkeit zu bewerten.

(2) Bei Kurzschlüssen im Bereich des Gleichrichtergerätes bis einschließlich Sammelschiene der Gleichstromschaltanlage muss das Gleichrichtergerät durch Schutzeinrichtungen abgeschaltet werden, falls die Strombegrenzung des Gleichrichtergerätes das Ansprechen der Gleichrichtersicherungen verhindern kann.

**Hinweis:**

Eine solche Schutzeinrichtung erfasst z. B. Unterspannung am Gleichrichtergeräteausgang.

(3) Falls für die abzusichernden Ströme keine Einzelsicherungen zur Verfügung stehen, ist der Einsatz von parallelen Sicherungen zulässig. Zur Erreichung einer gleichmäßigen Stromaufteilung sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

- a) gleiches Fabrikat der Sicherungen,
- b) gleicher Typ der Sicherungen,
- c) gleiche Nenndaten der Sicherungen und
- d) gleicher Widerstand in den parallelen Zweigen der Zu- und Ableitungen.

(4) Die Grenzwerte und Zeitverzögerungen der Schutzabschaltung bei Überspannung auf der Gleichstromseite des Gleichrichtergerätes (**Tabelle 4-2** Nr. 1.2) sind mit den Auslegungswerten hinsichtlich Überspannung der versorgten Verbraucher abzustimmen.

(5) Bei diodenentkoppelter Verbrauchereinspeisung muss der Überspannungsschutz für die Gleichstromseite der Gleichrichtergeräte so ausgelegt sein, dass auch bei Auftreten eines Einzelfehlers im Bereich des Überspannungsschutzes die Abschaltung eines fehlerhaften Gleichrichtergeräts sichergestellt ist.

**4.7 Prüfbarkeit**

(1) Die leittechnischen Einrichtungen der Batterieanlage sollen so ausgeführt werden, dass wiederkehrende Prüfungen nach Abschnitt 5.7 durchführbar sind und dabei kein Eingriff in die Verdrahtung erforderlich ist.

(2) Die für die Durchführung der Kapazitätsprüfung vorzusehende Entladeeinrichtung muss über vorbereitete Prüfschlüsse mit der Batterieanlage verbunden werden können.

**4.8 Anordnung und Aufstellung**

(1) Die Anordnung der Batterieräume und die Aufstellung der Batterien und Gleichrichtergeräte müssen der redundanten Stranzuordnung der Batterieanlagen entsprechen und die für die jeweilige Batterieanlage in Betracht zu ziehenden Störfälle und äußeren Einwirkungen berücksichtigen.

**Hinweis:**

Bei räumlich begrenzten Einwirkungen (z. B. Flugzeugabsturz) kann eine entsprechend große räumliche Trennung zwischen den Strängen ausreichend sein, wenn der Verlust eines Stranges zugelassen wird.

(2) Bei der Planung der Batterieanlagen müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

- a) Falls bei Batterien keine gasdichten Bauformen eingesetzt werden, sollen die Gleichrichtergeräte außerhalb der Batterieräume unter Beachtung der Forderung nach kurzen Verbindungen aufgestellt werden.
- b) Die Temperatur des Batterieraumes soll im Bereich zwischen 18 °C und 25 °C gehalten werden.
- (3) Es ist auf gute Zugänglichkeit für Wartung, Sichtprüfung und Instandsetzung sowie auf gute Transportmöglichkeit der Komponenten der Batterieanlage zu achten.

**5 Prüfungen****5.1 Einzureichende Unterlagen**

(1) Zur Prüfung durch Sachverständige ist durch Unterlagen nachzuweisen, dass die Batterieanlagen nach den sicherheitstechnischen Anforderungen ausgelegt, gefertigt, montiert und geprüft werden.

(2) Prüfanweisungen sind mit dem Sachverständigen abzustimmen, soweit in dieser Regel keine detaillierten Prüfanforderungen festgelegt sind.

**5.2 Typprüfung****5.2.1 Batterie**

(1) Es ist nachzuweisen, dass für jeden Batterietyp die Typprüfungen nach **Tabelle 5-1** durchgeführt wurden. Die Typprüfungen sind an sechs Batteriezellen jeder Zellenbauart durchzuführen.

lfd. Nr.	Art der Prüfung
1	Kapazität
2	Eignung für Erhaltungsladen
3	Haltbarkeit in Entlade-/Lade-Zyklen
4	Ladungserhaltung
5	Kurzschlussstrom und Innenwiderstand

**Hinweis:** Die Prüfdurchführung ist zum Beispiel in der DIN EN 60896-11(2003-07) festgelegt.

**Tabelle 5-1:** Umfang der Typprüfungen an geschlossenen Batteriezellen nach Abschnitt 5.2.1

(2) Sofern es der Einsatzfall erfordert, ist nachzuweisen, dass die Batterien den zu erwartenden induzierten Erschütterungen im Rahmen der spezifizierten Anforderungen widerstehen. Für die Batteriezellen ist dieser Nachweis durch eine Schwingungsprüfung zu führen. Für das Batteriegestell ist ein rechnerischer Nachweis zulässig. Schwingungsprüfungen an hinsichtlich ihres Schwingungsverhaltens vergleichbaren Batterien dürfen für den Nachweis herangezogen werden.

(3) Während der Schwingungsprüfung ist der Batteriestromkreis auf Widerstandsänderungen zu überwachen. Zur Durchführung der Schwingungsprüfung dürfen die Batteriezellen mit einem Ersatzelektrolyten gefüllt werden, z. B. mit Wasser ausreichender Leitfähigkeit. Nach Abschluss der Schwingungsprüfungen ist der Prüfling zu untersuchen und die mechanische Integrität der funktionswichtigen Teile zu beurteilen.

(4) Die Schwingungsprüfung soll mit Batteriegefäßen durchgeführt werden, die entsprechend der vorgesehenen Einsatzzeit der Batterie vorbeanspruchung worden sind. Auf die Vorbeanspruchung darf verzichtet werden, wenn die Schwingungsprüfung mit Belastungswerten durchgeführt wird, die mindestens 50 % über den für den Aufstellungsort zu erwartenden induzierten Erschütterungen liegen.

(5) Diese Prüfungen sind dem Sachverständigen zu belegen.

**5.2.2 Gleichrichtergerät**

(1) Es ist nachzuweisen, dass für jeden Gleichrichtertyp die Typprüfungen nach **Tabelle 5-2** durchgeführt wurden.

(2) Sofern es der Einsatzfall erfordert, ist nachzuweisen, dass die Gleichrichtergeräte den zu erwartenden induzierten Erschütterungen im Rahmen der spezifizierten Anforderungen widerstehen. Schwingungsprüfungen an hinsichtlich ihres Schwingungsverhaltens vergleichbaren Gleichrichtergeräten dürfen für den Nachweis herangezogen werden.

(3) Die Prüfungen sind dem Sachverständigen zu belegen.

### 5.3 Elektromagnetische-Verträglichkeits-Prüfungen (EMV) des Gleichrichtergeräts

(1) Die elektromagnetische Störfestigkeit (leitungs-, feldgebunden und kontaktbehaftet) der Gleichrichtergeräte gegen die am Einsatzort zu erwartenden Störgrößen, welche im bestimmungsgemäßen Betrieb und Störfall auftreten können, muss nachgewiesen werden.

(2) Es ist nachzuweisen, dass die elektromagnetischen Störaussendungen (feld- und leitungsgebunden) der Gleich-

richtergeräte andere Geräte und Komponenten am Einsatzort nicht unzulässig beeinflussen.

Hinweis:

Die Prüfschärfegrade und Grenzwerte können z.B. in Anlehnung an die EMV-Fachgrundnormen DIN EN 61000-6-2 und DIN EN 61000-6-4 festgelegt werden.

(3) Diese Prüfungen sind dem Sachverständigen zu belegen.

Prüfung	Typprüfung.	Stückprüfung.
Isolationsprüfung <sup>5)</sup>	X	X
Schwachlast- und Funktionsprüfung <sup>5)</sup>	X <sup>2)</sup>	X <sup>1)</sup>
Prüfen mit Bemessungsstrom <sup>5)</sup>	X	X
Ermittlung der Verluste <sup>5)</sup>	X	
Erwärmungsprüfung <sup>5)</sup>	X	X
Ermittlung des Leistungsfaktors im Bemessungspunkt	X	
Prüfen der Hilfseinrichtungen <sup>5)</sup>	X	X
Prüfen der Ventilsteuereinrichtung <sup>5)</sup>	X	X
Prüfen der Schutz- und Überwachungseinrichtungen <sup>5)</sup>	X	X
Elektromagnetische Verträglichkeit (Siehe 5.3)	X	
Aufnahme der Ausgangskennlinie	X	X
Ermittlung der Schwingungsbreite der überlagerten Wechselspannung	X	
Ermittlung des dynamischen Verhaltens	X <sup>3) 4)</sup>	

<sup>1)</sup> Hierbei ist auch das Spannungsverhalten auf der Gleichrichterausgangsseite bei den ungünstigsten in der Anlage zu berücksichtigenden dynamischen Spannungsänderungen auf der Eingangsseite zu überprüfen. Es ist hinreichend diese Prüfung an einem Gerät jedes Typs durchzuführen.

<sup>2)</sup> Prüfung bei 0,9-, 1,0- und 1,1-facher Eingangsnennspannung

<sup>3)</sup> Bei sprunghafter Laständerung von Nennstrom ( $I_N$ ) auf den halben Nennstrom ( $0,5 I_N$ ) und vom halben Nennstrom ( $0,5 I_N$ ) auf den Nennstrom ( $I_N$ )

<sup>4)</sup> Das statische und dynamische Verhalten der Größen auf der Gleichstromseite bei Änderung der Größen auf der Wechselstromseite ist bis zu den Grenzwerten nach Tabelle 4-1 nachzuweisen. Dabei darf der Nachweis des Verhaltens bei dynamischen Frequenzänderungen auch analytisch oder prüftechnisch an den einzelnen Baugruppen erbracht werden.

<sup>5)</sup> H i n w e i s : Die Prüfungsdurchführung ist zum Beispiel in DIN EN 60146-1-1 (2000-02) festgelegt.

**Tabelle 5-2:** Umfang der Typ- und Stückprüfungen am Gleichrichter nach den Abschnitten 5.2.2 und 5.4.2

### 5.4 Stückprüfung

#### 5.4.1 Batterie

(1) Für jeden Zellentyp sind an sechs in Reihe geschalteten Batteriezellen folgende Stückprüfungen durchzuführen:

- Die tatsächliche Kapazität der zu prüfenden Batteriezellen ist zu ermitteln, wobei dem Entladevorgang ein Erhaltungsladebetrieb vorausgehen muss.
- Die vollgeladenen Batteriezellen sind nach einem vorausgehenden Erhaltungsladebetrieb mit dem nach Abschnitt 4.3.2 ermittelten Strom-Zeit Diagramm zuzüglich des Sicherheitszuschlages nach Abschnitt 4.3.3 so lange zu belasten, bis die niedrigste zulässige Spannung ( $6 \times U_{Zmin}$ ) erreicht wird. Hierbei sind folgende Nachweise zu führen:
  - Nachweis, dass die Spannungsabsenkung am Anfang der Entladung (Spannungssack) bei Belastung mit dem Anfangswert des vorgegebenen Strom-Zeit Diagramms die niedrigste zulässige Spannung ( $6 \times U_{Zmin}$ ) nicht erreicht.
  - Nachweis, dass innerhalb der spezifizierten Entladezeit und bei Belastung mit dem Strom-Zeit Diagramm die niedrigste zulässige Spannung ( $6 \times U_{Zmin}$ ) nicht erreicht wird.

bc) Nachweis, dass die bei der Auslegung nach Abschnitt 4.5.2.2 Absatz 4 festgelegte Kapazitätsreserve für den alterungsbedingten Rückgang der Kapazität vorhanden ist.

(2) Als Abschluss der Stückprüfung ist anhand einer Mischprobe zu überprüfen, dass die zulässigen Verunreinigungen des Elektrolyten nach DIN 43530 Teil 2 Abschnitt 7.3 nicht überschritten werden. Sind in einer Batterie Zellen unterschiedlicher Fertigungschargen vorhanden, sind die Verunreinigungen für jede Charge getrennt zu ermitteln. Werden hierbei Grenzwerte für die Betriebsäure nach Tabelle 4 DIN 43530 Teil 2 überschritten, ist das weitere Vorgehen mit dem Sachverständigen abzustimmen.

Hinweis:

Das Ergebnis der Prüfung auf zulässige Verunreinigungen des Elektrolyten stellt die Basismessung für die Wiederholungsprüfung nach Abschnitt 5.7.2 (8) dar.

(3) Diese Prüfungen sind dem Sachverständigen zu belegen.

#### 5.4.2 Gleichrichtergerät

- (1) Es ist nachzuweisen, dass für jedes Gleichrichtergerät die Stückprüfungen nach **Tabelle 5-2** durchgeführt wurden.
- (2) Diese Prüfungen sind dem Sachverständigen zu belegen.

#### 5.5 Prüfungen während der Montage auf der Baustelle

Während der Montage auf der Baustelle müssen Prüfungen durchgeführt werden, die sicherstellen sollen, dass die Montagebedingungen, Ein- und Aufbauzustände und Montage Maße, die für die zuverlässige Funktion der Batterieanlage von Bedeutung sind, eingehalten werden. Hierzu gehört im Wesentlichen:

- a) Prüfung der Komponenten auf Identität mit den Unterlagen und auf Schäden durch Transport oder Lagerung,
- b) Prüfung der Ausführung auf Übereinstimmung mit den gültigen Unterlagen (z. B. Aufstellungspläne) und
- c) Prüfung der Einhaltung der Montagevorschriften (z. B. Umgang mit Säuren, Freigänge, Sauberkeit).

#### 5.6 Inbetriebsetzungsprüfungen

##### 5.6.1 Batterie

- (1) An jeder Batterie sind folgende Inbetriebsetzungsprüfungen durchzuführen:
  - a) Der Elektrolytstand und der äußere Zustand der Batterie sind durch eine Sichtprüfung zu prüfen.
  - b) Die Batteriespannung bei Erhaltungsladebetrieb ist zu messen (Sollwert  $U_{LE} = n \cdot U_{ZLE}(1 \pm 0,01)$ ).
  - c) Die Zellenspannungen bei Erhaltungsladebetrieb sind zu messen. Die Zellenspannung einer Batteriezelle darf dabei um nicht mehr als + 0,1 V oder - 0,05 V vom Sollwert (z. B. 2,23 V) abweichen.
  - d) Die Batteriekapazität ist als Basismessung für die wiederkehrenden Prüfungen nach einem vorausgehenden Erhaltungsladebetrieb zu ermitteln, wobei der Entladevorgang frühestens 1 h und höchstens 24 h nach einem Ladevorgang beginnen soll ( $K_{Basis}$ ). Für die Kapazitätsprüfung ist ein Entladestrom zu wählen, der bei den wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen nach Abschnitt 5.7.2 Absatz 4 aufgrund der vorgesehenen Entladeeinrichtungen angewendet werden kann, wobei er nicht über dem dreistündigen ( $I_3$ ) und nicht unter dem zehnstündigen Entladestrom ( $I_{10}$ ) gewählt werden soll. Die Entladung ist bis zu der Entladeschlussspannung durchzuführen, die vom Batteriehersteller dem gewählten Entladestrom zugeordnet wird. Bei dieser Kapazitätsprüfung ist die tatsächliche Kapazität zu ermitteln und nachzuweisen, dass die für den Entladestrom vom Hersteller spezifizierte Kapazität mindestens erreicht wird.
  - e) Die Elektrolytdichten und die Zellenspannungen sind mindestens zu Beginn und am Ende der Entladung nach Aufzählung d) zu messen.
  - f) Die Zellenverbindungen sind auf fehlerhaft erhöhte Übergangswiderstände zu prüfen.
  - g) Die Funktion der Batteriekreisüberwachung (**Tabelle 4-2** Nr. 2.1) ist zu prüfen.
- (2) Die Funktion der Belüftung der Batterieräume ist zu prüfen.

##### 5.6.2 Gleichrichtergerät

- (1) An jedem Gleichrichtergerät sind folgende Inbetriebsetzungsprüfungen durchzuführen:
  - a) Funktionsprüfung der leittechnischen Einrichtungen,

- b) Prüfungen von Betriebsartenumschaltungen und Verriegelungen, z. B. für Starkladung.

- (2) Im Rahmen der Inbetriebsetzungsprüfungen des Kernkraftwerks ist nachzuweisen, dass die Gleichrichtergeräte die Anforderungen nach Abschnitt 4.3.5 Absatz 3 Aufzählung c) erfüllen.

#### 5.7 Wiederkehrende Prüfungen

##### 5.7.1 Allgemeine Anforderungen

Wiederkehrende Prüfungen sind durchzuführen, um die Einhaltung der Funktionsfähigkeit der Batterieanlagen zu überprüfen. Diese sollen nicht gleichzeitig in mehreren Strängen durchgeführt werden.

##### 5.7.2 Prüfungen an der Batterie

(1) Folgende Prüfungen sind monatlich durchzuführen:

- a) Es sind Sichtprüfungen hinsichtlich Elektrolytstand und Zustand der Batterie durchzuführen.

Hinweis:

Auf Schäden an den Batteriegefäßen, auf Polkorrosion sowie übermäßige Schlamm- und Abschieferungen ist besonders zu achten.

- b) Die Erhaltungsladespannung ist zu prüfen.
  - c) Die Raumtemperatur und die Funktion der Lüftungsanlage sind zu kontrollieren.
  - d) Die Elektrolytdichte ist in monatlichem Wechsel an mindestens 10 % der Zellen, sowie an den Zellen zu messen, die bei vorhergehenden Prüfungen eine zu niedrige Zellenspannung gezeigt haben.
  - e) Werden die Zellenspannungen und die Gesamtspannung einer Batterie kontinuierlich überwacht und hierbei die unter Absatz 2 genannten Grenzwerte und Maßgaben eingehalten, darf auf die monatliche 10 %-Messung der Elektrolytdichten verzichtet werden. Die für die Spannungsmessung eingesetzte Gerätetechnik darf die Zuverlässigkeit der Batterieversorgung nicht einschränken.
- (2) Die Zellenspannung und die Elektrolytdichte aller Zellen sind bei Erhaltungsladebetrieb zu messen. Ein Prüfungsabstand von 12 Monaten soll nicht überschritten werden. Weicht die Zellenspannung einer Batteriezelle um mehr als + 0,1 V oder - 0,05 V von dem Sollwert (z. B. 2,23 V) ab, ist folgendermaßen zu verfahren:
- a) Wenn die Batteriezelle gleichzeitig eine Elektrolytdichte aufweist, deren Abweichung vom Mittelwert der Elektrolytdichten aller Batteriezellen nach Herstellerangaben zulässig ist, ist sie in jede monatliche Überprüfung der Elektrolytdichte nach Absatz 1 Aufzählung d einzubeziehen.
  - b) Wenn die Batteriezelle gleichzeitig eine Elektrolytdichte aufweist, deren Abweichung vom Mittelwert der Elektrolytdichten aller Batteriezellen nach Herstellerangaben unzulässig ist, ist das weitere Vorgehen mit dem Sachverständigen abzustimmen.
- (3) Es sind Kapazitätsprüfungen aus dem Erhaltungsladebetrieb im Abstand von längstens fünf Jahren durchzuführen. Diese Prüfungen sollen zeitlich versetzt durchgeführt werden, z. B. jedes Jahr an einem Strang.

(4) Die wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen sind mit dem Entladestrom durchzuführen, der für die Kapazitätsprüfung nach Abschnitt 5.6.1 Absatz 1 Aufzählung d) gewählt wurde. Für die Beurteilung der Kapazitätsprüfungen ist der nach Abschnitt 4.5.2.2 Absatz 4 spezifizierte prozentuale Grenzwert auf die Kapazität zu beziehen, die der Batteriehersteller für den gewählten Entladestrom  $I_n$  angibt und die der Nennkapazität entspricht ( $K_n$  z. B.  $K_5$ ). Dieser Grenzwert wird nachfolgend mit  $K_{Grenz}$  bezeichnet.

(5) In Abhängigkeit von der bei einer wiederkehrenden Prüfung ermittelten Kapazität ( $K_{\text{Prüf}}$ ) und deren Verhältnis zum Grenzwert der Kapazität ( $K_{\text{Grenz}}$ ) oder deren Verhältnis zu der bei der Basismessung der Inbetriebsetzung ermittelten Kapazität ( $K_{\text{Basis}}$ ) oder deren Verhältnis zu der dem Entladestrom

zugeordneten Kapazität ( $K_n$ ), die der Nennkapazität entspricht, sind die in **Tabelle 5-3** festgelegten Maßnahmen zu treffen. Bei unerwarteten Kapazitätsverlusten sind deren Ursachen zu ermitteln.

Ergebnis der wiederkehrenden Kapazitätsprüfung	Nachfolgende Volladung und Wiederholung der Kapazitätsprüfung	Ergebnis der 2. Kapazitätsprüfung (Wiederholungsprüfung)	Zu treffende Maßnahmen
$K_{\text{Prüf}} > 105 \% K_{\text{Grenz}}$ und $K_{\text{Prüf}} > 90 \% K_n$	nicht erforderlich	—	keine
$K_{\text{Prüf}} \leq 105 \% K_{\text{Grenz}}$ oder $K_{\text{Prüf}} \leq 90 \% K_n$	erforderlich	$K_{\text{Prüf}} \geq 110 \% K_{\text{Grenz}}$ und $K_{\text{Prüf}} \geq 90 \% K_n$	keine
		$K_{\text{Prüf}} < 110 \% K_{\text{Grenz}}$ oder $K_{\text{Prüf}} < 90 \% K_n$	Prüfzeitraum kürzen
		$K_{\text{Prüf}} < 105 \% K_{\text{Grenz}}$	Austausch der Batterie erforderlich
$K_{\text{Prüf}} < 80 \% K_{\text{Basis}}$	erforderlich	$K_{\text{Prüf}} \geq 80 \% K_{\text{Basis}}$	keine
		$K_{\text{Prüf}} < 80 \% K_{\text{Basis}}$	Prüfzeitraum kürzen

**Tabelle 5-3:** Prüfkriterien der wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen

(6) Bei parallelen Batteriesicherungen ist die gleichmäßige Stromaufteilung zu prüfen. Diese Prüfung soll im Zusammenhang mit den wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen durchgeführt werden.

(7) Die Zellenverbinder sind auf fehlerhaft erhöhte Übergangswiderstände zu prüfen. Diese Prüfung soll in Zusammenhang mit den wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen durchgeführt werden.

(8) Nach der ersten wiederkehrenden Kapazitätsprüfung einer Batterie ist die Prüfung auf unzulässige Verunreinigungen des Elektrolyten nach 5.4.1 (2) zu wiederholen. Die Notwendigkeit und der Zeitpunkt weiterer Überprüfungen ist in Abhängigkeit von dem Prüfergebnis mit dem Sachverständigen festzulegen.

### 5.7.3 Prüfungen am Gleichrichtergerät und an der Batteriekreisüberwachung

Die Funktion des Leistungsteiles und der leittechnischen Einrichtungen, deren Funktion im Betrieb nicht dauernd überwacht wird, ist wiederkehrend zu prüfen. Die Prüfabstände sind mit denen der übrigen leittechnischen Einrichtungen des Notstromsystems abzustimmen. Ein Prüfabstand von vier Jahren (z. B. jedes Jahr ein Strang bei einer viersträngigen Batterieanlage) soll nicht überschritten werden.

### 5.8 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 Prüfung nachgewiesen werden. Je nach Art und Umfang der betroffenen Teile oder Funktionen und in Absprache mit dem Sachverständigen ist eine Funktionsprüfung durchzuführen.

(2) Werden bei Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten gegenüber der ursprünglichen Konfiguration geänderte Teile eingesetzt, muss die Eignung dieser Teile nachgewiesen werden.

### 5.9 Prüfer

(1) Die Prüfungen nach den Abschnitten 5.2, 5.3 und 5.4 sollen durch Werkssachverständige oder in deren Verantwortung durchgeführt werden. In begründeten Fällen sind Einzelprüfungen mit dem Sachverständigen abzustimmen.

(2) Die Prüfungen nach den Abschnitten 5.5 bis 5.8 sind in Abstimmung mit dem Sachverständigen durchzuführen.

### 5.10 Prüfnachweise

Über die durchgeführten Prüfungen sind Nachweise zu führen. In diesen Prüfnachweisen müssen alle zur Auswertung und Bewertung der Prüfungen notwendigen Angaben enthalten sein.

Hierzu gehören:

- durchführende Stellen,
- Prüfgegenstand,
- Prüfumfang,
- Prüfart,
- Nummer der Prüfanweisung, gegebenenfalls auch Standardprüfanweisung,
- Prüfdurchführung (z. B. Soll und Ist-Termin, Prüfintervall, verwendete Prüfeinrichtungen),
- Prüfergebnisse (z. B. Prüfziel erreicht, Abweichungen, getroffene oder erforderliche Maßnahmen) und
- Bestätigung der Durchführung, des Ergebnisses und der Bewertung durch die Zuständigen.

### 6 Betrieb, Wartung und Instandsetzung

(1) Für Betrieb, Wartung (einschließlich Reinigung) und Instandsetzung sind Anweisungen auf Basis der Herstellerangaben zu erstellen.

(2) Wird eine Ladung der Batterie mit einer Spannung durchgeführt, die für die Verbraucher unzulässig ist, so sind alle Verbraucher von dieser Batterie zu trennen.

## Anhang A

### Zusammenstellung der verwendeten Formelzeichen

$f_N$	Nennanschlussfrequenz des Gleichrichtergerätes
$I_{dN}$	Nenngleichstrom des Gleichrichtergerätes
$I_n$	n-stündiger Entladestrom
$K_{Basis}$	Kapazitätswert der Batterie bei der Inbetriebsetzung als Basiswert für die wiederkehrenden Prüfungen
$K_{Grenz}$	Nach Abschnitt 5.7.2 Absatz 4 festgelegter Grenzwert der Kapazität
$K_n$	Der Nennkapazität entsprechende Kapazität bei Entladung mit $I_n$
$K_{Prüf}$	Bei den wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen nach Abschnitt 5.7.2 ermittelte Kapazität der Batterie
$n$	Anzahl der Batteriezellen (nach Abschnitt 4.6.2.1)
$U_d$	Ausgangsgleichspannung des Gleichrichtergerätes
$U_{LE}$	Erhaltungsladespannung der Batterie
$U_N$	Nennanschlusswechselspannung des Gleichrichtergerätes
$u_{\text{üss}}$	Schwingungsbreite der dem Gleichstrom überlagerten Wechselspannungen
$U_{Vmax}$	Dauernd zulässige höchste Verbraucherspannung
$U_{Vmin}$	Dauernd zulässige niedrigste Verbraucherspannung
$U_{ZLE}$	Mittlere Erhaltungsladespannung je Batteriezelle
$U_{Zmin}$	Niedrigste Spannung der einzelnen Batteriezelle (nach Abschnitt 4.6.2.2 Absatz 2)
$U_{ZLEmax}$	Statischer oberer Grenzwert der Erhaltungsladespannung je Batteriezelle
$\Delta U_B$	Spannungsfall auf der Verbindung zwischen Gleichrichtergerät und Batterie
$\Delta U_{max}$	Größtmöglicher Spannungsfall zwischen Batterieklemmen und Verbraucher
$\Delta U_{min}$	Kleinstmöglicher Spannungsfall zwischen Batterieklemmen und Verbraucher

## Anhang B

### 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 durch Artikel 1 des Gesetzes vom 31. Juli 2011 (BGBl. I S. 1704) 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 1 der Verordnung vom 4. Oktober 2011 (BGBl. I S. 2000) geändert worden ist
Sicherheitskriterien	(1977-10)	Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke vom 21. Oktober 1977 (BAnz. Nr. 206 vom 3. November 1977)
Störfall-Leitlinien	(1983-10)	Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV (Störfall-Leitlinien) vom 18. Oktober 1983 (Beilage zum BAnz. Nr. 245 vom 31. Dezember 1983)
KTA 1401	(1996-06)	Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung
KTA 2103	(2000-06)	Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren(allgemeine und fallbezogene Anforderungen)
KTA 2201.4	(1990-06)	Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 4: Anforderungen an Verfahren zum Nachweis der Erdbebensicherheit für maschinen- und elektrotechnische Anlagenteile
KTA 3501	(1985-06)	Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems
KTA 3504	(2006-11)	Elektrische Antriebe des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken
KTA 3701	(1999-06)	Übergeordnete Anforderungen an die elektrische Energieversorgung in Kernkraftwerken
KTA 3702	(2000-06)	Notstromerzeugungsanlagen mit Dieselaggregaten in Kernkraftwerken
KTA 3704	(1999-06)	Notstromanlagen mit Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern in Kernkraftwerken
KTA 3705	(2006-11)	Schaltanlagen, Transformatoren und Verteilungsnetze zur elektrischen Energieversorgung des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken
DIN 43530-2	(1987-10)	Akkumulatoren; Elektrolyt und Nachfüllwasser; Elektrolyt für Blei-Akkumulatoren
DIN EN 60146-1-1	(2000-02)	Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter; Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen (IEC 60146-1-1:1991); Deutsche Fassung EN 60146-1-1:2010
DIN EN 60896-11	(2003-07)	Ortsfeste Blei-Akkumulatoren - Teil 11: Geschlossene Batterien; Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (IEC 60896-11:2002); Deutsche Fassung EN 60896-11:2003
DIN EN 60896-11 Berichtigung 1	(2006-03)	Ortsfeste Blei-Akkumulatoren - Teil 11: Geschlossene Batterien - Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (IEC 60896-11:2002); Deutsche Fassung EN 60896-11:2003, Berichtigungen zu DIN EN 60896-11:2003-07
DIN EN 61000-6-2	(2006-03)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2005); Deutsche Fassung EN 61000-6-2:2005
DIN EN 61000-6-2 Berichtigung 1	(2011-06)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Berichtigung Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2005); Deutsche Fassung EN 61000-6-2:2005, Berichtigung zu DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2):2006-03; Deutsche Fassung CENELEC-Cor. :2005 zu EN 61000-6-2:2005
DIN EN 61000-6-4	(2007-03)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche (IEC 61000-6-4:2006) ; Deutsche Fassung EN 61000-6-4:2007
DIN EN 61000-6-4 /A1	(2009-12)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche (IEC/CIS/H/189/CDV:2009); Deutsche Fassung EN 61000-6-4:2007/FprA1:2009

## Dokumentationsunterlage zur Regeländerung

### KTA 3703

## Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken

### Inhalt

- 1 Auftrag des KTA
- 2 Beteiligte Personen
- 3 Erarbeitung der Regeländerung
- 4 Berücksichtigte Regeln und Unterlagen
- 5 Ausführungen zur Regeländerung

### 1 Auftrag des KTA

#### 1.1 Vorbemerkung

Aufgrund der nach Abschnitt 5.2 der Verfahrensordnung des KTA nach längstens 5 Jahren erforderlichen Überprüfung auf Änderungsbedürftigkeit hat der Unterausschuss ELEKTRO- UND LEITTECHNIK (UA-EL) auf seiner 65. Sitzung am 7. Juli 2009 und auf seiner 66. Sitzung am 16. September 2009 über die Regel KTA 3703 beraten.

Der UA-EL stellt fest, dass die Regel in einigen Abschnitten an den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden muss. Der Anpassungsbedarf betrifft insbesondere folgende Punkte:

- rechnerbasierte Einrichtungen (z. B. Schutz-, Überwachungs- und Regeleinrichtungen)
- Präzisierung von Anforderungen an statische Zwischenkreis-Gleichstromumrichter (Schaltnetzteil)
- Batterieentladezeit
- redaktionelle Änderungen
- Anforderungen an die EMV und Berücksichtigung elektrischer Transienten.

#### 1.2 Beschlüsse

Der Kerntechnische Ausschuss (KTA) hat auf seiner 64. Sitzung am 10. November 2009 folgenden Beschluss bezüglich der Regel KTA 3703 gefasst:

Beschluss-Nr.: 64/8.2.3/1 vom 10. November 2009

Der Unterausschuss ELEKTRO- UND LEITTECHNIK (UA-EL) wird beauftragt, federführend den Entwurf zur Änderung der Regel

KTA 3703	Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken (Fassung 1999-06)
----------	---

mit einer Dokumentationsunterlage vorzubereiten und eine Beschlussvorlage dem KTA vorzulegen.

Die Geschäftsstelle wurde beauftragt, diesen Beschluss zur Regel KTA 3703 dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Veröffentlichung im Bundesanzeiger zuzuleiten.

Beschluss-Nr.: 64/8.2.3/2 vom 10. November 2009

Der Unterausschuss ELEKTRO- UND LEITTECHNIK (UA-EL) wird beauftragt, den Entwurfsvorschlag zur Änderung der Regel KTA 3703 zu prüfen und eine Beschlussvorlage für den KTA zu erarbeiten.

### 2 Beteiligte Personen

#### 2.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums KTA 3703

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| Dipl.-Ing. M. Brand (Obmann) | AREVA NP GmbH, Offenbach  |
| Dipl.-Ing. H. Heinsohn       | Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, bis Feb. 2011 |
| Dipl.-Ing. N. Hill           | TÜV SÜD Energietechnik GmbH Baden Württemberg, Mannheim           |
| Dipl.-Ing. L. Hockstra       | AREVA NP GmbH, Offenbach  |
| Dipl.-Ing. M. Kania          | TÜV SÜD Industrieservice GmbH, München                            |
| Dipl.-Ing. A. Liebscher      | TÜV NORD Systemtechnik GmbH, Hamburg                              |

Dr.-Ing. A. Lochthofen	Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, ab März 2011
Dr. W. Planitz	Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH, Hamburg
L. Reker	RWE Power AG, Kernkraftwerk Emsland, Lingen
Dipl.-Ing. H.-D. Sommer	EnBW Kernkraft GmbH GKN
Dr. J. Ulrich	TÜV NORD EnSys GmbH, Hannover

## 2.2 Zusammensetzung des KTA-Unterausschusses ELEKTRO- UND LEITTECHNIK (UA-EL)

Obmann: Dipl.-Ing. R.-D. Junge, TÜV NORD ,Hannover, bis Nov. 2010

GDir M. Hagmann; UVM-BW, Stuttgart, ab Dez. 2010

### Vertreter der Hersteller und Ersteller von Atomanlagen:

Dipl.-Ing. W. Schulze	Areva NP GmbH, Erlangen (Stellvertreter: Dr. A. Graf, Areva NP GmbH, Erlangen)  (2.Stellvertreter: Dr. B. Möller, Areva NP GmbH, Erlangen, ab Dez. 2010)
Dipl.-Ing. R. Zahout	Areva NP GmbH, Erlangen (Stellvertreter: Dr. P. Waber, Areva NP GmbH, Erlangen)
Dipl.-Ing. M. Friedl	Areva NP GmbH, Erlangen (Stellvertreter: Dr. K. Waedt, Areva NP GmbH, Erlangen)

### Vertreter der Betreiber von Atomanlagen:

Dipl.-Ing. M. Bresler	E.ON Kernkraft GmbH, Hannover (Stellvertreter: Dipl.-Ing. V. Fischer, EnKK, Neckarwestheim)
Dipl.-Ing. K.-H. Herbers	RWE Power AG, Kernkraftwerk Emsland (Stellvertreter: Dr. W. Planitz, Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH)

### Vertreter des Bundes und der Länder:

WissDir J.-H. Hagemeister	Ministerium für Justiz, Gleichstellung und Integration, Kiel (Stellvertreter: Dipl.-Ing. H. Aumann, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, Hannover)
GDir M. Hagmann	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg, ab Dez. 2010
RDir'n Dr. C. Wassilew	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, RS I 7, Bonn (1. Stellvertreter: J. Reckers, BMU, RS I 7, Bonn) (2. Stellvertreter: Dr. F. Seidel, Bundesamt für Strahlenschutz, SK2, Salzgitter)

### Vertreter der Gutachter und Beratungsorganisationen:

Dipl.-Ing. R.-D. Junge	TÜV Nord EnSys GmbH, Hannover bis Nov. 2010 (Stellvertreter: Dipl.-Ing. J. Boenkendorf, TÜV Nord Systemtechnik GmbH, Hamburg)
Dr. R. Kotte	TÜV Nord EnSys GmbH, Hannover ab Dez. 2010 (Stellvertreter: Dipl.-Ing. J. Boenkendorf, TÜV Nord Systemtechnik GmbH, Hamburg)
Dipl.-Ing. A. Rottenfuß	TÜV SÜD Industrieservice GmbH, München (Stellvertreter: Dipl.-Ing. J. Kraus, TÜV SÜD Industrieservice GmbH, München)
Dipl.-Ing. C. Verstegen	Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln (Stellvertreterin: Dr. D. Sommer, Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln, ab Dez. 2010)

### Vertreter sonstiger Behörden und Stellen:

Dipl.-Ing. D. Sonntag	Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)
Dipl.-Ing. G. Schnürer (für: DKE)	Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec) GmbH, Garching (1. Stellvertreter: Dipl.-Ing. G. Vogel, DKE, Frankfurt) (2. Stellvertreter: Dr.-Ing. A. Lindner, ISTec GmbH, Garching)
T. Gerl (für DGB) )	E.ON Kernkraft GmbH, Gemeinschaftskernkraftwerk, Grohnde (Stellvertreter: N. Islinger (für DGB), E.ON Kernkraft GmbH, Kernkraftwerk Isar)

### 2.3 Zugezogene Fachleute

Dr.-Ing. A. Lochthofen

Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln

Dr. R. Kotte

TÜV Nord EnSys GmbH, Hannover

### 2.4 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

Dipl.-Ing. R.Piel

KTA-Geschäftsstelle (beim Bundesamt für Strahlenschutz), Salzgitter

## 3 Erarbeitung der Regeländerung

### 3.1 Erarbeitung des Regeländerungsentwurfs

(1) Das Arbeitsgremium KTA 3703 erarbeitete den Regeländerungsentwurfsvorschlag KTA 3703 in 7 Sitzungen; die Sitzungen fanden statt:

1. Sitzung am 4. März 2010 bei der AREVA NP in Offenbach
2. Sitzung am 20. April 2010 bei der VENE in Hamburg
3. Sitzung am 22. Juni 2010 bei der AREVA NP in Offenbach
4. Sitzung am 9. August 2010 im KKE in Lingen
5. Sitzung am 28. September 2010 im GKN in Neckarwestheim
6. Sitzung am 23. November 2010 bei der VENE in Hamburg
7. Sitzung am 27. Januar 2011 bei der GRS in Köln
8. Sitzung am 28. Februar 2011 bei der AREVA in Offenbach

(2) Auf der 8. Sitzung am 28. Februar 2011 wurde der Regeländerungsentwurfsvorschlag einstimmig zur Vorlage an den Unterausschuss ELEKTRO UND LEITTECHNIK (UA-EL) verabschiedet.

(3) Der Unterausschuss ELEKTRO UND LEITTECHNIK (UA-EL) hat auf seiner 69. Sitzung am 22. März 2011 einstimmig beschlossen, die Regeländerungsentwurfsvorlage KTA-Dok.-Nr. 3703/11/1 für den Fraktionsumlauf freizugeben.

(4) Die Regeländerungsentwurfsvorlage KTA 3703 (2011-03) hat vom 01.04.2011 bis zum 30.06.2011 den Fraktionen des KTA zur Prüfung vorgelegen. Änderungsvorschläge gingen ein seitens:

RSK-EE	28.06.2011
EKK	29.06.2011
Lüdtke	30.06.2011
VdTÜV	01.07.2011
BMU	08.07.2011.

(5) Das Arbeitsgremium hat über die eingegangenen Stellungnahmen auf seiner

9. Sitzung am 05.07.2011 beim TÜV NORD in Hannover

beraten. Nach Durchsprache der Einwendungen hat das Arbeitsgremium einstimmig beschlossen die Regeländerungsentwurfsvorlage in der Fassung vom 05.07.2011 dem UA-EL zur Prüfung vorzulegen und ihm zu empfehlen, dem KTA vorzuschlagen diesen als Regeländerungsentwurf (Gründruck) zu verabschieden.

(6) Der UA-EL hat auf seiner 70. Sitzung am 15. September 2011 die Regeländerungsentwurfsvorlage geprüft und einstimmig beschlossen, dem KTA die Verabschiedung der Fassung September 2011 (KTA-Dok.-Nr. 3703/2011/2) als Regeländerungsentwurf zu empfehlen.

(7) Der KTA hat die Regeländerungsentwurfsvorlage (Fassung September 2011) (KTA-Dok.-Nr. 3703/2011/2) auf seiner 66. Sitzung am 15.11.2011 behandelt. Auf der Sitzung wurde beschlossen, dass der Regeländerungsentwurf ohne die Hinweise in 4.3.1 und 4.3.4 (1) verabschiedet werden soll. Der UA-EL wurde beauftragt den Inhalt der Hinweise im Rahmen der Gründruckberatungen erneut zu diskutieren und eine konsensfähige Formulierung zu finden. Die Bekanntmachung des BMU erfolgte im Bundesanzeiger Nr. 188 am 14.12.2011.

#### 4 Berücksichtigte Regeln und Unterlagen

- RSK-Leitlinien (1981-10) RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren; 3. Ausgabe vom 14. Oktober 1981 (Banz 1982, Nr. 69a) mit den Änderungen: in Abschn. 21.1 (Banz 1984, Nr. 104), in Abschn. 21.2 (Banz 1983, Nr. 106) und in Abschn. 7 (Banz 1996, Nr. 158a) mit Berichtigung (Banz 1996, Nr. 214)
- Weiterleitungsnachricht der GRS WLN 1995-10 „Batteriezellenschädigung durch Plattenkorrosion“ im Kernkraftwerk Emsland (KKE)
- Weiterleitungsnachricht der GRS WLN 1995-10 a „Kapazitätsminderungen an 220-Volt und 24-Volt-Batterien“ im Kernkraftwerk Isar 2 in den Jahren 1997/1998
- DIN EN 60896-11(07-2003):Ortsfeste Bleiakkumulatoren Teil 11: Geschlossene Batterien - Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (IEC 60896-11:2002)
- DIN-EN 61000-6-2 (2006-03) Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2005)
- DIN-EN 61000-6-4 (2007-03) Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-4: Fachgrundnormen - Störaussendung für Industriebereiche (IEC 61000-6-4:2006)
- DIN 43530 Teil 2 (1987-10) Akkumulatoren; Elektrolyt und Nachfüllwasser; Elektrolyt für Blei-Akkumulatoren; Abschnitt 7.3
- DIN EN 60146-1-1 (02-2000) Halbleiter-Stromrichter; Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter; Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen (IEC 60146-1-1:1991)

#### 5 Ausführungen zur Regeländerung

Generell wurden ersetzt:

- „Sachverständige (nach § 20 Atomgesetz)“ durch „Sachverständige“; der Sachverständige wird im Abschnitt Begriffe definiert.

Neben redaktionellen Änderungen wurde der Regeltext in folgenden Punkten geändert:

##### Zu „Grundlagen“

###### Zu „Grundlagen“ Absatz 1

Redaktionelle Änderung

###### Zu „Grundlagen“ Absatz 4

Der ergänzte Satz soll darauf hinweisen, dass Anforderungen an (komplexe) elektronische Baugruppen in der Kopffregel KTA 3701 enthalten sind und nicht separat in dieser Regel behandelt werden.

##### Zu „1 Anwendungsbereich“

Der Anwendungsbereich wurde auf „geschlossene Batterien“ begrenzt. Das Bild 1-1 wurde komplett überarbeitet und an die Schaltbilder der 37-er Reihe, die die Grenzen des Anwendungsbereiches zeigen, angepasst.

##### Zu „2 Begriffe“

###### Zu „2 Begriffe“ Absatz 3 (neu)

Zur Verdeutlichung des Anwendungsbereiches wurde die Definition der geschlossenen Batterie eingeführt.

###### Zu „2 Begriffe“ Absatz 4 (neu)

Zur Klarstellung der Einbindung des Sachverständigen nach § 20 AtG und zur besseren Lesbarkeit des Regeltextes wurde der Sachverständige an dieser Stelle definiert.

##### Zu „4 Auslegung“

###### Zu „4.1 Wahl der Systemart“ (alte Nummerierung)

Eine Auswahl zwischen Batterieanlagen mit oder ohne Zusatzzellen ist nicht erforderlich. Der Abschnitt wurde deshalb gestrichen. Nichterwähnung verbietet die Verwendung von Zusatzzellen nicht.

###### Zu „4.1 Schaltungskonzept und Versorgung der Verbraucher“ (alt 4.2) Absatz 4

Die diodenentkoppelte Doppeleinspeisung wurde durch entkoppelte Doppeleinspeisung ersetzt. Es gibt außer der Diodenentkopplung noch andere Entkopplungsmaßnahmen (z. B. DC-DC-Wandler).

###### Zu „4.1 Schaltungskonzept und Versorgung der Verbraucher“ (alt 4.3) Absatz 5

Anforderungen an Schaltnetzteile werden in der KTA 3704 behandelt. Der Absatz wurde deshalb gestrichen. Das Schaltbild 4-1 wurde ergänzt durch einen Strang mit Schaltnetzteil.

Zu „4.2 Netzformen der Batterieanlagen“ (alt 4.3) Absatz 2

Das Erdungskonzept wurde überarbeitet und an die KTA 2206 angepasst.

Zu „4.3 Strombilanz und Grenzwerte“ (alt 4.4)

Zu „4.3.2 Ermittlung des Strombedarfes“ (alt 4.4.2) Absatz 1

Die beispielhafte Aufzählung in Klammern wurde gestrichen.

Zu „4.3.2 Ermittlung des Strombedarfes“ (alt 4.4.2) Absatz 4

Die Wahrscheinlichkeit, dass Verbraucher zeitgleich laufen, kann für unterschiedliche Zeitscheiben differieren.

Zu „4.3.3 Sicherheitszuschlag auf den Strombedarf“ (alt 4.4.3)

Die Aussage zum Sicherheitszuschlag wurde präzisiert.

Zu „4.3.4 Entladezeit“ (alt 4.4.4) Absatz 1

Die Entladezeit, die nicht unterschritten werden darf, wurde von 30 Minuten auf 2 Stunden erhöht. Diese Anpassung erfolgte unter Berücksichtigung der RSK-Leitlinien (Fassung 1996-11).

Zu „4.3.5 Grenzwerte“ (alt 4.4.5) Absatz 1 + Hinweis

Die Auslegung ist so abzustimmen, dass die zulässigen Grenzwerte auch bei den größten betriebsbedingten Belastungen nicht überschritten werden. Diese Präzisierung wurde auf Grund des Erfahrungsrückflusses aus dem Forsmark-Ereignis (WLN 2006-07) vorgenommen.

Zu „4.3.5 Grenzwerte“ (alt 4.4.5) Absatz 3

Die Bedingung unter Aufzählungspunkt c) wurde auf Grund des Erfahrungsrückflusses aus dem Forsmark-Ereignis (WLN 2006-07) angepasst.

Zu „4.5. Auslegung der Batterieanlage“ (alt 4.6)

Zu „4.5.2 Auslegung der Batterie“ (alt 4.6.2)

Zu „4.5.2.1 Ermittlung der Batteriezellenzahl“ (alt 4.6.2.1)

Die Formel 4-2 zur Berechnung der Batteriezellenzahl wurde berichtigt.

Zu „4.5.2.2 Bestimmung der Kapazität“ (alt 4.6.2.2) Absatz 3

Der eingeschobene Satz stellt frühzeitig klar, dass die Nennkapazität unter Berücksichtigung der Alterung ermittelt wird. Nicht erst ohne Alterung und dann mit.

Zu „4.5.2.2 Bestimmung der Kapazität“ (alt 4.6.2.2) Absatz 4

Die sehr verschachtelte Definition einer mindestens erforderlichen Kapazitätsreserve mittels  $K_{\text{Grenz}}$  ist schwer verständlich. Die hier vorgeschlagene Formulierung hat den Sinn die Bedeutung von  $K_{\text{Grenz}}$  für die Kapazitätsreserve und die wiederkehrende Prüfung explizit herauszustellen.

Die Beschränkung der Festlegung des Grenzwertes bei der Auslegung der Batterie auf 90% der Nennkapazität wurde fallen gelassen. Eine obere Begrenzung auf 90 % ist nicht erforderlich, da die nutzbare Kapazität unnötig eingeschränkt wird.

Zu „4.5.2.2 Bestimmung der Kapazität“ (alt 4.6.2.2) Absatz 5

Die Zusatzzellen werden heute nicht mehr projektiert. Der Unterabschnitt wurde deshalb gestrichen.

Zu „4.5.2.3 Anforderungen an Batteriegefäße“ (**neu**)

Auf Grund des Erfahrungsrückflusses wurde dieser neue Unterabschnitt eingefügt.

Zu „4.5.3.3 Geräteaufbau“ (alt 4.6.3.3) Absatz 1

Die räumliche Trennung der Anschlussbereiche von Wechselstrom- und Gleichstromteil wurde umformuliert.

Zu „4.6 Leittechnische Einrichtungen“ (alt 4.7)

Zu „4.6.2 Überwachung“ (alt 4.7.2) Absatz 2

Unter Aufzählung b) wurde der Ort der Anzeige und Einzelmeldung berichtigt.

Zu „4.6.2 Überwachung“ (alt 4.7.2) Absatz 4

Die Zusatzzellen werden heute nicht mehr projektiert.

Zu „4.6.3 Schutz“ (alt 4.7.3) Absatz 1

Der ergänzte Satz wurde auf Grund des Erfahrungsrückflusses aus dem Forsmark-Ereignis (WLN 2006-07) eingefügt.

Zu „Tabelle 4-2 Anzeige, Meldungen und die zulässigen und erforderlichen Schutzabschaltungen für einen Strang einer Batterieanlage“

Wurde ergänzt mit der Meldung des unteren Grenzwertes am Gleichrichtergerät und der Schutzabschaltung beim unteren Grenzwert.

#### Lfd. Nr. 1.2 Ausgangsgleichspannung

Wurde ergänzt mit der Fußnote 1). Es ist zulässig, die Stromlieferung des Gleichrichters kurzzeitig zu unterbrechen.

#### Lfd. Nr. 1.7 Ausfall eines Gleichrichters beim Parallelbetrieb (neu)

Anpassung an den Stand der Technik.

#### Lfd. Nr. 1.8 Ausfall eines Gleichrichtergerätes bei +24 V (neu)

Anpassung an den Stand der Technik.

#### Lfd. Nr. 3 Gleichstromschaltanlage

Wurde gestrichen.

#### Lfd. Nr. 3.1 Spannung

Wurde gestrichen.

#### Lfd. Nr. 3.2 Isolationswiderstand

Wurde gestrichen.

#### Fußnoten

- Ergänzung der Schutzabschaltung unterer Grenzwert,
- Ergänzung „kurzzeitiges Abschalten mit automatischem Wiederanlauf nach Rückkehr der Wechselfspannung in den zulässigen Bereich“,
- Ergänzung „Abschaltung beider zusammengehöriger Gleichrichtergeräte, sofern für den Schutz der Verbraucher erforderlich.“
- Streichung der Sammelmeldung „Gleichstromschaltanlage gestört“.
- Ergänzung der Sammelmeldung „Gleichrichtergerät gestört“ durch „Eine Verzögerung der Sammelmeldung ist zulässig.“

Die Änderungen, wurden unter anderem auf Grund des Forsmark-Ereignisses (WLN 2006-07) und des Erfahrungsrückflusses vorgenommen. Die Gleichstromschaltanlage wurde gestrichen, da diese Angaben bereits in der KTA 3705 angegeben werden.

### **Zu „5 Prüfungen“**

#### Zu „5.2 Typprüfung“ Absatz 1

##### Zu „5.2 .1 Batterie“ Absatz 1

Der Umfang der Typprüfung an Batteriezellen wird in Tabelle 5-3 dargestellt. Der Verweis auf die Tabelle wurde neu eingefügt.

##### Zu „5.2 .2 Gleichrichtergerät“ Absatz 1

Der Umfang der Typprüfung an Gleichrichtergeräten wurde in Tabelle 5-2 dargestellt. Der Verweis auf die Tabelle wurde neu eingefügt und die Absätze 1 bis 3 wurden gestrichen.

#### Zu „5.3 Elektromagnetische Verträglichkeits- Prüfungen (EMV) des Gleichrichtergerätes“ (neu)

Dieser Abschnitt wurde neu eingefügt und spiegelt den Stand der Technik wieder. Anforderungen an EMV von Gleichrichtergeräten wurden bislang nicht gestellt.

#### Zu „5.4 Stückprüfung“ (alt 5.3)

##### Zu „5.4.1 Batterie“ (alt 5.3.1) Absatz 1

Redaktionelle Änderungen.

##### Zu „5.4.1 Batterie“ (alt 5.3.1) Absatz 2 (neu)

Der Absatz inklusive Hinweis berücksichtigt die Weiteleitungsnachricht der GRS WLN 1995/10 + 10a. Er behandelt die Prüfung auf mögliche Verunreinigungen im Elektrolyt.

##### Zu „5.4.2 Gleichrichtergerät“ (alt 5.3.2)

Der Umfang der Stückprüfung an Gleichrichtergeräten wurde in Tabelle 5-2 dargestellt. Der Verweis auf die Tabelle wurde neu eingefügt.

#### Zu „5.6 Inbetriebsetzungsprüfung“ (alt 5.5)

##### Zu „5.6.1 Batterie“ (alt 5.5.1) Absatz 1

Im Aufzählungspunkt d) wurde die Bedingung der Basismessung der Batteriekapazität präzisiert. Die Zeiten stammen aus der DIN EN 60896-11(07-2003).

##### Zu „5.7.2 Prüfungen an der Batterie“ (alt 5.6.2) Absatz 1 a)

Der Hinweis wurde um „übermäßige Schlamm- und Abschieferungen“ ergänzt. Die Ergänzungen wurden auf Grund des Erfahrungsrückflusses vorgenommen.

Zu „5.7.2 Prüfungen an der Batterie“ (alt 5.6.2) Absatz 1 e)

Es wurde die Möglichkeit eröffnet mit einer kontinuierlichen Zellspannungsmessung die monatliche Elektrolytmessung einzusparen. Wird die Zellenspannung online überwacht, kann diese Kenngröße zur Überwachung der Elektrolytdichte genutzt werden. Diese „Online“-Spannungsüberwachung kann die monatliche Überprüfung der Elektrolytdichte ersetzen.

Zu „5.7.2 Prüfungen an der Batterie“ (alt 5.6.2) Absatz 2 b)

Der Austausch der Zelle wird nicht mehr grundsätzlich vorgeschrieben. Stattdessen wird das weitere Vorgehen in Abstimmung mit dem Sachverständigen nach § 20 vorgeschrieben. Neu eingesetzte Zellen altern schneller als die bereits in Betrieb befindlichen. Aus diesem Grund kann es vorteilhaft sein die auffälligen Zellen wieder instand zu setzen.

Zu „5.7.2 Prüfungen an der Batterie“ (alt 5.6.2) Absatz 8 (neu)

Der Absatz berücksichtigt die Weiteleitungsnachricht der GRS WLN 1995/10 + 10a. Er behandelt die Prüfung auf unzulässige Verunreinigungen im Elektrolyt.

Zu „5.9 Prüfer“ (alt 5.8)

Klarstellung der Einbindung der Tätigkeiten des Sachverständigen.

Zu „5.10 Prüfnachweis“ (alt 5.9)

Redaktionelle Änderung.

Zu „Tabelle 5-1 Umfang der Typprüfungen an geschlossenen Batteriezellen nach Abschnitt 5.2.1“ (neu)

Anforderungen die im Regeltext gestellt wurden, wurden übersichtlich in Tabellenform dargestellt. Weiterhin wurden die Normen genannt, die zur Prüfung herangezogen werden können.

Zu „Tabelle 5-2 Umfang der Typ- und Stückprüfungen am Gleichrichter nach den Abschnitten 5.2.2 und 5.4.2“ (neu)

Anforderungen die im Regeltext gestellt wurden, wurden übersichtlich in Tabellenform dargestellt. Weiterhin wurden die Normen genannt, die zur Prüfung herangezogen werden können.

Zu „Tabelle 5-3 Prüfkriterien der wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen“ (alt 5-1)

Neugestaltung der Tabellenummerierung.

**Zu „6 Betrieb, Wartung und Instandsetzung“**

Zu „6 Betrieb, Wartung und Instandsetzung“ Absatz 1

Präzisierung der Anforderung.

**Zu „Anhang B“**

Aktualisierung der Verweise

**Stichwortverzeichnis**

Stichwortverzeichnis wurde gestrichen.