

Zeitschrift: Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 20 (1928)
Heft: 3

Artikel: Die Regulierung der Seen [Schluss]
Autor: Kobelt, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920471>

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: 31.07.2025

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

See bereits bei mittleren Seeständen und mittlerer Abflußmenge mehr Wasser abgeben kann, damit beim Eintreffen extremer Hochwasserzuflüsse ein großer Hochwasserschutzraum im See vorhanden ist. Das Prinzip ist aus Figur 6 ersicht-

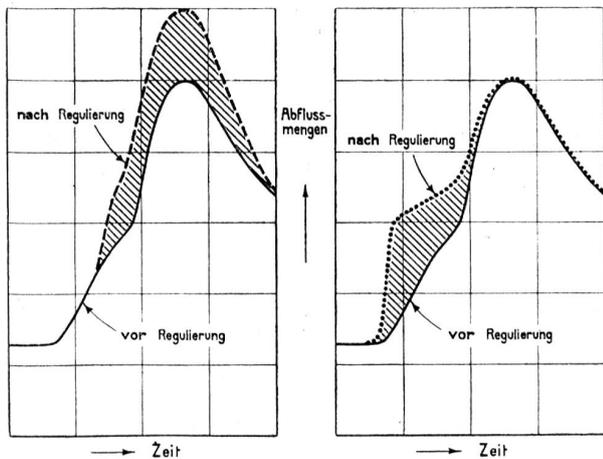


Fig. 6. Regulierung der Seen mit Erhöhung der maximalen Abflußmenge.

lich. Mit der künstlichen Aufstauung der Seen darf allerdings erst dann begonnen werden, wenn erfahrungsgemäß die Zeit der größten Hochwassergefahr vorüber ist. Soweit möglich, sollte bei Seeregulierungen nach diesen Grundsätzen verfahren werden.

2. Wie weit sollen die Hochwasser abgesenkt werden? Es ist dies nicht nur eine Bedürfnisfrage, sondern auch eine Kostenfrage. Mit Rücksicht auf die großen Kosten wird man sich meistens damit begnügen müssen, die stets wiederkehrenden, mit Sicherheit zu erwartenden Ueberschwemmungen zu beheben. Es wäre unzumutbar und unwirtschaftlich, wenn die allerextremsten und seltensten Hochwasser bis auf eine absolut unschädliche Höhe abgesenkt werden wollten. Die Vorteile würden mit den gewaltigen Mehraufwendungen nicht mehr in einem angemessenen Verhältnis stehen.

3. Welchen Einfluß haben die baulichen Veränderungen im Zuflußgebiet der Seen auf Hochwasserverhältnisse der Seen? Es ist klar, daß Aufforstungen und Wildbachverbauungen die Intensität der Hochwasser zu mildern vermögen. Auch künstliche Speicherbecken der Kraftwerke im Hochgebirge können dazu beitragen, diese Intensität der Hochwasser abzuschwächen. Immerhin ist diese Wirkung nicht zu überschätzen. Es gibt nur wenige solcher Staubecken; ihr Einzugsgebiet ist im Verhältnis zum Gesamteinzugsgebiet der Seen klein und häufig werden die Staubecken im Sommer und Herbst bei eintretendem Hochwasser schon angefüllt und nicht mehr aufnahmefähig sein.

Von den Bodenseeanwohnern wird seit Jahrzehnten die Auffassung vertreten, daß die Gewässerkorrekturen im Einzugsgebiet, besonders die Rheinregulierung oberhalb des Bodensees, die Hochwasserverhältnisse des Sees wesentlich verschlechtert hätten. Eingehende Untersuchungen ergaben, daß der Bodensee im Hochwasserjahr 1890 um höchstens 2 mm höher angestiegen wäre, wenn die Rheindurchstiche damals schon erstellt gewesen wären. Wir haben die Untersuchungen neulich auch auf die neuesten Herbsthochwasser 1927 ausgedehnt. Das Herbsthochwasser 1927 ist das höchste Rheinhochwasser, das beobachtet wurde, seit Aufzeichnungen über die Wasserführung des Rheins vorliegen. Wenn der Damm bei Schaan nicht gebrochen wäre, hätte der Rhein am 25. September im Maximum 3000 statt nur 2300 m³/sek. geführt. Zuzufolge der außerordentlich starken Ueberschwemmungen wurde die Zuflußwasserwelle in zwei große Einzelwellen zerlegt, wie Figur 7 darstellt. Trotz dieser verhältnismäßig

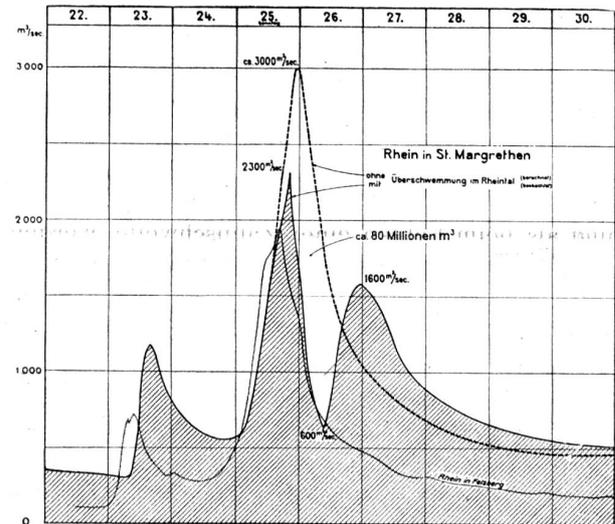


Fig. 7. Rheinhochwasser im September 1927.

langen Zurückhaltung großer Wassermengen in den Rheinebenen wäre der Bodensee nur um 2½ bis 3 cm höher angestiegen, wenn die Ueberschwemmungen in der lichtensteinischen Rheinebene nicht erfolgt wären.

Die Hochwasserverhältnisse der Seen werden somit durch die Gewässerkorrekturen im Einzugsgebiet lange nicht in dem Maße beeinträchtigt, wie man im ersten Moment anzunehmen geneigt ist.

4. Ueber Wehrreglemente. Das Stauwehr am Seeausfluß bildet den Schlüssel für die Regulierung des Sees. Es ist verständlich, daß es den See- und Flußanwohnern nicht gleichgültig sein kann, wie dieses Wehr gehandhabt wird und wer mit der Handhabung betraut wird. Gewöhnlich werden deshalb durch Vereinbarung unter allen Beteiligten die Richtlinien für die Wehr-

bedienung in Regulierungsvorschriften, durch sogenannte Wehrreglemente festgelegt. Die Wehrreglemente

für den Vierwaldstättersee vom Jahre 1867		
„ den Zugersee	„	1882
„ die Juraseen	„	1888
„ den Genfersee	„	1892

sind heute noch gültig. Sie nehmen allerdings auf die heutigen, veränderten Verhältnisse wenig Rücksicht. Herr Direktor Brodowski hat erstmals für die Juraseen ein graphisches Wehrreglement in Vorschlag gebracht, welches die Abflusssmengen angibt, die je nach der Höhe des Seestandes und je nach der Jahreszeit abzulassen sind, um die Speicherfähigkeit des Sees für die Kraftwerke möglichst zweckmäßig auszunützen. Solche graphische Wehrreglemente werden auch den Seeregulierungsberechnungen zugrunde gelegt (Figur 8). Die wirkliche Regulierung ist sowohl für

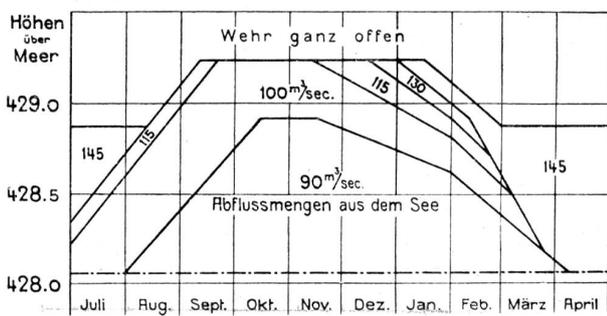


Fig. 8. Wehrreglement (Beispiel: Regulierung der Juraseen).

See- als Flußanwohner günstiger als die berechnete, weil in Wirklichkeit zahlreiche Faktoren berücksichtigt werden können, wie Witterungsverhältnisse, Hochwassermeldungen usw., welche bei einer rechnerischen Ermittlung des Wasserhaushaltes nicht erfaßt werden können.

Die Erfahrungen lehren, daß viele Unannehmlichkeiten, besonders im Verhältnis der See- und Flußanwohner unter einander, vermieden werden können, wenn ein klares, eindeutiges Wehrreglement aufgestellt wird und wenn die Wehrbedienung einer zuverlässigen, neutralen Instanz übertragen wird.

5. Das Seeregulierungswehr als Teil eines Kraftwerkes. Durch die Stauung ergibt sich beim Regulierwehr ein Gefälle, das aber zeitweise ganz oder nahezu auf Null zurückgehen kann, wenn das Wehr bei starker Wasserführung geöffnet werden muß und wenn der See im Winter abgesenkt wird. Sowohl bei den Juraseen als beim Bodensee ergab sich, daß es unwirtschaftlich ist, dieses Gefälle auszunützen. Es bestehen aber auch grundsätzliche Bedenken, ein Seeregulierungswehr zu einem Bestandteil eines Kraftwerkes zu machen. Ein Kraftwerk kann nicht zweckmäßig betrieben werden, wenn sich die Wehrbedienung nicht in erster Linie nach den Be-

triebsbedürfnissen des Kraftwerkes richten kann. Das Regulierwehr ist aber in erster Linie in den Dienst der See- und Flußanwohner zu stellen. Es empfiehlt sich daher, sofern es sich nicht um ein notwendiges und sehr wirtschaftliches Kraftwerk handelt, von einer derartigen Kombination Umgang zu nehmen.

6. Besteht heute noch ein Bedürfnis, die Seen als Speicherbecken für die Kraftwerke auszunützen? Wenn heute Wasserknappheit wie zum Beispiel 1920/21 eintreten würde, so wäre dank der Erstellung der Kraftwerke Wäggitäl, Klosters und Lungern eine wesentliche Energieknappheit nicht zu befürchten. Die Möglichkeit, neue große Akkumulierwerke zu bauen, ist begrenzt. Die wenigsten der neu zu erstellenden Werke besitzen so günstige Speicherverhältnisse. Wenn in wenigen Jahren wieder Wasserknappheit im Winter eintritt, wird sich auch wieder Energieknappheit ergeben. Es ist somit heute notwendiger als ehemals, daß Maßnahmen zur Hebung der Winterproduktion ergriffen werden.

Von einer Ueberproduktion an Winterenergie kann nicht gesprochen werden. Die Seeregulierungen bezwecken nicht eine Erhöhung der Energieproduktion im allgemeinen, sondern lediglich einen besseren Ausgleich zwischen Sommer- und Winterproduktion und eine bessere Anpassung an den Energiebedarf. Es besteht allerdings die Möglichkeit, die fehlende Winterenergie auch auf kalorischem Wege zu beschaffen. Die kalorisch erzeugte Energie kommt aber trotz der großen Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekrafterzeugung für uns in der Schweiz verhältnismäßig teuer zu stehen. Die gelegentlich genannten Energiepreise für kalorisch erzeugte Energie sind mit großer Vorsicht aufzunehmen. Die Ausnützung der natürlichen Speicherbecken zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der eigenen Wasserkraftanlagen ist nach wie vor eine geeignete Maßnahme und ein wertvolles Mittel zur Bekämpfung der Energieknappheit im Winter.

Eine Zeitlang hatte man auf Grund von unrichtigen Berechnungen den Nutzen der Seeregulierungen für die Kraftwerke überschätzt. Heute ist man in das andere Extrem verfallen. Wenn auch das Fassungsvermögen unserer Seen nicht ausreicht, um einen vollständigen Wasser- und Energieausgleich herbeizuführen, so können die Seen doch ganz bedeutend zur Milderung der Energieklemmen beitragen.

7. In welcher Weise soll das Speicherwasser abgegeben werden? Im Herbst, wenn die Wasserreserve bereit gestellt wird, weiß man noch nicht, ob der Winter wasserarm oder wasserreich ausfällt, ob mit der Reserve

sparsam oder weniger sparsam umgegangen werden soll. Wenn man zu sparsam damit haushalten will, so wird das Speicherwasser häufig während des ganzen Winters unbenützt im See zurückbehalten. Umgekehrt, wenn darnach getrachtet wird, das Speicherwasser möglichst jedes Jahr auszunützen, um im Durchschnitt der Jahre einen möglichst großen Nutzen zu ziehen, so wird es aber bereits erschöpft sein, wenn unerwartet gegen Frühjahr außerordentliche Trockenheit eintritt. Aehnlich sind die Verhältnisse bei den Hochdruckakkumulierwerken. Da bei natürlichen Seen lange andauernde Stauung für Siedelungen und Kulturen schädlicher sind, so ist es gegeben, zuerst mit der Wasserabgabe aus den natürlichen Seen zu beginnen. Die künstlichen Speicherbecken sind viel eher in der Lage, eine Notreserve zurückzuhalten und im Verein mit der Inbetriebsetzung kalorischer Reserveanlagen, Energieeinfuhr und Einschränkung der Energieausfuhr die ganz extremen Energieklemmen zu beheben.

8. Wie kann der Nutzen für die Kraftwerke berechnet werden? Früher wurde einfach der Speicherinhalt mit dem Nutzgefälle sämtlicher untenliegenden Kraftwerke multipliziert. Dann hat Ingenieur Härry auf die Nachteile dieser Methode hingewiesen und andere Methoden, so auch diejenige des Leistungsvergleiches, entwickelt¹⁾ und schließlich hat das Amt für Wasserwirtschaft eine neue Methode aufgestellt, die alle Faktoren zu berücksichtigen sucht und die heute allgemein angewendet wird²⁾. Es wird für jeden Tag einer mehrjährigen Periode aus den Leistungsdiagrammen jedes einzelnen Werkes die Aenderung der Produktionsmöglichkeit für den Abflußzustand mit und ohne Seeregulierung berechnet. Dabei wird berücksichtigt, daß ein Werk, wenn seine günstigste Wassermenge überschritten wird, aus einer Abflußvermehrung keinen Nutzen erfährt, sondern eventuell einen Schaden. Ferner wird berücksichtigt, daß ein Wasserentzug zum Zwecke der Aufstauung der Seen für einzelne Werke eine Leistungsverminderung und damit einen Schaden ergeben kann.

Trotz einer allfälligen Leistungsverminderung während der Stauzeit, hat das Werk ein Interesse an dieser Maßnahme, wenn ihm dafür das aufgespeicherte Wasser im Winter bei Wassermangel und großem Energiebedarf wieder zugeführt wird. Es ergibt sich für das Werk in diesem Falle ein Gewinn aus der Wertvermehrung der Energie. Die Energie wird durch die Speicherung veredelt. Dem Energiezuschuß im Winter bei

Wasserknappheit und großem Energiebedarf kommt ein viel größerer Wert zu, als dem Energieentzug im Herbst bei geringerem Energiebedarf und allgemein reichlicher Wasserführung und damit allgemein günstigen Produktionsmöglichkeiten.

Die Wasserführung des Rheins in Basel gibt einen Maßstab für die allgemeine Energieproduktionsmöglichkeit des Landes. In Figur 9 ist dar-

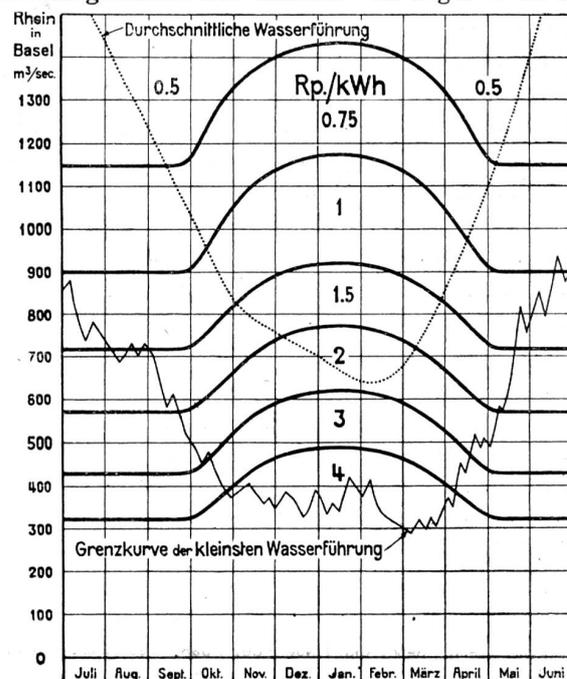


Fig. 9. Bewertung der Leistungsänderungen aus Seeregulierungen, in Funktion der Jahreszeit und der Wasserführung in Basel.

gestellt, wie der Wert einer Aenderung in der Energieproduktion entsprechend der Jahreszeit und entsprechend der Wasserführung in Basel ausgedrückt werden kann. Ein Zuschuß an Energie mitten im Winter, bei allgemeiner Wasserknappheit, wird mit 4 Rp./kWh in Rechnung gesetzt. Gegen Frühjahr und Herbst und bei besserer Wasserführung ergeben sich gemäß dem Bewertungsdiagramm wesentlich niedrigere Werte.

Der in Wirklichkeit erzielte Nutzen ist jedenfalls größer, als er sich auf Grundlage eines Bewertungsdiagrammes errechnen läßt.

Aus der Bodenseeregulierung ergibt sich ein Nutzen von 7 Millionen Franken für die bestehenden Rheinkraftwerke und von zirka 30 Millionen für bestehende und künftige Rheinkraftwerke. Auch bei den Juraseen wird der Nutzen mehrere Millionen Franken ausmachen. Der Jahresausgleich in der Energieproduktion liegt aber nicht nur im Interesse der Kraftwerke allein, sondern ebenso sehr im allgemeinen volkswirtschaftlichen Interesse des Landes, wenn es weniger unter Energieknappheit zu leiden hat.

9. Kann die Wasserabgabe aus den Seen dem Tagesbedarf der Werke an-

¹⁾ Schweiz. Wasserwirtschaft vom 10./25. Sept. 1918.

²⁾ Mitteilungen des Verbandes der Aare-Rhein-Werke Nr. 6/7 vom 25. August und 25. September 1922.

gepaßt werden? Bei den Berner Oberlandseen ist es möglich, über die Sonntage das Wasser etwas zurückzuhalten, um es an Werktagen wieder abzugeben, weil der Mühlebergsee und der Bielersee die Schwankungen wieder ausgleichen können. Versuche, welche mit einer künstlich erzeugten Flutwelle in der Aare angestellt wurden, ergaben, daß eine solche Maßnahme für die Aare unterhalb des Bielersees und für den Rhein nicht mehr in Frage kommen kann.

Die Anpassung des Seeabflusses an die Tageschwankungen der Kraftwerke wäre nur denkbar, wenn alle Kraftwerke ihre Stauhaltungen genau gleich ausgebaut hätten und auf das gleiche Netz unter einheitlicher Leitung arbeiten würden. In der Schweiz sind diese Bedingungen an keinem Flußlauf erfüllt.

10. **Rechtliche Grundlagen.** Bisher sind alle Seeregulierungsbauten gestützt auf Art. 23 der Bundesverfassung als öffentliche Werke vom Bunde subventioniert worden: Juraseen, Genfersee, Zürichsee, Vierwaldstättersee, so daß wohl auch künftige Seeregulierungen auf Grund des Art. 23 der Bundesverfassung zur Durchführung gelangen werden.

11. **Schwierigkeiten.** Trotzdem bei einzelnen Seen bereits seit Jahrzehnten ein Bedürfnis besteht, den See zu regulieren, wurde die Verwirklichung durch verschiedene Umstände erschwert. Einmal sind es die ohnehin hohen Kosten für Flußkorrekturen und Regulierungsbauwerke. Da und dort ist man aber auch versucht, alle möglichen andern Probleme mit dem eigentlichen Seeregulierungsproblem zu verketteln in der Meinung, daß dann die Kosten zum Teil auch durch die andern Beteiligten getragen werden oder daß sich im Zusammenhang mit der Seeregulierung die Bundessubvention auch auf Bauwerke ausdehnen lasse, die sonst nicht unter die subventionierten Bauten fallen. Zu großzügig aufgebaute Projekte sind ebenso hinderlich, als zu eng aufgefaßte Regulierungsvorschläge.

Die Hauptschwierigkeit liegt in der Abwägung der verschiedenen und verschiedenartigen Interessen, die im Spiele stehen: Hochwasserschutz am See und am Fluß, See- und Flußschiffahrt, Kraftnutzung, Fischerei, usf. Dieser Interessenausgleich wird nicht selten durch die Technikerschaft selber erschwert, wenn sie in Expertisen und Gegenexpertisen die Interessen einzelner Beteiligter möglichst gut zu wahren versucht, wobei häufig die Öffentlichkeit das Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Projekte und, wenn die technischen Auseinandersetzungen lange dauern, auch das Interesse an der Durchführung verliert.

Das Amt für Wasserwirtschaft, als neutrale Instanz, hat es sich zur Aufgabe gemacht, die See-

regulierungsfragen mit aller Sorgfalt zu bearbeiten. Es sucht dabei den angeführten Grundsätzen Nachachtung zu verschaffen und ist bemüht, den Interessenausgleich in objektivster Weise durchzuführen. Die mehrjährigen Projektierungsarbeiten für die Juraseen-Regulierung und für die Bodenseeeregulierung sind beendet, für den Genfersee werden sie demnächst zum Abschluß gelangen. Man steht in nächster Zeit in der Schweiz auf dem Gebiete der Seeregulierung vor großen Entscheidungen. Es ist zu hoffen, daß die für unser Land bedeutungsvollen Werke bald verwirklicht werden können.

Statistik der elektrischen Wärmeapparate für den Haushalt in der Schweiz im Jahre 1927.

Vom Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes.

In No. 7 der „Schweiz. Wasserwirtschaft“ vom 25. Juli 1927 haben wir zum ersten Mal eine Statistik der elektrischen Wärmeapparate im Haushalt in der Schweiz für die Jahre 1913 bis 1926 veröffentlicht. Diese hat in den Kreisen der Elektrizitätswirtschaft des In- und Auslandes großes Interesse gefunden. Wir sind nun in der Lage, die Zahlen für das Jahr 1927 zu veröffentlichen. Sie beruhen auf den Angaben der bedeutenderen elektrothermischen Fabriken in der Schweiz und umfassen die Zahl der in der Schweiz verkauften Apparate mit ihrem Anschlußwert in Kilowatt.

Wir haben von folgenden Fabriken die Angaben erhalten:

Maschinenfabrik Aeschbach A.-G., Aarau;
 A.-G. Kummler & Matter, Aarau;
 A.-G. Maxim, Fabrik elektr. Heiz- und Kochapparate, Aarau;
 Fr. Sauter A.-G., Fabrik elektr. Apparate, Basel;
 Zent A.-G., Bern;
 Oberrauch & Milentz, Davos;
 Gebrüder Bertschinger, Lenzburg;
 E. Salvisberg, Fabrik elektr. Koch- und Heizapparate, Luzern;
 Bachmann & Kleiner A.-G., Oerlikon;
 Gebr. Keller, Olten;
 Therma, Fabrik elektr. Heizung A.-G., Schwanden;
 Ofenfabrik Sursee A.-G., Sursee.
 F. Ernst, Ingenieur, Zürich (Fabrikate Albis).

Die Zahl der Fabriken, die uns Angaben geliefert haben, hat sich seit dem letzten Jahr um vier vermehrt. Doch fehlen immer noch einige Fabriken, allerdings von geringerer Bedeutung. Nicht inbegriffen sind natürlich die aus dem Ausland importierten Apparate, wozu namentlich Bügeleisen, Kocher, Strahler, Kochapparate gehören. Wir haben daher die erhaltenen Zahlen auf-