

**Maßnahmen bei Beeinflussung von
Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen**

Beeinflussung durch Drehstromanlagen

DIN
VDE 0228
Teil 2

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Proceedings in the case of interference on telecommunication
installation by electric power installations;
Interference by threephase installations

Ersatz für
DIN 57228 Teil 2/
VDE 0228 Teil 2/07.75

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen. Entsprechende Festlegungen werden international von CCITT [1] beraten und als Empfehlung veröffentlicht.

Für Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen (Maßnahmen zur Sicherung der Verträglichkeit elektrischer Informations- und Energiesysteme) bestehen folgende Normen:

- DIN VDE 0228 Teil 1** Allgemeine Grundlagen
- DIN VDE 0228 Teil 2** Beeinflussung durch Drehstromanlagen
- DIN VDE 0228 Teil 3** Beeinflussung durch Wechselstrom-Bahnanlagen
- DIN VDE 0228 Teil 4** Beeinflussung durch Gleichstrom-Bahnanlagen
- DIN VDE 0228 Teil 5** Beeinflussung durch Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen (HGÜ)

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Dezember 1987.

Eine Anpassung bestehender Anlagen an den Status, der durch diese Norm gefordert wird, ist nicht erforderlich.

Entwurf war veröffentlicht als DIN VDE 0228 Teil 2/05.86.

Fortsetzung Seite 2 bis 23

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	4.5 Bauliche Maßnahmen an Fernmelde- Kabelanlagen im Einflußbereich von Drehstromanlagen	7
2 Begriffe	2	5 Berechnungsverfahren	8
2.1 Allgemeine Begriffe der Beeinflussung	2	5.1 Allgemeines	8
2.2 Begriffe der Drehstromanlage	2	5.2 Berechnungsformeln	8
2.3 Begriffe der Fernmeldeanlage	3	5.3 Einflußgrößen	9
2.4 Reduktions- und Schirmfaktor	3	5.4 Berechnungen	15
3 Grenzwerte für Spannungen und Ströme bei Beeinflussungen	3	6 Meßverfahren	20
3.1 Grenzwerte für Gefährdungsspannungen ...	3	Zitierte Normen und andere Unterlagen	22
3.2 Grenzwerte für Geräusch- und Fremd- spannungen	3	Weitere Normen	23
3.3 Prüfung von Beeinflussungsmöglichkeiten ...	3	Frühere Ausgaben	23
4 Maßnahmen gegen Beeinflussungen	5	Änderungen	23
4.1 Allgemeines	5	Erläuterungen	23
4.2 Vorsorgliche Maßnahmen	5		
4.3 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen Gefährdung	7		
4.4 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen Störungen	7		

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Norm gilt in Verbindung mit **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87** „Allgemeine Grundlagen“ für die Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Drehstromanlagen (zu den Drehstromanlagen gehören die Leitungen, Kraftwerke, Umspann- und Schaltanlagen).

1.2 Diese Norm gilt uneingeschränkt für Beeinflussung durch Drehstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV. Sie darf auch für Drehstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 kV (1000 V oder weniger) angewendet werden, soweit die hierin enthaltenen Festlegungen auf Anlagen solcher Art gegenständlich anwendbar sind.

1.3 Bezüglich der Fernmeldeanlagen gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitte 1.3 bis 1.5**.

2 Begriffe

2.1 Allgemeine Begriffe der Beeinflussung

Es gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 2.1**.

2.2 Begriffe der Drehstromanlage

2.2.1 Arten des Drehstromnetzes und zugehörige Begriffe (siehe **DIN VDE 0141**)

2.2.1.1 Netz mit isoliertem Sternpunkt

Netz, in dem die Sternpunkte von Transformatoren, Generatoren und von Sternpunktbildnern betriebsmäßig, außer über hochohmige Melde-, Meß- oder Schutzeinrichtungen, keine Verbindung mit einer Erdungsanlage haben.

2.2.1.2 Netz mit Erdschlußkompensation

Netz, in dem mindestens ein Sternpunkt eines Transformators oder Sternpunktbildners über eine Erdschlußspule geerdet ist und die resultierende Induktivität aller

Erdschlußspulen weitgehend auf die Erdkapazität des Netzes abgestimmt ist.

2.2.1.3 Netz mit niederohmiger Sternpunktterdung

Netz, in dem mindestens ein Sternpunkt eines Transformators, Sternpunktbildners oder Generators unmittelbar oder über einen ohmschen Widerstand oder eine Drosselspule geerdet ist und Netz und Netzschutz so ausgebildet sind, daß es bei Erdschluß an einer beliebigen Stelle zu einer selbsttätigen Abschaltung kommen muß.

2.2.1.4 Netz mit vorübergehender niederohmiger Sternpunkt- oder Leitererdung

Netz mit isoliertem Sternpunkt oder Netz mit Erdschlußkompensation, in dem bei einem nicht von selbst erlöschenden Erdschluß ein Sternpunkt oder ein Leiter des Betriebsstromkreises (aktiver Leiter) einige Sekunden nach Erdschlußbeginn kurzzeitig geerdet wird.

2.2.1.5 Normalbetrieb

Normalbetrieb ist der fehlerfreie Betrieb.

2.2.1.6 Erdfehlerstrom

Erdfehlerstrom I_F ist der bei Vorhandensein nur eines Erdschlußpunktes an der Fehlerstelle vom Betriebsstromkreis zur Erde oder zu geerdeten Teilen übertretende Strom. Dies ist

- a) in Netzen mit isoliertem Sternpunkt der kapazitive Erdschlußstrom I_c
- b) in Netzen mit Erdschlußkompensationen der Erdschlußreststrom I_{Rest}
- c) in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung der Erdkurzschlußstrom I_{k1pol} .

2.2.1.7 Erdungsstrom

Erdungsstrom I_E ist der gesamte über die Erdungsimpedanz in die Erde fließende Strom.

2.2.1.8 Doppelerdschlußstrom

Doppelerdschlußstrom I_{kEE} in einem Netz mit Erdschlußkompensation oder mit vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung oder mit isoliertem Stern-

punkt ist der bei Erdschluß verschiedener Leiter zwischen räumlich auseinanderliegenden Fehlerstellen über Erde und geerdete Leiter (Erdseile, Metallmäntel von Kabeln) fließende Strom.

2.2.1.9 Symmetrisches System und symmetrischer Kreis

Ein symmetrisches Drehstromsystem ist ein System von 3 Strömen gleichen Betrages und um 120° gegeneinander verschobener Phasenlage.

Das Entsprechende gilt sinngemäß auch für ein symmetrisches Spannungssystem. Symmetrischer Kreis ist derjenige Stromkreis, in dem diese Ströme fließen. Er wird ausschließlich von 3 Außenleitern gebildet.

2.2.1.10 Nullsystem (homopolares System) und Nullkreis

Ein Drehstrom-Nullsystem ist ein System von 3 Strömen, die in allen 3 Leitern gleiche Größe und Phasenlage haben.

Entsprechendes gilt sinngemäß für ein Spannungs-Nullsystem. Nullkreis ist derjenige Stromkreis, in dem die Nullströme fließen. Er wird gebildet aus den 3 Außenleitern in Parallelschaltung und der Erde (sowie gegebenenfalls Erdseilen, Kabelmänteln und sonstigen nicht zum Betriebsstromkreis gehörigen, an mehr als einer Stelle geerdeten Leitern) und schließt sich über die Sternpunkte von Transformatoren oder Sternpunktbildnern.

2.2.2 Störgrößen

Es gelten die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 2.2.2](#).

2.2.3 Masterdung

Es gelten die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 2.2.3](#).

2.3 Begriffe der Fernmeldeanlage

Es gelten die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 2.3](#).

2.4 Reduktions- und Schirmfaktor

Es gelten die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 2.4](#).

Zur induzierenden Drehstromanlage gehören:

- bei Freileitungen die Erdseile, gegebenenfalls die Bodenseile
- bei Kabeln deren Metallmäntel, Bewehrungen, metallene Schirme und Stahlrohre.

3 Grenzwerte für Spannungen und Ströme bei Beeinflussungen

3.1 Grenzwerte für Gefährdungsspannungen

3.1.1 Induktive Beeinflussung

Es gelten die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 3.1.1](#) und [Tabelle 1](#).

3.1.2 Beeinflussung durch Kopplung über ohmsche Widerstände

Es gelten die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 3.1.3](#).

3.2 Grenzwerte für Geräusch- und Fremdspannungen

Es gelten die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 3.2](#).

3.3 Prüfung von Beeinflussungsmöglichkeiten

Notwendigkeit der Prüfung auf Einhaltung der Grenzwerte für Beeinflussungsspannungen und -ströme [\[6\]](#).

Tabelle 1. **Grenzwerte der in Fernmeldeleitungen zugelassenen Beeinflussungsspannungen gegen Erde bei induktiver und ohmscher Kopplung hinsichtlich Gefährdung**

Art der Fernmeldeleitung	Übertragerabschluß ¹⁾	Spannungen (Effektivwerte) bei	
		Langzeitbeeinflussung U_L ²⁾ V	Kurzzeitbeeinflussung U_K ³⁾ V
Freileitung	ohne	65	300 ⁵⁾ ; 500
	mit	125	500
Kabel	ohne	65	300 ⁵⁾ ; 500
	mit	250	1200 ⁴⁾
¹⁾ Für Fernmeldeleitungen mit elektrischer Unterbrechung am Leitungsende durch Hochspannungsrelais gelten die gleichen Grenzwerte. ²⁾ U_L Spannung bei Langzeitbeeinflussung im Normalbetrieb. Beim Zusammenwirken von U_L mit Ruf- und Batteriespannung siehe DIN VDE 0800 Teil 1/04.84. ³⁾ U_K Spannung bei Kurzzeitbeeinflussung im Fehlerfall. Für Kurzzeitbeeinflussung ist in den Richtlinien des CCITT im allgemeinen eine Ausschaltzeit von $t \leq 0,2$ s, aber nicht über 0,5 s genannt [1]. ⁴⁾ Dieser Wert entspricht im allgemeinen 60 % der Prüfwechselspannung zwischen Adern und Metallmantel oder Schirm bei Kabeln mit Papierisolierung. Bei Kabeln mit höherem Isoliervermögen, z. B. bei Kabeln mit Kunststoffisolierung besonderen Aufbaues, können entsprechend der höheren Prüfwechselspannung höhere Spannungen zugelassen werden, sofern auch die Garnituren (Muffen, Endeinrichtungen usw.) dieses Isoliervermögen aufweisen. Bei Arbeiten an solchen Anlagen sind zusätzliche Schutzmaßnahmen nach Abschnitt 4.6 erforderlich. ⁵⁾ Der Wert 300 V gilt für Fernmeldeanlagen der Deutschen Bundespost sowie für Anlagen, die leitend mit dem Netz der Bundespost verbunden sind. Er entspricht dem Wert von 430 V in den Direktiven des CCITT (1960) Kapitel IV, unter Berücksichtigung eines Erwartungsfaktors $w = 0,7$.			

Eine Übersicht über die Fälle, in denen eine Prüfung gegebenenfalls durchzuführen ist, geben die [Tabellen 2](#) und [3](#). Bei besonders ungünstigen Umständen sind auch die durch ein in Klammern stehendes Pluszeichen (+) gekennzeichneten Fälle zu berücksichtigen. Solche Fälle können z. B. sein: Lange und enge Näherungen in Verbindung mit hohem spezifischen Erdwiderstand, Fernmeldeleitungen an Hochspannungsgestängen usw.

3.3.1 Gefährdung

3.3.1.1 Induktive Kurzzeitbeeinflussung

Tabelle 2. Übersicht über die Notwendigkeit der Untersuchung auf Gefährdung

1	2	3	4	5	6
Nr	Drehstromnetz			Fernmeldenetz	
	Betriebsweise	Art	Zustand	Gefährdung von Kabeln durch induktive Beeinflussung	Kopplung über ohmsche Widerstände
1	Netze mit niederohmiger Sternpunktterdung	Freileitung	Normalbetrieb	(+) ³⁾	—
2			Erdkurzschluß	+	+
3		Kabel	Normalbetrieb	—	—
4			Erdkurzschluß	(+) ⁴⁾	—
5	Netze mit isoliertem Sternpunkt oder Erdschlußkompensation oder vorübergehender Sternpunktterdung	Freileitung	Normalbetrieb	(+) ³⁾	—
6			Erdschluß bzw. Erdkurzschluß	—	+ ¹⁾
7			Doppelerdschluß	(+) ²⁾	(+) ²⁾
8		Kabel	Normalbetrieb	—	—
9			Erdschluß bzw. Erdkurzschluß	—	+ ¹⁾
10			Doppelerdschluß	—	—

Bedeutung der Zeichen:
— keine Untersuchung erforderlich
(+) Untersuchungen nur in besonders ungünstigen Fällen erforderlich
+ Untersuchung erforderlich, wenn Abstand kleiner als Grenzabstand
1) Nur in denjenigen Anlagen der Netze mit vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung, in denen diese Erdung durchgeführt wird.
2) Prüfung nur dann, wenn die Löschgrenze überschritten ist.
3) Z.B. Luftpfeiler am Hochspannungsgestänge.
4) Prüfung, wenn die Bedingungen nach Abschnitt 3.3.1.1.2 a) oder b) nicht erfüllt sind.

3.3.1.1.1 Bei Drehstromfreileitungen und Drehstromkabeln ohne Metallmantel ist der Erdkurzschluß in Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung nach [Abschnitt 2.2.1.3](#) immer zu berücksichtigen.

3.3.1.1.2 Der Erdkurzschluß wird nicht berücksichtigt bei:

- Drehstromkabeln mit Aluminium- oder Bleimantel oder mit Kupferschirm von mindestens 16 mm² Querschnitt, wenn bei einer Netzennspannung von 20 kV und darunter der Erdkurzschlußstrom ≤ 2 kA ist, oder
- Drehstromkabeln im Stahlrohr, wenn der Erdkurzschlußstrom 15 kA nicht übersteigt.
- Netzen mit vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung.

3.3.1.1.3 Der Doppelerdschluß wird nur in Freileitungsnetzen mit isoliertem Sternpunkt oder in solchen mit Erdschlußkompensation berücksichtigt, wenn die Löschbedingung nicht eingehalten ist (siehe [Bild 1](#)).

3.3.1.2 Beeinflussung durch Kopplung über ohmsche Widerstände

3.3.1.2.1 Erdkurzschluß in Anlagen

Der Erdkurzschluß ist in Anlagen der Netze mit niederohmiger Sternpunktterdung nur dann zu berücksichtigen, wenn Freileitungen dieses Netzes in die Anlagen eingeführt werden. In Netzen mit vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung gilt dies nur für die Anlage, in der die Erdung durchgeführt wird.

3.3.1.2.2 Erdkurzschluß an Freileitungsmasten

Bei Näherungen von Fernmeldekabeln mit Masterdungen von Freileitungsmasten ist [DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 4.5.2](#), zu beachten.

3.3.1.2.3 Doppelerdschluß

Der Doppelerdschluß wird nicht berücksichtigt.

3.3.1.3 Langzeitbeeinflussung im Normalbetrieb

Eine Langzeitbeeinflussung im Normalbetrieb wird nur berücksichtigt, sofern ein Fernmeldekabel in enger Näherung zu einer Hochspannungsfreileitung geführt ist. Bei einem Abstand a des Fernmeldekabels von der Mastachse und einer Näherungslänge l ist unter Zugrundelegung eines Betriebsstromes von 1000 A im allgemeinen keine unzulässige Langzeitbeeinflussung

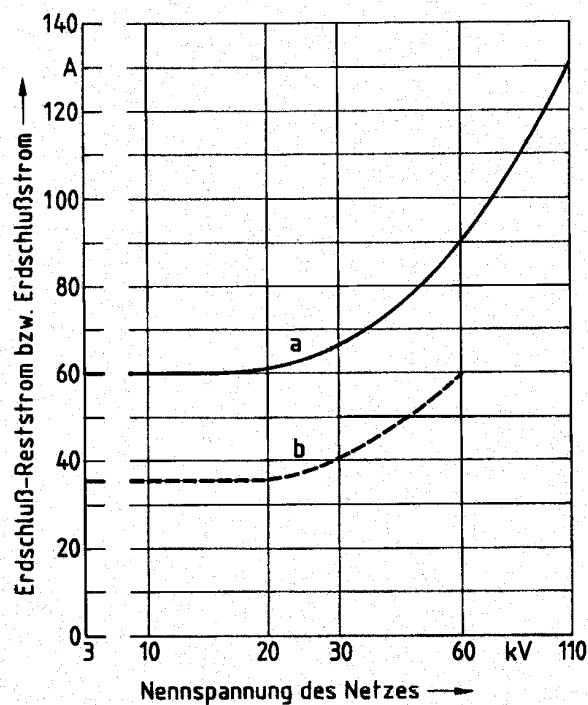


Bild 1. Richtwerte [13] der Löschgrenze für Erdschluß-Reststrom bzw. Erdschlußstrom Kurve a für Netze mit Erdschlußkompensation; für Kabelnetze bis 20 kV Nennspannung mit kleinen Freileitungsteilen gilt Kurve a auch bei isoliertem Sternpunkt. Kurve b für Netze mit isoliertem Sternpunkt.

nach Tabelle 1 zu erwarten, wenn das Verhältnis $P = I/a \leq 35$.

3.3.2 Störung

Eine Übersicht über die Fälle, in denen die Einhaltung der Richtwerte für die Geräusch- und Funktionsstörungen zu prüfen ist, gibt Tabelle 3.

Bei erdunsymmetrischen Bahnblockleitungen gilt Tabelle 3.

4 Maßnahmen gegen Beeinflussungen

4.1 Allgemeines

Es gelten die Festlegungen in DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 4.1.

4.2 Vorsorgliche Maßnahmen

4.2.1 Allgemeine vorsorgliche Maßnahmen an Drehstromanlagen

4.2.1.1 Planung und Betrieb von Netzen

4.2.1.1.1 Um induktive Beeinflussungen in wirtschaftlichen Grenzen zu halten, sollten die Möglichkeiten der Planung des Netzes und der Schutztechnik in Richtung einer vernünftigen Begrenzung der Kurzschlußströme und der Kurzschlußdauer ausgenutzt werden.

4.2.1.2 Spannungskurve und Oberschwingungen

4.2.1.2.1 Spannungskurve von Stromerzeugern

Die Spannungskurven der Generatoren sollen nach DIN VDE 0530 Teil 1 praktisch sinusförmig sein [2].

4.2.1.2.2 Oberschwingungen durch Verbraucher

4.2.1.2.2.1 Als Verbraucher, die im Netz Oberschwingungsspannungen erzeugen, wirken Geräte und Anlagen mit nichtlinearer Strom-/Spannungskennlinie. Für Hoch- und Mittelspannungsnetze sind vor allem Stromrichteranlagen größerer Leistung zu nennen, für Niederspannungsnetze Leuchtstofflampen und alle Geräte mit Stromrichterschaltungen, sowohl ungesteuerte (z.B. Rundfunk- und Fernsehgeräte) als auch gesteuerte (Phasenanschnittsteuerung).

4.2.1.2.2.2 Die Höhe der in Niederspannungsnetzen zu erwartenden Oberschwingungsspannungen kann durch die in DIN VDE 0839 Teil 1*) angegebenen Verträglichkeitspegel für Oberschwingungsspannungen abgeschätzt werden. Diese Verträglichkeitspegel dienen daher als Grundlage sowohl für die Festlegung der zulässigen Oberschwingungsaussendung der in diesen Netzen betriebenen Geräte und Anlagen als auch für die Festlegung der Störfestigkeit der in diesen Netzen anzuschließenden Geräte und Anlagen.

4.2.1.2.2.3. Für viele Niederspannungsgeräte bestehen bereits Begrenzungen der Aussendung von Oberschwingungen, z.B.

- für Leuchtstofflampen siehe DIN VDE 0712 Teil 2/06.71,
- für Elektrogeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke siehe Normen der Reihe DIN VDE 0838.

*) z. Z. Entwurf

Tabelle 3. Übersicht über die Notwendigkeit der Untersuchung auf Geräusch- und Funktionsstörungen

1	2	3	4	5	6	7
Nr	Drehstromnetz			Fernmeldenetz		
	Betriebsweise	Art	Zustand	Geräuschstörungen durch Beeinflussung infolge Erdunsymmetrie	Funktionsstörungen durch Fremdspannungen bei induktiver Beeinflussung	
				Kabel	Kabel ohne Bahnblockleitung ⁵⁾	Erdunsymmetrisch betriebene Bahnblockleitung ⁵⁾
1	Netze mit niederohmiger Sternpunktterdung	Freileitung	Normalbetrieb	(+) ⁴⁾	(+) ²⁾ ³⁾	—
2			Erdkurzschluß	—	— ¹⁾	+
3		Kabel	Normalbetrieb	(+) ⁴⁾	—	—
4			Erdkurzschluß	—	— ¹⁾	+
5	Netze mit isoliertem Sternpunkt oder Erdschlußkompensation oder vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung	Freileitung	Normalbetrieb	—	(+) ²⁾ ³⁾	—
6			Erdschluß	(+) ⁴⁾	—	—
7			Doppelerdschluß	—	— ¹⁾	+
8		Kabel	Normalbetrieb	(+) ⁴⁾	—	—
9			Erdschluß	—	—	—
10			Doppelerdschluß	—	—	+
Bedeutung der Zeichen: — keine Untersuchung erforderlich (+) Untersuchung nur in besonders ungünstigen Fällen erforderlich + Untersuchung erforderlich, wenn Abstand kleiner als Grenzabstand ¹⁾ Störungen durch Kurzzeitbeeinflussung in Wählsystemen werden nicht berücksichtigt. ²⁾ Z. B. Luftkabel an Hochspannungsgestängen. ³⁾ Nur bei Wählanlagen bei Überschreiten der Grenzwerte nach DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 3.2.3. ⁴⁾ Gegebenenfalls meßtechnisch zu klären. ⁵⁾ Leitungen in einer Bahnblockanlage siehe Technische Empfehlung Nr. 6 [5].						

- für Dimmer im Hinblick auf die steuerbare Gesamtleistung je Anlage siehe [4].

Für sonstige Niederspannungsgeräte, vor allem höherer Leistung, ist die zulässige Aussendung von Oberschwingungen mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren.

4.2.1.2.2.4 Für die aus den Hoch- und Mittelspannungsnetzen versorgten Stromrichteranlagen ist die zulässige Aussendung von Oberschwingungen ebenfalls mit dem Netzbetreiber zu vereinbaren (siehe [3]). Bei solchen Anlagen ist im allgemeinen mit keiner zulässig hohen Erzeugung von Oberschwingungsspannungen zu rechnen, wenn die Stromrichterleistung etwa 1 % der Kurzschlußleistung des speisenden Netzes an der Anschlußstelle des Stromrichters nicht überschreitet.

4.2.1.2.2.5 Zur Begrenzung von Oberschwingungsspannungen in Netzen gilt der Grundsatz, daß kein Be-

triebsmittel höhere Oberschwingungen erzeugen darf, als für seinen technischen Zweck unbedingt erforderlich sind.

Ist eine zu hohe Oberschwingungserzeugung im Netz zu befürchten, so kann Abhilfe durch folgende Maßnahmen geschaffen werden:

- Erhöhung der Pulszahl des Stromrichters entweder durch Wahl einer höherpulsigen Schaltung eines einzelnen Stromrichters oder durch Parallelbetrieb von Stromrichtergruppen kleiner Pulszahl, deren Ströme in einem elektrischen Winkel zueinander geschwenkt sind.
- Einsatz von Filterkreisen (in der Regel Saugkreise) und/oder Kondensatoren.
- Anschluß des Stromrichters an einen Punkt höherer Netzkurzschlußleistung.

4.2.1.4 Transformatoren

4.2.1.4.1 Es wird empfohlen, den Betrag der Oberschwingungen im Magnetisierungsstrom durch zweckmäßige Wahl der Induktion klein zu halten.

4.2.1.4.2 Weiter wird empfohlen, gegebenenfalls durch Wahl zweckentsprechender Schaltgruppen sowie durch geeignete schaltungstechnische und bauliche Gestaltung der Transformatoren einen möglichst geringen Oberschwingungsanteil zu erreichen.

4.2.1.5 Erdsymmetrie der Außenleiter

Das elektrisch zusammenhängende Leitungsnetz soll in seiner ganzen Ausdehnung so angeordnet werden, daß die Spannungen der Außenleiter gegen Erde möglichst gleich groß sind. Durch Zusammenschalten verschieden gelegener Leiter bei Abzweigungen, Schaltstellen, Kraft- und Umspannwerken und durch Verdrillen der Leitungen kann die Erdsymmetrie verringert werden.

4.2.2 Vorsorgliche Maßnahmen an Fernmeldeanlagen

Es gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 4.2.2**.

4.3 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen Gefährdung

Es gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 4.3**.

4.4 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen Störungen

Es gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 4.4**.

4.5 Bauliche Maßnahmen an Fernmelde-Kabelanlagen im Einflußbereich von Drehstromanlagen

4.5.1 Allgemeines

Es gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 4.5.1**.

4.5.2 Fernmeldeanlagen im Bereich von Masterdungen der Hochspannungsnetze

Es gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Abschnitt 4.5.2**.

4.5.3 Bauliche Maßnahmen bei Kreuzungen und Näherungen von Fernmeldeleitungen mit Drehstromleitungen

4.5.3.1 Bauliche Maßnahmen bei Kreuzungen und Näherungen von Fernmeldeleitungen mit Starkstromleitungen

Es sind die Bestimmungen von **DIN VDE 0210** sowie von **DIN VDE 0800 Teil 1** zu beachten.

4.5.3.2 Fernmelde- und Starkstromkabel im gleichen Graben

Hinsichtlich der Kopplung über ohmsche Widerstände sind keine Schutzmaßnahmen erforderlich, jedoch sind die Bestimmungen nach **DIN VDE 0800 Teil 4** zu beachten.

4.5.4 Näherung von Fernmeldekabeln mit Hochspannungsanlagen mit Nennspannungen ab 110 kV bei Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung sowie mit Stationen, in denen Erdschlußspulen von Netzen mit vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung bei nicht selbstlöschenden Erdschlüssen überbrückt werden oder Sternpunkte dieser Netze bei nicht selbst-

löschenden Erdschlüssen geerdet werden, ohne daß die Kabel in die Station eingeführt werden.

4.5.4.1 Der Abstand der Fernmeldekabel von der Erdungsanlage soll nach Möglichkeit größer als 15 m sein.

4.5.4.2 Im Bereich des Spannungstrichters der Erdungsanlage von Kraftwerken und Umspannwerken sind Schaltpunkte, kleine Verstärkerämter usw. möglichst zu vermeiden.

Bei mittlerer Bodenleitfähigkeit liegt die Grenze dieses Bereichs bei etwa 300 m.

4.5.5 Einführungen von Fernmeldekabeln in Hochspannungsanlagen (Kraftwerken und Umspannwerken) bei Netzen mit niederohmiger Sternpunktterdung sowie in Anlagen in Netzen mit vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung, in denen Sternpunkte dieser Netze vorübergehend geerdet werden.

4.5.5.1 Maßnahmen an den Fernmeldestromkreisen

Werden Fernmeldekabel in Kraft- oder Umspannwerken eingeführt, die zu Hochspannungsnetzen mit niederohmiger oder vorübergehender niederohmiger Sternpunktterdung gehören, können in die eingeführten Kabel durch Potentialanstieg infolge des Erdkurzschlusses Erdungsspannungen U_E eingekoppelt werden. Bei Überschreitung der nach **DIN VDE 0228 Teil 1/12.87, Tabelle 1**, für Kurzzeitbeeinflussung zulässigen Grenzwerte sind in Abhängigkeit von der Beeinflussungsspannung Schutzmaßnahmen zu treffen.

Falls $U_E \leq 500 \text{ V}^1$, sind keine Maßnahmen notwendig.

Falls $500 \text{ V}^1 < U_E \leq 1200 \text{ V}$, sind die metallenen Kabelmäntel in der Hochspannungsanlage und am nächsten Schaltpunkt außerhalb des Spannungstrichters zu erden. Sämtliche Adern des Verbindungskabels sind beidseitig mit Überspannungsableitern zu beschalten.

Befinden sich Schaltpunkte noch innerhalb des Spannungstrichters, an denen das Erdoberflächenpotential Werte erreicht, die im angegebenen Spannungsbereich liegen, so ist auch an diesen Schaltpunkten der Kabelmantel zu erden, und es sind hier die Adern zusätzlich mit Überspannungsableitern zu beschalten.

Erdungsspannungen $U_E > 1200 \text{ V}$ in Hochspannungsanlagen sind wegen der vergleichsweise günstigen spezifischen Erdwiderstände in Deutschland sehr selten. Ausnahmen können auftreten in Gebirgsgegenden mit dünner Deckschicht sowie in Gebieten mit Sandböden. Die metallene Hülle des Kabels muß eine isolierende Außenhülle haben und ist in der Hochspannungsanlage und am nächsten Schaltpunkt zu erden. Sämtliche Adern des Fernmeldekabels sind beidseitig mit Überspannungsableitern zu beschalten. Ergibt die Erdungsmessung, daß der nächstgelegene Schaltpunkten ein Potential von mehr als 1200 V annimmt, müssen auch die von diesem Schaltpunkt abzweigenden Kabel bis zu jeweils den nächsten Schaltpunkten äußere isolierende Schutzhüllen haben. Außerdem sind alle Adern in den vorgenannten Schaltpunkten mit Überspannungsableitern zu versehen, oder es sind Kabel mit besserem Reduktionsfaktor zu verwenden.

4.5.5.2 Erdung metallener Leiter der Umhüllung von Fernmeldekabeln

Es gelten die Festlegungen in **DIN VDE 0800 Teil 2/07.85, Abschnitt 10.1**.

¹⁾ Bei Anlagen der Deutschen Bundespost 300 V