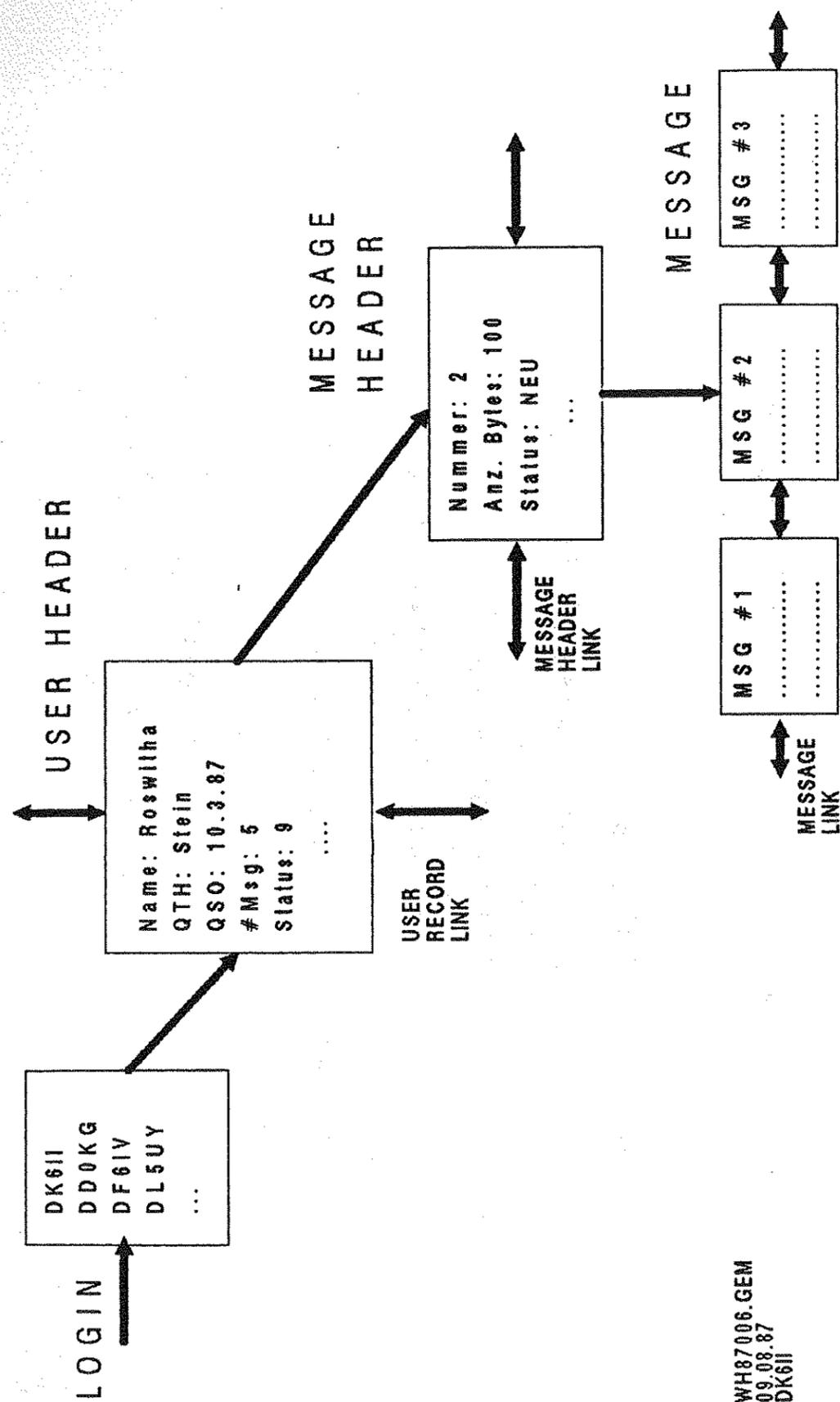


USER DIRECTORY



WH87006.GEM
09.08.87
DK6II

Einleitung

Im Bundesgebiet gehen jeden Sommer ungefähr eine Million Blitze nieder: 30.000 - 40.000 mal schlägt es ein. Dabei gibt es vor allem im Freien Verletzte und Todesopfer (über einen längeren Zeitraum zwischen 5 und 20 Todesfälle durch Blitzschlag jährlich). Tod durch Blitzschlag in einem Gebäude ist jedoch selten. Trotzdem entstehen immer wieder Unfälle, die sich durch richtiges Verhalten bei Gewitter vermeiden ließen.

Da der Blitz "kurzsichtig" ist und sich sein Ziel erst aus einer Entfernung von 10 bis 20 Metern sucht, stolpert er buchstäblich über alle Erhöhungen. Ob Buche oder Eiche, Antenne, Schornstein, Regenschirm oder Mensch - der "im Wolkenraum entstehende elektrodlose Funkenüberschlag" (Prof. Dr. H. Irael, TH Aachen) stürzt sich mit einer Stromstärke von 20.000 bis 60.000 Ampere (im Extremfall bis etwa 200.000 A), einer Geschwindigkeit zwischen 10.000 und 100.000 Kilometern in der Stunde sowie einer Temperatur von 20.000 bis 50.000 Grad Celsius, auf seine Opfer. Als gefährlich nahe gilt ein Gewitter, wenn zwischen Blitz und Donner weniger als zehn Sekunden vergehen, dann ist es höchstens drei Kilometer entfernt. Es ist lebensgefährlich, bei Gewitter zu baden. Nicht, weil Wasser den Blitz anlockt, sondern, weil der Kopf des Schwimmers wie eine Zielscheibe aus der glatten Wasseroberfläche ragt. Auch sollte man nicht telefonieren! Ebenso gefährlich ist jede Art von Wassersport, außerdem Rad-, Motorrad- und Schlepperfahren, der Aufenthalt auf Baugerüsten, unter einzelnen Bäumen oder am Waldrand, in freistehenden Kapellen und Feldscheunen ohne Blitzschutzanlagen. Wer auf freiem Gelände vom Gewitter überrascht wird, sollte sich sofort mit angezogenen Knien und eingezogenem Kopf in eine Bodenwelle hocken. So hat der Blitz die geringste Angriffsfläche. Auch bei Wolkenbruch alleinstehende Bäume unter allen Umständen meiden. "Lieber naß als tot" ist dabei die Devise.

Gebäude mit metallischen Dachaufbauten

Als metallische Dachaufbauten kommen üblicherweise in Frage:

1. Fernseh-, Rundfunk- und Amateurfunkantennen,
2. Dachständer für Energie- und Telefonleitungen.

Antennenanlagen, die die Dachfläche überragen, sind besonders bevorzugte Einschlagstellen und müssen deshalb in die Blitzschutzanlage einbezogen werden. Wird nach dem Bau der Blitzschutzanlage später eine Antennenanlage errichtet, ist das Antennenstandrohr mit der Blitzschutzanlage zu verbinden. Antennenanlagen auf Gebäuden ohne Blitzschutzanlagen sind nach den VDE-Bestimmungen (siehe Referenzhinweise!) zu erden.

Häufig wird die Meinung vertreten, daß Antennenanlagen, die nach diesen Bestimmungen ausgeführt sind, auch eine vollwertige Blitzschutzanlage darstellen. Dies trifft nicht zu; denn weder die Dachleitungen (Auffangeinrichtungen) noch die Ableitungen und die Erdungsanlage entsprechen den Anforderungen, die nach den ABB-Bestimmungen an eine Blitzschutzanlage gestellt werden.

Die o.a. Aufbauten können den Einzugsbereich der Blitzentladung und den Einschlagspunkt maßgebend bestimmen. Liegt ein Gebäude im festgelegten Schutzraum der Antenne (nähere Hinweise im Referat) oder ist die Freileitung parallel zum First geführt und überragt ihn, schlägt der Blitz auf jeden Fall in die Antenne, die Freileitung oder in den Dachständer ein. Auf keinen Fall dürfen vorhandene Dachaufbauten als Einschlagstellen ignoriert werden.

Bei einem Einschlag in die Freileitung oder in den Dachständer werden die Niederspannungsisolatoren am Dachständer normalerweise überschlagen; auch bei einem Antenneneinschlag wird die Isolation zwischen dem Antennenträger und der Antennenleitung in aller Regel durchschlagen. Damit werden die in das Gebäude eingeführten elektrischen Installationsleitungen an der Blitzstromführung beteiligt. Hierzu folgt ein Diavortrag aus der Praxis! Blitzeinschlag in eine 'ungesicherte Amateurfunkstation'.

Um von allen möglichen Einschlagpunkten den Blitzstrom sicher ableiten zu können, ist es notwendig, alle vorhandenen und ergänzten Dachaufbauten potentialmäßig zusammenzuschließen. Näherungen im Gebäude müssen besonders beachtet werden, s. VDE-0185 und VDE-0100.

Referenzangaben

- VDE 0100: - Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V.
 VDE 0855: - Bestimmungen für Antennenanlagen, Teil 1
 VDE 0185: - Blitzschutzanlagen, Allgemeines für das Errichten
 DIN 57 185, Teil 1/Nov. 1982.

VDE 0185: - Blitzschutzanlage. Errichten besonderer Anlagen
 DIN 57 185, Teil 2/Nov. 1982.

VDE-Schriftenreihe 34, Mechanismus des Gewitters und Blitzes und Grundlagen des Blitzschutzes von Bauten.

TÜV-Informationen, Schriftenreihe der TÜV-Akademie Direktionsbereich C. 2/78.
 Thema: Blitzschutz - wo und wie? 2. überarbeitete Auflage.

Dehn & Söhne, Elektrotechnische Fabrik, Fundamentender und Potentialausgleich,
 Druckschrift Nr. 304/72 und
 Überspannungsschutz in Niederspannungsanlagen, Druckschrift
 Nr. 308/72 Blatt 1-4

Strom, 2/79 HEAG/Darmstadt (Zschr.)

Der Blitzunfall, H. Karobath, Verlag Gerhard Witzstrock, Baden-Baden

Blitze entschärfen, Sonderdruck aus "elektrotechnik", 62, H. 5, 17. März 1980

11. Internationale Blitzschutzkonferenz München, Themengruppe 3, Praktische Blitzschutzprobleme.

HEA, e.V.-5000 Frankfurt am Main

Hinweis

Alle VDE-Bestimmungen sind zu beziehen vom:
 VDE-Verlag, 1000 Berlin 12

Lieferanten von Überspannungsableitern sowie Erdungs- und Blitzschutzmaterial sind:

Fa. Dehn & Söhne, 8430 Neumarkt/Opf., Hans-Dehn-Straße 1
 Tel.: 09181/7242, Telex 6-24412

Fa. Bettermann Elektro oHG, Postfach 1120, 5750 Menden 2

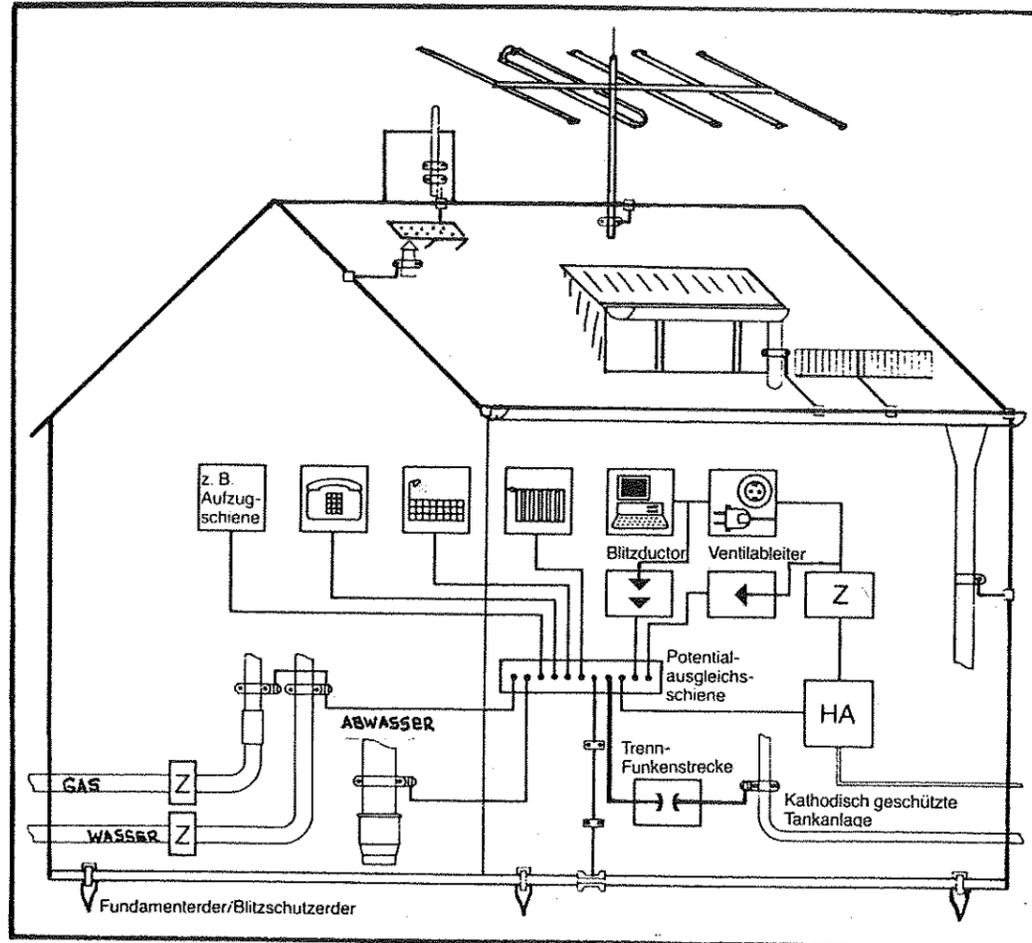
Fa. Hermann Kleinhuis GmbH & Co KG, Postfach 1960, 5880 Lüdenscheid

Für weitere Referenzangaben und zusätzliche Informationen stehe ich allen Referatsteilnehmern am 19. Sept. 87 nach 15.00 Uhr im Hörsaal B zur Verfügung.

"Es bleibt nur zu hoffen, daß alle getroffenen Sicherungsmaßnahmen sich nie in der Praxis tatsächlich bewähren müssen".

32. Weinheimer UKW-Tagung am 19. und 20. September 1987

Referatsthema: Stations- und Antennenschutz durch Blitzschutz gemäß VDE-Informationen, einschließlich Dia-Vortrag aus der Praxis!

ÄUSSERER + INNERER**ÜBERSPANNUNGS-
SCHUTZ**Fundamenterder und Potentialausgleich1) Allgemeines

Im Zuge der technischen Entwicklung in Neubauten werden nicht nur Wasser-, Gas- und Starkstrominstallationen umfangreicher, es werden auch in zunehmendem Maße Zentralheizungs-, Fernsprech-, Ruf- und Antennenanlagen eingebaut. Diese Leitungen und Rohrsysteme stellen ein metallisches Netz dar, das oft ineinandergreift, teils getrennt, teils direkt oder indirekt miteinander verbunden ist.

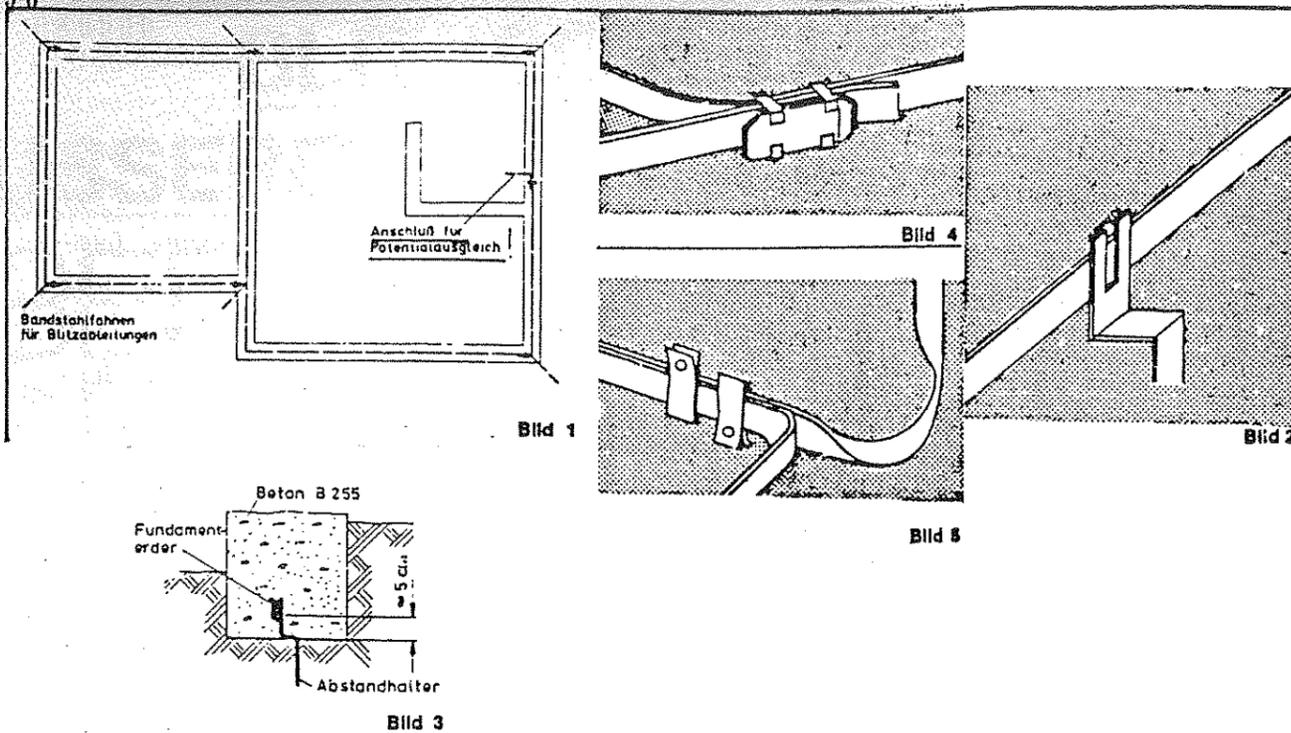
Um eine hohe Sicherheit gegen das mögliche Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen zu erreichen, sind alle metallisch leitenden Systeme in den sog. Potentialausgleich einzubeziehen. Der Potentialausgleich ist dann am wirksamsten, wenn er elektrisch dem Erdpotential angeglichen ist. Außerdem entsteht durch die Entwertung des Wasserrohrnetzes als Erder (zunehmende Verwendung von Kunststoffwasserleitungen) die Notwendigkeit, für jedes Gebäude eine gesonderte Erdungsanlage zu erstellen. Mit dem Fundamenterder kann auf wirtschaftliche Weise bei Neubauten eine wirksame Erdungsanlage geschaffen werden. Dieser Haus- oder Fundamenterder kann darüber hinaus auch als Erder für eine Blitzschutzanlage verwendet werden, sofern er nach den Bestimmungen des ABB ausgeführt ist. Für das Einbetten von Fundamenterdern in Gebäudefundamente sind die Richtlinien, herausgegeben vom VDEW (Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH, Frankfurt/Main, Stresemannallee 23), zu beachten.

2) Ausführung

Verzinkter Bandstahl 30 x 3,5 mm, 25 x 4 mm oder verzinkter Rundstahl 10 mm \varnothing wird im ausgegrabenen Bankett als geschlossener Ring (Bild 1) auf Abstandshaltern Nr. 290 000 (Bilder 2 und 3) verlegt. Die Verlegung auf Abstandshaltern ist notwendig, um sicherzustellen, daß der Erder allseitig im später einzubringenden Beton eingebettet liegt.

Verbindungen können einfach und schnell mit kontaktsicheren Keilverbindern Nr. 308 001 (Bild 4) oder Federverbindern Nr. 308 000 (Bild 5) hergestellt werden. Diese Anschluß- und Verbindungselemente sind einfach zu handhaben und gewähren einen sicheren Kontakt.

Eine Anschlußfahne ist vom Fundamenterder in den Hausanschlußraum mindestens 1,5 m hochzuführen (Bild 6).



Überspannungsschutz in Niederspannungsanlagen

1) Allgemeines

Die Sicherheit der elektrischen Installationsanlage erfordert einen ausreichenden und zuverlässigen Schutz gegen Überspannungen. Dieser Schutz kann durch den Einbau von Überspannungsableitern an geeigneten Stellen erreicht werden.

VDE 0100 fordert in § 18 N einen "Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen infolge atmosphärischer Entladungen". Die hierbei unter Punkt 1.2 genannte Maßnahme, nämlich der Einbau von Überspannungsableitern an entsprechenden Stellen des Freileitungsnetzes, muß von dem zuständigen Energieversorgungsunternehmen durchgeführt werden. Leider genügt aber dieser Schutz in den weitaus meisten Fällen nicht, so daß darüber hinaus auch die Verbraucheranlage durch Überspannungsableiter geschützt werden muß.

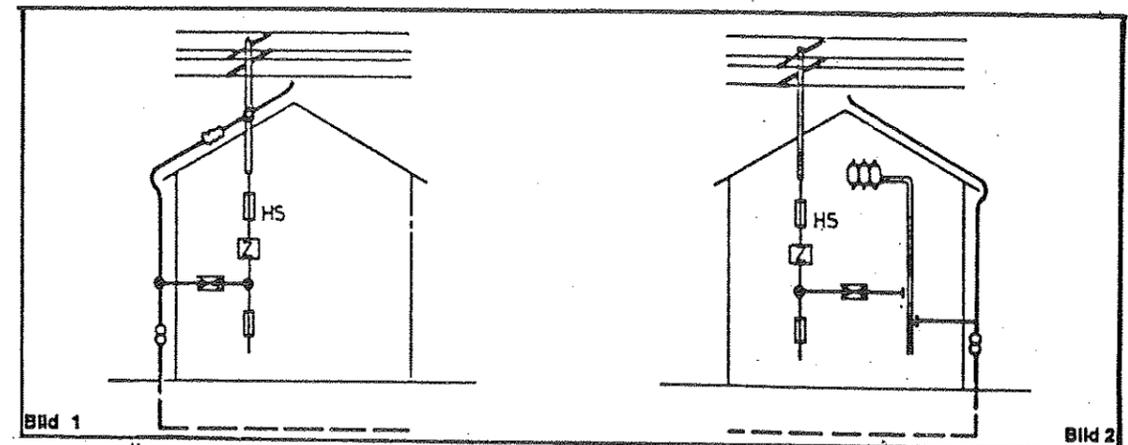
Die Ursachen für das Auftreten gefährlicher Überspannungen in den Verbraucheranlagen können in zwei Gruppen unterteilt werden:

- Überspannungen, die auf dem Wege über die elektrische Hauseinführung von außen in die Anlage eintreten. Hierunter fallen z.B. direkte oder indirekte Blitzeinschläge in die elektrische Freileitung (z.B. Niederspannungsfreileitung).
- Überspannungen, die in der Verbraucheranlage selbst entstehen, wie z.B. Überspannungen aufgrund unzulässiger Näherungen bzw. Überspannungen, die über Blitzschutz- oder Antennenanlage in die elektrische Verbraucheranlage eindringen.

Die Bestimmungen des Ausschusses für Blitzableiterbau (ABB) geben in § 8 nähere Auskünfte über die Notwendigkeit des Einbaues von Überspannungsableitern.

2) Einbau von Überspannungsableitern gegen das Eindringen von Überspannungen über die elektrische Hauseinführung

In den ABB-Bestimmungen wird im § 8.4.4 empfohlen, an den Hauptverteilungen der elektrischen Anlage Überspannungsableiter einzubauen, da das Eindringen von gefährlichen Blitzentladungen über die Freileitung nicht auszuschließen ist. Dabei ist es wichtig, die Ableiter unmittelbar hinter dem Zähler, also der dem Verbraucher zugänglichen elektrischen Anlage, einzubauen und eine unmittelbare Verbindung zu einem niederohmigen Erder herzustellen. Es ist zweckmäßig, z.B. die Blitzschutzanlage oder die metallene Wasserleitung als Erdungsleitung zu benutzen. In den Bildern 1 und 2 sind zwei Beispiele aufgeführt.



Überspannungsableiter schützen die elektrische Verbraucheranlage vor Überspannungen, die über die elektrische Freileitung in das Gebäude gelangen können.

3) Einbau von Überspannungsableitern aufgrund unzulässiger Näherungen

Die elektrische Installationsanlage ist vom Blitzschutz aus betrachtet eine grössere geerdete Anlage. Es können daher sowohl Eigennäherungen als auch Fremdnäherungen (s. ABB § 7) auftreten. Diese Näherungen sind unter allen Umständen zu beseitigen, da sonst mit frei überspringenden Blitzentladungen zu rechnen ist.

a) Eigennäherung

Nach ABB § 8.4.1 brauchen Eigennäherungen nur berücksichtigt werden bei:

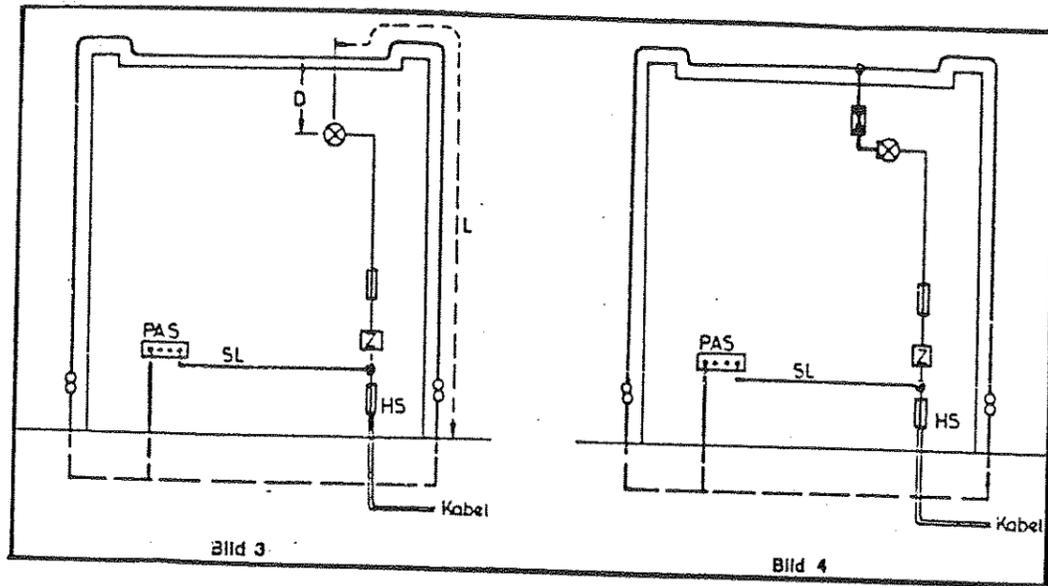
- Gebäuden über 20 m Höhe
- feuergefährdeten Betriebsstätten und Lager
- explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lager
- explosivstoffgefährdeten Betriebsstätten und Lager.

Eine Eigennäherung liegt vor, wenn sich die elektrische Anlage und eine andere geerdete Anlage, die jedoch über den Schutzleiter bzw. dem Potentialausgleich mit ihr verbunden ist, auf einen unzulässigen Abstand nähert und ein Überspringen der Blitzentladung zu erwarten ist (Bild 3).

Als Bedingung gilt: $D \geq \frac{1}{20} \cdot L$

(Die Abstände D und L werden hierbei in Meter eingesetzt).

Ist diese Bedingung erfüllt, so liegt keine Eigennäherung vor. Ist der Abstand D jedoch unzulässig klein, so daß er dieser Forderung nicht mehr genügt, und ist selbst ein nachträgliches Vergrößern des Abstandes D nicht mehr möglich, so ist an der Näherungsstelle zwischen der elektrischen Anlage und der genäherten geerdeten Anlage ein Satz Überspannungsableiter einzubauen (Bild 4).



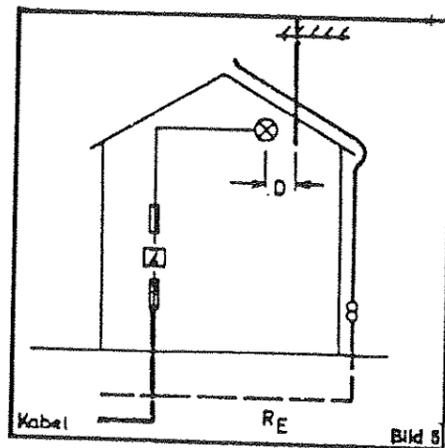
Eine Eigennäherung liegt vor, wenn

$$D < \frac{1}{20} \cdot L \text{ beträgt.}$$

Beseitigung der Eigennäherung durch Einbau von Überspannungsableitern an der Näherungsstelle.

b) Fremdnäherung

Eine Fremdnäherung liegt vor, wenn der Abstand zwischen der elektrischen Anlage und einer ihr genäherten, aber nicht mit ihr über einen Potentialausgleich verbundenen metallenen Anlage so klein wird, daß ein Überspringen der Blizzentladung zu erwarten ist (Bild 5).



Als Bedingung gilt: $D \geq \frac{1}{5} \cdot R_E$

(Der Näherungsabstand D wird hierbei in Meter und der Erdungswiderstand R_E in Ohm eingesetzt).

Ist die obengenannte Bedingung erfüllt, so liegt keine Fremdnäherung vor. Fremdnäherungen zwischen der elektrischen Anlage und anderen geerdeten Anlagen kommen in der Regel nicht oft vor, da sie bereits in den meisten Fällen über einen Potentialausgleich miteinander verbunden sind. Sind sie aber dennoch vorhanden, so sind an der Näherungsstelle Überspannungsableiter einzubauen.

4) Einbaurichtlinien

a) Vorsicherung

Der Überspannungsableiter ist so ausgelegt, daß er bei einer evtl. Überlastung von selbst auslöst (Herausspringen des roten Signalkopfes) und sich vom Netz abtrennt. Da jedoch in den meisten Fällen bei einem Ansprechen nachfolgende Kurz-

schlußströme aus dem Netz zu erwarten sind, muß dem Ableiter eine Vorsicherung vorgeschaltet werden, um eine weitere Überlastung zu vermeiden. Für die Typen JA 250 und JA 500 wurde diese Sicherung auf einen Maximalwert von 35 A trag festgelegt.

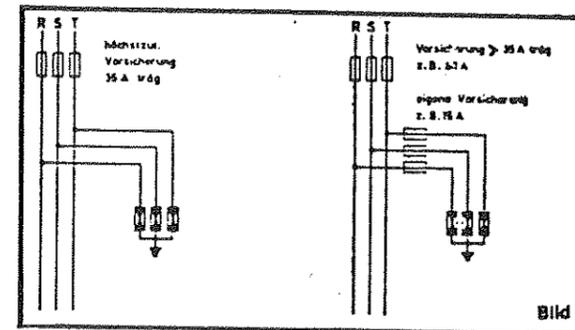


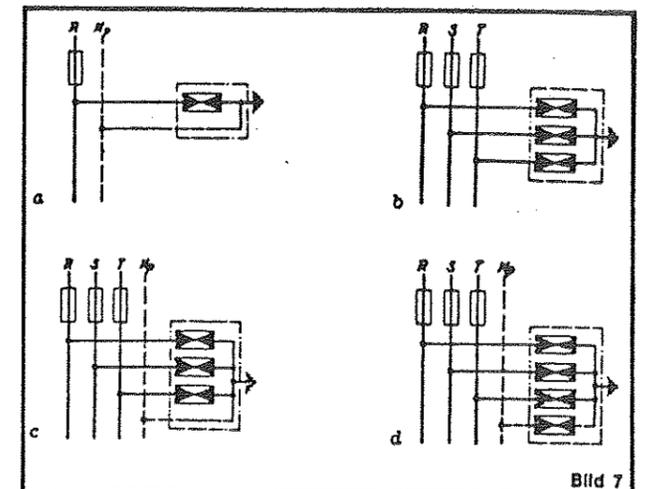
Bild 6 gibt Hinweise für das Zuordnen der Vorsicherung.

b) Berücksichtigung des Netzes

Je nach Art des Netzes und vorhandener Schutzmaßnahme sind die im Bild 7 gezeigten Überspannungsableitersätze anzuwenden.

Hier bedeuten:

- a - Einphasennetz mit geerdeten Mittelpunktleiter
- b - Drehstromnetz ohne Mittelpunktleiter
- c - Drehstromnetz mit geerdeten Mittelpunktleiter
- d - Drehstromnetz mit nicht geerdeten Mittelpunktleiter



c) Erdleitung

Entsprechend den ABB-Richtlinien (§ 8.4.4) sind zum Anschluß des Überspannungsableiters folgende Mindestquerschnitte vorzusehen:

- Erdungsleitung: 10 mm² Cu
- Verbindung zur elektrischen Anlage: Leiterquerschnitt entsprechend der Vorsicherung

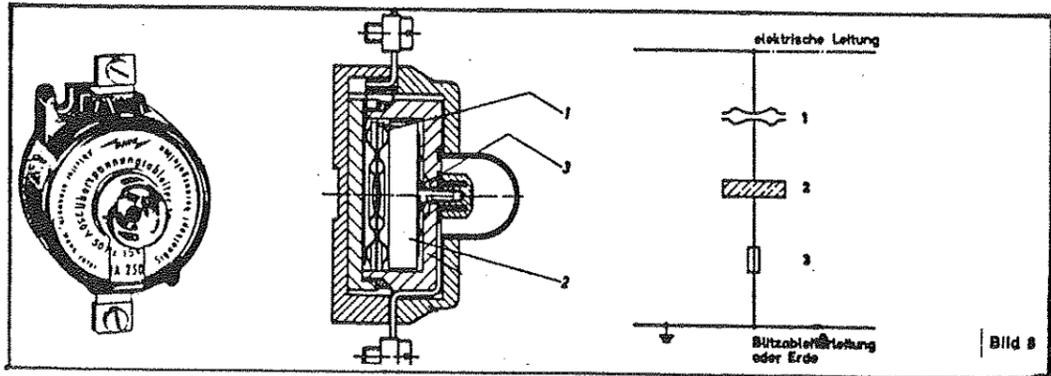
d) Überprüfung

Um den Überspannungsschutz funktionsfähig zu erhalten, müssen nach jedem Gewitter die eingebauten Ableiter und evtl. auch die Vorsicherungen überprüft werden. Durchgeschmolzene Sicherungen sowie ausgelöste Ableiter müssen ausgewechselt werden.

5) Aufbau und Wirkungsweise der Ableiter Type JA 250 und JA 500

Diese Überspannungsableiter bestehen im Prinzip aus drei Teilen: (Bild 8)

1. der Funkenstrecke (1)
2. dem spannungsabhängigen Widerstand (2)
3. der Abschaltvorrichtung (Selbstreinigung) (3)

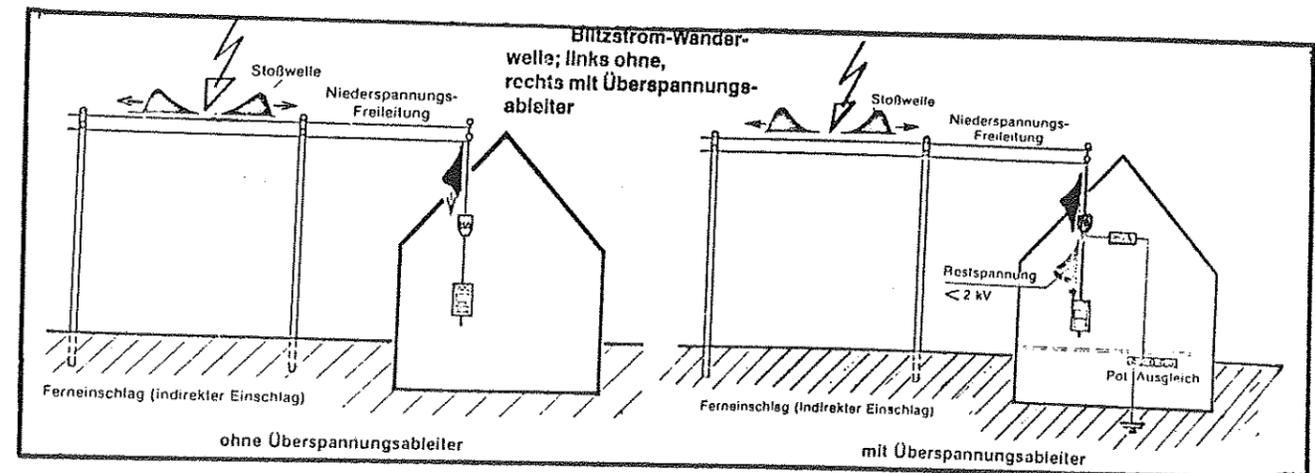
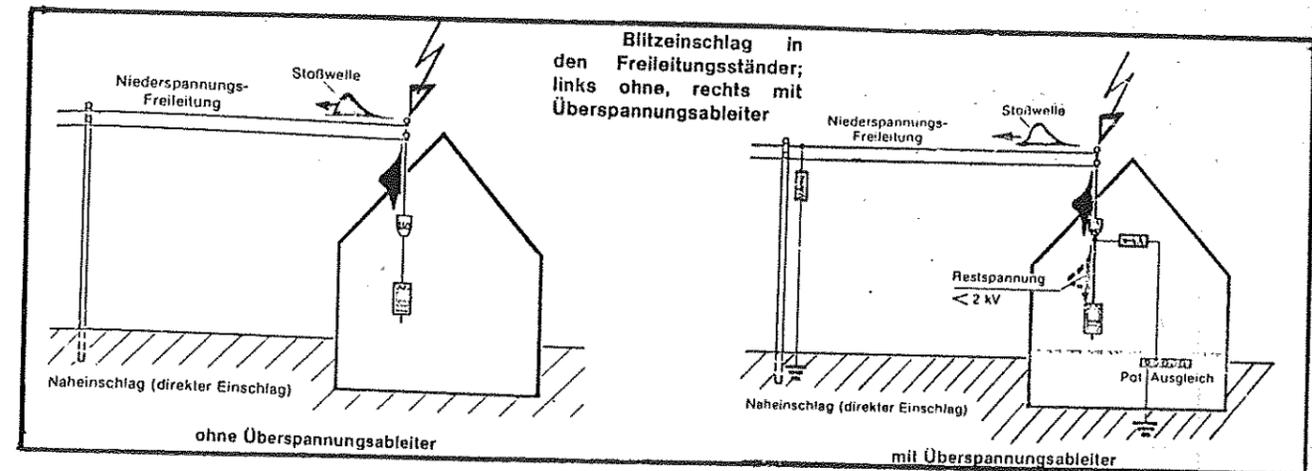


Die Funkenstrecke hat die Aufgabe, während des Normalbetriebes das erforderliche Isoliervermögen gegen Erde zu gewährleisten.

Überschreitet die ankommende Überspannungswelle die Ansprechspannung dieser Funkenstrecke, so spricht diese unverzüglich an. Während des Nulldurchganges des Folgestromes erfolgt eine selbsttätige Löschung.

Durch den Ableitstrom wird der Widerstand des spannungsabhängigen Widerstandes soweit abgesenkt, daß die Überspannung auf einen ungefährlichen Wert abfällt. Die verbleibende Restspannung liegt unterhalb der Prüfspannung von Installationsgeräten.

Unter normalen Bedingungen hält der Ableiter einigen hundert Ableitvorgängen stand. Kommt es in einem äußerst seltenen Fall zu einer Überbeanspruchung, so trennt die Selbstreinigung den defekten Ableiter vom Netz und verhindert einen Erdschluß.



a) Fundamenterder und Potentialausgleich

Allgemeines
 In den Gebäuden bilden die Wasser-, Gas- und Zentralheizungsinstallationen zusammen mit den Starkstrom-, Antennen-, Fernsprech- und Rufanlagen ein verzweigtes Netz leitfähiger Systeme. Sie sind teils getrennt, teils unmittelbar oder mittelbar verbunden. Deshalb können Fehler oder Mängel in einem Leitungssystem ungünstige Einwirkungen auf andere Systeme haben. Um beim Auftreten solcher Einwirkungen einen erhöhten Schutz, vor allem gegen gefährliche Körperströme, zu erzielen, wird nach VDE 0100 Teil 410 ein Hauptpotentialausgleich gefordert, der alle leitfähigen Systeme miteinander verbindet. Dieser Hauptpotentialausgleich wird durch einen in das Gebäudefundament eingelegten Fundamenterder wesentlich wirksamer. Er kann auch zum Erfüllen von Erdungsaufgaben, z. B. für Fehlerstromschutzrichtungen, Fernmelde-, Antennen- und Blitzschutzanlagen herangezogen werden. Für diese Fälle muß beim Einbringen des Fundamenterders darauf geachtet werden, daß der Erder für diese Aufgaben geeignet ist, z. B. Anschlußflannen für die Blitzschutzanlage.

Aufbau eines Fundamenterders

Material
 Bandstahl mindestens 30 mm x 3,5 mm, 25 mm x 4 mm oder Rundstahl mindestens 10 mm Durchmesser.

Einlegen in das Fundament
 Der Stahl ist als geschlossener Ring in die Fundamente der Außenmauern der Gebäude unterhalb der Isolierschicht zu legen. Der Stahl wird so eingebracht, daß er mindestens 5 cm über der Fundamentsohle zu liegen kommt. Durch geeignete Mittel, z. B. Abstandhalter kann sichergestellt werden, daß der Stahl beim Einbringen des Betons so gehalten wird, daß er allseitig von Beton umhüllt wird und dadurch gegen Korrosion geschützt ist.

Bei Fundamenten aus bewehrtem Beton wird der Stahl auf die Sauberkeitsschicht gelegt und mit der Bewehrung verbunden.

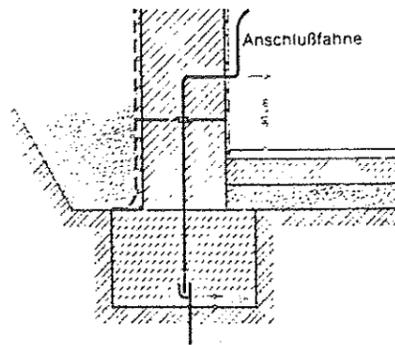
Dehnungsfugen sind innerhalb des Gebäudes aber außerhalb des Betons durch Dehnungsbänder zu überbrücken.

Bei Stahlskelettbauten dient die Stahlkonstruktion als Erder.

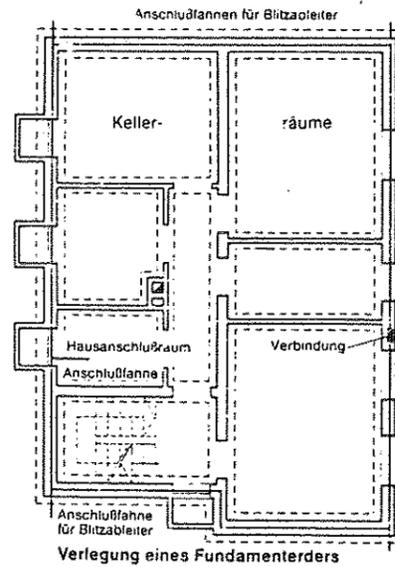
Verbindungsstellen:
 Schweiß-, Schrauben-, Keil- und Federverbindungen geben eine gute und zuverlässige Verbindung. Würgeverbindungen sind unzulässig.

Anschlüsse
 Die Anschlußflannen werden etwa 0,30 m über dem Kellerboden herausgeführt und sollen sowohl bei Erdkabel- als auch bei Freileitungshausanschlüssen in der Nähe des Wasser-Hausanschlusses liegen, im allgemeinen im Hausanschlußraum.

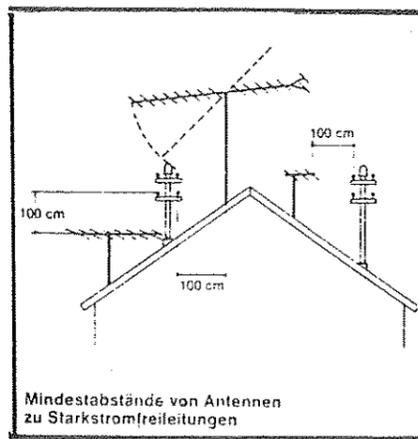
Anschlußflannen aus verzinktem Stahl von Fundamenterdern zu Ableitungen (Erdungsleitungen) sollen innerhalb der Außenwand (bei Mauerwerk mit einer Umhüllung gegen Korrosion) bis oberhalb der Erdoberfläche verlegt werden. Die Anschlußflannen sollen auffällig gekennzeichnet werden, damit sie nicht während der Bauzeit versehentlich abgeschnitten werden.



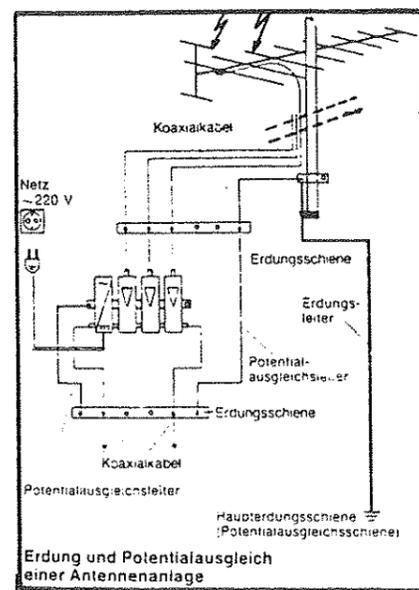
Anordnung des Fundamenterders in unbewehrtem Fundament



Verlegung eines Fundamenterders



Mindestabstände von Antennen zu Starkstromfreileitungen



Erdung und Potentialausgleich einer Antennenanlage

Werkstoffe

Für Erdungsanlagen wird hauptsächlich Rundstahl (stark verzinkt!) nach DIN 1548 mit 10 mm Ø oder Bandstahl (stark verzinkt!) nach DIN 48801 30 mm x 3,5 mm verwendet. Kupfer wird nur in Sonderfällen benutzt. Aluminium ist in jeder Form unzulässig. Die Verbindungen einer Blitzschutzterde zur Trennstelle im oberirdischen Teil soll möglichst über eine Erdführungsstange nach DIN 48850 erfolgen. Schutzrohre sind nicht zu verwenden.

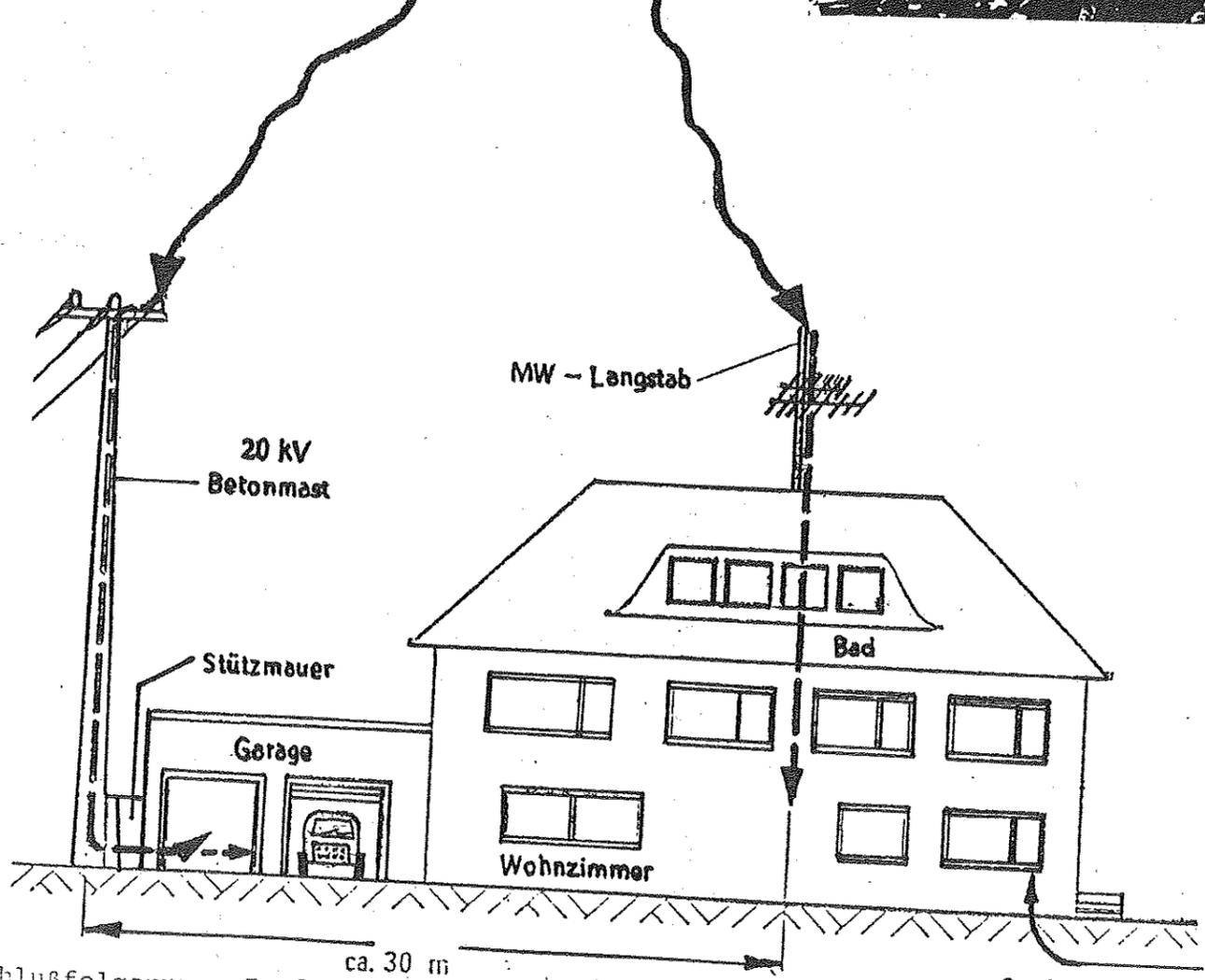
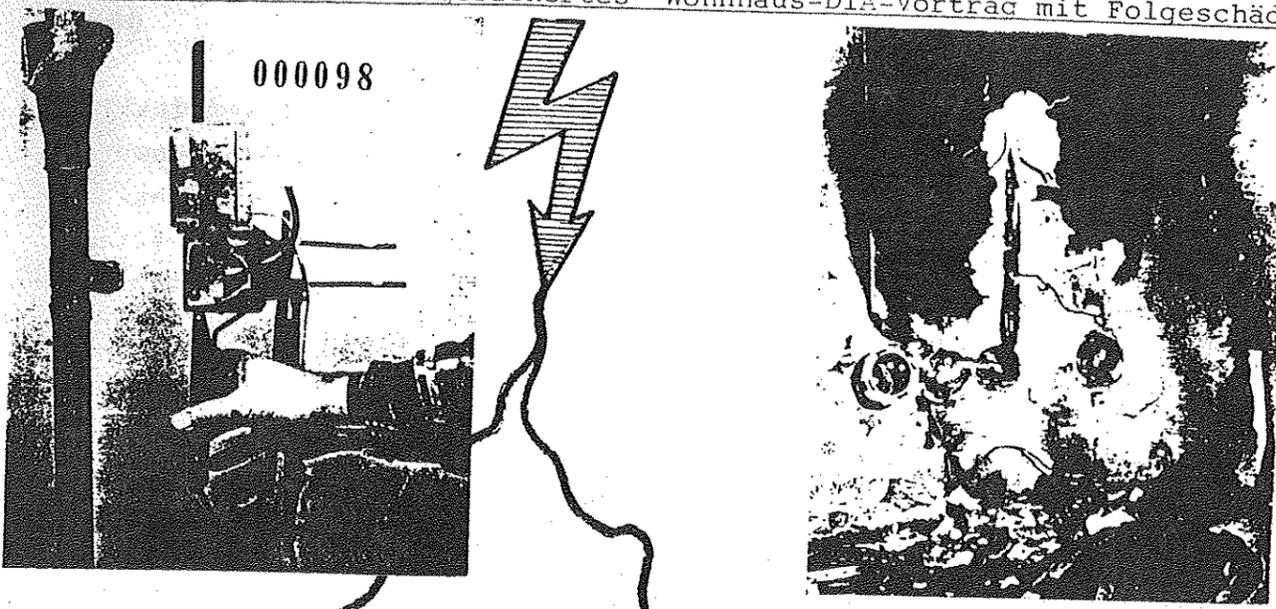
Erdungsleiter

	Werkstoff	außerhalb von Gebäuden	innerhalb von Gebäuden
Gebäude mit Blitzschutzanlage	Kupfer oder Stahl verzinkt	Volldraht mit 8 mm Durchmesser oder Band mit 20 x 2,5 mm Querschnitt	nicht zu empfehlen, Mindestmaße wie außerhalb von Gebäuden
Gebäude ohne Blitzschutzanlage	Kupfer	Volldraht mit Kunststoff-Isolierung (z. B. Typ NYY) mit 10 mm ² Querschnitt	Volldraht, blank, mit 10 mm ² Querschnitt
	Aluminium	wie Kupfer jedoch 16 mm ² Querschnitt	wie Kupfer jedoch 16 mm ² Querschnitt

Der Erdübergangswiderstand einer Einzelerde darf 5 Ohm nicht überschreiten.

Höhe des Erdungswiderstandes-aus ABB-

Bodenart	Spez. Widerstand Ωm	Erdungswiderstand Ω					
		Staberder		Banderder		Ringerder	
		3 m	6 m	5 m	10 m	20 m	20 m Ø
Moorboden, Sumpf, Humuserde in feuchter Lage	30	10	5	12	6	3	1
Lehmboden, Tonboden, Ackerboden	100	33	17	40	20	10	4
Sandiger Lehm	150	50	25	60	30	15	5
Sandboden feucht	200	66	33	80	40	20	7
Sandboden trocken	1000	330	165	400	200	100	32
Kies feucht	500	166	83	200	100	50	16
Kies trocken	1000	330	165	400	200	100	32
Steiniger Boden	3000	1000	500	1200	600	300	95
Beton							
Zement, rein	50	—	—	20	10	5	1,7
1 x Zement + 3 x Sand	150	—	—	60	30	15	5
1 x Zement + 5 x Kies	400	—	—	160	80	40	13
1 x Zement + 7 x Kies	500	—	—	200	100	50	17



Schlussfolgerung: In den beschriebenen Abhandlungen und der vorgegebenen Referenzzeitbegrenzung ist es nicht immer möglich, auf das umfangreiche und sehr interessante Thema "Blitzschutz" näher Stellung zu nehmen. Ich bitte deshalb um Verständnis. Der Vortrag sollte lediglich zur Anregung dienen, sich ausführlich mit dem o.ä. Thema zu beschäftigen. Ich wünsche allen Gästen noch einen angenehmen Aufenthalt in Weinheim mit all den wissensreichen Darbietungen.

Referent: Herbert Heiß, Hühelstraße 2, 6105 Ober-Ramstadt bei Darmstadt.
DJ 5 EP, Ortsverband Darmstadt F03

Wissenschaftliche Veröffentlichungen über Computer-optimierte Antennen gibt es schon seit einigen Jahren. Auch in der Amateurliteratur tauchen in letzter Zeit Beschreibungen von mit Rechnerunterstützung entwickelten Antennen auf, und es stehen, z.T. sehr leistungsfähige, Programme zur Modellierung von Antennen zur Verfügung (1, 2).

Es stellt sich daher die Frage, ob durch den Einsatz dieser Mittel wesentliche Fortschritte in der Antennentechnik - hier speziell bei Yagiantennen - erzielt worden sind.

Der Verfasser berichtete in Weinheim vor rund 10 Jahren über den damaligen Erkenntnisstand. Das lebhafteste Interesse ermutigte zu weiteren Untersuchungen sowie einer Reihe von Veröffentlichungen Anfang der 80er Jahre.

Die zugrunde liegenden Experimente wurden auf einem wenig genutzten Freifeldmeßplatz der DBP im FTZ Darmstadt durchgeführt. Das so gewonnene Datenmaterial hat sich in den folgenden Jahren auch als äußerst nützlich für die "Eichung" von Rechnersimulationen erwiesen. Verschiedene QMs rechneten zunächst die gemessenen Antennen nach und versuchten anschließend, Verbesserungen zu erzielen.

Wesentlicher Inhalt waren Entwurfsregeln für fast-optimale Lang-Yagiantennen beliebiger Länge und Aussagen über den erzielbaren Gewinn in Abhängigkeit von der Antennenlänge (3).