Anwendung der Sätze von Hooke, Maxwell, Castigliano und Clapeyron auf Systeme elektrischer Leiter, elektrische Systeme

Doctoral Thesis**Author(s):**

Kaufmann, Max

Publication date:

1924

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000099664>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

ANWENDUNG DER SÄTZE
VON HOOKE, MAXWELL, CASTIGLIANO
UND CLAPEYRON
AUF SYSTEME ELEKTRISCHER LEITER,
ELEKTRISCHE SYSTEME

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG DER
WÜRDE EINES DOKTORS DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON
MAX KAUFMANN,
AUS BASEL

308

REFERENT: HERR Prof. Dr. K. KUHLMANN.
KORREFERENT: HERR Prof. Dr. E. MEISSNER.

Schlußbemerkungen.

In der vorliegenden Arbeit wurden auf Grund des Superpositions-Prinzipes Sätze abgeleitet, gültig für elektrische Systeme, aber dabei in vollkommener Analogie zu gewissen Lehren der Elastizitäts-Theorie. Sie gestatten die Entwicklung eines allgemeinen Rechnungsverfahrens für Untersuchungen an elektrischen Systemen, das sich in engster Weise an die in der Fachwerkslehre entwickelten Methoden anlehnt. Die Verwendung der Sätze von Castigliano stützt sich auf den hier entwickelten S-Wert. In dieser Hinsicht weisen die Untersuchungen von Dr. F. Natalis eine gewisse Ungenauigkeit auf, da er nur auf den ersten Spezialfall des Satzes von Castigliano hinweist, bei welchem die Ableitungen zu Null werden. Aus diesem Grunde kommt der Unterschied des S-Wertes und der Scheinleistung gar nicht zur Geltung. Man erkennt aber auch an seinen Beispielen für die Ableitung des ersten speziellen Satzes von Castigliano deutlich das Vorkommen des Faktors 2, welcher durch die Einführung des S-Wertes vermieden wird. Den nur auf Spezialfällen beruhenden Untersuchungen von Dr. F. Natalis verdanke ich aber die Anregung zur vorliegenden Arbeit.

Es ist sicher, daß mit Hilfe der hier entwickelten Begriffe Verfahren ausgearbeitet werden können, welche eine relativ einfache Lösung komplizierter Netzprobleme gestatten. Relativ einfach sage ich, denn bei vielfach verknöteten, beziehungsweise vermaschten Netzen liegt stets ein hoher Unbestimmtheitsgrad vor, wodurch immer viele Unbekannte im System der Zusatzgleichungen auftreten, d. h. dieses System viele Gleichungen aufweist. Es wird sich oft als nützlich erweisen, nach bekannten Regeln gewisse Umbildungen am Netze vorzunehmen, bevor man die hier entwickelte Methode anwendet. Solche Umbildungen sind z. B. Ersatz einfacher Parallelschaltungen durch einen Leiter, Sterndreiecks-Umwandlung resp. Dreieckstern-Umwandlung: Ein großer Vorteil der neuen Methode besteht auch in der genauen Vorschrift betreffs der Reihenfolge der Operationen. Die aufzulösenden Gleichungen sind weiterhin

stets recht einfach. Die quadratischen Ausdrücke im S-Werte fallen bei der Differentiation wieder weg, indem nur lineare Beziehungen für die Unbekannten entstehen. Dazu kommt noch die bereits erwähnte Eigenschaft der Gleichgewichts-Bedingungen, in einer Form aufzutreten, in der sie bei Berechnungen kaum als Komplikation erscheinen. Diese Form ist ja wohl nichts anderes, als der mathematische Ausdruck eines der Kirchhoff'schen Sätze; bei der bisher üblichen Art der Verwendung beider Kirchhoff'schen Sätze kommt aber ihr Nutzen nie deutlich zum Ausdruck.

Nicht untersucht habe ich Systeme mit zwei vorgeschriebenen Werten für ein und denselben Leiter, wobei dementsprechend für andere Leiter keine Vorschriften in bezug auf Widerstand, Spannung (Abfall) und Strom bestehen. Dieses Problem ist das eigentliche Netzberechnungsproblem der Praxis. Es führt auf die Bestimmung von Impedanzen in Leitungen bei gegebenen Werten für Erzeuger resp. Verbraucher im allgemein üblichen Sinne.

Die Behandlung dieses Stoffes hätte aber weit über den Rahmen meiner Arbeit hinausgeführt, denn diese Arbeit galt insbesondere den Analogien der elektrischen mit den in der allgemeinen Theorie meist behandelten elastischen Systemen.

Es werden sich auch in anderen Wissensgebieten auf Grund der hier verwendeten Prinzipien entsprechende Methoden entwickeln lassen, nachdem einmal der innere Grund für diese Möglichkeit erkannt ist. Dieser ist nichts anderes als *die Gültigkeit des Superpositions-Prinzipes* bei den durch lineare Gleichungen ausdrückbaren Abhängigkeiten. Durch hierbei verwendete vergleichende Verfahren kann der Forschung viel Arbeit erspart werden. Eine entsprechende Abstraktion gibt einen Überblick über eine ganze Reihe von Wissenschaftszweigen. Es ist z. B. die allgemein angewendete Vektorrechnung nichts anderes, als eine derartige Abstraktion, und wenn wir noch größere Arbeitsgebiete umfassen wollen, dann spielt die allgemeine Mathematik die Rolle einer solchen, indem sie für alle Erscheinungen gültige Quantitätsberechnungen durch die abstrakte Untersuchung an „Quantitäten“ resp. „Zahlen“ ermittelt.