

Zeitschrift: Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschifffahrt

Band: 22 (1930)

Heft: 9

Artikel: Die Eisverhältnisse bei den Kraftwerken an Aare und Rhein vom Bielersee abwärts bis Basel im Februar/März 1929

Autor: Härry, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-922482>

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: 19.11.2024

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

SCHWEIZERISCHE Wasser- u. Elektrizitätswirtschaft



Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt + Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schifffahrt Rhein-Bodensee
ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAU, WASSERKRAFTNUTZUNG, ENERGIEWIRTSCHAFT UND BINNENSCHIFFFAHRT
Periodische Beilage «Anwendungen der Elektrizität»



Gegründet von Dr. O. WETTSTEIN unter Mitwirkung von a. Prof. HILGARD in ZÜRICH und Ingenieur R. GELPKE in BASEL

Verantwortlich für die Redaktion: Ingenieur A. HARRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in Zürich 1
Telephon 31.111 + Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich

Alleinige Inseraten-Aannahme durch:
SCHWEIZER-ANNONCEN A. G. + ZÜRICH

Bahnhofstraße 100 - Telephon 355.06
und übrige Filialen

Inserationspreis: Annoncen 16 Cts., Reklamen 35 Cts. per mm Zeile
Vorzugsseiten nach Spezialtarif

Administration: Zürich 1, Peterstraße 10

Telephon 33.111

Erscheint monatlich

Abonnementspreis Fr. 18.- jährlich und Fr. 9.- halbjährlich
für das Ausland Fr. 3.- Portozuschlag

Einzelne Nummern von der Administration zu beziehen Fr. 1.50 plus Porto

Nr. 9

ZÜRICH, 25. September 1930

XXII. Jahrgang

Inhalts-Verzeichnis

Die Eisverhältnisse bei den Kraftwerken an Aare und Rhein vom Bielersee abwärts bis Basel im Februar/März 1929 — Die Elektrizität an der Zürichsee-Ausstellung „Arbeit und Fortschritt“ in Wädenswil, vom 26. Juli bis 11. August 1930 — Ausfuhr elektrischer Energie — Wasserkraftausnutzung — Schifffahrt und Kanalbauten — Elektrizitätswirtschaft — Wärmewirtschaft — Literatur — Kohlen- und Oelpreise — Anwendungen der Elektrizität: Beobachtungen auf einer Studienreise an die Internationale Kochkunstausstellung in Frankfurt a. M. und die 4. deutsche Gastwirtschaftsmesse in Köln im Oktober 1929 — Neue gasfreie Siedelungen in Zürich — Mitteilungen des Linth-Limmatverbandes.

Die Eisverhältnisse bei den Kraftwerken an Aare und Rhein vom Bielersee abwärts bis Basel im Februar/März 1929.

Von dipl. Ing. A. Harry, Zürich.*)

Allgemeines über Eisstörungen bei Wasserkraftanlagen.

Der vermehrte Ausbau der Wasserkräfte vergrößert die Bedeutung von Störungen, wie sie Naturereignisse zur Folge haben können. Das gilt besonders für die Eisbildung. Diese Erscheinung wird um so wichtiger, als im Laufe der letzten Jahre Anlagen an unsern Gewässern entstanden sind, die für die Einwirkung der Eisstörungen ganz neue Verhältnisse geschaffen haben. Die große Kälteperiode vom Februar 1929 gab Anlaß zur Sammlung von Erfahrungen, die für ähnliche

*) Die Zusammenstellung der Beobachtungen der einzelnen Werke erfolgte auf Beschluß der ordentlichen Hauptversammlung des Verbandes der Aare-Rheinwerke vom 15. Mai 1929 in Olten.

künftige Ereignisse von großer Bedeutung sind, und die nicht nur dem Betriebsleiter zeigen, wie man sich in solchen Fällen zu verhalten hat, sondern auch die Bauingenieure lehren, wie bei Kraftanlagen solchen Eventualitäten am besten vorgebeugt werden kann.

Ueber die Eisbildung an Gewässern gibt immer noch am besten Aufschluß die grundlegende Schrift von Dr. phil. G. Lüscher. Seither sind auch in Fachzeitschriften vereinzelt Aufsätze über das nämliche Thema erschienen, die aber immer einen speziellen Fall im Auge haben. Die in Betracht kommende Literatur ist in der Fußnote aufgeführt¹⁾.

¹⁾ Dr. phil. G. Lüscher, Ing., Aarau. Das Grundeis und daherige Störungen in Wasserläufen und Wasserwerken. Diss. Aarau 1906.

Reg.-Baumeister C. Fr. Schaefer, Baurat der OEW. Biberach-Riß. Eisbildung in stehenden und fließenden Gewässern und Nutzenanwendung hieraus für Wasserkraftanlagen. Deutsche Wasserwirtschaft 1927. Seite 163.

Dr. G. Lüscher, Aarau. Eisstörungen bei Wasserkraftanlagen. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 63, Seite 142.

Direktor J. Maurer, Zürich. Die Schmelzkraft der Sonnenstrahlen. Schweiz. Bauzeitung, Nr. 8, vom 21. Februar 1914.

Reg.-Baumeister a. D. R. W. Müller, Witten. Elektrische Heizung bei Wasserkraftwerken. Schweiz. Wasserwirtschaft, Nr. 6, 1928, Seite 86.

Th. Zschokke. Das Grundeis auf der Aare. Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1855.

Ing. Max Droschl. Das Elektrizitätswerk Fala an der Drau. Betriebserfahrungen bei diesem. Die Wasserwirtschaft 1929, Seite 442.

Oberregierungsrat Friedr. Ratz, Neubauamt Bamberg. Eisverhältnisse an der Mainstufe Viereht bei Bamberg. Wasserkraft und Wasserwirtschaft, 3. Heft. 1. Febr. 1930.

Bei der Eisbildung sind stehende und fließende Gewässer zu unterscheiden. Von fundamentaler Bedeutung ist die physikalische Erscheinung, daß Wasser am schwersten bei 4° C ist, daß also kälteres oder wärmeres Wasser sich über dieser Schicht befindet.

In stehenden Gewässern beginnt die Eisbildung bei 0° an der Oberfläche. Da das Wasser unter 4° spezifisch leichter ist, bleibt es an der Oberfläche, die Wasserteilchen ändern also ihre Lage nicht mehr.

In fließendem Wasser dagegen erfolgt eine Umschichtung. Die ganze Wassermasse kühlt sich ab. Wenn die Erstarrung an der Oberfläche beginnt, dann ist auch das Wasser an der Sohle nahe dem Nullpunkt. Nur an konkaven Stellen und in Stauhaltungen gleicht der Vorgang der Abkühlung mehr dem ruhenden Wasser, d. h. es kann sich Oberflächeneis bilden. Wenn also die Wassergeschwindigkeit nicht zu groß ist, bildet sich auch auf dem fließenden Wasser eine Schicht von Oberflächeneis. Diese Tatsache ist von größter Bedeutung für die Kanäle und Stauhaltungen der Kraftwerke.

Infolge der Durchkühlung des Wassers bis auf den Grund entstehen auch hier Eisbildungen, die den Grund schichtweise bedecken. Dieses Eis wird beobachtet, wenn es mit Kies und Sand beladen aufsteigt. Von diesem Eis stammt offenbar der Name Grundeis. Das ist aber nicht die einzige Entstehungsursache des Grundeises. Es bildet sich auch dadurch, daß von der Oberflächeneishaut Eispartikel losgerissen werden, welche die ganze Eismasse durchsetzen. Es bilden sich schneeflockenartige Eisansammlungen, die nach der Sohle abgesaugt werden.

Dr. Lüscher unterscheidet drei verschiedene Grundeisarten:

1. blättriges Grundeis,
2. körniges Grundeis,
3. Gallerteis,

je nach der Zusammengruppierung der im Wasser treibenden Kristallelemente auf der Flußsohle.

Blättriges Grundeis bildet sich in ruhigerem Wasser an konkaven Uferstellen, in Kol-

Eine neue Anwendung der elektrischen Heizung. Schweiz. Bauzeitung, Nr. 8, vom 25. August 1900.

Die Eisgefahr im Winter 1928/29 und ihre Bekämpfung. Die Bautechnik, Heft 1. 1930.

J. Karlsson und P. Wilh. Werner, Ingenieure. Eisbeseitigung bei Kanälen und Stauwerken. Wasserkraft-Jahrbuch 1927/28. Seite 274.

Ing. H. Grengg, Graz. Die Erfahrungen der steirischen Großkraftwerke im Winter 1928/29. Die Wasserwirtschaft, No. 10 vom 5. April 1929.

Ministerialrat Krenzer, München. Eisverhältnisse an der Donau. Deutsche Wasserwirtschaft, No. 4 vom 20. April 1930.

Geh. Rat Th. Freytag, München. Eisschwierigkeiten bei Wasserkraftanlagen und deren Abwehr. Wasserkraft-Jahrbuch 1927/28. Richard Pflaum, München.

ken, Profilerweiterungen, am Ende von Stromschnellen und von Verengungen.

Körniges Grundeis bildet sich in grosser Strömung und bei stärkerer Wirbelbewegung in Stromschnellen usw.

Gallerteis ist die Folge des Zusammentrittes und des Durcheinandermischens von mit Eispartikeln geschwängertem Wasser von verschiedener Temperatur. Gallerteis tritt stets bei plötzlicher Veränderung der Wassertemperatur auf, beim Uebergang von Frost zu Tauwetter und umgekehrt. Der unvermittelte Wechsel von benetzten Querschnittflächen hat eine Aenderung der Wassergeschwindigkeit in Wasserläufen zur Folge und begünstigt die Gallerteisbildung. Die Gallerteisbildung erreicht ihren höchsten Stand, wenn große Massen aus Stromschnellen oder Kanälen mit großer Wassergeschwindigkeit abtreibenden Grundeises in das an einer Staustelle mit großer Querschnittfläche und kleiner Wassergeschwindigkeit unter dem Schutze einer Oberflächenschicht noch wärmere Wasser geführt werden.

Streng genommen gehört das Gallerteis nicht zum Grundeis, wird aber allgemein als solches bezeichnet. Die Gallerteisbildung ist namentlich für die Wasserwerke von der größten Bedeutung, denn die schwersten Grundeisstörungen treten dort auf, wo bei Wasserwerken die Stau- und Kanalverhältnisse der geregelten Abführung des zutreibenden Grundeises hinderlich, der Gallerteisbildung in der Folge aber förderlich sind.

Das Grundeis gleicht einer zähen Flüssigkeit, es ist nicht faßbar, setzt sich überall fest und stört oft den ganzen Wassertransport. Kaum gelöst, hängen die Schollen sofort wieder aneinander, wenn sie nicht einzeln sofort abgeführt werden.

Die kräftigste Grundeisbildung erfolgt dort, wo Wasser mit großer Geschwindigkeit plötzlich durch Hindernisse gestört wird, und wo die Strömung in senkrechte Wallungen und Sprudel sich umsetzt.

Allgemeines über die Kälteperiode im Februar/März 1929.

Harte strenge Winter, in denen Flüsse und Seen zufrieren, sind im allgemeinen selten. Seit 1400 lassen sich nach den Chroniken folgende sehr kalte Winter feststellen²⁾:

²⁾ Nach Mitteilungen von Dr. J. Maurer, Direktor der eidgenössischen meteorologischen Zentralanstalt in Zürich.

Jahrhundert	Jahre	Zahl
1400—1500	1408, 1435, 1444, 1461, 1465, 1469, 1477, 1491	8
1500—1600	1514, 1517, 1551, 1563, 1565, 1571, 1573, 1587	8
1600—1700	1600, 1608, 1660, 1684, 1695	5
1700—1800	1709, 1716, 1718, 1740, 1755, 1763, 1789, 1799	8
1800—1900	1830, 1880, 1891, 1895	4
1900—1930	1907, 1929	2

Temperaturmittel strenger Winter in Zürich.

	Dezember	Januar	Februar
1829—30	—5,5	—9,2	—3,6
1879—80	—8,6	—5,2	+0,4
1890—91	—5,6	—5,4	—2,2
1894—95	—0,5	—4,6	—7,0
1906—07	—1,8	—1,2	—1,8
1928—29	+0,6	—4,3	—6,7

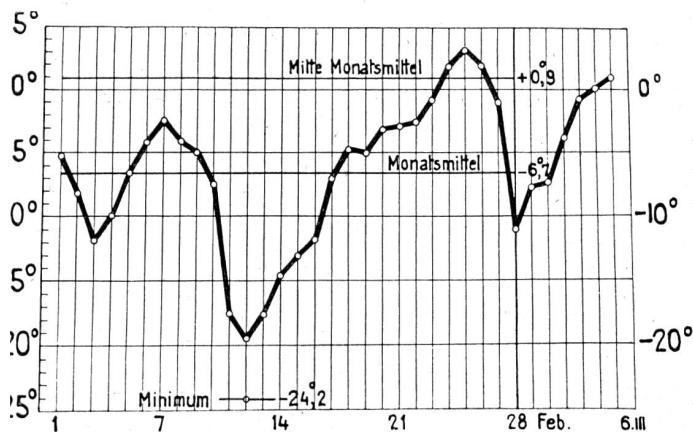


Abb. 1. Tägliche Mitteltemperatur des Februars 1929 in Zürich.

Ganz unerwartet folgte einem mäßig kalten Januar 1929 mit $-4,3^\circ$ Mitteltemperatur in Zürich ein sehr strenger Februar. Die graphische Darstellung (Abb. 1) zeigt die abnorme Temperaturbewegung in ihren Einzelheiten. In den Tagen des 12./13. Februar standen wir an der Grenze dessen, was bei uns seit 100 Jahren an Winterstrenge verzeichnet worden ist. Der schwere Kälteeinbruch von Nordosten her, der in der Nacht vom 11. zum 12. Februar noch mit einer starken Ausstrahlung über einer weiten Schneefläche verbunden war, brachte am Morgen des 12. Februar eine Kälte bis zu 35° . Die tiefste Temperatur betrug im Jahre 1830, Anfang Februar, -23° .

Es ist klar, daß bei solchen Temperaturen Seen und Flüsse in Eis erstarren.

Für die ungewöhnliche Winterstrenge des Februars 1929 war in erster Linie ausschlaggebend die sehr intensive Hochdruckzone, die aus dem Innern Rußlands sich weit west- und südwestwärts gegen die Alpen erstreckte, und die ihre räumliche Ausdehnung wochenlang beibehielt. Die Schneebedeckung des Bodens hat durch Begünstigung der Ausstrahlung zur Erhaltung dieser Lage beigetragen. Eine große Zahl sich rasch folgender Kälteeinbrüche aus dem Nordosten sorgte dann immer wieder für neue Kältezufuhr und Kälteansammlung bis weit gegen Süden hin. So kam es zu den für unmöglich gehaltenen Temperaturminima.

Die Aare vom Bielersee bis unterhalb Solothurn.

Die Juraseen wiesen Anfang 1929 einen hohen Stand auf. Sie sanken dann bis Mitte März. Die

12 Seitenschützen des Nidauwehres waren Anfang 1929 geschlossen, die 20 Mittelschützen offen. Vom 6. Januar ab wurden auch die Mittelschützen nach und nach geschlossen, gegen Ende Februar war nur noch eine Schütze offen. Der Abfluß der Aare bei Büren betrug Anfang Februar noch $121,2 \text{ m}^3/\text{sec}$ und sank dann nach und nach bis zum 24. Februar auf $81,8 \text{ m}^3/\text{sec}$, womit der tiefste Wasserstand erreicht war. Die Aare führte also auch während der extremen Kälteperiode verhältnismäßig viel Wasser.

Die Aare vom Bielersee bis zur Mündung der Großen Emme unterhalb Solothurn steht ganz unter dem Regime des Bielersees. Der Bielersee froh am 21. Februar gänzlich zu. Im Bereiche des Nidau-Bürenkanals ist die Aare beidseitig eingedämmt. Der ganze Wasserlauf der Aare oberhalb der Emmemündung steht unter der Wirkung des Staus, verursacht durch die Felsschwelle von Emmenholz und die Einengung bei Solothurn, andererseits durch die Verlängerung des Flußlaufes infolge der Krümmungen zwischen Arch und Lüßlingen (ca. $3,5 \text{ km}$). Das Gefälle von Emmenholz an aufwärts variiert von $0,09$ bis $0,12 \text{ ‰}$. Oberhalb Büren ist das Gefälle mit ca. $0,2 \text{ ‰}$ im Nidau-Bürenkanal wieder stärker.

Es ist klar, daß die geringe Wassergeschwindigkeit auf der Aarestrecke bis Emmenholz der Bildung³⁾ von Oberflächeneis sehr günstig war. Andererseits boten die seichten Uferpartien und die Kies- und Sandbänke der Bildung von Grundeis Vorschub. Am 11. Februar begann die Aare im Gebiet der Stadt Solothurn (oberhalb der Eisenbahnbrücke) sich mit einer zunächst dünnen Eisschicht zu bedecken. Diese Eiskecke breitete sich dann weiter flußaufwärts aus. In Altreu ist die Aare am 13. Februar vollständig zugefroren. Oberhalb Büren, im Gebiet des Nidau-Bürenkanals bis zum See, kam es dagegen nicht zur Bildung einer zusammenhängenden Eisschicht. Auch unterhalb Solothurn bis zum Wehr des Kraftwerkes Wangen blieb die Aare offen. Im Gebiet der Stadt Solothurn und der Felsschwelle von Emmenholz hat sich in der starken Wasserströmung offenbar Grundeis bilden können.³⁾

Beschreibung der Eisverhältnisse der einzelnen Werke.

Elektrizitätswerk Luterbach der Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals A.-G. Solothurn.

In der Nacht vom 11./12. Februar wurde am Turbineneinlaufrechen ein starkes Treiben von Eisschnee wahrgenommen, das sich jedoch infolge

³⁾ Siehe Dr. G. Lüscher u. a. O., Seite 112. Mitteilungen von Hugli über die Grundeisbildung auf der Aare in Solothurn.

der weiten Rechenöffnungen von 70 mm nicht festsetzen konnte und durch die Propellerturbinen abgeleitet wurde. Auch das Platteneis, das am 1./2. März angeschwemmt kam, konnte durch Rechen und Turbinen abgeleitet werden.

Eine Betriebsstörung oder zeitweilig nennenswerte Leistungsverminderung der Centrale trat nicht ein. Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Kanalanlage kein festes Stauwehr besitzt und das Treibeis von der starken Strömung der Aare vom Kanaleinlauf abgezogen wurde.

In der Kanalverbreiterung direkt oberhalb der Centrale, anschließend an den dortigen Schwimmsteg, bildete sich rasch eine zusammenhängende Eisdecke, die sich im Kanal bis auf eine Länge von 2 km aufwärts bis gegen das Fahrhöfli ausdehnte.

Diese Eisdecke von ca. 2 km Länge vermochte das am oberen Ende ankommende Grund- und Treibeis nicht vollständig aufzufangen, ein großer Teil davon gelangte unter der Eisdecke durch vor das Maschinenhaus (Abb. 4), wo es von der auf-



Abb. 2. Elektrizitätswerk Wangen. Wehranlage und Kanaleinlauf.

Elektrizitätswerk Wangen a. d. Aare.

Oberhalb der Wehranlage Hohfuren des Elektrizitätswerkes Wangen (Abb. 2) ist das Flußgefälle verhältnismäßig groß und die Stauspiegelbreite nicht wesentlich größer als die Flußbreite der Flußstrecke unterhalb des Wehres. Infolge dieser Verhältnisse vermochte sich auch in der strengen Kälteperiode vom Februar dieses Jahres dort keine zusammenhängende Eisdecke zu bilden.

Die in der Nacht vom 11./12. Februar erstmals im Staugebiet ankommenden Treib- und Grundmassen sind daher bis auf einen kleinen Rest, der über die vor dem Einlauf liegenden versenkbaren Grundablaß-Schützen abgeleitet werden konnte (Abb. 3), in den Oberwasserkanal gelangt.

gebotenen Hilfsmannschaft durch den Rechen und die Maschinen und durch den Leerlauf abgeleitet werden konnte.

Die Geschwindigkeit beträgt im Kanal bei Vollast rund 1,1 m/sek beim Fahrhöfli, wo die Kanalwände beidseitig betoniert und der Querschnitt durch eine Mittelwand eingengt ist, bis 1,4 m/sek. Die geschlossene Eisdecke endigte etwas unterhalb Fahrhöfli und dort wurden die ankommenden Grund- und Treibeismassen mit großer Geschwindigkeit unter und über die Eisdecke geschoben, so daß sich bis oberhalb Fahrhöfli eine immer größer werdende Packeismasse bildete (Abb. 5). Weiter kanalaufwärts ist bisher nie eine zusammenhängende Eisdecke entstanden.

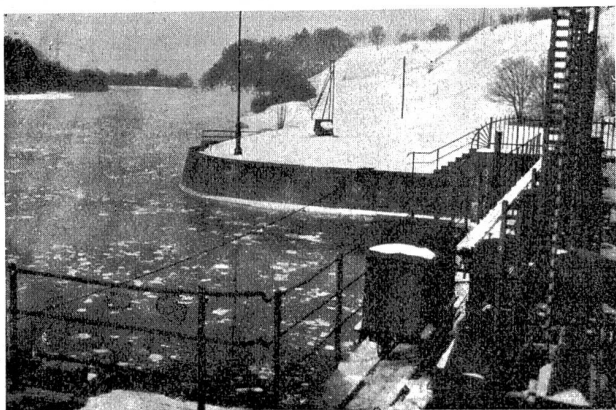


Abb. 3. Elektrizitätswerk Wangen. Kanaleinlauf. 12. Febr. 1929.

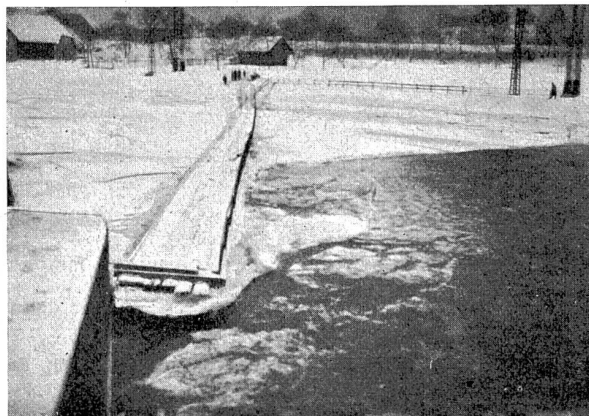


Abb. 4. Elektrizitätswerk Wangen. Unter der Eisdecke auftauchende Grundeismassen bei der Zentrale.



Abb. 5. Elektrizitätswerk Wangen. Packeis beim Fahrhöfli im Oberwasserkanal.

Durch die Eisanschoppungen wurde der Durchflußquerschnitt des Kanals immer kleiner, das Wasser gestaut. Man mußte den Zufluß zum Kanal reduzieren, um die Kanaldämme nicht zu gefährden. Der Betrieb mußte schließlich ganz eingestellt werden, um die im Kanal befindlichen Eismassen durch den Leerlauf abzuschwemmen. Die Abschwemmung begann am 14. Februar vormittags und dauerte bis 15. Februar vormittags. Obwohl dieser Leerlauf eine Breite von nur 6,0 m hat, konnte der Kanal in 24 Stunden gereinigt werden. Eine wesentliche Mithilfe war dabei nicht notwendig. Durch Lösen der großen Platten an den Kanalufeln und Zerkleinern besonders großer Platten vor dem Leerlauf wurde die Wirkung etwas beschleunigt. Am 15. Februar mittags war die Zentrale wieder normal in Betrieb, allerdings mit stark reduziertem Gefälle. Infolge der Eisanschoppungen im Staugebiet von Wynau stieg der Unterwasserspiegel am 12. Februar bis 2 m über Normal.

(Fortsetzung folgt)

Die Elektrizität an der Zürichsee-Ausstellung „Geist und Fortschritt“ in Wädenswil, vom 26. Juli bis 11. August 1930.

Die Ausstellung wurde vom Gewerbeverband am Zürichsee organisiert und zeigte somit hauptsächlich Erzeugnisse von Gewerbe und Kleinindustrie der Zürichseegegend.

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich hatten eine vollständig elektrische Küche eingerichtet mit zwei Bratofenherden, System Bachmann & Kleiner, Oerlikon, einem Boiler der Firma Boller & Co., Wädenswil, und den Nebengeräten, verschiedener Herkunft, wie Kochkiste, Bretzeleisen, Toaster, Wärmeplatten, Mixer, Küchenmotor, Handtrockner usw.

Die Wädenswiler Apparatefabrik Boller & Co. zeigte Boiler und Akkumulieröfen in verschiedenen Größen, kleine Rohrheizkörper für Badezimmer-, Ergänzungs- und Übergangsheizung, ferner eine Quarzlampe für Violettbestrahlungen und einen automatisch ausschaltenden Bügel-eisenrost.

Schultheß & Co., Zürich, brachte verschiedene Wasch- und Auswindmaschinen.

Ing. Kägi-Treulin, Pfäffikon/Etzel, als Vertreter der Savage-Fabrikate, demonstrierte Wasch- und Bügelmaschinen, Geschirrspülapparate und verschiedene Massageapparate.

Ein großer Stand der Calora A.-G., Küsnacht, zeigte die bekannten Heizteppiche und -kissen, sowie Bandagen für die verschiedensten therapeutischen Zwecke. Die Firma baut auch Kleinboiler.

In elektrischen Brutanlagen konnte man das Ausschlüpfen von Küken beobachten. Die Eier werden in