

**Maßnahmen bei Beeinflussung von
Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen**

Allgemeine Grundlagen

DIN
VDE 0228
Teil 1

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
installations by electric power installations; General

Ersatz für DIN 57228/
VDE 0228 Teil 1/10.82

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Entsprechende Festlegungen werden international von CCITT¹⁾ beraten und als Empfehlungen veröffentlicht.

Diese Norm „Maßnahmen bei Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen“ beinhaltet Maßnahmen zur Sicherung der Verträglichkeit elektrischer Informations- und Energiesysteme und besteht aus:

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.

Entwurf DIN VDE 0228 Teil 1 A1/09.85 ist eingearbeitet.

1) CCITT: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.

Fortsetzung Seite 2 bis 44

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Beim Beurteilen der Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen ist zu berücksichtigen, daß sich die Berechnung teilweise auf statistisch ermittelte Größen stützen muß, die aus Erfahrungswerten hergeleitet sind und in Abhängigkeit von Ort, Zeitpunkt, Dauer und Größe einen gewissen Streubereich haben. Zu ihrer Erfassung müssen daher die eingehenden Wahrscheinlichkeitsfaktoren berücksichtigt werden [1, 2, 3].

Dauernd auftretende Beeinflussungen, wie sie in Fernmeldeanlagen durch Feldwirkung von Starkstromanlagen im Dauerbetrieb entstehen können, lassen sich mit einfachen Mitteln direkt oder durch Nachbildung (Modell) prüfen. Werden die zulässigen Grenzwerte überschritten, so sind die in der Norm aufgezeigten Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Häufiger auftretende veränderliche Beeinflussungsspannungen, z. B. bei Induzierung von Fernmeldeleitungen durch Bahnfahrleitungen im Normalbetrieb, liegen meist unterhalb der zulässigen Grenzwerte hinsichtlich Gefährdung, weil die beteiligten Einflußgrößen zeitlich und örtlich nach verschiedenen Funktionen schwanken und sich in der Regel nicht zu gefährlichen Summenspannungen zusammensetzen. Beeinflussungsspannungen kurzer Dauer, z. B. durch Induzierung bei Erdkurzschluß, treten angesichts der geringen Fehlerzahl in Starkstromanlagen sehr selten und nur für Bruchteile von Sekunden auf. Es ist – wie Theorie und Erfahrung zeigen – unwahrscheinlich, daß eine die Anlage bedienende Person die spannungsführenden Anlagenteile gerade in dem Augenblick des Auftretens dieser Beeinflussungsspannung berührt [4, 5].

Die Untersuchungen über die physiologischen Einwirkungen des elektrischen Stromes zeigen außerdem, daß bei der kurzen Einwirkungsdauer unter Berücksichtigung der genannten Gesichtspunkte erfahrungsgemäß eine Gefährdung durch Kurzzeiteinwirkung nicht zu erwarten ist. Daher wird eine Personengefährdung durch kurzzeitige Einwirkung der möglichen Stromwerte mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit durch die in dieser Norm niedergelegten Maßnahmen ausgeschlossen.

Das Berühren von Teilen der Fernmeldeanlagen, die Beeinflussungsspannungen führen können, ist in der Mehrzahl der Fälle kleinflächig. Ferner liegen im allgemeinen sowohl im beeinflussten Stromkreis als auch im Stromweg von der Berührungsstelle über den menschlichen Körper bis zu den Erdpotential führenden Punkten oder Standorten nicht vernachlässigbare zusätzliche Widerstände, die den über den menschlichen Körper fließenden Strom auf ungefährliche Werte begrenzen. Beim Arbeiten an beeinflussten Teilen von Fernmeldeanlagen ist jedoch das Berühren vor allem beim Benutzen von nichtisolierten Werkzeugen nicht kleinflächig. Daher muß durch zusätzliche Maßnahmen (siehe [Abschnitt 4.6](#)) für ausreichend hohe Widerstände im Berührungstromkreis gesorgt werden.

Das gleichzeitige Auftreten von zwei oder mehreren voneinander unabhängigen Fehlern wird aufgrund von Erfahrungen und Theorie als unwahrscheinlich angesehen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	3	4.5 Bauliche Maßnahmen an	
2 Begriffe	3	Fernmelde-Kabelanlagen im Einflußbereich von	
2.1 Allgemeine Begriffe der Beeinflussung	3	Starkstromanlagen	13
2.2 Allgemeine Begriffe der Starkstromanlage	4	4.6 Schutzmaßnahmen beim Arbeiten an	
2.3 Begriffe der Fernmeldeanlagen	4	beeinflussten Fernmeldeanlagen	14
2.4 Reduktions- und Schirmfaktor	5	5 Berechnungsverfahren	14
3 Grenzwerte für Spannungen und Ströme		5.1 Allgemeines	14
bei Beeinflussungen	5	5.2 Berechnungsformeln	15
3.1 Grenzwerte für Gefährdungsspannungen		5.3 Einflußgrößen	20
und -ströme	5	5.4 Berechnungen	33
3.2 Grenzwerte für Geräusch- und		6 Meßverfahren	35
Fremdspannungen	6	6.1 Messungen an Starkstromleitungen	35
4 Maßnahmen gegen Beeinflussung	10	6.2 Messungen an Fernmeldeanlagen	35
4.1 Allgemeines	10	6.3 Sonstige Messungen	40
4.2 Allgemeine vorsorgliche Maßnahmen	10	7 Besondere Bestimmungen für	
4.3 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen		Tonleitungen	41
Gefährdung	11	7.1 Allgemeines	41
4.4 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen		7.2 Messung der Geräuschspannung	41
Störungen	12	7.3 Grenzwerte für Geräuschspannung	41
		Zitierte Normen und andere Unterlagen	43

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Norm gilt allgemein für Fernmeldeanlagen im Einflußbereich von Starkstromanlagen. Wegen des Anwendungsbereiches für die verschiedenen Arten von Starkstromanlagen wird auf [DIN VDE 0228 Teil 2](#), [Teil 3](#), [Teil 4](#) und [Teil 5](#) verwiesen.

1.2 Als Starkstromanlagen werden im Rahmen dieser Normen behandelt:

- a) Drehstromanlagen in [DIN VDE 0228 Teil 2](#)
- b) Wechselstrom-Bahnanlagen in [DIN VDE 0228 Teil 3](#)
- c) Gleichstrom-Bahnanlagen in [DIN VDE 0228 Teil 4](#)
- d) Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen (HGÜ) in [DIN VDE 0228 Teil 5](#).

1.3 Zu den Fernmeldeanlagen gehören alle Fernmeldeleitungen sowie die technischen Einrichtungen nach [DIN VDE 0800 Teil 1](#) einschließlich der Fernwirkanlagen.

1.4 Für Trägerfrequenzverbindungen auf Fernmeldeleitungen gilt diese Norm nur hinsichtlich einer Gefährdungsmöglichkeit.

1.5 Ausgenommen von dieser Norm sind Funkanlagen.

1.6 Maßnahmen zum Vermeiden einer unmittelbaren Berührung zwischen Teilen der Fernmelde- und der Starkstromanlagen durch zweckentsprechenden Bau sind in [DIN VDE 0210](#), [DIN VDE 0211](#) und [DIN VDE 0800 Teil 1](#) angegeben.

2 Begriffe [6, 7]

2.1 Allgemeine Begriffe der Beeinflussung [8]

2.1.1 Beeinflussung im Sinne dieser Norm ist eine solche Einwirkung einer Starkstromanlage auf eine benachbarte Fernmeldeanlage, die durch Kopplung über kapazitive, induktive und ohmsche Widerstände den Betrieb der Fernmeldeanlage beeinträchtigen kann (siehe Abschnitt 2.1.5 und Abschnitt 2.1.6). Hinsichtlich der Zeit der Beeinflussung ist zwischen Langzeit- und Kurzzeitbeeinflussung zu unterscheiden.

2.1.1.1 Langzeitbeeinflussung ist:

- a) eine dauernd auftretende Beeinflussung, z. B. durch Influenzierung oder Induzierung im Normalbetrieb (siehe [DIN VDE 0228 Teil 2](#), [Teil 3](#), [Teil 4](#) und [Teil 5](#))
- b) eine häufiger auftretende und abhängig von Ort und Zeit der Einwirkung in der Stärke veränderliche Beeinflussung im Normalbetrieb, z. B. Induzierung durch Fahrleitungen im Normalbetrieb (siehe [DIN VDE 0228 Teil 2](#), [Teil 3](#), [Teil 4](#) und [Teil 5](#))
- c) eine vorübergehende Einwirkung längerer, jedoch begrenzter Dauer im Fehlerfalle. (Sie kann z. B. bei Einfacherdschluß in Netzen mit Erdschlußkompensation auftreten (siehe [DIN VDE 0228 Teil 2](#))).

2.1.1.2 Kurzzeitbeeinflussung ist eine seltene Einwirkung sehr kurzer Dauer im Fehlerfall, z. B. bei Erdkurzschlüssen, die selbsttätig im Sekundenbereich abgeschaltet wird.

2.1.2 Einflußbereich einer Starkstromanlage ist das Gebiet, in dem Fernmeldeanlagen beeinflusst werden können. Er wird durch den Grenzabstand festgelegt.

2.1.3 Grenzabstand ist der größte Abstand zwischen einer Leitung der Starkstromanlage und einer Fernmel-

deleitung, innerhalb dessen Beeinflussungen in Betracht zu ziehen sind.

2.1.4 Näherung ist der innerhalb des Grenzabstandes liegende Teil einer Fernmeldeleitung von der Eintrittsstelle bis zur Austrittsstelle.

2.1.4.1 Näherungslänge ist die Summe der wirksamen Längen der Näherungsabschnitte einer Näherung (siehe Abschnitt [5.3.11](#)).

2.1.4.2 Näherungsabschnitt ist ein Abschnitt der wirksamen Näherungslänge, innerhalb dessen mit einem Mittelwert des Abstandes zwischen der beeinflussenden und der beeinflussten Leitung sowie mit gleichbleibenden anderen Einflußgrößen gerechnet werden darf.

2.1.4.3 Näherungsabstand ist der Mittelwert der Abstände eines Näherungsabschnittes zwischen einer Leitung der Starkstromanlage und einer Fernmeldeleitung, soweit sie innerhalb der Grenzabstände liegen (siehe Abschnitt [5.3.12](#)).

2.1.4.4 Kreuzung ist das Unter- oder Überqueren einer Leitung der Starkstromanlage durch eine Fernmeldeleitung. Sie wird in zwei Näherungsabschnitte aufgeteilt (siehe Abschnitt [5.3.11.2](#)).

2.1.4.5 Näherungsfolge einer Leitung ist eine Anzahl räumlich getrennter Näherungen, die dadurch entsteht, daß die Leitung mehrfach in den Einflußbereich ein- und wieder austritt (siehe Abschnitt [5.2.2.1.6](#)).

2.1.5 Gefährdung ist die Möglichkeit der Schädigung von Personen oder der Beschädigung der Fernmeldeanlage durch elektrische Einwirkungen der Starkstromanlage.

2.1.6 Störung ist die Beeinträchtigung der Nachrichtenübertragung (Übertragungsgüte und Funktion) durch elektrische Einwirkung der Starkstromanlage. Zu unterscheiden sind Störungen:

- a) bei denen die Beeinflussungsgrößen frequenzbewertet eingehen (siehe Abschnitte [2.2.2](#), [2.3.4.3](#) und [2.3.4.4](#))
- b) und solche, bei denen das nicht oder zumindest nicht wesentlich der Fall ist (siehe Abschnitt [2.3.4.2](#)).

2.1.7 Frequenzbewertung bei Fernsprech- und Tonleitungen (Psophometrische Frequenzbewertung) ist die Bewertung der einzelnen Frequenzen nach ihrer Wirkung auf das menschliche Ohr. In der Frequenzbewertung für Fernsprechleitungen sind außerdem die Bewertung der elektroakustischen Eigenschaften des Fernsprechapparates enthalten.

2.1.8 Störgewicht p_f ist der Bewertungsfaktor der Frequenz f , bezogen auf den Bewertungsfaktor bei der Bezugsfrequenz.

Der Bezugsfrequenz wird der Bewertungsfaktor 1 zugeordnet.

2.1.9 Bezugsfrequenz ist bei Fernsprechleitungen 800 Hz, bei Ton-Rundfunk-Übertragungsleitungen 1000 Hz.

2.1.10 Kopplungsfaktoren k_f und h_f sind Faktoren, die die Frequenzabhängigkeit der Kopplung zwischen beeinflussender und beeinflusster Leitung, bezogen auf die Störspannung (k_f) bzw. den Störstrom (h_f), berücksichtigen. Bei der Bezugsfrequenz sind diese Faktoren gleich 1.

2.2 Allgemeine Begriffe der Starkstromanlage

2.2.1 Arten der Starkstromanlage

Vom Standpunkt der Beeinflussungswirkung ist zwischen erdunsymmetrisch und erdsymmetrisch zu unterscheiden.

2.2.1.1 Erdunsymmetrische Starkstromanlage

Das ist eine solche, die im Normalbetrieb zumindest teilweise Erde als Rückleitung für elektrische Energie benutzt. Dazu gehören:

- a) Wechselstrom-Bahnanlagen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 3](#)).
- b) Erdunsymmetrische Gleichstrom-Bahnanlagen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 4](#)).
- c) Erdunsymmetrische Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlagen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 5](#)).

2.2.1.2 Erdsymmetrische Starkstromanlage

Das ist eine solche, deren Spannungs- und Stromsysteme im Normalbetrieb eine hohe Erdsymmetrie haben. Dazu gehören:

- a) Drehstromsysteme (siehe [DIN VDE 0228 Teil 2](#)).
- b) 110-kV-Bahnstromleitungen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 3](#)).
- c) Erdsymmetrische Gleichstrom-Bahnanlagen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 4](#)).
- d) Symmetrische HGÜ-Kreise (siehe [DIN VDE 0228 Teil 5](#)).

Eine erdsymmetrische Starkstromanlage kann bei Fehlern kurzzeitig oder vorübergehend erdunsymmetrisch sein.

Kurzzeitunsymmetrie tritt auf bei erdsymmetrischen Systemen durch Erdkurzschlüsse oder Doppelerdschlüsse, bei denen Kurzschlußströme oder Teilkurzschlußströme über Erde fließen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 2](#) und [Teil 3](#)). Vorübergehende Erdunsymmetrie entsteht durch Erdfehler, die nur eine Spannungsunsymmetrie hervorrufen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 2](#)) oder bei zeitweise unsymmetrischem Betrieb von Gleichstrom-Bahnanlagen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 4](#)) oder HGÜ-Stromkreisen (siehe [DIN VDE 0228 Teil 5](#)).

2.2.2 Störgrößen

2.2.2.1 Störspannung einer Starkstromanlage ist eine Ersatzspannung, deren Frequenz gleich der Bezugsfrequenz ist und die anstelle der Betriebsspannung in der Starkstromanlage wirkend in einer benachbarten Fernmeldeleitung die gleiche Geräuschstörung erzeugen würde, wie die Betriebsspannung mit ihren Oberschwingungen.

2.2.2.2 Störstrom einer Starkstromanlage ist ein Ersatzstrom, dessen Frequenz gleich der Bezugsfrequenz ist und der in der Starkstromanlage wirkend in einer benachbarten Fernmeldeleitung die gleiche Geräuschstörung erzeugen würde, wie der Betriebsstrom mit seinen Oberschwingungen.

2.2.2.3 Fernsprechformfaktor der Betriebsspannung ist das Verhältnis von Störspannung zu Nennspannung.

Anmerkung: Wegen der unterschiedlichen Frequenzbewertung ergeben sich für die Beurteilung der Beeinflussung der verschiedenen Arten von Fernmeldeanlagen (Fernsprech- und Tonleitungen sowie Fernschreib-, Daten- und Fernwirkanlagen) verschiedene Werte des Fernsprechformfaktors.

2.2.3 Erdung ist die Gesamtheit aller Mittel und Maßnahmen zum Erden (siehe [DIN VDE 0141](#)). Eine Masterdung kann hiernach schon aus den Mastfüßen allein, aus zusätzlich eingebrachten Erden oder aus Mastfüßen und solchen Erden bestehen.

2.3 Begriffe der Fernmeldeanlagen

2.3.1 Fernmeldeanlage im Sinne dieser Norm ist eine Anlage zur drahtgebundenen Übertragung und Verarbeitung von Nachrichten mit elektrischen Betriebsmitteln ([DIN VDE 0800 Teil 1](#)).

2.3.2 Als **nichtöffentlich zugängliche Teile** einer Fernmeldeanlage gelten Teile, die erst nach dem Durchführen besonderer Maßnahmen, wie z. B. Entfernen von Abdeckungen, berührbar sind oder die sich in Räumen nach [DIN VDE 0800 Teil 1/04.84](#) (bedingt zugängliche Betriebsstätten und abgeschlossene Betriebsstätten) befinden.

2.3.3 Fernmeldeleitung ist, im Sinne dieser Norm, ein metallener Stromkreis zum Übertragen von Nachrichten. Es ist zwischen geschirmten und ungeschirmten Fernmeldeleitungen zu unterscheiden. Beeinflussungstechnisch sind geschirmte Kabel, wie z. B. Luftkabel, wie ungeschirmte zu behandeln, sofern der Schirm nicht geerdet ist.

2.3.4 Beeinflussungsspannung

Unter diesen Begriff fallen die in den Abschnitten 2.3.4.1 bis 2.3.4.4 angegebenen Spannungen.

2.3.4.1 Gefährdungsspannung ist die durch induktive, kapazitive oder ohmsche Beeinflussung zwischen der Fernmeldeleitung und Erde hervorgerufene Spannung der Grundschiwingung der Starkstromanlage, die eine Gefährdung nach [Abschnitt 2.1.5](#) verursacht.

2.3.4.2 Fremdspannung ist die von einer Starkstromanlage in einem beliebigen Leitungskreis einer Fernmeldeanlage erzeugte, nicht frequenzbewertete Summenspannung, die eine Störung nach [Abschnitt 2.1.6](#) verursacht.

2.3.4.3 Geräuschspannung ist eine für Fernsprechstromkreise oder Tonleitungen frequenzbewertete Fremdspannung, die an einer mit 600 Ω oder mit einem definierten Unsymmetrienormal abgeschlossenen symmetrischen Leitung auftritt. Sie entspricht einer Ersatzspannung mit der Bezugsfrequenz, die anstelle der Fremdspannung in der Fernmeldeleitung wirkend, die Übertragungsgüte in gleichem Maße beeinträchtigen würde wie die Fremdspannung.

2.3.4.4 Längs-EMK ist die Summe der im Erdkreis (Kreis Fernmeldeleitung – Erde) erzeugten elektromotorischen Kräfte. Sie wird für Geräuschstörungen in Fernsprechstromkreisen und Tonleitungen frequenzbewertet (Geräusch-Längs-EMK), für andere Störungen unbewertet oder in anderer Weise bewertet angegeben (siehe [Abschnitt 6.2.1](#)).

2.3.5 Erdunsymmetrie ist die Ungleichheit der elektrischen Eigenschaften der beiden Leitungszweige einer Fernmeldeleitung oder eines Fernmeldegerätes gegen Erde.

2.3.6 Unsymmetrie der Lage zur Starkstromleitung ist die Ungleichheit der Abstände der beiden Leitungszweige einer Fernmelde-Freileitung von der beeinflussenden Starkstromleitung.

2.3.7 Kabel mit Erderwirkung (Erdfähige Kabel) sind Kabel, bei denen metallene Mäntel, Schirme oder Bewehrungen eine Ableitung gegen Erde haben, die in der Größenordnung der Ableitung von Bänderdern liegen.

2.3.8 Kabel ohne Erderwirkung sind solche, deren äußere Umhüllung den metallenen Kabelmantel bzw. die Kabelseele gegen Erde isoliert.

2.3.9 Empfindlichkeitsfaktor einer Fernmeldeleitung bei induktiver Beeinflussung ist, unter Voraussetzung einer auf ihrer ganzen Länge gleichmäßigen Beeinflussung, das Verhältnis der am betrachteten Abschlußwiderstand wirkenden Geräuschspannung zur Hälfte der im Erdkreis der Fernmeldeleitung induzierten frequenzbewerteten und entsprechend [Abschnitt 6.2.1](#) gemessenen oder gerechneten Längs-EMK. Er dient zur größenordnungsmäßigen Abschätzung der Geräuschspannung.

2.3.10 Empfindlichkeitsfaktor einer Fernmeldeleitung bei kapazitiver Beeinflussung ist das Verhältnis der in der Fernmeldeleitung wirkenden Geräuschspannung zu der in der Fernmeldeleitung gegen Erde influenzierten mittleren frequenzbewerteten Spannung, unter der Voraussetzung, daß die von der Starkstromleitung herrührenden Ladeströme in beiden Zweigen der Fernmeldeleitung gleich sind.

2.3.11 Unsymmetriegrad eines Fernmeldegerätes ist das Verhältnis der an einem Abschlußwiderstand von 600 Ω gemessenen Querspannung zu der zwischen Symmetriepunkt eines Abschlusses und Erde aufgeprägten Längsspannung (siehe [Abschnitt 6.2.6](#)).

2.3.12 Schleifenkreuzung einer Fernmelde-Freileitung ist das gegenseitige Vertauschen der beiden zu einem Stromkreis gehörenden Leiter.

2.3.13 Platzwechsel einer Fernmelde-Freileitung ist das Vertauschen der beiden zu einem Stromkreis gehörenden Leiter mit den beiden Leitern eines anderen Stromkreises, ohne daß die Leiter hierbei gekreuzt werden.

Beim Platzwechsel von Fernmelde-Kabelleitungen dürfen die Leiter verkreuzt werden, sofern der Platzwechsel innerhalb symmetrischer Verseilelemente stattfindet.

2.3.14 Störungslänge oder nichtkompensierte Länge ist die Länge des größten, keine Schleifenkreuzungen enthaltenden Abschnittes einer Fernmelde-Freileitung, der bei dem angewendeten Schleifenkreuzungs- und Platzwechselschema vorkommt.

2.3.15 Verdrillung (Drehkreuzverfahren) einer Fernmelde-Freileitung ist die systematische Lageänderung der Drähte von zwei Freileitungsschleifen (Vierer) derart, daß die beiden Drähte ihre Stellung an den Masten in gleicher Drehrichtung ändern.

2.4 Reduktions- und Schirmfaktor

2.4.1 Der Reduktionsfaktor gibt bei induktiver und ohmscher Beeinflussung an, wie stark die in die Fernmeldeanlage übertragene Längsspannung durch die Kompensationswirkung von Strömen verringert wird, die durch Kopplung über induktive oder ohmsche Widerstände in den reduzierenden Leitern fließen (siehe auch DIN VDE 0845).

Die reduzierenden Leiter können

- a) zur beeinflussenden Leitung gehören
(Beispiel: Metallmantel eines Energiekabels oder Fahrschienen einer elektrischen Bahn);

- b) zwischen der beeinflussenden und beeinflussten Leitung liegen
(Beispiel: metallenes Wasserrohr);

- c) zur beeinflussten Leitung gehören
(Beispiel: Metallmantel eines Fernmeldekabels ohne oder mit magnetischer Bewehrung).

Anmerkung: Im wesentlichen findet im Fall a) die Reduktion durch Erdrückstromverminderung statt, im Fall b) durch Feldüberlagerung, im Fall c) durch Feldschwächung am Ort des beeinflussten Leiters. Die Reduktionswirkung ist im Fall b) abhängig von der Entfernung des beeinflussenden vom beeinflussten Leiter.

2.4.2 Der Schirmfaktor gibt bei kapazitiver Beeinflussung an, wie stark die in der Fernmeldeanlage influenzierte Spannung durch die Schirmwirkung geerdeter metallener Leiter oder halbleitende Gegenstände, z. B. Baumreihen, Häuser, verringert wird. Er ist das Verhältnis der zwischen einer Fernmeldeleitung und Erde influenzierten Fremdspannung zu der Fremdspannung, die in derselben Fernmeldeleitung beim Fehlen der Abschirmung influenziert würde.

3 Grenzwerte für Spannungen und Ströme bei Beeinflussungen [9]

3.1 Grenzwerte für Gefährdungsspannungen und -ströme

3.1.1 Induktive Beeinflussung

3.1.1.1 Zur Abschätzung der Gefährdungsmöglichkeit kann die Höhe der induzierten Längs-EMK berechnet werden. Statt dessen kann auch die tatsächlich wirksame Beeinflussungsspannung (Gefährdungsspannung) gemessen werden.

Sie wird bestimmt

- a) als Spannung gegen Erde, wenn die Leitung nicht mit Abschlußwiderständen gegen Erde belastet ist, z. B. bei symmetrischen Leitungen, die mit Überträgern unterteilt sind;
- b) als Spannungsabfall am Scheinwiderstand der Schaltelemente, die gegen Erde geschaltet sind.

3.1.1.2 Die wirksame Beeinflussungsspannung darf in Fernmeldeleitungen ohne zusätzliche Schutzeinrichtungen die in [Tabelle 1](#) angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

3.1.1.3 Auf Leitungen mit Schutzeinrichtungen sind höhere Spannungen zulässig, wenn die Schutzeinrichtungen das Überschreiten der Grenzwerte in [Tabelle 1](#) verhindern.

3.1.1.4 In begründeten Ausnahmefällen, in denen die Grenzwerte nach [Tabelle 1](#) nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand einzuhalten sind, z. B. bei Näherungen in langen und engen Tälern oder bei Luftkabeln am Hochspannungsgestänge, dürfen höhere Spannungen als in [Tabelle 1](#) auftreten, wenn ein ausreichender Sachschutz sowie Berührungsschutz sichergestellt ist (siehe [Abschnitt 4.6](#)).

3.1.1.5 Bei Kabeln mit höherer Spannungsfestigkeit, z. B. bei Kabeln mit Kunststoffisolierung besonderen Aufbaues, dürfen entsprechend einer höheren Prüfwechselspannung höhere Spannungen auftreten, sofern

auch die Garnituren (Muffen, Endeinrichtungen usw.) diese Spannungsfestigkeit aufweisen.

3.1.2 Kapazitive Beeinflussung

Der Ladestrom von Fernmeldefreileitungen sowie von Luftkabeln und Installationskabeln ohne geerdete metallene Hüllen durch Influenz darf bei Erdverbindung an irgendeiner Stelle 9 mA nicht überschreiten, falls nicht Vorrichtungen, wie z. B. Erdungsdrosseln, vorgesehen sind, die den Ladestrom gefahrlos gegen Erde ableiten (siehe [Abschnitt 4.3.2](#)).

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 ⁴⁾ ; 500
	mit	125	500
Kabel	ohne	65	300 ⁴⁾ ; 500
	mit	250	1200 ⁵⁾

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 Batteriespannungen siehe DIN VDE 0800 Teil 1.

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⁾ 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 Richtlinien des CCITT (1960), Kapitel IV, unter Berücksichtigung eines Erwartungsfaktors $w = 0,7$.

⁵⁾ 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.

3.1.3 Beeinflussung durch Kopplung über ohmsche Widerstände

3.1.3.1 Zur Beurteilung der Gefährdungsmöglichkeit eines in einer Starkstromanlage eingeführten Fernmeldekabels ist die Höhe der Spannung infolge ohmscher Kopplung durch Rechnung nach [Abschnitt 5.2.1.3](#) oder durch Messung zu bestimmen.

3.1.3.2 Als zulässig gelten die Werte nach Tabelle 1.

3.1.3.3 Bei Näherungen von Fernmeldekabeln mit Erdungsanlagen von Starkstrommasten wird die Einhaltung der Grenzwerte für die Kurzzeiteinwirkung nicht gefordert, wenn die Voraussetzungen unter [Abschnitt 4.5.2](#) erfüllt sind.

3.1.4 Beeinflussung von Fernmeldestromkreisen mit Fernspeisung

Für einen in sich abgeschlossenen Fernspeiseabschnitt, der ein oder mehrere hintereinandergeschaltete Geräte (Verstärker) enthält und der mit Fernspeise-Wechselstrom- oder Fernspeise-Gleichstrom betrieben wird.

3.1.4.1 Fernspeise-Wechselstrom

Wird mit Fernspeise-Wechselstrom

- a) ohne Erdung des Symmetriemittelpunktes der Fernspeisung betrieben, gelten die Festlegungen nach [Abschnitt 3.1.1](#) und Spannungsgrenzen nach Tabelle 1;
- b) mit Erdung der Symmetriemittelpunkte der Fernspeisung betrieben, gelten die Festlegungen und Spannungsgrenzen nach [Abschnitt 3.1.1](#) und Tabelle 1 nur für im selben Kabel verlaufende Stromkreise ohne Fernspeisung.

3.1.4.2 Fernspeise-Gleichstrom

Wird mit Fernspeise-Gleichstrom betrieben, gelten:

- a) für symmetrische Stromkreise mit Fernspeisung die Festlegungen und Spannungsgrenzen des [Abschnittes 3.1.1](#);
- b) für Koaxialkabel mit Fernspeisung und nicht geerdetem (schwebendem) Außenleiter die Grenzwerte der Tabelle 1.

3.2 Grenzwerte für Geräusch- und Fremdspannungen

3.2.1 Die im folgenden angegebenen Grenzwerte für Geräusch- und Fremdspannungen sind Qualitätsmerkmale, deren Einhaltung eine ausreichende Systemverträglichkeit sicherstellt. Etwaige Überschreitungen der hier genannten Grenzwerte können wegen der bei der Berechnung vorhandenen Unbestimmtheitsbereiche (siehe [Abschnitt 3.2.2.3](#)) im allgemeinen als unkritisch gelten, weil - im Gegensatz zu den Festlegungen im [Abschnitt 3.1](#) - die elektrische Sicherheit der durch Störungen solcher Art beeinflussten Fernmeldeanlagen nicht beeinträchtigt wird.

3.2.2 Grenzwerte für die zulässigen Geräuschspannungen in Fernsprechverbindungen

Die durch Beeinflussung hervorgerufene Geräuschspannung soll an den Klemmen der Teilnehmereinrichtung keine höheren Werte aufweisen als in [Tabelle 2](#) angegeben. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Fernsprecheinrichtung in der Verbindung, nach dem neuesten Stand der Technik, so gut wie möglich **symmetrisch** ausgeführt ist.

Tabelle 2. **Grenzwerte für Geräuschspannungen in Fernsprechverbindungen im Gesprächszustand**

Mögliche Verbindung der Teilnehmer-einrichtung:	Geräuschspannung an 600 Ω mV
a) mit Fernsprechleitungen des öffentlichen Verkehrs oder mit internationalen Verbindungen der Bahnen:	0,5 ¹⁾
b) mit Fernsprechleitungen des nicht-öffentlichen Verkehrs — in Luftkabeln oder auf Fernsprechfreileitungen einschließlich kurzer Einführungs- und Zwischenkabel	5
anzustreben:	2,5
— in Erdkabeln	2,5
anzustreben:	1
c) mit Fernsprechleitungen (im Fall b), sofern diese mit Fernsprechleitungen des öffentlichen Verkehrs oder internationalen Verbindungen der Bahnen zusammengeschaltet werden können:	0,5 ¹⁾
¹⁾ CCITT gibt im Rotbuch 1985, Empfehlung G 123, Vol. III. 1, anstatt der Geräuschspannung von 0,5 mV eine Geräusch-EMK von 1 mV an.	

3.2.2.1 In Fernsprechstromkreisen mit zusätzlichen Frequenzbegrenzungen sind nur die Frequenzen des Durchlaßbereiches in die Beurteilung der Störung einzubeziehen.

Bei verstärkten Fernsprechstromkreisen beginnt der Durchlaßbereich bei 300 Hz und reicht bis maximal 3,4 kHz, bei Tonleitungen bis 15 kHz.

3.2.2.2 Überschreitet die Geräuschspannung beim Teilnehmer in Sonderfällen, z. B. in Stromkreisen am Hochspannungsgestänge, die in Tabelle 2 angegebenen Grenzwerte, so ist zu prüfen, ob der Sendepiegel erhöht werden kann.

3.2.2.3 Wird die Geräuschspannung für geplante Fernmeldeanlagen oder bei Planung einer Starkstromanlage für vorhandene Fernmeldeanlagen durch Berechnung mit den Werten nach [Abschnitt 5.3](#) ermittelt, so ergibt die Rechnung nur einen größenordnungsmäßigen Anhalt (siehe [Abschnitt 5.1.2](#)). Bei geringfügiger Überschreitung der Werte von Tabelle 2 brauchen daher im allgemeinen keine vorsorglichen Maßnahmen getroffen zu werden. Insbesondere in den Fällen, in denen aufgrund der Vorabschätzung große Aufwendungen erforderlich sind, ist zu empfehlen, die in die Rechnung eingehenden Größen durch Messung zu erfassen. Im Zweifelsfall sind die an der fertigen Fernmeldeanlage gemessenen Werte maßgebend. Statt Berechnungen können auch vergleichende Betrachtungen mit bereits bestehenden, entsprechenden Anlagen durchgeführt werden.

3.2.2.4 Störungen in Fernmeldefreileitungen durch vorübergehende Spannungsunsymmetrie (Einfacherschlüsse) in symmetrischen Starkstromanlagen mit hochohmiger Erdung des Sternpunktes brauchen nicht berücksichtigt zu werden, wenn:

- a) die Erdschlußdauer kleiner als 10 s ist oder wenn
- b) die Erdschlußdauer kleiner als 1 h ist und die Geräuschspannung im Erdschlußfall den fünffachen Wert nach Tabelle 2, im Fall a) und c) also 2,5 mV, und im Fall b) 5 mV nicht überschreitet (siehe [Abschnitt 4.2.2](#)).

3.2.3 Grenzwerte für Fremdspannungen hinsichtlich Störung einer Nachrichtenübertragung

Eine in Leitungen eines Fernmeldenetzes induzierte Längs-EMK kann eine Nachrichtenübertragung in diesem Netz so beeinträchtigen, daß Funktionsstörungen in den angeschlossenen Fernmeldeeinrichtungen entstehen. Daher werden Grenzwerte für die zulässige Längs-EMK bei Langzeitbeeinflussung durch Starkstromanlagen mit den technischen Frequenzen von 16 $\frac{2}{3}$ und 50 Hz festgelegt.

Enthält die induzierte Längs-EMK Oberschwingungen, so gilt für die zulässige Geräuschspannung der Grenzwert nach [Abschnitt 3.2.2](#). Dieser kann bereits erreicht werden, wenn der Grenzbereich bei Langzeitbeeinflussung für die Fremdspannung mit der jeweiligen Grundschwingung noch nicht ausgeschöpft ist.

Störungen der Nachrichtenübertragung durch Oberschwingungen der induzierten Längs-EMK, bei denen die psychometrische Bewertung nicht zutrifft, sind abhängig von der Ausbreitung einzelner Spektralanteile im Einflußbereich einer Starkstromanlage und dem Verhalten der beeinflussten Fernmeldestromkreise. Eine Regelung für solche Beeinflussungsfälle steht noch aus.

Bei der Entwicklung von Fernmeldegeräten und der Einrichtung von Stromkreisen mit diesen Geräten soll nach [Abschnitt 4.1.1](#) verfahren werden.

3.2.3.1 Symmetrisch betriebene Fernmeldestromkreise ohne Verbindung zu einem Funktionserdungsleiter (FE)

Symmetrisch betriebene Fernmeldestromkreise sind solche Stromkreise, die über Doppeladern (Adernpaare) so betrieben werden, daß die wirksamen Signalströme nicht über einen gemeinsamen dritten Leiter und auch nicht durch das Erdreich zurückfließen (siehe [Bild 1](#)). Zu den hier betrachteten symmetrisch betriebenen Fernmeldestromkreisen gehören alle Stromkreise, deren Fernmeldefreileitung (siehe [Bild 1](#) und [Anmerkung 1](#)) beiderseits innerhalb der angeschlossenen Fernmeldeeinrichtungen nicht mit dem Funktionserdungsleiter verbunden sind, weil sie eine derartige Verbindung weder aus Gründen der Funktion noch zum Zweck des Potentialausgleiches für den Personenschutz benötigen (Geräteübertrager oder gleichwertige Abschlüsse).

Für solche Stromkreise, die im Einflußbereich von Starkstromanlagen verlaufen, beträgt die zulässige, an der Anschlußstelle der Fernmeldeeinrichtung meßbare Längs-EMK bei Langzeitbeeinflussung mit den technischen Frequenzen 16 $\frac{2}{3}$ Hz und 50 Hz.

$$U_L = 60 \text{ V}$$

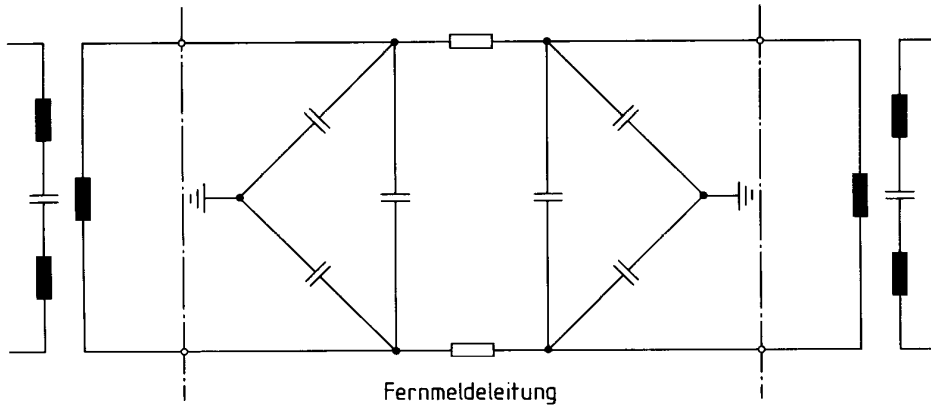


Bild 1. Prinzip eines symmetrisch betriebenen Fernmeldestromkreises ohne Verbindung zu einem Funktionserdungsleiter (FE)

Wird der Wert von 60 V im Einzelfall überschritten, jedoch nicht ein Wert von 65 V, so ist nach [Abschnitt 4.1.1](#) zu verfahren.

Anmerkung 1: Fernmeldeleuchtungsübertrager (FLÜ) riegeln als Schutz- und Trennübertrager die induzierte Längs-EMK ab und verhindern dadurch ihre Verschleppung zu den an die Leitung angeschlossenen Fernmeldeeinrichtungen. Schutz- und Trennübertrager können zur Einhaltung der Grenzwerte hinsichtlich Gefährdung nach [Tabelle 1](#) eingesetzt werden. Sie sind dann Bestandteil der Fernmeldeleitung.

Anmerkung 2: CCITT¹⁾ gibt in den „Directives“ [\[8\]](#) für die Personengefährdung einen Grenzwert von 60 V an.

3.2.3.2 Symmetrisch betriebene Fernmeldestromkreise mit einseitiger Verbindung zum Funktionserdungsleiter (FE)

Symmetrisch betriebene Fernmeldestromkreise mit einseitiger Verbindung zum Funktionserdungsleiter (FE) sind solche Stromkreise, deren Fernmeldeleitung auf einer Seite mit einer Fernmeldeeinrichtung abgeschlossen ist, die eine Mittenerdung bewirkt (siehe Bild 2). Eine Mittenerdung steht z. B. im Zusammenhang mit Erdungsmaßnahmen nach [DIN VDE 0800 Teil 2](#) an Stromversorgungsanlagen in Fernsprechvermittlungsstellen.

Außer der einseitigen Verbindung zum Funktionserdungsleiter sind die unvermeidlichen Ableitungen durch die Ader-Erd-Kapazität der Fernmeldeleitungen insbesondere in Kabeln wirksam. Die Mittenerdung ist durch eine begrenzte Unsymmetrie gekennzeichnet.

Für solche Stromkreise der Fernsprechtechnik, die im Einflußbereich von Starkstromanlagen verlaufen, gelten die Grenzwerte für die zulässige, an der Anschlußstelle der Fernmeldeeinrichtung meßbare Längs-EMK U_L bei Langzeitbeeinflussung nach [Tabelle 3](#).

Als Störgröße tritt der durch die Längs-EMK U_L verursachte Strom auf, dessen Betrag und dessen Frequenzabhängigkeit überwiegend durch die Ader-Erd-Kapazität der Fernmeldekabel bestimmt ist.

Dieser Strom I ist das Produkt aus der Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f$, dem mittleren Ader-Erd-Teilkapazitätsbelag C'_S und dem Integral der Wechselspannung U (zwischen Ader und Schirm) über der Länge l_K des Fernmeldekabels

$$I = \omega C'_S \int_{l=0}^{l=l_K} U dl$$

Bei längsgleichmäßiger Beeinflussung ist

$$I = \omega C'_S U_{\max} \cdot \frac{l_K}{2}$$

Typisch für Fernsprechstromkreise mit einseitiger Verbindung zum Funktionserdungsleiter (FE) sind Hauptan-

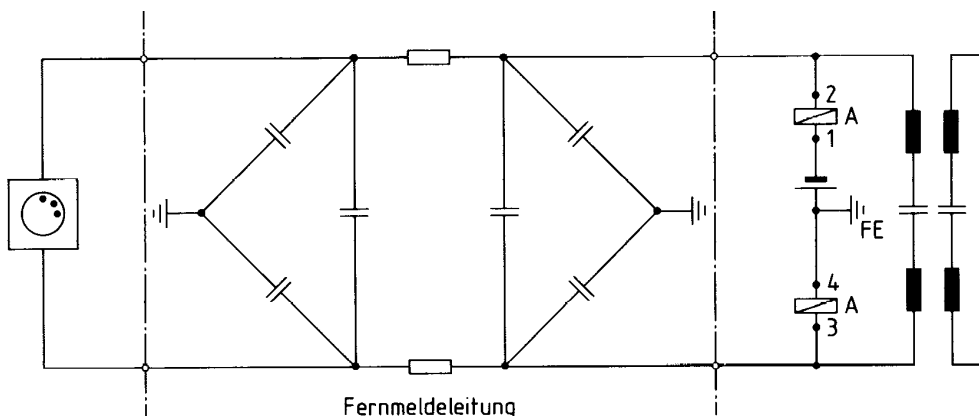


Bild 2. Prinzip eines symmetrisch betriebenen Fernmeldestromkreises mit einseitiger Verbindung zum Funktionserdungsleiter (FE)

¹⁾ Siehe [Seite 1](#)

Tabelle 3. **Grenzwerte der in Fernsprechverbindungen zugelassenen Längs-EMK U_L hinsichtlich Funktionsstörungen in symmetrisch betriebenen Stromkreisen mit einseitiger Verbindung zum Funktionserdungsleiter (FE)**

Betriebsgleichspannung des Stromkreises in V	Zulässige Längs-EMK U_L in V		
	bei 16⅔ Hz	bei 50 Hz	
		im Fall A	im Fall B
60 48	60 ²⁾ 60 ²⁾	60 60	25 ¹⁾ 20
1) Wird der Wert von 25 V überschritten, jedoch nicht ein Wert von 60 V und treten dabei Funktionsstörungen auf, ist nach Abschnitt 4.1.1 zu verfahren. 2) Wird der Wert von 60 V überschritten, jedoch nicht ein Wert von 65 V und treten dabei Funktionsstörungen auf, ist nach Abschnitt 4.1.1 zu verfahren. Anmerkung: Der Fall B liegt vor, wenn eine Fernsprechverbindung in einem Kabel mit weniger als 10 Doppeladern über eine Länge von mehr als 3 km geführt wird. In allen anderen Situationen gilt der Fall A.			

schlußleitungen (HASL) der Fernsprechvermittlungsstellen im Gesprächszustand [31], [32].

Bei Fernmeldekabeln für die Hauptanschlußleitung ist der anzusetzende Betrag für den Kapazitätsbelag C'_S abhängig von der Paaranzahl. Er liegt im Bereich 8 nF/km (100paarig) und 15 nF/km (10paarig). Der Unterschied zu dem für das Übertragungsverhalten maßgebenden Betriebskapazitätsbelag C'_B (siehe DIN VDE 0816) im Bereich zwischen etwa 36 nF/km (Papier-Isolation) und etwa 47 nF/km (Voll-PE-Isolation) ist zu beachten.

Für symmetrisch betriebene Fernmeldestromkreise sonstiger Fernmeldeanlagen mit einseitiger Verbindung zum Funktionserdungsleiter (FE) gilt [Abschnitt 3.2.3.7](#).

3.2.3.3 Unsymmetrisch betriebene Fernmeldestromkreise

Unsymmetrisch betriebene Fernmeldestromkreise sind solche Stromkreise, die dauernd oder zeitweise an bei-

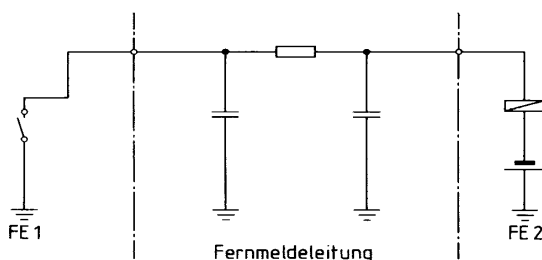


Bild 3. Prinzip eines unsymmetrisch betriebenen Fernmeldestromkreises mit beidseitiger Funktionserdung (FE)

den Seiten der Fernmeldeleitung mit Funktionserdung so arbeiten, daß ein gemeinsamer Rückleiter, insbesondere das Erdreich, zur Funktion der Signalübertragung notwendig ist.

Für solche Stromkreise der Fernsprechtechnik, die durch Starkstromanlagen induktiv beeinflusst werden, gelten die Grenzwerte für die zulässige Längs-EMK U_L bei Langzeitbeeinflussung nach Tabelle 4.

Tabelle 4. **Grenzwerte der in Fernsprechverbindungen zugelassenen Längs-EMK U_L hinsichtlich Funktionsstörungen in unsymmetrisch betriebenen Stromkreisen**

Art der Fernsprechanlage mit Betriebsgleichspannung	Zulässige Längs-EMK U_L Richtwerte in V	
	bei 16⅔ Hz	bei 50 Hz
60 V		
Heb Drehwähler-(HDW)-System	10	20
Edelmetall-Motor-Drehwähler-(EMD)-System	15	20
Anmerkung: Der höhere Grenzwert bei 50 Hz ist durch die Trägheit der elektro-mechanischen Schaltmittel bestimmt.		

Typisch für solche Fernsprechstromkreise mit unsymmetrischem Betrieb sind Ortsverbindungsleitungen (OVL, OEL) und diejenigen Hauptanschlußleitungen (HASL), über die der Verbindungsauf- und -abbau mit Impulskennzeichen (IKZ) sowie die Zählung gesteuert wird.

Für unsymmetrisch betriebene Stromkreise sonstiger Fernmeldeanlagen gilt [Abschnitt 3.2.3.7](#).

3.2.3.4 Verbindungsverkehr im Fernsprechnet

Im öffentlichen Fernsprechnet gilt für Stromkreise des Verbindungsverkehrs zwischen Vermittlungsstellen mit verschiedenartigen Wählersystemen der jeweils niedrigere Grenzwert der zulässigen Längs-EMK.

Die Anschlußtechnik einer Vermittlungsstelle im öffentlichen Fernsprechnet bestimmt die Betriebsweise des Signalaustausches mit den zugeordneten Fernsprech-Nebenstellenanlagen.

3.2.3.5 Fernsprech-Nebenstellenanlagen

Fernsprech-Nebenstellenanlagen sind im allgemeinen nicht der Starkstrombeeinflussung ausgesetzt, wenn deren Leitungsnetz sich nur auf bauliche Anlagen im begrenzten Ausdehnungsbereich (z. B. Werksgelände) beschränkt.

Ist es unvermeidbar, daß Fernsprech-Nebenstellenanlagen Leitungen benutzen, die von Starkstromanlagen induktiv beeinflusst werden, so müssen die betroffenen Leitungseinrichtungen der Fernsprech-Nebenstellenanlage je nach ihrer Betriebsart fallweise den Bedingungen der [Abschnitte 3.2.3.1 bis 3.2.3.3](#) durch zusätzliche Maßnahmen angepaßt werden können.

3.2.3.6 Eisenbahnblockleitungen

Siehe Technische Empfehlung Nr. 6 der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen [11].

3.2.3.7 Sonstige Fernmeldeanlagen

Sonstige Fernmeldeanlagen, deren Stromkreise von Starkstromanlagen beeinflusst werden, sind entsprechend der auftretenden Verbindung zu einem Funktionserdungsleiter (FE) einem der vorstehenden Abschnitte zuzuordnen. Wenn diese Zuordnung nicht möglich ist, werden Einzelregelungen erforderlich, die nicht durch die vorliegende Norm abgedeckt sind. Solche Regelungen sind dann unter den Beteiligten zu vereinbaren. Das trifft zu z. B. für Verkehrssignalanlagen nach **DIN VDE 0832** sowie private und öffentliche Gefahrenmeldeanlagen nach **DIN VDE 0833 Teil 1 bis Teil 3**.

3.2.3.8 Überspannungsableiter an Fernmeldeleitungen

In Fernmeldeleitungen, die mit Überspannungsableitern ausgestattet sind, müssen die durch Langzeitbeeinflussung auftretenden Spannungen (siehe **Abschnitt 3.1.1 a**) unter der Ansprechspannung dieser Überspannungsableiter liegen.

4 Maßnahmen gegen Beeinflussung

4.1 Allgemeines

4.1. Im Einvernehmen aller Beteiligten sollen grundsätzlich diejenigen Maßnahmen getroffen werden, die die technisch-wirtschaftlich beste Gesamtlösung ergeben. Welche Maßnahmen zur Erfüllung der unter **Abschnitt 3.1** und **Abschnitt 3.2** angegebenen Anforderungen durchzuführen sind, muß aus den im Einzelfall vorgegebenen Verhältnissen ermittelt werden **[10, 12]**.

Anmerkung: Die technisch-wirtschaftliche Optimierung dieser Zielvorstellung erfordert, daß die Betreiber der beeinflussenden und der beeinflussten Anlagen ihren Beitrag zu dieser Zielstellung unter Beachtung der vorgegebenen Randbedingungen leisten.

4.1.2 Neue Anlagen sollen so geplant werden, daß durch die Fernwirkung des elektrischen und magnetischen Feldes der Starkstromanlagen und durch ohmsche Kopplung über das Erdreich keine Beeinflussung im Sinne von **Abschnitt 2.1.1** eintritt, das bedeutet, daß bei der Planung kleine Näherungslängen und große Leitungsabstände anzustreben sind.

4.1.3 Bei allen Maßnahmen sollen spätere Näherungen mit neuen Anlagen oder Änderungen an bestehenden Anlagen berücksichtigt werden.

4.1.4 Die Betreiber von Starkstromanlagen und die Betreiber von Fernmeldeanlagen sollen einander rechtzeitig unterrichten, wenn neue Anlagen erstellt oder vorhandene Anlagen geändert werden, sofern mit Beeinflussungen zu rechnen ist.

Die gegenseitige Unterrichtung soll so rechtzeitig stattfinden, daß die Maßnahmen zum Vermeiden von Beeinflussungen möglichst vor Aufnahme des Betriebs der Starkstromanlage oder vor Änderung des bestehenden Zustandes durchgeführt werden können.

4.1.5 Treten Beeinflussungen an bestehenden Fernmeldeanlagen auf, so ist in beiden Anlagen nach dem Grund der Störung zu suchen.

4.1.6 Zweckmäßige Maßnahmen bei den verschiedenen Arten von Starkstromanlagen und Fernmeldeanlagen sind in **DIN VDE 0228 Teil 2, Teil 3, Teil 4 und Teil 5** angegeben.

4.2 Allgemeine vorsorgliche Maßnahmen

4.2.1 Vorsorgliche Maßnahmen an Starkstromanlagen siehe **DIN VDE 0228 Teil 2, Teil 3, Teil 4 und Teil 5**.

4.2.2 Vorsorgliche Maßnahmen an Fernmeldeanlagen

4.2.2.1 Es wird vorausgesetzt und den Berechnungen zugrunde gelegt, daß

- a) die berührbaren äußeren metallenen Hüllen von unterirdisch oder auf dem Erdboden verlegten Kabeln und von Luftkabeln sowie sonstige äußere metallene Schirme und Tragseile geerdet sind,
- b) die Fernsprechkörner mit Gehörschutzeinrichtungen versehen sind. (Damit entfällt die Möglichkeit einer akustischen Gefährdung.)
- c) Blankdraht-Freileitungen und Luftkabel ohne geerdete metallene Hülle mit Längen über 500 m beidseitig mit Überspannungsableitern ausgestattet sind.
- d) in die Leitung eingefügte Geräte, z. B. Verstärker, mit entsprechenden Schutzeinrichtungen (z. B. integrierendem Schutz) versehen sind.
- e) die Schaltung der unmittelbar an die Fernmeldeleitung angeschlossenen Geräte erdsymmetrisch ist.
- f) die Forderung nach **Abschnitt 4.2.2.1 e**) für Fernsprechstromkreise vor allem den Gesprächszustand betrifft.

4.2.2.2 Im Einflußbereich von Starkstromanlagen sollte erdunsymmetrischer Betrieb unterbleiben.

Daher sollten vermieden werden:

- a) Stromkreise mit Erde als Rückleiter;
- b) Einrichtungen in Fernsprechnetzen, die in Sprechstellung geerdet sind, sowie allgemein betriebsmäßig gegen Erde unsymmetrisch geschaltete Apparate, wenn sie nicht von der beeinflussten Leitung durch Übertrager getrennt sind;
- c) Belegung desselben Kabels mit erdsymmetrisch und mit erdunsymmetrisch arbeitenden Fernmeldestromkreisen, sofern die Spannungsfestigkeit zwischen beiden nicht der zwischen Kabelseele und Metallmantel entspricht;
- d) Zeichengabe der Vermittlungstechnik, sofern sie unsymmetrisch gegen Erde arbeitet.

4.2.2.3 Symmetrie der Fernmeldeleitung

Fernmeldeleitungen sollten gute Längs- und Erdsymmetrie haben. Das ist der Fall, wenn die beiden Adern der Fernmeldeleitung auch in Teilabschnitten praktisch gleichen Längswiderstand und gleiche Erdkapazität aufweisen. Außerdem ist auf großen Isolationswiderstand gegen Erde zu achten. Verbindungen sind so herzustellen und zu unterhalten, daß keine für die Übertragung schädlichen Übergangswiderstände (Kontaktfehler) auftreten, die die Längs-Symmetrie der Leitung stören.

4.2.2.4 Symmetrie der Fernmeldegeräte

Die unmittelbar, d.h. ohne Übertrager mit den Fernmeldeleitungen verbundenen Geräte und technischen Einrichtungen sollen symmetrisch gegen Erde sein. Für Fernsprechverbindungen gilt dies mindestens für den Sprechzustand.

4.2.2.5 Geeignete Bemessung des Reduktionsfaktors der Kabel (siehe **Abschnitt 5.3.5**)

4.2.2.6 Spannungsfestigkeit der Kabel und Geräte

4.2.2.6.1 Es wird empfohlen, in Gebieten besonders starker Beeinflussung Kabel mit hoher Spannungsfestigkeit zu verwenden. Hohe elektrische Spannungsfestigkeit wird durch eine entsprechende Isolierung der Adern untereinander und der Kabelseele gegen den Kabelmantel oder Schirm erreicht (z. B. durch Kunststoffisolierung).

4.2.2.6.2 Für Kabel gelten die Prüfspannungen nach DIN VDE 0816. In Sonderfällen sehr hoher Beeinflussung sind für Kabel mit Kunststoffisolierung besonderen Aufbaus höhere Prüfspannungen festzusetzen.

4.2.2.6.3 An beeinflusste Leitungen angeschlossene Fernmeldeeinrichtungen (ohne besondere Schutzmaßnahmen) sollen eine Spannungsfestigkeit nach **DIN VDE 0804** haben, sofern nicht eine höhere Spannungsfestigkeit entsprechend den Werten nach **Tabelle 1** erforderlich ist.

4.3 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen Gefährdung

4.3.1 Schutz gegen Spannungen durch induktive Beeinflussung

4.3.1.1 Allgemeines

Die folgenden Maßnahmen dürfen einzeln oder gemeinsam angewendet werden. Bei ihrer Auswahl ist die Betriebsart der Fernmeldestromkreise zu berücksichtigen. (Weitere Einzelheiten siehe DIN VDE 0845.)

4.3.1.2 Maßnahmen, wenn die Grenzwerte nach **Tabelle 1** überschritten werden.

4.3.1.2.1 Einbau von Überspannungsableitern

Überspannungsableiter sind an den Enden des beeinflussten Abschnittes oder in Schaltpunkten in deren Nähe einzusetzen. Weiterhin sind gegebenenfalls Ableiter auch innerhalb der Näherung erforderlich, und zwar:

- wenn bei papierisolierten Kabeln die errechnete induzierte Längs-EMK $2 \times 1200 \text{ V}$ übersteigen kann, an so gewählten Stellen, daß die errechnete Längs-EMK zwischen zwei Einbaustellen jeweils $2 \times 1200 \text{ V}$ nicht mehr übersteigt. Dies gilt auch bei Abschluß der Leitungen mit Übertragern, die mit Überspannungsableitern ausgerüstet sind. Bei Freileitungen gelten die gleichen Bedingungen, jedoch für die Spannungsgrenzen $2 \times 300 \text{ V}$ bzw. $2 \times 500 \text{ V}$ der induzierten Längs-EMK;
- an Abzweigpunkten von Kabeln, wenn dort zwischen den durchlaufenden Adern und den aus dem Abzweig hinzukommenden, eine die Spannungsfestigkeit der Aderisolierung übersteigende Spannung auftreten kann. An diesen Stellen sind dann in allen Adern Ableiter einzubauen;
- werden Gasentladungs-Ableiter beim Begrenzen von Gefährdungsspannungen höher belastet als nach DIN VDE 0845 zulässig ist, so kann eine Einrichtung verwendet werden, durch die die Ableiter nach ihrem Ansprechen selbsttätig überbrückt werden.

4.3.1.2.2 Einbau von Schutz- und Trennübertragern

Bei Kabeln mit leitfähigem und erdfähigem Kabelmantel sind die Einbaustellen von Trennübertragern so zu wählen, daß die in den Adern eines Kabels auftretende Längs-EMK zwischen zwei Einbauorten den Wert nach **Tabelle 1** bei Kurzzeitbeeinflussung nicht überschreitet. Werden die leitungsseitigen Mittelpunkte der Übertrager

mit Überspannungsableitern beschaltet, so darf dabei die errechnete Längs-EMK zwischen beiden Trennübertragern zweimal den Wert nach **Tabelle 1** bei Kurzzeitbeeinflussung betragen.

Bei Kabeln mit leitfähigem und nicht erdfähigem Kabelmantel darf die in den Adern eines Kabels auftretende Längs-EMK auch bei inhomogener Beeinflussung zwischen zwei Einbaustellen von Trennübertragern zweimal den Wert nach **Tabelle 1** betragen. Zwischenerdungen mit Ausbreitungswiderständen in der Größenordnung des Kabelmetallmantelwiderstandes sind unzulässig. Bei Fernmeldeleitungen der Deutschen Bundespost gelten die Werte nach **Tabelle 1**.

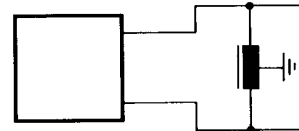


Bild 4. Erdungsdrossel

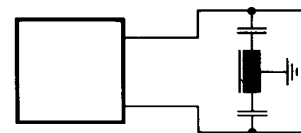
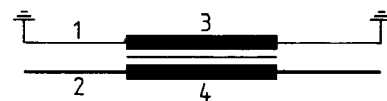
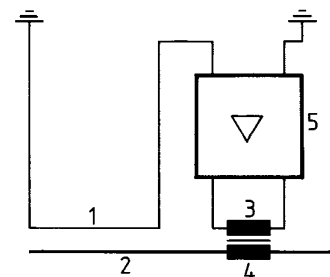


Bild 5. Erdungsdrossel (für Gleichstrombetrieb) mit vorgeschalteten Kondensatoren



- Kabelmantel
- Verseilte Kabeladern
- Primärwicklung im Stromkreis des metallenen Kabelmantels
- Sekundärwicklung, gebildet aus der Gesamtheit der Kabeladern

Bild 6. Reduktionstransformator ohne Verstärker



- Pilotleitung
- Verseilte Kabeladern
- Primärwicklung für den verstärkten Strom in der Pilotleitung
- Sekundärwicklung, gebildet aus der Gesamtheit der Kabeladern
- Verstärker

Bild 7. Reduktionstransformator mit Verstärker (Aktiver Reduktionsschutz ARS)

4.3.1.2.3 In Freileitungen mit ausreichender Längssymmetrie Einbau von Erdungsdrosseln (siehe Abschnitt 4.4.3.1), deren Symmetriepunkt geerdet ist (siehe Bild 1 und DIN VDE 0845/04.76).

Bei mit Gleichstrom betriebenen Leitungen ist der Einsatz von Kondensatoren vor der Erdungsdrossel erforderlich (siehe Bild 5).

4.3.1.2.4 Verwendung von Kabeln mit verbesserter Schutzwirkung (Reduktionsfaktor) (siehe Abschnitt 5.3.5).

4.3.1.2.5 Verwendung von Kabeln mit erhöhter Spannungsfestigkeit

Siehe Tabelle 1, Fußnote 5.

4.3.1.2.6 Einbau von Reduktionstransformatoren siehe Bild 6 und Abschnitt 4.4.3.2. Die am Reduktionsfaktor zwischen Anfang und Ende der Wicklung auftretende Wechselspannung darf bei Langzeitbeeinflussung 65 V und bei Kurzzeitbeeinflussung 1200 V nicht überschreiten (siehe Bilder 6 und 7).

4.3.1.3 Andere Maßnahmen als unter Abschnitt 4.3.1.2 aufgeführt, dürfen ebenfalls angewendet werden, wenn sie die gleiche Wirkung haben (siehe Abschnitt 5.3.5.2.2 latenter Aderreduktionsfaktor und DIN VDE 0845/04.76).

4.3.2 Schutz gegen kapazitive Beeinflussung

Beim Überschreiten des nach Abschnitt 3.1.2 zugelassenen Ladestromes sind Vorrichtungen vorzusehen, z. B. Erdungsdrosseln, die eine Gefährdung durch den Ladestrom ausschließen (siehe Abschnitt 4.3.1.2.3).

4.3.3 Schutz gegen Beeinflussung durch ohmsche Kopplung

Gegen die durch ohmsche Kopplung erzeugten Spannungen sind die im Abschnitt 4.3.1 angegebenen Maßnahmen anzuwenden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Kabel, die den Spannungstrichter einer Erdungsanlage durchlaufen, ohne daß der metallene Mantel mit der Erdungsanlage verbunden ist, durch eine hochwertige Isolierung gegenüber dem Erdreich gegen eine Gefährdung durch das Potential des Spannungstrichters zu schützen (siehe Abschnitt 4.5).

4.4 Maßnahmen an Fernmeldeanlagen gegen Störungen

4.4.1 Maßnahmen gegen Geräuschstörungen in symmetrischen Anlagen

4.4.1.1 Bei gestörten Leitungen ist zunächst durch Messung festzustellen, ob ein Isolationsfehler gegen Erde oder eine unzulässige Adervertauschung vorliegt; gegebenenfalls sind diese Fehler zu beheben. Bei Kabeln mit Kunststoffaußenhülle ist festzustellen, ob der metallene Kabelmantel oder Schirm an den Enden ausreichend geerdet ist.

4.4.1.2 Bei Freileitungen ist zu versuchen, ob durch den Einbau zusätzlicher Schleifenkreuzungen innerhalb des vorhandenen Kreuzungsschemas die Geräuschspannung herabgesetzt werden kann. Um die Nebensprechdämpfung zwischen den Fernmeldeleitungen nicht zu verschlechtern, ist es nötig, die durch die zusätzlichen Schleifenkreuzungen gegebene Periode bis zum Ende des Kreuzungsplanes mit dem längsten Kreuzungsschritt auch über die Näherung hinaus fortzusetzen.

4.4.1.3 Bei Kabeln ist die Symmetrie der Längswiderstände und der kapazitiven Erdkopplungen zu prüfen und, falls erforderlich, durch Ausgleichen oder Kreuzen hinreichend zu verbessern. Der Erdausgleich soll bei Pupinleitungen je Spulenfeld, bei unbespulten Leitungen in genügend kleinen Teilabschnitten durch Kreuzen, erforderlichenfalls auch durch Einbau von Ausgleichskondensatoren durchgeführt werden, wenn dadurch die Spannungsfestigkeit und die Lebensdauer der Kabelanlage nicht verringert wird.

4.4.1.4 Anwendung höherer Nutzpegel und Verwendung von Kompandern in Fernsprechstromkreisen.

4.4.2 Maßnahmen an Endeinrichtungen

4.4.2.1 Bei Amts- und Teilnehmereinrichtungen der Fernsprech- und Fernschreibtechnik sowie bei Endeinrichtungen der Daten- und Fernwirktechnik ist die Erdsymmetrie zu prüfen und, wenn nötig, zu verbessern.

4.4.2.2 Erdunsymmetrisch geschaltete Endeinrichtungen, deren Erdsymmetrie nicht ausreichend verbessert werden kann, dürfen durch Übertrager von symmetrischen Leitungen elektrisch getrennt werden, sofern z. B. Wechselstromzeichengabe angewendet wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn ihre Störmempfindlichkeit sehr hoch ist (z. B. Endeinrichtungen in integrierter Halbleitertechnik).

4.4.2.3 Bei netzgespeisten Fernmeldegeräten - insbesondere bei empfindlichen Geräten mit niedrigen Signalspannungen in integrierter Halbleitertechnik - soll darauf geachtet werden, daß sie gegen ohmsche Kopplungen mit dem speisenden Netz ausreichend gesichert sind.

4.4.3 Zusätzliche Maßnahmen

Genügen die in den Abschnitten 4.4.1 und 4.4.2 aufgeführten Maßnahmen nicht, so kann die Geräuschspannung durch folgende Maßnahmen weiter verringert werden.

4.4.3.1 Längsdrosseln am Leitungsende oder in der Speisebrücke sind gegen Störungen, die durch Unsymmetrie der Schaltung verursacht werden, oft sehr wirksam.

Mittelpunktgeerdete symmetrische Querdrosseln können Geräuschstörungen herabsetzen, die durch Querunsymmetrien der Leitung entstehen, wenn die Leitungen gute Längssymmetrie haben. Bei Querdrosseln sind zum Abriegeln des Gleichstroms gegebenenfalls Kondensatoren erforderlich. Auf Einhaltung der Dämpfungsvorschriften ist zu achten.

4.4.3.2 Reduktions-Schutzeinrichtungen (siehe Bilder 6 und 7)

Reduktionseinrichtungen (Einbaubedingungen siehe Abschnitt 4.3.1.2.6) bestehen aus einem Koppelglied, über das aus einer Leitung, die in der gleichen Trasse wie die beeinflusste Leitung verläuft (Kabelmantel oder Pilotleitung), entweder direkt (passive Reduktionseinrichtungen) oder nach Verstärkung (aktive Reduktionseinrichtungen) eine der Beeinflussungsspannung entgegengerichtete Spannung in die beeinflussten Adern eingekoppelt wird.

4.4.4 Erfahrungsgemäß kann die Geräuschspannung durch die Maßnahmen nach den Abschnitten 4.4.1.2, 4.4.1.3 und 4.4.3 um etwa folgende Faktoren vermindert werden:

Schleifenkreuzung bei Freileitungen	0,3
Ausgleich bei Kabelleitungen	0,1
Längs- oder Querdrosseln bei Schaltungen mit Erdbeziehung	0,2
Reduktionseinrichtungen	in Vorbereitung

4.4.5 Sind bei Freileitungen die Maßnahmen nach den Abschnitten 4.4.1.1 und 4.4.3.1 nicht ausreichend oder nicht durchführbar, so sind die Freileitungen durch Kabel zu ersetzen oder es ist auf eine Betriebsart überzugehen, die weniger stömpfindlich ist, z. B. auf Abriegelung der Leitungen mit Übertragern und Umsetzung der Zeichengabe an den Endstellen oder auf Trägerfrequenzbetrieb.

4.4.6 Maßnahmen gegen Funktionsstörungen in unsymmetrischen Anlagen

Es werden im allgemeinen nur die Beeinflussungen durch die Grundschwingung berücksichtigt. Zur Sicherstellung der Systemverträglichkeit können die in den Abschnitten 4.4.6.1 bis 4.4.6.4 aufgeführten Maßnahmen angewendet werden.

4.4.6.1 Umstellen einer gegen Erde unsymmetrischen Zeichengabe auf symmetrischen erdfreien Betrieb wenigstens innerhalb der Beeinflussungsstrecke.

4.4.6.2 Verwenden von Fernmeldekabeln mit günstigerem Reduktionsfaktor oder von Reduktionseinrichtungen.

4.4.6.3 Einbau von Drosseln in die Erdungsleitungen von Endgeräten.

4.4.6.4 Bei Eisenbahn-Blockleitungen Anwendung von Vorwiderständen zur Erhöhung der Ansprechspannung der Blockfelder.

Herstellung offener Stromkreise durch Riegelstangenkontakt in Verbindung mit Verzögerungsrelais oder Übergang auf erdfreie oder erdsymmetrische Schaltungen (siehe Technische Empfehlung Nr. 6 der SfB) [11].

4.5 Bauliche Maßnahmen an Fernmelde-Kabelanlagen im Einflußbereich von Starkstromanlagen

(siehe DIN VDE 0800 Teil 1 bzw. Teil 4).

4.5.1 Allgemeine Maßnahmen

4.5.1.1 Metallene Mäntel und Bewehrungen von Kabeln sowie Schirme von Leitungen sollen in Längsrichtung ohne Unterbrechung durchverbunden werden. Um den Reduktionsfaktor des Kabelmantels voll wirksam werden zu lassen, sollen ferner Kabelmantel und Bewehrung an die vorhandene Erdungsanlage angeschlossen oder auf andere Weise geerdet werden (TE 3 und 8 der SfB) [11]. Dabei sollte die Summe der Erdungswiderstände der beidseitigen Erdungsanlagen bei einem nicht erdfühiligen Kabel klein sein gegenüber dem Mantelwiderstand längs dieser Strecke.

Sind die Mäntel von Fernmeldekabeln zum Schutz gegen elektrolytische Korrosion durch Isoliermuffen unterteilt oder gegen Erde isoliert, so wird der kompensierende Kabelmantelstrom stark herabgesetzt. In diesen Fällen können die Geräuschstörungen durch Überbrücken der Isoliermuffen mit Kondensatoren oder Hochpässen bzw. durch Erden über Kondensatoren verringert werden.

4.5.1.2 An allen Einführungsstellen sind die metallenen Hüllen sämtlicher Kabel mit den Enden der Bewehrungen vor den Isolier- und Aufteilungsmuffen gut leitend miteinander zu verbinden.

4.5.1.3 Kabel mit Korrosionsschutz aus getränktem Faserstoff werden im allgemeinen nicht besonders geerdet, da sie erfahrungsgemäß selbst gute Erder sind. Kabel mit elektrisch isolierendem Korrosionsschutz (wie er z. B. bei Aluminium- oder Stahlwellmänteln verwendet wird) sind möglichst am Anfang und Ende der Näherungslänge (siehe Abschnitt 5.3.11 und 5.3.12), mindestens aber an jeder Einführungsstelle an die vorhandene Erdungsanlage anzuschließen oder auf andere Weise gut zu erden (siehe Abschnitte 4.5.1 und 4.5.2). In der Regel dürfen vorhandene Fernmeldekabel ohne elektrisch isolierenden Korrosionsschutz zum Erden des isolierten Kabelmantels verwendet werden.

4.5.1.4 Der Querschnitt von Kabelverbindern aus Kupfer oder Bronze muß zum Überbrücken der Lötstellen mindestens 6 mm^2 , zum Verbinden von Kabeln untereinander mindestens 16 mm^2 betragen. Bestehen Kabelverbinder aus anderen Metallen, so muß der Querschnitt so gewählt werden, daß sich der gleiche Leitwert wie bei Kupfer-Verbindern ergibt.

4.5.2 Bauliche Maßnahmen bei Näherungen von Fernmeldekabeln mit den Erdungsanlagen von Starkstrommasten der Hochspannungsnetze.

4.5.2.1 Netze mit niederohmiger Sternpunktterdung

Die baulichen Maßnahmen sollen so sein, daß:

- a) entweder der Abstand zwischen den Starkstrommast-erdungen einschließlich der mit ihnen verbundenen Potentialsteuerungen einerseits und der Fernmelde-einrichtungen andererseits mindestens 15 m beträgt (dies gilt insbesondere für Schaltpunkte, Münzfern-sprecher, Vorfeldeinrichtungen und dergleichen);
- b) oder bei durchgehenden Fernmeldekabeln der Abstand zwischen den Masterdungen und den Fernmeldekabeln mehr als 2 m beträgt;
- c) oder bei durchgehenden Fernmeldekabeln, die mindestens im Bereich bis zu 5 m Entfernung rechts und links von der Masterdung eine ausreichende isolierende Außenhülle haben, der Abstand zwischen den Masterdungen und den Fernmeldekabeln mindestens 0,5 m ist;
- d) oder bei Zwischenkabeln (zur Verkabelung oberirdischer Fernmeldelinien an den Kreuzungen mit Hochspannungsleitungen), die mindestens 2 m von der Masterdung entfernt sind, mindestens im Bereich bis 5 m Entfernung rechts und links von der Masterdung eine isolierende Außenhülle vorhanden ist.

4.5.2.2 Sonstige Netze

Die baulichen Vorkehrungen sollen so sein, daß:

- a) entweder der Abstand zwischen den Starkstrommast-erdungen einschließlich der mit ihnen verbundenen Potentialsteuerungen einerseits und den Fernmelde-einrichtungen andererseits 2 m beträgt;
- b) oder bei durchgehenden Fernmeldekabeln der Abstand zwischen den Masterdungen und den Fernmel-deeinrichtungen mehr als 0,5 m beträgt;
- c) oder bei Zwischenkabeln (zur Verkabelung oberirdischer Fernmeldelinien an den Kreuzungen mit Hochspannungsleitungen), die mindestens 0,5 m von der Masterdung entfernt sind, mindestens im Bereich bis 5 m Abstand beidseits der Masterdung eine isolierende Außenhülle vorhanden ist.

4.5.2.3 In Gebieten mit erhöhter Blitzeinschlaghäufigkeit kann es notwendig sein, die Abstände entsprechend den [Abschnitten 4.5.2.1](#) und [4.5.2.2](#) zu erhöhen oder Maßnahmen nach DIN VDE 0845 zu ergreifen.

4.5.2.4 Schaltpunkte (z. B. Kabelverzweiger, Vermittlungsstellen) sollen mindestens 15 m von den Masterdungen entfernt sein.

4.5.3 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](#) bzw. [Teil 4](#) zu beachten.

4.5.4 Näherung von Fernmeldekabeln mit Hochspannungsanlagen mit Nennspannungen ab 110 kV bei niederohmiger Sternpunktterdung sowie mit Stationen, in denen die Erdschlußspulen bei nicht selbstlöschenden Erdschlüssen überbrückt werden, ohne daß die Kabel in die Station eingeführt werden.

4.5.4.1 Der Abstand der Fernmeldekabel von der Erdungsanlage soll größer als 15 m sein. Bei kleineren Abständen sind erforderlichenfalls Maßnahmen im Sinne von [Abschnitt 4.5.2](#) durchzuführen.

4.5.4.2 Im Bereich des Spannungstrichters der Erdungsanlage von Kraftwerken und Umspannanlagen sollen Schaltpunkte, kleinere Verstärkerämter usw. vermieden werden.

Anmerkung: Bei mittlerer Bodenleitfähigkeit liegt die Grenze dieses Bereiches bei etwa 300 m.

4.5.5 Einführen von Fernmeldekabeln in Hochspannungsanlagen, Kraftwerke und Unterwerke

4.5.5.1 Es wird auf die Festlegungen in [DIN VDE 0228 Teil 2/12.87](#), [Abschnitt 4.5.5](#), und [DIN VDE 0228 Teil 3/05.77](#), [Abschnitt 4.5.3](#), verwiesen.

4.5.5.2 Die Gestelle und Abschlußeinrichtungen der Kabel dürfen entweder gegenüber dem vorhandenen Erdungsnetz isoliert oder mit diesem verbunden aufgestellt werden. Sind sie isoliert aufgestellt, so dürfen sich im Handbereich keine mit dem Erdungsnetz in Verbindung stehenden Metallteile befinden; der Fußboden muß isolieren. Sind die Gestelle geerdet, so sollen die Metallteile, die eine Gefährdungsspannung führen können, gegen zufälliges Berühren soweit wie möglich geschützt sein.

4.6 Schutzmaßnahmen beim Arbeiten an beeinflussten Fernmeldeanlagen

Anmerkung: Die in [Tabelle 1](#) festgelegten Spannungen sind Grenzwerte. Die in der Praxis auftretenden Spannungen gegen Erde liegen jedoch wegen grundsätzlich zu berücksichtigender zeit- und ortsabhängiger Wahrscheinlichkeitsfunktionen im allgemeinen unterhalb dieser Grenzwerte. Sie sind keine Nennspannungen im Sinne der Starkstromtechnik. Außerdem sind die Ströme, die infolge dieser Spannungen beim Arbeiten an beeinflussten Strecken im Fall einer Berührung durch den menschlichen Körper fließen können, wegen der Widerstandsstruktur des vorliegenden Gefährdungsmodells wesentlich geringer als beim Arbeiten an Starkstromanlagen.

4.6.1 Beim Arbeiten an beeinflussten Fernmeldeanlagen sind isolierte Werkzeuge nach [DIN VDE 0680 Teil 2](#) zu verwenden.

4.6.2 Arbeiten an Fernmeldeanlagen, die einer Beeinflussung nach den [Abschnitten 2.1.1.1 b\)](#), [2.1.1.1 c\)](#) und [2.1.1.2](#) mit Spannungen $U > 65$ bzw. > 1200 V (siehe [Tabelle 1](#)) unterliegen, sind von unterwiesenem Personal auszuführen. Handelt es sich um Dauerspannungen nach [Abschnitt 2.1.1.1 a\)](#), so ist ein Fachmann (Fachkraft) einzusetzen (siehe [DIN VDE 0105 Teil 1](#)).

Der Arbeitende muß sich gegen die geerdeten Gegenstände oder, wo dies nicht möglich ist, gegen die beeinflussten Teile isolieren. Dies kann durch zusätzliche Anwendung von Isoliermatten, Gummischuhen und isolierenden Handschuhen geschehen (siehe [DIN VDE 0105 Teil 1](#)).

Werden bei Arbeiten an Kabeln diejenigen Spannungen nach [Tabelle 1](#) überschritten, welche ohne Übertragerabschluß zulässig sind, so dürfen vorhandene Metallhüllen erst dann unterbrochen werden, wenn eine leitende Verbindung zwischen den Mänteln unter Beachtung der entsprechenden Sicherheitsbestimmungen hergestellt worden ist.

5 Berechnungsverfahren

5.1 Allgemeines

5.1.1 Gefährdung

Zur Beurteilung der Beeinflussung durch die Grundschwingung des Starkstromnetzes werden die in den [Abschnitten 5.1.1.1 bis 5.1.1.6](#) aufgeführten Größen berechnet.

5.1.1.1 Bei induktiver Beeinflussung

Die induzierte Längs-EMK E_i (siehe [Abschnitt 5.2.1.1](#)), die im Erdkreis der Fernmeldeleitung durch die im Erdstromkreis der Starkstromanlage dauernd oder kurzzeitig fließenden Ströme induziert wird.

Anmerkung: Bei Gleichstromanlagen sind auch die induzierenden Wirkungen schneller Stromänderungen zu beachten (siehe [DIN VDE 0228 Teil 4](#) und [Teil 5](#)).

5.1.1.2 Bei kapazitiver Beeinflussung

Der kapazitive Ladestrom I_l (siehe [Abschnitt 5.2.1.2](#)), der bei Berührung über den Körper des Berührenden fließt (siehe [DIN VDE 0228 Teil 2](#) und [Teil 3](#)).

5.1.1.3 Bei Beeinflussung über ohmsche Widerstände

Die EMK E_{Ohm} (siehe [Abschnitt 5.2.1.3](#)), die auftritt:

- a) wenn der metallene Mantel eines Fernmeldekabels an die Erdungsanlage einer Starkstromanlage angeschlossen ist, zwischen Adern und dem metallenen Mantel (siehe [Abschnitt 4.5.4.1](#));
- b) wenn das Kabel im Spannungstrichter endet oder ihn kreuzt, ohne daß der metallene Mantel mit diesem verbunden ist, zwischen der Erdungsanlage bzw. dem Erdreich und Teilen des Kabels (Mantel, Adern) (siehe auch [Abschnitt 4.5.2](#)).

5.1.1.4 Bei vorübergehender und Kurzzeitbeeinflussung wird nur ein einziges Netz (nach [DIN VDE 0111 Teil 1](#)) als fehlerhaft vorausgesetzt.

5.1.1.5 Bei Dauerbeeinflussung durch mehrere Systeme ist die Wurzel aus der Summe der Quadrate der Teilspannungen zugrunde zu legen. Erfolgt die Langzeitbeeinflussung jedoch durch Stromkreise, die parallel geschaltet sind (z. B. Doppelleitungen) oder durch Stromkreise, die in der überwiegenden Zeit die gleiche Lastflußrichtung haben (z. B. Kraftwerksanschlußleitungen), so sind die Beträge der Teilspannungen zu addieren.