Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 37 (1945)
Heft: 7-9

Artikel: Störende Eisbildungen und Kraftwerksbetriebe
Autor: Lüscher, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920791

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: 02.07.2025

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

Störende Eisbildungen und Kraftwerksbetriebe

Von Dr. *G. Lüscher*, Ing., Aarau

Man beschäftigt sich gewöhnlich nicht gerne mit den Eisbildungen; ausnahmsweise wird man aber doch dazu gezwungen und ist dann erstaunt über die Hilflosigkeit solchen aussergewöhnlichen Naturereignissen des Eistreibens und gelegentlicher Kanalverstopfungen gegenüber. Als Präsident des Verbandes der Aare-Rheinwerke schrieb der leider zu früh verstorbene Ing. *A. Moll* im Vorwort zu der Zusammenstellung von Ing. *A. Härry* über «Die Eisverhältnisse bei den Kraftwerken an Aare und Rhein vom Bielersee abwärts bis Basel im Februar/März 1929»: «Die ausserordentlich strenge und langandauernde Kälteperiode im Februar/März 1929 hat für die Wasserkraftanlagen verschiedene Ueberraschungen gebracht.»

Dass von Zeit zu Zeit solche Schwierigkeiten auftreten, wissen wir; sie sollten uns vorbereitet finden und nicht überraschen können; aber wenn sie wieder einmal überstanden sind, hofft man, sie kommen lange nicht mehr und unterlässt weitere Massnahmen. Es ist aber notwendig, dass man schon bei der Projektierung die erforderlichen Vorkehren trifft, um solchen Schwierigkeiten zu begegnen. Seit meinen Untersuchungen, die 40 Jahre zurückliegen, wissen wir, dass die hauptsächlichen Störungen bei Flüssen und Kanälen auftreten, die der Grundeisbildung unterworfen sind, weil die Wassergeschwindigkeit zu gross ist, um die Oberflächeneisbildung zu ermöglichen. Dann strahlt die Bettsohle in den Winterhimmel bei klaren Nächten aus, kühlt sich bis nahe Nullgrad ab und überzieht sich mit Grundeis, das genährt wird durch die Wirbelbewegungen, die Eisnadeln von der Oberfläche zuführen und durch Luftblasen bei Sprudelung, die unterkühlt an der Sohle auftreffen können. Die Erfahrung zeigt, dass im Interesse der Kraftnutzung und der Kanalisierung zur Verhinderung von Eisstörungen die Stufeneinteilung der Gewässer so getroffen werden muss, dass das Unterliegerwerk das Oberliegerwerk einstaut: Der Unterlieger gewinnt an Energie mehr als der Oberlieger verliert und kann ihn daher entschädigen; für die Schiffahrt wird durch das ruhig dahinfliessende Unterwasser des Oberliegerwerkes die erforderliche Wassertiefe ohne grosse Baggerarbeit geschaffen. Die entstehende Eisdecke an der Wasseroberfläche verhindert die Ausstrahlung und damit die Grundeisbildung. Die älteren Kraftwerke, z. B. an der Aare, sind sukzessive und ohne systematische Stufeneinteilung entstanden; zur Schiffbarmachung muss die Einstauung nachträglich angeordnet werden. Dasselbe gilt für die Rheinwerke, auch hier muss die Einstauung durchgeführt werden, wo es das Gelände zulässt. Das Projekt Birsfelden beider Basel (Verfasser O. Bosshardt) sieht eine Einstauung am Wehr der Werke Augst und Wyhlen von 1,9 m vor gegen Rücklieferung von ca. 60 Mio kWh. (Siehe Wasser- und Energiewirtschaft Nr. 3/4 März/April 1942.)

Aus den Veröffentlichungen der letzten Jahrzehnte erkennt man, dass die grossen Werke angefangen haben, ihre Erfahrungen zu sammeln und zu veröffentlichen. Auch die physikalischen Institute haben begonnen, sich der Sache anzunehmen. Für solche Untersuchungen sind aber ihre Laboratorien ungeeignet, weil die Natur mit immer wechselnden Einflüssen und meteorologischen Einwirkungen sehr verschiedenartig wirkt. Es wäre zu begrüssen, wenn zum Beispiel das Wasserbaulaboratorium der E.T.H. Zürich eine systematische Untersuchung an Hand von Modellen durchführen wollte. Der Verfasser betrieb einige Jahre ein eigenes Laboratorium an der Suhre bei Aarau, aber für einen Privaten ist ein solches Unternehmen zu teuer.

Seit meiner nun 40 Jahre zurückliegenden Veröffentlichung der Grundlagen meiner Grundeisstudien sind mir verschiedene Veröffentlichungen zugegangen, denen zu entnehmen ist, dass sich meine Folgerungen überall bestätigt haben. So hat mir z. B. der Abteilungschef des physikalischen Hauptobservatoriums in Leningrad mit Dank und dem Ausdruck höchster Bewunderung eine Zusammenstellung der hochinteressanten amtlichen Berichte meteorologischer Beobachter, Leuchtturmaufseher, Kapitäne, Lehrer und Priester mit einigen Fragestellungen zugesandt.

Die «Zeitschrift für das Turbinenwesen» brachte in Buchbesprechungen und Abhandlungen verschiedene Auffassungen, auch die österreichische amtliche Zeitschrift «Der Baudienst» schrieb 1918 einiges über den Gegenstand. 1930 erschien in der vorliegenden Zeitschrift «Wasser- u. Elektrizitäts- (jetzt Energie-) Wirtschaft» Nr. 9—12, Sept./Dez. die eingangs erwähnte Abhandlung von Ing. A. Härry über interessante Erfahrungen an den dem Verband Aare-Rheinwerke angegliederten Kraftwerken und endlich stellte mir die Redaktion eine Schrift zur Besprechung zu: *Olaf Devik*, «Thermische und dynamische Bedingungen der Eisbildung in Wasserläufen, auf norwegische Verhältnisse angewandt» (Oslo 1931, 100 S., Kr. 9.50) Kleinere Arbeiten mehr theoretischer Art betr. Untersuchungen im Laboratorium in «Dinglers Politechnisches Journal» usw. seien nur erwähnt.

Ich finde also meine grundlegenden Arbeiten bestätigt und konstatiere, dass weitere Fortschritte im Schutze der Werke vor Störungen durch Eisbildung seit 40 Jahren nicht zu verzeichnen sind. Auch die interessante Schrift von Olaf Devik legt eigentlich nur die «quantitative Analyse des Einflusses verschiedenster Wärmequellen» vor und schliesst sich meiner Untersuchung in der Hauptsache an, ohne auf Abhilfevorschläge einzutreten.

Laut den amtlichen russischen Berichten kommt im europäischen wie im asiatischen Russland die Bildung des Grundeises auch in manchen Seen bei Wassertiefen von 2 bis 3 Meter vor, so im Kaspischen Meere, auf den Teichen im Wolinsker Gouvernement und im Witsker Gv., auf dem Inkoskoje-See im Nowgoroder Gv., auf dem Tschudkoje-See im Petersburger Gv.; auf dem Ladogasee in der Nähe des Leuchtturmes «Sucho», dessen amtlicher Aufseher Sacharowo ein interessantes Material sammelte. Sonderbar ist, dass am Ladogasee in der Nähe des Leuchtturmes ca. 25 km von New Ladoga entfernt, der die Untiefe und Klippen anzeigt, ein west-ost verlaufender Streifen des Sees von ca. 50 bis 60 km auf die Breite von Null bis 20 km Nord-Süd niemals gefriert. Die Grösse des Streifens kann man am Himmel jederzeit ablesen, wenn der See im übrigen überfroren ist. Der Streifen teilt den nördlichen Teil des Sees (ca. die Hälfte) vom südlichen. Ueber diesen Untiefen findet nach meiner Anschauung der Wärmeaustausch aus dem sehr tiefen Nordbecken zu dem ebenfalls tiefen Südbecken statt, darum kommt eine Eisdecke nie zustande. Dagegen nähert sich bei kaltem Nordwind der nördliche Rand der Eisdecke dem südlichen manchmal so weit, dass sie beinahe zum Schluss kommen. Sobald aber der Nordwind nachgibt, weicht die nördliche Eisdecke wieder auf den alten Stand zurück. An den Felsbarrieren oder felsigen Untiefen bildet sich dann Grundeis, das auch die Netze der Fischer bedeckt, so dass sie beim Herausheben als ein Fass erscheinen und unter Umständen mit dem Eis aufschiessen und samt ihren Verankerungen an der Oberfläche anfrieren oder forttreiben. Auch verlorene Schiffsanker und Bestandteile gekenterter Schiffe kommen mit der Grundeisumhüllung zum Auftrieb, die Gegenstände werden dann als Strandgut eingeholt.

Das Grundeis heisst in Sibirien (Jennissei) *Schuga*, in der Dnjepr-Gegend *Salo*, um Petersburg-Ladogasee *Swin* (Zinn, wegen seines grossen Gewichtes).

Die Abhandlung von *Olaf Devik* bestreitet zwar das zuerst von mir festgestellte Vorkommen von Grundeis auf Seen und stehenden Gewässern, wie auch die Ausstrahlung und Abkühlung der Flussbettsohle in den klaren und kalten Winterhimmel, was aber seinen sehr wertvollen theoretischen Untersuchungen im Laboratorium nicht Abbruch tut, denn er hat wie viele andere noch keinen an der Sohle gefrorenen See angetroffen und beobachtet. Auch im Zürichsee zeigt sich Grundeis bloss gelegentlich an seichten Ufern, zwischen Schilfhalmstengeln schwebend.

Der russische Beobachter Schiffskapitän *W. S. Astrachanjow* berichtet von Krassnojarsk (Sibirien): Man bemerkte, dass sich in klaren Nächten mehr Schuga bildet, es geschehe das deswegen, weil bei Frost klare Nächte mehr abkühlend wirken (durch die Ausstrahlung). Das Wasser lässt die Kälte durch bis zum Grund, seine Temperatur aber geht nicht unter Null Grad. Ein anderer Berichterstatter, *Krajew*, Korrespondent des physikalischen Hauptobservatoriums, Oberst a. D., berichtet von seiner meteorologischen Meßstation folgendes: «Am Dnjepr, 25 Saschen = 52,5 m oberhalb des Dammes, auf dem ich stehe beim Dorf Onossowa, befindet sich eine Brücke von alter Konstruktion über den Dnjepr, gewölbt höckerig auf vier Holzpfahljochen ruhend. Sie hindert die Eisbildung, weil sie das Flussbett vor Abkühlung schützt. Die Brückendecke schirmt die Ausstrahlung ab.» Nach Erscheinen meiner Veröffentlichung vor 40 Jahren schrieb mir der bekannte Geologe Prof. *Mühlberg*, Aarau, dass die Feststellung der Sohlenausstrahlung richtig sein müsse, denn sie ergebe sich aus der Tatsache, dass unter der Fahrbahn der Kettenbrücke über die Aare in Aarau sich kein Grundeis bilde, auch wenn im übrigen die Aarebettsohle mit Grundeis bedeckt sei.

Wenn man oberhalb von Stauwehren oder in Kanälen mit für die Oberflächeneisbildung zu grosser Strömungsgeschwindigkeit die Bildung einer Oberflächeneisschicht ermöglichen kann, wird die Grundeisbildung unterbrochen, die Ausstrahlung wird abgeschirmt, fliessende Kristalle legen sich an. Auch eine Bretterdecke, Stangen oder Rutengerippe können die Eisdeckenbildung ermöglichen. Andere russische Beobachter weisen mehrfach darauf hin, dass die Ketten der sibirischen Kettenschiffahrten über Stromschnellen im Winter von dem sie umhüllenden Grundeis über Wasser hochgehoben werden, sofort geputzt werden müssen, sonst reissen sie ab und werden fortgetragen. Um Störungen der Schiffahrt im nächsten Frühjahr zu vermeiden, werden die Ketten im Spätherbst aufgehaspelt, oder es müssen Arbeiter auf Pikett gestellt werden, die herbeigerufen werden zur Reinigung der auftreibenden Ketten, was dadurch geschieht, dass mit rauhen Stangen und Bretterleisten vom Waidling aus an den Ketten sägeartige Streichbewegungen gemacht werden. Elektrische Durchströmung könnte wohl Abhilfe schaffen, aber sie kommt wohl teurer als das bisherige

Verfahren; dieses kann genügen, weil die Schiffahrt wegen der Gefahr der Grundeisbildung unter dem Schiffsboden, die bis zur Fußsohle reicht, ruhen muss. Beim Freimachen erhalten diese Schiffe gerne Löcher in der Schale, die zwar mit Grundeis vorübergehend gestopft werden können. Ueberlässt man das Schiff sich selbst, so kann es leicht den hölzernen Boden verlieren.

Mit der fortschreitenden Ausnützung der Wasserkräfte durch Stauhaltungen werden sich die Verhältnisse bessern. Aber der Bauingenieur wird in nordischen Ländern noch mehr als bei uns Bedacht auf die Hebung der Eisstörungen nehmen müssen. Um den Rechen frei zu halten, kann eine Verschalung unter dem Rechenboden und den Rechenstäben entlang bis ins Wasser tauchend angebracht und durch diesen Raum heisse Abluft der Generatoren oder Oefen mittelst Ventilator durchgeleitet werden. Andere Mittel sind die Ermöglichung der Bildung der Obereisschichten und Abweistauchbalken zu Eisablässen, wobei aber den Rechen entlang ein schmaler Streifen eisfrei gescheuert werden muss, oder durch einen vorgelegten Holzbalken das Oberflächeneis abgegrenzt wird, weil das Eis ein um 10 % grösseres Volumen einnimmt und so die Rechenstäbe verkrümmen könnte. Wichtig ist die Erhaltung der Betriebsbereitschaft der Schützen-Tore und Mechanismen, was einfach ist, wenn der Konstrukteur das «Eisungeheuer» nicht vergisst und Rollen und Auflagebalken derart aus Profileisen zusammennietet, dass ein Hohlkörper entsteht, durch den man die heisse Luft[1] leitet, eventuell durch einmontierte Gasröhren. Es sollte nicht mehr vorkommen, dass Werke wegen Eisschwierigkeiten stillgelegt werden müssen (Wangen an der Aare, Rheinfelden, Brugg, Aarau teilweise etc. im Winter 1929). Die gesammelten Aufzeichnungen des Aare-Rheinwerk-Verbandes durch Dipl.-Ing. A. Härry 1929/30 sind eine wahre Fundgrube für den mit Abhilfe bedachten Fachmann.

Sonderbarerweise schliesst Olaf Devik seine umfangreiche Studie über norwegische Eisverhältnisse in den Jahren 1926—28 mit den Worten: «Für eine genauere Untersuchung dieser Frage ist aber das vorliegende Material nicht genügend», während Ing. A. Härry als Zusammenfassung der Ereignisse der Frostperiode 1929/30 die richtigen Schlüsse zieht, wobei beide erwähnen, dass sie mein Buch über «Das Grundeis» kennen.

Die Entstehungsgeschichte der Wasserwerke bringt es mit sich, dass zwischen gut angelegten neueren Werken solche älteren Datums liegen, denen alle guten Konstruktionseigenschaften zum Durchhalten solcher Frostperioden fehlen und die als Oberlieger gezwungen sein können, treibendes Eis abzulassen, während der modern eingerichtete Unterlieger an der Bildung einer Obereisschicht arbeitet und vom Oberlieger daran gestört wird. Darum müssen sich die Werke verständigen, und es ist sehr zu begrüssen, dass die Werke Beznau und Basel in der Periode 1929/30 einen Meldedienst unterhielten und im Einvernehmen arbeiteten. Dass Rheinfelden eine Woche lang den Betrieb einstellen musste, ist bedauerlich. Durch zu gelegentlich geöffneten Eisschützen schief schwimmende Tauch-Abweisbalken und durch Beobachtung der oben angegebenen Vorsichtsmassregeln wären sicher Erleichterungen zu erzielen.

Wir müssen diese Störungen, die von Zeit zu Zeit eintreten, überwinden. Wenn die Bautechnik mit dem Turbinenkonstrukteur Schritt hält, so kann der Fortschritt auch auf diesem schwierigen Gebiete nicht ausbleiben. Vor 40 Jahren waren die Turbinen mit ihren kleinen Schaufelöffnungen nebst zu engen Rechen der heikelste Teil, der heute überwunden ist. Der Bauingenieur hat hier noch manches nachzuholen.

[1] Nischenpolster, die Olten-Gösgen erwähnt, müssten Kautschuksäcke, durchströmt von Warmluft, sein, sonst würden die Polster mit Feuchtigkeit gesättigt.

Binnenschiffahrt nach und in der Schweiz

Von Kantonsingenieur *E. Pletscher*, Schaffhausen

I.

Zu diesem Thema haben sich in den letzten Jahren bekannte Ingenieure vernehmen lassen, so der Bauingenieur Dr. phil. G. Lüscher, Aarau, der Mathematiker Dr. sc. techn. A. Eggenschwyler, Schaffhausen, und der Sachverständige für Binnenwasserstrassen, dipl. Ingenieur H. Blattner, Zürich.

Dr. phil. *G. Lüscher* will mit seiner 1942 herausgegebenen Publikation «Die schweizerischen Binnenschiffahrtsprojekte» das Interesse für unsere Schiffahrtsprojekte wecken, deren Bedeutung im Rahmen des mitteleuropäischen Wasserstrassennetzes aufzeigen und ihre wirtschaftlichen und technischen Grundlagen darlegen. Dr. Lüscher hat viele wertvolle technische Angaben aus dem Gebiet der Binnenschiffahrt zusammengestellt, unter anderm auch aus dem offiziellen deutschen Führer für die Basler Ausstellung für Binnenschiffahrt im Jahre 1926, der