Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 62 (1971)

Heft: 17

Artikel: Fundamenterder

Autor: Kuhnert, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915849

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Fundamenterder

Von *E. Kuhnert*, Celle (BRD)

Die Verwendung von Fundamenterdern begegnet auch bei uns vermehrtem Interesse, weshalb wir einen ausgewiesenen Fachmann gebeten haben, über seine diesbezüglichen Erfahrungen zu berichten.

In diesem ersten Bericht konnte das Problem der Korrosion von Drittanlagen (z. B. Öltanks, Kabelleitungen) noch nicht behandelt werden, doch werden wir in einem späteren Zeitpunkt darauf zurückkommen.

Wir hoffen, mit der Veröffentlichung dieses Aufsatzes das Gespräch über dieses vielschichtige Thema anzuregen und stellen allen Mitgliedern die «Seiten des VSE» für Diskussionsbeiträge zur Verfügung. Br

Der grösste Teil aller Schutzmassnahmen gegen zu hohe Berührungsspannungen in Niederspannungsnetzen erfordert eine Erdung der nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden Metallteile. Dieser Erdung kommt in den Verbraucheranlagen bei ständig wachsender Leistung immer grössere Bedeutung zu. Die Verwendung von Kabeln mit Kunststoffmantel (z. B. NYY und NAYY) und der Ersatz von metallenen Wasserleitungen durch Kunststoffrohre stellen erhöhte Anforderungen an die Erdung, die als Schutzerdung oder auch als Schutz- und Betriebserdung der Verbraucheranlage dient. Über die Bedeutung des Fundamenterders, seine Anwendung und über praktische Erfahrungen wird berichtet.

Der Verbrauch von elektrischer Energie ist im Haushalt stärker als in allen anderen Abnehmergruppen gestiegen. Wie aus Tab. I abzulesen ist, hat sich der Gesamtverbrauch aller Haushalte im Bundesgebiet innerhalb von 6 Jahren verdoppelt, der Verbrauch pro Haushalt ist in der gleichen Zeit um 60,3 % gestiegen. Hieraus folgt, dass nicht nur die Anzahl der Haushalte angewachsen ist, sondern auch die Ausrüstung der Haushalte mit elektrischen Geräten verändert worden ist. Die strukturelle Veränderung der Ausrüstung ist bekannt. Die Umsätze der elektrotechnischen Industrie mit Haushaltgeräten lassen diese Veränderung deutlich werden. In Tabelle II ist die prozentuale Sättigung der Haushalte mit Elektrogeräten angegeben. Dabei sind Kleingeräte, bei denen Dauer und Häufigkeit der Benutzung erfahrungsgemäss im Mittel sehr klein ist, nicht aufgeführt.

Die Leistung der Geräte zur Wärmeerzeugung liegt etwa zwischen 3 kW (Wasch- und Spülmaschinen), 10 kW (Herde) und 30 kW (Durchlauferhitzer). Anlagen mit Nachtspeicheröfen haben noch höhere Anschlusswerte. Entsprechend sind die Hausanschlüsse zu bemessen. Man kann davon ausgehen, dass die Hausanschlußsicherungen heute wie in Tabelle III angegeben ist, abgestuft sind.

Der zum Schutz der Abnehmeranlage nach VDE 0100/12.65 bei Anwendung der Nullung mindestens erforderliche Erdungswiderstand ist in Tabelle III ebenfalls angegeben (Lit. 3).

Mit zunehmender Leistung wachsen auch die Schwierigkeiten, den erforderlichen Erdungswiderstand herzustellen. Beträchtliche Längen sind für Horizontal- bzw. Tiefenerder erforderlich (Fig. 1, 2).

Es lag nahe, Neubauten bereits konstruktiv auf die elektrische Installationsanlage auszurichten und damit die Voraussetzung für die sichere Verwendung der elektrischen Energie zu schaffen.

Hierbei erkannte man die Vorteile, die sich ergeben, wenn das Fundament mit zur Erdung herangezogen wird. Messungen bestätigen, dass erdfeuchter Beton praktisch die gleiche Leitfähigkeit hat, wie das ihn umgebende Erdreich. Die Armierung von Stahlbeton-Fundamenten wirkt als natürlicher Erder, sofern die Armierungseisen untereinander elektrisch leitend verbunden sind und sie im erdfeuchten Beton liegen. Auch Baustahlgewebematten wirken wie Plattenerder, die horizontal in die Erde eingebracht sind.

Ein weiterer Vorteil liegt in der starken Potentialsteuerung durch die Armierungseisen und Baustahlgewebe.

Etwa 1964 wurde in Veröffentlichungen (Lit. 1) vorgeschlagen auch in Fundamente ohne Armierung zusätzliche Banderder einzulegen und dadurch die natürliche Erderwirkung auszunutzen und gleichzeitig eine Potentialsteuerung herbeizuführen.

Die Vorschläge fanden so grosses Interesse, dass im Frühjahr 1965 die «Richtlinien für das Einbetten von Fundamenterdern in Gebäudefundamente» als Ergebnis einer Gemeinschaftsarbeit von Fachleuten der Elektrizitätsversorgungsunternehmen, des Zentralverbandes des Deutschen Elektrohandwerks und des Städtischen Hochbauamtes Frankfurt a. M. unter Federführung der VDEW veröffentlicht werden konnten (Lit. 2). Im Vorwort wird hier auf die Notwendigkeit hingewiesen, einen wirksamen Potentialausgleich zwischen allen Installationsanlagen, wie Gas- und Wasserleitungen,

Jährliche Stromabgabe an Haushalte in der BRD
(Statistisches Jahrbuch der VDEW 1969)

Tabelle I

Jahr	Abgabe GWh	Steigerung %	Anzahl der Haushalte	Zugang %	spez. Abgabe kWh/Haushalt
61	13 717	+ 15,53	14 293 065	+ 3,71	959
62	15 847	+ 14,98	14 823 728	+ 3,61	1 069
63	18 222	+ 15,23	15 359 256	+ 9,62	1 186
64	20 998	+ 11,83	16 836 833	+ 3,23	1 247
65	23 483	+ 10,94	17 381 685	+ 2,77	1 351
66	26 053	+ 9,48	17 863 810	+ 2,63	1 458
67	28 524	+ 13,88	18 333 740	+ 2,78	1 555
68	32 485	+ 13,95	18 843 896	+ 2,83	1 723
69	37 020		19 377 608		1 910
61/69	+ 23 303	+ 169,88	+ 5 084 543	+ 35,57	+ 99,06 %

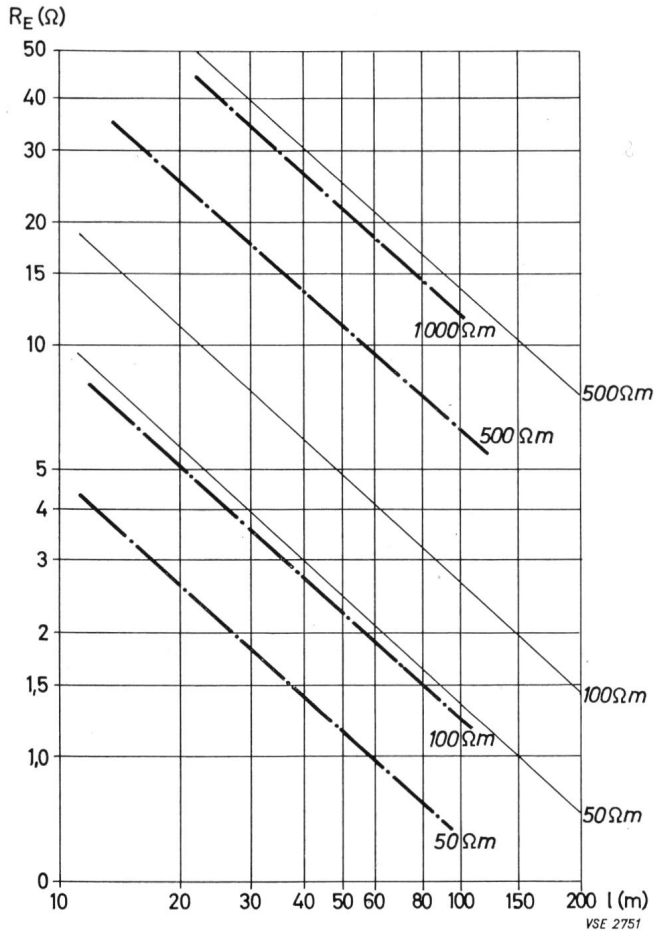


Fig. 1
Ausbreitungswiderstand von gestreckten Banderdern
von Tiefenerdern (2 cm ϕ)

Zentralheizungs-, Antennen-, Fernsprech- und Rufanlagen herzustellen, um dadurch Rückwirkungen zwischen diesen Leitungs- und Rohranlagen z. B. bei Fehlern in der Starkstromanlage zu vermeiden und einen erhöhten Schutz gegen Berührungsspannungen zu erzielen. Dies gilt besonders für Spannungen, die durch metallisch leitende Systeme verschleppt werden können.

Um bei möglichen elektrischen Fehlern unzulässig hohe Berührungsspannungen auszuschliessen, wird ein Erder in das Gebäudefundament eingelegt, an den alle oben genannten, metallisch leitenden Systeme angeschlossen werden, so dass ein Potentialausgleich erzwungen wird.

Bestand an Elektrogeräten in der BRD im Haushalt in %
(Lit: HEA-Statistisches Faltblatt 1970)

Tabelle II

	Herde	Kühlschränke	Gefriergeräte	Heisswassergeräte	Waschmaschinen	Fernseher
1961	42	47	2	12	32	30
1962	44	52	2	15	40	37
1963	46	56	3	18	42	43
1964	47	63	4	22	46	50
1965	51	74	6	26	51	55
1966	55	76	8	31	56	61
1967	57	79	11	36	60	65
1968	59	83	15	38	66	69
1969	60	85	17	41	69	73

Tabelle III

	Hausanschlußsicherung	Installierte Leistung	RE (Ω)
Normale Versorgung	36 A	bis 20 kW	≤ 0,7
Vollelektrische Versorgung	63 A	bis 40 kW	≤ 0,4
Allelektrische Versorgung	100 A	bis 60 kW	≤ 0,26
	...200 A	...120 kW	

Als besonderer Vorteil ist hervorzuheben, dass durch die dichte Betonumhüllung des Erders, der aus blankem Bandstahl besteht, ein dauerhafter Korrosionsschutz vorhanden ist und die Kosten in vertretbaren Grenzen bleiben.

Konstruktives

Als Werkstoff wird blanker Bandstahl 30 × 3,5 mm² oder 26 × 4 mm² verwendet. Diese Abmessungen bieten ausreichenden Schutz gegen mechanische Beschädigungen beim Einbringen des Betons und weisen auch eine genügende mechanische Festigkeit auf. Auch entsprechen sie den Mindestquerschnitten nach VDE 0100/12.65.

Entsprechend den VDEW-Richtlinien für Fundamenterder (Lit. 2) könnte auch verzinntes Kupferband 25 × 2 mm verwendet werden. Die Verwendung von Kupfer wird jedoch schon aus wirtschaftlichen Gründen ausscheiden.

Bei Stahlbetonfundamenten tritt an Stelle des Fundamenterders aus Bandstahl die Armierung des Betons. Bei grossflächigen Baukörpern empfiehlt es sich, die Armierungseisen so miteinander zu verschweissen, dass wenigstens eine durchgehende, leitwertgleiche Verbindung entsteht. Soll eine hochwertige Potentialsteuerung erreicht werden, z. B. in Kraftwerken oder Schalthäusern, so müssen auch die im Fussboden des Kellers eingelegten Baustahlgewebematten untereinander elektrisch leitend verbunden und an die Armierung der Fundamente angeschlossen werden. Falls Baustahlgewebematten nicht schon aus statischen Gründen erforderlich sind, müssen sie gegebenenfalls zur Potentialsteuerung in den Kellerfussboden eingebracht werden.

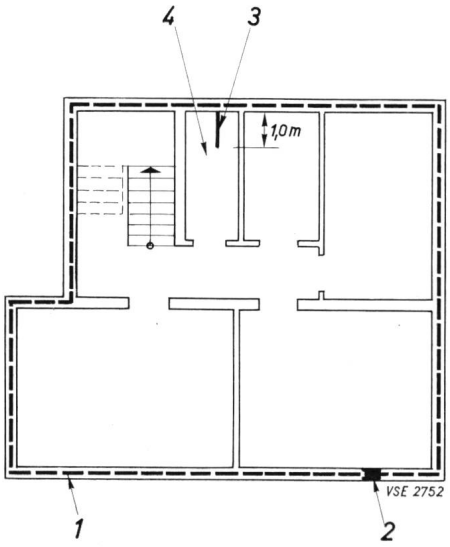


Fig. 2
Einzelhaus Grundriss [Lit. 2]
1 Fundamenterder 30×3,5 mm
2 Bandstahl-Stoss
3 Anschlussfahne
4 Hausanschlussraum

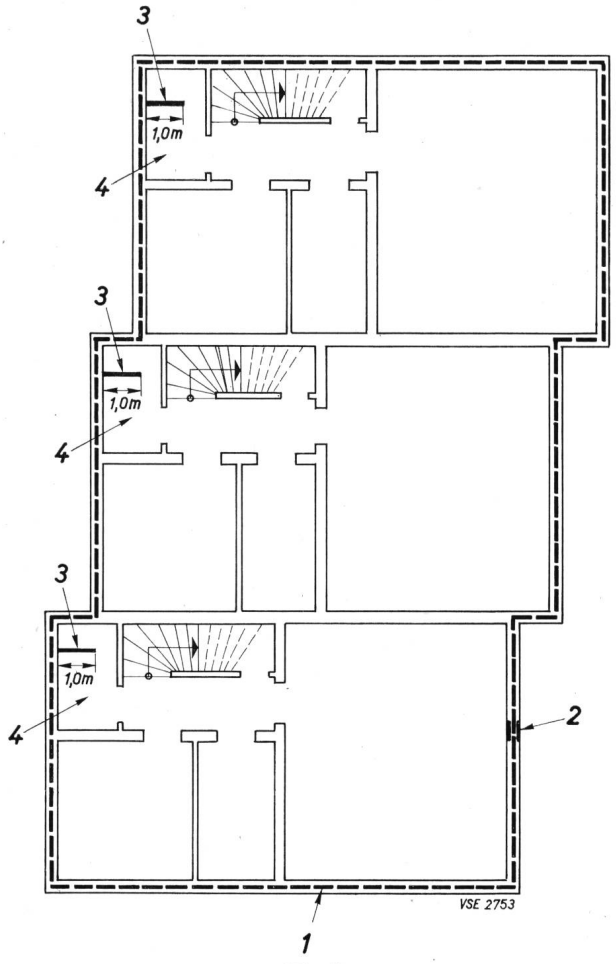


Fig. 3
Reihenhaus und Wohnblock, Grundriss [Lit. 2]

1 Fundamenterder 30×3,5 mm
2 Bandstahlstoss
3 Anschlussfahne
4 Hausanschlussraum

Als Niederspannungserdung genügt in Wohngebäuden als Fundamenterder ein geschlossener Ring in den Aussenmauern der Gebäude (Fig. 2 und 3).

Der Bandstahl ist hochkant in die unterste Betonschicht einzulegen. Er ist gegen Umkippen durch geeignete Abstandshalter zu sichern (Fig. 4). Der Bandstahl muss allseitig vom Beton umgeben sein, um einen wirksamen Korrosionsschutz zu erhalten. Es genügt die Betonqualität B 225.

Gemauerte Fundamente erhalten eine Betonsohle, die als 10 cm starke Betonschicht eingebracht wird und auf die das Fundament aufgemauert wird. In die Betonsohle wird der Fundamenterder eingebettet (Fig. 5).

Wasserdichte Fundamentwannen haben ausserhalb der Sperrschicht eine Schutzwanne. In diese Wanne wird der Fundamenterder eingelegt und die Anschlussfahne in einem aussen an der Schutzwanne liegenden besonderen Kanal bis zur oberen Kante hochgeführt. Der Kanal wird ebenfalls mit Beton ausgegossen (Fig. 6).

Bei allen Arten der Einbettung des Bandstahls in den Beton ist darauf zu achten, dass dieser Teil des Fundaments unterhalb bzw. ausserhalb der Feuchtigkeitsisolierung liegt. Der Fundamenterder ist nur dann wirksam, wenn der ihn umgebende Beton Feuchtigkeit aus dem Erdboden aufgenommen hat. Die Erfahrung zeigt und Messungen bestätigen, dass erdfeuchter Beton die gleiche spezifische Leitfähigkeit besitzt, wie das ihn umgebende Erdreich.

Der hochkant stehende Banderder hat einen kleineren Ausbreitungswiderstand als der flach liegende. Deshalb sollte bei schwierigen Erdungsverhältnissen unbedingt auf die fachgerechte Verlegung des Bandstahls geachtet werden.

Der Fundamenterder ist als geschlossener Ring einzulegen. Die Enden des Bandstahls werden z. B. durch Keilklemmen miteinander verbunden. Würgeverbindungen sind unzulässig.

Soweit möglich, soll ein freies Ende des Fundamenterders als Anschlussfahne herausgeführt werden. Anderenfalls ist eine besondere Anschlussfahne aus dem gleichen Bandstahl vom Fundamenterder abzuzweigen. Zum Schutz gegen Korrosion sind die Anschlussfahnen ausserhalb des Betons mit einer Schutzbandisolierung versehen, auch wenn sie von Mauerwerk umgeben sind.

Die Anschlussfahne ist etwa 30 cm über den Keller hochzuführen und soll ein freies Ende von mindestens 1 m haben, an das die Potentialausgleichschiene unmittelbar angeschlossen wird.

An die Potentialausgleichschiene sind anzuschliessen:

der *Fundamenterder,*

der *Null-* oder *Schutzleiter* entsprechend der festgelegten Schutzmassnahme,

die *metallene Frischwasserleitung,*

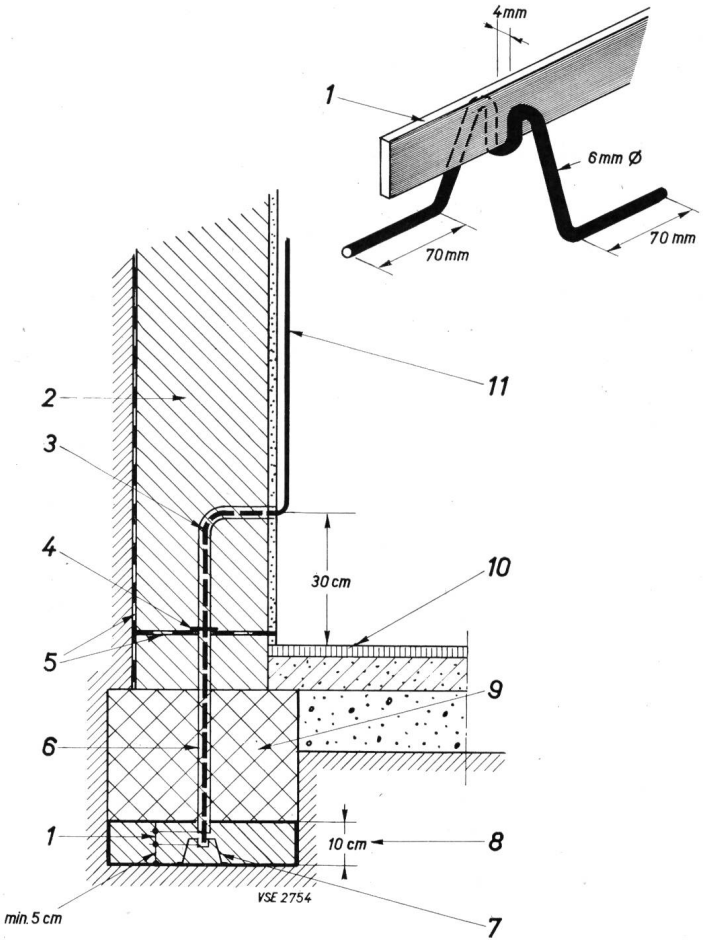


Fig. 4
Fundament aus Stampfbeton oder bewehrtem Beton, Vertikalschnitt A–A
[Lit. 2]

1 Fundamenterder 30×3,5 mm hochkant
2 Aussenmauer
3 Anschlussfahne 30×3,5 mm
4 Bitumendichtung
5 Gebäudeisolierung
6 Schutzbandisolierung
7 Abstandhalter
8 Beton B 225
9 Fundament aus Stampfbeton oder bewehrtem Beton
10 OK. Kellerfussboden
11 Freies Ende mind. 1,00 m

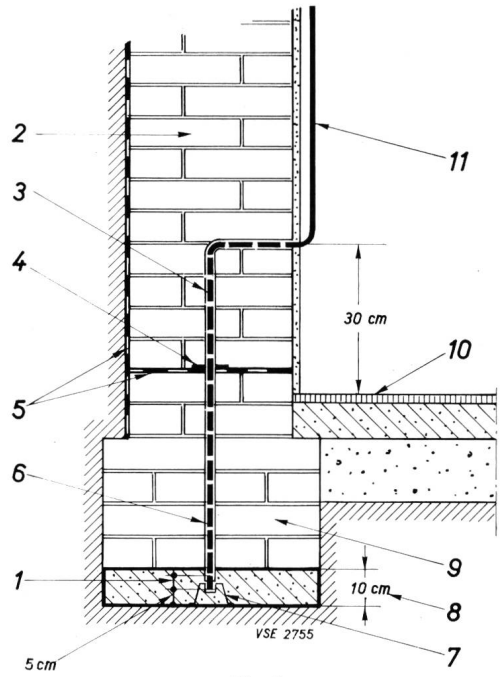


Fig. 5
Gemauerte Fundamente, Vertikalschnitt A–A [Lit. 2]

1 Fundamenterder 30×3,5 mm hochkant
2 Aussenmauer
3 Anschlussfahne 30×3,5 mm
4 Bitumendichtung
5 Gebäudeisolierung
6 Schutzbandisolierung
7 Abstandhalter
8 Beton B 225
9 Fundament aus Ziegelsteinen
10 OK. Kellerfussboden
11 Freies Ende mind. 1,00 m

die *metallene Abwasserleitung,*
die *zentrale Heizungsanlage,*
die *Gasleitung,* sofern der Einbau einer Isoliermuffe in die Innenleitung erfolgt,
die *Erdungsleitung* für die *Antennenanlage,*
die *Erdungsleitung* für die *Fernmeldeanlage,*
der *Blitzschutzerder,* sofern sein Erdungswiderstand kleiner als 5 Ω ist.
(vergl. Fig. 7)

Verlegung

Der Bauherr oder sein Architekt veranlasst, dass ein Fundamenterder verlegt wird. Da diese Arbeit praktisch gleich bei Beginn der Bauarbeiten ausgeführt werden muss, empfiehlt es sich, Merkblätter über Fundamenterder gleich mit der Baugenehmigung dem Bauherrn zuzustellen. Es hat sich gezeigt, dass eine Einflussnahme über die Elektroinstallateure nur bedingt möglich ist. Trotzdem sollten auch dem Installateur die Merkblätter zur Verfügung gestellt werden, damit er diese Massnahme ebenfalls unterstützen kann und das entsprechende Beratungsmaterial zur Hand hat.

Wurde der Zeitpunkt zum Verlegen des Fundamenterders versäumt, so kann ersatzweise ein dicht an der Aussenkante des Fundamentes verlegter Banderder etwa gleich wirksam sein. Ihm haftet jedoch der erhebliche Mangel an, dass er keinen wirksamen Korrosionsschutz durch den Beton besitzt. Er muss gegebenenfalls aus verzinntem Kupfer (teuer!) oder verzinktem Bandstahl hergestellt werden. Erfahrungsgemäss sind gerade dicht am Fundament verlegte Erder durch das aufgeschüttete Erdreich und durch Belüftungskorrosion starkt gefährdet. Der Fundamenterder, der im frostsicheren Fundament verlegt ist, behält während des ganzen Jahres seinen Ausbreitungswiderstand bei.

Erfahrungen

Die Betriebserfahrungen mit Fundamenterdern im Versorgungsgebiet der Stromversorgung Osthannover GmbH, das am südlichen Rand der Lüneburger Heide liegt und in Gebieten mit Sandboden schwierige Erdungsverhältnisse hat, sind sehr gut. Fundamenterder werden hier seit 1965 empfohlen und haben sich seitdem durchgesetzt.

Obwohl die Massnahme auf freiwilliger Basis vom Bauherrn durchzuführen ist, wird sie fast bei allen Neubauten angewendet. Architekten und Bauherren zeigen grosses Verständnis dafür, dass die Installationen durch besondere Massnahmen darauf ausgerichtet sein müssen, um die gefahrlose Verwendung der elektrischen Energie jederzeit – d. h. auch bei möglichen Fehlern an Geräten oder in der Installationsanlage – sicherzustellen.

Wir schätzen die Anzahl der mit Fundamenterdern ausgerüsteten Häuser in unserem Versorgungsgebiet auf etwa 5000.

Messungen, die stichprobenartig bei Errichtung des Hausanschlusses durchgeführt werden (für das Versorgungsunternehmen besteht keine Pflicht zur Prüfung der Hausinstallationen), um einen Überblick über die Erdungsverhältnisse im Niederspannungsnetz (Nullung) zu bekommen, bestätigen, dass in Gebieten guter Bodenbonität kleine Erdungswiderstände zu erwarten sind. Hier haben Fundamenterder freistehender Wohnhäuser mit zwei bis vier Wohnungseinheiten

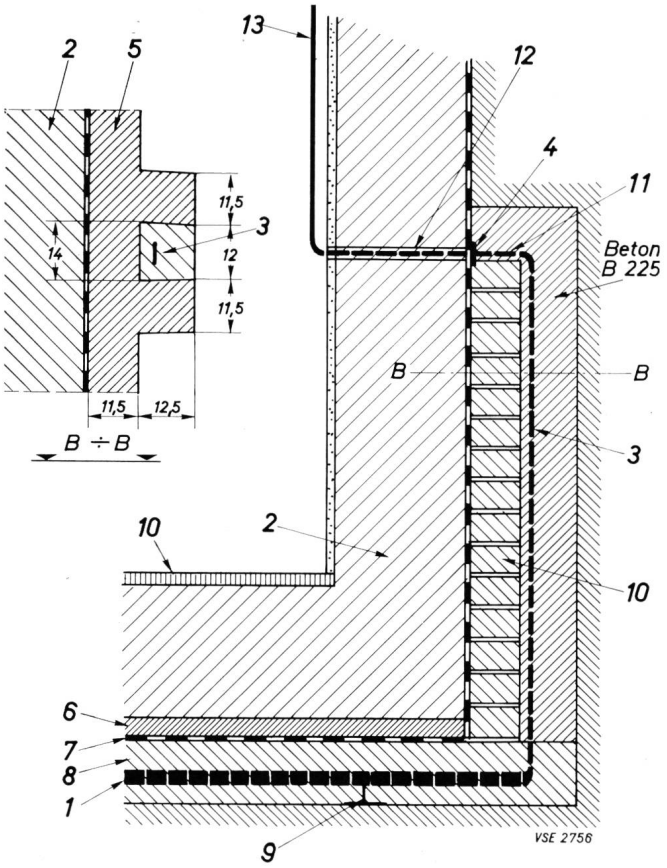
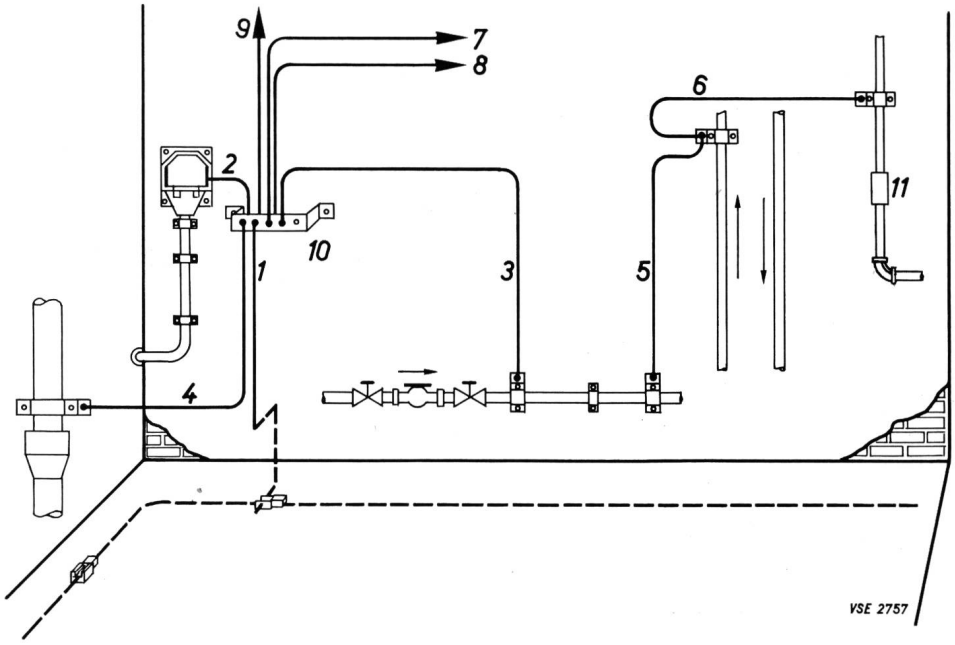


Fig. 6
Fundamentwanne, Vertikalschnitt [Lit. 2]

1 Fundamenterder 30×3,5 mm hochkant in Beton B 225 verlegt
2 Aussenmauer
3 Anschlussfahne 30×3,5 mm
4 Bitumendichtung
5 Schutzwanne
6 Schutzschicht
7 Isolierung
8 Unterbeton
9 Abstandhalter
10 Schutzwanne
11 Einführung über der Schutzwanne
12 Bitumenbandisolierung
13 Freies Ende mind. 1,00 m

Fig. 7
Gesamtdarstellung
Anschlussmöglichkeiten für:
1 Anschlussfahne Fundamenterder
2 Nulleiter — Schutzleiter
3 Frischwasser
4 Abwasser
5 Zentrale Heizungsanlage
6 Gasleitung
7 Antennenanlage
8 Fernmeldeanlage
9 Blitzschutzerder
10 Reserve



Ausbreitungswiderstände zwischen 2 und 5 Ω. In Böden schlechterer Bonität steigt der Widerstand auf etwa 20 Ω an und erreicht in trockenem Sandboden 30 bis 50 Ω, in Einzelfällen auch fast 80 Ω.

Eine Gruppe von 31 gleichgrossen Ferienbungalows, die mit 1 m tiefen Fundamenten auf dem Sandboden eines Kiefernwaldes errichtet wurde, zeigt folgende Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungswiderstände:

Ohm:	von	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76
	bis	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Anzahl:		4	4	3	4	4	1	1	—	2	4	1	2	1 gesamt: 31

Insgesamt ergibt sich ein resultierender Erdungswiderstand des Nulleiters von 1,1 Ω. Vorteilhaft wird hier nicht die Nullung, sondern die FI-Schutzschaltung angewendet, wobei auch hier noch nicht die Schalter mit höchster Auslöseempfindlichkeit eingesetzt werden müssen. Da der Fundamenterder sehr viel früher als die Installation fertiggestellt ist und sein Erdungswiderstand gemessen werden kann, lässt sich auch der FI-Schalter an die vorliegenden Verhältnisse anpassen. Die Widerstände, die am Fundamenterder im frischen Beton und nach längerer Zeit gemessen werden, unterscheiden sich nur wenig. Sie sind etwas von den Feuchtigkeitsverhältnissen im Erdboden abhängig.

Die Häufigkeitsverteilung des Ausbreitungswiderstandes einer anderen Gruppe in Böden besserer Leitfähigkeit zeigt folgendes Ergebnis:

Ohm:	von	1	6	11	16	21	26	31	36
	bis	5	10	15	20	25	30	35	40
Anzahl:		8	7	3	3	1			gesamt: 22

Der resultierende Widerstand liegt hier bei 0,25 Ω.

Potentialsteuerung

Die potentialsteuernde Wirkung lässt sich aus Fig. 8 ablesen. Der Fundamenterder wirkt als Ringerder mit grossem Durchmesser und hat deshalb einen flachen Potentialabfall zu beiden Seiten des Erders.

Die vergleichsweise grosse Verlegungstiefe trägt ebenfalls dazu bei, dass der Potentialverlauf an der Erdoberfläche abgeflacht wird. Dadurch werden Berührungsspannungen herabgesetzt.

Es ist uns ein Fall bekannt geworden, bei dem in einem Haus mit Fundamenterder länger als 1 Jahr der Nulleiter

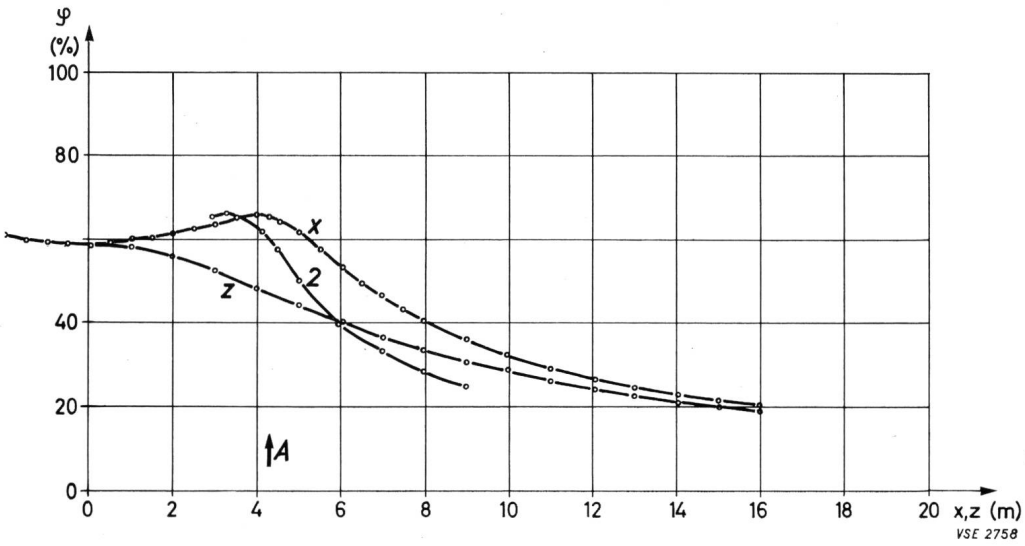
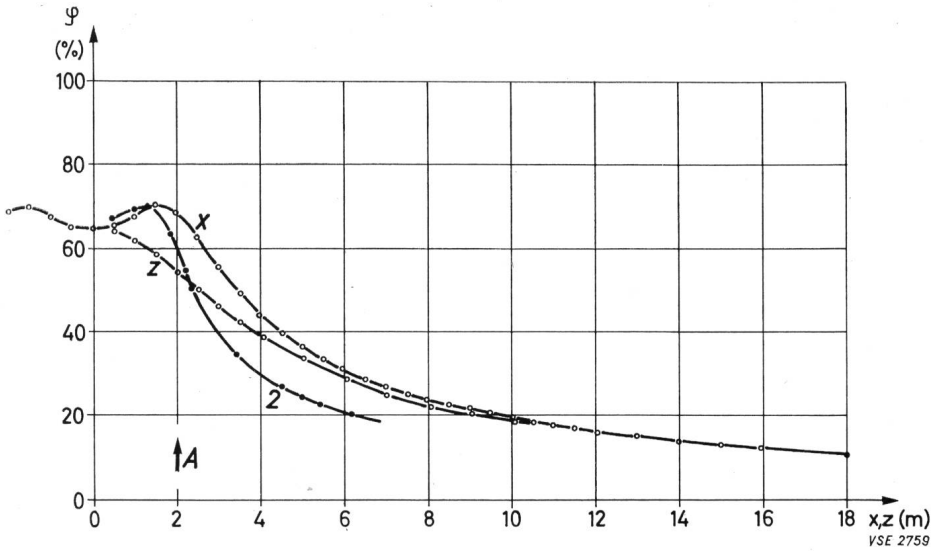


Fig. 8
Potentialverlauf an einem Fundamenterder
Haus 1 Fundamenttiefe 1,40 m
A Lage des Fundamenterders

Fig. 9
Potentialverlauf an einem Fundamenterder
Haus 2 Fundamenttiefe 0,80 m
A Lage des Fundamenterders



zwischen Hausanschlusskasten und Hauptverteilertafel unterbrochen gewesen ist, ohne dass es zu Beanstandungen der Bewohner gekommen ist. Erst als die Hausanschlußsicherung wegen Überlastung durch eine nachträglich eingebaute Elektroheizung ansprach und die Anlage überprüft werden musste, wurde die Unterbrechung des Nulleiters bemerkt. Während der ganzen Zeit hatte der Fundamenterder den Nulleiterstrom geführt.

Die berechneten Werte des Potentialverlaufs in drei Häusern zeigen Fig. 8 bis 10.

Die Potentiale wurden mit einem Rechenprogramm im Hause Siemens berechnet.[1]) Dieses von Feist entwickelte Rechenprogramm gestattet es, die Potentialverteilung beliebig geformeter Erderanordnungen im 3-dimensionalen Raum zu bestimmen. Das Verfahren ist genauer und schneller als die messtechnische Ermittlung im elektrolytischen Trog. Es gestattet, den Potentialverlauf in jeder beliebigen Schnittebene des 3-dimensionalen Raumes zu berechnen (Lit. 4).

Aus dem Potentialverkauf ist zu erkennen, dass das Maximum der Erderspannung an der Erdoberfläche (also beim Schnitt z = 0) innerhalb des Hauses auftritt.

[1]) Der Verfasser dankt Herrn Dr. Feist für seine Unterstützung bei der Durchführung der Berechnungen, der Fa. Siemens AG Erlangen für die Möglichkeit, Programme und Digitalrechner zu benutzen.

Haus Nr.		1	2	3
Lage des Fundamenterders bei (m)	z =	1,40	0,80	1,30
	x =	4,30	1,85	4,10
Potentialmaximum	y, z =	0,00	0,00	0,00
bei	x =	4,00	1,75	3,75
Maximum der Schrittspannung bei	x =	5,25	2,25	5,00

Je grösser die Fundamenttiefe ist, um so weiter liegt dieses Maximum im Inneren des Hauses. Das Maximum der Schrittspannung an der Erdoberfläche tritt dabei weiter nach aussen. Innerhalb des Fundamenterders ist der Potentialverlauf bei der hier vorliegenden Maschenweite ziemlich gut ausgeglichen. Die Potentialdifferenzen betragen im Schnitt y = 0:

Haus Nr.	1	2	3
Potential max.	65,76 %	70,14 %	67,79 %
Potential min.	58,89 %	65,03 %	59,46 %
	6,87 %	5,11 %	8,33 %
Max. Schrittspannung innen	2,89 %	11,09 %	3,60 %
bei x =	2,25 m	1,75 m	2,25 m
y =	0,00 m	0,00 m	0,00 m
Max. Schrittspannung aussen	7,98 %	13,75 %	7,91 %
bei x =	5,25 m	2,25 m	5,00 m
y =	0,00 m	0,00 m	0,00 m

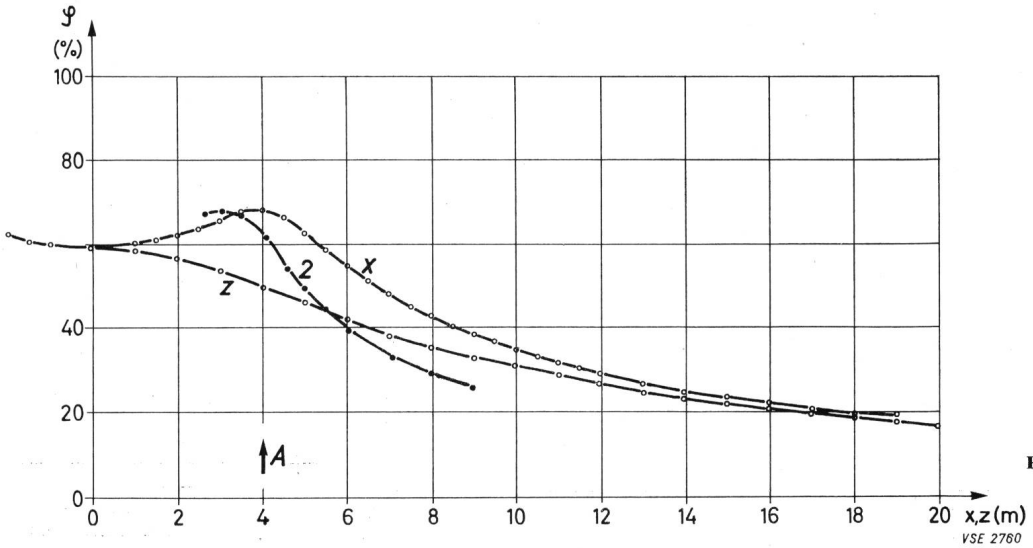


Fig. 10
Potentialverlauf an einem Fundamenterder
Haus 3 Fundamenttiefe 1,30 m
A Lage des Fundamenterders

Mit grösserer Fundamenttiefe wird der Verlauf der Schrittspannungen an der Erdoberfläche flacher. Die Maxima innen und aussen rücken weiter auseinander.

Reichen die erzielbaren Werte z. B. bei grossflächigen Häusern und starken Hausanschlußsicherungen nicht aus, so können Potentialsteuerungen in bekannter Weise angewendet werden, die die Maschenweite vermindern.

Die Messgerade 2 verläuft im Winkel von 45° durch eine Ecke des Fundaments. Dort treten die grössten Schrittspannungen auf.

Die Erdungswiderstände betragen

Haus	1	2	3
R_E (Ω)	20,60	63,78	34,81
bei			
ϱ (Ωm)	410	774	772
Abmessungen des Fundamenterders (m)	8,60 × 9,70	3,70 × 7,00	8,20 × 12,90
Verlegungstiefe (m)	1,40	0,80	1,30

Der Vergleich mit den gemessenen Werten ist bei Haus 2 ausserordentlich gut. Bei den anderen Häusern treten Abweichungen auf, die auf stark unterschiedliche Bodenleitfähigkeit in der Tiefe, starke Kopplung zu anderen Erdern (Telefonkabel, Starkstromkabel und nach aussen verlaufende Hauswasserleitung) und geringen Abstand zu Nachbarhäusern, die ebenfalls mit Fundamenterdern ausgerüstet sind, zurückzuführen sind. Die ohmsche Kopplung zu benachbarten Fundamenterdern kann messtechnisch nicht eliminiert werden. In der Praxis trägt sie aber zur Verminderung des Erdungswiderstandes bei.

Ausblick

Die guten Erfahrungen mit Fundamenterdern und die breit angelegte Aufklärung über die Wirkungsweise und die Notwendigkeit dieser Schutzmassnahme haben wesentlich dazu beigetragen, dass sie eine grosse Verbreitung gefunden hat und praktisch jeder Neubau in unserem Versorgungsgebiet damit ausgerüstet wird. Die Bereitschaft, erforderliche Schutzmassnahmen durchzuführen, wächst ständig, so dass es heute keinerlei Schwierigkeiten gibt, die elektrische Installation zukunftssicher dem steigenden Leistungsbedarf anzupassen. Auch bei der Anwendung der Fehlerstrom-Schutzschaltung ist der Fundamenterder die vorteilhafteste Form für die Erdung und gestattet vergleichsweise grosse Auslöseströme.

Der Fundamenterder wird sich aufgrund der vielen Vorteile, seiner kostengünstigen Erstellung und seiner Wartungsfreiheit weiter durchsetzen und zum festen Bestandteil aller Niederspannungs-Hausinstallationen werden.

Literatur

[1] Buse, G. Erfahrungen mit dem Fundamenterder, El.wirtsch. 66(1967)H 9, S. 208–209 und dort angegebene Literatur.

[2] Richtlinien für das Einbetten von Fundamenterdern in Gebäuden — VDEW, VWEW Frankfurt 1965

[3] Hösl, A. Die neuzeitliche Elektro-Installation, Verlag Hüthig, Heidelberg, 1967, 5. Auflage, S. 345

[4] Feist. K.-H. Optimale Bemessung von Erdungsanlagen, ETZ-A 87 (1966)H 11, S. 876–380

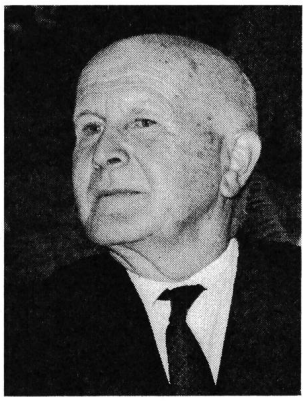
[5] VDEW, Statistik für das Jahr 1969

Adresse des Autors:

Dr. *E. Kuhnert,* Geschäftsführer der Stromversorgung Osthannover GmbH, Sprengerstrasse 2, *D-31-Celle*

Zum 70. Geburtstag von Prof. Dr.-Ing. C. Th. Kromer

Am 10. August 1971 feierte Herr Prof. Kromer seinen 70. Geburtstag und es geziemt sich, dass auch wir uns dem grossen Kreis in- und ausländischer Gratulanten anschliessen.



Prof. Kromer ist seit langem ein grosser Freund der Schweiz und besonders enge Beziehungen verbinden ihn mit Luzern und Küssnacht, wo er regelmässig Ferientage verbringt.

Der Jubilar führte 25 Jahre lang mit Auszeichnung die Badenwerke AG in Karlsruhe und erwarb sich grosse Verdienste um die Entwicklung dieses grossen Elektrizitätsversorgungsunternehmens. Auch nach seinem Rücktritt blieb er der Elektrizitätswirtschaft treu und wirkt in einer Reihe von Institutionen und Gremien des In- und Auslandes weiter.

Als wichtigste seien erwähnt:

Direktionskomitee der Unipede (Mitglied)

Groupe médicale d'études der Unipede (Vorsitzender)

Deutsches Nationalkomitee der Weltenergiekonferenz (Ehrenmitglied und Vizepräsident)

Aufsichtsrat der Badenwerke AG (Mitglied)

Der Wissenschaft dient Prof. Kromer seit über 20 Jahren durch seine Vorlesungen über Elektrizitätswirtschaft an der Universität Karlsruhe, der Universität Freiburg leistet er hervorragende Dienste als Vorsitzender des «Verbandes der Freunde der Universität» sowie des Verwaltungsrates der «Gesellschaft für Regionalpolitik und Verkehrswissenschaft».

Wir wünschen Prof. Kromer zu seinem 70. Geburtstag alles Gute. Möge ihm alles, was ihm wert ist, noch lange erhalten bleiben.

E. Bucher