

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

Artikel: Fortschritte in der Reinigung von Isolierölen
Autor: Boller, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057280>

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>

6. Das Oel ist nach jedem Durchschlag mit einem Glasstabe, der im Oele verbleibt, so zu rühren, dass das verrusste Oel sich mit dem übrigen Oel vollständig mischt. Während des Versuches darf die Funkenstrecke nicht aus dem Oel genommen werden.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden in anerkennungswerter Weise grösstenteils von Herrn Hans Bruderer im Laboratorium der Maschinenfabrik Oerlikon durchgeführt.

Fortschritte in der Reinigung von Isolierölen.

Von Dr. W. Boller, Oerlikon.

Der Autor gibt die Messergebnisse von Vergleichsversuchen von mittelst einer Zentrifuge bezw. Filterpresse gereinigten Oelproben bekannt und beschreibt die zur Anwendung gekommenen teilweise neuen Messmethoden. Er zieht aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass durch die Zentrifuge eine wertvolle Bereicherung der Verfahren der Reinigung von Isolierölen von Feuchtigkeit und mechanischen Verunreinigungen erfolgt ist.

L'auteur donne les résultats d'essais comparatifs exécutés sur des échantillons d'huile clarifiés soit à la machine centrifuge, soit à la presse à filtrer, et décrit les méthodes appliquées, qui sont en partie nouvelles. Il tire de ses recherches la conclusion que l'emploi de la machine centrifuge apporte un précieux enrichissement aux procédés ayant pour but de débarasser les huiles isolantes des impuretés et de l'humidité.

A. Einleitung.

Nachdem die längst bekannte und allgemein gehandhabte Art der Reinigung der in der Elektrotechnik zur Isolation und Wärmeabführung gebrauchten Mineralölraffinate mittelst der Filterpresse in jüngster Zeit durch die Methode des Zentrifugierens bereichert wurde, bildete das Thema der Reinigung von Isolierölen öfters Gegenstand eingehender Erörterungen. Die Anhänger der neuen Methode rühmen ihren Apparaten Vorteile nach, die sicher ohne weiteres einleuchten. Die Betriebsführung gestaltet sich durch den Fortfall des häufigen und ziemlich umständlichen Auswechselns der Filter billiger und einfacher. Ferner wird behauptet, die Entfernung der für die Isolierfähigkeit schädlichen Fasern geschehe durch die Zentrifuge vollständiger. Die Befürworter der Filterpressen heben hervor, dass ihre Apparate das Wasser in jedem Verteilungsgrad gründlicher entfernen, weil das getrocknete Filtrierpapier ein sehr wirksames Adsorptionsmittel für Wasser darstellt. Es werde daher auch das im Oel in gelöster Form vorhandene Wasser entfernt, während die Zentrifuge nur Tröpfchen bis zu einer gewissen minimalen Grösse zu erfassen vermöge, nicht aber die kleinsten Partikel und das gelöste Wasser. Das beim Zentrifugieren notwendige Erwärmen des Oeles auf 40⁰ zur Verminderung der Viskosität habe den Nachteil, dass die Löslichkeit für Wasser erhöht und somit der durch diese Methode entfernbare Anteil erniedrigt werde. Als weiterer Nachteil wird die beim Zentrifugieren nicht zu vermeidende feine Zerstäubung bei Gegenwart von Luft angeführt, was zur Folge habe, dass das behandelte Oel mit Luft übersättigt sei und sich in der Wärme schneller oxydiere. Bei der Filtration fehle die Gelegenheit zu einer derartigen Aufnahme von Luft.

Trotzdem diese Argumente auf richtigen Ueberlegungen beruhen, scheinen sie zur objektiven Beurteilung der in Frage kommenden Reinigungsmethoden nicht ausreichend. Es sind dazu vielmehr analytisch-chemische Untersuchungen notwendig, die sich auf die quantitative Ermittlung der Beimengungen, von denen das Oel befreit werden soll, zu richten haben. Es interessiert also vor allem die Veränderung des Wassergehaltes des Oeles bei der Reinigung. Da meines Wissens die beiden Reinigungsmethoden noch nie unter diesem Gesichtspunkt verglichen wurden, stellte ich mir die Aufgabe, eine derartige Untersuchung durchzuführen.

(Bisher wurde meistens die elektrische Durchschlagsfestigkeit gemessen und daraus auf den Wassergehalt geschlossen. Es haben aber verschiedene Autoren gezeigt, dass der Durchschlag auch von verschiedenen andern Faktoren abhängt.)

Ausser dem Wassergehalt wurde auch der Luftgehalt bestimmt, um den Vorwurf, die Zentrifuge erhöhe den Luftgehalt des Oeles, auf seine Berechtigung zu prüfen.

In Ergänzung dieser Prüfungen wurden noch die Durchschlagsfestigkeit und das Verhalten bei der Dauererhitzung von 300 Stunden bei 112° (Methode BBC) festgestellt.

Für die Untersuchung wurden von einem handelsüblichen Transformeröl Proben à 50 Liter genommen:

a) Im angelieferten Zustand.

b) Nach einmaligem Zentrifugieren.

Aus den bisherigen Veröffentlichungen geht hervor, dass sich nicht jede Zentrifuge für die Reinigung von Transformeröl gleich gut eignet. Es sei deshalb hier betont, dass ich mit einer De Laval-Zentrifuge, die für eine normale Leistung von 400 Liter pro Stunde berechnet ist, arbeitete. Es wurden 50 Liter Oel zentrifugiert, bei einer Einstellung des Apparates auf 300 1/std.

c) Nach zweimaligem Zentrifugieren, bei gleicher Einstellung des Apparates.

d) Nach einmaligem Filtrieren.

Benutzt wurde eine Filterpresse der gebräuchlichen Bauart für eine normale Leistung von 1000 Liter pro Stunde. Gearbeitet wurde mit einer Leistung von 300 1/std.

e) Nach zweimaligem Filtrieren, bei derselben Einstellung.

Von derselben Oellieferung wurde ein grösseres Quantum längere Zeit mit einer Wasserbrause berieselt, bis sich eine Emulsion gebildet hatte. Nach kurzem Absetzenlassen der grösseren Tropfen wurden je 50 Liter zweimal zentrifugiert und filtriert und als Proben

f) und g) für die Untersuchung reserviert. Einstellung der Zentrifuge und Filterpresse wie vorher.

Die Oelproben wurden in sorgfältig gereinigten und getrockneten Glasflaschen von 50 Liter Inhalt gefasst, die mit doppelt durchbohrten Kautschukpfropfen verschlossen waren. Durch die eine Bohrung führte ein mit angeschmolzenem Hahn versehenes Glasheberrohr zur Entnahme der Oelprobe. Die andere Bohrung enthielt ein Chlorkalziumrohr zur Trocknung der eintretenden Luft.

B. Beschreibung der Methoden.

Es kamen bei der vorliegenden Arbeit zum Teil wenig bekannte analytische Methoden zur Anwendung. Andererseits wurden bekannte Methoden mehr oder weniger abgeändert. Es wird daher an dieser Stelle das Notwendigste darüber mitgeteilt.

a) *Bestimmung der im Oel gelösten Gase.* Es wurde nach den Angaben von Holde¹⁾ gearbeitet.

b) *Die Bestimmung des Wassers.* Für die Ermittlung der in Frage kommenden kleinen Wassermengen war in der Literatur keine geeignete Methode zu finden. Ich arbeitete daher eine eigene Methode aus, deren Prinzip hier mitgeteilt sei; eine eingehende Beschreibung wird gelegentlich an anderer Stelle erfolgen. Nach meinem Verfahren wird das Wasser aus der gewogenen Oelprobe durch Erhitzen und Durchleiten eines indifferenten Gases ausgetrieben und durch eine Röhre, die Kalziumkarbid enthält, geleitet. Der Wasserdampf wird vom Karbid absorbiert und entwickelt eine entsprechende Menge Azetylen. Dieses wird in einem Absorptionsapparat durch eine geeignete Metallsalzlösung (z. B. ammoniakal. Kuprosalzlösung) als Metallazetylenid ausgefällt und nach bekannten analytischen Methoden in eine wägbare Form übergeführt.

¹⁾ Untersuchung der Kohlenwasserstofföle und Fette, 5. Aufl., Seite 278.

c) *Das Verhalten bei der Dauererhitzung nach der Methode von BBC.* Diese Methode besteht bekanntlich darin, das Oel bei Luftzutritt (in einem offenen Kupferbecher) und bei Luftausschluss (in verschlossenen, mit Ausdehnungsgefässen versehenen Reagenzgläsern bei Gegenwart von Kupfer) einer dauernden Erwärmung auf 112° auszusetzen. Sowohl im Kupferbecher als in den Reagenzgläsern befinden sich auf Kupferdorne gewickelte Baumwollfäden. Nach 100, 200 und 300 Stunden wird aus dem Kupferbecher je eine Probe von zirka 30 cm³ Oel (ein Reagenzglas voll) nebst einer Baumwollfadenprobe herausgenommen. Ebenso wird eines der verschlossenen Reagenzgläser (mit der dazugehörigen Baumwollprobe) beiseite gestellt. Nach 24 stündigem Stehenlassen wird der abgesetzte Schlamm dem Volumen nach geschätzt, ferner die Säure gemessen und die Zerreibfähigkeit der Baumwollproben bestimmt.

Wir verfahren genau nach den Originalabhandlungen²⁾, ausgenommen bei der Ermittlung des gebildeten Schlammes, wofür bei uns die folgende Methode gearbeitet wurde:

Nach dem Herausnehmen aus dem Kupferbecher wird die Oelprobe 24 Stunden stehen gelassen, um den im heissen Oel löslichen Schlamm auszuschleiden³⁾. Dann wird gut durchgerührt und zwei Proben Oel à 100 g in geeigneten Aluminiumbechern zentrifugiert. Bei einem Radius von 10 cm und 2400 Umdrehungen pro Minute genügen erfahrungsgemäss drei Stunden, um sämtlichen ausgeschiedenen Schlamm als festhaftende kompakte Masse an den Boden des Bechers zu pressen. Das Oel wird dann abgegossen und vom Moment der Tropfenbildung an noch eine Minute nachlaufen gelassen, worauf der Becher gewogen wird. Man erhält das Gewicht des Schlammes plus des an den Wänden des Bechers noch haftenden Oeles. Um die Menge dieses letzteren zu erfahren, reinigt man den Becher mit Benzol, trocknet ihn und giesst das entschlammte Oel nochmals hinein, giesst wieder ab und lässt wieder eine Minute nachtropfen. Die nachfolgende Wägung gibt das an den Wänden haftende Oel. Man erhält so für die Schlammmenge sehr gut übereinstimmende Werte. Die von Dr. Stäger⁴⁾ beschriebene Ausfällungsmethode mit Benzin vom Siedepunkt 50° liefert bedeutend niedrigere Zahlen als unsere Methode. Mit der von demselben Autor⁵⁾ beschriebenen Schlammbestimmungsmethode durch Schätzen seines Volumens nach 24 stündigem Absitzenlassen kann die unsrige natürlich nicht verglichen werden.

C. Messresultate.

a) Gas- und Wassergehalt.

Tabelle I.

Behandlung des Oeles	Gasgehalt cm ³ pro 100 g Oel bei 0° und 760 mm	Wassergehalt in ‰
Originalzustand	9,37	0,039
einmal zentrifugiert	9,92	0,034
zweimal zentrifugiert	10,60	0,033
einmal filtriert	9,49	0,036
zweimal filtriert	9,48	0,035
nach Berieselung mit Wasser:		
zweimal zentrifugiert	9,57	0,034
zweimal filtriert	8,96	0,081

²⁾ BBC-Mitteilungen 1922, Seite 159, ferner Helv. chim. acta, Vol. VI, Fasc. I (1923), Seite 62.

³⁾ Helv. chim. acta, loc. cit.

⁴⁾ Helv. chim. acta, loc. cit.

⁵⁾ BBC-Mitteilungen, loc. cit.

b) *Durchschlagspannung* (Effektivwerte, gemessen zwischen Kugeln von 12,5 mm Durchmesser und 5 mm Distanz. Die Zahlen sind die Mittelwerte aus 6 Versuchen). Tabelle II.

Behandlung des Oeles	Durchschlag unmittelbar nach der Behandlung kV	Durchschlag ein Monat nach der Behandlung kV
Originalzustand	39,4	37,7
einmal zentrifugiert	55,5	49,2
zweimal zentrifugiert	64,7	60,0
einmal filtriert	46,9	44,0
zweimal filtriert	51,8	45,5
nach Wasserberieselung zweimal zentrifugiert	49,7	44,3
zweimal filtriert	26,6	22,0

c) *Verhalten bei der Dauererhitzung*. Es wurden die Proben „Originalzustand“, „zweimal zentrifugiert“ und „zweimal filtriert“ geprüft. Tabelle III.

	Behandlung		
	Original	zweimal zentrifugiert	zweimal filtriert
Festigkeit des Baumwollfadens			
a) Originalfaden	1) 289 g	2) 297 g (Mittelwerte aus je 15 Proben)	
b) aus den unter Luftausschluss erhitzten Proben:			
nach 100 Stunden	264 g	245 g	255 g
" 200 "	284 g	271 g	284 g
" 300 "	255 g	273 g	240 g
c) aus den bei Luftzutritt erhitzten Proben:			
nach 100 Stunden	305 g	264 g	275 g
" 200 "	231 g	200 g	215 g
" 300 "	170 g	126 g	141 g
Schlamm			
a) aus den unter Luftausschluss erhitzten Proben	keine bestimmaren Mengen		
b) aus den bei Luftzutritt erhitzten Proben:			
nach 300 Stunden	0,94 ‰	1,37 ‰	1,56 ‰
Säurezahl (mg KOH pro g Oel)			
a) aus den unter Luftausschluss erhitzten Proben:			
nach 100 Stunden	0,025	0,051	0,038
" 200 "	0,038	0,025	0,044
" 300 "	0,032	0,063	0,032
b) aus den bei Luftzutritt erhitzten Proben:			
nach 100 Stunden	0,191	0,254	0,191
" 200 "	0,409	0,424	0,424
" 300 "	0,530	0,636	0,467

D. Schlussfolgerungen.

Aus den vorstehenden Resultaten ergibt sich folgendes:

a) *Der Gasgehalt* des Oeles erleidet beim Zentrifugieren tatsächlich eine Erhöhung. Unter der der Wirklichkeit nahe kommenden Voraussetzung, das gemessene Gas sei atmosphärische Luft, berechnet sich der im Originalöl enthaltene freie Sauerstoff zu 0,0029 Gewichtsprozent (entsprechend 9,37 cm³ Luft). Die durch zweimaliges Zentrifugieren dem Oel ausserdem einverleibte Sauerstoffmenge berechnet sich zu 0,00037 Gewichtsprozent. Es ist nicht wahrscheinlich, dass diese kleine Menge das Oel merklich zu beeinflussen vermag. Eine solche Einwirkung müsste sich am ehesten bei der „Dauererhitzung unter Luftabschluss“ bemerkbar machen, während zu erwarten ist, dass die kleinen Differenzen im Sauerstoffgehalt bei den unter Luftzutritt erhitzten Proben nicht zum Ausdruck kommen, sondern bei der ungehinderten Sauerstoffaufnahme verwischt werden. Tatsächlich zeigt sich folgendes Verhalten: Beim Versuch „Dauererhitzung unter Luftabschluss“ könnte aus den Baumwollproben nach 100 und 200 stündigem Erhitzen auf eine gewisse Verschlechterung des Oeles geschlossen werden. Die 300 Stunden behandelte Probe kehrt aber die Verhältnisse um, indem der Faden aus dem filtrierten Oel die geringste Festigkeit zeigt. Die Säurezahlen verlaufen ebenfalls unstetig. Es dürfte schwierig fallen, dieses Verhalten anders als durch Unsicherheiten, die der Methode anhaften, zu erklären; jedenfalls kann daraus nicht auf tatsächliche Veränderungen der Oelproben beim Reinigen geschlossen werden.

Die Prüfung der Oele durch Dauererhitzung im offenen Gefäss zeigt ebenfalls ein befremdendes Verhalten. Während die Baumwollproben aus dem zentrifugierten Oel sich am ungünstigsten verhalten, lässt die Schlammbestimmung das filtrierte Oel als das am stärksten veränderte erscheinen. Auch hier zeigen die Säurezahlen einen unstetigen Verlauf, indem nach 200 stündigem Erhitzen alle drei Proben praktisch dieselbe Versäuerung zeigen, während nach weiteren 100 Stunden das filtrierte sogar hinter dem Originalöl zurückbleibt. Es erscheint somit gewagt, die Resultate der Dauererhitzung zur Beurteilung der beiden Reinigungsverfahren zu benützen. Es sei auf folgende mögliche Fehlerquellen hingewiesen:

1. Ungleichmässigkeit des Baumwollfadens. Schon die Bestimmung der Reissfestigkeit des Originalfadens, die nach dem Aufwickeln auf einen Kupferdorn und Tränken in kaltem Oel vorgenommen wurde, gibt keine übereinstimmenden Werte. Die 15 Einzelwerte einer Bestimmung zeigen Unterschiede vom Mittel bis zu 150 Einheiten.

2. Es ist bei den unter Luftabschluss geprüften Proben sehr schwierig, die benützten Reagenzgläser wirklich dicht zu verschliessen. Auch wenn der Verschluss dicht ist, bieten die Korkstopfen mit ihrem durch verschiedene Porenbeschaffenheit bedingten, jedenfalls bedeutend schwankenden Luftgehalt, Gelegenheit zu verschiedenem Verhalten der Oelproben.

3. Die innere Oberfläche der Kupferbecher ist einer stetigen Veränderung unterworfen. Es bildet sich eine dunkle Schicht, die durch die vorgeschriebene Art der Reinigung nicht entfernt wird. Der Becher muss sich demnach bei jedem weiteren Versuch anders verhalten.

Der Gas- resp. Luftgehalt eines Transformeröls ist übrigens eine durch Druck und Temperatur bestimmte Grösse, die sich schnell einzustellen scheint, wie der folgende Versuch beweist:

Es wurden 500 g Oel in einem Rundkolben von einem Liter Inhalt durch mehrstündiges Erhitzen auf 120° unter dem Vakuum der Wasserstrahlpumpe entgast. Nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur wurde Luft zutreten gelassen

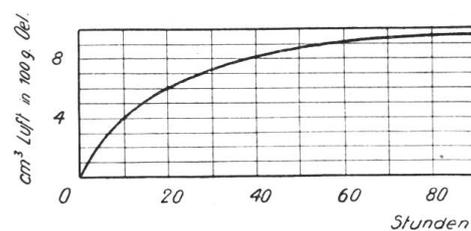


Fig. 1.

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.