

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 31 (1940)
Heft: 22

Artikel: Einiges über Fragen der Elektrizitätswirtschaft
Autor: Ringwald, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061388>

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: 03.04.2025

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

REDAKTION:
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

ADMINISTRATION:
Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 5 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXI. Jahrgang

N^o 22

Mittwoch, 30. Oktober 1940

Einiges über Fragen der Elektrizitätswirtschaft.

Vortrag, gehalten an der Generalversammlung des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke am 26. Oktober 1940 in Luzern,
von F. Ringwald, Direktor der Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern.

621.311.003

Meine Herren!

Wenn man in dieser Zeit, wo alles ein wenig über uns schimpft, über Elektrizitätswirtschaft sprechen soll, so könnte man versucht sein, im Brustton der Ueberzeugung und des guten Gewissens darauf hinzuweisen, dass wir doch in den letzten 50 Jahren recht Tüchtiges geleistet haben, dass die Energieproduktion über 7 Milliarden kWh beträgt und dass der Konsum pro Kopf der Bevölkerung in der Schweiz nahe an erster Stelle steht, und dass sogar die Energiepreise gegenüber denjenigen anderer Länder sich durchaus sehen lassen dürfen, ja dass wir meistens billiger Energie abgeben als die andern.

Ich selbst habe ja in Ihren Kreisen und anderwärts so oft diese Töne mehr oder weniger angeschlagen und gewiss mit Ueberzeugung. Aber heute möchte ich, wenigstens für kurze Zeit, vorschlagen, einmal zu überblicken, ob nicht doch, vom Standpunkt der Konsumentenseite aus gesehen, noch Einiges zu wünschen übrig bleibt. Haben wir es wirklich zu so Vollkommenem gebracht, dass wir mit dem lieben Gretchen in Goethes Faust sagen könnten: «Ich habe schon so viel für dich getan, dass mir zu tun fast nichts mehr übrig bleibt.» Sicherlich dürfen wir im grossen und ganzen zufrieden sein. Aber es sind doch noch einige Unebenheiten geblieben, die wir noch überwinden müssen und neue Aufgaben stehen uns bevor. Diese wenigstens stichwortweise kurz zu berühren, ist vielleicht heute geboten.

Die Normung der Spannungen

ist ja im Gange. Vielleicht ist das Tempo da und dort noch zu langsam, aber es ist bei einigen Werken doch schon ganz Ansehnliches geleistet worden und die Normung muss natürlich immer innerhalb der wirtschaftlichen Möglichkeiten der Werke vor sich gehen.

Aber wie steht es mit den Tarifen?

Wir wissen ja, wie die Elektrizitätsversorgung in der Schweiz entstanden ist: Aus kleinen Anfängen wurden nach und nach an allen Ecken und

Enden des Landes Werke gebaut, so dass wir heute über 1200 grössere und kleinere Werke haben und ebensoviele oder noch mehr Tarife. Ist das wirklich nötig? Gewiss sind die Produktions- und Verteilungskosten und namentlich die fiskalischen Belastungen nicht überall die gleichen, aber wenn wir uns so richtig ernsthaft und unvoreingenommen fragen, ob es nicht möglich wäre, diesen Berg von Tarifen zu vereinfachen, ja sogar zu einem Einheitstarif zu kommen, so gelangen wir sicher zum Schlusse, dass dies möglich sein sollte. Selbstverständlich müssen solche Fragen elastisch gelöst werden, so dass die verschiedenen Unternehmungen beim Uebergang auf die Neuerung keinen salto mortale, keinen Sprung ins Leere machen, sondern dass deren wirtschaftliche Grundlagen erhalten bleiben. Aber das, meine Herren, ist in naher Zukunft mit gutem Willen möglich. Ich glaube, wir dürfen uns der Führung unserer Tariffkommission ruhig anvertrauen und sie bitten, uns in dieser Frage *Leben einzuhauchen*. Welche Unsummen an Marktereien und Verhandlungen zwischen Konsument und Produzent könnten vermieden werden, wenn jeder biedere Eidgenosse wüsste und davon überzeugt wäre, dass er die Elektrizität im allgemeinen überall zu denselben angemessenen Bedingungen bekommt. Damit dies möglich ist, müssen wir einander helfen, anstatt uns gelegentlich zu bekämpfen. Dann werden wir sehen, dass die Anschlussfähigkeit viel leichter geht. Der Bezüger, der immer markt, hat ja in der Regel nicht davor Angst, die Energie sei zu teuer, sondern er fürchtet, der andere, der noch mehr markt, erhalte sie billiger.

Das Heizproblem.

Land auf, Land ab spricht man davon, dass man jetzt die weisse Kohle sollte verwenden können. Fachleute und Nichtfachleute haben die Einwände, warum das nicht geht, geschildert; zum Teil wird es verstanden, zum Teil nimmt man es hin, weil es offenbar so ist, aber recht wohl ist es dabei den Interessenten nicht. *Ist es un s ganz wohl dabei?*

Gewiss sind wir alle im klaren darüber, dass wir im Winter immer zu wenig Energie haben werden,

um auch beim Ausbau der grössten Kraftwerke, die uns noch möglich sind, in der ganzen Schweiz die Heizung zu übernehmen, während es uns durchaus möglich sein wird, den gesamten Bedarf des Landes an Kochwärme zu decken. Wir können uns mit Recht darauf berufen, dass eine Kilowattstunde eben nur 860 Kalorien gibt, während andere Wärmeträger, wie Holz, Torf, Kohle, pro etwa vergleichbare Einheit einige tausende Kalorien liefern. Aber immerhin sind noch Fortschritte denkbar. Ich will dabei noch nicht einmal an die Forschungsergebnisse der modernen Physik erinnern, sondern ich denke an Verbesserungen, die heute schon im Bereiche der Möglichkeit liegen. Zunächst haben wir

die Wärmepumpe,

um die sich neuerdings auch Herr Prof. Dr. Bauer sehr verdient gemacht hat, und die bereits schon gestattet, mit einer kWh ungefähr das Dreifache der Wärme zu leisten als bei der direkten Umwandlung von Elektrizität in Wärme. Gewiss ist die Apparatur noch teuer, die Grenzen der Temperaturen eng; aber wenn wir auf dem Wege rascher vorwärts kommen wollen, müssen mit allen moralischen und materiellen Mitteln die Bestrebungen zur praktischen Einführung der Wärmepumpe unterstützt werden. Nur durch Erfahrungen wird man Vereinfachungen und Verbilligungen dieser Einrichtungen erzielen.

Im weitem geht an die

Herren Architekten

der Ruf, dass sie sich mehr als bisher dem Problem der elektrischen Heizung widmen und zu einer engeren Zusammenarbeit mit den Elektrizitätswerken kommen. Jedermann weiss, dass auch bei bedecktem Himmel, wie jetzt, ein Südzimmer wärmer ist als ein Nordzimmer, obschon nicht geheizt wird und kein Wind abkühlt. Es gilt daher, die naturgegebene, von aussen kommende Wärmestrahlung einzufangen und die Häuser so zu bauen, dass sie diese Wärme möglichst lange behalten, wobei dann unter Mithilfe von geringeren Elektrizitätsmengen in vielen Fällen eine Raumheizung möglich ist, die wir heute noch nicht durchführen können. Denken wir nur an die Gebirgsgegenden, wo die Wärmestrahlung gerade im Winter ja viel intensiver ist als im Tal und wo die Schneedecke ein geradezu idealer Reflektor auch der Wärmestrahlen ist.

Endlich ist auch daran zu denken, im Mittelpunkt der Häuser grössere Wärme-Akkumulatoren einzubauen, die unter geringerer zusätzlicher Verwendung von elektrischer Energie als bei der direkten Heizung eine weitgehende Streckung der Brennmaterialien ermöglichen.

Es gibt also noch grosse Arbeit für Architekten, von denen viele für elektrische Anwendungen im Haushalt noch merkwürdig verschlossen sind.

Eine Wärme-Anwendung, die in nächster Zeit mehrfach an uns herantreten wird, kommt aus der Landwirtschaft: die Verwendung der Elektrizität zum

Gemüse- und Obst-Dörren,
ferner das

künstliche Grasdörren.

Dieses Problem ist nun technisch und wissenschaftlich-biologisch sowie wirtschaftlich gelöst. Die schweizerische Landwirtschaft kauft jährlich für etwa 100 Millionen Franken im Auslande Kraftfutter, weil das eigene Heu in Schlechtwetterperioden verfault oder verholzt. Nun ist es aber gelungen, durch das künstliche Trocknen von Gras Kraftfutter zu gewinnen, welches das ausländische Kraftfutter bis auf wenige Bedürfnisse ersetzen kann. Man gewinnt also *nicht gewöhnliches Heu, sondern Kraftfutter*, und deshalb ist die Anlage von einigen hundert solcher Trocknungseinrichtungen im Lande herum durchaus wirtschaftlich. Man kann die Warmluft durch Elektrizität, aber auch durch Holz oder Kohle erzeugen. Bei elektrischen Trocknern bewegt sich der Anschluss zwischen 600 und 1200 kW; der Energiepreis wird sich je nach der Wärme-Ausnutzung des Trockners etwa um 1 bis 2 Rp./kWh bewegen dürfen. Dazu kommen aber noch per Trockner vielleicht 20 kW Motorenstrom zu normalen Preisen. Diese Trockner werden ja nur im Sommer gebraucht, wo wir Wasser genug haben. Ich möchte meine Herren Kollegen dringend bitten, bei den Begehren um solche Anschlüsse weitgehend entgegenzukommen, weil wir dadurch die Landwirtschaft in den Stand setzen, ihr bodeneigenes Futter zu verwenden und die Betriebe rentabler zu gestalten, als wenn das Geld ins Ausland wandert.

Für den Betrieb der

Elektrokessel

ist grundsätzlich ja die Frage des Energiepreises so gelöst, dass der Kohlen-Aequivalenzpreis gilt. Das war zwischen den Industriellen und den Werken ganz klar vereinbart; als aber dann die Kohlenpreise stiegen, begannen die Spannungen zwischen beiden. Um den Industriellen entgegenzukommen, wie immer, hat man die beim Industriellen vorhandenen Kohlenlager bei der neuen Preisfestsetzung auch berücksichtigt und ist so um die Spannungen für einmal herumgekommen. Was aber, wenn der Kohlenpreis immer mehr steigt und wenn die Kohlen schliesslich fast nicht mehr erhältlich sind? Grundsätzlich ist die Berechnung, die wir jetzt anwenden, nicht ganz richtig. Die Kohle, welche im Inlande liegt, hat jeden Augenblick den gleichen Wert wie die neu anzuschaffende Kohle. Eigentlich dürfte sie noch teurer sein, weil sie ja schon da ist. Es ist daher viel logischer, bei den Aequivalenzberechnungen stets den augenblicklichen Kohlenmarktpreis zu berechnen, aber dafür sowohl *eine untere Grenze* als auch *eine obere Grenze* für die kWh einzusetzen. Wir müssen auch hier dem Lande dienen und den Industrien gegenüber den ausländischen Brennstoffen einen gewissen Vorteil gönnen. Ueber die Preise will ich mich heute nicht aussprechen. Es wird nötig sein, dass wir in dieser Frage einmal unter uns und dann auch mit den Industriellen zusammensitzen.

Planwirtschaft.

Meine Herren! Ein Kapitel, nach dem immer wieder gerufen wird, ist die sogenannte Planwirtschaft. Es hat die Politiker in den Parlamenten immer wieder gelüftet, Postulate und Motionen einzureichen, die sich mit Elektrizitätsplanung befassen. Die Elektrizitätswirtschaft ist eine beliebte Materie hiezu; es war im Auslande eigentlich noch viel mehr so als bei uns. Die Begehren gipfelten gewöhnlich in der gesetzgeberischen Ordnung von Energiewirtschaftsplänen, Fortleitungsbestimmungen und dem Bau von Kraftwerken. Auch die jungliberale Bewegung der Schweiz, der ich übrigens politisch sehr nahe stehe, hat im Jahre 1933 derartige Postulate gestellt, namentlich mit der Forderung einer einfachen und klaren, sachlich begründeten

Gesetzgebung.

Aber nicht nur Politiker, auch Andere, unbedachte Industrielle, aufstrebende Juristen usw. haben sich immer wieder mit diesem Lieblings-Spielball befasst. Während die einen es wirklich gut meinten, dachten andere an Verstaatlichung, wieder andere an ein Sprungbrett und auch an verbilligte Energiepreise.

Nun, meine Herren, die Gesetzgebung ist ja da. Wir haben ein *Elektrizitätsgesetz*, ein *Wasserrechtsgesetz*, ein *Expropriationsgesetz*, bei deren Entstehung stets die Meinung war, ein einfaches und klares Gesetz zu schaffen. Wir haben ja stets mitgewirkt, bis die Sache in die Parlamente kam; aber dann, meine Herren, kamen halt sehr oft die Gesetze anders aus der parlamentarischen Maschine heraus als sie hineingingen. Sie boten in der Folge nicht immer die anfänglich erwartete Handhabe. Aber immerhin kommen wir mit gutem Willen mit den vorhandenen Gesetzen durch, und wir wissen wenigstens, was wir an ihnen jetzt haben, aber wie neue herauskämen, wissen wir nicht, und daher ist es vorläufig klüger, mehr mit dem gesunden Menschenverstand zu arbeiten als neuen Gesetzen zu rufen.

Auch das *Elektrizitätsamt* ist da, und es führt eine Energiebilanz von einer Klarheit und Uebersichtlichkeit, die ihresgleichen sucht. Bleibt noch die

Frage des Kraftwerkbaues.

Auch in diesem Punkte haben die Elektrizitätsunternehmungen eigentlich in den letzten Jahrzehnten immer nach Massgabe der zukünftigen normalen Bedürfnisse vorgesorgt und irgendeine gesetzgeberische Massnahme hätte hier kein anderes Resultat erzeugen können. Aber wie steht es in der Zukunft? Je mehr wir uns die wirtschaftliche und politische Lage der Schweiz überlegen, um so mehr kommen wir zum Schlusse, dass es nicht mehr angeht, alle jetzt noch brachliegenden Wasserkräfte auf weitere unbestimmte Zeit brachliegen zu lassen. Wir müssen diejenigen Naturschätze, die wir ausnützen können, im Interesse unserer wirtschaftlichen Landesverteidigung mobil machen. Aber auch hiezu ist keine neue Gesetzgebung notwendig, sondern, und *das ist das wichtigste, was ich Ihnen*

heute zu sagen habe, eine vernünftige Verständigung zwischen den Werken, die gute Projekte haben, unter Beiseitlassung jeder Prestige- und Kirchturmspolitik, lediglich im Interesse der Arbeitsbeschaffung und Nutzbarmachung der weissen Kohle in einem Umfange, der uns wenigstens in diesem Punkte weitgehend vom Auslande unabhängig macht.

Meine Herren! Es liegen noch sehr schöne, ausbauwürdige Kräfte an der Aare, am Rhein, an der Rhone und Stauanlagen an der Grimsel, am Hinterrhein, im Gotthardgebiet vor uns. Einige sind zum Teil schon im Bau. Alle zusammen umfassen einige Millionen kW und einige Milliarden kWh. Wir werden uns darüber klar werden müssen: Soll man die Flusskraftwerke zuerst ausbauen oder soll man die Stauanlagen ausbauen, weil wir in erster Linie Winterenergie brauchen und für das Land sorgen müssen. Alle diese Fragen können weitaus am besten durch guten Willen unter den beteiligten Projektbesitzern gelöst werden. Sie erinnern sich vielleicht noch daran, dass ich im Oktober 1920 schon die beschleunigte Erstellung von Akkumulierwerken in Vorträgen und Aufsätzen begründete. Es standen sich damals Grimsel-, Wäggitäl- und Andermatt-Werk gegenüber. Mein Vorschlag, dass die drei Projektträger über einen programmatischen Ausbau der drei Werke sich verständigen und sich dabei helfen sollten, kam leider nicht zur Annahme, und nun ist die Frage, *ob wir in den letzten 20 Jahren etwas gelernt haben*. Es soll nicht nach unwillkommener Gleichschaltung aussehen, wenn ich heute wiederum vorschlage, dass eine Verständigung, die jetzt auch von anderer Seite ange-regt worden ist, mit allen Mitteln herbeigeführt werde.

Meine Herren! Ich habe in den letzten Monaten aufmerksam viele Aufsätze gelesen, die in einer angesehenen Schweizer Tageszeitung enthalten waren. Die Titel lauteten etwa: «Der politische Standort der Schweiz», «Unser Staat als Aufgabe», «Neue Aufgaben», «Sofortprogramm», «Erneuerung», «Vorbedingungen der Erneuerung», «Nationaler Widerstand und Erneuerung», «Das Kernstück der Orientierung», «Neue Wege», «Neue Parolen», «Entscheidung», «Wo stehst du?». Ich könnte noch viele Titel aufzählen. «Zeitfragen» nennt sie jene Tageszeitung. Alles geht in der Richtung irgendeiner Erneuerung, aber natürlich meint fast jeder etwas anderes, und man sieht so recht die seelische Not des Volkes, zum Teil aber auch ein Schlottern vor der Zukunft. Dem allem, meine Herren, können wir nur begegnen durch Opferwilligkeit und Taten, welche die wirtschaftliche Grundlage der Schweiz verbessern helfen, und deshalb müssen wir uns verständigen und rasch handeln.

Es wird viel davon gesprochen, dass diese neuen Kraftwerke so teuer seien, dass deren Rendite auf eine Reihe von Jahren schwach ist und dass es angezeigt wäre, wenn der Bund entweder billig verzinsliches Geld oder Subventionen unter dem Titel «Arbeitsbeschaffung» gäbe. Grundsätzlich soll die Elektrizitätsindustrie nicht in die Neigung ver-

fallen, nach Bundessubventionen zu schießen, das sind für industrielle Unternehmungen immer Schwächezeichen. Aber es ist richtig, dass die Öffentlichkeit an solchen Arbeiten jetzt ein großes Interesse hat und den vorzeitigen Ausbau grosser Werke in irgendeiner Form erleichtern hilft, sei es, dass der Bund den Kantonen nahelegt, die Wasserzinse und Steuern für einige Jahre zu ermässigen, und dass man den Kapitalgebern Erleichterungen in der Steuer zubilligt, usw. Man darf ruhig behaupten, dass es für jeden, der einen Sparbatzen auf der Seite hat, empfehlenswerter ist, Geld in der einheimischen Elektrizitätsindustrie anzulegen, auch wenn sie anfänglich nicht rentiert, weil doch produktive Werte geschaffen werden, die in noch erreichbarer Zeit zu höherer Blüte gelangen werden. Produktive Werte, die so beständig sind wie Kraftwerke sind mehr wert als gehortetes Gold. Meine Herren, die nächste Zeit wird zeigen, ob wir etwas gelernt haben und ob wir die Kraft in uns haben, praktische und nützliche Arbeit zu leisten.

Es ist unleugbar, dass Behörden, viele Industrielle und das Volk im allgemeinen viel mehr Sympathie zu den kohleverarbeitenden Industrien haben als zu den Elektrizitätswerken. Ich habe mir schon oft den Kopf zerbrochen, woher das kommen mag, aber es ist so, und in diesem Punkte können wir unsere Kollegen von der Gasindustrie nur beneiden. Aber es ist nicht recht, dass man in normalen Zeiten immer wieder der schwarzen Königin um den Hals hängt und die weisse Kohle vernachlässigt, um dann in kritischen Zeiten sich plötzlich über die Unfruchtbarkeit der weissen Kohle zu beklagen. Auch in diesem Punkte muss in Behörden und Volk im Schweizerlande eine Einkehr vor sich gehen, damit wir im Inlande den Absatz für künftige Kraftwerke so fördern können, dass eine Ueberproduktion an Werken erträglich ist. Die Zukunft soll *nicht ein Streit zwischen Kohle, Gas und Elektrizität sein, sondern eine vernünftige Wechselwirtschaft und gegenseitige Unterstützung im Interesse des ganzen Volkes.*

Eine gewisse, wohl dosierte Ueberproduktion an Elektrizitätswerken wird uns jederzeit befähigen, mit andern Ländern eine kontinentale Elektrizitätspolitik zu treiben, und in Zeiten, in denen das Ausland weniger aufnahmefähig ist, ist es ganz gegeben, dass wir überschüssige Energie zu Wärmeanwendungen unserem Volke zur Verfügung halten, die wir sonst vielleicht nicht empfehlen können. So sichern wir dem aufgewendeten Kapital doch ein gewisses Interesse und jedenfalls keine Verluste. Unser eigenes Land wird, nach einer Aufstellung, die Herr Härry bearbeitet, voraussichtlich in den nächsten Jahren etwa folgende neue Energiemengen pro Jahr benötigen:

Haushalt	ca. 70 Millionen kWh
Landwirtschaft	» 300 » »
Gewerbe	» 28 » »
Allgemeine Industrie	» 50 » »
Chemie	» 53 » »
Verkehr auf der Landstrasse und noch nicht elektrifiziert. Bahnen	» 15 » »
Raumheizung	» 10 » »
Benzin-Synthese usw.	» 20 » »
	rund vielleicht 550 Millionen kWh

Das macht aber in 10 Jahren schon 5,5 Milliarden kWh.

In allen Ländern rings um uns ertragen die Völker Entbehrungen und Sorgen aller Art und leisten physisch und wirtschaftlich Unerhörtes. Wir wissen von solchen Verhältnissen bei uns bis jetzt noch nicht sehr viel, aber gerade das muss uns den Ansporn geben, das Menschenmögliche zu tun, um diejenigen Naturschätze ans helle Licht des Tages zu bringen, die uns verliehen sind. Mit diesen Schätzen in der Hand können wir uns weiter behaupten und der Zukunft ruhiger entgegensehen.

Dies ist *sieghafte Planwirtschaft*, sie entspringt dem höchsten Plane, den wir kennen, dem Plane der Schöpfung.

Ein Beitrag zur Berechnung des Gleich-Wechselstrom-Mutators mittels der Laplaceschen Transformation.

Von Josef Müller-Strobel, Zürich.

Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule.

621.314.57

Handelt es sich um die Erfassung der elektromagnetischen Vorgänge von Wechselstrom-Wechselstrom- oder Gleichstrom-Wechselstrom-Mutatoren bei einer beliebigen Art und Grösse der Belastung, so kann man eine zweckentsprechende Umformung der für den gewöhnlichen Wechselstrom-Gleichstrom-Mutator abgeleiteten Gesetze nicht vornehmen. Deshalb sind wir gezwungen, ganz anders lautende mathematische Ansätze zu suchen und anzuwenden. Für die folgerichtige Ableitung neuer Ansätze über das physikalische Verhalten des Mutators dient die Anschauung, dass der Wechselstrom-Wechselstrom-Mutator oder der Gleichstrom-Wechselstrom-Mutator als Schalter, nicht als Ventil wirkt. Die Differentialgleichungen der Ströme sind deshalb so behandelt, als würde eine Gleichstromquelle der Spannung U_0 auf ein System von Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten im Takte der Steuerfrequenz geschaltet. Die Lösung der unter diesem Gesichtspunkte abgeleiteten Differentialgleichung erfolgt mittels der

Lorsqu'il s'agit de déterminer mathématiquement les processus électromagnétiques de mutateurs alternatif-alternatif ou continu-alternatif pour une grandeur quelconque de la charge, il n'est plus possible de procéder à une conversion appropriée des lois qui régissent les mutateurs ordinaires alternatif-continu. Il est donc nécessaire d'avoir recours à d'autres déductions mathématiques. On peut considérer dans ce but que le mutateur alternatif-alternatif ou continu-alternatif agit comme un interrupteur et non comme une soupape, au point de vue de son comportement physique. Les équations différentielles des courants doivent donc être traitées comme s'il s'agissait d'une source de courant de tension U_0 branchée, à l'allure de la fréquence de commande, sur un système de résistances, de capacités et d'inductions. L'équation différentielle, établie en tenant compte de ces considérations, se résoud à l'aide des laplaciens. Cette méthode permet de calculer la commutation, les processus d'inversion