

DER ERDSCHLUSS UND SEINE BEKÄMPFUNG

VON

DR. ING. G. OBERDORFER

INGENIEUR DER ÖSTERREICHISCHEN SIEMENS-SCHUCKERT-WERKE IN WIEN
PRIVATDOZENT AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN

MIT 115 TEXTABBILDUNGEN
UND 2 TAFELN



SPRINGER-VERLAG WIEN GMBH

1930

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN
© 1930 SPRINGER-VERLAG WIEN
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI JULIUS SPRINGER IN VIENNA 1930
ISBN 978-3-7091-4653-8 ISBN 978-3-7091-4804-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-7091-4804-4

Vorwort

Der Erdschluß, ursprünglich eine mehr oder minder unangenehme Nebenerscheinung, ist mit der ungestümen Entwicklung und Vergrößerung der Übertragungsnetze heute bereits zu einem Problem geworden, dessen Behandlung schon zum Großteil Fachingenieuren überwiesen ist und von den meisten übrigen Elektrotechnikern und Praktikern als reines Spezialgebiet vielleicht etwas zu sehr vernachlässigt wird. Und dies mit Unrecht; denn es gehört nicht nur zu einem der interessantesten Gebiete der Starkstromtechnik, sondern ist auch von außerordentlicher praktischer Bedeutung. Sind doch die meisten Störungen in der elektrischen Energieübertragung auf Erdschlüsse zurückzuführen, sei es direkt oder dadurch, daß sich andere Fehler in einen Erdschluß verwandeln. Wie wichtig gerade diese Erfahrung ist, beweist die sich immer mehr durchringende Erkenntnis, daß die Betriebssicherheit einer Anlage zum obersten Gebot erhoben wird und dieses, wenn nötig, auch rein technischen Erfordernissen vorangestellt wird. Die erfolgreiche Bekämpfung des Erdschlusses ist jedoch nur bei genauer Kenntnis der im Spiele stehenden Erscheinungen möglich. Allerdings sind diese ihrer Art nach ganz anders, als man sie aus anderen Starkstromproblemen gewöhnt ist und es mag vielleicht auf diesen Umstand zurückzuführen sein, wenn sich bisher für dieses Sondergebiet vergleichsweise weniger Interesse bemerkbar machte.

Die Sonderstellung der Erdschlußprobleme verlangt auch eine Sonderbehandlung in mathematischer Hinsicht. Hier hat sich ganz besonders die Methode des Rechnens mit symmetrischen Komponenten als fruchtbar erwiesen, so daß diese, soweit erforderlich, auch im vorliegenden Buche Verwendung gefunden hat. Da ich annehmen muß, daß diese Rechenart noch wenig bekannt ist, habe ich im ersten Teil eine kurze Einleitung in die wichtigsten Regeln der Methode gegeben, ohne mich auf weitere Einzelheiten einzulassen. Der Leser, der hierüber ausführlicher unterrichtet sein will, findet die erforderlichen Anleitungen in den im Anhang „Literaturverzeichnis“ vermerkten Arbeiten. Es erschien mir weiter von Wichtigkeit, auch auf die symbolische Rechnung und die Ortskurventheorie ganz kurz

einzugehen, da diese beiden Hilfsmittel eine anschauliche Behandlungsweise der Probleme äußerst fördern.

Da das Buch in erster Linie für den Praktiker bestimmt ist, wurde von der eingehenden theoretischen Behandlung mancher Teilaufgaben Abstand genommen und diese nur soweit durchgeführt, als dies zum Verständnis der Wirkungsweise der heute üblichen Apparate und Schaltungen erforderlich erschien. Lediglich die Ableitung der Hauptgleichungen für den allgemeinen Erdschlußfall an einer Einfachleitung ist ausführlicher gehalten, damit auch jene Leser, die in der einen oder anderen Richtung weiterbauen wollen, bereits ein verwertbares Gerüst vorfinden. Hingegen habe ich mich bemüht, möglichst viele ausgeführte Schaltungen und Erfahrungsgrößen zu bringen, damit die Möglichkeit des Vergleiches und der Beurteilung einzelner Systeme und Einrichtungen gegeben erscheint. Denn wenn wir auch in der Erkenntnis der Erdschlußfragen schon weit vorgeschritten sind, so sind diese doch noch keinesfalls restlos geklärt und harren noch vielfach einer befriedigenden Lösung. Möge das vorliegende Buch dazu beitragen, die Wege zu weiterer Entwicklung zu bahnen und die Kenntnis unseres bisherigen Wissens zu verbreiten.

Ich gestatte mir auch an dieser Stelle Herrn Dr. Ing. B. Mengele meinen wärmsten Dank auszusprechen, nicht nur für die Durchsicht des Manuskriptes, sondern auch die wertvollen Anregungen, denen vielfach die Untersuchungen des Buches ihr Entstehen verdanken.

Auch den Firmen:

A. G. für elektrische Industrie („Elin“),
 Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft-Union (A. E. G.-Union),
 P. Gossen & Co., Kommanditgesellschaft,
 Dr. Paul Meyer A. G.
 Österreichische Siemens-Schuckert-Werke (O. S. S. W.)
 Siemens-Schuckertwerke A. G. (S. S. W.)
 Siemens & Halske A. G. (S. & H.)

sei für die Überlassung der entsprechenden Unterlagen bestens gedankt.

Nicht zuletzt danke ich aber dem Herrn Verleger für die sorgfältige Ausstattung des Buches und das in jeder Hinsicht gezeigte Entgegenkommen.

Wien, im August 1929

Der Verfasser

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Erster Teil. Rechnerische Behandlung des Erdschlußproblems.	
I. Rechnerische Grundlagen.	
1. Die symbolische Methode	3
2. Die Ortskurventheorie	7
3. Das Rechnen mit symmetrischen Komponenten ...	9
II. Grundsätzliches über den Erdschluß in Starkstrom- leitungen.	
4. Phasenweise Behandlung	13
5. Symmetrische Darstellung	16
6. Die Rolle des Nullsystems und dessen Eigenschaften ..	17
III. Der Erdschluß einer Einfachleitung.	
7. Ermittlung der allgemeinen Hauptgleichungen	22
8. Das ungeschützte Netz	30
9. Einfluß der Entfernung	31
10. Einfluß des Lichtbogenwiderstandes	34
11. Das geschützte Netz	38
12. Berücksichtigung der Kapazitätsverteilung	40
IV. Der Erdschluß in einer Doppelleitung.	
13. Ermittlung des Erdschlußstromes	43
14. Kompensation der gegenseitigen Beeinflussung	45
V. Verschiedene sonstige Nebenerscheinungen.	
15. Einfluß der Netzunsymmetrie	47
16. Netzunterteilung	49
17. Atmosphärische Einflüsse	51
18. Die Erde als Leiter, Einfluß des Erdseiles	52
19. Der intermittierende Erdschluß	52
Zweiter Teil. Erdschlußlöschung.	
I. Theoretische Grundlagen der Erdschlußlöschung.	
20. Das Prinzip der Erdschlußlöschung	55
21. Nullpunktlöcher, Pollöcher	60
22. Die Rolle der Verluste	69
23. Das Verhalten bei Verstimmung	71
24. Einfluß der Netzunsymmetrie	73
25. Das Verhalten bei gesundem Netz	74
26. Einfluß des Lichtbogenwiderstandes	78
II. Projektierung und Ausführung von Erdschlußlösch- richtungen.	
27. Bemessung und Ausführung der Löscher	80
28. Die Schaltung der Löscheinrichtungen	88
29. Entkopplungseinrichtungen	90

Dritter Teil. Erdschluß-Anzeige und -Meldung.

- I. Erdschluß-Anzeige und -Meldung im ungeschützten Netz.
 - 30. Messung der Sternpunktspannung 97
 - 31. Messung der Leiterspannungen gegen Erde 100
- II. Erdschluß-Anzeige und -Meldung im geschützten Netz.
 - 32. Anzeige und Meldung beim Nullpunktlöcher 108
 - 33. Anzeige und Meldung beim Pollöcher 110

Vierter Teil. Die selektive Erdschlußbekämpfung.

- I. Der Erdschlußschutz in Netzen mit Einfachleitungen.
 - 34. Problemstellung und grundsätzliche Relaischaltungen 113
 - 35. Beschreibung und Schaltung verschiedener Erdschlußrelais 116
 - II. Der Erdschlußschutz in parallelen Leitungen und im vermaschten Netz.
 - 36. Die Holmgrenschaltung 130
 - 37. Die Achterschaltung 134
 - 38. Der Erdschlußschutz im vermaschten Netz 136
 - III. Der Doppelerdschluß.
 - 39. Die wichtigsten Kenngrößen und die selektive Erfassung des Doppelerdschlusses 137
 - IV. Der Gestellschlußschutz von Synchrongeneratoren.
 - 40. Theoretische Grundlagen 140
 - 41. Gestellschlußschutzeinrichtungen 142
- Zahlenbeispiel** 144
- Verzeichnis der wichtigsten Patente auf dem Gebiete des Erdschlusses**..... 157
- Literaturverzeichnis** 159
- Sachverzeichnis** 164