

Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkungen,
statische Aufladungen und Überspannungen aus
Starkstromanlagen
Maßnahmen gegen Überspannungen

DIN
VDE 0845
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.

Protection of telecommunication systems against lightning,
electrostatic discharges and overvoltages from electric power installations;
Provisions against overvoltages

Teilweise Ersatz für
DIN 57845/
VDE 0845/04.76 und
DIN 57845 A1/
VDE 0845 A1/04.81

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

Beginn der Gültigkeit

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

Daneben gelten DIN 57845/VDE 0845/04.76 und DIN 57845 A1/VDE 0845 A1/04.81 noch bis zum 30. September 1989.

Entwurf war veröffentlicht als DIN VDE 0845 Teil 1/06.85.

Fortsetzung Seite 2 bis 31

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	4.4.1 Schutz von Kabeln und Leitungen im Innern von Fernmeldetürmen und Hochhäusern	21
2 Begriffe	2	4.4.2 Schutz von Einrichtungen im Innern von Gebäuden	21
3 Allgemeines	5	4.5 Schutz von Funkanlagen in exponierter Lage	22
3.1 Vorbeugende Maßnahmen gegen das Entstehen von Überspannungen	6	4.6 Schutz von transportablen Betriebsstätten	23
3.2 Ausführung der Fernmeldeanlage	9	4.7 Schutz bei Entladungen infolge statischer Elektrizität	27
3.3 Auswahl von Überspannungsschutzeinrichtungen	9	5 Schutz gegen Überspannungen aus Starkstromanlagen	27
3.4 Grundsätze für die Anwendung von Überspannungsschutzeinrichtungen	9	5.1 Vorbeugende Maßnahmen	27
3.4.1 Überspannungsschutzeinrichtungen im ungestörten Betrieb	9	5.1.1 Schutz von oberirdischen Fernmeldeleitungen	27
3.4.2 Zusammenwirkung von Überspannungsschutzeinrichtungen	9	5.1.2 Schutz von unterirdischen Fernmeldeleitungen (Kabeln)	27
3.4.3 Konstruktive Anforderungen an Überspannungsschutzeinrichtungen	9	5.2 Sonderfälle beim Schutz von Fernmeldeleitungen	28
3.4.4 Überwachung der Überspannungsschutzeinrichtungen	9	5.2.1 Stromkreise für Gleichstrombetrieb und Gleichstromtelegraphie	28
3.5 Potentialausgleich und Erdung	10	5.2.2 Fernspeisestromkreise	28
4 Schutz gegen Überspannungen aus Blitz- einwirkung oder statischer Aufladung	13	5.2.3 Leitungen an Starkstrommasten	28
4.1 Vorbeugende Maßnahmen	13	5.2.4 Schutz von Stromversorgungsleitungen	28
4.1.1 Schutz von oberirdischen Fernmeldeleitungen	13	5.3 Schutz von Einrichtungen am Ende von Fernmeldeleitungen	29
4.1.2 Schutz von unterirdischen Fernmeldeleitungen	13	5.3.1 Einzelanschlüsse	29
4.2 Schutz von Einrichtungen am Ende von Fernmeldeleitungen	15	5.3.2 Nebenstellenanlagen	30
4.2.1 Allgemeine Hinweise für Schutzeinrichtungen	15	5.4 Einführungen in Kraftwerke oder Hochspannungsanlagen	30
4.2.2 Schutzschaltungen für Geräte mit Halbleiterbauelementen	16	5.5 Schutzmaßnahmen bei Schaltüberspannungen	30
4.3 Sonderfälle beim Schutz von Fernmeldeleitungen	19	Zitierte Normen und andere Unterlagen	30
4.4 Schutz von Kabeln und Einrichtungen im Innern von Gebäuden (Innerer Blitzschutz)	21	Frühere Ausgaben	31
		Änderungen	31
		Erläuterungen	31

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Maßnahmen gegen gefährdende oder störende Überspannungen in Fernmeldeanlagen. Diese Überspannungen werden durch elektromagnetische Beeinflussung oder durch Blitzeinwirkungen oder statische Aufladungen verursacht. Dabei werden auch die zur Fernmeldeanlage gehörenden Geräte und Übertragungsleitungen betrachtet. Für den äußeren Blitzschutz (das Auffangen und Ableiten von Blitzströmen) gilt **DIN VDE 0185 Teil 1**. Für Antennenanlagen **DIN VDE 0855 Teil 1** und **Teil 2**.

2 Begriffe**2.1 Ableitvermögen**

Das Ableitvermögen eines Überspannungsbegrenzers wird durch Angabe des Ableitwechselstroms und des Ableitstoßstroms gekennzeichnet.

2.1.1 Ableitstoßstrom

Der Ableitstoßstrom (i_s) ist der Scheitelwert des Stoßstroms einer bestimmten Wellenform, der durch den Überspannungsbegrenzer fließt.

2.1.2 Ableitwechselstrom

Der Ableitwechselstrom (I_w) ist der Effektivwert eines annähernd sinusförmigen Wechselstroms technischer Frequenz, der durch den Überspannungsbegrenzer fließt.

2.2 Aktive Reduktionsschutzeinrichtung (ARS)

Die aktive Reduktionsschutzeinrichtung ist eine Kombination aus einem Verstärker und einem Ankoppeltransformator. Die in dem zu schützenden Fernmeldekabel auftretenden Spannungen bei Langzeitbeeinflussung werden mittels einer Pilotader dem Verstärkereingang zugeführt. Der Ausgang des Verstärkers ist an die Primärwicklung des Ankoppeltransformators, dessen Sekundärwicklung aus einem mehrpaarigen Fernmeldekabel besteht, angeschlossen. Die Sekundärwicklung ist in Serie mit dem zu schützenden Kabel geschaltet. Damit wird eine der Längsspannung entgegengesetzte Spannung in die Kabeladern induziert, wodurch die am Kabelende entstehende Spannung reduziert wird.

2.3 Ansprechen einer Entladungsstrecke

Das Ansprechen einer Entladungsstrecke ist deren Übergang vom nichtleitenden in den plasma-leitenden Zustand.

2.3.1 Ansprechgleichspannung

Die Ansprechgleichspannung (U_{ag}) ist der Spannungswert, bei dem die Entladungsstrecke bei langsam ansteigender Gleichspannung anspricht. Sie ist im wesentlichen eine Meßgröße und kann zur Prüfung der Funktionsfähigkeit bei Überwachungsmessungen dienen.

2.3.2 Ansprechkennlinie einer Entladungsstrecke

Die Ansprechkennlinie zeigt den Zusammenhang zwischen Ansprechspannung und Ansprechzeit einer Entladungsstrecke.

2.3.3 Ansprechstoßspannung

Die Ansprechstoßspannung (u_{as}) ist der Spannungswert, bei der eine Entladungsstrecke bei steil ansteigender Spannung anspricht.

2.4 Bezugserde

Die Bezugserde ist der Teil der Erde, insbesondere der Erdoberfläche außerhalb des Einflußbereiches eines Erders bzw. einer Erdungsanlage, in welchem zwischen zwei beliebigen Punkten keine merklichen, vom Erdungsstrom herrührenden Spannungen auftreten (siehe auch [DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt 2.4.4](#) – elektrisch unabhängige Erder).

2.5 Blitzfestigkeit

Die Blitzfestigkeit (g) ist der Quotient aus Nennsteh-Stoßspannung U_{Nst} in kV (zwischen Adern und metallener Hülle bzw. Schirmleiter) und dem auf die Länge bezogenen Wert des Kopplungswiderstandes der metallenen Hülle bzw. Schirmleiter in Ω/km . Mit g in $\text{kA} \cdot \text{km}$ wird der Wert des Stromes angegeben, der an dem auf die Länge bezogenen Kopplungswiderstand einen Spannungsabfall in Höhe der Nennsteh-Stoßspannung hervorruft.

2.6 Blitzschutz

Der Blitzschutz ist die Gesamtheit der Maßnahmen und Einrichtungen zur Vermeidung der schädlichen Auswirkungen des Blitzes.

2.7 Bogenbrennspannung

Die Bogenbrennspannung (U_{bo}) ist der Augenblickswert der Spannung an einer Entladungsstrecke während eines Ableitvorgangs bei Bogenentladung.

2.8 Dauerbelastbarkeit von Überspannungsschutzeinrichtungen

Die Dauerbelastbarkeit von Überspannungsschutzeinrichtungen ist die zulässige Belastung durch den Strom, bei dem die Beharrungstemperatur (höchste dauernd zulässige Temperatur) erreicht wird.

2.9 Entladungsstrecken

Entladungsstrecken sind gasgefüllte Überspannungsableiter, Luftfunkenstrecken und Gleitentladungsableiter, bei denen der Stromfluß zwischen den Elektroden über eine Gasentladung zustande kommt.

2.10 Erdungsdrossel

Die Erdungsdrossel ist eine Drossel hoher Induktivität, deren elektrische Mitte direkt oder indirekt geerdet wird, um dadurch Überspannungen zu begrenzen.

2.11 Erdunsymmetrie

Die Erdungssymmetrie ist eine Maß für die Abweichung von der Symmetrie der elektrischen Eigenschaften der beiden

Adern einer Fernmeldedoppelleitung oder eines Fernmeldegerätes gegen Erde.

2.12 Erdungswiderstand

Der Erdungswiderstand ist der Widerstand zwischen der Erdungsanlage und der Bezugserde. Der Betrag des Erdungswiderstandes ergibt sich aus dem Zusammenwirken der einzelnen Erder (siehe auch [DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt 2.4.3](#) – Gesamterdungswiderstand).

2.12.1 Stoßerdungswiderstand

Der Stoßerdungswiderstand ist der beim Durchgang von Stoßströmen wirksame Erdungswiderstand.

Anmerkung: Er ist von verschiedenen Parametern, unter anderem von der Art der Erder, vom Erdreich und dem zeitlichen Verlauf des Stoßstromes abhängig und daher selbst eine Funktion der Zeit.

2.13 Gasentladungsableiter

Der Gasentladungsableiter ist eine Entladungsstrecke mit einem anderen Füllgas als Luft, im allgemeinen einem Edelgas.

2.14 Gehörschutz in Hörkapseln

Der Gehörschutz in Hörkapseln (Knallschutz) ist eine aus Halbleiterbauelementen bestehende Einrichtung, die infolge nichtlinearer Kennlinien unzulässig hohe Spannungsspitzen an der Hörkapsel begrenzt und damit eine Schädigung des Gehörs durch zu große Schalldrücke verhindert.

2.15 Gleitentladungsableiter

Der Gleitentladungsableiter ist eine Entladungsstrecke, bei der die Gasentladung durch Gleitentladung eingeleitet wird.

2.16 Grundspannungsfestigkeit

Die Grundspannungsfestigkeit ist ein Maß für die Spannungsbelastbarkeit von Bauelementen, Geräten und Anlagen unter definierten Prüfbedingungen.

2.17 Kabel mit Erderwirkung

Das Kabel mit Erderwirkung ist ein Kabel, dessen metallene Hülle kontinuierlich mit dem Erdreich in leitendem Kontakt steht.

2.18 Kabel ohne Erderwirkung

Das Kabel ohne Erderwirkung ist ein Kabel, das eine isolierende Außenhülle hat.

2.19 Kompensationsleiter

Der Kompensationsleiter ist ein mehrfach geerdeter Leiter, in dem im Beeinflussungsfall ein Strom fließt, der das beeinflussende Feld schwächt. Dies hat eine Reduzierung der in die Fernmeldeanlage eingekoppelten Spannungen zur Folge.

2.20 Kopplungsspule

Die Kopplungsspule ist eine Spule mit geerdeter Mitte. Ihre Wicklung ist mit geringer Streuinduktivität aufgebaut. Zusammen mit Entladungsstrecken bewirken sie deren gleichzeitiges Ansprechen.

2.21 Kopplungswiderstand der metallenen Hülle

Der Kopplungswiderstand einer metallenen Hülle ist das Verhältnis des auf der Länge der Innenseite der Hülle auf-

tretenden Spannungsabfalls zu dem über die Hülle fließenden Strom.

Anmerkung: Bei Kabeln mit Metallmänteln ohne Eisenbewehrung ist der Kopplungswiderstand im Frequenzbereich technischer Wechselströme praktisch gleich dem Gleichstromwiderstand. Haben Kabel eine oder mehrere Bewehrungen oder sind die Kabelhüllen aus mehreren Schichten von elektrisch und magnetisch leitenden Werkstoffen aufgebaut, dann weicht der Kopplungswiderstand vom Gleichstromwiderstand ab.

2.22 Löschfunkenstrecke

Die Löschfunkenstrecke ist eine Entladungsstrecke mit integrierter Löschhilfe.

2.23 Luftfunkenstrecke

Die Luftfunkenstrecke ist eine Entladungsstrecke, deren Elektroden sich in Luft bei Umgebungsdruck befinden.

2.24 Magnetische Spannungsbegrenzung

Die magnetische Spannungsbegrenzung ist die durch das nichtlineare Verhalten des Eisens bei hoher Aussteuerung (Sättigung) entstehende Begrenzung einer Spannung, insbesondere der Querspannung bei symmetrischen Leitungen.

2.25 Mantelstrom

Der Mantelstrom (I_M) ist der in der metallenen Hülle eines Kabels fließende Strom.

2.26 Näherungslänge

Die Näherungslänge (l_N) ist der Abschnitt einer Fernmeldeleitung, auf dem innerhalb der Grenzübstände nach **DIN VDE 0228 Teil 1** von einer Starkstromanlage – durch induktive oder ohmsche Kopplung – eine Längsspannung erzeugt wird.

2.27 Optokoppler

Der Optokoppler ist ein Bauelement zur galvanischen Trennung von Stromkreisen, das elektrische Signale in optische Signale umwandelt und umkehrt.

2.28 Pilotader

Die Pilotader ist eine Ader eines zu schützenden Fernmeldekabels, die in gleicher Weise beeinflusst wird wie die anderen Adern. Im Falle der aktiven Reduktionsschutzeinrichtung (ARS) ist die Pilotader am fernen Ende geerdet, während sie am nahen Ende den Verstärker der ARS steuert.

2.29 Potentialausgleich

Der Potentialausgleich ist eine elektrische Verbindung, die die Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potential bringt (siehe auch **DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt 2.4.9**).

2.30 Potentialsteuerung

Die Potentialsteuerung ist das Verändern des Erdpotentials, insbesondere des Erdoberflächenpotentials durch Erder.

2.31 Querspannung

Die Querspannung ist die im Beeinflussungsfall zwischen zwei Leitern eines Stromkreises auftretende Spannung.

2.32 Reduktionsfaktor

Der Reduktionsfaktor (r) gibt bei induktiver und ohmscher Beeinflussung an, wie stark die in die Fernmeldeanlage eingekoppelte Längsspannung durch die Kompensationswirkung von Strömen, die in benachbarten Leitern fließen, verringert wird.

2.32.1 Reduktionsfaktor (r_K)

Der Reduktionsfaktor (r_K) der metallenen Hülle eines Fernmeldekabels ist das Verhältnis der Längsspannung, die im Erdkreis einer Leitung des Fernmeldekabels induziert wird, zu der Längsspannung, die beim Fehlen der metallenen Hülle induziert würde. Er wird nach **DIN VDE 0472 Teil 507** gemessen.

Anmerkung: Der Reduktionsfaktor eines Kabels ohne metallene Hülle ist gleich 1.

2.32.2 Reduktionsfaktor (r_X)

Der Reduktionsfaktor (r_X) eines benachbarten Leiters ist das Verhältnis der im Erdkreis einer Fernmeldeleitung induzierten Längsspannung zu der Längsspannung, die im Erdkreis derselben Leitung beim Fehlen des benachbarten Leiters induziert würde.

Anmerkung: Als „benachbarter Leiter“ sind z.B. wirksam: Erdseile in der Nachbarschaft der beeinflussenden oder beeinflussten Leitung; Metallmäntel von Starkstrom- oder Fernmeldekabeln, die mindestens an ihren Enden geerdet sind; Fahrschienen von Eisen- und Straßenbahnen, metallene Rohrleitungen (Gas, Wasser, Öl, Luft) und Kompensationsleiter.

2.32.3 Reduktionsfaktor (r_L)

Der latente Reduktionsfaktor (r_L) ist das Verhältnis der Längsspannungen, die im Erdkreis von nicht geerdeten Adern eines Kabels, bei gleichzeitiger Erdung anderer Adern des Kabels, induziert wird zu der in den gleichen Adern induzierten Längsspannung, wenn die anderen Adern nicht geerdet sind. Die Erdung wird dabei durch das Ansprechen (Zünden) von Überspannungsableitern hervorgerufen (LARZA).

2.32.4 Reduktionsfaktor (r_{RT})

Der Reduktionsfaktor (r_{RT}) eines Reduktionstransformators ist das Verhältnis der im Erdkreis einer Fernmeldeleitung, die den Reduktionstransformator enthält, innerhalb der Wirklänge (l_{RT}) auftretenden Längsspannung, zu der im Erdkreis derselben Wirklänge der Fernmeldeleitung beim Fehlen des Reduktionstransformators auftretenden Längsspannung.

Anmerkung: Der Reduktionsfaktor (r_K) des zu schützenden Kabels wird dabei gleich 1 gesetzt.

2.32.5 Reduktionsfaktor der ARS (r_{ARS})

Der Reduktionsfaktor (r_{ARS}) einer aktiven Reduktionsschutzeinrichtung ist das Verhältnis der reduzierten Spannung, zu der im Erdkreis in der Fernmeldeleitung auftretenden Längsspannung.

2.32.6 Resultierender Reduktionsfaktor (r_{res})

Der resultierende Reduktionsfaktor (r_{res}) ist der Reduktionsfaktor, der sich in einer Fernmeldeleitung durch das Wirken eines oder mehrerer Reduktionsfaktoren nach den Abschnitten 2.32.1 bis 2.32.5 ergibt. Er ist das Verhältnis der in einer Fernmeldeleitung auftretenden induzierten Spannung zu der Längsspannung, die beim Fehlen der reduzierenden Einrichtungen in der gleichen Leitung auftreten würden.

2.33 Reduktionstransformator

Der Reduktionstransformator ist ein Gerät, mit dem die in ein Fernmeldekabel induzierten Spannungen durch Anlegen einer Gegenspannung reduziert werden. Konstruktiv ist er ein um einen Magnetkern gewickeltes Fernmeldekabel, wobei der beidseitig der Beeinflussungsstrecke geerdete Kabelmantel bzw. ein geerdeter Beidraht die Primärwicklung darstellt, während die Sekundärwicklung von der Kabelseele gebildet wird.

2.34 Restspannung

Die Restspannung ist die am Ausgang einer Überspannungsschutzeinrichtung im Beeinflussungsfall verbleibende Spannung.

2.35 Schirmfaktor

Der Schirmfaktor gibt bei kapazitiver Beeinflussung an, wie stark die in der Fernmeldeleitung influenzierte Spannung durch die Schirmwirkung geerdeter metallener Leiter oder sonstiger leitfähiger Gegenstände verringert wird. Er ist das Verhältnis der zwischen einer Fernmeldeleitung und Erde influenzierten Fremdspannung zu der Fremdspannung, die in derselben Fernmeldeleitung bei Fehlen dieser Leiter oder leitfähiger Gegenstände influenziert würde.

2.36 Schirmleiter

Der Schirmleiter ist ein metallener Leiter mit Erderwirkung (z.B. Seil, Band, Draht), der parallel zum Fernmeldekabel verlegt ist und sowohl der Potentialsteuerung als auch der Reduktion induzierter Längsspannungen dient.

2.37 Schutzdrossel

Die Schutzdrossel ist eine Drossel, die als Längsinduktivität in den unsymmetrischen Kreis von Fernmeldeleitungen eingeschaltet wird.

2.38 Stehstoßspannung (U_{st})

Die Stehstoßspannung (U_{st}) ist die Stoßspannung von gegebenem zeitlichem Verlauf, der die Isolierung eines Betriebsmittels unter vorgegebenen Bedingungen gerade noch standzuhalten vermag.

2.39 Trennfunkensstrecke

Trennfunkensstrecke ist eine Entladungsstrecke zur Trennung von elektrisch leitfähigen Anlageteilen. Bei Überspannung werden die Anlageteile durch Ansprechen der Entladungsstrecke vorübergehend leitend verbunden.

2.40 Überspannung

Die Überspannung ist die zwischen den Leitern oder zwischen Leiter und Erde in fehlerfreien Anlagen (auch in abgeschalteten Leitungen) dauernd oder kurzzeitig auftretende Spannung, die Personen gefährden und schädigende Wirkungen auf Leitungen und angeschlossene Geräte ausüben kann.

2.41 Überspannungsableiter, gasgefüllt: Siehe Gasentladungsableiter

2.42 Überspannungsbegrenzer

Überspannungsbegrenzer sind Bauelemente und Schutzschaltungen, die Überspannungen in Anlagen bzw. Geräten auf zulässige Werte begrenzen.

2.43 Überspannungsschutzeinrichtungen

Überspannungsschutzeinrichtungen sind Überspannungsbegrenzer sowie sämtliche Einrichtungen in Fernmeldeanlagen einschließlich deren Leitungen, die dem Überspannungsschutz dienen.

2.44 Varistor

Der Varistor ist ein bipolarer nichtlinearer Widerstand mit symmetrischer Spannungs-Stromkennlinie, dessen Widerstandswert mit steigender Spannung abnimmt.

2.45 Ventilableiter

Ventilableiter ist ein Betriebsmittel, das im wesentlichen aus in Reihe geschalteten Funkenstrecken und spannungsabhängigen Widerständen besteht.

Er dient dazu, andere elektrische Betriebsmittel gegen Überspannungen zu schützen.

Der unter dem Einfluß der Betriebsspannung nach dem Ansprechen fließende Folgestrom wird im wesentlichen durch die spannungsabhängigen Widerstände begrenzt und durch die Funkenstrecken unterbrochen.

Anmerkung: Ventilableiter sind durch ihre Löschspannung (siehe **DIN VDE 0675 Teil 1**) gekennzeichnet. Im allgemeinen werden sie zwischen Leiter und Erde geschaltet; aber auch zwischen die Leiter und parallel zu Wicklungen.

3 Allgemeines

Bei den zu erwartenden Überspannungen handelt es sich um statistisch verteilte, nach Ort, Zeit und Größe stark schwankende Werte. Dies gilt sowohl für atmosphärische Überspannungen als auch für Einwirkungen aus Starkstromanlagen. Die Werte der verschiedenen Parameter sind ebenfalls nicht vollständig erfaßbar. Daher können insbesondere bei atmosphärischen Entladungen gelegentlich Überspannungen auftreten, gegen die die nachstehend beschriebenen Maßnahmen keinen vollständigen Schutz bieten. Ein vollständiger Schutz ist mit einem technisch und wirtschaftlich vertretbaren Aufwand in den meisten Fällen nicht zu erreichen. Auch bei der Anwendung von Schutzmaßnahmen verbleibt eine Restfehlerwahrscheinlichkeit.

Die daraus sich ergebende Ausfallhäufigkeit der Geräte und Anlagen muß jedoch auf im Einzelfall zu fordernde Werte abgesenkt werden. Sie ist mit der von den Geräten und Anlagen geforderten Zuverlässigkeit abzustimmen.

Besonders Fernmeldegeräte mit empfindlichen elektronischen Bauelementen sollen in ihrer Überspannungsfestigkeit den in normalen Einsatzfällen zu erwartenden Belastungen angepaßt werden. In besonders gefährdeten Einsatzgebieten kann die erforderliche Zuverlässigkeit durch zusätzliche Maßnahmen erreicht werden.

Das Entstehen von Überspannungen kann auf folgende Ursachen zurückgeführt werden:

- Direkte Blitzeinschläge
mit Entladungsströmen gemäß der statistischen Verteilung der Blitzstromstärken nach **Bild 1** können in Anlagen Spannungen von mehreren 100 kV erzeugen.
- Indirekte Blitzeinwirkung
Elektromagnetische Felder und galvanische Kopplungen sind Ursachen für Überspannungen bis zu mehreren kV. Sie sind wesentlich häufiger als direkte Blitzeinschläge.

In den **Bildern 1a bis 1d** sind die Häufigkeiten der Stromscheitelwerte, der Stromteilheit der Ladungen und der spezifischen Energie von Blitzen zusammengestellt.

Anmerkung: Bei Blitzeinwirkungen sind folgende Kenngrößen von Bedeutung:

Der Stromscheitelwert bestimmt die Potentialanhebung an ohmschen Widerständen (z.B. Erdern).

Die Stromteilheit (di/dt) bestimmt den Spannungsabfall an Induktivitäten. Für die Höhe der induzierten Spannungen ist die zu di/dt proportionale Änderung der magnetischen Flußdichte am Ort der beeinflussten Leiterstrecke maßgebend.

Die Ladung ($\int i dt$) bestimmt den Energieumsatz an der Einschlagstelle (Schmelzwirkung) und in Luftfunken- bzw. Gasentladungsstrecken.

Die spezifische Energie ($\int i^2 dt$) bestimmt die Erwärmung dieser Leitern und die mechanische Beanspruchung auf dieser Leiter durch magnetische Kräfte.

- Durch Fahrdraktkurzschlüsse von Wechselstrombahnen oder durch Erdkurzschlüsse in Drehstromanlagen können durch Kurzzeitbeeinflussung Überspannungen verursacht werden. Längsspannungen durch Langzeitbeeinflussung werden durch den Fahrstrom von Wechselstrombahnen und in besonderen Beeinflussungsfällen durch die Betriebsströme von Drehstromleitungen hervorgerufen. Diese Spannungen können über den Grenzwerten nach **DIN VDE 0228 Teil 1** liegen.
- Beeinflussung durch Schaltvorgänge in Starkstromanlagen und bei Verbrauchern.
Es können hochfrequente transiente Überspannungen bis zu einigen kV auftreten.
- Beeinflussung durch die Entladung statischer Elektrizität. Es entstehen kurzzeitige Überspannungen im kV-Bereich, die zu Folgeschäden führen können.

Ein technisch und wirtschaftlich optimaler Schutz wird erreicht, wenn Schutzmaßnahmen bereits beim Planen und Errichten von Anlagen berücksichtigt werden.

Die Anpassung der Überspannungsfestigkeit der Geräte und Anlagen an die im Einsatz zu erwartenden Belastungen kann durch entsprechende Prüfungen¹⁾ nachgewiesen werden. Die Prüfungen sind so festgelegt, daß sie die Belastungen der Geräte im Einsatzfall annähernd nachbilden.

Für die Berechnung und Messung der Beeinflussungsgrößen aus Starkstromanlagen gelten die Festlegungen nach **DIN VDE 0228 Teil 1**. Die dort angegebenen Grenzwerte dürfen an keiner Stelle einer Fernmeldeanlage überschritten werden.

Die Schutzmaßnahmen bestehen in

- vorbeugenden Maßnahmen gegen das Entstehen von Überspannungen schon bei der Planung der Anlagen,

¹⁾ In einer weiteren Norm dieser Reihe ist vorgesehen, die Anforderungen und Prüfungen für Geräteüberspannungsschutzeinrichtungen aufzunehmen.

- einer Dimensionierung der Fernmeldeanlagen, welche die zu erwartende Überstrom- und Überspannungsbelastung berücksichtigt.
- der Anwendung von Überspannungsschutzeinrichtungen, die Überspannungen bzw. Überströme begrenzen oder verringern bzw. ableiten. Sie können innerhalb oder außerhalb der Geräte oder Anlage angeordnet sein und dürfen die Betriebsfunktionen nicht unzulässig beeinflussen.

Überspannungsschutzeinrichtungen dürfen bei in Betrieb befindlichen Anlagen nicht unwirksam gemacht werden. Ausgenommen sind Eingriffe beim Prüfen von Anlagen, Suchen von Fehlern und bei kurzzeitigen Umschaltungen.

3.1 Vorbeugende Maßnahmen gegen das Entstehen von Überspannungen

Vorbeugende Maßnahmen sollen schon bei der Errichtung der Fernmeldeanlage oder der beeinflussenden Starkstromanlage berücksichtigt werden, um spätere Schutzmaßnahmen überflüssig zu machen oder zu erleichtern. Hierunter sind auch vorsorgliche Maßnahmen zu verstehen, damit eine spätere Nachrüstung ohne große Schwierigkeiten möglich ist.

3.1.1 Vorbeugende Maßnahmen an Starkstromanlagen

Diese bestehen in einer Begrenzung der Beeinflussungsgrößen (z.B. des Erdkurzschlußstroms) oder in einer Verringerung der Störwirkungen auf die Fernmeldeanlage (z.B. Verbesserung des Erdseilreduktionsfaktors) nach den Festlegungen in **DIN VDE 0115 Teil 1**, **DIN VDE 0141**, **DIN VDE 0210** und **DIN VDE 0228 Teil 1** bis **Teil 4**.

3.1.2 Vorbeugende Maßnahmen an Fernmeldeanlagen

Diese bestehen sowohl aus Maßnahmen an Anlagen, Geräten und Leitungen als auch in der Auswahl der entsprechenden Übertragungsverfahren und Leitungsarten.

Bei der Konstruktion von Geräten und Anlagen ist das mögliche Auftreten von Beeinflussungsspannungen und deren Auswirkung zu berücksichtigen.

Die in **DIN VDE 0800 Teil 1** und **DIN VDE 0228 Teil 1** angegebenen vorbeugenden Maßnahmen sind zu beachten.

3.1.2.1 Leitungsführung und Abstände

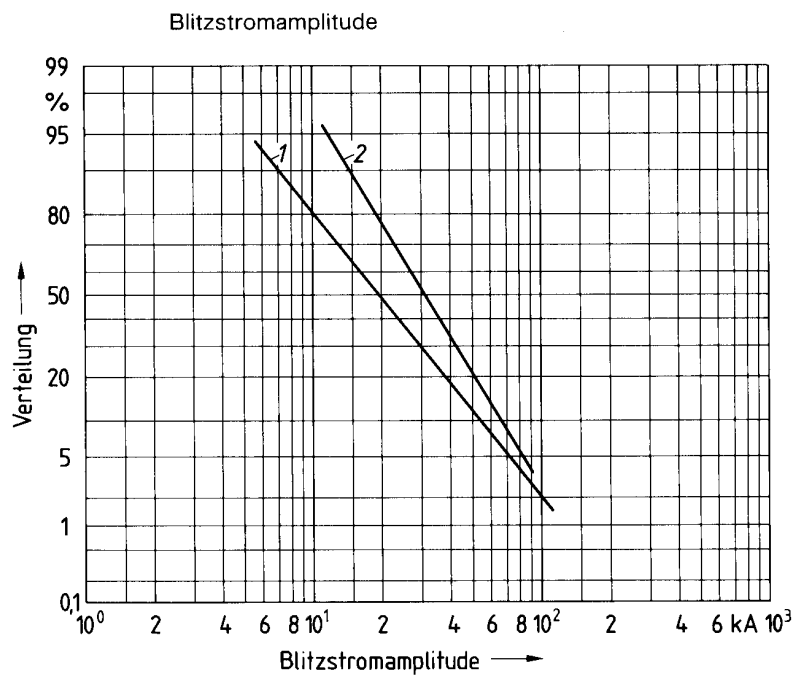
Es sollen Näherungen und Kreuzungen von Fernmeldeleitungen mit Hochspannungsleitungen und Fahrleitungen elektrischer Bahnen sowie Näherungen an Kraftwerke, Unterwerke, Maste und Erdungsanlagen vermieden werden, um Einwirkungen aus Starkstromanlagen zu verringern (siehe **Abschnitte 3.5.3 d** und **4.1.2.1**).

Bei notwendigen Kreuzungen von oberirdischen Fernmeldeleitungen mit Starkstromleitungen bis 1000 V muß das Auftreten von Überspannungen in den Fernmeldeleitungen durch direkte Berührung vermieden werden. Dazu sind die Kreuzungen nach **DIN VDE 0211** auszuführen.

Bei atmosphärischen Entladungen können Überschläge von Gebäudeblitzschutzanlagen, Erdungsanlagen usw. auf Fernmeldeleitungen durch entsprechende Abstände vermieden werden (siehe auch **DIN VDE 0185 Teil 1**).

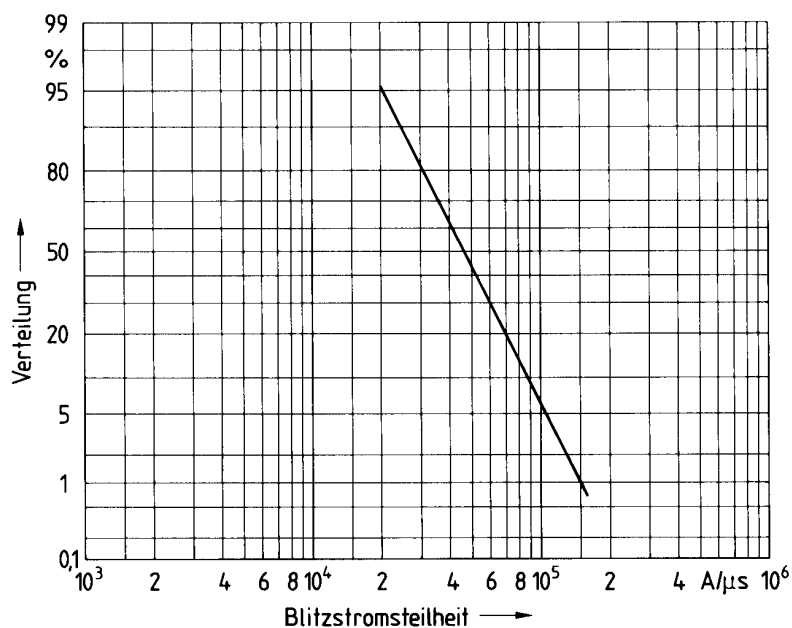
3.1.2.2 Schirmleiter

Fernmeldekabel können gegen Blitzeinwirkungen durch parallel dazu ausgelegte Schirmleiter geschützt werden.



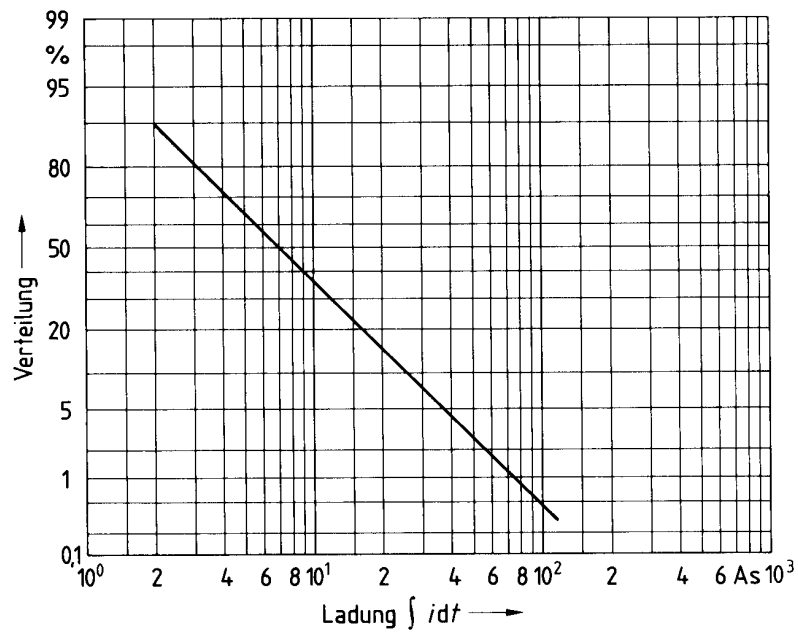
- 1 Magnetische Messungen an Starkstromleitungen (nach Blitzschutzhandbuch CCITT)
 2 Negative Erstblitzströme

a) Verteilung der Blitzstromstärken

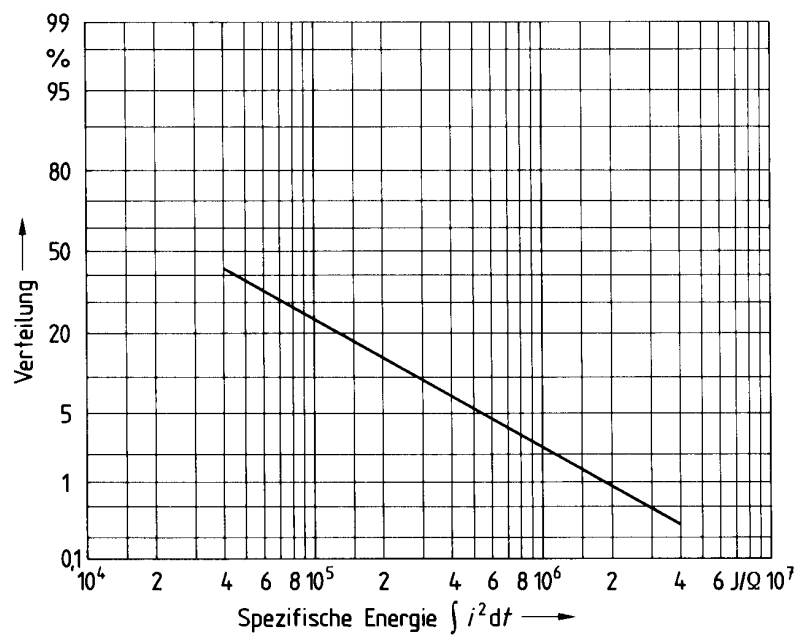


b) Verteilung der größten Blitzstromsteilheit

Bild 1. Statistische Verteilung von Blitzparametern.
 Die Ordinate gibt an, in wieviel Prozent der Fälle der Abszissenwert überschritten wird.



c) Verteilung der Ladung $\int i dt$ bei negativen Blitzen (Erst- und Folgeentladung)



d) Verteilung der spezifischen Energie $\int i^2 dt$ von negativen Blitzen (Erst- und Folgeentladungen)

Bild 1. (Fortsetzung)

Die Eisenbewehrung von Gebäuden mit empfindlichen Fernmeldeanlagen soll vorsorglich so ausgeführt werden, daß deren Schirmwirkung bei Blitzströmen möglichst gut ist (z.B. enge Vermaschung und galvanische Durchverbindung an Dehnungsfugen).

Geräte oder Anlagen, die gegen Schaltüberspannungen, Entladungen statischer Elektrizität und hochfrequente Felder empfindlich sind, sollen mit einem geschlossenen Schirm versehen werden oder ihre Bezugspotentialflächen sollen möglichst induktivitätsarm (großflächig) ausgebildet sein. Die den Schirm durchdringenden Leitungen sind mit entsprechenden Filtern zu versehen.

3.1.2.3 Vermeidung statischer Aufladung

Statische Aufladungen können durch leitende Fußböden oder Oberflächen vermindert oder vermieden werden.

3.2 Ausführung der Fernmeldeanlage

Zusätzlich zu den Festlegungen in [Abschnitt 3.1](#) sind die Abschnitte 3.2.1 bis 3.2.4 zu beachten.

3.2.1 Die zu schützenden Geräte müssen in ihrer Spannungsfestigkeit und in ihrer Fähigkeit, einen Strom bestimmter Höhe dauernd oder kurzzeitig zu führen, so ausgelegt sein, daß sie die Belastungen (standardisierte Schnittstellen) vor, während und nach dem Wirksamwerden der Überspannungsbegrenzer aushalten.

3.2.2 Die Fernmeldeanlagen und Fernspeisekreise sollen in allen Betriebszuständen nur geringe Unsymmetrie gegen Erde aufweisen. Es muß beachtet werden, daß vor und während des Verbindungsaufbaus die Unsymmetrie gegen Erde größer sein kann, als während der Signalübertragung. Bei starker Längsspannungsbeeinflussung sind dann im symmetrischen Kreis erhöhte Überspannungen zu erwarten. Ebenso kann die Symmetrie einer Leitung beim einseitigen Ansprechen von Überspannungsbegrenzern aufgehoben werden.

Dann sind entsprechende zusätzliche Maßnahmen, wie z.B. verstärkter Schutz des Geräteeingangs, Mittenerdung von Übertragern, zu ergreifen.

3.2.3 Die Beanspruchung der zu schützenden Fernmeldegeräte ist um so geringer, je kleiner die Restspannung der Schutzelemente ist. Daher ist es einerseits wünschenswert, diese Restspannung niedrig zu halten, andererseits darf dadurch die Zuverlässigkeit der Übertragung nicht unzulässig beeinflusst werden, das heißt, zwischen Signalspannung und Ansprechspannung muß ein ausreichender Abstand bestehen.

So kann z.B. bei digitalen Übertragungsstrecken mit hohen Anforderungen an die Störfreiheit die Ansprechspannung der Entladungsstrecken weit höher gewählt werden als dies in bezug auf die Signal- bzw. Betriebsspannung notwendig wäre und somit die Ansprechhäufigkeit der Entladungsstrecken verringert werden (Verringerung der Bitfehlerhäufigkeit).

3.2.4 In ausgedehnten Anlagen werden Überspannungsbegrenzer als Grobschutz im Hauptverteiler oder in der Nähe der Kabeleinführung angeordnet. Gewöhnlich werden wegen der Induktivität des Erdungsleiters dennoch hochfrequente Anteile der Überspannung am Eingang des zu schützenden Gerätes auftreten. Sie können durch zusätzliche Feinschutzmaßnahmen direkt im oder unmittelbar vor dem Gerät beherrscht werden.

3.3 Auswahl von Überspannungsschutzeinrichtungen

[Tabelle 1](#) zeigt eine Übersicht über den möglichen Einsatz von Überspannungsschutzeinrichtungen, je nach Art der Beeinflussungen. Die verschiedenen Überspannungsschutzeinrichtungen müssen so ausgewählt werden, daß sie entsprechend ihren Eigenschaften und den Eigenschaften der Anlage den bestmöglichen Schutz bieten. Es sind Kombinationen von einzelnen Überspannungsschutzeinrichtungen möglich.

3.4 Grundsätze für die Anwendung von Überspannungsschutzeinrichtungen

3.4.1 Überspannungsschutzeinrichtungen im ungestörten Betrieb

Die zum Überspannungsschutz benutzten Geräte und Einrichtungen sollen die Betriebsvorgänge nicht oder so wenig wie möglich beeinträchtigen. Z.B. müssen die Werte der Ansprechspannungen von Überspannungsbegrenzern über der höchsten Betriebsspannung liegen und geringer als die Grundspannungsfestigkeit der Anlage sein.

3.4.2 Zusammenwirken von Überspannungsschutzeinrichtungen

Werden innerhalb einer einheitlichen Anlage mehrere Schutzelemente oder Verfahren zu einer Schutzmaßnahme vereinigt, so darf die resultierende Schutzwirkung nicht durch eine gegenseitige Beeinträchtigung gemindert oder aufgehoben werden.

Die Schutzeinrichtungen müssen so aufeinander abgestimmt werden, daß sie eine ausreichend gleichmäßige Schutzwirkung auf die zu schützenden Leitungszweige ausüben.

Restspannungen, die beim Wirksamwerden von Schutzeinrichtungen im Übertragungsbereich auftreten können, sind durch Maßnahmen nach den [Abschnitten 4.2](#) und [5.3](#) auf Werte zu reduzieren, die keine schädigende und nach Möglichkeit keine störende Wirkung in angeschlossenen Geräten ausüben können. Die Spannungsfestigkeit des Kabelzubehörs muß der Spannungsfestigkeit des Kabels angepaßt sein.

3.4.3 Konstruktive Anforderungen an Überspannungsschutzeinrichtungen

Die angewendeten Schutzeinrichtungen müssen den zu erwartenden physikalischen und chemischen Beanspruchungen in Isolierung, Querschnitten und Anschlußverbindungen entsprechen. Die thermischen Belastungen ausgesetzten Isolierstoffe müssen unbrennbar oder schwer entflammbar sein. Wicklungen von Spulen (z.B. Relais, Transformatoren), die durch Stoßspannungen beansprucht werden können, müssen entsprechend bemessen oder zusätzlich geschützt werden.

Metallteile der Überspannungsschutzeinrichtungen einschließlich der metallenen Mäntel und Bewehrungen von Kabeln sowie Schirmleiter und metallene Schutzrohre müssen erforderlichenfalls gegen Korrosion geschützt werden. Es ist darauf zu achten, daß durch Bildung von Lokalelementen und Elektrolyse durch Betriebsströme keine nachteiligen Wirkungen entstehen (siehe [DIN VDE 0150](#) und [DIN VDE 0151](#)).

3.4.4 Überwachung der Überspannungsschutzeinrichtungen

Bei ungestörtem Betrieb können Überspannungsschutzeinrichtungen einem Verschleiß unterliegen, ohne daß

Tabelle 1. **Beeinflussungsfälle – Schutzmaßnahmen**

zu schützende Fernmeldeanlage		Luftkabel und anschließende Erdkabel	Erdkabel	Einrichtungen am Ende von Fernmeldeleitungen	Kabel im Anschluß an Fernmeldetürme	Kabel und Einrichtungen im Innern von Gebäuden	Kabeleinführung in Kraft- oder Umspannwerke	Fernspeisestromkreise	Stromversorgungseinrichtung der Fernmeldegeräte	Antennen und angeschlossene Kabel	Sonderfälle
Beeinflussung durch		4.1.1 5.1.1 5.2.3	4.1.2 5.1.2	4.2 5.3	4.1.2.2	4.4.2	5.4	4.3.3 5.2.2	4.3.4 5.2.4	4.5	4.3.1 5.2.1
Starkstrom	Kurzzeit	•	•	•			•	•	•		•
	Langzeit	•	•	•				•			•
Blitz		•	•	•	•	•		•	•	•	•
statische Entladung			•								
transiente Vorgänge						•	•				
Hochfrequenz						•					
Schutz und Trennübertrager		x x	x x	x x			x x	x x			
Reduktionstransformator			x	x							x
Aktive Reduktionsschutzeinrichtung				x							x
Kabel mit Schutzwirkung			x x				x x x				x x
Kompensationsleiter			x x					x x			x x
Schirmung			x			x x	x				
Kabel mit Blitzschutz Aufbau				x	x	x		x		x	x
Schirmleiter				x	x			x		x	x
metallene Schutzrohre				x	x	x x x		x		x	x
Gasentladungsableiter		x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x
Gleitentladungsableiter		x			x	x x	x			x x	x
Trennfunkstrecken					x		x		x x	x	
Ventilableiter/ Löschfunkstrecke									x x		
Filter				x x		x x x	x			x	
Halbleiterbauelemente Gehörschutz				x x							x x
Halbleiterbauelemente Geräteschutz				x x		x x			x x	x	x x
Metalloxydvaristoren				x x		x			x x		x x
optische Übertragung		x x x x	x x x x		x	x x x x	x				x x x

sich deren Ausfall durch Veränderungen der Betriebseigenschaften bemerkbar macht. Die Überprüfung von Überspannungsschutzeinrichtungen ist abhängig von betrieblichen und technischen Möglichkeiten und Erfordernissen durchzuführen.

3.5 Potentialausgleich und Erdung

3.5.1 Potentialausgleich

Potentialausgleich ist das Beseitigen von Potentialunterschieden zwischen leitfähigen Teilen, wobei alle Punkte

annähernd gleiches Potential annehmen. Der Potentialausgleich kann mit oder ohne Erdung ausgeführt werden. Es wird unterschieden zwischen Funktions-Potentialausgleich und Schutz-Potentialausgleich.

- Potentialausgleich mit Schutzfunktion verhindert das Auftreten von zu hohen Spannungen zwischen leitfähigen Teilen zum Schutz von Personen, Betriebsmitteln, Geräten und Anlagen,
- Funktions-Potentialausgleich mindert die Spannung zwischen leitfähigen Teilen auf einen zur einwand-