Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 37 (1945)
Heft: 4-5

Artikel: Der gegenwärtige Zustand des Greifensees
Autor: Kuhn, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920784

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

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

vermittelt die Tatsache, dass die bestehenden Leitungen mit Spannungen von 25 bis 130 kV eine Gesamtlänge von über 5000 km aufweisen; sie sind also siebzehnmal länger als die Strecke Romanshorn–Genf. Zur Rationalisierung des Ausbaues des Höchstspannungsnetzes wurde vor kurzem eine Gesellschaft gegründet, in der sämtliche grösseren Elektrizitätsgesellschaften vertreten sind. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, die Produktionszentren mit infolge gewaltiger Klimadifferenzen zeitlich verschiedenem Energiedargebot miteinander zu verbinden und darin, die Spannung zu vereinheitlichen. Abb. 9 zeigt die Verteilung der Energie auf die verschiedenen Grosskonsumentengruppen, wobei auf Verluste und Eigenverbrauch 28 % entfallen, ein wegen der grossen Transportdistanzen relativ hoher Prozentsatz im Vergleich zur Schweiz, wo der Anteil Verluste und Speicherpumpen nur ca. 11 % beträgt.

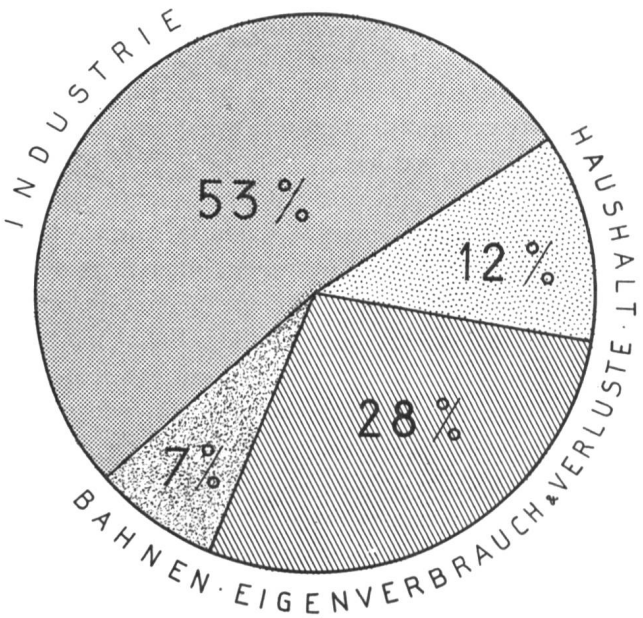

Abb. 9 Verteilung der Energie auf die Grosskonsumentengruppen

Von den projektierten Anlagen für die *Binnenschiffahrt* sind bis jetzt relativ wenige verwirklicht worden, obwohl darüber, wie in der Schweiz, schon viel diskutiert und geschrieben wurde. Es bestehen Projekte zur Schiffbarmachung des Ebro und des Guadalquivir. Für den Ausbau des Guadalquivir liess schon vor 315 Jahren König Philipp IV ein Projekt ausarbeiten, und anfangs dieses Jahrhunderts wurde zu diesem Zwecke eine Gesellschaft gegründet mit der Bezeichnung «Compañía de Canalización y Fuerzas del Guadalquivir». Zur Ermöglichung der Schiffahrt zwischen Sevilla und Córdoba projektierte sie elf Flusslaufwerke mit den dazugehörigen Schiffschleusen. Die unterste Stufe bei Sevilla wurde bereits vor 14 Jahren ausgebaut und zwar vorläufig ohne Schiffschleuse. Inzwischen wurde die genannte Gesellschaft aufgelöst, so dass der Ausbau der Schiffahrt auf dem Guadalquivir voraussichtlich längere Zeit nicht in Frage kommen wird.

Unsere Ausführungen zeigen, dass in Spanien auf dem Gebiete der Bewässerung und Wasserkraftnutzung sehr viel geleistet wurde. Das Ausland wurde vielfach zur Mitarbeit herangezogen; unter anderem erhielt auch die Schweiz Aufträge, nicht nur für die Projektierung und Ausführung von ganzen Anlagen, sondern auch für Lieferung von Maschinen, Eisenkonstruktionen, elektrischen Ausrüstungen etc., die unseren Ingenieurbüros und der Industrie willkommene Beschäftigung gaben.

Der gegenwärtige Zustand des Greifensees

Von *H. Kuhn*, Zürich[1]

Infolge der fortwährenden Verschlechterung des Zustandes des Greifensees stellte der leider so früh verstorbene Kantonschemiker Prof. Dr. Waser ein Programm für die Untersuchung des genannten Sees auf. Die Untersuchung wurde so verteilt, dass Dr. E. Märki den chemisch-bakteriologischen Teil übernahm und Dr. E. A. Thomas den biologischen. Die beiden ausgezeichneten Untersuchungsberichte liegen nunmehr vor; ihre Ergebnisse sind von grossem Interesse.

Der Greifensee gehörte noch vor 30 Jahren zum Typus der oligotrophen Reinwasserseen (oligotroph = nährstoffarm). Silberschmidt und Fehlmann konstatierten bereits 1915/16 einen ersten Schritt zur Seeverschmutzung durch den Aabach. 1917 erreichte der See ein neues Stadium der Eutrophierung (eutroph = nährstoffreich). Im Jahre 1932 fand durch einen plötzlichen Schub weiterer Seeverschmutzung ein grosses Fischsterben statt. Im gleichen Jahr setzte auch eine Massenentwicklung der Fenster-Kieselalge, Tabellaria fenestrata, ein, ähnlich wie das seinerzeit im Zürichsee im Jahre 1896 der Fall war. Der Greifensee hat im weiteren Verlauf einen hohen Grad an Nährstoffanreicherung erfahren, und zwar nicht durch die natürliche Alterung und Verlandung des Sees, sondern infolge der zunehmenden und fortgesetzten Abwassereinleitung und der damit verbundenen Massenentwicklung der schwebenden Kleinlebewelt, des Planktons.

[1] Abb. 1 siehe Seite 39

Der Greifensee ist 6,5 km lang, 0,8 bis 1,8 km breit und hat eine Oberfläche von 8,56 km². Die grösste Tiefe beträgt 32 m. Der Greifensee erwärmt sich jedes Jahr wie alle Mittellandseen so beträchtlich, dass eine Schicht von 5 bis 8 m von der Oberfläche aus 20 bis 22 ° C Wärme annimmt. Darunter nimmt die Temperatur sprunghaft ab, und im Tiefenwasser bleibt es das ganze Jahr kalt. Im Frühling und Herbst kommt das Seewasser zur sog. Vollzirkulation. Der Greifensee gehört daher zu den holomiktisch temperierten Seen mit vollständiger Wasserumschichtung. Infolge der starken Planktonentwicklung ist die Transparenz des Seewassers gering und ergibt im Oktober höchstens 4,8 m Sichttiefe mit der Secchischeibe. Die Planktonhochproduktion setzt im Mai ein und reduziert die Durchsichtigkeit auf 2 bis 3 m.

Da bis zur hier genannten Untersuchung über den Sauerstoffgehalt des Greifensees keine Vergleichszahlen vorliegen, kann man leider nur den jetzigen Zustand, aber nicht den Grad der Verschlechterung feststellen. Die Sauerstoffverhältnisse im Greifensee sind sehr ungünstig. Dr. Märki hat im September 1941 den Sauerstoffgehalt des Greifensees auch mit sechs anderen Schweizer Seen zusammen gemessen und verglichen. Von diesen sechs Seen wies der Greifensee zu dieser Jahreszeit die bedenklichsten Sauerstoffverhältnisse auf, denn der absolute Sauerstoffgehalt sank bei 5 m Höhenunterschied um über 8 mg/L. Die ebenfalls eutrophierten Pfäffiker- und Hallwilersee wiesen diese Erscheinung nicht in diesem Umfang auf. Weit besser erwiesen sich der Wäggitalersee und der Walensee; selbst der Zürichsee war zu diesem Zeitpunkt etwas besser.

Der durch die Frühlingsvollzirkulation im ganzen Seewasser verteilte Sauerstoff ist nach wenigen Wochen vom Seegrund bis zu 6 m unter der Seeoberfläche fast ganz aufgezehrt. Das Tiefenwasser geht im Sauerstoffgehalt von 8 auf 0 mg Sauerstoff pro Liter Wasser zurück. Mit fortschreitender Jahreszeit werden die Zustände durch das Auftreten von giftigen Stoffwechselprodukten wie Ammoniak und Schwefelwasserstoff im nördlichen Seeteil verschärft. Nur die oberste Wasserschicht, von der Oberfläche bis 6 m Tiefe, enthält infolge der Sauerstoffproduktion durch die Planktonalgen das ganze Jahr hohe Sauerstoffwerte von 8 bis 14 mg O_2/L. In bakterieller Hinsicht ist der Greifensee nicht schlechter als der Zürichsee und der Sihlsee. Der verschmutzte Aabach hat allerdings mit 40 000 Keimen pro cm³ einen hohen Jahresmittelwert. Der obere Seebezirk hat dagegen nicht ganz 2000 Keime pro cm³ Seewasser als Jahresmittelwert. In der Mündungszone des Aabaches lagert sich am Seeboden eine Schicht von fäulnisfähigem Schlamm ab, der sich in schwach saurer Gärung befindet.

Der ungünstige Zustand des Tiefenwassers im sogenannten Hypolimnion und der stellenweise bedenkliche Zustand des Seegrundes, verbunden mit der Ueberdüngung des ganzen Wassers muss auf die Lebewelt im See von tiefgehendem Einfluss sein. Die Fauna des in 10 bis 20 m Tiefe liegenden Schlammes ist sehr spärlich geworden und besteht aus Tubifex-Röhrenwürmern und Larven der Büschelmücke Chaoburus. Die Flora dieses Schlammes besteht aus Schwefelbakterien und Geissel-Urtierchen (Flagellaten). Der oberhalb der Zehnmetergrenze abgelagerte Schlamm enthält als Leitorganismus die Baualge Oscillatoria splendida, die man keinesfalls mit der Burgunderblutalge verwechseln darf. Oscillatoria splendida ist aber wie die Burgunderblutalge ein Indikator für die Eutrophierung. Faulige organische Stoffe sagen ihr besonders zu. Im Schlamm lebt unter anderen auch das einzellige Wimpertier Spirostorum minus, das auch in den sauerstoffarmen Schichten des Tiefenwassers auftritt. Die Tierchen gehen nur ins freie Wasser, wenn wenig Sauerstoff darin ist. Unter diesen Umständen ist es nicht verwunderlich, dass die Edelfische des Greifensees, die Felchen, fast ausgestorben sind. Als Tiefenlaicher ist der Lebensraum für ihre Jungbrut vernichtet. Die Uferzone des Greifensees ist noch am wenigsten verschmutzt, weil genügend Sauerstoff durch die Planktonalgen entwickelt wird, und weil die Planktonorganismen die vorhandenen Dungstoffe verbrauchen. So wird die Uferzone, das Litoral, zum fischereilich wichtigsten und leider auch letzten Laich- und Brutgebiet. Die Produktion des Greifensees an Fischen ist indessen

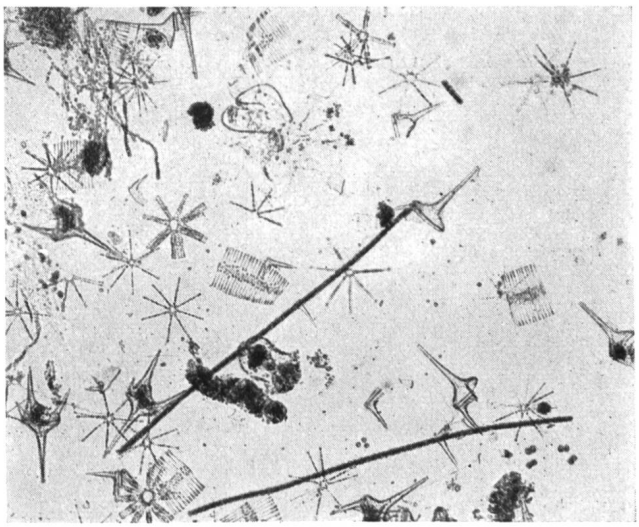

Abb. 2 Oberflächenplankton des Greifensees August 1944. Fäden der Blaualge Anabaena Minderi. Schwalbenschwanzalgen Ceratium hirundinella und Kieselalgen der Arten Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis und Tabellaria fenestrata. Dazu Rädertiere wie Gastropus stylifer. Phot. Kuhn.

nicht zurückgegangen. Nur werden heute vorwiegend geringwertige Weissfische, Ruchfische und Raubfische gefangen. Bei dem raschen Tempo der Eutrophierung hat der Fischbestand seine produktionsbiologisch beste Zusammensetzung nicht erreicht. Die pflanzenfressenden Friedfische konnten sich nicht im gleichen Masse vermehren wie das Pflanzenplankton.

Während der Massenentwicklung des Pflanzenplanktons im Frühjahr wird ein grosser Teil der im See vorhandenen Nährstoffe organisch gebunden. Da jede Pflanze zu ihrem Aufbau gewisse Mengen von lebenswichtigen Elementen braucht, werden die lebenswichtigen Stickstoff- und Phosphorverbindungen im Oberflächenwasser völlig aufgebraucht, so dass die weitere Vermehrung dadurch unterbunden wird. Nur ein kleiner Teil des toten Planktons zersetzt sich im Oberflächenwasser, ein grösserer Teil löst sich im Hypolimnion auf und verzehrt den Sauerstoff des Tiefenwassers. Die restlichen Teile setzen sich als Schlamm ab.

Für die Beurteilung des Seezustandes kann das Plankton hinsichtlich seiner Menge und der Art der Zusammensetzung neben den chemischen und bakteriologischen Befunden mit herangezogen werden. Charakteristisch für den eutrophen See ist die quantitativ mächtige Entwicklung des tierischen und pflanzlichen Planktons. Am auffälligsten sind die Veränderungen, die in den letzten Jahren unter den Kieselalgen (Diatomeen) vorkamen. Die Gattung Cyclotella ist heute fast ganz verschwunden. Neben Tabellaria fenestrata ist die Bedeutung von Asterionella formosa und Fragilaria crotonensis etwas gesunken. Neu hinzugekommen ist Diatoma elongatum. Für die Planktonforschung des Greifensees ist der Umstand günstig, dass aus dem Jahre 1910 eine eingehende Planktonuntersuchung von O. Guyer vorliegt. Guyer hat z. B. die Blaualge Anabaena flos-aquae noch als selten bezeichnet, während sie jetzt ziemlich häufig auftritt. Unter den Urtieren ist Difflugia hydrostatica, eine beschalte Amöbe, wie im Zürichsee, verschwunden. Neu fand sich die Schicksalsalge der Schweizer Seen, die Burgunderblutalge Oscillatoria rubescens. Ihr Vorkommen im Greifensee wurde durch Prof. Dr. O. Jaag sicher nachgewiesen. Einstweilen ist Oscillatoria rubescens nur spärlich vorhanden und verursacht noch keine Seeblüte. Ob Oscillatoria rubescens auch im Greifensee in explosionsartiger Massenentwicklung auftreten wird, ist noch nicht vorauszusagen. Uroglena americana verursachte 1939 eine Wasserblüte, die durch üblen Geruch sehr störend wirkte. Seither ist dieses Massenauftreten von Uroglena nicht mehr vorgekommen, sie findet sich aber zu allen Jahreszeiten im See. Ihre Einwanderung scheint Hand in Hand mit der Eutrophierung des Sees vor sich gegangen zu sein. Ihr zeitweise massenhaftes Auftreten in den letzten Jahren verstärkt diese Auffassung. Der Berichterstatter möchte hinzufügen, dass er Uroglena americana im Jahre 1944 im Sommerplankton des Zürichsees sehr häufig fand.

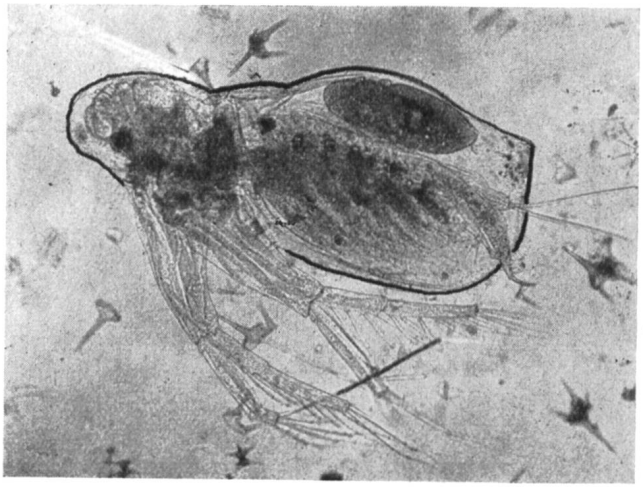

Abb. 3 Augustplankton des Greifensees. Der Wasserfloh Diaphanosoma brachyurum ist ein Riese neben den Schwalbenschwanzalgen Ceratium. Wirkliche Länge des weiblichen Wasserflohs 1,3 Millimeter.

Phot. Steindl.

Trotz der vorläufig noch geringen Entwicklung der Burgunderblutalge im Greifensee ist doch die ganze Planktonentwicklung mengenmässig schon so gross, dass die absterbenden Planktonorganismen den Sauerstoff des Tiefenwassers völlig aufzehren. So entsteht der schon genannte bedenkliche Zustand, dass im Sommer nur die oberen 6 m der Oberflächenschicht genügend Sauerstoff für das Fischleben aufweisen. Für die Fische ist dieser Zustand sehr ungünstig, weil ihr Aufenthaltsraum damit zu klein wird. Gemäss den Angaben von Fischereiinspektor Ammann in Zürich tritt dabei auch im Greifensee die Erscheinung auf, dass die gefangenen Fische einen schlechten Geruch aufweisen und so rasch verderben, dass sie für den Verkauf fast wertlos sind.

Dr. Thomas schlägt eine beachtenswerte fischereibiologische Massnahme vor, um das sauerstoffarme Tiefenwasser des Greifensees wieder zu verbessern. Durch Wegfang der Raubfische soll der Bestand an Friedfischen gehoben werden, die dann soviel Plankton verzehren, dass kein nennenswerter Anteil des Planktons beim Absterben eine Sauerstoffzehrung verursacht. Selbstverständlich müssten auch die Friedfische ständig gefangen werden, um damit dem See organische Substanz in Form von Fischfleisch zu entziehen. Als Beseitiger des Pflanzenplanktons kämen in erster Linie Karpfen, Schleien und Brachsmen in Frage, in zweiter Linie Nasen, Rotfedern, Rotaugen, Lauben und Blicken. Durch die intensive Bewirt-

Abb. 4 Der seichte Greifensee friert alljährlich zu. Die biologischen Untersuchungen werden ausgeführt, indem ein Loch ins Eis geschlagen wird.

schaftung des Greifensees mit Friedfischen wäre es möglich, ein Maximum von Planktonsubstanz in Fischfleisch umzuwandeln. Dem Projekt stehen drei Gründe im Wege: Der geringe wirtschaftliche Wert der Friedfische im Vergleich mit den Raubfischen, die ungünstige Fangmöglichkeit für diese Fische, sowie der heutige Fischbestand des Greifensees. Die Raubfische beeinträchtigen aber die Reinhaltung des Sees, weil sie die Planktonfresser vernichten und durch ihre Exkremente wieder weitere Dungstoffe liefern. Ein Verzicht auf die Bewirtschaftung des Sees mit Raubfischen hätte aber zur Folge, dass gerade die einträglichsten Fischarten ausfielen. Hier taucht die Frage auf: Soll man einen See kapitalistisch bewirtschaften, dass er den grössten Geldertrag liefert, oder soll man ihn so lenken, dass er gewichtsmässig den grössten Fischertrag abwirft und zudem am ehesten rein bleibt?

Der Greifensee ist freilich nicht so gross, dass dieses Problem von grosser volkswirtschaftlicher Bedeutung wäre. Zudem wissen wir nicht, ob sich der gegenwärtige Zustand des Greifensees noch lange halten lässt. Die Eutrophierung nimmt immer noch zu. Am dringendsten erscheint daher das Problem der Unterbindung der Düngstoffzufuhr durch die Reinigung des zugeführten Abwassers. Es gäbe ausserdem Mittel, neben der Reinigung des Abwassers den Seezustand wieder zu verbessern. Wäre der See wieder mit sauerstoffreichem Tiefenwasser gefüllt, könnten die hochwertigen Felchen wieder existieren, die ja auch Planktonfresser sind. So könnte zum Beispiel das Tiefenwasser durch eine Heberleitung emporgesaugt werden, dass nur Tiefenwasser zum Abfluss käme. Oder man könnte das Tiefenwasser durch eine Fontäne auf der Seeoberfläche verrieseln. In die Seetiefe liesse sich auch Luft einpumpen, oder saubere Zuflüsse könnten durch Leitungen direkt der Seetiefe zugeführt werden. Das sind alles Sanierungsmöglichkeiten.

Die bei weitem wirkungsvollste Sanierungsmöglichkeit besteht aber in der mechanischen und biologischen Reinigung des Abwassers von Uster. In der Volksabstimmung vom 3. Mai 1942 wurde das Projekt über die Reinigung der Abwasser von Uster mit 1541 Ja gegen 502 Nein angenommen. Diese Abstimmung stellt der Einwohnerschaft von Uster ein gutes Zeugnis aus. Wird diese Reinigungsanlage erstellt, so ist zu hoffen, dass der Greifensee wieder einem stabileren biologischen Gleichgewichtszustand zustrebt. Das ist nicht allein der Fische wegen wichtig. Ein grosser See ist ein wichtiges Stück unseres menschlichen Lebensraumes. Wasser gehört zum Leben. Daher wünschen wir keine kranken, sondern gesunde öffentliche Gewässer.

Literatur über den Greifensee:

O. Gujer. Biologie des Greifensees. Stuttgart 1910.
E. Märki. Chemisch- bakeriologische Untersuchungen am Greifensee. Bern 1944.
E. A. Thomas. Biologische Untersuchungen am Greifensee. Bern 1944.

Wasserkraft und Kohle

Bericht über die XVIII. öffentliche Diskussionsversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vom 10. März 1945 in Zürich (Kongresshaus)[1]

Die Versammlung wurde um 10.45 Uhr durch den Verbandspräsidenten Dr. *O. Wettstein* eröffnet. Er konnte die Anwesenheit von rund 350 Teilnehmern feststellen. Unter den Erschienenen erwähnte er Vertreter des Eidg. Post- und Eisenbahndepartementes, des Eidg. Militärdepartementes, des Eidg. Departementes des Innern, des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft, der Sektionen Chemie und Pharmazeutika und Kraft und Wärme des Kriegs-Industrie- und -Arbeitsamtes, der Eidg. Zentralstelle für Arbeitsbeschaffung, verschiedener Kantonsregierungen, der grösseren Städte, befreundeter Verbände und der Presse. Der Zweck der Veranstaltung war in der Einladung des Vorstandes umschrieben worden. Es handelt sich um die Aufgabe, die Brennstoffe im Rahmen unserer auf Wasserkraft beruhenden Energiewirtschaft rationell zu verwenden. Mit diesen Problemen befasste sich schon ein Bericht des Verbandssekretärs, Ing. *A. Härry*, vom Sep-

[1] Das Hauptreferat sowie die Kurzreferate erscheinen in extenso in der Zeitschrift «Elektrizitätsverwertung». Eine gute Zusammenfassung der Vorträge und Diskussion enthält ferner das Bulletin des SEV, Nr. 6, 1945, S. 174—181.