

KTA 3703

Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken

Fassung 6/99

Frühere Fassung der Regel: 6/86 (BAnz. Nr. 162a vom 3. September 1986)

Inhalt

	Seite
Grundlagen	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	2
3 Übergeordnete Anforderungen	2
4 Auslegung	3
4.1 Wahl der Systemart	3
4.2 Schaltungskonzept und Versorgung der Verbraucher	3
4.3 Netzformen der Batterieanlagen	3
4.4 Strombilanz und Grenzwerte	3
4.5 Eignung	5
4.6 Auslegung der Batterieanlage	6
4.7 Leittechnische Einrichtungen	7
4.8 Prüfbarkeit	8
4.9 Anordnung und Aufstellung	8
5 Prüfungen	8
5.1 Einzureichende Unterlagen	8
5.2 Typprüfung	8
5.3 Stückprüfung	9
5.4 Prüfungen während der Montage auf der Baustelle	10
5.5 Inbetriebsetzungsprüfungen	10
5.6 Wiederkehrende Prüfungen	10
5.7 Prüfungen nach Wartung oder Instandsetzung	11
5.8 Prüfer	11
5.9 Prüfnachweise	11
6 Betrieb, Wartung und Instandsetzung	11
Anhang A: Zusammenstellung der verwendeten Formelzeichen	12
Anhang B: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird	12
Stichwortverzeichnis	13

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 Atomgesetz), um die im Atomgesetz und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten sowie in den „Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke“ und den „Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV - 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 der Regel KTA 3701 enthalten.

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

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

(7) Anforderungen an Schaltanlagen, Transformatoren und Verteilungsnetze zur elektrischen Energieversorgung des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken sind in der Regel 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 Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems

und

KTA 3504 Elektrische Antriebe des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken

enthalten.

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

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

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

1 Anwendungsbereich

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

Hinweis:

Bild 1-1 zeigt die Grenzen der Batterieanlagen am Beispiel einer viersträngigen Batterieanlage.

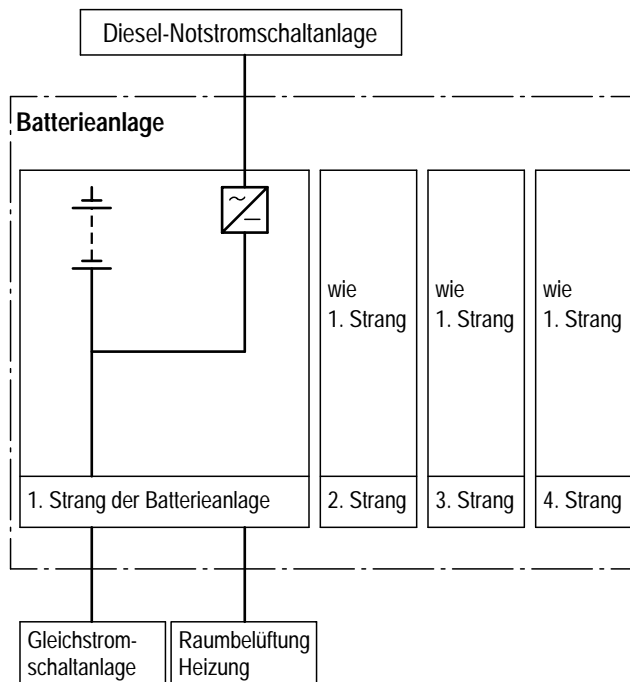


Bild 1-1: Grenzen der Batterieanlagen am Beispiel einer viersträngigen Batterieanlage

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 4.6.2.2.

(3) Parallelbetrieb von Batterieanlagen

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

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 versagensauslösender 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 versagensauslösendes Ereignis (z. B. Kurzschluß) ein Strang der Gleichstromversorgung und damit einfach gespeiste Verbraucher (z. B. Magnetventile) ausfallen können.

4 Auslegung

4.1 Wahl der Systemart

Zur Einhaltung der Grenzwerte für Spannung und Strom zur Versorgung der Verbraucher ist eine der folgenden Systemarten zu wählen:

- a) Bereitschaftsparallelbetrieb von Batterieanlagen ohne Zusatzzellen,
- b) Bereitschaftsparallelbetrieb von Batterieanlagen mit Zusatzzellen.

4.2 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**).
- 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 verbraucherseitigen diodenentkoppelten Doppelseinspeisungen nach Abschnitt 4.2 Absatz 3 Aufzählung a oder gleichrichtergeräteseitigen Doppelseinspeisungen nach Abschnitt 4.2 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.

(5) Für Zwischenkreis-Gleichstromumrichter, die einseitig an die von der Batterieanlage eingespeiste Gleichstromschaltanlage angeschlossen werden und ausgangsseitig Verbraucher oder Verbrauchergruppen mit einer von der Batterieanlage abweichenden Spannung versorgen, sind die Anforderungen an Schaltungskonzept, Auslegung und Prüfung festzulegen und mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) abzustimmen.

4.3 Netzformen der Batterieanlagen

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

- a) Nennspannung des Systems,
- b) Fehlererkennung und Fehlerabschaltung,
- c) Anforderungen durch die angeschlossenen Verbraucher,
- d) Ausdehnung des Netzes,
- e) Isolationsmöglichkeit,
- f) Blitzschutz,
- g) Überspannungsschutz.

(2) Wird ein Gleichstromnetz geerdet betrieben, sind für die Batterieanlage folgende Bedingungen einzuhalten:

- a) 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.
- b) Batterieanlagen sollen an einen gemeinsamen Punkt geerdet werden. Werden andere Erdungskonzepte realisiert, ist die Zulässigkeit unterschiedlicher Erdungspunkte nachzuweisen.

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

- a) Der Isolationszustand ist kontinuierlich zu überwachen. Eine Lokalisierung von Erdschlußstellen muß möglich sein.
- b) Bei Batterieanlagen, die Verbraucher diodenentkoppelt einspeisen, ist das Auftreten von Spannungsverdoppelungen bei Doppelerdschluß zu verhindern.

4.4 Strombilanz und Grenzwerte

4.4.1 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.

4.4.2 Ermittlung des Strombedarfes

(1) Zur Bemessung der Batterieanlagen ist die Bilanz der Verbraucherströme als Strom-Zeit-Diagramm über der nach Abschnitt 4.4.4 spezifizierten Entladezeit für jede Geräteanordnung eines Stranges (Einzel-Gleichrichtergerät oder Parallel-Gleichrichtergeräte; Batterie ohne oder mit Zusatzzellen) und für jeden in Betracht zu ziehenden Belastungsfall zu erstellen. Hierbei sind die nachfolgenden voneinander unabhängigen Belastungsfälle zugrunde zu legen:

- a) Spannungslosen 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.
- b) Entladung der Batterie während der spezifizierten Entladezeit: Nach Abschnitt 4.4.4 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 Gleichrichter nach der spannungslosen Pause zusätzlich zu versorgen sind, sind nach Abschnitt 4.6.3.1 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:

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

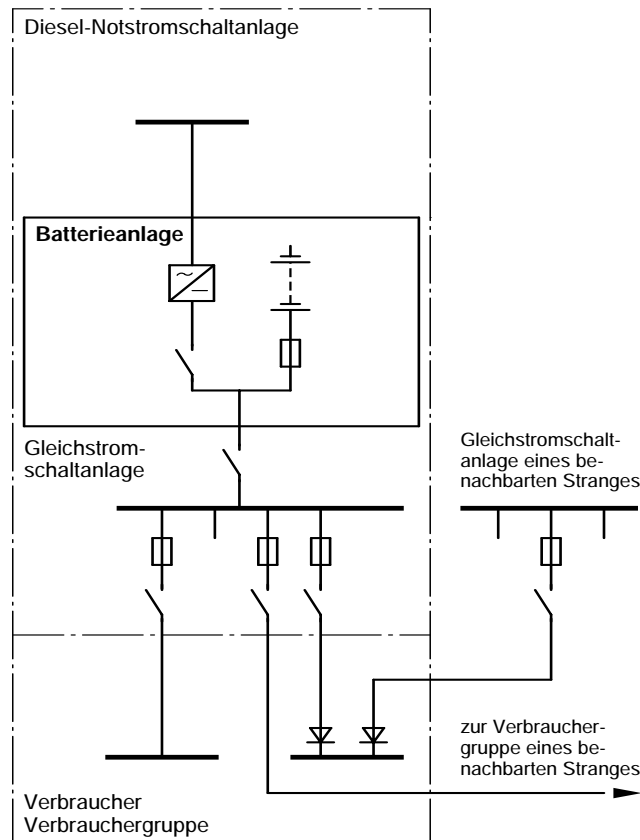


Bild 4-1: Beispiel eines Schaltungskonzeptes eines Stranges einer Batterieanlage mit einem Gleichrichtergerät je Strang, einzeln eingespeisten Verbrauchern und doppelt eingespeisten Verbrauchern (nach Abschnitt 4.2 Absatz 3 Aufzählung a)

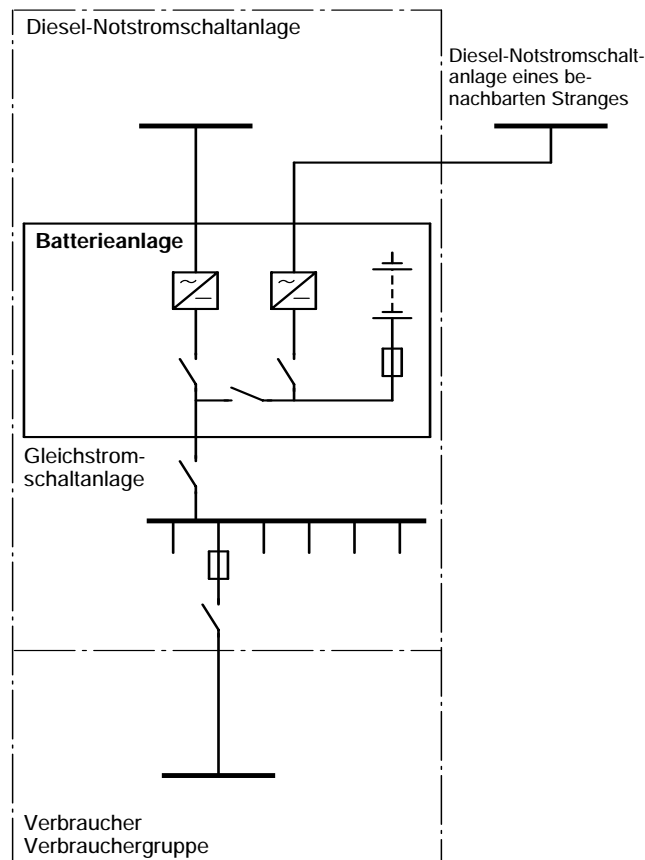


Bild 4-2: Beispiel eines Schaltungskonzeptes eines Stranges einer Batterieanlage mit zwei Gleichrichtergeräten je Strang und einzeln eingespeisten Verbrauchern (nach Abschnitt 4.2 Absatz 3 Aufzählung b).

(4) Bei intermittierend betriebenen Verbrauchern oder Verbrauchergruppen ist die elektrische Nennleistung multipliziert mit einem festzulegenden Gleichzeitigkeitsfaktor einzusetzen. Soweit eine Ansteuerung zum gleichen Zeitpunkt erfolgen kann, bedingt dies den Gleichzeitigkeitsfaktor 1.

(5) Laständerungen sind bei der Auslegung der Batterie und des Gleichrichtergeräts so einzubeziehen, daß die Grenzwerte nach Abschnitt 4.4.5 eingehalten werden.

4.4.3 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 Reserven sollen bei der Inbetriebnahme noch nicht aufgebraucht sein.

4.4.4 Entladezeit

(1) Die Entladezeit ist entsprechend den sich aus der Verfahrenstechnik und der Energieversorgung ergebenden Anforderungen zu spezifizieren. Eine Entladezeit von 30 min darf nicht unterschritten werden.

Hinweis:

Anforderungen können sich ergeben z. B. aus der Notwendigkeit von Handmaßnahmen für die Abschaltung von Verbrauchern zur Entlastung von Batterien oder für die Zuschaltung fest installierter Reserveeinspeisungen.

(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 4.4.2 zuzüglich des Sicherheitszuschlages nach Abschnitt 4.4.3 liefert.

4.4.5 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 störfallbedingten Belastungen nicht überschritten werden.

(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 4.6.3.2, 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 4.6.2.1 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 betrieblichen Transienten auf der Wechselstromseite, wie z. B. Hochlauf leistungsstarker Motoren, keine Abschaltung des Gleichrichters erfolgt. Wenn jedoch ohne Abschaltung des Gleichrichtergeräts unzulässige Überspannungen auf der Gleichstromseite auftreten würden, ist

es zulässig, die Stromlieferung des Gleichrichtergerätes kurzzeitig zu unterbrechen.

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

Hinweis:

In diesen Fällen sind die Anforderungen des Abschnitts 4.6.2 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.

4.5 Eignung

4.5.1 Eignung der Batterieanlage

(1) Die Eignung der Batterieanlage für den Einsatz in Kernkraftwerken ist nach den Abschnitten 4.5.2 und 4.5.3 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 (nach § 20 Atomgesetz) zu vereinbaren. Hierbei dürfen Betriebszeiten der Batterieanlage vor der ersten Kritikalität des Kernkraftwerkes berücksichtigt werden.

4.5.2 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 3 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.

4.5.3 Eignung des Gleichrichtergerätes

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

- a) eine Typprüfung an diesem Typ des Gleichrichtergerätes nach Abschnitt 5.2.2 erfolgreich durchgeführt worden ist

und

- b) die Betriebsbewährung durch 10 Gleichrichtergeräte dieser Baureihe mit jeweils mindestens drei Betriebsjahren unter vergleichbaren Einsatzbedingungen nachgewiesen wird.

Lfd. Nr.	Kenngröße	Grenzwerte		siehe Kennbuchstabe
		untere	obere	
1	Wechselstromseite			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	$0,90 f_N$	$1,15 f_N$	
2	Gleichstromseite			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	$0,10 U_d$	
<p>a Grenzwerte bezogen auf die Anschlußklemmen des Gleichrichtergerätes</p> <p>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.</p> <p>c Grenzwerte bezogen auf die Batterieklemmen</p> <p>d Grenzwerte gültig innerhalb des Toleranzbandes der statischen Werte der Anschlußspannung Lfd. Nr. 1.1.1 und der Anschlußfrequenz Lfd. Nr. 1.2.1</p> <p>e Nur bei 24 V Batterieanlagen</p>				

Tabelle 4-1: Grenzwerte für die Auslegung des Gleichrichtergerätes

(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.

4.6 Auslegung der Batterieanlage

4.6.1 Auslegung des Systems

(1) Bei der Auslegung des Systems ist die nach Abschnitt 4.4 für jeden Strang ermittelte 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.

4.6.2 Auslegung der Batterie

4.6.2.1 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:

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

Darin bedeuten:

n	(dimensionslos)	Anzahl der Batteriezellen
$U_{V\max}$	in V	dauernd zulässige höchste Verbraucherspannung
ΔU_{\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

4.6.2.2 Bestimmung der Kapazität

(1) Bei der Bestimmung der Kapazität ist der Strombedarf entsprechend dem nach Abschnitt 4.4.2 ermittelten Strom-Zeit-Diagramm zuzüglich des Sicherheitszuschlags nach Abschnitt 4.4.3 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

ΔU_{\max}	in V	größtmöglicher Spannungsfall zwischen Batterieklemmen und Verbraucher
n	(dimensionslos)	Anzahl der Batteriezellen (nach Abschnitt 4.6.2.1)

Bei der Festlegung von ΔU_{\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 4.4), und der Kapazitätskurve des gewählten Zellentyps erfüllt wird. Für die Ermittlung der Nennkapazität soll eine Elektrolyttemperatur von 20 °C zugrunde gelegt werden.

(4) Die Anforderungen nach Absatz 3 müssen auch bei alterungsbedingtem Rückgang der Kapazität auf einen zu spezifizierenden Grenzwert der Nennkapazität erfüllt werden. Dieser Grenzwert darf bei der Auslegung der Batterie nicht unter 80 % und soll nicht über 90 % der Nennkapazität festgelegt werden.

(5) Bei Batterieanlagen mit Zuschaltung von Zusatzzellen ist zu berücksichtigen, daß die Kapazitätsfestlegung zusätzlich durch die Erhöhung der Spannung während des Entladevorganges beeinflusst wird.

4.6.3 Auslegung des Gleichrichtergerätes

4.6.3.1 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 4.4.3) 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 4.4.5 einzuhalten.

4.6.3.2 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

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

Darin bedeuten:

U_d	in V	Ausgangsgleichspannung des Gleichrichtergerätes
n	(dimensionslos)	Anzahl der Batteriezellen (nach Abschnitt 4.6.2.1)
U_{ZLE}	in V	mittlere Erhaltungsladespannung je Batteriezelle
ΔU_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.

4.6.3.3 Geräteaufbau

(1) Die Anschlußbereiche von Wechselstrom- und Gleichstromteil sind räumlich zu trennen.

(2) Die Anordnung der einzelnen Komponenten muß eine schnelle Auswechselbarkeit berücksichtigen.

4.6.4 Verbindung Batterie-Gleichrichtergerät-Schaltanlage

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

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

4.6.5 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 Batterie-sicherung nach Abschnitt 4.6.4 Aufzählung d nicht unterstellt.

4.7 Leittechnische Einrichtungen

4.7.1 Allgemeines

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

4.7.2 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 an der Gleichstromschaltanlage 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 ohne Zusatzzellen und mit einem Gleichrichtergerät je Strang.

(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.

4.7.3 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 Batteriesicherung und den Kurzschlußschutzeinrichtungen 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 erforderlichen Schutzabschaltungen für einen Strang einer Batterieanlage ohne Zusatzzellen und mit einem Gleichrichtergerät je Strang.

(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 Ausle-

gungswerten 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.

4.8 Prüfbarkeit

(1) Die leitetechnischen Einrichtungen der Batterieanlage sollen so ausgeführt werden, daß wiederkehrende Prüfungen nach Abschnitt 5.6 durchführbar sind und dabei kein Eingriff in die Verdrahtung erforderlich ist.

(2) Die für die Durchführung der Kapazitätsprüfung vorzusehende Entladeeinrichtung muß über vorbereitete Prüfan-schlüsse mit der Batterieanlage verbunden werden können.

4.9 Anordnung und Aufstellung

(1) Die Anordnung der Batterieräume und die Aufstellung der Batterien und Gleichrichtergeräte müssen der redundanten Strangzuordnung 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 (nach § 20 Atomgesetz) ist durch Unterlagen nachzuweisen, daß die Batterieanlagen nach den sicherheitstechnischen Anforderungen ausgelegt, gefertigt, montiert und geprüft werden.

(2) Prüfanweisungen sind mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) abzustimmen, soweit in dieser Regel keine detaillierten Prüfanforderungen festgelegt sind.

5.2 Typprüfung

5.2.1 Batterie

(1) Die Typprüfung ist an sechs Batteriezellen jeder Zellenbauart durchzuführen.

(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 ihrem Schwingungsverhalten vergleichbaren Batterien dürfen für den Nachweis herangezogen werden.

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Meßgröße/Kriterium	Überwachung		Schutzabschaltung
		vor Ort	in der Warte	
1	Gleichrichtergerät	an dem Gleichrichtergerät		
1.1	Anschlußwechselspannung (Grenzwert nach Tabelle 4-1 Nr. 1.1.2)	\bar{M}	SM 1	\bar{S} ¹⁾
1.2	Ausgangsgleichspannung	A \bar{M} \underline{M}	SM 1	\bar{S} ^{2) 1)} $\bar{\bar{S}}$
1.3	Ausgangsstrom	A	–	–
1.4	Kurzschlußschutz (nach Abschnitt. 4.7.3 Absatz 2)	M	SM 1	S
1.5	Schwingungsbreite (Grenzwert nach Tabelle 4-1 Nr. 2.2)	\bar{M} ³⁾	SM 1 ³⁾	\bar{S} ³⁾
1.6	Sicherungsüberwachung (Thyristorsicherungen, Steuerkreissicherungen)	M	SM 1	S
2	Batterie	an der Batterieanlage		
2.1	Überwachung auf Unterbrechung in der Batterie und zwischen Batterie und Gleichrichter	M	M	–
2.2	Batteriestrom	A		
3	Gleichstromschaltanlage	an der Gleichstromschaltanlage		
3.1	Spannung	A \underline{M}	A SM 2	–
3.2	Isolationswiderstand	A \underline{M}	SM 2	–
A : Anzeige		S : Schutzabschaltung		
M : Meldung		\bar{S} : Schutzabschaltung oberer Grenzwert 1		
SM 1: Sammelmeldung Gleichrichtergerät gestört		$\bar{\bar{S}}$: Schutzabschaltung oberer Grenzwert 2		
SM 2: Sammelmeldung Gleichstromschaltanlage gestört				
\bar{M} : Meldung oberer Grenzwert				
\underline{M} : Meldung unterer Grenzwert				
¹⁾ Es ist zulässig, die Stromlieferung des Gleichrichters kurzzeitig zu unterbrechen (siehe Abschnitt. 4.4.5 Absatz 3 Aufzählung c).				
²⁾ Mit Zeitverzögerung (siehe Abschnitt 4.7.3 Absatz 4)				
³⁾ Nur bei 24 V Batterieanlagen				

Tabelle 4-2: Anzeige, Meldungen und Schutzabschaltungen für einen Strang einer Batterieanlage ohne Zusatzzellen und mit einem Gleichrichtergerät je Strang

(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 vorbeanspruch 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 (nach § 20 Atomgesetz) zu belegen.

5.2.2 Gleichrichtergerät

(1) Die Typprüfung ist für jeden Gerätetyp durchzuführen.

(2) Das statische und dynamische Verhalten der Größen auf der Gleichstromseite bei Änderung der Größen auf der Wechselstromseite bis zu den Grenzwerten nach Tabelle 4-1 ist nachzuweisen. Dynamische Frequenzänderungen brauchen hierbei nicht berücksichtigt zu werden.

(3) Das Regelverhalten des Gleichrichtergeräts 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) ist zu ermitteln.

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

(5) Diese Prüfungen sind dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) zu belegen.

5.3 Stückprüfung

5.3.1 Batterie

(1) An sechs Batteriezellen je Zellentyp sind 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 4.4.2 ermittelten Strom-Zeit Diagramm zuzüglich des Si-

cherheitszuschlages nach Abschnitt 4.4.3 so lange zu belasten, bis die niedrigste zulässige Zellenspannung (U_{Zmin}) erreicht wird. Hierbei sind folgende Nachweise zu führen:

- ba) Nachweis, daß die Spannungsabsenkung am Anfang der Entladung (Spannungssack) bei Belastung mit dem Anfangswert des vorgegebenen Strom-Zeit Diagramms die niedrigste zulässige Zellenspannung (U_{Zmin}) nicht erreicht.
- bb) Nachweis, daß innerhalb der spezifizierten Entladezeit und bei Belastung mit dem Strom-Zeit Diagramm die niedrigste zulässige Zellenspannung (U_{Zmin}) nicht erreicht wird.
- bc) Nachweis, daß die bei der Auslegung nach Abschnitt 4.6.2.2 Absatz 4 festgelegte Kapazitätsreserve für den alterungsbedingten Rückgang der Kapazität vorhanden ist.

(2) Diese Prüfungen sind dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) zu belegen.

5.3.2 Gleichrichtergerät

(1) Es ist nachzuweisen, daß für jedes Gleichrichtergerät die Funktionsprüfung, die Isolationsprüfung sowie die Aufnahme der Kennwerte der Kennlinie durchgeführt wurden.

(2) Diese Prüfungen sind dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) zu belegen.

5.4 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 Montagemaße, 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),
- c) Prüfung der Einhaltung der Montagevorschriften (z. B. Umgang mit Säuren, Freigänge, Sauberkeit).

5.5 Inbetriebsetzungsprüfungen

5.5.1 Batterie

(1) An jeder Batterie sind folgende Inbetriebsetzungsprüfungen durchzuführen:

- a) Der Elektrolytstand und der äußere Zustand der Batterie ist 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 dem Entladevorgang keine Schnell- oder Starkladung unmittelbar vorausgehen darf (K_{Basis}). Für die Kapazitätsprüfung ist ein Entladestrom zu wählen, der bei den wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen nach Abschnitt 5.6.2 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 spezifizizierte 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.

5.5.2 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 4.4.5 Absatz 3 Aufzählung c erfüllen.

5.6 Wiederkehrende Prüfungen

5.6.1 Allgemeine Anforderungen

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

5.6.2 Prüfungen an der Batterie

(1) Folgende Prüfungen sind monatlich durchzuführen:

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

Hinweis:

Auf Schäden an den Batteriegefäßen und auf Polkorrosion ist besonders zu achten.

- b) Die Erhaltungsladespannung ist am Gleichrichtergerät zu prüfen.
- c) Die Raumtemperatur und die Funktion der Lüftungsanlage ist 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.

(2) Die Zellenspannung und die Elektrolytdichte aller Zellen sind bei Erhaltungsladebetrieb zu messen. Ein Prüfabstand 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, soll die Zelle ausgetauscht werden.

(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 5.5.1 Absatz 1 Aufzählung d gewählt wurde. Für die Beurteilung der Kapazitätsprüfungen ist der nach Abschnitt 4.6.2.2 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 ($K_{Prüf}$) und deren Verhältnis zum Grenzwert der Kapazität (K_{Grenz}) oder deren Verhältnis zu der bei der Basismessung der Inbetriebsetzung ermittelten Kapazität (K_{Basis}) oder deren Verhältnis zu der dem Entladestrom zugeordneten Kapazität (K_n), die der Nennkapazität entspricht, sind die in **Tabelle 5-1** festgelegten Maßnahmen zu treffen. Bei unerwarteten Kapazitätsverlusten sind deren Ursachen zu ermitteln.

(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.

5.6.3 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.

5.7 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 (nach § 20 Atomgesetz) ist eine Funktionsprüfung durchzuführen.

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

5.8 Prüfer

(1) Die Prüfungen nach den Abschnitten 5.2 und 5.3 sollen durch Werkssachverständige oder in deren Verantwortung durchgeführt werden. In begründeten Fällen sind Sachverständige (nach § 20 Atomgesetz) hinzuzuziehen.

(2) Die Prüfungen nach den Abschnitten 5.4 und 5.5 sind von sachverständigem Personal des Betreibers oder des Herstellers in Abstimmung mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) durchzuführen.

(3) Die Prüfungen nach den Abschnitten 5.6 und 5.7 sind von sachverständigem Personal des Betreibers in Abstimmung mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) durchzuführen.

5.9 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/Ist-Termin, Prüfintervall),
- Prüfergebnisse (z. B. Prüfziel erreicht, Abweichungen, getroffene oder erforderliche Maßnahmen),
- Bestätigung der Durchführung, des Ergebnisses und der Bewertung durch die Zuständigen.

6 Betrieb, Wartung und Instandsetzung

(1) Für Betrieb, Wartung (einschließlich Reinigung) und Instandsetzung müssen Vorschriften der Hersteller vorliegen.

(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.

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

Tabelle 5-1: Prüfkriterien der wiederkehrenden Kapazitätsprüfungen

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 5.6.2 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 5.6.2 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
ΔU_B	Spannungsfall auf der Verbindung zwischen Gleichrichtergerät und Batterie
ΔU_{max}	Größtmöglicher Spannungsfall zwischen Batterieklemmen und Verbraucher
ΔU_{min}	Kleinstmöglicher Spannungsfall zwischen Batterieklemmen und Verbraucher

Anhang B

Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

Atomgesetz	Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und dem Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 814) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565) zuletzt geändert durch Gesetz vom 6. April 1998 (BGBl. I S. 694)
------------	---

Stichwortverzeichnis

- Abschaltung des Gleichrichters** 4.4.5 (3) c)
Abschaltung von Verbrauchern 4.4.4 (1) Hinweis
Alleinbetrieb des Gleichrichtergerätes 4.4.5 (4)
Anschlußspannung Tabelle 4-1
Anschlußwechselspannung Tabelle 4-2
Anzahl der Batteriezellen 4.4.5(3)a), 4.6.2.1, 4.6.2.2 (2), 4.6.3.2 (1)
Ausfall der Eigenbedarfsversorgung 4.4.2 (1) a)
Ausgangsgleichspannung 4.4.5 (3) d), 4.6.3.2, Tabelle 4-2
Auslegung der Batterie 4.6.2
Auslegung des Gleichrichtergerätes 4.6.3
Austausch der Batterie Tabelle 5-1
- Basismessung bei der Inbetriebsetzung** 5.5.1 (1) d), 5.6.2 (5)
Batterieanlage, Grenzen der Bild 1-1
Batteriegefäß, Schäden 5.6.2 (1) a) Hinweis
Batteriekreisüberwachung 5.5.1 (1) g), 5.6.3
Batterieraum .9
Batteriesicherung 4.6.5, 5.6.2 (6)
Batteriespannung bei Erhaltungsladebetrieb 5.5.1 (1) b)
Bauform, gasdichte von Batterien 4.9 (2) a)
Baureihe von Gleichrichtergeräten 4.5.3 (2)
Belastung 4.6.3.2 (2)
 -, statische oder dynamische 4.6.2.2 (2)
 -, störfallbedingte 4.4.5 (1)
Belastungsfall 4.4.2 (1), 4.6.1 (2)
Belastungsstrom, höchster der Verbraucher 4.6.2.2 (2) b)
Bereitschaftsparallelbetrieb 2 (1), 4.1
Bestimmung der Kapazität 4.6.2.2
Betriebsartenumschaltungen 5.5.2 (1) b)
Betriebsbewährung 4.5.1 (2), 4.5.2 (1) b), 4.5.3 (1) b)
Bilanz der Verbraucherströme 4.4.2 (1), 4.4.2 (3)
Bleibatterie 1
Blitzschutz 4.3 (1) f)
- Doppeleinspeisung** 4.2 (4), 4.4.2 (1) a), 4.6.3.1 (1), Bild 4-1
Doppelerdschluß 4.3 (3) b)
- Eignung der Batterie** 4.5.2
Eignung des Gleichrichtergerätes 4.5.3
Eignung geänderter Teile 5.7 (2)
Einwirkung, äußere 4.9 (1)
Einzelfehler im Bereich des Überspannungsschutzes des Gleichrichtergerätes 4.7.3 (5)
Elektrolytdichte 5.5.1 (1) e), 5.6.2 (1) d), 5.6.2 (2),
Elektrolytstand 5.5.1 (1) a), 5.6.2 (1) a)
Elektrolyttemperatur 4.6.2.2 (3)
Entladeeinrichtung 4.8 (2), 5.5.1 (1) d)
Entladeschlußspannung 5.5.1 (1) d)
Entladestrom bei der WKP 5.5.1 (1) d), 5.6.2 (4)
Entladezeit 2 (2), 4.4.2 (1), 4.4.4, 4.6.2.2 (3)
Erdschlußstelle 4.3 (3) a)
Erhaltungsladebetrieb 5.6.2 (2), 5.6.2 (3)
Erhaltungsladespannung Tabelle 4-1, 4.6.2.1, 4.6.3.2 (1), 5.6.2 (1) b)
Erschütterung 5.2.1 (2)
- Fehler, systematischer** .5.2 (2), 4.5.3 (2)
Fehlerabschaltung 4.3 (1) b)
Fehlererkennung 4.3 (1) b)
Fehlerursache, Nachweis der Behebung 4.5.2 (2), 4.5.3 (2)
Frequenzabweichung Tabelle 4-1
Funktionsfähigkeit der Batterieanlagen 5.6.1
- Gefahrenmeldungen** 4.7.2 (5)
Gleichrichtergeräte, parallelbetriebene 4.6.3.1 (3)
Gleichrichtergerät, zweites vom benachbarten Strang Bild 4-2
 -, Wiederzuschaltung 4.4.2 (1) a)
Gleichstromnetz geerdet 4.3 (2)
Gleichstromnetz ungeerdet 4.3 (3)
Gleichstromschaltanlage 4.2 (5), 4.7.2 (2) b), Tabelle 4-2
Gleichzeitigkeitsfaktor 4.4.2 (4)
Grenzwert der Kapazität 4.6.2.2 (4), 5.6.2 (4), Tabelle 5-1
Grenzwert 4.4, 4.4.5, Tabelle 4-1
 -, Überschreitung 4.7.2 (1)
- Handmaßnahmen** 4.4.4 (1) Hinweis
Hochlaufzeit der Dieselaggregate 4.4.2 (1) a)
- Inbetriebnahme, Reserven bei** 4.4.3
Inbetriebsetzungsprüfung der Batterie 5.5.1
Inbetriebsetzungsprüfung der Gleichrichtergeräte 5.5.2
Instandsetzung 6
- Kabelnetz** 4.4.5 (1)
Kapazität, alterungsbedingter Rückgang 4.6.2.2 (4)
 -, bei einer wiederkehrenden Prüfung ermittelte 5.6.2 (5)
 -, die für den Entladestrom zugeordnete 5.5.1 (1) d)
Kapazitätsprüfung, wiederkehrende 4.8 (2), 5.5.1 (1) d), 5.6.1, 5.6.2, Tabelle 5-1
 -, Beurteilung der 5.6.2 (4), 5.6.2 (5)
Kurzschlußfestigkeit 4.6.1 (2), 4.6.5
Kurzschlußschutz Tabelle 4-2
Kurzschlußstrom 4.7.3(1)
- Ladung der Batterie** 4.6.3.2 (3), 6 (2)
Leittechnische Einrichtung 4.7
Lüftungsanlage 5.6.2 (1) c)
- Meldung** 4.7.2 (2), Tabelle 4-2, 4.7.2 (5)
- Nachbarstrang** 4.4.2 (1) a), 4.6.3.1 (1)
Nennkapazität 4.6.2.2 (3), 4.6.2.2 (3) Hinweis
Netzform der Batterieanlagen 4.3
- Parallelbetrieb** 2 (3), 4.4.5 (3)
Polkorrosion 5.6.2 (1) a) Hinweis
Prüfabstand 5.6.3
Prüfanschluß 4.8 (2)
Prüfanweisung 5.1 (2), 5.9e)
Prüfbarkeit 4.8
Prüfkriterium Tabelle 5-1

Prüfnachweise 5.9
 Prüfung, monatliche 5.6.2 (1)
 - am Gleichrichtergerät 5.6.3
 - nach Wartung oder Instandsetzung 5.7
 Prüfungen, nach fünf Jahren 5.6.2 (3)
 Prüfzeitraum Tabelle 5-1

Qualitätssicherung 4.5.2 (3)

Räumliche Trennung von Strängen 4.2 (2)
Revision einer Batterie 4.4.5 (4)

Schaltungskonzept 4.2
Schnellladung 5.5.1 (1) d)
Schutz- und Überwachungseinrichtung 4.4.5 (1), 4.4.5 (3) c),
 4.7.1, 4.7.3, Tabelle 4-2
Schwingungsbreite Tabelle 4-1, Tabelle 4-2
Selektivität 4.7.3
Sicherheitszuschlag auf den Strombedarf 4.4.3, 4.4.4 (2),
 4.6.2.2 (1), 4.6.3.1 (1)
Sicherungen, parallele 4.7.3 (4)
Sichtprüfung 5.5.1 (1) a), 5.6.2 (1) a)
Spannungsfall 4.6.3.2 (1)
 - zwischen Batterieklemmen und Verbraucher 4.6.2.1,
 4.6.2.2 (2)
 -, maximaler 4.6.2.2 (2) a)
spannungslose Pause bei Dieselstart 4.4.2 (1) a)
Spannungssack 4.6.2.2 (2) c)
Spannungsverdopplung 4.3 (3) b)
Starkladung 4.6.3.2 (3), 5.5.1 (1) d), 5.5.2 (1) b)
Störfall 4.4.1, 4.9 (1)
Strang, benachbarter 4.2 (3), Bild 4-1, Bild 4-2
Strangaufbau der leitetechnischen Einrichtungen 4.7.1
strangzugehörige Verbraucher 4.4.2 (1) a)
Strangzuordnung, redundante 4.9 (1)
Strom-Zeit-Diagramm 4.4.2 (1), 4.4.4 (2), 4.6.2.2 (1),
 4.6.2.2 (3)
Strombedarf der Verbraucher 4.4.2 (3) a), 4.4.3, 4.6.2.2 (1),
 4.6.3.1 (1)
Strombilanz 4.4, 4.6.1 (1)
Stromspitze 4.6.3.1 (1)
Systemart 4.1

Temperatur des Batterieraumes 4.9 (2) b)
Transiente, betriebliche 4.4.5 (3) c)
Transportmöglichkeit 4.9 (3)

Typprüfung 4.5.1 (2), 4.5.2(1)a), 4.5.3(1)a), 5.2

Überbeanspruchung von Bauteilen 4.5.2 (2), 4.5.3 (2)
Übergangswiderstand 5.6.2 (7)
Überspannung, kurzzeitig zulässige 4.4.5 (3) b)
 -, unzulässige 4.4.5 (3) c)
Überspannungsschutz 4.3 (1) g)
Übertragungsverlust, elektrische 4.4.2 (3) c)
Überwachung, Isolationswiderstand 4.3 (3) a)
Umgebungsbedingung 4.4.5 (1)
Unterlagen 5.1
Unterspannung 4.7.3 (2) Hinweis

Verbindung Batterie-Gleichrichtergerät- Schaltanlage
 4.3 (2) a), 4.6.4

Verbindung Batterieklemmen, Sicherungen 4.6.4 d)

Verbindung zum benachbarten Strang 4.2 (4)

Verbraucher, Anforderungen der 4.3 (1) c), 4.6.2.2(2)

 -, diodentkoppelt eingespeister 4.3 (3) b), 4.7.3 (6)

 -, intermittierend betriebene 4.4.2 (4)

 -, Versorgung der 4.2

Verbraucherspannung, zulässige höchste 4.4.5 (3) a),
 4.6.2.1

Verriegelungen am Gleichrichtergerät 5.5.2 (1) b)

Versagensauslösendes Ereignis 3 (2)

Warte 4.7.2 (2) c)

Werkstoffwahl, falsche 4.5.2 (2), 4.5.3 (2)

Wiederaufladestrom 4.6.3.1 (2)

wiederkehrende Prüfung 4.8 (1), 5.6

Zeitverzögerungen der Schutz- und Überwachungseinrichtungen
 4.4.5 (3) c)

**Zeitverzögerungen der Schutzabschaltung bei Überspannung
 auf der Gleichstromseite** 4.7.3 (4)

Zellenbauart, Typprüfung der 4.5.2 (1) a)

Zellenspannung 2 (2), 4.6.2.2 (2), 5.5.1 (1) c), 5.5.1 (1) e),
 5.6.2 (2)

Zellentyp, gewählter 4.6.2.2 (3)

Zellenverbinder 5.6.2 (7)

Zugänglichkeit für Wartung und Instandsetzung 4.9 (3)

Zusatzzellen 4.1, 4.4.2 (1), 4.6.2.2 (5) Hinweis

Zuverlässigkeit 4.2 (1)

Zwischenkreis-Gleichstromumrichter 4.2 (5)