

Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 15 (1919)

Artikel: Wirtschaftlicher Ersatz der Kohle durch elektrische Energie
Autor: Wirth, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-171929>

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: 16.01.2026

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

Wirtschaftlicher Ersatz der Kohle durch elektrische Energie.

E. Wirth, Ing., Aarau.

(Zusammenfassung aus dem Referate „Moderne elektrocalorische Anlagen“ vom 19. 3. 19. in Aarau, mit Ergänzungen.)

Wenn man die Erzeugung von Wärme mittels Verbrennung von Kohle ersetzen will oder muß durch Umsetzung von Energie in Wärme, so ist in erster Linie in Rechnung zu setzen, daß der Energie ein ganz bestimmter Wärmewert innewohnt, der ausgedrückt werden kann durch folgende Aequivalenz:

1 Kwh. ist aequivalent 860 kg.-Calorien.

Die Zahl 860 ist dabei praktisch genau genug für die folgenden Berechnungen.

Will man daher 1 kg guter Kohle in ihrem praktischen Wärmeeffekte unter einem ebenfalls guten Dampfkessel durch elektrische Energie ersetzen, so muß man für 1 kg Kohle 5 bis 6,5 Kwh. aufwenden.

Daraus ergibt sich schon die Grenze, wo elektrische Energie in direkter Umsetzung zu Kohle in Konkurrenz treten kann. Eine Kwh. muß 5 bis 6 mal billiger sein als ein kg Kohle, damit in den Auslagen für Brennstoff oder Energie Gleichgewicht herrscht. Nimmt man für die Kohle einmal einen Preis von Fr. 100.—/t an, so ergibt sich ein aequivalenter Strompreis von 1,5–2 Cts./Kwh. Dieser Preis kann wirtschaftlich für Abfallenergie in Betracht kommen, also für Sommerüberschüßkraft und für Nachtkraft.¹

Damit soll das ziemlich allgemein geläufige Vorurteil beseitigt sein, daß die elektrische Heizung wegen des schlechten *Wirkungsgrades* der Apparate bis jetzt teuer gewesen ist und darin noch große Fortschritte möglich sind.

Bei großen Anlagen wird heute schon ein Wirkungsgrad von 98 % erreicht, es liegt also nicht daran, sondern an dem

¹ Anlagen von 200 Kw. bis 600 Kw. sind trotzdem nicht selten und erbringen den Beweis, daß die Anwendung der Abfallenergie für Wärmezwecke bereits festen Boden gefaßt hat.

geringen Wärmewert der Energie, der von der Natur unabänderlich festgelegt ist.¹

Für elektrische Kleinheizung, Kochen, Warmwasserbereitung, Bäckerei etc. liegen die Verhältnisse insofern günstiger, weil dort die Kohle schlechter ausgenützt wird, als unter einem guten Dampfkessel und weil sich einzelne Anwendungen wie Warmwasserbereitung, Backen etc. vorteilhaft für Nachtstrom bauen lassen. Infolgedessen können höhere Strompreise bezahlt und Nachtkraft ausgenützt werden. Die große Verbreitung solcher Apparate durch die Kriegsverhältnisse hat dafür den Beweis geleistet.² Es wäre aber verfehlt, daraus den Schluß zu ziehen, daß dieses Vorgehen unter allen Umständen durchführbar und wirtschaftlich ist.

Die allgemein gebräuchliche Methode, Wärmeprozesse dadurch zu unterhalten, daß man Wärme hoher Temperatur erzeugt, sie unter Erniedrigung der Temperatur durch den Prozeß durchfließen läßt, um sie zuletzt als weiter nicht mehr nutzbare Abwärme niedriger Temperatur ins Weltall abfließen zu lassen, muß für die Ausnutzung von Energie nach Möglichkeit verlassen und eine andere Methode aufgebaut werden.

In dem Referate wurde die Entwicklung an Hand von Modellen durch Flüssigkeit veranschaulicht, indem zwischen Wasser mit Niveauhöhe und Wärme mit Temperatur viele fruchtbare Analogien bestehen. Es würde hier zu weit führen, alles ausführlich zu wiederholen, das Hauptgewicht ist auf praktische Folgerungen und Ergebnisse gelegt.

Wenn man die Abwärme niedriger Temperatur auffängt, und durch geeignete Mittel wieder auf so hohe Temperatur bringt, daß sie von neuem als Wärme hoher Temperatur in den Prozeß einfließt, kommt man zu einer Wärmeregeneration, die nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch sehr vollkommen durchführbar ist. Analog, wie wenn man Wasser von einem Ablaufniveau auf das Zulaufniveau hinaufpumpen wollte, so

¹ Trotz der Unannehmlichkeit in der Frage der Wärmeerzeugung ein glücklicher Umstand für die Technik. Man denke nur daran, was aus unsrern Lagerkonstruktionen würde, wenn das Verhältnis zwischen Energie und Wärme beispielsweise umgekehrt wäre. Dann würde durch Reibung Wärme in solchem Maße entstehen, daß unsere Maschinen zu Grunde gehen müßten.

² z. B. sind mir gerade folgende Zahlen bekannt, A.-G. Kummeler & Matter als eine der zahlreichen Heizungsfirmen lieferte in einem Jahre: an Warmwasserbereitungsapparaten ca. 1000 Kw., an kleineren Dörrapparaten ca. 1300 Kw., man kann darnach schätzen, was in der Schweiz total angeschlossen worden ist.

„pumpt“ man die Wärme vom Niveau tiefer Temperatur auf ein Niveau hoher Temperatur und dies erfordert zum Antrieb der betreffenden Pumpe einen gewissen Aufwand *an Energie*, der neben der Menge hauptsächlich von der *Niveaudifferenz* abhängig ist.

Statt daß die Wärme nur durch den Prozeß hindurchfließt, um zuletzt abzulaufen, bringt man einen richtigen *Wärmekreislauf* zu Stande, der zur Aufrechterhaltung nur eines gewissen Energiezusatzes, theoretisch aber keiner Wärme bedarf.

Diese Methode ist nun da äußerst fruchtbar, wo Energie primär zur Verfügung steht, also in Ländern, wo Wasserkräfte vorhanden sind und Kohlen fehlen. Die Anwendung der Wärmepumpe ermöglicht es, in geeigneten Prozessen ein Vielfaches derjenigen Wärme umzusetzen, welche der zum Antriebe eingeführten Energie entspricht, praktisch ausgedrückt, den Nutzeffekt solcher Anlagen gegenüber bisher um ein Vielfaches zu steigern. Damit ist man nicht mehr an die *Wärmeaequivalenz der Energie* gebunden in dem Sinne, daß man mit der Kwh. maximal nur *860 kg-Cal.* leisten kann, sondern man ist, wie später gezeigt wird, im Stande mit der Kwh. bis über das *10fache, also über 9000 Cal.* umzusetzen.

Es ist interessant, daß der Begriff der Wärmepumpe so wenig verbreitet ist und dennoch Apparate nach diesem Prinzip schon längst im Gebrauche sind. Jede Kälteanlage mit Kompressor ist eine solche Wärmepumpe, bei der die sog. „Kälte“ dadurch hervorgebracht wird, daß man an einem Orte Wärme abpumpt, bis ein tief genuges Temperaturniveau erreicht ist. Die abgepumpte Wärme wird soweit hinaufgefördert, daß sie auf das normale Temperaturniveau abfließen kann. Die Analogie findet sich im Auspumpen eines Kellers oder Schachtes, der sich durch Grund- oder Sickerwasser mit Wasser füllt. Durch das Abpumpen wird das Wasserniveau abgesenkt und das Wasser bis auf normales Niveau hinaufgehoben, wo es abfließen kann.

Unter normalen Verhältnissen wird in den bekannten Kompressions-Kältemaschinen rund *das 3—6fache der zugeführten Energie* an Wärme umgesetzt, also eine bedeutende Wirtschaftlichkeit gerade mit Rücksicht auf Verwendung elektrischer Energie erreicht.

Man beachte ferner, daß bei der Kälteerzeugung immer zugleich an einem Ort Wärme abfließt. Das führt zu einer Zweckumkehrung der Kältemaschinen, indem man sie auch zum

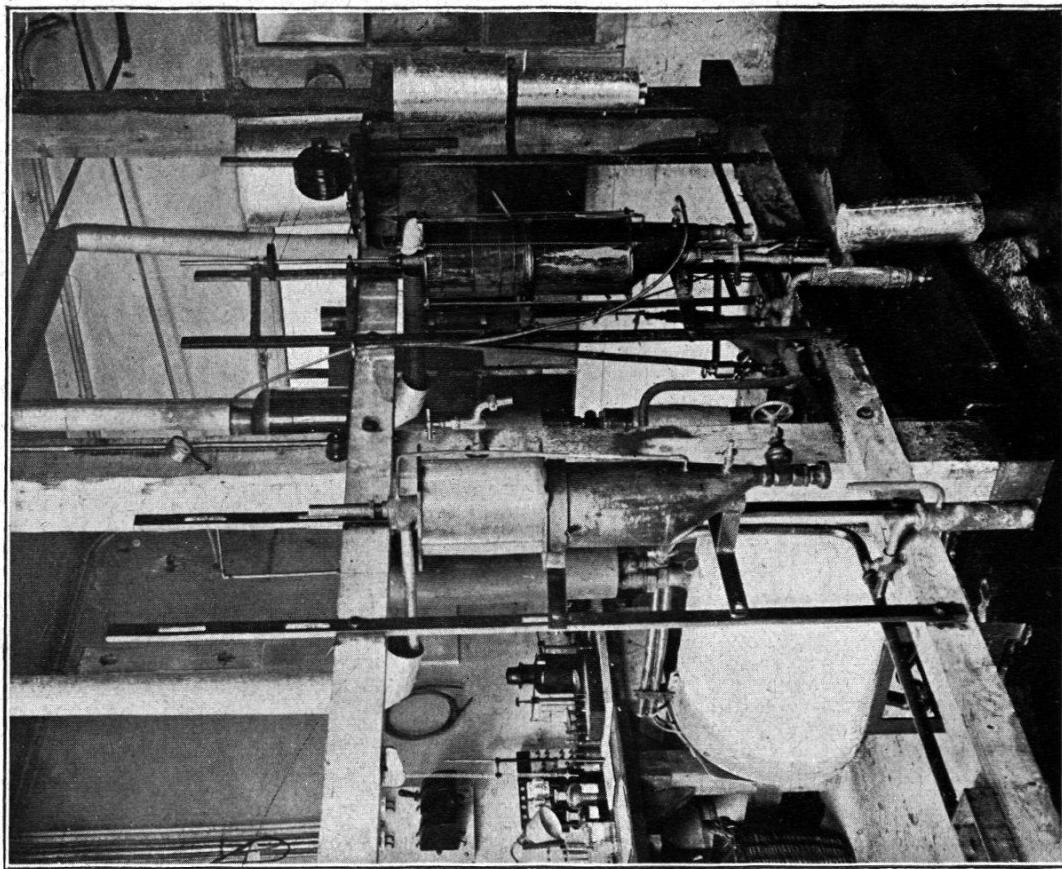


Fig. 2. Laboratorium für Eindampfversuche.

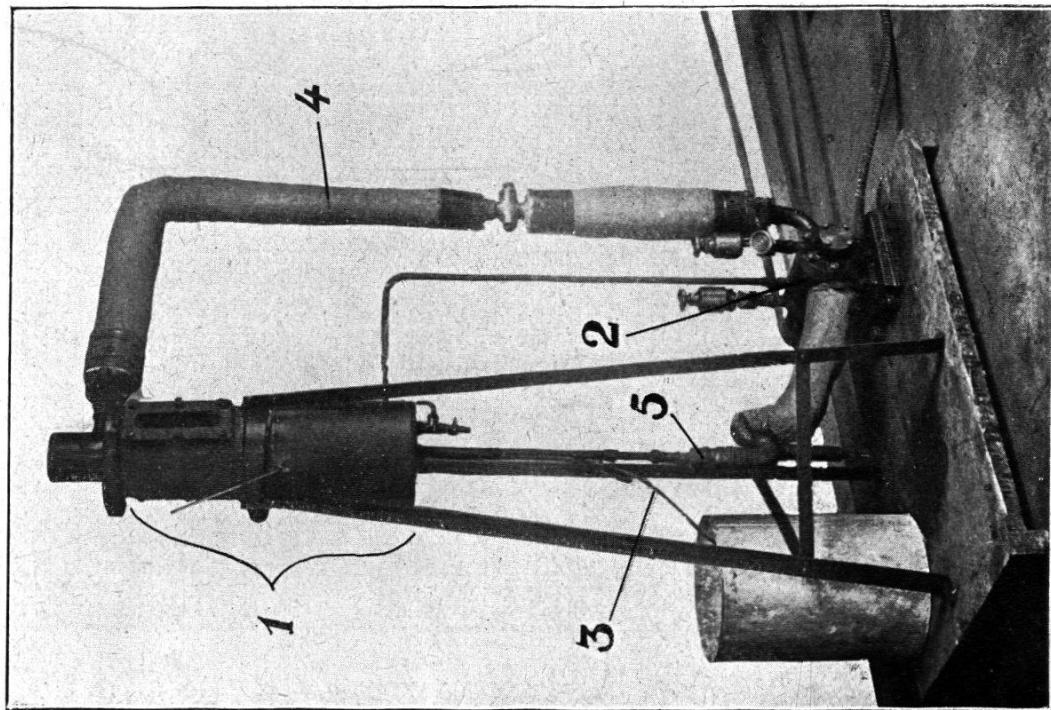


Fig. 1. Demonstrationsapparat für Referat.

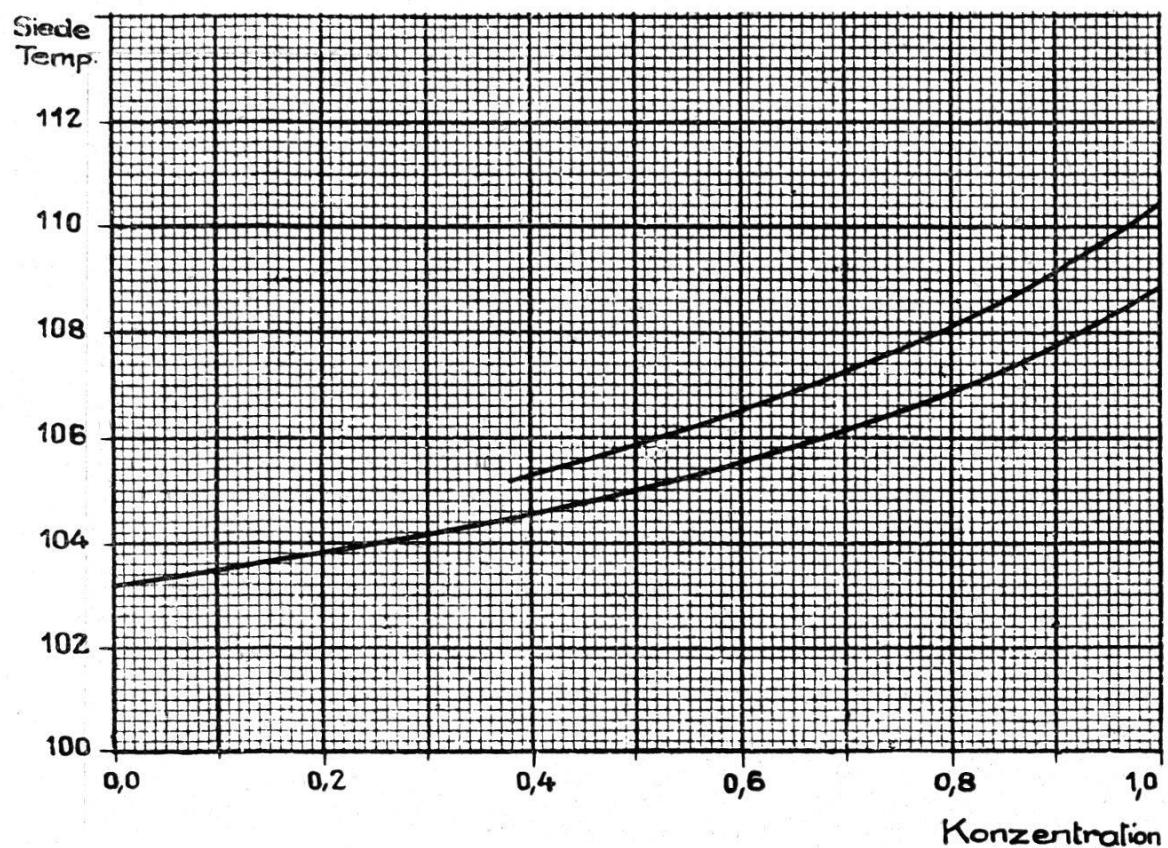


Fig. 3

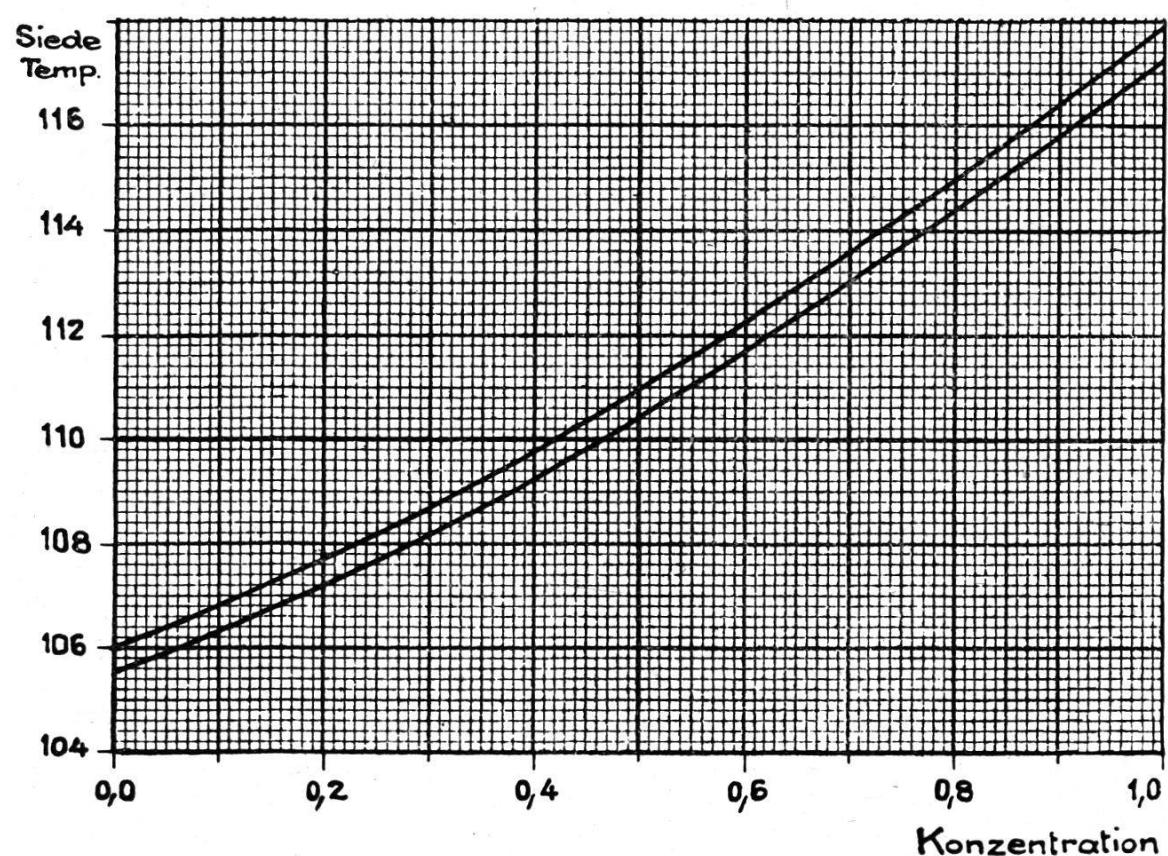


Fig. 4

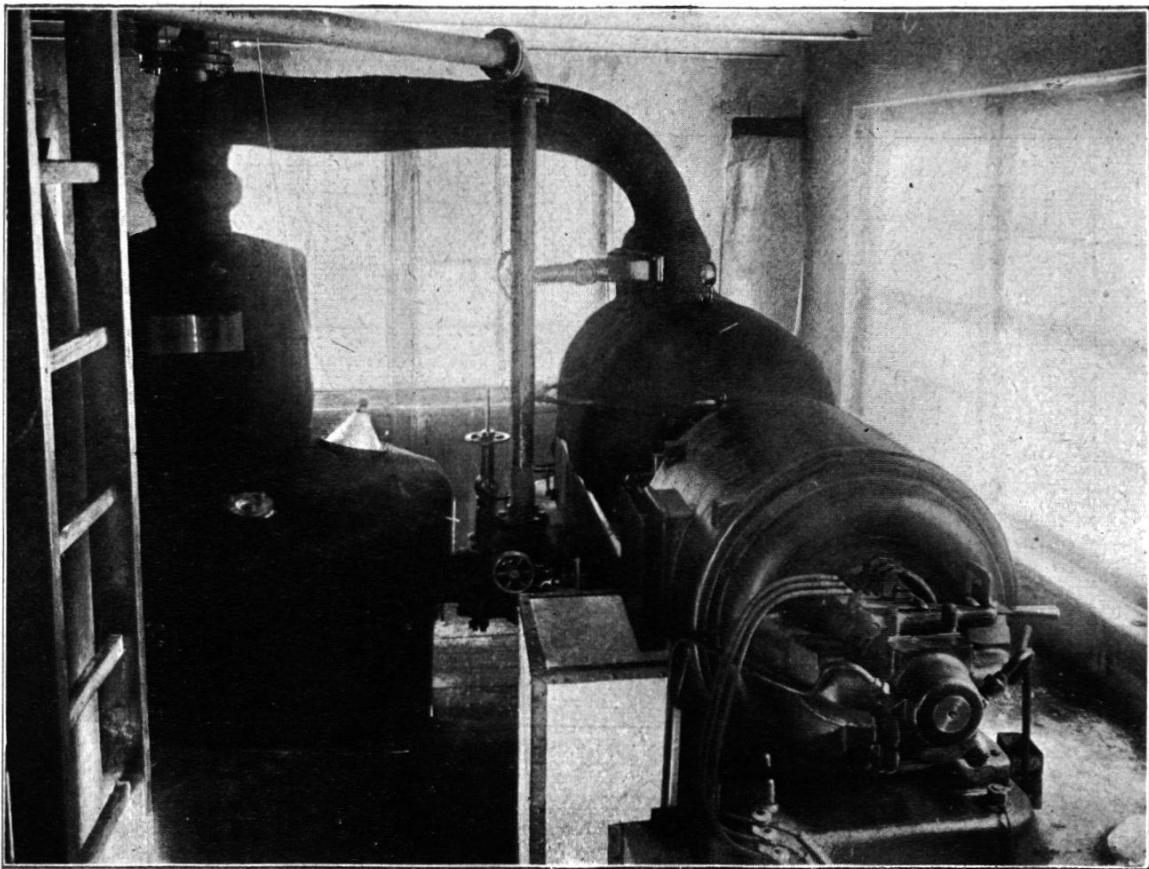


Fig. 5. Eindampfanlage, Kompressor unmittelbar neben Eindampfapparat.

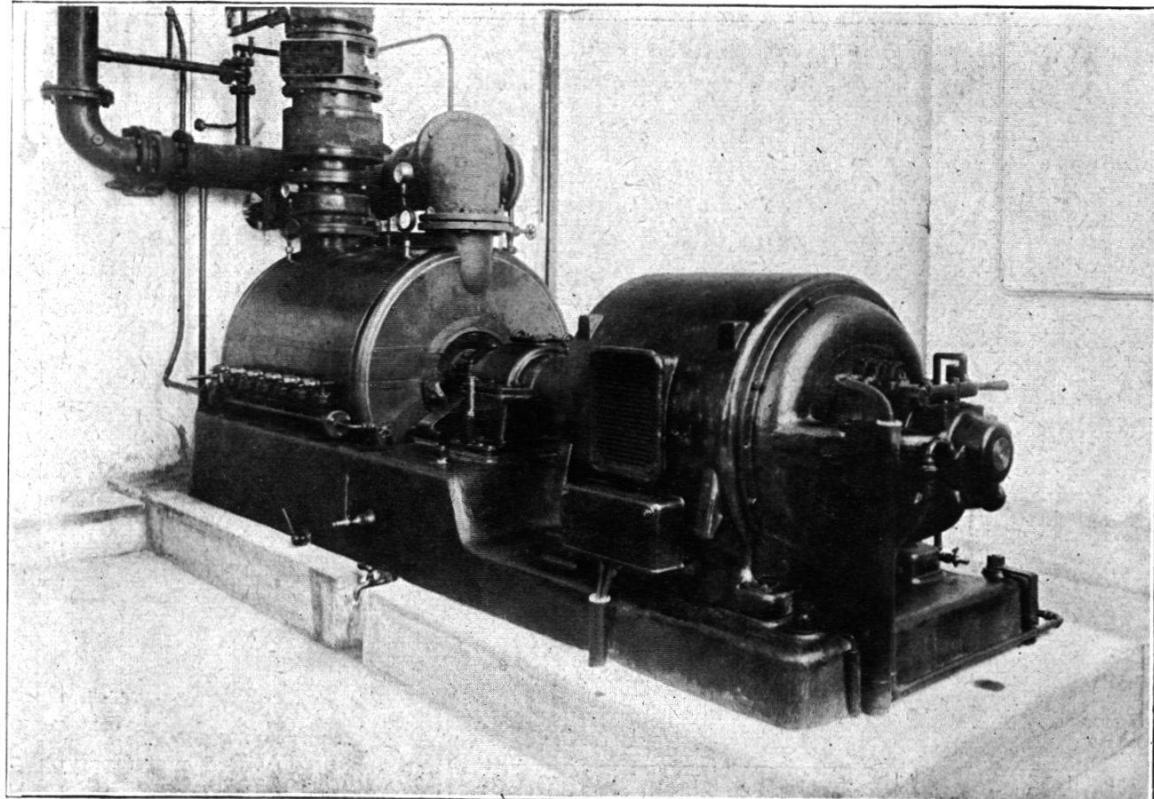


Fig. 6. Kompressorenaggregat in besonderer Kabine. Eindampfapparat hinter Wand links im Bilde.

Fig. 7. Eindampfapparat zu Kompressor Fig. 6.

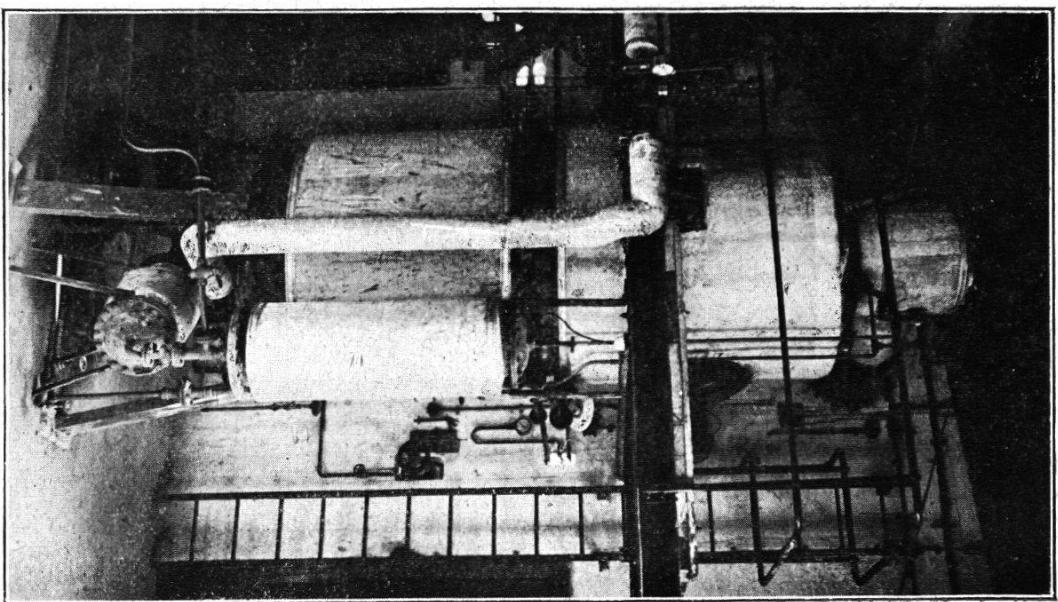
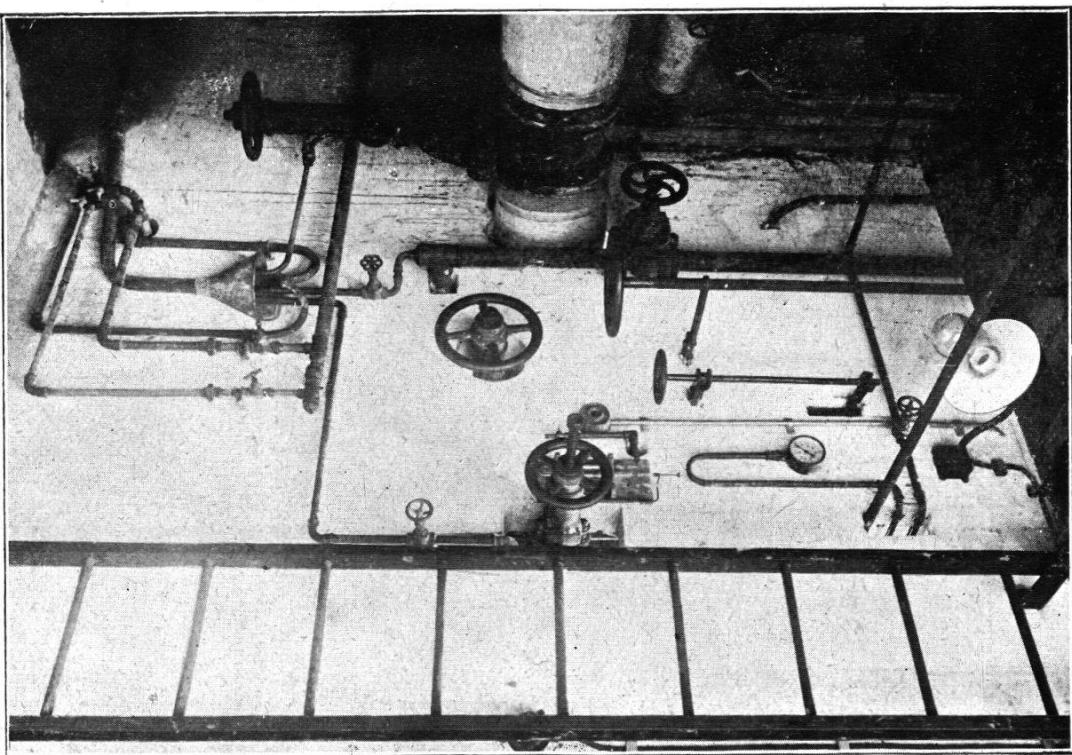


Fig. 8. Regulierstation zu Fig. 6 und 7.



Heizen verwenden kann. In dieser Absicht muß man die Verhältnisse so wählen, daß im Verdampfer bei möglichst hoher Temperatur Wärme aus Grund- oder Flußwasser oder einer andern geeigneten Quelle aufgenommen und im Kondensator bei Heizungstemperatur abgegeben wird.¹

Daß bei den heutigen hohen Kohlenpreisen, den großen Frachtsätzen und der manchmal billigen Energie die Anwendung dieses Verfahrens gerade für Winterkurorte möglich und konkurrenzfähig ist, mag folgende kurze Rechnung beweisen. Bei Annahme einer *3fachen* Umsetzung der Energie kommt man zum Ersatze von *1 kg. Kohle durch ca. 2 Kwh.* nach diesem Verfahren, mit andern Worten darf also eine Kwh. die Hälfte eines kg. Kohle kosten. Rechnet man die Kohle zu wenigstens Fr. 100.—/t, so kommt man auf den annehmbaren Kwh.-Preis von 5 Cts.²

Es würde nun zu weit führen, auch die Anwendung der Wärmepumpe für *Trockenprozesse* eingehend zu erläutern,³ es sei nur erwähnt, daß dabei jährlich große Wassermengen verdampft werden und die Frage der wirtschaftlichen Anwendung elektrischer Energie auch auf diesem Gebiete Bedeutung hat.

Am nächsten liegen aber alle Vorgänge, die zum *Eindampfen von Flüssigkeiten* führen. Millionen von kg. Wasser werden zu diesem Zwecke jährlich nur in der Schweiz allein verdampft. Man denke an die Salzgewinnung aus Soole, an die chemischen Industrien, die Laugenfabrikation, die Milchkondensierung etc.

Die Anwendung der Wärmepumpe auf diese Vorgänge ist auf den ersten Blick die denkbar einfachste, indem man den aus der Flüssigkeit entwickelten Dampf aus dem geschlossenen Eindampfapparate 1 (Fig. 1) durch einen Kompressor 2 absaugt, komprimiert, dadurch auf höhere Temperatur bringt und dann als Heizdampf in geeignete Heizkörper schickt, die sich im Eindampfapparate in der siedenden Flüssigkeit befinden, worin er sich verflüssigt und dadurch neue Verdampfung erzeugt, ohne daß man Wärme zuführen muß. Der in den Heizkörpern verflüssigte Dampf läuft als Wasser durch die Leitung 3 ab. Die Zahlen beziehen sich auf Fig. 1, Abbildung eines kleinen *De-*

¹ Es ist gewiß interessant, daß schon vor Jahren Studien über eine solche Heizung für Davos gemacht worden sind und zwar durch die Firma Escher, Wyß & Co. in Zürich.

² Die Anwendung der „Wärmepumpe“ in der Kälteerzeugung ist ausführlicher und sehr hübsch erläutert in: *Ewing*, die mechanische Kälteerzeugung.

³ Näheres beschreibt z. B. die schweiz. Patentschrift 73 706.

monstrationsapparates, der am Referate im Betrieb vorgeführt wurde und der so eingerichtet war, daß direkt mit elektrischer Heizung und mit Kompressor eingedampft und die Resultate verglichen werden konnten. Mit derselben elektrischen Energie konnte mit Hilfe des Kompressors das *Dreifache* eingedampft werden gegenüber gewöhnlicher Widerstandsheizung.

Größeres Interesse noch als diese Demonstrationsversuche beanspruchen die *Ergebnisse praktischer Ausführungen*.

Der Entwicklung folgend ist zu erwähnen, daß schon früh Bestrebungen zur Verwirklichung des soeben beschriebenen Kompressionsverfahrens gemacht worden sind. So ist z. B. seit dem Jahre 1878 in der Saline Bex eine Anlage für Salzgewinnung von Ing. Piccard in Genf im Betriebe, über die leider dem Verfasser keine Betriebsergebnisse bekannt sind. Trotzdem scheint das Verfahren dadurch keinen wesentlichen Fortschritt gemacht zu haben und erst die gewaltige Kohlenknappheit infolge des Weltkrieges hat in der Schweiz zu einem neuen, erfolgreichen Anlaufe geführt.

Der Unternehmungslust und dem Weitblick der *A.-G. Kummler & Matter in Aarau* ist alle Anerkennung zu zollen, daß sie es dem Verfasser ermöglichte, verschiedene größere Ausführungen zu verwirklichen, über die nun kurz berichtet werden soll.

Es liegt entschieden im Rahmen der Interessen der Naturforschenden Gesellschaft, daß auch auf die physikalischen Schwierigkeiten etwas eingetreten wird. So einfach das Kompressionsprinzip auf dem Papiere ist, so mannigfaltig sind die Schwierigkeiten in der Ausführung. Zur Lösung mancher Frage, über welche weder Literatur noch bisherige Erfahrungen Auskunft geben konnten, mußte einfach zum Versuche geschritten werden. Dadurch ist mit der Zeit ein eigentliches Laboratorium für Eindampfversuche entstanden (Fig. 2).

Interessant ist zum Beispiel, daß praktisch die Siedetemperatur von Lösungen verschiedenen Kurven folgen kann, auch wenn man jeden eigentlichen Siedeverzug ausschaltet.

So war es möglich, interessante und eingehende Versuche über das Verhalten von Seifenunterlauge durchzuführen. In Fig. 3 sind die Siedetemperaturkurven ein und derselben Lauge in Funktion der Konzentration aufgezeichnet, woraus ersichtlich ist, daß deutlich zwei verschiedene, ziemlich parallele Kurven existieren. Dasselbe war auch bei andern Laugen zu beobachten, wie Fig. 4 für Natronlauge zeigt. Der Grund zu diesem Ver-

halten konnte bis jetzt nicht eindeutig ermittelt werden. Diese Tatsachen zeigen, wie verwickelt Siedevorgänge sein können, und wie unbedingt nötig eine gründliche Einsicht in diese Verhältnisse ist, um Mißgriffe zu vermeiden.

Ende 1917 wurde die erste größere Anlage in Betrieb gesetzt. Sie dient zur Rückgewinnung dünner Natronlauge. Herr Prof. Stodola in Zürich hatte die Freundlichkeit, an der Anlage Betriebsmessungen vorzunehmen, deren Zusammenfassung wörtlich lautet:

„In der untersuchten Anlage wurde mit einem Aufwand von 1 KW-St. im Mittel

16,38 bis 17,11 kg. Dampf pro Stunde

aus einer Natronlauge von 7° Baumé erzeugt und diese während der Versuchsdauer auf ca. 23° Baumé eingedampft.

Im Wärmemaß ausgedrückt, bedeutet dies, daß vermöge des angewendeten Verfahrens das 11,2 bis 11,7fache derjenigen Wärmemenge, die bei unmittelbarer Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme verfügbar wäre, für die Verdampfung nutzbar gemacht wird.

Dieses Ergebnis verdient umso mehr als sehr günstig bezeichnet zu werden, da es mit einer Anlage von bloß rund 50 KW Leistung erreicht wurde und die Wärmeisolation des Kessels wie des Kompressors noch nicht vollkommen fertig gestellt war. Durch den Einbau eines Vorwärmers mit größerer Heizfläche wird sich eine erhebliche Verbesserung des Effektes erzielen lassen, da gegenwärtig das Kondensat mit einer Temperatur von über 80° C. abfließt, während die Lauge mit etwa 20° C. eintritt. Der größte Teil der auf diese Weise nutzlos preisgegebenen Wärme dürfte rückgewinnbar sein.

Die einleitend erwähnte Reinheit des Kondensates wird durch die Analyse des chemischen Laboratoriums Zürich bestätigt, laut dessen vom 15. Januar 1918 datiertem Bericht der Gehalt des Kondensates an Natronhydrat (NaOH)

0,002 Gramm auf den Liter

beträgt. Auch am Kompressor und am Verdampfungskessel selbst aufgefangene Proben weisen ebenfalls vernachlässigbar kleine Laugengehalte auf.

Zürich, den 17. Februar 1918.

Gez. Prof. Dr. A. Stodola.

Die Anlage ermöglicht also neben der Konzentration von Lauge zugleich die Gewinnung von *destilliertem Wasser*.

Eindampfapparat und Kompressor sind so nahe als möglich zusammengebaut, wie Fig. 5 zeigt, um kurze Rohrleitungen und geringe Wärmeverluste zu erhalten. Da im Apparatenraum keine schädlichen Dämpfe auftreten, durfte diese Anordnung gewagt werden.

Konnte schon diese Anlage wegen Schwierigkeiten in der Materialbeschaffung nur verspätet dem Betriebe übergeben werden, so machte sich dieser Umstand für die nachfolgenden Anlagen noch verstärkt geltend. Bestellungen aus dem Jahre 1918 konnten erst 1919 oder noch gar nicht in Betrieb gesetzt werden.

Eine zweite Anlage dient zur Eindampfung von Sulfitlauge, Abfallprodukt aus der Zellulosefabrikation, welche die Lignin-substanzen des Holzes in über 80% Wasser gelöst enthält. In stark eingedicktem Zustande ist die Sulfitlauge ein gutes und zugleich brennbares Klebemittel, das für Briquettierung verwendet werden kann. Im weitern bewährt sich die Sulfitlauge auch für Straßenbespritzung an Stelle von Teer. Interessant ist weiter, daß aus der Sulfitlauge auch Spiritus gewonnen werden kann. Der Fall zeigt deutlich, wie man gelernt hat, aus Abfallprodukten noch Nutzen zu ziehen.

Diese Anlage verdampft pro Kwh. eff. ca. 16—17,5 kg Wasser, ist für kontinuierlichen Betrieb gebaut, läuft während den Kampagnen Tag und Nacht und gibt dicke Lauge bis zu 34° Bé.

Eine weitere Anlage wurde für Eindicken von Farblösungen gebaut. Wegen der Möglichkeit des Auftretens schädlicher Dämpfe im Apparatenraum ist in diesem Falle der Kompressor vom Eindampfapparate ganz getrennt, wie übrigens auch im vorhergehenden Falle. Abb. 6 zeigt den Kompressorenraum mit dem Kompressor und Motor. Abb. 7 den Eindampfapparat mit Regulierstation. Die normale Bedienung erfolgt zentral ganz außerhalb des Kompressorenraumes (Abb. 8). Bei einer Stundenleistung von rund 1250 kg im Mittel wird eine Verdampfung von 16—18 kg/Kwh. eff. erreicht. Ferner wurde auch bei dieser Anlage eine weitgehende Garantie über die Reinheit des Kondensates übernommen und erreicht, was um so bemerkenswerter ist, als bei einer gewöhnlichen Vacuum-anlage häufig Überreißen erfolgte, das einmal wegen starker Färbung eines Flusses sogar höchst unangenehme Folgen hatte.

Die Lösung kann in dieser Anlage bis zu Sirupdicke eingedämpft werden.

Außerordentlich lehrreich war der Versuch, eine bestehende Vacuumanlage auf Kompressionsbetrieb umzubauen. Trotz eingehender Vorversuche war der Kompressor nicht in Einklang mit den bestehenden Apparaten zu bringen, so daß es sich heute darum handelt, neue, den Bedürfnissen des Kompressionsbetriebes besonders angepaßte Apparate aufzustellen.

In den erwähnten drei Anlagen, die alle mit 1000—1250 kg Verdampfung pro Stunde arbeiten, ist gemäß Angaben durchschnittlich eine Verdampfung von 17 kg/Kwh . erreicht worden. Die Schlußfolgerung von Prof. Stodola trifft demnach für alle drei Fälle gleichermaßen zu, d. h. es wird in diesen Anlagen mehrals das $11\frac{1}{2}$ fache derjenigen Wärmemenge für die Verdampfung nutzbar gemacht, die bei unmittelbarer Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme verfügbar wäre, also bei direkter elektrischer Heizung. Die der Berechnung zu Grunde gelegten Kwh.-Werte beziehen sich immer auf Messungen an den Motor-klemmen, d. h. incl. aller Verluste in Kompressor und Motor.

Bei Anlagen mit größerer Leistung, wie z. B. einer im Bau befindlichen von ca. 4000 kg Stundenleistung werden wegen des höheren Wirkungsgrades größerer Maschinen noch bessere Verdampfungsziffern pro Kwh. herauskommen, z. B. 20 kg/Kwh . und mehr.

Vergleichen wir solche Anlagen mit gewöhnlichen dampfgeheizten Eindampfanlagen, so sind folgende Zahlen gegenüber zu stellen:

1. Elektrische Kompressionseindampfung $16—20 \text{ kg/Kwh}$.

Dampfgeheizte Eindampfanlagen:

Einkörperapparate rund $6—8 \text{ kg/kg Kohle}$

Zweikörperapparate „ $10—11 \text{ " "}$

Dreikörperapparate „ $16—18 \text{ " "}$

oder Total

2. Dampfheizung $6—18 \text{ kg Verdampfung/kg Kohle}$

woraus sich ergibt:

I Kwh. ist equivalent $2,6—1,1 \text{ kg Kohle}$.

Aus dieser Aequivalenz ist unmittelbar zu entnehmen, daß die elektrische Eindampfung auch bei *Vorkriegspreisen der Kohle gleichwertig oder überlegen* sein kann, heute aber sehr wirtschaftlich ist.

Bezüglich Gestaltung der Strompreise ist zu Handen der Stromlieferanten zu sagen, daß es im Hinblick auf den Charakter

unserer Hauptindustrien als *Exportindustrie*, die sich in- und außerhalb unseres Landes nach der *Konkurrenz* zu richten haben, richtig ist, wenn man die Strompreise nicht nach den in der *Schweiz* *gezahlten Kohlenpreisen* bemäßt, sondern wenn man die in den *Konkurrenzländern* üblichen Preise und zwar einschließlich Valutadifferenzen berücksichtigt, was nach obiger Aequivalenz bei annehmbaren Strompreisen möglich ist.

Dann erlauben wir unserer Industrie wenigstens in einem Faktor wirklich auf Grund unserer Bodenreichtümer konkurrenzfähig und vom Ausland unabhängig zu sein.

Die Betrachtung der Zusammenfassung von Prof. Stodola ergibt bezüglich Wasserwirtschaft ferner das ganz bedeutende Ergebnis, daß mit derselben Energie über 10 mal mehr geleistet werden kann, wenn man die Sache technisch richtig löst. Das heißt nicht nur, daß die Wasserkräfte 10 mal mehr wert sind, sondern daß sie auch *10 mal weiter reichen*. Wir wissen ja genau, daß sie nicht unerschöpflich sind und daß sie bei weitem nicht genügen, uns allen aus dem Auslande eingeführten Brennstoff zu ersetzen.¹

Wenn wir einen Rückblick auf unsere Kriegswirtschaft werfen, so können wir mit Genugtuung feststellen, daß unsere Behörden und technisch maßgebenden Kreise in weitsichtiger Weise die Verteilung der knapp gewordenen Energie an die Hand genommen haben. Die Bedarfsbefriedigung entsprach der Reihenfolge: Licht, mechanische Energie (Motoren inkl. Bahnbetrieb), Wärme zum Kochen, Wärme zum Heizen.

Vergleichen wir dies mit den Ergebnissen dieses Aufsatzes, so darf eine erfreuliche Übereinstimmung konstatiert werden, indem jede Wärmepumpenanlage motorische Energie zum Antriebe braucht und nicht Wärme, und indem richtigerweise solche Anlagen infolge des viel geringern Energiebedarfes vor den direkten Heizungen den Vorzug haben müssen.²

¹ Siehe auch Bulletin d. Schweiz. elektrotechn. Vereines, 1919, Nr. 1, Die Abgabe und Tarifierung elektrischen Stromes für Raumheizung durch die schweiz. Elektrizitätswerke.

² Bei gewöhnlicher Heizung sind ca. 5–6000 Kwh. nötig, um eine Tonne Kohle für Industriefeuerung zu ersetzen, nach dem Verfahren Wärmepumpe für Eindampfung 400–800 Kwh. Um das seinerzeit mit Deutschland festgelegte Kontingent von rund 250 000 Tonnen pro Monat bei einer Betriebsstundenzahl von ca. 600/Monat zu ersetzen durch elektrische Energie, wäre bei direkter Heizung eine Permanentkraft von 2500 000 Kw. nötig, bei der Möglichkeit der durchgehenden Anwendung der Wärmepumpe ca. 250 000–300 000 Kw.

Letzteres liegt im Bereich der Möglichkeit, ersteres nicht.

Es bleibt uns demnach neben der Elektrifizierung der Bahnen noch viel zu tun übrig, um die Abhängigkeit von ausländischen Brennstoffen so weit als möglich und immer unter sparsamster Verwendung unserer Wasserkräfte, zu verringern und wir haben Mittel in der Hand, es zu tun.