

KTA 3704
Notstromanlagen mit Gleichstrom-Wechselstrom-
Umformern in Kernkraftwerken

Fassung 6/99

Frühere Fassung der Regel: 6/84 (BAnz. Nr. 191a vom 9. Oktober 1984, Beilage 51/84)

Inhalt

	Seite
Grundlagen	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	2
3 Übergeordnete Anforderungen	2
4 Auslegung	2
4.1 Wahl der Systemart	2
4.2 Schaltungskonzept	2
4.3 Leistungsbilanz und Grenzwerte	3
4.4 Eignung der Umformanlage	4
4.5 Auslegung der Umformanlage	4
4.6 Leittechnische Einrichtungen	4
4.7 Anordnung und Aufstellung	5
5 Prüfungen	5
5.1 Einzulegende Unterlagen	5
5.2 Typprüfungen	5
5.3 Stückprüfungen	6
5.4 Prüfungen während der Montage auf der Baustelle	6
5.5 Abnahme- und Funktionsprüfungen auf der Baustelle	6
5.6 Wiederkehrende Prüfungen	6
5.7 Prüfungen nach Wartung oder Instandsetzung	6
5.8 Prüfer	6
5.9 Prüfnachweise	6
6 Betrieb, Wartung und Instandsetzung	6
Anhang : Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird	10
Stichwortverzeichnis	11

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 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) Übergeordnete Anforderungen an die elektrische Energieversorgung in Kernkraftwerken sind in der Regel KTA 3701 enthalten.

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

(6) Anforderungen an Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken sind in der Regel KTA 3703 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 die Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen sind in der Regel KTA 2201.4 enthalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Regel ist auf Notstromanlagen mit rotierenden Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern, Kompaktumformern oder Wechselrichtern zur unterbrechungslosen Notstromversorgung (im Regeltext Umformeranlagen genannt) in ortsfesten Kernkraftwerken anzuwenden.

Hinweise:

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

Im Regeltext wird der Begriff "Umformer" als übergeordneter Begriff für die Systemarten "rotierender Umformer" und "Wechselrichter" verwendet. Soweit Anforderungen nur für eine dieser Systemarten gelten, wird der jeweils zutreffende Begriff "rotierender Umformer" oder "Wechselrichter" verwendet.

2 Begriffe

Hinweis:

In dieser Regel werden die Begriffe so verwendet, wie sie in der Regel KTA 3701 definiert sind.

3 Übergeordnete Anforderungen

(1) Die Auslegung der Umformeranlagen, der Schaltanlagen, der Verteilungsanlagen und der Verbraucher 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 Umformeranlagen auf die Kernkraftwerksanlage sind zu untersuchen.

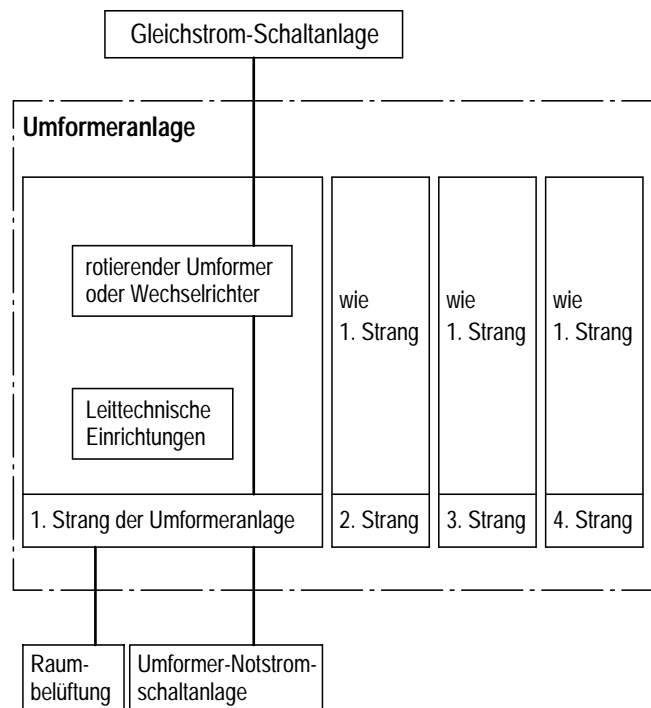


Bild 1-1: Grenzen der Umformeranlage am Beispiel einer viersträngigen Umformeranlage

4 Auslegung

4.1 Wahl der Systemart

In Abhängigkeit von den Forderungen der Verbraucher hinsichtlich zulässiger Grenzwerte für Spannung und Frequenz nach Abschnitt 4.3.4 ist eine der folgenden Systemarten von Umformern zu wählen:

- rotierender Umformer,
- Wechselrichter.

4.2 Schaltungskonzept

(1) Bei der Festlegung der Schaltung müssen insbesondere die Redundanz der versorgten Systeme und die Auswirkungen des Ausfalls von Komponenten der Umformeranlagen auf die Zuverlässigkeit der versorgten Systeme berücksichtigt werden.

(2) Umformeranlagen, die strangzugehörige Verbraucher versorgen, sind einschließlich ihrer Hilfseinrichtungen in funktionell und räumlich getrennten Strängen aufzubauen.

(3) Für einen strangunabhängigen Reserveumformer gilt hinsichtlich der räumlichen Trennung Abschnitt 4.7 Absatz 2.

(4) Jeder Umformer muß innerhalb eines Stranges aus der zum gleichen Strang gehörenden Gleichstrom-Schaltanlage versorgt werden (Bild 1-1).

(5) Jeder Umformer muß in die zum gleichen Strang gehörende Umformer-Notstromschaltanlage einspeisen (Bild 1-1).

(6) Je Strang soll eine Verbindung vorgesehen werden zwischen der Umformer-Notstromschaltanlage und der Diesel-Notstromschaltanlage entweder des eigenen Stranges oder eines Nachbarstranges (**Bild 4-1** und **Bild 4-2**). Diese Verbindung soll nach Ausfall der Versorgung aus dem Umformer unter Einhaltung der Bedingungen nach Abschnitt 4.6.4 zugeschaltet werden. Verbindungen zu Nachbarsträngen sind so auszuführen, daß keine zu unterstellende Versagensmöglichkeit mehr als einen Strang ausfallen lassen kann. Falls für Verbraucher die Frequenzabweichungen der Diesel-Notstromschaltanlage nicht zulässig sind (z. B. für die Versorgung von Prozeßrechenanlagen), darf eine Verbindung zur Eigenbedarfsanlage vorgesehen werden.

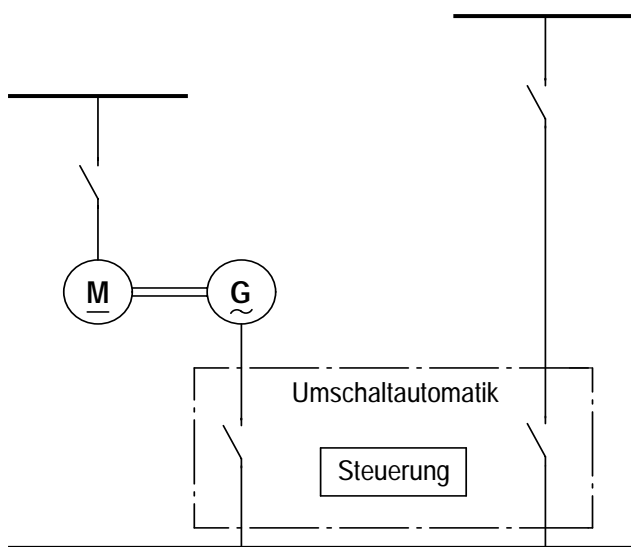


Bild 4-1: Beispiel des Schaltungskonzeptes für einen Strang der Umformeranlage mit rotierenden Umformern

(7) Zur Erhaltung der Verfügbarkeit der Umformeranlage bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten darf ein strangunabhängiger Reserveumformer installiert werden. Dieser Reserveumformer soll im Bedarfsfall zur Ablösung eines strangweisen Umformers so eingeschaltet werden, daß er sowohl auf der Eingangsseite als auch auf der Abgangsseite dem Strang des abzulösenden Umformers zugeordnet ist. Alle dazu erforderlichen Schalthandlungen sind von Hand auszuführen und so zu verriegeln, daß auf beiden Seiten nur derselbe Strang zugeschaltet werden kann. Andere Schaltungskonzepte sind mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) abzustimmen.

4.3 Leistungsbilanz und Grenzwerte

4.3.1 Allgemeines

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

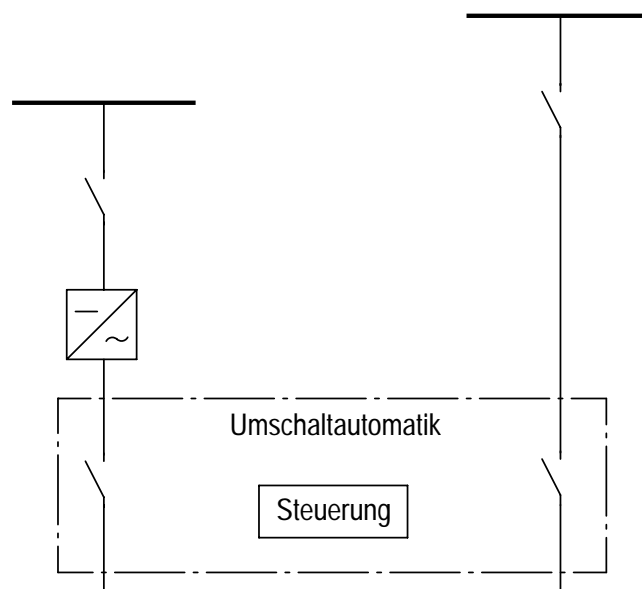


Bild 4-2: Beispiel des Schaltungskonzeptes für einen Strang der Umformeranlage mit Wechselrichtern

4.3.2 Ermittlung der Leistungen

(1) Zur Bestimmung der Wirkleistung eines Wechselrichters oder des Antriebsmotors eines rotierenden Umformers ist die Bilanz der Wirkleistungen für jeden Strang einer Umformeranlage für jeden in Betracht zu ziehenden Belastungsfall zu erstellen. Hierbei sind zu erfassen:

- alle Verbraucher eines Stranges, die aus dem Umformer dieses Stranges versorgt werden können,
- elektrische Übertragungsverluste,
- Generatorverluste.

(2) 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.

(3) Zur Bestimmung der Scheinleistung eines Wechselrichters oder des Generators eines rotierenden Umformers ist die Bilanz der Scheinleistungen für jeden Strang einer Umformeranlage für jeden in Betracht zu ziehenden Belastungsfall zu erstellen.

(4) Dynamische Laständerungen sind bei der Auslegung des Umformers so einzubeziehen, daß die dynamischen Grenzwerte nach Abschnitt 4.3.4 Absatz 2 eingehalten werden.

(5) Beim Einsatz von dreiphasigen Umformern sind die Leistungen einphasiger Verbraucher möglichst gleichmäßig auf die drei Phasen zu verteilen.

4.3.3 Sicherheitszuschlag auf die Leistungsbilanz

Auf den ermittelten Leistungsbedarf muß ein Sicherheitszuschlag aufgeschlagen werden. Der Sicherheitszuschlag muß zum Zeitpunkt der Festlegung der Wirkleistung des Umformers mindestens 10 % betragen.

4.3.4 Grenzwerte

(1) Die Auslegung der Umformeranlagen, 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.

(2) Für das Spannungs- und Frequenzverhalten des Umformers sind die Grenzwerte nach **Tabelle 4-1** einzuhalten.

(3) Für Verbraucher, wie z. B. Rechneranlagen, die engere Toleranzen als nach Tabelle 4-1 erfordern, sind eigene Umformeranlagen vorzusehen.

4.4 Eignung der Umformeranlage

(1) Die Eignung der Umformeranlage für den Einsatz in Kernkraftwerken ist durch Typprüfung und Betriebsbewährung nachzuweisen.

(2) Die Eignung eines Umformers darf angenommen werden, wenn

a) eine Typprüfung an diesem Typ des Umformers nach Abschnitt 5.2 erfolgreich durchgeführt worden ist

und

b) die Betriebsbewährung durch 10 Umformer dieser Baureihe mit jeweils mindestens 3 Betriebsjahren nachgewiesen wird.

Hinweis:

Umformer gehören zu einer Baureihe, wenn sie bei abgestufter Nennleistung nach dem gleichen Konstruktionsprinzip aufgebaut sind und hinsichtlich Schaltung, Regelung und Überwachung übereinstimmen.

(3) Bei Hinweis auf Überbeanspruchung von Bauteilen, falsche Werkstoffwahl oder systematische Fehler muß der Nachweis der Behebung der Fehlerursache erbracht werden.

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

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

(6) Art und Umfang der Eignungsnachweise nach den Absätzen 4 und 5 sind mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) zu vereinbaren. Hierbei dürfen Betriebszeiten der Umformeranlage vor der ersten Kritikalität des Kernkraftwerkes berücksichtigt werden.

4.5 Auslegung der Umformeranlage

4.5.1 Belastung des Umformers

Aufgrund der nach Abschnitt 4.3.2 für jeden Strang ermittelten Leistungsbilanzen zuzüglich des Sicherheitszuschlags nach Abschnitt 4.3.3 ist die Belastung des Umformers zu spezifizieren und der Auslegung zugrunde zu legen.

4.5.2 Auslegung des rotierenden Umformers

(1) Der Antriebsmotor des rotierenden Umformers ist wie folgt auszulegen:

a) Bei der Festlegung der Nennleistung des Antriebsmotors ist die geforderte maximale Wirkleistung nach den Abschnitten 4.3.2 und 4.3.3 zugrunde zu legen. Die erforderliche Motorleistung muß auch bei dem unteren statischen Grenzwert der Eingangsgleichspannung erbracht werden können.

b) Der Antriebsmotor und seine Drehzahlregelung müssen so ausgelegt werden, daß die Stoßbelastung beim Zuschalten der größten Verbrauchergruppe bezüglich Größe und Dauer innerhalb der zulässigen Überlastbarkeit des Antriebsmotors liegt und die zulässigen Grenzwerte der Frequenz nach Tabelle 4-1 Nr. 2.2.2 nicht überschritten werden. Hierbei ist der Einfluß des Massenträgheitsmomentes des Gesamtaggregate zu berücksichtigen.

(2) Der Generator des rotierenden Umformers ist wie folgt auszulegen:

a) Die Nennscheinleistung des Generators, seine Reaktanz und seine Spannungsregelung sind so festzulegen, daß auch bei dynamischen Laständerungen die Ausgangsspannung innerhalb der zulässigen dynamischen Grenzwerte nach Tabelle 4-1 Nr. 2.1 bleibt.

b) Größe und Dauer des Kurzschlußstromes sind in Abstimmung mit den Schutzeinrichtungen der Verbraucher so festzulegen, daß eine selektive Auslösung dieser Schutzeinrichtungen ermöglicht wird.

c) Dreiphasen-Wechselstromgeneratoren sollen thermisch für folgende ungleichmäßige Belastungen der Phasen ausgelegt werden:

ca) Eine Phase unbelastet und zwei Phasen 100 % Nennstrom,

cb) Zwei Phasen unbelastet und eine Phase 100 % Nennstrom.

4.5.3 Auslegung des Wechselrichters

(1) Die Nennleistung des Wechselrichters und seine Regelungseinrichtung sind so auszulegen, daß die Grenzwerte nach **Tabelle 4-1** eingehalten werden.

(2) Größe und Dauer des Kurzschlußstroms sind in Abstimmung mit den Schutzeinrichtungen der Verbraucher so festzulegen, daß eine selektive Auslösung dieser Schutzeinrichtungen ermöglicht wird.

(3) Dreiphasen-Wechselrichter sollen thermisch für folgende ungleichmäßige Belastungen der Phasen ausgelegt werden:

a) Eine Phase unbelastet und zwei Phasen 100 % Nennstrom,

b) Zwei Phasen unbelastet und eine Phase 100 % Nennstrom.

4.6 Leittechnische Einrichtungen

4.6.1 Allgemeines

Die leittechnischen Einrichtungen für Betrieb, Überwachung und Schutz der Umformeranlagen müssen dem Strangaufbau und der Stranguordnung der Umformeranlagen entsprechen.

4.6.2 Überwachung

(1) Es sind Überwachungseinrichtungen vorzusehen, um durch Anzeigen und Gefahrenmeldungen 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 vor Ort, z. B. am Umformer oder Umformer-Leitstand,

b) Anzeigen und Sammelmeldungen in der Warte.

(3) Die Anordnung der Anzeigen und Gefahrenmeldungen muß eine Feststellung des Betriebszustandes der Umformer-

anlage ermöglichen. Hierbei ist es zulässig, die Einzelmeldungen an den internen Baugruppen und die Sammelmeldung am Umformerleitstand vorzusehen. Zur Warte sollen strangweise Sammelmeldungen gegeben werden.

(4) Die Sammelmeldungen in der Warte sind als Gefahrenmeldungen der Klasse I, die Einzelmeldungen unter der Voraussetzung der lokalisierbaren Herkunft der Klasse II zuzuordnen. **Tabelle 4-2** zeigt in den Spalten 3 und 4 die erforderlichen Überwachungen für einen Strang einer Umformeranlage.

4.6.3 Schutz

(1) Es sind Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Fehler im Bereich der Umformeranlage erfassen und die erforderlichen Abschaltungen bewirken.

(2) Die Überstromschutzeinrichtungen sind so auszulegen, daß die Selektivität innerhalb eines Stranges sichergestellt wird (siehe hierzu Abschnitt 4.5.2 Absatz 2 Aufzählung b und Abschnitt 4.5.3 Absatz 2).

(3) Bei Kurzschlüssen im Bereich des Wechselrichters bis einschließlich Sammelschiene der Umformer-Notstromschaltanlage muß der Wechselrichter durch Schutzeinrichtungen abgeschaltet werden, falls die Strombegrenzung des Wechselrichters das Ansprechen der Wechselrichtersicherungen verhindern kann.

Hinweis:

Eine solche Schutzeinrichtung erfaßt z. B. Unterspannung am Wechselrichterausgang.

Tabelle 4-2 zeigt in Spalte 5 die erforderlichen Schutzeinrichtungen für einen Strang einer Umformeranlage.

4.6.4 Umschalteneinrichtungen

(1) Zur Umschaltung der Verbindungen nach Abschnitt 4.2 Absatz 5 sind unter Berücksichtigung der Anforderungen der Verbraucher automatische Schnellumschalteneinrichtungen oder automatische Umschalteneinrichtungen mit spannungsloser Pause oder Handumschalteneinrichtungen vorzusehen.

(2) Für eine automatische Schnellumschalteneinrichtung ist eine Führung der Ausgangsspannung des Umformers in Frequenz und Phase durch die Spannung derjenigen Schaltanlage erforderlich, auf die umgeschaltet werden soll. Falls für Verbraucher die Frequenzabweichungen der Diesel-Notstromschaltanlage nicht zulässig sind (z. B. für die Versorgung von Prozeßrechenanlagen), soll die Netzfürung der Umformerregelung während des Dieselbetriebs abgeschaltet sein.

(3) Zusätzlich zu den automatischen Umschaltungen ist je eine Rückschaltmöglichkeit auf den Umformer vorzusehen.

(4) Bei Schaltungskonzepten mit Reserveumformer sollen die Umschaltmöglichkeiten nach den Absätzen 1 bis 3 auch dann bestehen, wenn anstelle eines strangweisen Umformers der Reserveumformer betrieben wird. Zusätzlich sollen folgende Umschaltmöglichkeiten der Versorgung der Umformer-Notstromschaltanlage vorgesehen werden:

- a) vom Umformer jedes Stranges auf den Reserveumformer,
- b) vom Reserveumformer auf den Umformer jedes Stranges.

(5) Die Umschaltungen nach den Absätzen 3 und 4 sollen von Hand eingeleitet und mit einem Parallelschaltgerät vollzogen werden. Ein Synchronisiersatz zur Parallelschaltung von Hand soll vorgesehen werden.

4.6.5 Prüfbarkeit

Die leittechnischen Einrichtungen der Umformeranlage sollen so ausgeführt werden, daß die wiederkehrenden Prüfungen nach Abschnitt 5.6 durchführbar sind und dabei kein Eingriff in die Verdrahtung erforderlich ist.

4.7 Anordnung und Aufstellung

(1) Die Anordnung der Umformerräume und die Aufstellung der Umformer müssen der redundanten Strangzuordnung der Umformeranlagen entsprechen und die für die jeweilige Umformeranlage 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) Falls ein Reserveumformer nach Abschnitt 4.2 Absatz 7 vorgesehen wird, darf dieser räumlich einem Strang der Umformeranlage zugeordnet werden.

(3) Am Umformer-Leitstand soll der Schallpegel von 80 dB (A) nicht überschritten werden.

(4) Auf gute Zugänglichkeit für Wartung, Sichtprüfung und Instandsetzung sowie auf gute Transportmöglichkeit der Umformer ist zu achten.

5 Prüfungen

5.1 Einzureichende Unterlagen

(1) Zur Prüfung durch Sachverständige (nach § 20 Atomgesetz) ist durch Unterlagen nachzuweisen, daß die Umformeranlagen 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 Typprüfungen

5.2.1 Rotierender Umformer

(1) Die in Tabelle 5-1 Spalte 3 angegebenen Prüfungen sind zum Nachweis der errechneten Kenngrößen durchzuführen. Sie sind an einer Ausfertigung des jeweiligen Komponententyps durchzuführen.

(2) Bei Einsatz von Stromrichtermotoren sind für jeden eingesetzten Stromrichtertyp zusätzlich Typprüfungen zum Nachweis der Funktionsfähigkeit durchzuführen.

(3) Sofern es der Einsatzfall erfordert, ist nachzuweisen, daß die Umformer den zu erwartenden induzierten Erschütterungen im Rahmen der spezifizierten Anforderungen widerstehen. Schwingungsprüfungen an hinsichtlich ihrem Schwingungsverhalten vergleichbaren Umformern und Umformer-Steuerschranken dürfen für den Nachweis herangezogen werden.

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

5.2.2 Wechselrichter

(1) Die in Tabelle 5-2 Spalte 3 angegebenen Prüfungen sind zum Nachweis der errechneten Kenngrößen durchzuführen. Sie sind an einer Ausfertigung des jeweiligen Komponententyps durchzuführen.

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

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

5.3 Stückprüfungen

5.3.1 Rotierender Umformer

(1) Es ist nachzuweisen, daß für jeden eingesetzten Umformer die Stückprüfungen nach Tabelle 5-1 Spalte 4 durchgeführt wurden.

(2) Bei Einsatz von Stromrichtermotoren sind zusätzliche Stückprüfungen zum Nachweis der Funktionsfähigkeit durchzuführen.

(3) Die Stückprüfungen am Gesamtaggregate nach Tabelle 5-1 Nr. 4.1 bis Nr. 4.6 dürfen durch gleichwertige Prüfungen auf der Baustelle nach Abschnitt 5.5.1 Aufzählung f ersetzt werden.

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

5.3.2 Wechselrichter

(1) Es ist nachzuweisen, daß für jeden eingesetzten Wechselrichter die Stückprüfungen nach **Tabelle 5-2** Spalte 4 durchgeführt wurden.

(2) Die Stückprüfungen am Wechselrichter nach **Tabelle 5-2** Nr. 10 bis Nr. 14 sowie Nr. 16 und Nr. 17 dürfen durch gleichwertige Prüfungen auf der Baustelle nach Abschnitt 5.5.2 Aufzählung d ersetzt werden.

(3) 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 Umformeranlage von Bedeutung sind, eingehalten werden.

Hierzu gehören 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.

5.5 Abnahme- und Funktionsprüfungen auf der Baustelle

5.5.1 Rotierender Umformer

An jedem rotierenden Umformer sind folgende Prüfungen durchzuführen:

- a) Überprüfung der Ausrichtung und Befestigung des Umformers,
- b) Prüfung des Isolationswiderstands,
- c) Prüfung der Laufruhe,
- d) Funktionsprüfung der Überwachungs- und Schutzeinrichtungen,
- e) Funktionsprüfung der Umschalteinrichtungen und Verriegelungen,
- f) Funktionsprüfung bei den spezifizierten statischen und dynamischen Belastungen und Laständerungen,
- g) Prüfung des Schallpegels am Umformerleitstand nach Abschnitt 4.7 Absatz 3.

5.5.2 Wechselrichter

An jedem Wechselrichter sind folgende Prüfungen durchzuführen:

- a) Isolationsprüfung,

- b) Funktionsprüfung der Überwachungs- und Schutzeinrichtungen,
- c) Funktionsprüfung der Umschalteinrichtungen und Verriegelungen,
- d) Funktionsprüfung bei den spezifizierten statischen und dynamischen Belastungen und Laständerungen.

5.6 Wiederkehrende Prüfungen

(1) Wiederkehrende Prüfungen sind durchzuführen, um die Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Umformeranlagen zu überprüfen. Diese Prüfungen sollen nicht gleichzeitig in mehreren Strängen durchgeführt werden.

(2) Leittechnische Einrichtungen, deren Funktion im Betrieb nicht ständig überwacht wird, sind wiederkehrend zu prüfen. Die Prüfabstände sind mit denen der übrigen leittechnischen Einrichtungen des Notstromsystems abzustimmen.

(3) Ein Prüfabstand von vier Jahren (z. B. jedes Jahr ein Strang bei einer viersträngigen Umformeranlage) 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 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

Als Nachweis für durchgeführte Prüfungen sind Prüfprotokolle zu erstellen, die alle im Zusammenhang mit der Prüfung wichtigen Angaben enthalten sollen. Hierzu gehören im wesentlichen

- a) Angabe der Prüfspezifikation und Prüfvorschrift,
- b) Angabe des Prüfobjektes und des Prüfortes,
- c) Angabe der verwendeten Prüfeinrichtungen,
- d) Angabe der Prüfbedingungen,
- e) Angabe der Sollwerte mit zulässigen Abweichungen,
- f) Angabe der Prüfergebnisse,
- g) Bewertung der Prüfergebnisse,
- h) Unterschrift des Prüfenden mit Prüfdatum.

6 Betrieb, Wartung und Instandsetzung

Für Betrieb, Wartung und Instandsetzung sind die Vorschriften der Hersteller zu beachten.

Nr.	Kenngröße	Grenzwert		siehe Buchstabe
		unterer	oberer	
1	Eingangsseite			a
1.1	Eingangsgleichspannung, bezogen auf den Nennwert U_{dN}	$0,85 U_{dN}$	$1,15 U_{dN}$	
1.2	Überlagerter Wechselstrom $I_{\tilde{U}}$ (eff.) bezogen auf den Eingangsstrom I_E bei Belastung, Nenn-Ausgangsspannung U_{AN} und Leistungsfaktor $\cos \alpha = 0,8$	–	$0,10 I_E$	b, e, d
2	Ausgangsseite			c
2.1	Ausgangsspannung bezogen auf den Nennwert U_{AN}			
2.1.1	Spannungseinstellbereich	$0,95 U_{AN}$	$1,05 U_{AN}$	h, g
2.1.2	Statische Spannungsabweichung innerhalb des Spannungseinstellbereichs	$0,98 U_{AN}$	$1,02 U_{AN}$	e, h, g
2.1.3	Dynamische Spannungsänderung			f
	a) beim Zuschalten der größten Verbrauchergruppe	$0,85 U_{AN}$	–	
	b) beim Abwurf der Belastung	–	$1,2 U_{AN}$	d
2.1.4	Gesamtausregelzeit der Spannung	–	500 ms	
2.1.5	Oberschwingungsgehalt der verketteten Spannung und der Phasenspannung	–	$0,05 U_{AN}$	b, e, g, h, i
2.1.6	Maximaler Effektivwert der Spannung einzelner Oberschwingungen		$0,03 U_{AN}$	b, e, g, h, i
2.2	Ausgangsfrequenz bezogen auf die Nennfrequenz f_N			
2.2.1	Statische Frequenzabweichung	$0,99 f_N$	$1,01 f_N$	h, g
2.2.2	Dynamische Frequenzänderung			
	a) beim Zuschalten der größten Verbrauchergruppe	$0,95 f_N$	–	
	b) beim Abwurf der Belastung	–	$1,05 f_N$	d
<p>a Grenzwert bezogen auf die Anschlußklemmen am Antriebsmotor eines rotierenden Umformers oder an der Eingangsseite eines Wechselrichters</p> <p>b nur für Wechselrichter</p> <p>c Grenzwerte bezogen auf die Anschlußklemmen am Generator eines rotierenden Umformers oder an der Ausgangsseite eines Wechselrichters</p> <p>d Belastung des Umformers nach Abschnitt 4.5.1</p> <p>e Die Grenzwerte gelten bei Dreiphasen-Wechselstrom bis zu einer ungleichmäßigen Belastung von 100 % Strom in zwei Phasen und 80 % Strom in einer Phase, bezogen auf die Belastung des Umformers nach Abschnitt 4.5.1.</p> <p>f Die dynamischen Spannungsänderungen sind unter Einbeziehung der statischen Grenzwerte der Ausgangsspannung Nr. 2.1.2 zu betrachten.</p> <p>g Grenzwerte gültig innerhalb des Toleranzbandes der Eingangsgleichspannung Nr. 1.1</p> <p>h im statischen Betriebsbereich zwischen Leerlauf und Belastung des Umformers nach Abschnitt 4.5.1</p> <p>i unter der Voraussetzung linearer Belastung</p> <p>Hinweis: Nichtlineare Belastungen sind z. B. hochgesättigte Transformatoren und Gleichrichter mit Siebkondensatoren.</p>				

Tabelle 4-1: Grenzwerte für die Auslegung der Umformeranlage

1	2	3	4	5
Nr.	Meßgröße/Kriterium	Überwachung am Umformer- Leitstand oder Wechselrichter		Schutzabschaltung
1	Rotierender Umformer			
1.1	Spannung Gleichstromseite	A, <u>M</u>	SM 1	<u>S</u>
1.2	Strom Gleichstromseite	A		
1.3	Spannung Wechselstromseite	A, \bar{M} , <u>M</u>	SM 1	\bar{S}
1.4	Strom Wechselstromseite	A		
1.5	Überstromschutz Motor	M	SM 1	\bar{S}
1.6	Überstromschutz Generator	M	SM 1	\bar{S}
1.7	Drehzahl oder Frequenz	A, \bar{M} , <u>M</u>	SM 1	\bar{S} , <u>S</u>
1.8	Schalterstellung der bei Umschaltungen beteiligten Schaltgeräte	A	A	
1.9	Hilfsspannung Regelung	M	SM 1	
2	Wechselrichter			
2.1	Spannung Gleichstromseite	A, <u>M</u>	SM 2	<u>S</u>
2.2	Strom Gleichstromseite	A		
2.3	Spannung Wechselstromseite	A, \bar{M} , <u>M</u>	SM 2	\bar{S}
2.4	Strom Wechselstromseite	A		
2.5	Kurzschlußschutz (spannungsabhängig)	M	SM 2	S
2.6	Frequenz	A		
2.7	Schalterstellung der bei Umschaltungen beteiligten Schaltgeräte	A	A	
2.8	Hilfsspannung Regelung	M	SM 2	
A	Anzeige	\bar{M}	Meldung oberer Grenzwert	
M	Meldung	S	Schutzabschaltung	
SM 1	Sammelmeldung rotierender Umformer gestört	\bar{S}	Schutzabschaltung oberer Grenzwert	
SM 2	Sammelmeldung Wechselrichter gestört	<u>S</u>	Schutzabschaltung unterer Grenzwert	
<u>M</u>	Meldung unterer Grenzwert			

Tabelle 4-2: Anzeigen, Gefahrenmeldungen und Schutzabschaltungen für einen Strang einer Umformeranlage

1	2	3	4
Nr.	Art der Prüfung	Durchführung bei	
		Typprüfung	Stückprüfung
1	Antriebsmotor ¹⁾		
1.1	Schleuderprobe	X	X
1.2	Prüfung des thermischen Verhaltens	X	–
1.3	Messung der Verluste und des Wirkungsgrades	X	X
1.4	Wicklungsprüfung der Ständer- und Läuferwicklung	X	X
1.5	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	X	–
2	Generator ¹⁾		
2.1	Schleuderprobe	X	X
2.2	Prüfung des thermischen Verhaltens	X	–
2.3	Ermittlung der Kenngrößen mittels Leerlauf-, Dauerkurzschluß-, Gegenerregungs- und Stoßkurzschlußversuch	X	–
3	Schwungrad		
3.1	Schleuderprobe	X	X
4	Gesamtaggregat		
4.1	Spannungseinstellbereich ³⁾	X	X ²⁾
4.2	Statische Abweichung der Ausgangsspannung ³⁾	X	X ²⁾
4.3	Dynamische Änderung der Ausgangsspannung	–	X ²⁾
4.4	Gesamtausregelzeit der Ausgangsspannung	–	X ²⁾
4.5	Statische Frequenzabweichung ³⁾	X	X ²⁾
4.6	Dynamische Frequenzänderung	–	X ²⁾
¹⁾ Es ist zulässig, die Einzelprüfungen am Gesamtaggregat durchzuführen. ²⁾ Als Abnahmeprüfung an einem Stück von mehreren baugleichen rotierenden Umformern. Diese Prüfungen dürfen durch gleichwertige Prüfungen auf der Baustelle nach Abschnitt 5.5.1 Aufzählung f ersetzt werden. ³⁾ Prüfung bei 0,85-, 1,0- und 1,15-facher Eingangsgleichspannung			

Tabelle 5-1: Umfang der Typ- und Stückprüfungen am rotierenden Umformer nach den Abschnitten 5.2.1 und 5.3.1

1	2	3	4
Nr.	Art der Prüfung	Durchführung bei	
		Typprüfung	Stückprüfung
1	Isolationsprüfung	X	X
2	Funktionsprüfung	X	X
3	Prüfung der Hilfseinrichtungen	X	X
4	Erwärmungsprüfung	X	–
5	Ermittlung der Verluste	X	–
6	Stromaufteilung parallelgeschalteter Halbleiterbauelemente	X	–
7	Spannungsaufteilung reihengeschalteter Halbleiterbauelemente	X	X
8	Prüfung des Mindest-Lastintegrals bei der größten vorgesehenen Verbraucherabzweig-Sicherung	X	–
9	Elektromagnetische Verträglichkeit	X	–
10	Spannungseinstellbereich ²⁾	X	X ¹⁾
11	Statische Abweichung der Ausgangsspannung	X	X
12	Dynamische Änderung der Ausgangsspannung	–	X ¹⁾
13	Gesamtregelzeit der Ausgangsspannung	–	X ¹⁾
14	Oberschwingungsgehalt der Ausgangsspannung ²⁾	X	X ¹⁾
15	Harmonische Analyse der Ausgangsspannung ²⁾	X	–
16	Statische Frequenzabweichung ²⁾	X	X ¹⁾
17	Dynamische Frequenzänderung	–	X ¹⁾
18	Temperaturabhängigkeit der Ausgangsfrequenz ²⁾	X	–

¹⁾ Als Abnahmeprüfung an einem Stück von mehreren baugleichen Wechselrichtern. Diese Prüfungen dürfen durch gleichwertige Prüfungen auf der Baustelle nach Abschnitt 5.5.2 Aufzählung d ersetzt werden.

²⁾ Prüfungen bei 0,85-, 1,0- und 1,15-facher Eingangsgleichspannung

Tabelle 5-2: Umfang der Typ- und Stückprüfungen am Wechselrichter nach den Abschnitten 5.2.2 und 5.3.2

Anhang

Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

AtG

Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den 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

- Abnahme** 5.5
Anordnung 4.7
Antriebsmotor 4.5.2 (1)
Aufstellung 4.7
Ausgangsfrequenz Tabelle 4-1 Nr. 2.2
- Baureihe** 4.4 (4)
Belastung, Umformer 4.5.1
Betriebsbewährung 4.4 (2)b)
- Drehzahlregelung** 4.5.2 (1)b)
- Eignung**, 4.4
Eignungsnachweis 4.4 (6)
EMV Tab. 5-1 Nr. 1.5, Tab. 5-2 Nr. 9
Erdbeben 5.2.1 (3) Hinweis, 5.2.2 (2) Hinweis
- Frequenzverhalten** 4.3.4 (2)
Funktionsprüfung auf der Baustelle 5.5
- Gefahrenmeldung** 4.6.2(1), Tabelle 4-2
Generator, Auslegung 4.5.2 (2)
Gleichstrom-Schaltanlage 4.2 (4), Bild 1-1
Grenzwert 4.3, Tabelle 4-1, 4.3.4
- Instandsetzung** 5.7, 6
Isolationswiderstand 5.5.1b)
- Kurzschlußstrom, Generator** 4.5.2 (2) b)
Kompaktumformer 1
Kurzschlußstrom, Wechselrichter 4.5.3 (2)
- Laständerungen, dynamisch** 4.3.2 (4)
Laufruhe 5.5.1c)
Leistungsbilanz 4.3
Leitstand 4.6.2 (3), 4.7 (3)
Leittechnische Einrichtungen 4.6
- Notstromschaltanlage** 4.2(5), Bild 1-1
- Parallelschaltgerät** 4.6.4 (5)
Prozeßrechenanlage 4.2 (6), 4.3.4 (3), 4.6.4 (2)
Prüfanweisungen 5.1 (2)
Prüfbarkeit 4.6.5
- Prüfer** 5.8
Prüfnachweise 5.9
Prüfprotokolle 5.9
Prüfungen 5
Prüfungen nach Wartung oder Instandsetzung 5.7
Prüfungen während der Montage auf der Baustelle 5.4
- Redundanz** 4.2 (1), 4.7 (1)
Reserveumformer 4.2 (3), 4.2 (7), 4.6.4 (4), 4.7 (2)
rotierender Umformer 4.1, 4.5.2
- Sammelmeldung** 4.6.2(2)b), Tabelle 4-2
Schallpegel 4.7 (3), 5.5.1 g)
Schutz 4.6.3,
Schutzabschaltung Tabelle 4-2
Schutzeinrichtung 4.6.3(1)
 -, Verbraucher 4.5.2 (2) b), 4.5.3 (2)
Schwingungsprüfung 5.2.1 (3), 5.2.2 (2)
Selektivität 4.5.2 (2) b), 4.5.3 (2), 4.6.3 (2)
Sicherheitszuschlag 4.3.3, 4.5.1
Strangzuordnung 4.7 (1)
Strombegrenzung 4.2(2), 4.6.1, 4.6.3 (3)
Stromrichtermotor 4.5.2 (1) b) Hinweis
Stückprüfung 5.3
 -, rotierender Umformer 5.3.1, Tabelle 5-1
 -, Wechselrichter 5.3.2, Tabelle 5-2
Synchronisiersatz 4.6.4 (5)
- Typprüfung** 4.4 (2)a), 5.2
 -, rotierender Umformer 5.2.1, Tabelle 5-1
 -, Wechselrichter 5.5.2, Tabelle 5-2
- Überwachung** 4.6.2
Umformer-Notstromschaltanlage 4.2 (5), Bild 1-1
Umformeranlage
 -, Eignung 4.4
 -, Grenzen Bild 1-1
Umgebungsbedingungen 4.3.4
Umschalteinrichtung 4.6.4
Unterlagen, einzureichende 5.1
- Wartung** 5.7, 6
Wechselrichter, Auslegung 4.5.3
Wiederkehrende Prüfungen 5.6