

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 15 (1924)
Heft: 1

Artikel: Schutz von Hochspannungsnetzen gegen die Folgen von Erdschlüssen
Autor: Jonas, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057061>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.02.2025

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

Schutz von Hochspannungsnetzen gegen die Folgen von Erdschlüssen.

Von J. Jonas, Baden.

Der Autor beschreibt die direkte Nullpunktserdung und die verschiedenen möglichen induktiven Erdungen und bespricht die Vor- und Nachteile derselben.

In der Fortsetzung dieser Arbeit wird er eingehend über eine neue Art Erdschlusschutz berichten.

L'auteur énumère les différentes manières de mise à la terre et fait ressortir les avantages et inconvénients de la mise à terre directe et des différentes manières de réaliser la réactance de mise à terre.

Dans la suite il indiquera un nouveau dispositif pour la protection des installations contre les suites d'un contact à terre.

Von den bekannten Systemen des Erdschlusschutzes von Hochspannungsnetzen sind es in der Hauptsache zwei, welche zurzeit im Mittelpunkt des Interesses stehen. Das ältere System der direkten Erdung des Netznullpunktes besitzt in Amerika und auch auf unserem Kontinent entschiedene Anhänger, und man kann wohl sagen, dass bei Netzspannungen über ungefähr 80 kV, also bei den sogenannten „Höchstspannungsanlagen“ die direkte Erdung einen ausreichenden Erdschlusschutz darstellt. Diesem älteren steht nun das neue System der induktiven Erdung gegenüber, bei welchem der Nullpunkt bzw. die Aussenleiter des Netzes über Induktivitäten geerdet sind. Einen erfolgreichen Schutz gewährt dieses System aber erst bei einer Bemessung der Erdungsinduktivität, bei der sie das Entstehen eines Erdschlusslichtbogens durch Absaugen des Erdschlussstromes von der Fehlerstelle verhindert. Bei Mittel- und Hochspannungsnetzen bis 80 kV verdient dieses System unstreitig vor allen andern den Vorzug, weil es die Zahl der Störungsfälle bedeutend vermindert und den ungestörten Betrieb des Netzes auch im Erdschlussfalle ermöglicht. Diesen beiden bekannten Systemen reiht sich nun ein drittes an, welches in gewissem Sinne eine Vereinigung der beiden erstgenannten darstellt. Dieses neue System besteht sowohl in einer direkten Erdung des Netznullpunktes als auch in einer den Erdschlussstrom unterdrückenden Einrichtung. Als solche wird ein Einphasentransformator verwendet, dessen Eisenkern soviel unter sich gleiche Spulen trägt als Netzleiter vorhanden sind, wobei jede dieser Spulen mit einem Netzleiter in Reihe geschaltet ist. Auch dieser Transformator gestattet eine solche Bemessung seiner Teile, dass im Erdschlussfalle eines Netzleiters die Fehlerstelle (bis auf einen kleinen Reststrom) stromlos ist. Also wird auch durch dieses System trotz der direkten Erdung der Erdschlusslichtbogen am Entstehen verhindert bzw. zum Erlöschen gebracht. Es lässt sich nicht von vornherein sagen, ob dieses neue System mit den beiden erstgenannten in erfolgreichen Wettbewerb treten wird, da seinen unleugbaren Vorteilen auch gewisse Nachteile gegenüberstehen. Zunächst ist es an sich interessant, die Wirkungsweise der neuen Einrichtung zum Gegenstand des Studiums zu machen und mit den alten Systemen zu vergleichen. Zum leichtern Verständnis stelle ich die Vor- und Nachteile der beiden bekannten Systeme (direkte und induktive Erdung) den Betrachtungen voran.

Die direkte Erdung des Netznullpunktes.

Die direkte Erdung des Netznullpunktes hat in erster Linie den grossen Vorteil, dass sie die Spannung des Netzes gegen Erde eindeutig festlegt. Ueberspannungen und Spannungserhöhungen als Folge eines Erdschlusses werden daher vollständig vermieden, desgleichen auch Ueberspannungen als Folge einer kapazitiven Unsymmetrie des Netzes. Aus diesem Grunde können Anlagen mit direkter Nullpunktserdung für kleinere Prüfspannungen gebaut werden, als ungeerdete Netze. Zu dem höheren Grad der Sicherheit gegen Ueberspannungen kommt somit noch der Vorteil der kleineren Anlagekosten. Da die gesunden Phasen im Falle des Erdschlusses einer Phase durch Ueberspannungen nicht in Mitleidenschaft gezogen

werden, ist das Auftreten weiterer Erdschlüsse als Folge des einen nicht zu befürchten. Ferner lassen sich in einfacher Weise Einrichtungen vorsehen, welche im Störungsfalle den schadhafte Teil abtrennen und damit den elektrischen Zusammenbruch des Netzes verhindern.

Diesen Vorteilen stehen nun aber auch erhebliche Nachteile gegenüber. Jeder Erdschluss geht leicht in einen vollkommenen Kurzschluss der betroffenen Phase über, so dass die Ausschaltung des kranken Netzteiles und demnach eine Betriebsunterbrechung in jedem einzelnen Falle unvermeidlich ist. Derartige Betriebsunterbrechungen, welche ohne vorherige Verständigung mit den Konsumenten vorgenommen werden müssen, können elektrische Verbrauchseinrichtungen schädigen. Wegen des hohen, in der Erdleitung fließenden Kurzschlussstromes ist auf gute Erdung ganz besonders Bedacht zu nehmen, weil sonst die Uebergangsspannung von Mast zu Erde lebensgefährdende Werte annehmen kann. Die Zahl der Erdungen ist aus diesem Grunde recht hoch zu nehmen, wodurch die Kosten der Anlage erhöht werden.

Die vorstehend zusammengestellten Vor- und Nachteile der direkten Nullpunktserdung fallen verschieden ins Gewicht, je nachdem es sich um Netze sehr hoher oder mittlerer Spannung handelt. Bei sehr hohen Spannungen ist die Frage der Isolation der Transformatoren und Apparate ausschlaggebend. Die Einhaltung sehr hoher Prüfspannungen verteuert den Bau dieser Anlageteile und der Isolatoren ganz erheblich. Deshalb ist gerade bei solchen Anlagen die direkte Nullpunktserdung eine Schutz Einrichtung, welche die Ausführbarkeit der Anlage technisch und wirtschaftlich erleichtert; sie kommt um so eher in Betracht, als bei Netzspannungen über 80 kV das Auftreten von Erdschlüssen eine relativ seltene Erscheinung ist.

Die induktive Erdung.

Wenn auch bei Höchstspannungsnetzen die direkte Nullpunktserdung aus wirtschaftlichen Gründen in erster Linie in Frage kommt, so soll damit nicht gesagt sein, dass in solchen Anlagen ein Erdschlusschutz durch induktive Erdung nicht möglich wäre. Setzt man sich über die Kostenfrage hinweg, dann lassen sich die Vorteile der induktiven Erdung auch in Höchstspannungsanlagen verwerten. Bei diesem System muss man nun aber die verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten auseinanderhalten. Nicht alle haben gleichen praktischen Wert. So zerfällt das System in zwei Gruppen, von denen die eine durch die sogenannte Resonanzabstimmung der Induktivität, die andere durch die Dissonanzabstimmung der Induktivität gekennzeichnet ist. Unter der Resonanzabstimmung versteht man eine derartige Bemessung der Induktivität, dass die Eigenfrequenz des durch die Erdungsinduktivitäten und die Teilkapazitäten des Netzes gegen Erde gebildeten Schwingungskreises gleich der Betriebsfrequenz des Netzes ist, während man unter der Dissonanzabstimmung eine Abstimmung der Erdungsinduktivitäten versteht, bei welchen die Eigenfrequenz des Schwingungskreises von der Betriebsfrequenz in einem gewissen Masse abweicht. Aber nicht nur die Abstimmung kann eine verschiedene sein, auch die Anschlusspunkte für die Erdungsinduktivitäten können verschieden gewählt werden. Man unterscheidet hier im allgemeinen die Nullpunktserdung von der Polerdung. Im ersteren Falle wird eine auf die Summe aller Teilkapazitäten gegen Erde abgestimmte Induktivität zwischen Netznullpunkt und Erde geschaltet; im letzteren Falle werden soviel Induktivitäten, als Netzphasen vorhanden sind, verwendet, von denen jede auf die Teilkapazität einer der Netzphasen abgestimmt und zwischen diesem „Pol“ und Erde geschaltet ist. Weniger bekannt ist eine weitere Möglichkeit des Anschlusses der Erdungsinduktivität, die gewissermassen eine Zwischenpolerdung darstellt. Bei dieser werden die Induktivitäten an von den vorgenannten abweichende Spannungspunkte des Netzes angeschlossen. Sowohl bei der Resonanz- als auch bei der Dissonanzabstimmung sind die genannten Erdungsarten möglich, so dass sich folgendes Schema ergibt:

| | | |
|------------------|---|---|
| Induktive Erdung | { Resonanzabstimmung D. R. P. 304 823 Dissonanzabstimmung D. R. P. 358 378 } | Nullpunktserdung (1 Induktivität, Erdschlusspule nach Petersen); Zwischenpolderdung (1 bis m Induktivitäten); Polderdung (m Induktivitäten, aus D. R. P. 304 823 bekannt); |
| | | Nullpunktserdung (1 Induktivität, Löschpule von BBC); Zwischenpolderdung (1 bis m Induktivitäten); Polderdung (m Induktivitäten, Löschtransformator der SSW). |

In diesem Schema bedeutet m die Phasenzahl des Netzes. Es gibt natürlich auch Uebergangsformen zwischen den einzelnen Erdungsarten. Dazu gehört z. B. die Nullpunktserdung über einen künstlichen Nullpunkt, ein Fall der Verquickung von Nullpunkts- und Polderdung. Je nachdem man bei der Zwischenpolderdung eine auf die Summe der Teilkapazitäten oder mehrere auf die einzelnen Teilkapazitäten der Netzleiter abgestimmte Induktivitäten verwendet, nähert sich die Zwischenpolderdung mehr der Nullpunkts- oder mehr der Polderdung. Verwendet man dabei eine auf die Teilkapazitätssumme abgestimmte Induktivität, dann kann man diese bei unsymmetrischen Netzen an denjenigen Spannungspunkt des Netzes anschliessen, welcher gegen Erde die Spannung Null besitzt. Diese Erdung habe ich mit Schwerpunktserdung (D. R. P. 362 975) bezeichnet, weil sich dieser Punkt als Kapazitätsschwerpunkt des Netzes ermitteln lässt. Die Verwendung mehrerer Spulen kommt bei der Zwischenpolderdung vorwiegend in Netzen mit unzugänglichem Nullpunkt (D. R. P. 351 965) in Betracht. Gegenüber der Polderdung hat man den Vorteil der kleineren Induktivitäten, also geringerer Kosten. Wenn nun im folgenden von Vor- und Nachteilen die Rede sein wird, so haben wir dennoch zu unterscheiden zwischen den Vor- und Nachteilen des Systems an sich, zwischen den Vor- und Nachteilen der Abstimmungsarten und zwischen den Vor- und Nachteilen der Erdungsarten.

Der Hauptvorteil des Systems der induktiven Erdung ist die Beseitigung der Gefahren, die ein Erdschluss und besonders ein intermittierender Erdschluss mit sich bringt. Der Erdschlusslichtbogen wird gelöscht und das Wiederezünden verhindert. Der durch die Erdschlussstelle fliessende Strom ist relativ klein. Die induktiven Erdungen verhindern daher auch im Erdschlussfalle das Auftreten hoher Ueberspannungen zwischen Erdleitung und Erde, so dass die Gefahr der Berührung dieser Erdleitungen und der angeschlossenen Anlageteile bedeutend herabgesetzt wird. Als Nachteil dieses Systems wäre zu erwähnen, dass im Erdschlussfalle die Spannung der ganzen Anlage (Netzleiter, Stromquelle und Verbraucher) um den vollen Betrag der Phasenspannung verlagert wird, so dass die Spannung der gesunden Leiter gegen Erde bei Einphasenstrom den doppelten, bei Dreiphasenstrom den $\sqrt{3}$ fachen Betrag des normalen Wertes annimmt. Dieser Umstand bedingt im Vergleich zu Anlagen mit direkter Nullpunktserdung eine Heraufsetzung der Prüfspannung und damit eine Verteuerung der Anlage. Ein anderer Nachteil des Systems ist in dem Umstand zu erblicken, dass beim Zusammenarbeiten zweier verschieden geschützter Netze der Schutz des einen von dem des andern abhängig ist. Ist das eine Netz direkt geerdet, dann kann es mit einem induktiv geerdeten Netz nicht zusammenarbeiten, ohne die Schutzeinrichtung des zweiten Netzes zu entwerfen. Ein Ausweg wäre zwar die Zwischenschaltung eines Transformators zwischen die beiden Netze, welcher die Netze elektrisch trennt und damit zur Folge hat, dass jedes Netz von dem Erdschluss des andern unberührt bleibt. Aber die Aufstellung eines Transformators aus diesem Grunde allein dürfte der Kosten und auch anderer Rücksichten wegen selten in Frage kommen.

Ueber die Vor- und Nachteile der verschiedenen Abstimmungsarten ist folgendes zu sagen:

Die Resonanzabstimmung gibt in symmetrischen Netzen bei Erdschluss einen Reststrom an der Fehlerstelle, welcher keine induktive oder kapazitive Komponente enthält. Er stellt das überhaupt erreichbare Minimum des Reststromes dar. Daher ist eine gute Löschfähigkeit des Erdschlusslichtbogens gewährleistet und Ueberströme werden mit Sicherheit vermieden. In unsymmetrischen Netzen gibt die Resonanzabstimmung bei der Nullpunktserdung allerdings im Einzelfalle nicht das Minimum des Reststromes, weil je nach den Teilkapazitäten der nicht erdgeschlossenen Phasen die Abstimmung auf Verschwinden der induktiven bzw. kapazitiven Komponente des Reststromes jeweils eine andere sein müsste. Die Resonanzabstimmung, die in symmetrischen Netzen einen idealen Erdschlusschutz bedeutet, führt in Netzen mit unsymmetrisch verteilten Kapazitäten schon im Normalbetrieb zu grossen Unzuträglichkeiten, so dass das Verwendungsgebiet derart abgestimmter Erdungsinduktivitäten praktisch nur ein beschränktes ist. Sofern das Netz nämlich nicht symmetrisch ist, bedingt die Resonanzabstimmung eine dauernde Verlagerung des Spannungsdreiecks auch des gesunden Netzes, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass sich der ursprünglich vorhandenen Netzunsymmetrie vorübergehende Unsymmetrien (z. B. als Folge eines Drahtbruches, eines Schaltvorganges usw.) überlagern. Je nach Art des Falles kann die Verlagerung Werte annehmen, welche zur Schädigung der Anlage führen können. Ausser diesem Nachteil stellen sich bei Resonanzabstimmung (als Folge der Verlagerung) auch Dauerverluste in den Induktivitäten ein. Bei der Nullpunktserdung herrscht an der Erdschlusspule, selbst wenn man eine gekrümmte Charakteristik voraussetzt, als Folge der Netzunsymmetrie auch beim Normalbetrieb eine der Phasenspannung annähernd gleiche Spannung. Da die Spule unter Wirkung dieser Spannung einen dem Erdschlussstrom gleichen Strom führt, so entsprechen ihre dauernden Verluste dem vollen Wert der Kilovolt-Amperezahl, für die sie in Rücksicht auf den Erdschlussfall dimensioniert ist. Schliesslich wäre als Nachteil der Resonanzabstimmung noch zu erwähnen, dass bei parallel verlegten, durch Resonanzspulen gesicherten Netzen im Erdungsfall des einen die gegenseitige kapazitive Beeinflussung der Netze dazu führt, dass auch die Spannung des andern, gesunden Netzes um denselben Spannungswert verlagert wird, wie die des kranken Netzes. Hat aber das gesunde Netz an sich eine bedeutend kleinere Netzspannung als das kranke, dann kann dabei der Fall eintreten, dass das gesunde Netz einer solchen übermässigen Spannungsverlagerung nicht Stand hält. Auch hier führt die Resonanzabstimmung demnach zu grossen Unzuträglichkeiten.

Die Verwendung gesättigter Resonanzspulen ist kein ausreichendes Mittel zur Vermeidung der erwähnten Nachteile. Ist die Sättigung gering, dann ist eine erhebliche Spannungsverlagerung trotzdem vorhanden; ist sie gross, dann treten andere Unzuträglichkeiten auf, welche in der Sättigung selbst ihren Grund haben. Hohe Sättigung würde die Sicherheit der Abstimmung ganz illusorisch machen, indem eine Variation der Netzspannung um 5 bis 10 % unter Umständen eine Aenderung der Induktivität von 50 % zur Folge haben könnte. Eine weitere Folge wäre das Auftreten starker Oberwellen, welche durch die Erdungsinduktivität nicht kompensiert werden und daher den Reststrom vergrössern.

Bei der Dissonanzabstimmung werden die Nachteile der Resonanzabstimmung vermieden, indem sie die als Folge der Netzunsymmetrie auftretenden Spannungsverlagerungen auf ein unschädliches Mass beschränkt, ohne dass dabei die Löschfähigkeit eine wesentliche Einbusse erleidet und ohne dass neue Störungsmomente (Unsicherheit der Abstimmung, Oberwellen) hineingebracht werden. Gleichzeitig werden dabei auch die Dauerverluste der Nullpunktdrosselspule vermindert, da die Spannung an der Spule beim Normalbetrieb des Netzes klein gehalten werden kann. Als einziger Nachteil gegenüber der Resonanzabstimmung ergibt sich eine Erhöhung des Reststromes im Erdschlussfalle, die sich aber praktisch als bedeutungslos erwiesen hat. Bedeutung könnte dieser Umstand erst bei sehr grossen

Netzen erlangen, wenn durch die Grösse des Reststromes die Löschfähigkeit der Schutzeinrichtung in Frage gestellt würde. Für die Löschfähigkeit scheint aber mehr die Phase als die Grösse des Reststromes ausschlaggebend zu sein. Hierbei ist es ohne Belang, in welcher Art die Erdung als solche geschieht, ob es Nullpunkts- oder Polerdung (Löschtransformator) ist. Um diesem Umstand zu begegnen, wird man bei sehr ausgedehnten Netzen besonders bestrebt sein, einen hohen Grad der Netzsymmetrie zu erreichen, um die Verstimmung so klein halten zu können, als es die Löschfähigkeit erfordert. Um nun aber bei der Dissonanzabstimmung den Fall auszuschliessen, dass durch Abschalten von Netzteilen ungewollt Resonanzabstimmung herbeigeführt wird, soll die Verstimmung derart gewählt werden, dass der induktive Erdschlussstrom den kapazitiven überwiegt, dass also der Reststrom eine induktive Komponente besitzt. Bei dieser „Plusverstimmung“ darf das Netz als genügend gesichert gelten. Auch kommt die Verwendung mehrerer in geeigneter Weise auf das Netz verteilter Einzelspulen in Frage.

Die Dissonanzabstimmung ist somit ein praktisch brauchbarer Erdschlusschutz, welcher sowohl Ueberspannungen als auch Ueberströme im Erdschlussfall und im Normalbetrieb verhindert. Es ist daher zu verstehen, wenn heute die Vorzüge der Dissonanzabstimmung auch von ihren früheren Gegnern anerkannt werden und die „Erdschlusspule“ von heute allgemein als Dissonanzlöschspule¹⁾ ausgeführt wird. In der Tat ist die Verstimmung der Erdungsinduktivität das einzige wirklich in Betracht kommende Mittel, welches die vorteilhafte Anwendung des Systems der induktiven Erdung ermöglicht. Der Streit der Meinungen geht heute mehr um die Erdungsart, nämlich darum, ob die Nullpunkts- oder die Polerdung den Vorzug verdient. Als Vorteil der Nullpunktserdung wird ihre Einfachheit, der geringe Aufwand an wirksamem Material und Isolation (nur für Phasenspannung), ihre geringen Dauerverluste und der Umstand angeführt, dass sie bei gesundem Netz, also im Dauerbetrieb, elektrisch nur gering beansprucht ist. Als Nachteil wird ihr von den Anhängern der Polerdung nachgesagt, dass sie zwei stabile Arbeitspunkte besässe, von denen der eine einen hohen Spannungswert darstellt, und dass die Möglichkeit, auf diesen Arbeitspunkt zu gelangen, nicht ausgeschlossen sei. Ferner wird es als Nachteil der Spule (gegenüber der Polerdung) hingestellt, dass sie nicht gleichzeitig einen Schutz der Generatoren oder Transformatoren gegen steile Spannungswellen bilde, die im Netz erzeugt werden und die Wicklungsteile der Maschinen und Apparate gefährden. Von der Polerdung (dem Löschtransformator) wird behauptet, dass sie diese Nachteile nicht besässe und daher trotz der grösseren Kosten und des grösseren Materialaufwandes der Nullpunktserdung vorzuziehen sei. Demgegenüber kann aber gegen den Löschtransformator geltend gemacht werden, dass er trotz des Aufwandes fast des vierfachen Materials keinen Vorteil der einfachen Löschspule gegenüber, sondern nur Nachteile besitzt. Zum Ableiten steiler Spannungswellen kommt er kaum in Betracht, da er ja selbst eine Induktivität darstellt, welche dem Eintritt solcher Wellen einen grossen Widerstand entgegensetzt, und sein stabiles Verhalten ist von gewissen Umständen abhängig. Sind die hierfür erforderlichen Voraussetzungen nicht erfüllt, dann besitzt der Löschtransformator an Stelle *eines* stabilen Arbeitspunktes sogar deren drei, so dass seine Einstellung keine eindeutige ist. Während die Einstellung der Löschspule sich praktisch als eindeutig erwiesen hat (was aber auch den theoretischen Erwartungen bei Berücksichtigung der Verluste entspricht), so erscheint es beim Löschtransformator doch sehr bedenklich, dass zur Erreichung der Stabilität die Bedingung gestellt wird, dass seine Induktivität auf eine „kleinere“ als die wahre Netzlänge abgestimmt werden muss (Nöther). Solch ein „Dissonanzlöschtransformator“ bringt immer die Gefahr mit, auf die andere Seite der Abstimmung zu geraten, wenn Netzteile abgeschaltet werden, womit vielfach gerechnet werden muss. Kann nun einerseits eine Sicherheit, dass die zum stabilen Betrieb des Löschtransformators nötigen Voraussetzungen stets erfüllt sind, nicht gegeben werden, so ist andererseits auch die Sättigung der Polerdungsspule

¹⁾ D.R.P. 358378 der A.-G. BBC.

kein ausreichendes Mittel, um die gerügten Nachteile zu vermeiden. Hier gelten die gleichen Bedenken, welche gegen eine hohe Sättigung der Löschspule sprechen. Nun kommt aber als Nachteil des Löschransformators noch hinzu, dass sein hoher Materialaufwand und die hohe Isolation seiner Teile die Anlage wesentlich verteuert. Auch im Normalbetrieb steht der Löschransformator unter Phasenspannung und führt daher erhebliche Dauerverluste. Seine dauernd beanspruchte Isolation muss im Erdschlussfalle den $\sqrt{3}$ fachen Wert der Phasenspannung aushalten. Seine Aufstellung erfordert mehr Platz und Zuleitungen als die einfache Löschspule. Bei alledem wird kein irgendwie in Betracht zu ziehender Vorteil erreicht. Bei der Frage der Modellgrösse kommt natürlich auch die Zeit in Betracht, für welche die Schutz-einrichtung die Erdschlussbeanspruchung auszuhalten vermag. Der Löschransformator wird meist nur für halbstündigen Betrieb, die Löschspule aber für einen zweistündigen Betrieb dimensioniert. Beim Vergleich ist dieser Unterschied durch-aus in Rechnung zu stellen. Die Frage der Erdungsart wird durch die Praxis wohl auch zugunsten der Dissonanzlöschspule entschieden werden.

Nachdem im vorstehenden die Vor- und Nachteile der beiden bekannten Systeme des Erdschlussschutzes – die direkte und die induktive Erdung – behandelt worden sind, soll nunmehr das neue System „der Nullpunktserdung mit einphasig verketteten Netzleitern“ beschrieben und kritisch behandelt werden.

(Fortsetzung folgt.)

Mitteilungen der Technischen Prüfanstalten. — Communications des Institutions de Contrôle.

Stromquellen und Messbereich der Technischen Prüfanstalten. Zur Orientierung unserer Auftraggeber und anderer Interessenten seien in Ergänzung zu der im Heft No. 6 des Jahrganges 1922 dieser Zeitschrift wiedergegebenen Beschreibung des Vereinsgebäudes in der untenstehenden Tabelle

einige Angaben gemacht über die heute der Materialprüfanstalt und Eichstätte zur Verfügung stehenden Stromquellen bezw. über den mit dem vorhandenen Instrumentarium möglichen Messbereich für verschiedene Stromarten.

| | Dimension | Gleichstrom | Einphasen-Wechselstrom | | Drehstrom |
|--|--------------|----------------|------------------------|----------------------------|--------------|
| | | | 50 Per./sec. | 16 $\frac{2}{3}$ Per./sec. | 50 Per./sec. |
| A. Grenzwerte der zur Verfügung stehenden Stromquellen. | | | | | |
| 1. Spannung zu Eich- und Messzwecken . . . | V | 2000 | 100 000 | 70 000 | 60 000 |
| 2. Stromstärke zu Eich- und Messzwecken . . | A | 2000 | 3 000 | 2 000 | 3 000 |
| 3. Spannung zur Prüfung der Isolationsfähigkeit | V | 2000 | 500 000 | 160 000 | — |
| 4. Leistung, 1 stündig | kW bezw. kVA | 80 | 100 | 80 | 170 |
| 5. Leistung, dauernd | kW bezw. kVA | 50 | 80 | 65 | 130 |
| B. Grenze der Messbereiche der Messinstrumente. | | | | | |
| 1. Max. Spannung für ortsfeste Instrumente . | V | bellebig hoch | 120 000 ¹⁾ | 70 000 ¹⁾ | 60 000 |
| 2. Max. Stromstärke für ortsfeste Instrumente | A | 2000 | 3 000 | 3 000 | 3 000 |
| 3. Max. Spannung für ambulante Instrumente | V | bellebig hoch | 32 000 ¹⁾ | 15 000 ¹⁾ | 32 000 |
| 4. Max. Stromstärke für ambulante Instrumente | A | 1500 | 3 000 | 3 000 | 3 000 |
| 5. Min. Spannung | V | bellebig klein | 0,02 | 0,02 | — |
| 6. Min. Stromstärke | A | bellebig klein | 0,01 | 0,01 | — |

Inbetriebsetzung von schweiz. Starkstromanlagen. (Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat des S. E. V.) Im Dezember 1923 sind dem Starkstrominspektorat folgende wichtige Anlagen als betriebsbereit gemeldet worden:

Hochspannungsfreileitungen.

Aarg. Elektrizitätswerk, Aarau. Leitung zur Transformatorstation Bärenmatt in Bremgarten. Drehstrom 8000 Volt, 50 Perioden.

¹⁾ Mittels Präzisionsspannungswand er. mit Funkenstrecken beliebig hoch.