

Anhang.

Prüfungen an Hausinstallationen.

Wenn auch der Titel des Buches das im folgenden behandelte Kapitel nicht in sich begreift, so wird es doch dem Praktiker, der sich mit Prüfungen in Zentralen und deshalb meist auch mit Hausinstallationen zu befassen hat, willkommen sein, wenn ich an dieser Stelle das Wichtigste über die Untersuchungen an Hausinstallationen — im Anschlusse an Zentralstationen — folgen lasse.

In der Regel handelt es sich um Neuanlagen — welche vor Anschluß an ein Verteilungsnetz einer eingehenden Prüfung zu unterziehen sind — oder um Nachprüfungen an einer schon im Betriebe befindlichen Installation: sei es, daß sich Erscheinungen gezeigt haben, die auf einen Fehler in der Installation schließen lassen, sei es, daß sich der Besitzer der Anlage die Gewißheit verschaffen will, daß die Güte der Anlage betreffs Isolation usw. nicht unter irgend welchen Einflüssen gelitten hat.

Die Untersuchungen haben sich im allgemeinen auf Feststellung des Isolationswertes, des bei Vollbelastung der Anlage stattfindenden Spannungsabfalles (generelle Kontrolle für die richtige Wahl der Leitungsquerschnitte), sowie auf die Aufsuchung der etwaigen Fehlerstellen (Fehlerortsbestimmung) zu erstrecken; endlich hat man sich bezüglich der Ausführung der Installation davon zu überzeugen, daß dieselbe den im Interesse der Sicherheit gebotenen Vorschriften genügt. In dieser Hinsicht sind die Vorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker¹⁾ maßgebend.

Je nach den lokalen Verhältnissen erfordern die Vorschriften bestimmte Ergänzungen bzw. Verschärfungen. Um einen Einblick in derartige Vorschriften zu gewähren, füge ich im Anhang ein Exemplar derselben bei, welche zugleich den lokalen Verhältnissen Rechnung tragen und von mir in zwei Zentralen mit 2×220 Volt Gleichstrom eingeführt wurden.

Die Messung des Isolationswiderstandes ist der wichtigste Teil der Prüfungen. Naturgemäß ist der Isolationswert eine Funktion der

¹⁾ Für Neuanlagen siehe: Verbandsvorschriften vom 1. Januar 1910.

Spannung; sodann hängt er selbstredend, abgesehen von lokalen Verhältnissen, auch von der Ausdehnung der Leitungen ab und muß daher der Mindestwert desselben nach Maßgabe der Spannung und der Länge bzw. der Anzahl der Lampen festgesetzt werden. Bei Hausinstallationen genügt eine angenäherte Ermittlung des Isolationswiderstandes; es darf eine gewisse untere Grenze (s. Verbandsvorschriften) nicht unterschritten werden, die niedrig genug gewählt ist, um sie bei kleinen wie bei größeren Leitungslängen leicht einhalten zu können. Werden die festgelegten Isolationsbedingungen nicht erfüllt, so liegt unvorschriftsmäßige Installation oder eine oder mehrere Verletzungen der Leitungen vor, die sich verhältnismäßig leicht nachweisen lassen.

Es ist die Bestimmung von dreierlei Isolationswerten gebräuchlich. Isolationsmessung der Leitungen verschiedenen Potentials:

1. gegen Erde;
2. gegeneinander;
3. der untereinander verbundenen Leitungen gegen Erde.

Im allgemeinen wird die zweite Art der Messung höhere Widerstandswerte ergeben wie die erste; bei dieser hat der Meßstrom beim Übergange von der positiven zur negativen Leitung seinen Weg nur durch eine, bei der zweiten Meßschaltung durch beide Isolationen zu nehmen. Der Isolationswiderstand einer Leitung gegen Erde ist höchstens gleich demjenigen von Leitung gegen Leitung; in diesem besonderen Falle hat die zweite Leitung vollkommenen Erdschluß.

Die unter 3. angeführte Messung führt dagegen zu kleineren Isolationswerten als die erste. Waren bei der zweiten Methode, bei der der Meßstrom seinen Weg über die erste Isolation, die Erde und die zweite Isolation nacheinander zu nehmen hatte, die Isolationswiderstände hintereinander, so sind sie bei der dritten Art der Messung, bei der die Leitungen miteinander verbunden sind, einander parallel geschaltet.

Daher empfiehlt Uppenborn, den Isolationswiderstand von Hausinstallationen in diesem Sinne, d. h. als Widerstand des gesamten isolierten Netzes gegen Erde zu bezeichnen und dementsprechend sich auf Ermittlung dieser Größe zu beschränken. Die Verbandsvorschriften dagegen verlangen die Ausführung der Messungen unter 1. und 2. Unter ganz normalen Verhältnissen — falls die Isolationswiderstände auf beiden Zweigen der Leitungen gleich sind — verhalten sich bei einer Zweileiteranlage die Isolationswiderstände unter

1., 2. und 3. wie 2 : 4 : 1.

Als Stromquelle wird bei den Isolationsprüfungen meist eine Batterie von Trockenelementen oder ein Magnetinduktor verwendet. Dieser letztere ist mit Handkurbel zu bewegen und liefert bei geeigneter Umdrehungsgeschwindigkeit die gewünschte Spannung. Die

Messungen müssen mit der Betriebsspannung ausgeführt werden und ist danach die Stromquelle zu bemessen. Eine solche Hilfsstromquelle ist in der Regel da zu verwenden, wo es sich um Abnahme einer Neuinstallation vor dem Anschluß an ein Netz handelt. Bei Einzelanlagen dagegen benutzt man gern als Stromquelle die daselbst vorhandene Maschine; die Pole der Maschine müssen jedoch an und für sich gut isoliert sein, damit nicht bei Erdung des einen Poles Kurzschluß eintritt. Desgleichen kann man bei Dreileiteranlagen mit blankem Mittelleiter — weil hierdurch schon eine Erdleitung gegeben ist — die Zuführung der elektrischen Energie durch die Leitungen in den Hausanschlußkasten als Meßstromquelle benutzen.

Fig. 197.

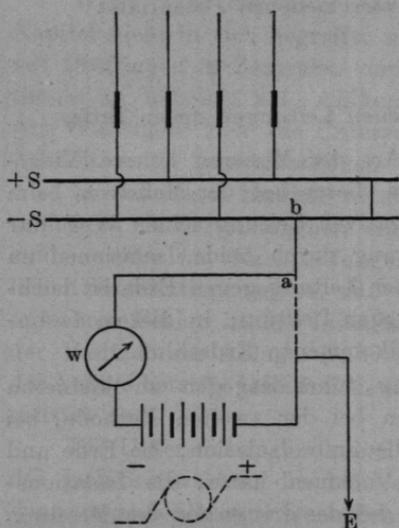
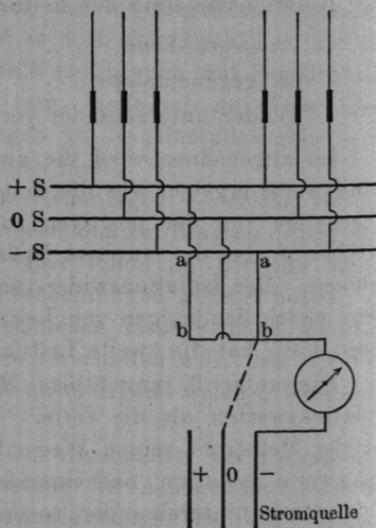


Fig. 198.



Eine von Uppenborn empfohlene Methode sei nachstehend beschrieben. Die Meßschaltung ist aus der beigelegten Skizze zu ersehen (Fig. 197). Die Verteilungsschienen SS werden verbunden. Der positive Pol der Stromquelle wird an Erde, der negative Pol unter Zwischenschaltung eines Spannungsanzeigers nach D'Arsonval mit hohem Widerstande w an die Schienen gelegt. Wird die punktierte Verbindung hergestellt, so zeigt das Instrument den Ausschlag n_1 . Wird sodann statt der punktierten Verbindung diejenige ($a-b$) mit den Schienen hergestellt, so erhält man einen Ausschlag n_2 . Dann ist der Isolationswiderstand

$$W = w \frac{n_1}{n_2} - w = w \cdot \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right).$$

Entsprechend wäre die Schaltung für Dreileitersystem mit blankem Mittelleiter nach obiger Skizze (Fig. 198) auszuführen: Zuerst ist die

punktierte Verbindung herzustellen, danach das Instrument an die Außenleiter zu legen. Der Isolationswiderstand ist wieder

$$W = w \cdot \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right).$$

Naturgemäß läßt sich in dieser Weise auch die Isolation der einzelnen Leitungen gegen Erde messen, wenn man die Verbindung der Netzhälften entfernt und das Instrument an die positive und negative Leitung nacheinander anschließt. — Legt man die Stromquelle statt an Erde an die zweite isolierte Leitung, so wird der Isolationswiderstand von Leitung gegen Leitung gemessen. Hartmann u. Braun, Siemens u. Halske und andere liefern zu solchen Isolationsmessungen Instrumente, welche nach Art der Präzisionsvoltmeter mit einem hohen Eigenwiderstand (w) gebaut sind.

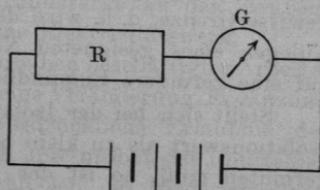
Zweckmäßig wird diesen Isolationsmessern eine Widerstandsskala beigegeben, die bei konstanter Spannung der Stromquelle den Isolationswiderstand in Ohm direkt abzulesen gestattet. Sind die Ausschläge proportional den durch das Instrument fließenden Stromstärken, so ergibt sich auf Grund obiger Formel die Graduierung des Instrumentes nach Ohm aus der Zusammengehörigkeit von Ausschlag n_2 und Isolationswiderstand W , wie folgt:

$W = 0$	$n_2 = n_1$
$W = w$	$n_2 = \frac{n_1}{2}$
$W = 2 \cdot w$	$n_2 = \frac{n_1}{3}$
$W = 3 \cdot w$	$n_2 = \frac{n_1}{4}$
.....
$W = 9 \cdot w$	$n_2 = \frac{n_1}{10}$
.....	usw.

Die Isolationsskalen werden für verschiedene Spannungen ausgeführt; bei höheren Spannungen sind die inneren Widerstände des Isolationsmessers entsprechend höher.

Die sogenannte Substitutionsmethode ist dieser Methode ähnlich. An Stelle des Spannungszeigers mit hohem Widerstande dient ein Galvanoskop G mit großer Windungszahl und einfacher Gradteilung. Als Vergleichswiderstand wird ein Rheostat R benutzt (s. Fig. 199). — Bei Einschaltung des Widerstandes R sei der Ausschlag n_1 Teilstriche. Der gesamte eingeschaltete Widerstand ist sodann $R + g$ (Rheostat- und

Fig. 199.



Galvanoskopwiderstand). Einem Teilstriche entspricht somit ein Widerstand von $(R + g) \cdot n_1$. Nachdem in dieser Weise das Instrument geeicht ist, wird an Stelle von R der zu messende Isolationswiderstand in den Stromkreis eingefügt. Mißt man nun einen Ausschlag von n_2 Teilstrichen, so ist der gesuchte Widerstand

$$W = \frac{(R + g) \cdot n_1}{n_2} - g.$$

Es ist zweckmäßig, die Teilung des Instrumentes nicht über 30 Winkelgrad zu benutzen; man kann annehmen, daß von 0 bis 30 Grad der Ausschlag der Nadel mit genügender Genauigkeit der Stromstärke proportional sei. Unterschreitet der Isolationswert eine gewisse Grenze, d. h. wird der Ausschlag zu groß, so bringt man durch Anlegen eines geeigneten Nebenschlusses an das Instrument dasselbe auf eine geringere Empfindlichkeit, z. B. auf $\frac{1}{10}$.

Stellt sich bei der Isolationsmessung in einer Hausinstallation der Isolationswert als zu klein heraus, so daß man Erdschluß einer Leitung vermuten muß, so ist der Fehler zu lokalisieren und darauf zu beseitigen. Zu dem Zwecke trennt man zunächst die verschiedenen Leitungen von der Schalttafel durch Herausnehmen der Sicherungen an derselben. Indem man nun die Leitungen einzeln auf Isolation prüft, findet man den fehlerhaften Leitungsstrang. Dieser wird weiter untersucht. Man entfernt aus der Leitung die nächstliegende Sicherung und führt die Isolationsmessung vor und hinter der Unterbrechungsstelle (Sicherung) aus. Daraus ersieht man, ob der Fehler vor oder hinter der Unterbrechungsstelle liegt. Hat man endlich durch Wiederholung dieses Verfahrens von Sicherung zu Sicherung das fehlerhafte, zwischen zwei aufeinander folgenden Sicherungen liegende Leitungsstück ermittelt, so wird es nicht mehr schwer sein, durch genaue Besichtigung die Fehlerquelle zu konstatieren. — Der Fehler kann naturgemäß auch im Beleuchtungskörper liegen (Körperschluß).

Einen Erdschluß kann man während des Betriebes dadurch feststellen, daß man eine Glühlampe mit einem Ende an Erde, mit dem anderen nacheinander an die positive und negative Leitung anlegt. Die Lampe wird dann je nach der Größe des Erdschlusses hell oder dunkel brennen.

Den Spannungsabfall in einer Installation bestimmt man mittels zweier vergleichener Voltmeter, indem man das eine an der Hauptverteilungsschalttafel, das andere an der entferntesten Verbrauchsstelle mit den Polen verbindet. Die Differenz der von den beiden Instrumenten angezeigten Werte ist der Spannungsabfall.

Ist die Hausinstallation schon in Betrieb genommen und soll eine nochmalige generelle Revision vorgenommen werden, so empfiehlt es sich, folgenden Versuch anzustellen. Man schaltet einen Strommesser derart in die Leitung, daß der gesamte Verbrauchsstrom ihn durchfließt.

Nachdem sämtliche Lampen eingeschaltet sind, schaltet man dieselben wieder einzeln ab, ebenso die jeweils außer Betrieb gesetzten Abzweigungen, und beobachtet das Zurückgehen des Stromzeigers. Die Angaben des Stromzeigers müssen dabei stets der Zahl der noch eingeschalteten Lampen proportional sein. War irgendwo ein Erdschluß, so zeigt sich nach Abschalten des betreffenden Leitungszweiges ein anomales Fallen des Stromzeigers.

Spezielle Installationsvorschriften

bei Anschluß an eine Gleichstromzentrale für 2×220 Volt Spannung.

I. Allgemeine Bestimmungen.

§ 1. Der Anschluß der einzelnen Grundstücke an das Straßennetz erfolgt nur durch das städtische Elektrizitätswerk.

Sollte ein Unternehmer oder ein bei demselben beschäftigter Arbeiter oder Monteur eine Installationsanlage oder eine Veränderung, Ergänzung oder Ausdehnung einer solchen, ohne ausdrückliche Erlaubnis des städtischen Elektrizitätswerkes, wenn auch nur probeweise, mittelbar oder unmittelbar an das Leitungsnetz anschließen, so wird demselben die ihm städtischerseits erteilte Erlaubnis zur Ausführung von Installationsarbeiten im Anschlusse an das Leitungsnetz des städtischen Elektrizitätswerkes (s. § 2 und 3) entzogen.

§ 2. Die Einrichtung von Installationen im Innern der Grundstücke wird Unternehmern überlassen, welchen vom Stadtmagistrat die schriftliche Erlaubnis hierzu erteilt wird.

§ 3. Die den Unternehmern zu erteilende Erlaubnis zur Ausführung von Installationen, die an das Leitungsnetz des städtischen Elektrizitätswerkes angeschlossen werden sollen, ist neben der Bedingung der allgemeinen Zuverlässigkeit von dem Nachweise abhängig, daß Installationen unter Leitung eines Technikers ausgeführt werden, der die nötigen Vorkenntnisse und entsprechenden praktischen Erfahrungen besitzt. Die Erlaubnis kann vom Stadtmagistrate zurückgezogen werden, sobald sich gegen deren Fortdauer Bedenken erregen.

§ 4. Der Unternehmer bleibt für alle durch ihn ausgeführten Arbeiten und Lieferungen auch nach Prüfung der Einrichtung durch das städtische Elektrizitätswerk verantwortlich und hat die von demselben gegebenen Vorschriften gewissenhaft zu befolgen.

Der Unternehmer bleibt auch für die Dauer eines Jahres nach der Inbetriebsetzung der betreffenden Installation verpflichtet, jedem nach dem Urteile des Elektrizitätswerkes durch fehlerhafte oder vorschriftswidrige Arbeit oder Lieferung den Interessen des Elektrizitätswerkes zugefügten Schaden zu ersetzen.

§ 5. Für die genaue Einhaltung der gegebenen Vorschriften haftet der Unternehmer dem städtischen Elektrizitätswerke gegenüber für allen Schaden.