Betriebliche Vorkommnisse und Erfahrungen beim Eisgang vom Winter 1962/63 auf Aare und Rhein

Autor(en): **Kranich, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **56 (1964)**

Heft 1

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921797

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BETRIEBLICHE VORKOMMNISSE UND ERFAHRUNGEN BEIM EISGANG VOM WINTER 1962/63 AUF AARE UND RHEIN

Erhebungen bei den Kraftwerken des Verbandes Aare-Rheinwerke, ausgewertet und bearbeitet von L. Kranich, Dipl.-Ing., Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG., Albbruck

DK. 627.54 : 621.221.2

I. ALLGEMEINES

Im Jahre 1928 hat C. Easton eine Skala für die Strenge von Wintern aufgestellt; seine höchsten Stufen sind «sehr strenge» und «grosse Winter». Diese höchsten Stufen wurden seit der Zeit, in der zuverlässige Aufzeichnungen bestehen, nur sehr selten erreicht. Der Winter 1962/63 gehört zu diesen «grossen Wintern». Er war nicht so sehr durch extrem tiefe Temperaturen, als vielmehr durch eine besonders lange Frostperiode gekennzeichnet, sowie dadurch, dass die Kälte sich gleichzeitig über Europa, Nordamerika und Ostasien erstreckte. [1]

Während 1956 die Kälte nur im Februar herrschte und die erhöhten Anforderungen an Personal und Einrichtungen nur für kurze Zeit bestanden, erstreckten diese sich im «Jahrhundertwinter 1962/63» auf mehrere Monate. Es ist daher angebracht, die Erfahrungen, die über jene des Februars 1956 hinausgehen, festzuhalten und auszuwerten. Dabei sollen im wesentlichen nur diejenigen Tatsachen berücksichtigt werden, die nicht schon im Eis-Bericht vom Februar 1956 enthalten sind. [3] Dass der Bericht von 1956 für die einzelnen Unternehmen wertvolle Dienste leistete, war schon daraus zu ersehen, dass während des Winters 1962/63 die Berichte wohl bei allen Betrieben hoch zu Ehren kamen, um für die zu treffenden Entscheidungen die nötigen Anhaltspunkte zu haben, und auf den Erfahrungen früherer strenger Winter und anderer Betriebe aufzubauen. Aber nicht nur für die bestehenden Anlagen, sondern auch, und dies vor allen Dingen, für neu zu erstellende Anlagen werden diese Berichte von Interesse und Nutzen sein.

[1] Literaturhinweis am Ende des Berichtes.

Auf die Theorie der Eisbildung soll im nachstehenden Bericht nicht mehr näher eingegangen werden, da diese von Dipl. Ing. K. Achermann bereits ausführlich im Bericht vom Februar 1956 behandelt wurde. Dafür soll die Illustration des Berichtes etwas reichlicher sein. Die nachfolgenden Ausführungen behandeln das Gebiet der Aare vom Bielersee bis zur Mündung in den Rhein und das Gebiet des Rheins vom Bodensee bis Basel. Allen Werken, die zu diesen Unterlagen ihren Beitrag leisteten und von denen auch die Fotos stammen, sei auch hier der beste Dank ausgesprochen.

II. METEOROLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Der Temperaturverlauf (Tagesmittel) bei der Meteorologischen Zentralanstalt Zürich geht aus Fig. 2 hervor. Die Kälte, die bereits etwa ab Mitte November 1962 einsetzte, dauerte zunächst bis zum 9. Dezember. Am 22. Dezember kam ein erneuter Kälteeinbruch, der bis zum 28. Dezember anhielt. Der 10. Januar war der Anfang einer dritten, lang anhaltenden Frostperiode, die sich zum grössten Teil im Februar fortsetzte und bis zum 6. März 1963 dauerte. Nach Angaben des Frankfurter Wetteramtes wies der Winter eine Kältesumme von 443 Grad auf; diese Zahl ergab sich aus der Addition aller Tagesmittelwerte unter dem Gefrierpunkt. Der Winter 1879/80 brachte es nach den Frankfurter Aufzeichnungen auf 421 Grad.

Diese lang anhaltende Kälteperiode führte auch zu dem «Ereignis des Jahrhunderts», der längsten «Bodensee-Gfrörni» seit Menschengedenken; zum letzten Mal war der Bodensee 1880 völlig gefroren. Der Winter 1962/63 ist wie jener von 1829/30, ein ausgesprochener «Mitteleuropa»-

Fig. 1 Geschlossene Eisdecke oberhalb des Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt am 27. Januar 1963

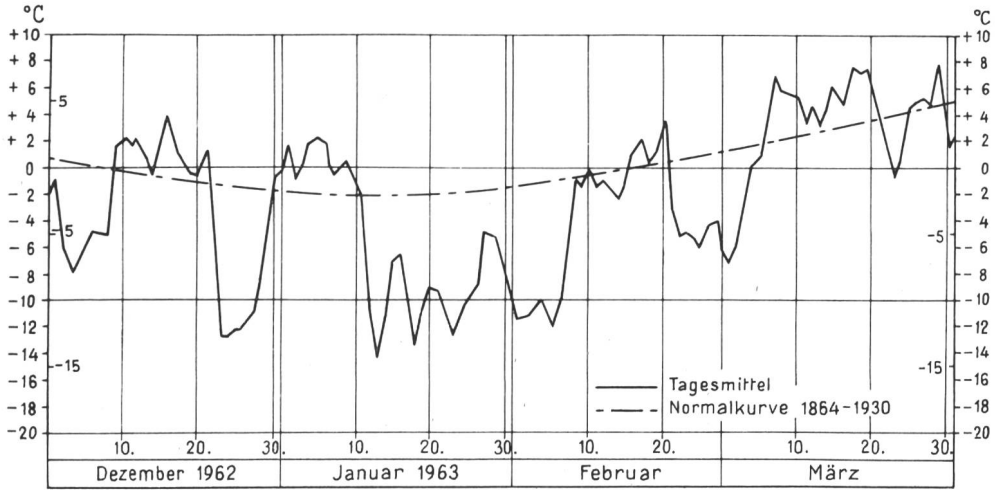


Fig. 2 Temperaturverlauf bei der MZA in Zürich, Dezember 1962 bis März 1963

Fig. 3 Kraftwerk Bannwil: Floss-Schleuse, 23. 1. 1963

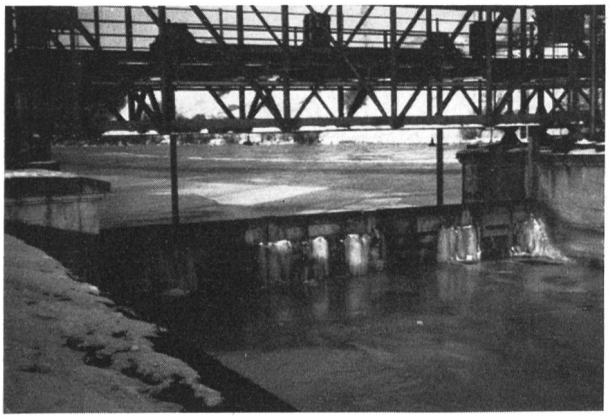


Fig. 4 Kraftwerk Bannwil: Rechenreinigungsmaschine im Einsatz, 25. 1. 1963

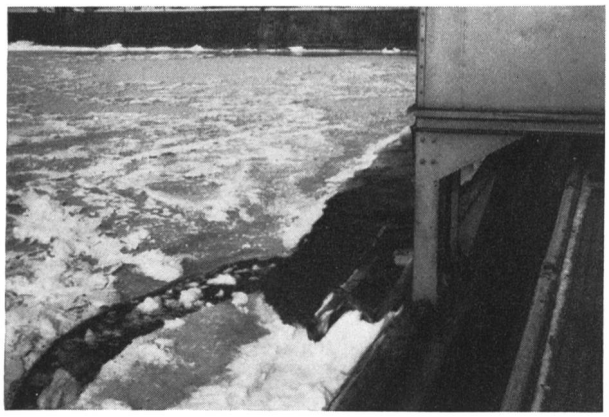
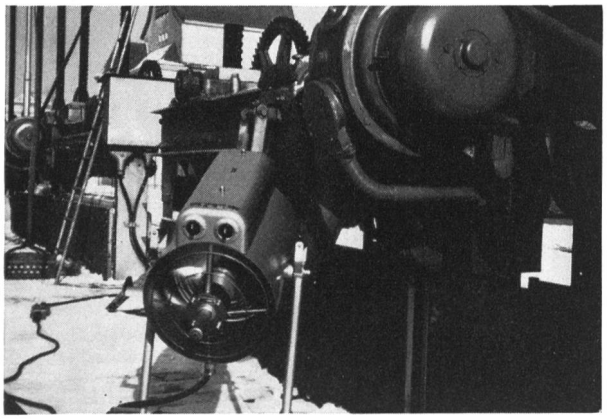


Fig. 5 Kraftwerk Bannwil: Erwärmen der Schützenantriebe bei der Zentrale, 25. 1. 1963



Winter und steht in der Rangliste der Strengwinter an zweiter Stelle nach dem Winter 1829, der an erster Stelle steht. Schon in Stockholm und Berlin findet man ihn erst an elfter Stelle. [2]

Während in Bern im November (27. 11.) 2 cm Schnee fiel, mass man im Dezember an 7 Tagen 26 cm. Grosser und ausgiebiger Schneefall war am 11. und 12. Januar 1963 zu verzeichnen. Am 12. Januar wurde in Bern eine Schneehöhe von 46 cm gemessen. Durch anhaltende Kälte und erneuten Schneefall im Februar war die Schneehöhe in Bern am 5. März 1963 mit 28 cm immer noch recht beachtlich.

III. KÄLTEEINWIRKUNGEN AUF DIE KRAFTWERKANLAGEN

Wegen der grossen Anzahl der Anlagen und dem umfangreichen Stoff können nicht alle Kraftwerke Erwähnung finden, zumal bei einigen Anlagen der Betrieb störungsfrei und ohne Schwierigkeiten verlief; dass bei den älteren Anlagen und den Kanalkraftwerken die Schwierigkeiten grösser waren als bei moderneren Anlagen ist klar.

1. ÄLTERE ANLAGEN UND KANALKRAFTWERKE

a) Kraftwerk Bannwil

Das Stauwehr mit einer Länge von 120 m, etwa 1 km oberhalb des Städtchens Wangen a/A., staut die Aare auf 4,00 Meter Höhe und bildet einen rd. 1,7 km langen Stau. Das zur Verarbeitung abgeleitete Wasser fliesst in einem rd. 8,25 km langen Oberwasserkanal mit einem maximalen Abflussvermögen von rd. 135 m³/s den 7 Turbinen der Zentrale Bannwil zu. Das Stauwehr weist in der Mitte zwei Oeffnungen zu je 37 m lichter Weite auf, die jede in 8 Schützen unterteilt ist. Mit den 7 Doppelschützen von 3,8 Metern Höhe des auf der linken Seite liegenden Grundablasses hat das Wehr total 23 Schützen. Daneben besteht auf der rechten Seite noch eine 15 m breite Flosschleuse. (Fig. 3)

Die Aarewasserführung betrug in den kritischen Monaten Januar und Februar 1963 nur noch 50 Prozent des langjährigen Mittelwertes und zwar 117 m³/s. Von diesen 117 m³/s in der Aare konnten 110 m³/s in den Oberwasserkanal eingeleitet werden, d. h. rd. 82 Prozent der max. Schluckfähigkeit der Zentrale. (N max. = 7300 kW) Am 18. Januar staute sich am Feinrechen (L.W. 30 mm) vor den Turbineneinläufen Eissulz (Schwebeis). Durch Dauereinsatz der mit einem grossen Löffel versehenen Rechenreinigungsmaschine gelang es noch am gleichen Tag, das anfallende Eis durch

die Geschwemmselrinne wegzuschaffen. (Fig. 4) Vom 21. bis zum 26. Januar war der Anfall an Schwebeis so stark, dass trotz Grosseinsatz an Mannschaft und Rechenreinigungsmaschine das Schwebeis den Rechen fast völlig verstopfte und vereiste. Die Leistung sank auf Null ab. Das wenige Wasser, das noch den Weg durch die Turbinenkammern fand, genügte, um die 7 Turbinen ohne Last im Lauf zu halten. Eine Maschine, bei der die Vereisung am stärksten war, musste stillgesetzt werden. Dort wurden die Maschinenschützentore geschlossen. Die Schützen am Wehr konnten infolge Vereisung nicht betätigt werden, so dass der Wasserspiegel vor dem Wehr innerhalb 2 Stunden um 55 cm anstieg. Am 25. Januar wollte man die Maschine 7 wieder in Betrieb nehmen. Beim Versuch, die Schützentore hochzuziehen, gingen die Getriebekupplung und die beiden Kegelräder des Antriebs in die Brüche. Nach Ausbau der schadhaften Teile und nach Erwärmung der Schützenführungen mit zwei elektrischen Lufterhitzern von je 16 kW konnten am 26. Januar durch Handantrieb die Schützen gezogen und die Maschine wieder in Betrieb genommen werden. (Fig. 5)

Durch Temperaturanstieg am 26. Januar lösten sich längs dem Kanalufer Eisplatten in der Grösse von etwa 50 Quadratmetern und 15 cm Stärke und trieben gegen den Rechen. Um diese durch den Leerlauf in die Aare zu leiten, mussten etwa 5000 Kubikmeter Eis mit Axt und Hacke zerkleinert werden. Am 28. Januar war der Oberwasserkanal eisfrei. Aehnliche Verhältnisse wie vom 21. bis 26. Januar traten nochmals in der Zeit vom 2. bis 6. Februar auf, ohne dass jedoch eine Maschine abgestellt werden musste. Ab 7. Februar vollzog sich infolge Erwärmung der Abbau der Eisdecke verhältnismässig rasch, ohne dass es zu grösseren Schwierigkeiten kam.

b) Kraftwerk Wynau

Die Kraftwerke Wynau an der Aare teilen sich auf in ein rechtsufriges Werk mit anschliessendem Stauwehr und in ein linksufriges Werk, dem ein 146 m langer Oberwasserkanal vorgelagert ist. Das Wehr selbst ist 126,8 m lang, hat 2 Oeffnungen mit je 10 Schützen zu 4,6 m Breite und 3,4 m Höhe, einen mittleren Grundablass mit 3 Schützen zu 3,3 m Breite und eine Flossgasse von 15 m lichter Weite. Die Schluckfähigkeit beträgt für beide Werke zusammen 380 m³/s, die mögliche Leistung ab Generator 11 000 kW. [3]

Im Gegensatz zum Februar 1956 traten 1962/63 keine Betriebsstörungen auf, weil die im Jahre 1961 eingebaute Grundablasschütze mit einer lichten Weite von 10 m und einer Höhe von 4 m mit einer elektrischen Heizung von 7,5 kW versehen ist, wodurch sie immer betriebsbereit war. Die 20 Tafelschützen des Wehres waren luftseitig völlig vereist und blockiert; auch die geschlossenen Einlaufschützen zu den still stehenden Turbinen konnten nicht mehr betätigt werden.

c) Kraftwerk Ruppoldingen

Das Kraftwerk Ruppoldingen an der Aare ist ein Kanalkraftwerk mit einem Kanal von 760 m Länge, einer Ausbauwassermenge von 200 m³/s und einer möglichen Leistung ab Generator von 5500 kW. [3]

Sowohl vor dem Stauwehr als auch vor dem Rechen des Maschinenhauses stauten sich grosse Treibeismengen zu mächtigen Pressungen, denen mit mechanischen Mitteln (Rechenputzmaschine) nicht mehr beizukommen war. Zeitweise verstopften die Eismassen den Rechen so weitgehend, dass die Energieerzeugung auf Null zurück ging; die Maschinen wurden aber auch in diesem Fall nicht stillgesetzt, sondern vom Netz aus weiter angetrieben und damit Eisbildungen in den Turbinenkammern verhindert. Um den Durchgang des Laufwassers, zu dieser Zeitperiode etwa 100 m³/s, innerhalb der Werkanlage sicherzustellen, wurde auf Betriebstüchtigkeit der automatischen Ueberfallschütze am Wehr und einer Schütze am Leerlaufbauwerk des Kanals geachtet; dort wurden dann auch grössere Treibeismengen ins Unterwasser abgeleitet. Durch öfteres Betätigen der Antriebsorgane zu den Schützen, die für einen allfällig notwendigen Durchlass des Laufwassers frei gehalten werden mussten, konnte das kompakte Einfrieren dieser Teile verhindert werden. Lediglich am Wehr in Winznau war bei gewissen Antriebsgliedern eine zusätzliche Wärmeanwendung (Gasbrenner) erforderlich.

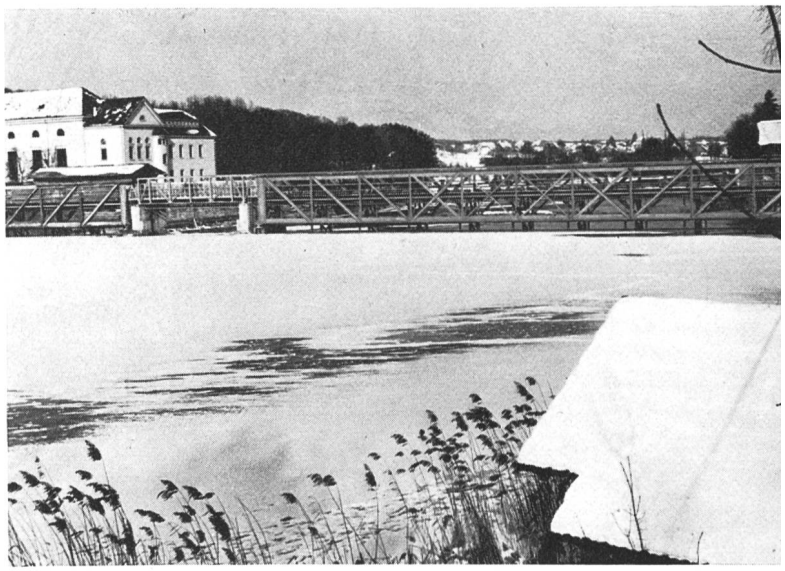


Fig. 6 Kraftwerk Wynau: Wehr Oberwasser, 28. 1. 1963

Fig. 7 Kraftwerk Wynau: Staugebiet bei Aarwangen, Brücke aareaufwärts, 23. 1. 1963

d) Kraftwerk Beznau

Das Kraftwerk Beznau an der Aare ist ein Kanalwerk, ausgebaut für 411 m³/s mit einer maximal möglichen Leistung ab Generator von 19 500 kW. Das Stauwehr umfasst 7 Oeffnungen zu je 15 m lichter Weite. [3]

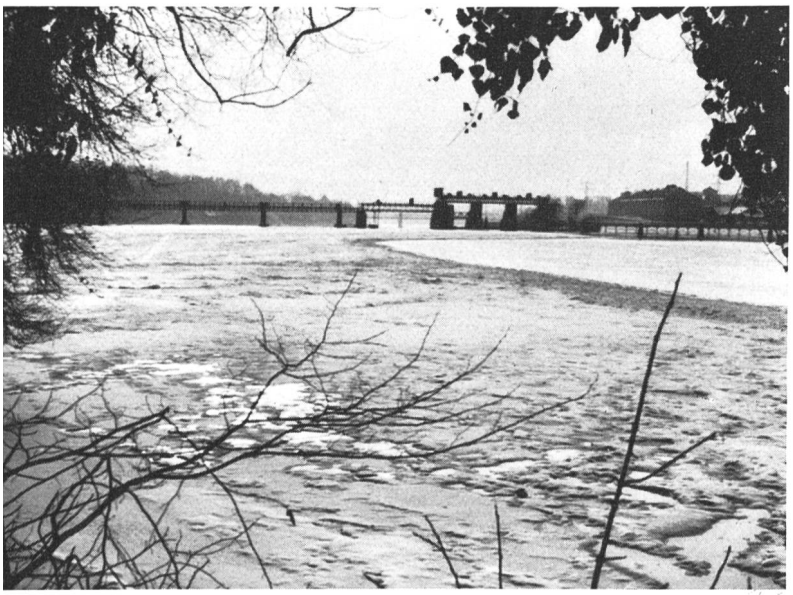


Fig. 8 Kraftwerk Rheinfelden: Wehr mit eisfreier Fliessrinne zum Kanal, 28. 1. 1963

Fig. 9 Kraftwerk Rheinfelden: Platteneis am Grobrechen des Kanaleinlaufes, 10. 2. 1963

Bis zum 17. Januar breitete sich vor dem Maschinenhaus eine kompakte Eisschicht von ca. 15-20 cm Dichte aus. Bedingt durch die Generalstörung im Schweizer Netz am 17. Januar entstand ein Schwall und als Folge davon brach die Eisdecke. Da die Schützen 3 und 4 seit längerer Zeit beheizt waren, konnten diese gezogen werden, so dass sich keine weiteren nachteiligen Folgen mehr einstellten. Am 27. Januar war der Werkkanal wieder eisfrei. Als am 1. Februar das Wasser stark anstieg, wurde das Eis, das sich im Stauraum erneut gebildet hatte, wieder gebrochen. Die Eisflächen, die sehr gross und zum Teil 25 cm dick waren, schoben sich gegen das Maschinenhaus. In kurzer Zeit war der gesamte Kanal und die Aare soweit sichtbar eine Eisfläche. Nachdem die tiefe Temperatur anhielt, fror alles zusammen, ohne dass sich Schwierigkeiten einstellten. Auch beim endgültigen Wegschmelzen des Eises mit Beginn der steigenden Temperaturen ergaben sich keine Schwierigkeiten.

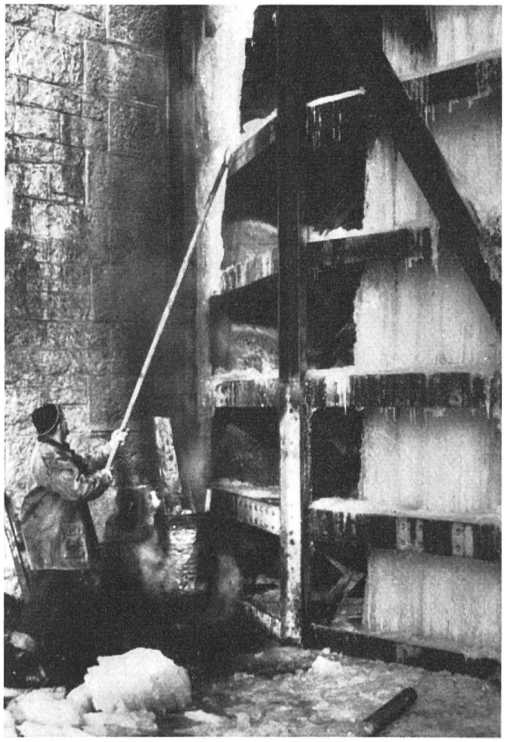
e) Kraftwerk Rheinfelden

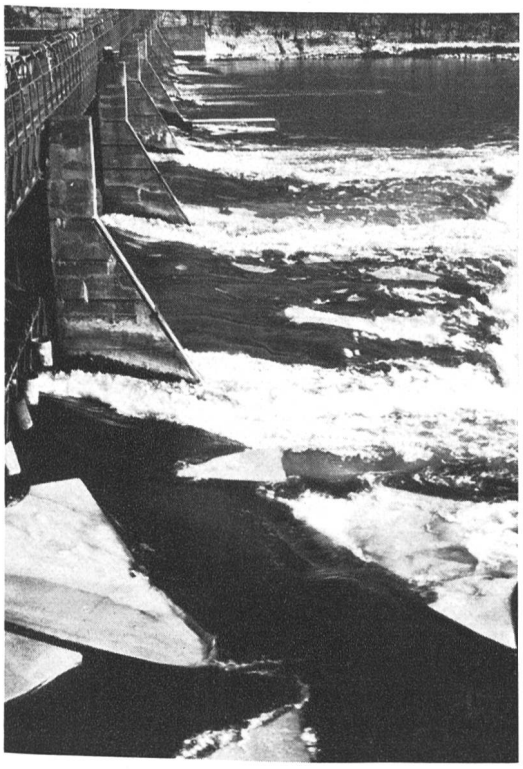
Beim Kraftwerk Rheinfelden liegt das Maschinenhaus am Ende eines 600 m langen Kanals auf deutscher Seite. Ausgebaut ist das Werk für 614 m^3/s und die maximal mögliche Leistung beträgt 20 500 kW. Das eigentliche Wehr von 198 m Länge mit 8 Schützen von je 1,85 m Höhe liegt auf Schweizerseite. Daran schliesst sich die 20 m breite Flossgasse und der Grundablass mit 3 Schützen von je 10 m lichter Weite und 5 m Höhe an. (Fig. 8) Das Wehrbauwerk leitet dann zum Kanal über. (Fig. 9)

Infolge der relativ hohen Wassergeschwindigkeit blieb während der ganzen Kälteperiode in der rd. 3 km langen Stauhaltung eine breite Fliessrinne im Rhein eisfrei. Lediglich in den schwach durchströmten Teilen vor dem Stauwehr, also bei den Schützen 1 bis 5 vom schweizerischen Ufer her und an den Uferrändern, vor allem an der Innenkurve der Rheinkrümmung am Beuggenboden, bildeten sich Eisflächen. Diese hatten die Neigung, sich bei geringen äusseren Einwirkungen zu lösen, was erstmals am 17. Januar eintraf, ohne dass dabei Schwierigkeiten auftraten. Die Beuggenboden-Platte bildete sich bei den eintretenden Tiefsttemperaturen neu und breiter und löste sich erneut am 10. Februar. Das Antreiben zum Wehr wurde beobachtet, gegen 11 Uhr rammte sich die Spitze in der vor dem Stauwehr liegenden Eisfläche fest. Es bestand die Möglichkeit, dass die etwa 800 m lange und 150 m breite Platte von der Strömung in den Kanal gedrückt und durch ihre Masse die Rechen des Kanaleinlaufes und des Maschinenhauses gefährden würde bzw. dass – um die Druckwirkung zu vermeiden – die Turbinen stark gedrosselt oder abgestellt werden müssten. Da ausserdem der zeitliche Ablauf nicht vorauszusehen war und der Sonntagnachmittag günstig erschien, wurde beschlossen, die Zentralenleistung von 15 000 kW auf 5000 kW zu reduzieren und die Eisplatte planmässig durch das Stauwehr abzuführen. (Fig. 10) Die Dicke des an der Oberfläche gebildeten Eises betrug bis zu 40 cm. Vom schweizerischen Ufer beginnend lagen die Schützen 1 bis 5 hinter der Stauwehreisfläche; zum Kanaleinlauf hin waren die Schützen 6 bis 8, der Flossgassenverschluss sowie die 3 Grundablässe oberwasserseitig infolge der ausreichenden Wasserströmung eisfrei. Die Grundablässe wurden durch unterwasserseitiges Heizen der Seitendichtungen mit Koksfeuer gängig gehalten. (Fig. 11)

In der gleichen Weise wurden später die Schützen 6 bis 8 freigehalten. Zum Auftauen örtlicher Vereisungen wurden «Flammenwerfer» mit grossem Erfolg eingesetzt. (Fig. 12) Die Vereisung der übrigen Schützenöffnungen wurde nachfolgend beseitigt und – soweit im Oberwasser eine Eisdecke anstand – durch Sägen eines Schlitzes freigemacht. (Fig. 13) Man wollte damit erreichen, dass bei einer mit Hochwasser verbundenen Schmelze auch diese Oeffnungen verfügbar wären.

Die schwere Vereisung der Schützenkonstruktion, wie sie in Fig. 14 sichtbar ist, wurde verursacht durch das Aufklaffen der hölzernen Stauladen-Aufsätze und den Druck des Eises. Am 21. Januar, abends 23.00 Uhr, war unter der Einwirkung einer steifen Ostbise die anfallende Schwebeis- und Grundeismenge so gross, dass die eingesetzten Arbeitskräfte den Kraftwerkrechen mittels Krücken und Rechenputzmaschine nicht mehr freihalten konnten. Das sulzartige Eisgemisch setzte sich vor den Rechenstäben fest und blockierte allmählich das untere Drittel des Kanals und die daran liegenden Turbinen. Die Maschinenleistung fiel von 15 350 kW auf 12 000 kW zurück. Nach Oeffnen des Kanalleerlaufes zogen die Eismassen ins Unterwasser ab.





Kraftwerk Rheinfelden:

Fig. 10 (links Mitte) Ablass der «Beuggenboden-Platte» durch die Stauwehröffnungen 6, 7 und 8 am 10. 2. 1963

Fig. 11 (oben rechts) Beseitigung der Vereisung an den Grundablässen mit Koksfeuer und Krücken, 24. 1. 1963

Fig. 12 (oben links) Beseitigung der Vereisung an den Grundablässen mit Flammenwerfer, 24. 1. 1963

Fig. 13 (unten rechts) Sägen von Entlastungsschlitzen vor dem Stauladen, 8. 2. 1963

Fig. 14 (unten links) Vereisung der Schützen am Schweizerufer, 28. 1. 1963

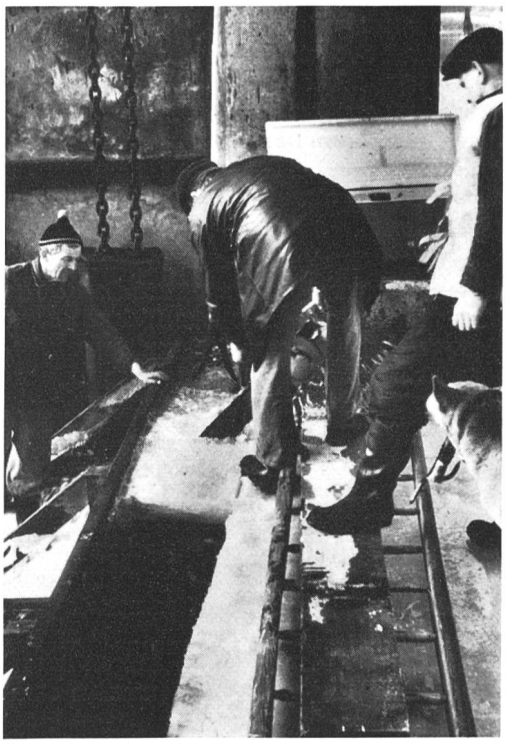


Fig. 15 Kraftwerk Wyhlen, 27. 1. 1963
Stauwehr und Kraftwerk von der Fähre Augst-Herten gesehen

Fig. 16 Insel Gewerth – Badeplatz Augst, Verkehr über das Eis

f) Kraftwerk Augst-Wyhlen

Das Kraftwerk Augst-Wyhlen ist als Doppelwerk ausgebaut, mit zwei getrennten Maschinenhäusern. Das Kraftwerk Augst liegt auf schweizerischer Seite, das Kraftwerk Wyhlen auf deutscher Seite. Die ausgebaute Leistung beträgt 44 000 kW. Es besteht ein gemeinsames Stauwehr quer durch den Rhein mit 10 durch Schützen verschliessbaren Oeffnungen. Das Oberwasser fliesst bei jedem Krafthaus vom Rhein unmittelbar in die Turbinenkammern, das Unterwasser in einem kurzen Ablaufkanal in den Rhein zurück. [4]

Auf dem Altrhein oberhalb des Kraftwerkes brachte der Kälteeinbruch am 4. Dezember 1962 die erste geschlossene Eisdecke. Sie taute unter dem Einfluss der nach dem 9. Dezember angestiegenen Temperaturen wieder ab und bildete sich neu ab 23. Dezember, um sich endgültig erst Mitte März aufzulösen. Die maximale Eisdicke betrug zwischen 40 und 50 cm. Auf dem strömenden Rhein bildete sich ab 26. Dezember 1,5 km rheinaufwärts eine Eisdecke, die nach kurzzeitigem Auftauen ab 10. Januar wieder neu entstand. Sie erreichte sowohl am 26. Januar als auch am 5. Februar, nach einem vorübergehenden Zurückweichen um etwa 2 km, die maximale Ausdehnung von etwa 5,7 km Länge. (Fig. 15) Ueber das Wochenende vom 27. Januar war das Eis so tragfähig, dass der Rhein oberhalb der Kraftwerke Augst-Wyhlen von jung und alt begangen wurde. Die Eisdicke betrug dabei in Rheinmitte etwa 15–20 cm. (Fig. 16)

Von den insgesamt 10 Stauwehrverschlüssen wurden zwei Eisklappenschützen durch eine stationäre Luft-Perl-Anlage freigehalten. Um weitere zwei Schützen bedienbar zu machen, wurden im Ober- und Unterwasser improvisierte Luft-Perl-Anlagen eingebaut. (Fig. 17) Durch Längsschlitze von etwa 30 cm Breite, die mit einer Motorsäge hergestellt und freigehalten wurden, befreite man die übrigen Schützen von der anhängenden Eisdecke und entlastete sie zugleich vom Eisdruck. Die Schiffsschleuse konnte dank der geheizten Schutzvorrichtungen bei den Umlaufschützenantrieben während der ganzen Eisperiode betriebsbereit gehalten werden An den Zentralen selbst traten keine Störungen auf.

g) Kraftwerk Eglisau

Das Kraftwerk Eglisau am Rhein, das 1920 in Betrieb genommen wurde mit einer Leistung von maximal 32 500 kW, ist ein reines Flusstaukraftwerk mit Maschinenhaus am linken und Stauwehr am rechten Ufer. Die Anzahl der Wehröffnungen beträgt 6 mit 16,5 m lichter Weite, die der Maschinen 7, mit Francisturbinen. [4]

Bei den grösseren Kälteeinbrüchen vom 13. und 14. Januar, vom 23. bis 26. Januar und vom 4. bis 7. Februar 1963 dehnte sich die Eisfläche vom Stauwehr etwa 13 km flussaufwärts, d. h. bis 500 m unterhalb der Rüdlingerbrücke aus. Die Eismenge wurde auf 300 000 Kubikmeter geschätzt. (Fig. 18) Starke Vereisungen traten im Staugebiet der Thur, d. h. von ihrer Mündung in den Rhein bis oberhalb der Ellikonerbrücke, auf. Während der drei grossen Kälteperioden bildete sich eine kompakte Eisfläche über das Staugebiet der Thur mit Eisstärken bis zu 30 cm. (Fig. 19)

Fig. 17 Kraftwerk Wyhlen: Eisklappenschütze 10 mit Luftperlanlage in Betrieb

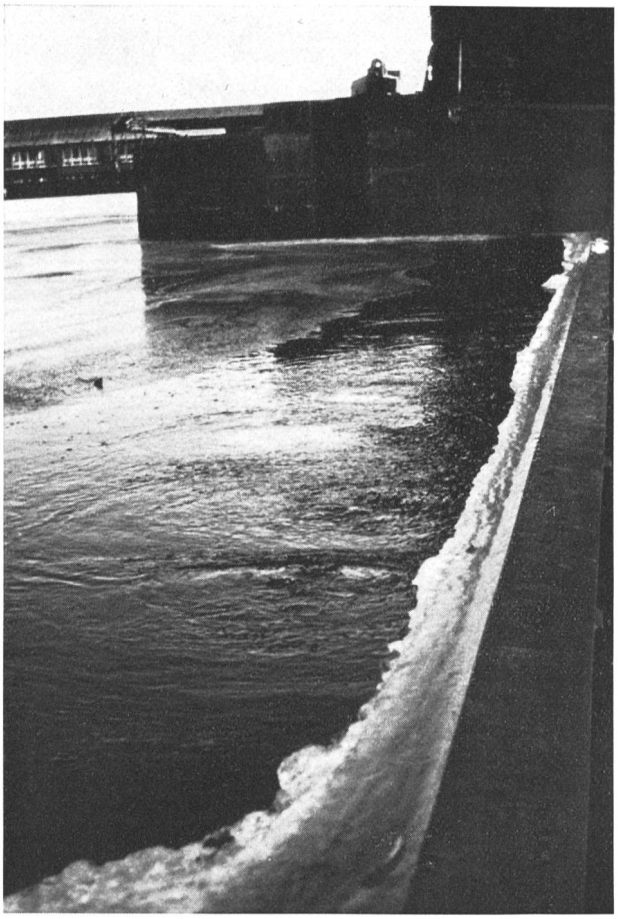


Fig. 18 Kraftwerk Eglisau: Alter Rhein bei Rüdlingen zugefroren

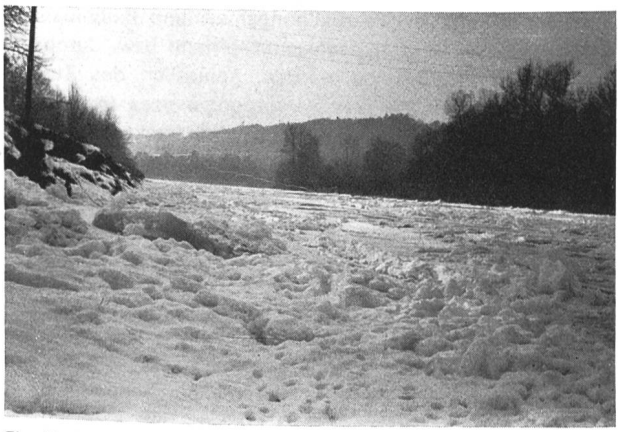


Fig. 19 Kraftwerk Eglisau: Thur unterhalb der Thurbrücke Ellikon total zugefroren

Der Auftauvorgang sowie die Treibeisbildung im Staugebiet erfolgte, ohne irgendwelche Störungen zu verursachen. Am Stauwehr waren vorher mit besonderer Sorgfalt alle Dichtungen der Stauwehrschützen nachgearbeitet und eingestellt worden. Damit konnten sie bei Einbruch der Kälte mittels Schlacken gut gedichtet und die Eisbildung der Dichtungsrollen und der Laufrollen stark reduziert werden. Ebenso hat sich das Druckluftgebläse zur Eisfreihaltung einer Rinne vor zwei Schützen neuerdings bewährt. Mit Koksöfen wurde versucht, das Einfrieren der Dichtungen sowie der Lauf- und Führungsrollen zu verhindern, was aber leider nur in beschränktem Masse gelang.

Anlässlich der Generalstörung vom 17. Januar konnten infolge Vereisung der Dichtungen und der Laufrollen die Oberschützen weder vom Kommandoraum aus, noch mittels der Handsteuerung auf dem Dienststeg bewegt werden. Um einen übermässigen Aufstau im Oberwasser sowie einen zu grossen Sunk im Unterwasser zu verhindern, konnte innerhalb 10 Minuten eine Separatspeisung des Kantons Schaffhausen aufgenommen werden. Für den Fall des Nichtzustandekommens der Separatspeisung standen drei gut instruierte Männer auf dem Dienststeg bereit, um die beiden zusammengefrorenen Ober- und Unterschützen gleichzeitig hoch zu ziehen. Dieses heikle Manöver wurde bereits im Winter 1941/42 mit Erfolg praktiziert.

h) Kraftwerk Laufenburg

Das Kraftwerk Laufenburg, 1914 in Betrieb genommen, ist ein reines Flusskraftwerk mit Wehr und Maschinenhaus in einer Achse quer durch den Rhein. Das Wehr hat vier Oeffnungen zu je 17,3 m lichter Weite. Die Zentrale mit 10 Maschinen liegt am schweizerischen Ufer in einer buchtartigen Erweiterung des Stromes. Die derzeit maximal mögliche Leistung beträgt rd. 82 000 kW. [4] Da die Wehrschützen seit Monaten geschlossen waren und weil die Schützen im allgemeinen dicht sind, war die Vereisung auf ihrer Unterwasserseite sehr gering. In der kritischen Zeit wurde eine Schütze elektrisch geheizt und war damit betriebsbereit. Als ein Warmwettereinbruch zu erwarten war, wurde eine zweite obere Schütze durch Abdecken und Einsatz eines Nilson-Luftheizapparates von 68 000 kcal/St. aufgetaut. Die etwa 35 cm dicke Eisplatte im Oberwasser wurde unmittelbar vor den Schützentafeln aufgeschnitten.

Während der ganzen Winterperiode 1962/63 wurde kein Schwebeis, Grundeis oder Treibeis festgestellt. Von den 10 vorhandenen Maschinen waren dauernd 8 Maschinen, auch bei schlechtem Wirkungsgrad in Betrieb.

2. NEUERE ANLAGEN

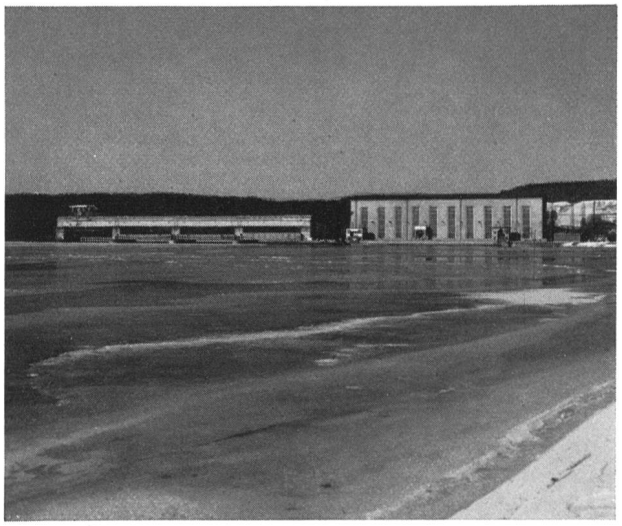
a) Kraftwerk Klingnau

Beim Kraftwerk Klingnau an der Aare sind Wehr und Maschinenhaus in einer Achse angeordnet. Die Ausbauwassermenge beträgt 810 m^3/s und die maximal mögliche Leistung ab Generator 37 000 kW. Das Wehr hat vier Oeffnungen zu je 30 m lichter Weite, die mit Doppelsegmentschützen von total 7 m Höhe und mit Rollenlagerung ausgerüstet sind.

Nach drei kurzzeitigen Kältewellen im November und Dezember 1962 begannen die Stauseepartien mit kleiner Strömungsgeschwindigkeit bereits zu vereisen; mit zunehmendem Frost war der Stausee ab Mitte Januar 1963 fast ganz zugefroren. (Fig. 20) In den ruhigen Seebuchten bildeten sich kompakte Eisflächen. Im alten Aarelauf brach die Eisdecke infolge stärkerer Strömung und Abflussschwankungen der Oberlieger, verursacht durch Eisabwehr, und presste sich zu Packeis. (Fig. 21) Die Eisdecke betrug im Aarelauf bis 15 cm, in den Seebuchten bis 40 cm und unmittelbar vor den Wehrschützen bis 50 cm. Grund- und Schwebeis ist nicht festgestellt worden.

Mit einer sorgfältigen Abdichtung der Schützen und einem Nilson-Luftheizapparat konnte die Betriebsbereitschaft einer Schütze bei mässigem Frost sichergestellt werden.

Fig. 20 Kraftwerk Klingnau: Einlaufbucht teilweise vereist



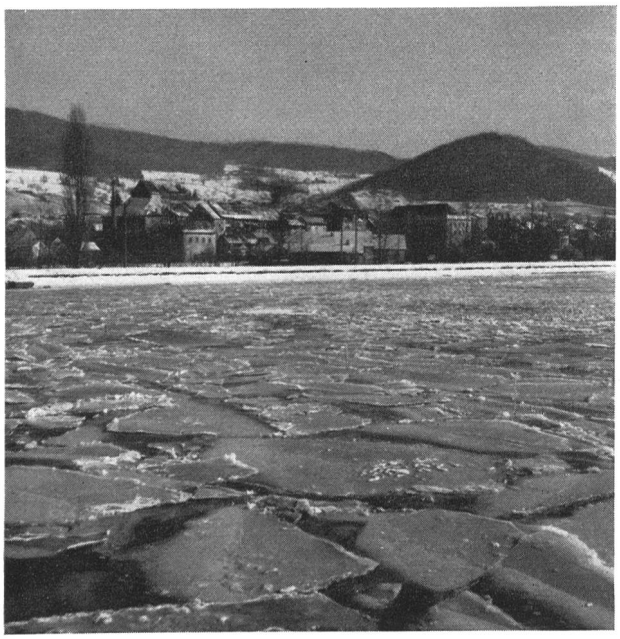


Fig. 21 Kraftwerk Klingnau: Packeis im Flusslauf

Mit zunehmender Kälte genügte jedoch die Heizleistung des vorhandenen Luftheizapparates nicht mehr und die Schützen konnten nicht mehr betätigt werden. Mit Rücksicht auf einen angekündigten Wetterumschwung wurden folgende Massnahmen ergriffen:

1. Aufbrechen der etwa 50 cm starken Eisdecke unmittelbar vor den Wehrschützen mittels Motor-Kettensäge und Druckluft-Abbauhämmern zur Erstellung und Eisfreihaltung eines rund 1 m breiten Schlitzes für Tauchkontrollen der wasserseitigen Schützenvereisung.

2. Versuchsweises Auftauen der luftseitigen Dichtungs- und Rollenpartien einer Oberschütze mittels Infratube-Heizstrahlen. Damit konnte wohl eine lokale Eisfreihaltung erreicht, jedoch die Gesamtvereisung der 30 m breiten Schütze nicht genügend aufgetaut werden.

3. Kontrolle der wasserseitigen Vereisung der Schützen durch den Werktaucher. Dabei wurde wie vermutet infolge starker Unterkühlung der Schützenkonstruktion und Betonbauwerke umfangreiche Eisbildung auf der Wasserseite festgestellt. Die ganze Blechhaut der Oberschützen wies einen 3 bis 4 cm dicken Eispanzer auf, auch waren die Horizontal- und Vertikaldichtungen vollständig festgefroren. Am kräftigsten war die Vereisung in den Eckenpartien im Bereiche der Wehrpfeiler, wo bis zu 50 cm starke Eisansätze festgestellt wurden.

4. Das Auftauen der wasserseitigen Schützenvereisung durch Wasserumwälzung wurde versucht. Dazu wurde Druckluft eines Baukompressors in die Nähe der Dichtungspartien geblasen und damit eine kräftige Wasserströmung erreicht, welche die Eisansätze an den Schützenpartien sowie auch die 50 cm starke Eisdecke in wenigen Stunden zu schmelzen vermochte. Durch mehrmaliges Verstellen der Blaseinrichtung und periodische Tauchkontrollen konnten so zwei Wehrschützen in 3 Tagen eisfrei gemacht und wieder betätigt werden.

Die Stauseevereisung hat sich auf den Einlaufrechen und die Turbinen nicht ungünstig ausgewirkt. Vereinzelte Eisplatten, die vor das Maschinenhaus geschwemmt wurden, konnten mit der Rechenreinigungsmaschine mühelos zerkleinert und über die Geschwemmselrinne bzw. durch die Turbinen abgeschwemmt werden. Anlässlich des Zusammenbruchs des Schweizer Versorgungsnetzes am 17. Januar 1963 arbeitete das Werk auf das intakt gebliebene Netz des RWE (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk) und ist somit von der Störung nicht betroffen worden.

Die auch am Stausee zahlreich überwinternden Wasservögel sind wie allerorts so auch in Klingnau in arge Bedrängnis geraten. Durch Organe des Naturschutzes, Jagdaufseher und Polizei unter Mithilfe durch das Kraftwerk wurden solche Tiere befreit, geschwächte Vögel eingefangen und gepflegt, sowie Fütterungsmassnahmen getroffen. Dabei sind am verwendeten Schiffspark Schäden beim Eisbrechen entstanden.

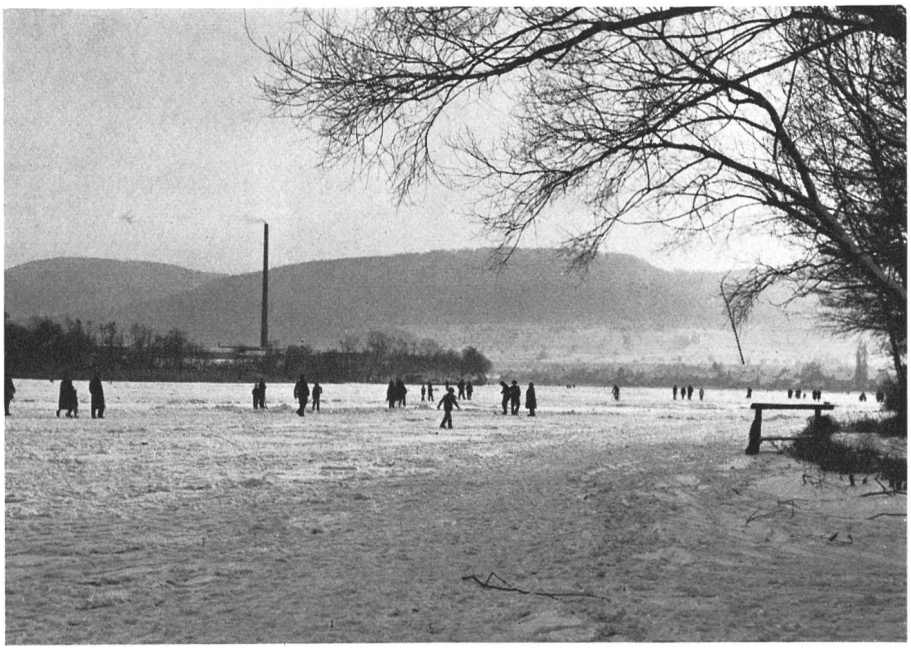
b) Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt

Die bauliche Anlage besteht aus dem rechtsufrigen Maschinenhaus und anschliessendem Wehr im Rhein mit vier Oeffnungen zu je 24 m lichter Weite und 12 m totaler Schützenhöhe. Die Ausbauwassermenge beträgt 1200 m³/s und die maximal mögliche Leistung 108 000 kW [4]

In der Zeit vom 14. bis 20. Januar bildete sich im Oberwasser eine Eisdecke, die vom Kraftwerk bis nach Schwörstadt reichte. (Fig. 22) Am 26. Januar trat gegen Abend

Fig. 22 Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt: Eisdecke beim Werk am 20. 1. 1963

Fig. 23 Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt: Eisfläche unterhalb Wallbach, 27. 1. 1963



Schneefall ein und legte auf das Eis, das eine Stärke von 20 bis 25 cm aufwies, eine Schneedecke von etwa 5 cm. Die Eisfläche dehnte sich flussaufwärts bis nach Mumpf aus. (Fig. 23) Am 12. Februar hatte sich die ganze Eisfläche, abgesehen von Uferpartien, vom Werk bis Wallbach wieder aufgelöst. Der Rhein führte etwas Schwebeis, das jedoch am Einlaufrechen keine Schwierigkeiten verursachte.

Im Jahre 1961 waren an den beiden Stauwehrschützen 3 und 4 versuchsweise je eine Belüftungsanlage auf der Wasserseite eingebaut worden. Unmittelbar über den 11 Laufrollen der Oberschützen war je eine Luftdüse angebracht und die zugeführte Druckluft sollte das stehende Wasser im Raum unter der Längsdichtung zwischen Ober- und Unterschütze in Bewegung halten, um eine Eisbildung zu verhindern. Trotz dieser Belüftungsanlage, die seit Ende

Fig. 24 Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt, 28. 1. 1963: Unterschütze 4 stark vereist

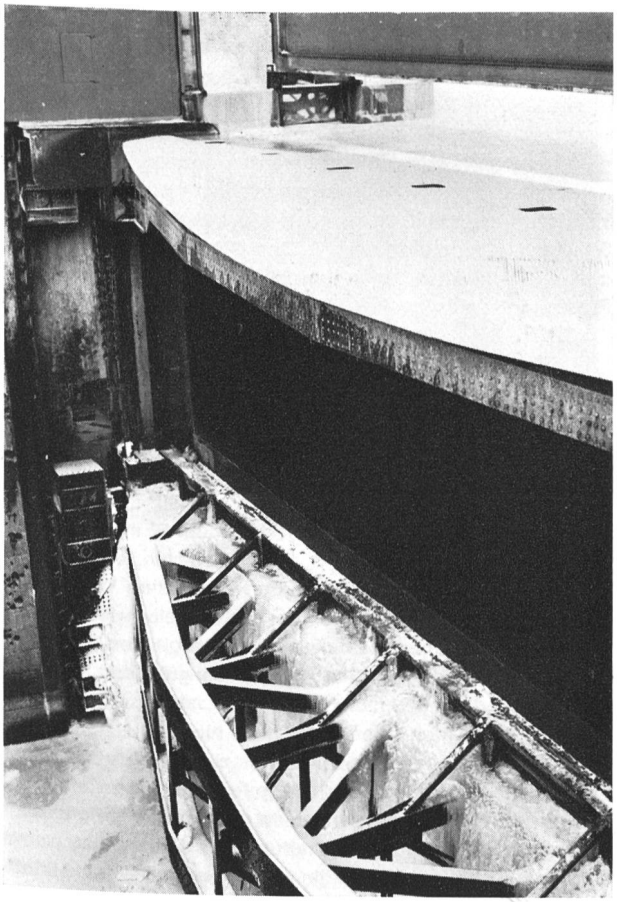
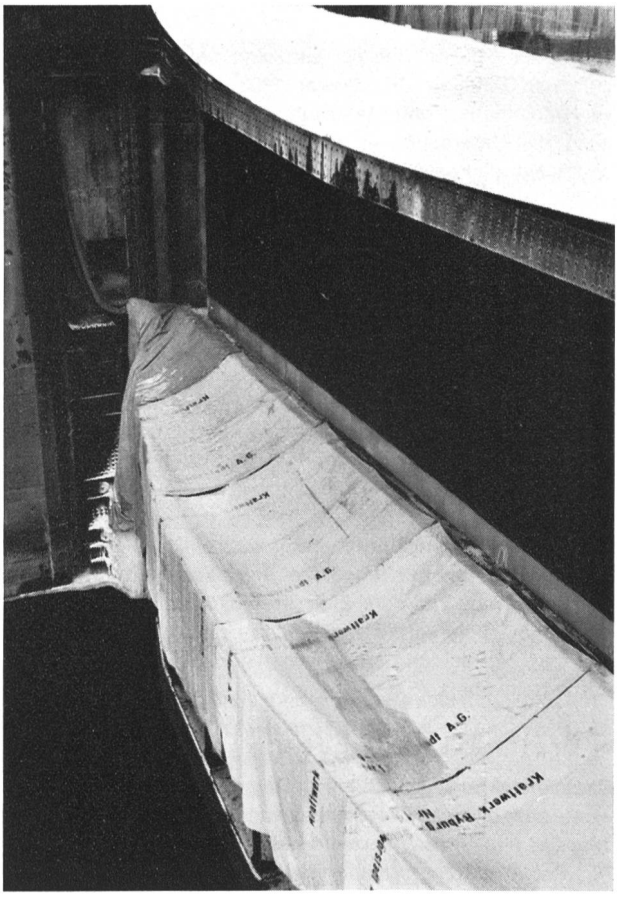


Fig 25 30. 1. 1963: Erwärmung der Unterschütze 4 mit Nilson-Heizapparat, Abdeckung mit Blachen



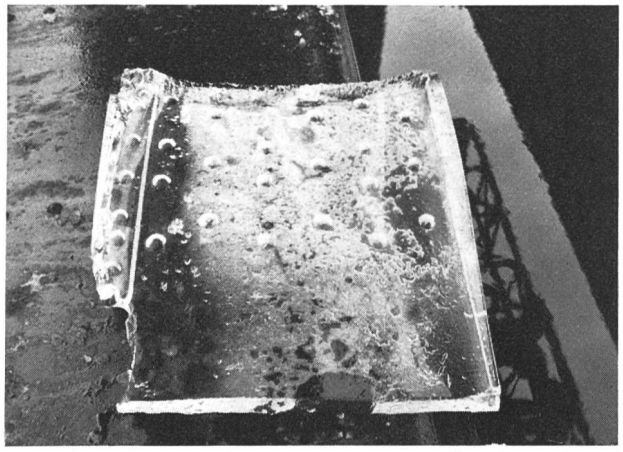


Fig. 26 Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt, 11. 2. 1963: Glasklare Eisplatte, wasserseitig abgelöst

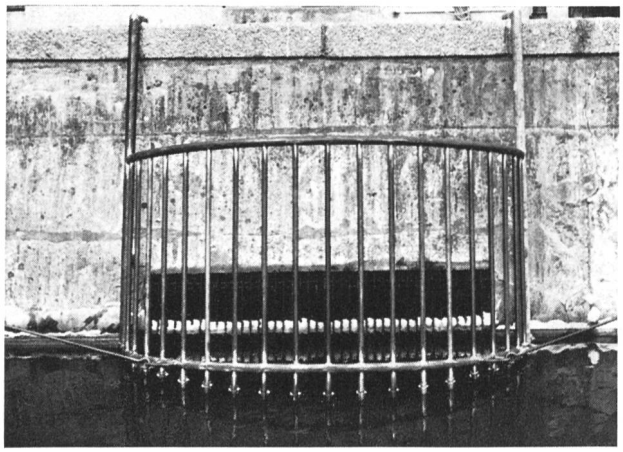


Fig. 27 Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt, 1. 2. 1963: Schutzkorb für Einlaufrechen am Filterhaus

Dezember 1962 in Betrieb war, sind beide Schützen festgefroren. Eine am 25. Januar 1963 durch einen Taucher vorgenommene Kontrolle ergab, dass sowohl die Ober- als auch die Unterschützen auf der Wasserseite mit einer 8 bis 9 cm dicken Eisschicht überzogen waren, die durch Unterkühlung von der Unterwasserseite her entstanden ist. (Fig. 24) Daraufhin wurde versuchsweise an der Schütze 4 die unterwasserseitige Trägerkonstruktion der Unterschütze mit Blachen abgedeckt und zur Bekämpfung der starken Abkühlung unter diese Abdeckung ein warmer Luftstrom aus einem Nilson-Heizapparat (45 000 kcal/h) eingeführt. (Fig. 25) Am 1. Februar konnte dank dieser Massnahme die Oberschütze 4 wieder bewegt werden. Bis zum 13. Februar waren die übrigen Oberschützen auf natürlichem Wege aufgetaut und wieder betriebsbereit. Beim Bewegen der Oberschützen hat sich die wasserseitige Eisschicht von der Wandfläche gelöst und ist stückweise aufgetaucht. (Fig. 26)

Der Turbineneinlaufrechen ist während der ganzen Kälteperiode eisfrei geblieben, so dass keine Eisabwehr erforderlich war. Vor dem Einlaufrechen zur Kühlwasser-Filteranlage ist vorsorglich ein Schutzkorb angebracht worden zur Vermeidung einer allfälligen Rechenblockierung durch Schwebeis. (Fig. 27)

c) Kraftwerk Albbruck-Dogern

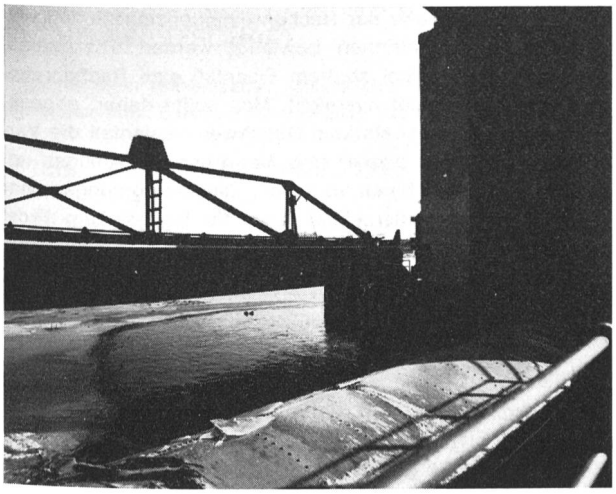
Das Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern ist als Kanalkraftwerk ausgebildet. Die Ausbauwassermenge beträgt 1060 m^3/s bei einer maximalen Werkleistung von 75 000 kW bzw. 76 500 kW (mittlerer Höherstau). Die Wehranlage auf der Höhe der Ortschaften Dogern-Leibstadt besitzt 5 Oeffnungen von 25 m lichter Weite. Die Schützen sind als Doppelhakenschützen ausgebildet.

Vom 23. bis 29. Januar 1963 und vom 3. bis 8. Februar war das gesamte Staugebiet zugefroren. Beim Einsetzen des starken Frostes wurde auch die Luftbeblasung in Betrieb genommen. Die wichtigste Forderung, eine Vereisung der Schützen zu verhindern, sind einwandfreie Wehrdichtungen. Diese Forderung wurde durch den Umbau der Schützen vor einigen Jahren erfüllt. Gleichzeitig beim Umbau der Schützen und der Dichtungen wurde an allen Schützen die Luftbeblasungsanlage eingebaut. Die mit Luftbeblasung ausgestatteten Schützen waren während der ganzen Frostperiode betriebsbereit. (Fig. 28) Je 2 Oeffnungen wurden mit einem stationären Kompressor beblasen. Die Luftbeblasung hat sich soweit bestens bewährt und die dauernde Funktionsfähigkeit der Wehrverschlüsse gewährleistet. Durch die Bewirtschaftung des Stauraumes, d. h. des Oberwassers, wurde gleichzeitig verhindert, dass sich die Eisdecke an den Uferrändern, den Pfeilerköpfen oder sonst festsetzen konnte. Dadurch wurde auch ein Brechen des Eises, was im Störungsfalle durch einen Schwall möglich gewesen wäre, und die damit verbundene Gefahr von Eisbewegungen verhindert. Im Staugebiet wurden Eisdicken von 30 bis 60 cm gemessen. (Fig. 29)

Vom 13. bis 29. Januar und vom 3. bis zum 8. Februar war der Werkkanal vor dem Maschinenhaus völlig vereist. Ankommendes Schwebeis und Oberflächeneis schob sich vor dem Rechen zusammen. Die geringe Wasserführung und die damit verbundene kleine Fliessgeschwindigkeit begünstigten die Eisbildung im Kanal. Betriebsunterbrechungen oder Störungen traten keine auf. (Fig. 30, 31) Durch den dauernden Einsatz der vorhandenen beiden Rechenreinigungsmaschinen konnte ein schmaler Streifen vor dem Rechen immer eisfrei gehalten werden. Das am Rechen festsitzende Schwebeis und Oberflächeneis wurde mit Hilfe der Rechenreinigungsmaschinen zerkleinert, entfernt und über die Geschwemmselrinne ins Unterwasser abgelassen. Beide Rechenreinigungsmaschinen waren zeitweise im Einsatz; mit einer Maschine hätte die Verstopfung des Rechens nicht verhindert werden können. Um die Harkenwagen der Rechenreinigungsmaschinen vor völliger Vereisung zu schützen, wurden sie bei vorübergehendem Stillstand immer eingetaucht. Der Betrieb der beiden Rechenreinigungsmaschinen verlief während der ganzen Frostperiode störungsfrei. (Fig. 32)

3. ZUSAMMENFASSUNG DER ERFAHRUNGEN AN AARE UND RHEIN

Die Tatsache, dass auf die Ereignisse im Februar 1956 schon 1962/63 der strengste Winter seit 80 Jahren folgte, zeigt sehr deutlich, dass alle Werke dauernd ihre Betriebssicherheit auf Eisgang und Eisbildung hin überwachen müssen. Der strenge Winter forderte von allen Werken erhebliche Anstrengungen und brachte teilweise wieder grosse Schwierigkeiten. Dass diese Schwierigkeiten bei allen Werken gemeistert wurden, ohne dass grössere Schäden an den Anlagen zu verzeichnen waren, ist sicherlich neben den Anstrengungen aller Beteiligten nicht zuletzt der Tatsache zu verdanken, dass man aus den Erfahrungen, insbesondere denjenigen von 1956 gelernt hat und viele Werke ihre Einrichtungen verbessert haben. Es zeigte sich aber auch, dass eine Eisfreihaltung der Wehrschützen und der Rechen bei grosser Kälte mit behelfsmässigen Mitteln



Kraftwerk Albbruck-Dogern:

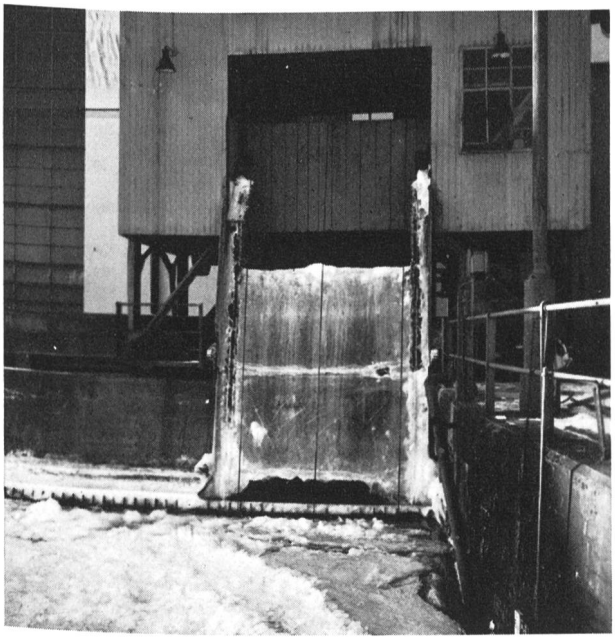
Fig. 28 (oben links) Luftbeblasung an einer Schütze in Betrieb, 23. 1. 1963

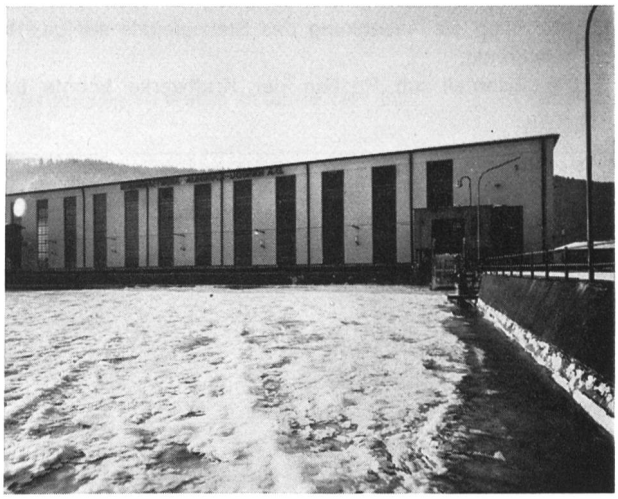
Fig. 29 (oben rechts) Wehr Oberwasser bei völliger Vereisung am 23. 1. 1963

Fig. 30 (rechts Mitte) Vereisung des Werkkanals, Blick vom Maschinenhaus flussaufwärts, 23. 1. 1963

Fig. 31 (unten rechts) Eisanfall im Werkkanal vor dem Rechen des Maschinenhauses, 23. 1. 1963

Fig. 32 (unten links) Rechenreinigungsmaschine im Einsatz, 23. 1. 1963





nicht möglich ist. Naturgemäss hatten die älteren Anlagen und die Kanalkraftwerke im allgemeinen schwierigere Verhältnisse zu überwinden als dies bei neueren Anlagen der Fall war.

Die meisten Schwierigkeiten bereiteten bei allen Werken immer noch die Wehre. Bei vielen Wehren wurden die Dichtungen der Schützen in den vergangenen Jahren verbessert und wurde versucht, durch Einbau von Beheizungs- oder Wasserumwälzungssystemen mittels Druckluft an einer oder mehreren Schützen ihre Beweglichkeit zu gewährleisten. Dabei wurde die alte Methode der Koksbeheizung mehr und mehr verlassen und zur Luftbeblasung und der damit verbundenen Wasserumwälzung übergegangen. Die Luftbeblasung, die bei guten Schützendichtungen ohne schädliche Nebenwirkungen verhältnismässig gut funktioniert, ist auch wirtschaftlich gut vertretbar. Dies daher, weil die natürliche Wärme des Wassers in tieferen Lagen ausgenutzt wird und keine Energie dafür aufgebracht werden

muss. Bei gefrorenen Oberflächen, wie diese in den meisten Stauhaltungen waren, wirkte die Eisoberfläche wärmeisolierend für das Wasser darunter. Allerdings muss eine bestimmte Tiefe an den Schützen vorhanden sein, damit das Wasser noch genügend Wärmevermögen besitzt. Aus dem gleichen Grund sollte die Luftbeblasung mit der verbundenen Wasserumwälzung so tief wie möglich vorgenommen werden. So allein kann auch die durch Unterkühlung von der Unterwasserseite her entstandene wasserseitige Schützenvereisung verhindert werden. Diese Versuche wurden beim Kraftwerk Klingnau mit Erfolg durchgeführt und durch dauernde Taucherkontrollen bestätigt. Auch beim Kraftwerk Kembs der EdF wurden Luftbeblasungsversuche mit Erfolg durchgeführt, daneben wurde noch die Warmwasserbesprühung mit Erfolg weiter praktiziert. In Fällen, bei denen die Luftbeblasung ungenügend ist, wurden Schützenvereisungen mit Warmluft, Gas oder elektrisch bekämpft. Bei neuen Anlagen sollte der Funktionstüchtigkeit von Wehrverschlüssen bei starkem Frost viel mehr Beachtung geschenkt werden, vor allem Dingen von den Lieferwerken.

Die Generalstörung am 17. Januar 1963 im schweizerischen Netz brachte bei vielen Kraftwerken infolge Lastabschaltung und des dadurch bedingten Schwalls die geschlossene Eisdecke zum Brechen und damit erhebliche Schwierigkeiten. Hier zeigte sich z. B. beim KW Reckingen der Vorteil der Speisung eines Kraftwerkes auf verschiedene getrennte Netze. Von den 2 Maschinen arbeitete zum Zeitpunkt der Störung eine Maschine auf das Badenwerk-Netz und eine Maschine auf das Schweizer Netz. Die Maschine 1, die auf das Schweizer Netz arbeitete, fiel durch Abschaltung aus. Die hierdurch freiwerdende Wassermenge wurde von der Maschinengruppe 2, die auf das intakte Badenwerk-Netz arbeitete, übernommen, ohne dass die Schützen betätigt werden mussten. Beim KW Eglisau, das von einer Totalabschaltung betroffen war, wurde der Abfluss des Rheins während einer Viertelstunde unterbrochen. Durch Entlastung des Unterliegers Reckingen auf 1,5 MW blieb die Absenkung des Stauspiegels auf ca. 10 cm beschränkt.

Der Eisanfall am Rechen der Kraftwerke konnte im allgemeinen mit Hilfe der Rechenreinigungsmaschinen und der Geschwemmselrinnen bewältigt werden. Hier zeigte sich jedoch, dass bei starkem Eisanfall eine Rechenreinigungsmaschine nicht ausreicht. Man sollte daher, abgesehen davon, dass bei starkem Geschwemmselanfall die Verhältnisse nicht viel besser sind, bei grösseren Anlagen unbedingt zwei Maschinen vorsehen. Die Verstopfungsgefahr eines Maschinenhausrechens und die bei starkem Frost möglichen Folgeschäden rechtfertigen den Einsatz von zwei Rechenreinigungsmaschinen.

IV. SCHLUSSWORT

Mit diesen Ausführungen wurden die wichtigsten Ereignisse des Winters 1962/63 geschildert. Für die meisten der vielen Tausenden Eisgänger wurde der Spaziergang über das Eis zum beglückenden Erlebnis. Aber der strenge Winter forderte auch seine Opfer. Den Tieren brachte er grosse Not und Elend. An den eisfreien Stellen sammelten sich die Schwäne, Belchen und Möwen, zu denen sich in diesem Winter besonders viele fremde Gäste gesellten, die den kommenden harten Winter gespürt haben mochten. Es war ein beglückendes Gefühl, etwa mit einer Tüte von Brotbrocken ans Eis zu gehen und zu erleben, wie bei der ersten Handbewegung sich das Federvolk in Bewegung setzte, um heranzuschwadern. Auch hier haben die Belegschaftsmitglieder der Kraftwerke geholfen wo es ging.

Möge dieser Bericht dazu beitragen, den Betriebsleuten ihre schwere Arbeit bei kommenden «Eiszeiten» ein klein wenig zu erleichtern.

Literaturnachweis:

[1] «Das grosse Eis», Südkurier-Sonderheft, 1963, Seite 13.
[2] «Der Winter 1962/63», Beilage zu den Wetterkarten, Wetteramt Freiburg.
[3] K. Achermann: Betriebliche Vorkommnisse und Erfahrungen beim Eisgang vom Februar 1956 auf Aare und Rhein, Sep. aus WEW 1959, Nr. 3.
[4] Vom Meer zum Bodensee. Verlag Otto Walter, Olten. Seite 75,76.

Bildernachweis:

Fig. 1–27 Photos von Angehörigen der einzelnen Kraftwerke
Fig. 28–33 Photos Atelier Bach Waldshut

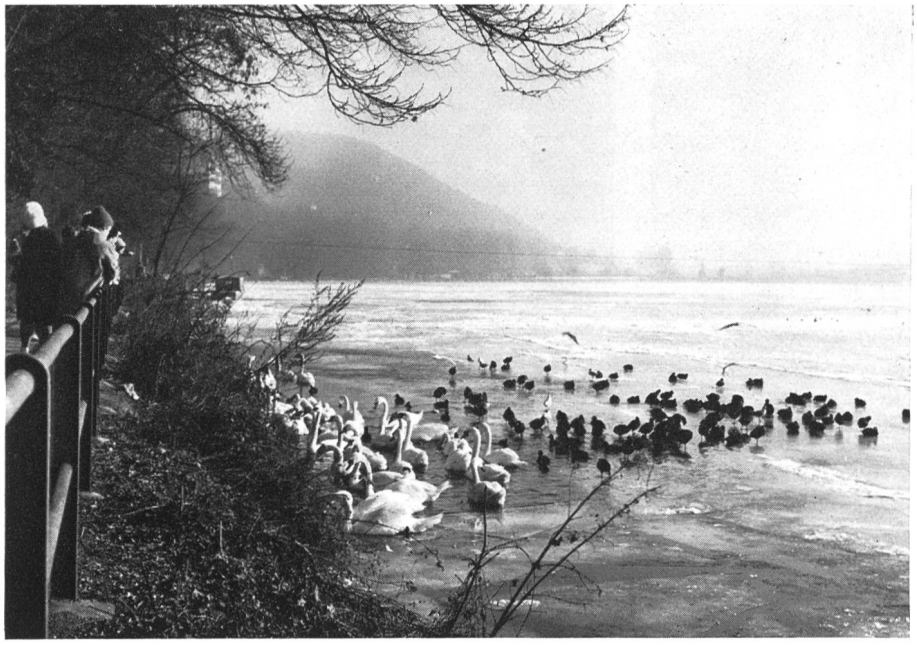


Fig. 33 Bedrängte Vogelwelt! Schwäne, Belchen, Möwen im Staugebiet des Kraftwerkes Albbruck-Dogern bei der Fütterung