

## Hallesche Maschinenfabrik und Eisengießerei, Halle

### Die Eisfabrik der Norddeutschen Eiswerke A.-G. in Berlin.

Maschinelle Anlage geliefert durch die Hallesche Maschinenfabrik und Eisengießerei.

Die Norddeutschen Eiswerke in Berlin errichteten im Jahre 1913/14 auf ihrem Grundstück Köpenicker Straße 40/41 eine neue Eismaschinenanlage. Das alte Kühlhaus wurde beibehalten, seine Kühlung wurde jedoch von der neuen Kältemaschinen-Anlage übernommen. Die Gesamtgrundfläche des alten Kühlhauses betrug etwa 10000 qm. Für ihre Kühlung stand früher eine Absorptions-Kältemaschinenanlage zur Verfügung, die eine stündliche Leistung von 300000 Wärmeeinheiten, gemessen bei  $-11$  bis  $-12^{\circ}$  C im Chlorkalziumbade der Verdampfer, besaß. Da die alte Anlage, von der sich ein Teil seit über dreißig Jahren Tag und Nacht im Betriebe befand, unwirtschaftlich arbeitete, entschlossen sich die Norddeutschen Eiswerke im Jahre 1912 zu einem Umbau. Auch die der Firma gehörenden alten Eisfabriken in Plötzensee und Rummelsburg, die neben Kunsteis auch Natureis gewannen, arbeiteten infolge ihrer ungünstigen Lage nicht wirtschaftlich. Die neue Zentralanlage konnte bereits Anfang 1914 dem Betrieb übergeben werden. Die nachstehenden Ausführungen behandeln lediglich die maschinelle Anlage, deren Neuerung — eine zusammengesetzte Schüttel- und Destillieranlage — besonderes Interesse bieten dürfte. In großem Maßstab ist diese Arbeitsweise hier zum ersten Male durchgeführt worden.

Die durchschnittliche tägliche Eiszeugung der Anlage von 4800 Ztr. = 240 000 kg kann bis auf nahezu 6000 Ztr. = 300 000 kg gesteigert werden. Die Gesamtleistung der Kältemaschinen beträgt rund 2 700 000 Wärmeeinheiten in der Stunde, gemessen im umlaufenden Salzwasser der Eiszeuger bei einer Salzwassertemperatur von  $-5^{\circ}$  C sowie bei einer Kühlwasser-Zulauf-Temperatur von  $+12^{\circ}$  C. Ein großer Teil der Kälte wird für die Kühlung des Kühlhauses benutzt; außerdem wird ein Raum für die Lagerung des Eises mitgekühlt.

Die Kältemaschinenanlage besteht aus sechs Ammoniakkompressoren von je 420 mm Zylinder-Durchmesser und 600 mm Hub; die Umdrehungszahl beträgt 80 bis 90 in der Minute. Die Kompressoren sind, wie aus der Abbildung 2 hervorgeht, an die Dampfmaschinen angekuppelt. Sie sind mit Rundführung, Überhitzungsvorrichtung, Ölpumpen und Metallstopfbüchsen ausgestattet. Die letzteren haben kleine Kühlkammern, in denen geringe Ammoniakmengen zur Verdampfung gebracht werden. Jeder Zylinder ist mit einer Leistungs-Verminderungsvorrichtung versehen, die durch Vergrößerung des schädlichen Raumes eine Verminderung der Leistung um etwa 50% gestattet, wobei der Kraftbedarf in demselben Maße zurückgeht. Das Auskuppeln der Kompressoren erfolgt nicht in der üblichen Weise durch Abhängen der Pleuelstange, sondern durch eine besondere Kupplung im Kreuzkopf.

Die Kompressoren sind so hergestellt, daß sich die richtige Lage der Achsen bei der Bearbeitung von selbst ergab. Zwischen Saug- und Druckbügeln der Kompressoren ist je ein kombiniertes Sicherheits- und Umleitungsventil eingeschaltet.

Zur Verflüssigung der komprimierten Ammoniakdämpfe dienen drei Berieselungs-Kondensatoren mit einer

Kühlfläche von je 650 qm. Hinter den Verflüssigern sind zwei Nachkühler von je 10 qm Kühlfläche angeordnet, mit denen das verflüssigte Ammoniak nahezu auf Kühlwasser-Zulauf-Temperatur heruntergekühlt wird. Von der alten Absorptions-Kältemaschine werden ein runder Tauchkondensator von 265 qm und ein runder Verdampfer von ebenfalls 265 qm in der neuen Anlage verwendet.

Zur Herstellung des Eises dienen vier Eiszeuger mit zusammen 9400 Eiszellen von je 25 kg Inhalt und mit je 450 qm Kühlfläche. Die Eiszeuger sind mit Schüttelwerken besonderer Konstruktion und mit einer selbsttätigen Vorschubvorrichtung für Transmissionsbetrieb versehen. Ferner enthält jeder Apparat eine Absaugvorrichtung mit Steuerung, so daß das in den Zellen verbleibende Kernwasser abgesaugt werden kann, worauf die Zellen durch die gleiche Vorrichtung reihenweise wieder mit Destillat gefüllt werden. Der genaue Hergang wird unten eingehend geschildert.

Der Antrieb der Anlage erfolgt durch liegende Tandem-Verbund-Heißdampfmaschinen mit unter Flur liegender Kondensation, zwangsläufiger Eingelenk-Ventilsteuerung System Elsner, sowie Achsenregler und Umdrehungsregler. Die Maschinen machen 80 bis 90 Umdrehungen in der Minute und haben einen Hochdruckzylinder von 475 mm, einen Niederdruckzylinder von 800 mm Durchmesser sowie einen gemeinsamen Kolbenhub von 900 mm. Die Leistung der Maschinen beträgt bei 12 Atm. Eintrittsspannung sowie bei 15,7% Zylinderfüllung 361 PSI. Der Dampfverbrauch für eine PSI/Stunde stellt sich auf 6,2 kg trockenen gesättigten Dampf und auf 4,9 kg überhitzten Dampf von  $300^{\circ}$  C an der Maschine gemessen. Die Dampfkondensationsanlage besteht aus Berieselungskühlern mit Kupferrohrschlangen.

Die Dampfkesselanlage setzt sich aus vier Steilrohrkesseln von je 115 qm Heizfläche und  $12\frac{1}{2}$  Atm. Betriebsdruck zusammen. Die Kessel sind mit Wanderrosten versehen, ferner mit Überhitzern von je 40 qm Heizfläche, schmiedeeisernen Economisern von je 50 qm, einem gußeisernen Economiser von 108 qm und einem Speisewasservorwärmer von 30 qm Heizfläche.

Die Kesselanlage enthält ferner eine selbsttätige Speisevorrichtung, einen Wasserreinigungsapparat für 8 cbm Stundenleistung sowie eine Kohlenförderanlage mit selbsttätiger Kohlenwage und einem automatischen Rauchgasprüfer. Außerdem ist die Anlage mit einer Wasserenteisungsanlage von 150 cbm Stundenleistung ausgestattet.

Zur Wasserbeschaffung dienen drei Hochdruck-Zentrifugalpumpen von je 75 cbm Stundenleistung, die mit Elektromotoren gekuppelt sind. Außerdem enthält die Anlage Aufkoch- und Kühlapparate, Pumpen mit Behälter für destilliertes Wasser sowie einen selbsttätigen Salzlöser.

Wie bereits erwähnt, wird mit der Anlage Schüttel- und Destillateis in der Weise erzeugt, daß nach Entfernung der Rührstäbe das in den Zellen verbleibende Kern-



Fig. 1.

wasser abgesaugt wird; alsdann werden die Zellen mit entlüftetem Destillat wieder gefüllt. Das Absaugen der Zellen erfolgt durch Pumpen, die mit 60 bis 65 cm Luftleere arbeiten. Die Pumpen arbeiten auf einen Windkessel, in den das Kernwasser durch die Luftleere eingesaugt wird. Hierauf wird der Windkessel durch eine Hebelvorrichtung mit der Außenluft in Verbindung gebracht, so daß das Kernwasser durch eigenes Gefälle aus dem Windkessel in einen im Keller stehenden Behälter läuft. Durch Weiterdrehen der Steuerung werden die Zellen durch Öffnen der Fülleitung mit destilliertem Wasser gefüllt. Aus dem Sammelbehälter wird das Kernwasser, das eine Wärme von 0 bis  $1\frac{1}{2}$  ° C hat, mit einer Pumpe durch eine Kühlschlange, die in dem im Turm befindlichen Destillatbehälter liegt, gedrückt, so daß es zur Vorkühlung des Destillats verwandt werden kann. Bemerkenswert ist dabei, daß das rohe Zellenfüllwasser durch Ammoniaksauggase vorgekühlt wird, sobald es die Enteisungsanlage durchflossen hat. Um die Ammoniaksaugrohre vor dem Abscheider der Überhitzungseinrichtung wird in

einfacher Weise ein Mantelrohr gelegt, in dem das rohe Zellenfüllwasser umläuft.

Die Destillatgewinnung geschieht auf dem üblichen Wege aus dem Abdampf der Dampfmaschinenanlage. Das vom Dampfrieseler ablaufende Kondensat wird jedoch ohne Zuhilfenahme von Frischdampf mit Abdampf unter Luftleere aufgeköcht. Das Kondensat fließt aus dem Dampfrieseler mit etwa 47 ° C ab und strömt, nachdem es unter Luftleere aufgeköcht ist, nach dem unteren Sammelbehälter. Dabei kühlt es sich infolge der langen Falleitung bis auf etwa 44 ° C ab. Dann wird es von einer Pumpe durch einen mit Brunnenwasser gespeisten Kühler gedrückt, und, nachdem es die Filterapparate durchlaufen hat, mit ungefähr 21 ° C nach dem oberen Sammelbehälter befördert. In diesem Sammelbehälter wird das Destillat durch das von den Zellen abgesaugte Kernwasser bis auf 14 ° C gekühlt. Es geht dann nach einem besonderen Kühler, der mit Salzwasser gespeist wird, wo es eine Temperatur von etwa 0 ° erhält; sodann fließt es nach der bereits erwähnten Schaltstation

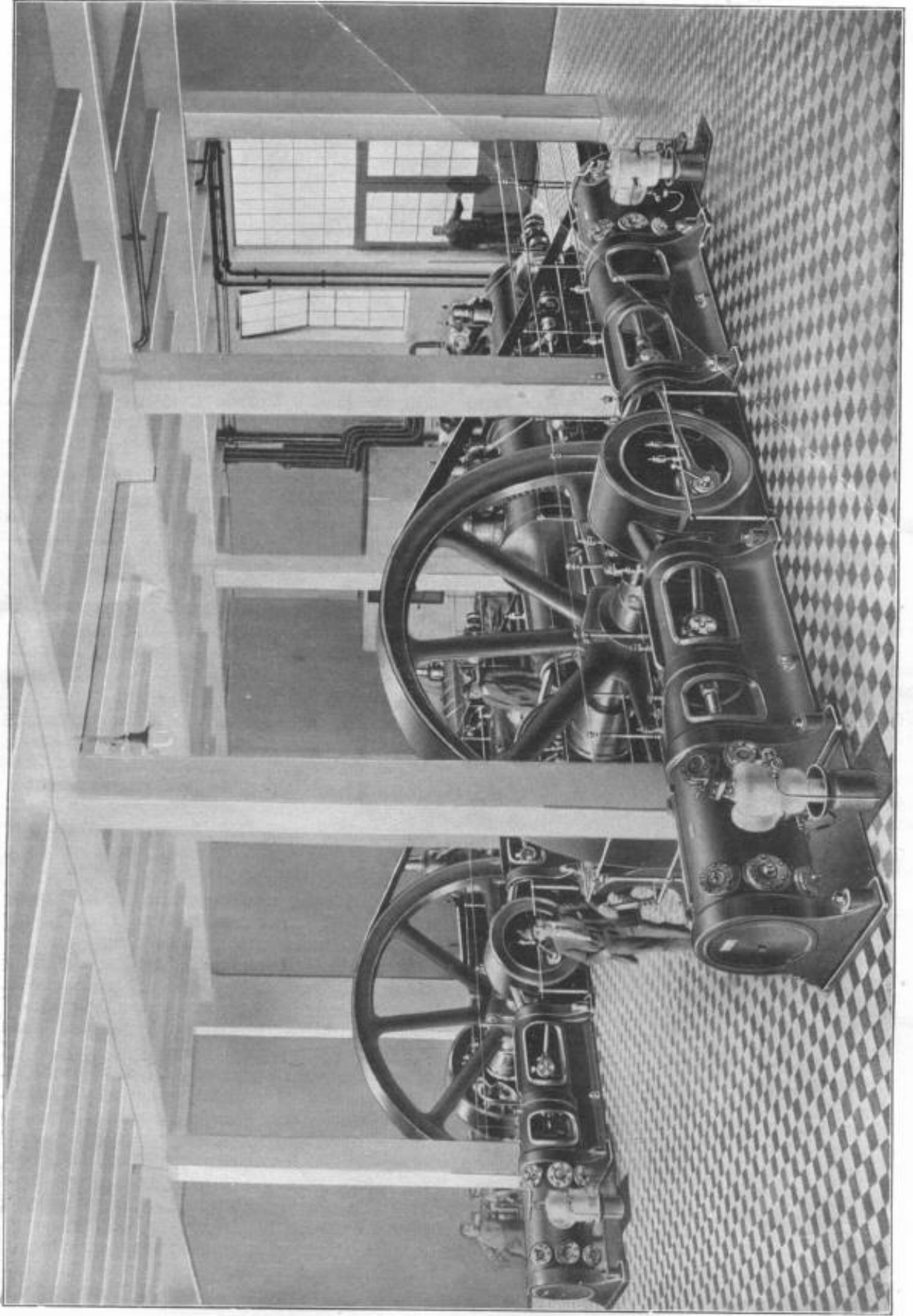


Fig. 2.

und nach den Zellen. Es ist sehr wichtig, daß das an Stelle des Kernwassers in die Zellen eingeführte Destillat möglichst tief, am besten auf  $0^{\circ}\text{C}$  heruntergekühlt wird, da es sonst einen Teil des fertigen Kristalleises auflösen würde, wodurch natürlich eine Trübung des Kernes eintrete. Bemerkenswert ist bei diesem Verfahren, daß sich die Kernwassermenge ungefähr mit der kondensierten Abdampfmenge ausgleicht; die Kernwassermenge beträgt etwa 4 bis 5% des Zelleninhaltes. Das auf diese Weise erzeugte Eis ist vollständig kristallklar. Es hat ein besseres Aussehen als das aus reinem Destillat gewonnene Kristalleis, das bekanntlich einen bläulichen Schimmer aufweist.

Bei dem geschilderten Vorgang der Eiszerzeugung ist die Salzwassertemperatur im Verdampfer einer Prüfung zu unterwerfen; sie muß, wenn das Aussehen des Eises keinen Schaden leiden soll, immer gleichmäßig gehalten werden. In vorliegendem Falle hat sich eine Temperatur von  $-4\frac{1}{2}$  bis  $5^{\circ}\text{C}$  als am günstigsten erwiesen.

Das vorstehend geschilderte Verfahren ist sehr einfach, obgleich es auf den ersten Blick etwas verwickelt zu sein scheint. Die Bedienung der vier Eiszerzeuger, wenn sie gleichzeitig im Betriebe sind, erfordert nur vier Mann, und zwar zwei Kranführer und zwei Absauger. Das Verfahren eignet sich vor allen Dingen für sehr große Betriebe.

Von den vier Eiszerzeugern stehen zwei im Erdgeschoß und zwei im ersten Stockwerk. Die Eisblöcke werden vom ersten Stock durch ein Paternosterwerk heruntergeschafft. Außerdem ist eine Fallvorrichtung vorgesehen, mit der die Eisblöcke in kurzer Zeit bequem heruntergebracht werden können.

Die Eisablaßvorrichtung ist so angeordnet, daß man das Eis von den im ersten Stockwerk gelegenen Eisgeneratoren sowohl unmittelbar in die Verkaufswagen als auch nach den unter dem Erdgeschoß liegenden Eislagerräumen und von hier aus nach der Eisrutsche bringen kann.

Das gleichzeitige Absaugen einer ganzen Zellenreihe zu Beginn des Betriebsabschnittes war mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Sie wurden dadurch behoben, daß an den Enden der Zellen besonders konstruierte Absaugröhrchen eingebaut wurden, die ein gleichmäßiges Absaugen ermöglichen. Auch der bei Schütteleisanlagen häufige Übelstand des Einfrierens der Stäbe ist nicht nur durch eine geeignete Schwerterkonstruktion, sondern auch durch genaueste Regelung der Betriebsführung beseitigt worden. Ein Brechen der Rührstäbe infolge Einfrierens kommt jetzt sehr selten vor. Bei ununterbrochenem Betriebe, wie im vorliegenden Falle, lassen sich die Stäbe in einfachster Weise herausnehmen. Die ausgefrorenen Zellen werden aufgetaut, ausgekippt und unter die Zellenfüllapparate gefahren, wo sie mit Brunnenwasser gefüllt werden. Sodann wird die Schwerterreihe aus den Zellen herausgenommen und hinten wieder eingesetzt. An die Stelle der herausgezogenen Schwerter tritt die Absaugevorrichtung, mit der die Zellenreihe abgesaugt wird. Hierauf erfolgt die Neufüllung mit Destillat. Dieser Vorgang wiederholt sich aller zehn bis zwölf Minuten. Das Herausnehmen der Rührstäbe und das Einsetzen der Absaugevorrichtung geschieht durch den elektrisch angetriebenen Eislaufkran. Das Umsetzen der Schwerterreihe, das Einsetzen der Füllvorrichtung sowie das Absaugen und Wiederfüllen nimmt etwa vier bis fünf Minuten in Anspruch, so daß ein Kranführer instande ist, zwei Eiszerzeuger zu bedienen.

Das erforderliche Wasser wird einer besonderen Brunnenanlage durch Zentrifugalpumpen, die mit Elektro-

motoren gekuppelt sind, entnommen. An Hochsommertagen hat das Wasser eine Temperatur von  $+12$  bis  $13^{\circ}\text{C}$ . Die gesamte Wassermenge wird durch die Enteisungsanlage hindurch nach dem Hochdruckbehälter gepumpt, von wo aus ein Teil über den Kälteberieselungskondensator und ein Teil nach den übrigen Verbrauchsstellen fließt. Vom Kälte-Berieselungskondensator fließt das Wasser an den heißesten Tagen mit ungefähr  $24^{\circ}\text{C}$  nach den Dampf-Berieselungskondensatoren und von diesen mit etwa  $40^{\circ}\text{C}$  nach dem Warmwasser-Sammelkasten. Aus diesem wird das Kesselspeisewasser entnommen, das sich infolge des langen Leitungsweges nach dem Speisewasservorwärmer auf etwa  $37^{\circ}\text{C}$  abkühlt. In dem Speisewasservorwärmer wird das Kesselspeisewasser durch das Zirkulationswasser des gußeisernen Economisers, den die Abgase der Kessel umspülen, auf ungefähr  $65^{\circ}\text{C}$  gebracht. Dann gelangt das Wasser zur Enthärtung nach der Wasserreinigungsanlage, erhält hier wiederum durch den Abdampf der Speisepumpen eine Temperatur von  $65^{\circ}\text{C}$  und fließt dann nach dem Speisewasserbehälter im Kesselhause. Von hier aus pumpen es die Kesselspeisepumpen mit einer Temperatur von  $129$  bis  $130^{\circ}\text{C}$  durch die schmiedeeisernen Economiser in die Kessel.

Die Kesselgase gehen hinter dem gußeisernen Economiser mit nur  $130^{\circ}\text{C}$  in den Schornstein. Trotz der niedrigen Abgastemperatur ist noch ein natürlicher Schornsteinzug von  $18$  bis  $20$  mm Wassersäule vorhanden. Der Schornstein hat eine Höhe von rund  $60$  m und eine obere lichte Weite von  $1,2$  m.

Infolge der mehrfachen Ausnutzung der Wärme durch den vorstehend beschriebenen Hergang hat sich ein Gesamtnutzeffekt der Kesselanlage von rund  $83$  bis  $85\%$  herausgestellt, — ein Wert, der als sehr günstig zu bezeichnen ist.

Der Kesselhausbetrieb ist sehr gleichmäßig, da eine selbsttätige Kesselspeisevorrichtung sowie eine automatische Feuerung die Bedienung der Kessel außerordentlich erleichtert. Mit Hilfe der selbsttätigen Rauchgasprüfung ist der Kesselheizer in der Lage, den Heizbetrieb ständig zu prüfen und sich an Hand der Analysen jederzeit von der Richtigkeit der Bedienung zu überzeugen.

Besonders wertvoll sind die Feststellungen, die nach längerem Dauerbetrieb im Juli 1914 gemacht worden sind, und zwar an Tagen, an denen eine Eiszerzeugung bis zu  $5300$  Zentnern in  $24$  Stunden erreicht wurde. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß das alte Kühlhaus voll belegt war. Die Aufzeichnungen über den Kohlenverbrauch an diesen Tagen ergeben, daß mit einem Zentner Kohle  $20$  Ztr. Eis brutto hergestellt wurden. Dies ist ein Wert, der von Betrieben ähnlicher Größe bisher noch nicht annähernd erreicht worden ist. Während der Versuche wurde mit einer mittleren Salzwassertemperatur von  $-4,8^{\circ}\text{C}$  in den Eiszerzeugern gearbeitet. Die zugehörige Ansaugtemperatur des Ammoniaks betrug im Mittel  $-8,3^{\circ}\text{C}$  und die Überhitzungstemperatur des Ammoniaks, an den Druckbügeln der Kompressoren gemessen, durchschnittlich  $80$  bis  $90^{\circ}\text{C}$ . Die Temperaturdifferenz zwischen Salzwasser und angesaugtem Ammoniak stellte sich im Mittel nur auf  $3,5^{\circ}\text{C}$ , was ein Zeichen dafür ist, daß eine besonders günstige Ammoniaküberflutung in den Verdampferschlangen der Generatoren vorhanden war und daß die Überhitzungsvorrichtung sehr gut arbeitete.

Weitere Informationen:

[Bildbericht](#) von 2016 über die Berliner Eisfabrik  
[Weitere Unterlagen](#) zur Eisfabrik