

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 16 (1925)
Heft: 4

Rubrik: Communications ASE

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: 18.01.2025

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

und inbestimmten Zeitabständen der Gasgehalt bestimmt. Es ergab sich der in vorstehender Figur dargestellte Verlauf.

Es geht daraus hervor, dass nach 3 tägigem Stehenlassen bei Luftzutritt der normale Zustand bereits erreicht ist.

b) *Der Wassergehalt.* Die Resultate lassen erkennen, dass bei kleinem Wassergehalt des Anlieferungsöles mit beiden Reinigungsarten praktisch dasselbe erreicht wird. (Das Oel zeigt im Anlieferungszustand kein Knistern beim Erhitzen im Reagenzglas und färbt entwässertes Kupfersulfat nicht, wohl aber ist es merklich durch Fasern und Staub verunreinigt.) Bei höherem Wassergehalt zeigt sich aber die Zentrifuge weit überlegen. Das mit Wasser berieselte Oel war nach zweimaligem Behandeln in der Filterpresse, wobei nach der ersten Filtration die Filter gewechselt wurden, noch trüb. Es klärte sich auch nach mehrwöchigem Stehen nicht. Dagegen war schon das einmal zentrifugierte Oel vollständig klar. Eine damit gefüllte gut verschlossene Flasche wurde mehrere Monate (Spätherbst bis Winter) im Freien stehen gelassen. Es war nicht die geringste Trübung zu konstatieren.

Aus dem Gefundenen darf somit wohl geschlossen werden, dass durch die Einführung der Zentrifuge die bestehenden Verfahren für die Reinigung der Transformeroile von Feuchtigkeit und mechanischen Verunreinigungen eine wertvolle Bereicherung erfahren haben.

Vorliegende Arbeit wurde in den Laboratorien der Maschinenfabrik Oerlikon durchgeführt.



Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Aus den Geschäftsberichten bedeutenderer schweiz. Elektrizitätswerke.

Geschäftsbericht d. St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke pro 1924 (1. Dez. 1923 bis 30. Nov. 1924). Die im Berichtsjahre verbrauchte Energiemenge betrug 59,5 Mill. kWh gegenüber 54,1 Mill. im Vorjahr, wovon 34,2 Mill. in den eigenen Anlagen erzeugt und der Rest von den Nordostschweizerischen Kraftwerken bezogen wurde. Der Gesamtanschlusswert ist von 77 339 kW im Anfang des Jahres auf 83 620 kW am Ende des Berichtsjahres gestiegen. Die gesamten Einnahmen aus dem Betriebe beliefen sich auf Fr. 5 243 823 gegenüber Fr. 4 923 824 im Vorjahr.

Die gesamten Betriebsausgaben (einschliesslich Zinsen) betragen Fr. 3 898 430. Von der Differenz werden Fr. 746 185 zu Amortisationen aller Art und Einlagen in den Reserve- und Erneuerungsfonds verwendet und Fr. 595 000 (7%) an die Aktionäre verteilt.

Die Stromerzeugungs- und Verteilanlagen inkl. Liegenschaften stehen mit Fr. 25 670 824 zu Buche. Wie im Zeitpunkt der Gründung der Gesellschaft beträgt das Aktienkapital 8,5 und das Obligationenkapital 10 Mill. Fr.

Am Anfang des Geschäftsberichtes gibt die Direktion einen interessanten Vergleich zwischen der Situation Ende 1914 und Ende 1924, woraus ersichtlich ist, dass in diesem Zeitraume die Eigenproduktion von 21,95 Mill. kWh auf 34,2 Mill. kWh, der Fremdstrombezug von 6,95 Mill. kWh auf 25,3 Mill. kWh, der Anschlusswert von 30 275 kW auf 83 620 kW und die Maximalbelastung von 8760 kW auf 20 700 kW gestiegen sind.

Alle Vergrößerungen in den Energieerzeugungs- und Verteilanlagen konnten ohne Erhöhung des Aktien- oder Obligationenkapitals vorgenommen werden.

Vom Eidg. Departement des Innern erteilte Stromausfuhrbewilligung¹⁾. Das eidgenössische Departement des Innern hat am 19. März 1925 den *Officine Elettriche Ticinesi S. A.* in Bodio/Baden die *vorübergehende Bewilligung* (V 4) erteilt, über den Rahmen der Bewilligungen No. 50 vom 1. April 1921 und No. 69 vom 28. Dezember 1923 und der vorübergehenden Bewilligung V 3 vom 17. Februar 1925 hinaus (bisher insgesamt täglich max. 400 000 Kilowattstunden mit einer Leistung von 18 000 Kilowatt), aus ihrem Kraftwerk Tremorgio täglich max. 48 000 Kilowattstunden mit einer Leistung von *max. 2000 Kilowatt* an die *Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica* in Mailand (Lombarda) auszuführen. Die Bewilligung wurde unter anderem unter der Bedingung erteilt, dass während ihrer ganzen Dauer die Energieausfuhr durch die Kraftwerke Brusio A.-G. (K.W.B.) an die Lombarda sowie der Fremdstrombezug der K.W.B. von den Rhätischen Werken für Elektrizität in Thuisis täglich um mindestens 25 000 Kilowattstunden kleiner sind als vor dem Inkrafttreten der Bewilligung. Diese von den beteiligten Werken vorgeschlagene Massnahme verfolgt den Zweck, täglich mindestens 25 000 Kilowattstunden aus den Anlagen der Rhätischen Werke für Elektrizität in Thuisis ins Netz des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich und der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. über-

¹⁾ Bundesblatt No. 12, pg. 827.

zuführen und daselbst die Energieknappheit zu mildern. Die vorübergehende Bewilligung V 4 wurde rückwirkend auf 16. März 1925 in Kraft erklärt. Sie kann jederzeit ohne irgendwelche Entschädigung zurückgezogen werden. Die Be-

willigung V 4 ist auf alle Fälle nur gültig, solange die Aushilfslieferung zugunsten der Energieversorgung nordwärts der Alpen erfolgt und mindestens 25 000 Kilowattstunden pro Tag beträgt.

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Wir erhalten von Herrn Dr. H. Stäger-Baden zum Thema:

„Fortschritte in der Reinigung von Isolierölen“ die folgende Mitteilung:

Auf die Erwiderung des Herrn W. R. Chadburn im Bulletin des S. E. V. 1925, No. 1, Seite 56, möchte ich mit folgenden Mitteilungen und Richtigerstellungen antworten.

Ich will hier keine Diskussion eröffnen über die Durchschlagsfestigkeit von Isolierölen und die damit zusammenhängenden Erscheinungen, da das an dieser Stelle zu weit führen würde. In der erwähnten Erwiderung habe ich jedoch vermisst, dass kein Wort gesagt wurde über den Dispersitätsgrad der die elektrischen Eigenschaften der Isolieröle wesentlich beeinflussenden Verunreinigungen, auf den in meinen Ausführungen grosses Gewicht gelegt worden ist. Auf diesen Punkt ist schon von Friese, den auch Hr. Chadburn als Autorität zitiert, mit Nachdruck hingewiesen worden.

Alle Mineralöle besitzen eine gewisse Hygroskopizität und nehmen daher Feuchtigkeit aus der Luft auf wegen der Berührung der Wassermoleküle mit der Oeloberfläche. Die Wasseraufnahme findet nur statt bis zu einem gewissen Sättigungsgrad, wobei dann ein Gleichgewicht zwischen Luftfeuchtigkeit und Wassergehalt des Oeles sich einstellt. Die Wasseraufnahmefähigkeit wächst mit der Temperatur, so dass oft die bekannte Erscheinung der Trübung von warmen Oelen bei der Abkühlung zu beobachten ist, worauf schon Gurwitsch, wohl eine der grössten Autoritäten auf dem Gebiete der Mineralöle, hingewiesen hat. Groschuff hat sogar nachgewiesen, dass bei einer Erhöhung der Temperatur von 18 auf 94 Grad die 20fache Wassermenge aufgenommen werden kann. Diese Erscheinung ist wohl leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, wie stark die Oberflächenspannung des Oeles gegen Wasser bei erhöhter Temperatur herabgesetzt wird. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache ist es auch verständlich, dass Konvektionsströme dabei nicht die Rolle spielen, die ihnen Hr. Chadburn zuschreiben möchte. Die ermittelten Werte für die Aufnahmefähigkeit des Wassers stellen also effektiv das Lösungsvermögen bei der betreffenden Temperatur dar. Auch die Erscheinung des Umrührens, die in der Erwiderung angeführt worden ist, ist nicht ausschlaggebend für den Vorgang, den man damit erklären wollte; die Aufnahme des Wassers durch das Oel ist abhängig von der Diffusionsgeschwindigkeit, die aber bei normaler Temperatur infolge der verhältnismässig grossen Viskosität und der entsprechenden Oberflächenspannung sehr klein ist, währenddem beim Rühren immer wieder neue

Oelschichten mit dem Wasser in Berührung kommen und sich damit die Aufnahme von Wasser günstiger gestalten kann.

Wenn Hr. Chadburn verlangt, dass das gereinigte Oel in industriellen Betrieben in saubere Gefässe abgefüllt werden müsse, damit es seine guten Eigenschaften behalte, so muss ich dasselbe für eine fachmännisch durchgeführte Filtration verlangen und ich behaupte hier ausdrücklich, dass gerade in der Beziehung im Betrieb oft schwer gesündigt wird.

Da uns in Europa immer sehr viel davon erzählt wird, wie viele solcher Zentrifugen in Amerika im Gebrauch seien und welche glänzenden Resultate bei den dort durchgeführten Versuchen erzielt worden seien und da auch Hr. Chadburn in seiner Erwiderung die hohen Durchschlagswerte von 120 bis 140 kV/cm als normal bezeichnet, so möchte ich mir hier erlauben, einige Mitteilungen zu machen über Beobachtungen und Urteile, die ich selbst in Amerika gemacht und gehört habe. Vor allem möchte ich ausdrücklich betonen, dass das Lob bei weitem nicht so allgemein ist, wie es bei uns den Anschein hat und dass die Verbreitung der Zentrifuge auch nicht so gross ist, wie man annehmen könnte. So sind z. B. die neuesten Zentralen mit Filterpressen ausgerüstet. Die beiden grossen Konzerne Westinghouse Electric and Manufacturing Co. und die General Electric Co. haben einlässliche Versuche mit den Zentrifugal-separatoren ausgeführt und ich möchte hier einige Zahlen und Bemerkungen aus einem Versuchsbericht der erstgenannten Firma wiedergeben. Um den Einfluss der Temperatur zu studieren, wurde verschmutztes und wasserhaltiges Oel, das vor dem Behandeln eine Durchschlagsfestigkeit von 6,6 kV aufgewiesen hatte ($1/10$ " engl. Funkenstrecke), zentrifugiert und zwar unter folgenden Bedingungen (garantiert war eine Leistungsfähigkeit von 330 Gallonen pro Stunde):

Gallonen pro Stunde	. 80	144	230	260
Temperatur °C	. . . 39	39	28	27
Durchschlagsspann. kV	28,2	30,1	10,2	8,7

Daraus ergibt sich nach Auffassung der Westinghouse Co. die Notwendigkeit der Erwärmung des Oeles, ganz abgesehen davon, dass keine übermässig höheren Werte der Durchschlagsfestigkeit erzielt wurden als auch mittelst der Filterpresse erreichbar wären. Aehnlich ausgefallen sind auch die folgenden Versuche, bei denen mit verschiedenen Durchflussmengen gearbeitet worden ist:

Gallonen pro Std.	155	206	275	410	500	550
Temperatur °C	. 38	40	37	49	46	43
Durchschlagsspannung kV	. . . 28,2	27,6	27,6	27,6	22,6	22,6

Auch diese Werte sind nicht übermässig hoch und die Versuche zeigen, dass, wenn man in das Gebiet kommt, wo ein Vergleich mit der Leistungsfähigkeit der Filterpresse überhaupt erst möglich ist, die Durchschlagsfestigkeit bereits etwas nachlässt. Dabei wurde, wie der Berichtersteller ausführte, nicht berücksichtigt, dass die zur Zentrifuge gelieferte Heizvorrichtung eine für diesen Zweck viel zu kleine Leistung besass. Der Versuchsbericht fasst die Haupteinwände gegen die Zentrifuge wie folgt zusammen: Die grossen Kosten und die geringe Leistungsfähigkeit, d. h. dass, wenn das Oel nicht zu schmutzig und nicht zu nass sei, die Reinigung mit der Filterpresse viel rascher vorgenommen werden könne. So habe ich denn auch in Amerika Oelreinigungsvorschriften gesehen, nach welchen die grössten Mengen Wasser und Schmutz mittelst einer Zentrifuge entfernt werden und das Oel nachher zur *Reinigung* durch die Filterpresse geht. Bei diesen Versuchen ist man aber nicht so in die Tiefe gegangen wie bei den unsrigen. Vor allem wurde dem Dispersitätsgrad des Wassers und dem öllöslichen Schlamm keine Aufmerksamkeit geschenkt, sondern es handelte sich nur um Betriebsversuche, so dass diese Punkte in dem erwähnten Bericht auch nicht berücksichtigt worden sind. Auf die Bemerkungen der General Electric Co., die noch einen weiteren wichtigen Punkt in die Diskussion hineingeworfen hat, komme ich unten in anderem Zusammenhange zu sprechen.

Ferner muss ich auch die Behauptung des Hrn. Chadburn zurückweisen, dass sich die Wassertheilchen beim Zentrifugieren zusammenschliessen und dadurch dann wieder eine Grösse erhalten, bei welcher sie durch Zentrifugalkraft ausgeschleudert werden können. Der Vorgang verläuft tatsächlich folgendermassen: Wir haben neben dem Wasser in Lösung solches in hochdisperssem kolloidalem Verteilungszustand. Die Teilchen in diesem Zustand sind nach in der Kolloidchemie allgemein gültigen Auffassungen elektrisch geladen und zwar lädt sich dasjenige Medium mit der höheren Dielektrizitätskonstante, in diesem Falle also das Wasser, positiv auf. Diese Tröpfchen folgen wohl der Brown'schen Bewegung, sie werden aber infolge ihrer gleichartigen Ladung abgestossen und an der Vereinigung gehindert. Die Emulsion ist also im Gegenteil beständig und verändert sich nicht im Sinne des Hrn. Chadburn. Im günstigsten Fall findet eine Verschiebung und Konzentrationsänderung statt, wie in der Originalarbeit bereits ausgeführt worden ist.

Die von uns erhaltenen ungünstigen Werte sind nicht abhängig von einer ungeeigneten Zentrifuge, wie Hr. Chadburn meint, sondern sie können auch mit in De Laval Separatoren behandelten Oelen erreicht werden, sie sind ganz einfach im Wesen des Vorganges begründet. Was nun die Spezialkonstruktion anbelangt, so möchte ich betonen, dass heute verschiedene andere Zentrifugen im Handel sind, die bedeutend einfacher sind in ihrer Konstruktion, aber auch nicht über die dem Verfahren als solchem anhängenden Mängel hinwegkommen.

Im folgenden möchte ich noch die Spezialpunkte aus der Antwort des Hrn. Chadburn widerlegen:

Zu 1. Die Angaben stimmen nicht ganz, wie ja auch aus dem oben erwähnten Versuch der

Westinghouse Co. hervorgeht, vor allem aber nicht, wenn man die Leistungsfähigkeit und die erforderliche Heizung in Berücksichtigung zieht. Genauere Angaben über diesen letzten Punkt finden sich in den Berechnungen des Hrn. Knecht im Bulletin des S.E.V. 1924, No. 10, Seite 525.

Zu 2. Die unglaublich hohen Durchschlagsfestigkeiten sind Werte, die wesentlich vom Dispersitätsgrad des Wassers abhängig sind, wie schon im Originalbericht erläutert wurde, und sind stark von der Zeit abhängig. Die gleichen Werte können bei filtriertem Oel bei fachmännischer Behandlung auch erreicht werden. Dass übrigens bei Betriebsversuchen mit der Zentrifuge (siehe obige Angaben von Westinghouse) die Resultate keine staunenerregenden sind, beweisen die oben besprochenen Untersuchungen.

Zu 3. Man kann die Zentrifuge allerdings ohne Ueberwachung laufen lassen. Die Reinigung erfordert jedoch einen gelernten Mann.

Zu 4. Aus 3 ergibt sich somit ohne weiteres, dass die De Laval-Konstruktion wesentlich vom menschlichen Faktor abhängig ist, da nur gelernte Leute das Zusammensetzen der Ringe auf richtige Art und Weise besorgen können. Es kommt als weitere Komplikation hinzu, dass, je nach der Mischung von Wasser und Oel und dem gewünschten Endeffekt, verschiedene Ringsysteme verwendet werden müssen. Die Auswahl der richtigen Ringe ist wohl auch vom menschlichen Faktor abhängig.

Zu 5. Dies ist der einzige Punkt, mit dem ich mich einverstanden erklären kann.

Zu 6. Die Behauptung, dass öllösliche Säuren, die als Oxydationsprodukte im Mineralöl vorkommen, durch das Zentrifugieren entfernt werden können, ist falsch. Es stehen eine grosse Menge von Versuchsergebnissen zur Verfügung, die das eindeutig beweisen. Es ist aber auch, rein vernunftmässig betrachtet, ganz unmöglich, dass in der Zentrifuge diese Säuren entfernt werden können. Ihr spez. Gewicht ist sehr wenig verschieden von demjenigen des Oeles. Die Säuren sind in Wasser unlöslich. Sie haben allerdings eine verhältnismässig grosse Affinität zu Wasser, halten dieses aber adsorptiv in starkem Masse zurück. Da bei höheren Temperaturen wesentlich mehr Wasser gelöst wird, so haben wir den wiederholt erwähnten Effekt der nachträglichen Dispersitätsgradänderung desselben in erhöhtem Masse und das Waschen der Oele mit Wasser ist aus diesem Grunde vollständig falsch und ungeeignet.

Einer der Hauptnachteile ist im weiteren die Nichtentfernung des öllöslichen Schlammes. Wir haben bei der Besprechung der Versuche der Westinghouse Co. gesehen, dass die Zentrifuge bei tieferen Temperaturen infolge der geringeren Ausbeute unwirtschaftlich arbeitet und der gewünschte Effekt nicht erreicht wird und dass darum die Entfernung des öllöslichen Schlammes durch Arbeiten bei niedriger Temperatur unmöglich ist, währenddem derselbe bei der Filterpresse ohne spezielle Umstellung aus dem Oele entfernt wird. Durch die Entfernung der von Hrn. Chadburn als Schlammkern bezeichneten Fasern usw. wird die Zersetzung des Oeles und die damit zusammenhängende Verschlammung in keiner Weise

beeinflusst. Diese Erscheinung steht im Zusammenhang mit der Konstitution der Oele und ist eine rein chemische Reaktion.

Einen weiteren wichtigen Punkt möchte ich hier noch nachtragen. Im kalten Oel sind 16 bis 18 Volum $\%$ Sauerstoff löslich. Die Löslichkeit nimmt bei erhöhter Temperatur bis zu einem gewissen Grade noch zu. Gleichzeitig ist aber auch die Reaktionsfähigkeit grösser geworden. Beim Zentrifugieren findet nun eine innige Mischung mit Luft statt, so dass diese Reaktionen speziell stark in Erscheinung treten können. Daher schreibt auch die General Electric Co. in einem Bericht über die

Zentrifuge folgendes: Der heutige Transformatorbau sucht möglichst geschlossene Oelsysteme zur Anwendung zu bringen, um die Zersetzung des Oeles zu verhindern und damit einen möglichst einwandfreien Betrieb der für die Kraftversorgung so wichtigen Transformatoren zu gewährleisten. Durch das Zentrifugieren aber wird nun gerade dieser Vorteil illusorisch gemacht. Wie weit diese Oxydation unter Umständen gehen kann, geht daraus hervor, dass mir ein Lackfabrikant erzählte, dass, wenn er Leinöl zentrifugiere, ein typischer Geruch nach verbranntem Oel zu beobachten sei.

Miscellanea.

Troisième session de la Conférence internationale des grands réseaux à haute tension 1925 à Paris. Le secrétariat général de la Conférence nous demande de publier la note suivante:

„Les dates définitives des séances de la prochaine session viennent d'être arrêtées comme suit par le Bureau de la Conférence:

Séance d'ouverture: mardi 16 juin, à 16 heures.
Séances de travail: mercredi 17, jeudi 18, vendredi 19 juin.

Repos et éventuellement excursions: samedi 20 et dimanche 21 juin.

Séances de travail: lundi 22, mardi 23 et mercredi 24 juin.

Séance de clôture: jeudi 25 juin, à 10 heures du matin.

Il est rappelé que la Conférence a pour objet d'étudier *tous les problèmes qui concernent la construction et l'exploitation des grands réseaux de transport d'énergie électrique à haute tension* et que ces études sont réparties entre trois sections.

- 1^{re} section: Production de l'énergie
- 2^{me} section: Construction des lignes
- 3^{me} section: Exploitation des réseaux.

La Conférence n'a fixé ni limite inférieure, ni limite supérieure aux tensions dont elle entend s'occuper et son programme, fixé par elle-même, est le même qu'en 1921 et 1923.

La Conférence vient d'enregistrer l'adhésion de trois nouveaux pays qui ne s'étaient pas fait inscrire jusqu'ici: la Roumanie, les Indes et l'Australie, ce qui porte à 23 le nombre des pays adhérents.

Le registre des inscriptions à la Conférence est ouvert depuis le 1^{er} janvier dernier.

Le secrétariat général de la Conférence, boulevard Maiesherbes 25, à Paris, enverra à première demande tous les renseignements nécessaires, et en particulier, une notice détaillée sur la session.

La ligne du Service de l'électricité de la Commune de Lausanne, servant au transport d'énergie par courant continu, système série (tension 25 000 volts, courant 150 A constants) entre la centrale du Bois-Noir (St-Maurice) et la station transformatrice de Pierre-de Plan-(Lausanne), a été démolie récemment. Cette ligne, de 55 km de longueur, constituée par deux câbles de cuivre de 150 mm² de section, à 37 brins, a été en service pendant un quart de siècle environ. On a pu se rendre compte au bout de ce temps:

- 1^o que l'âme centrale, de 7 brins, était demeurée intacte et brillante, sans traces d'oxydation;
- 2^o que la couche de 12 brins ne laissait voir que des marques insignifiantes de fatigue mécanique aux endroits où le câble avait été plié; le cuivre n'était pour ainsi dire pas oxydé.

Il est intéressant de constater que la couronne extérieure des câbles métalliques nous assure une protection excellente des fils intérieurs contre les influences atmosphériques. Les deux couches périphériques d'un câble de 37 fils garantissent en tous cas une étanchéité absolue des 7 fils centraux, ce qui est à noter tout spécialement pour les câbles mixtes, dont l'âme d'acier est ainsi parfaitement protégée par l'enveloppe d'aluminium.

Schweizer Mustermesse. Die IX. Schweizer Mustermesse findet vom 18. bis 28. April 1925 in Basel statt.