

Beispiel für eine Kälteanlage in der Lebensmittelindustrie

# Ein vollautomatisches Eiswerk

Felix Lindau, Glinde

## zum Autor

Dipl.-Ing. Felix  
Lindau,  
York Industrie-  
kälte GmbH,  
Glinde



Wer bei dem Wort Eiswerk an eine kalte Nachspeise denkt, muß leider enttäuscht werden. Vielmehr wird in Heiligenhafen Röhrenwassereis zum Kühlen der frisch gefangenen Fische hergestellt. Das neu gebaute Eiswerk ermöglicht den Fischern zu jeder Zeit die gewünschte Menge Eis direkt in die Laderäume Ihrer Kutter fördern zu lassen.

Zur Frischekonservierung muß Fisch permanent gekühlt werden



Kaum jemand weiß, wie wichtig Eis für frisch gefangenen Fisch ist. So muß der Fisch schon kurz nach dem Fang zur Frischekonservierung und gegen Austrocknung auf Eis gelegt werden.

Da nur große Fangflotten eigene Eismaschinen an Bord haben, muß für die traditionelle Fischerei eine stationäre Eisversorgung vorhanden sein. Diese Aufgabe wird vom Eiswerk Heiligenhafen realisiert.

Kältemittel	NH <sub>3</sub>
Kälteleistung	280 kW
Verdampfungstemperatur	-10 °C
Verflüssigungstemperatur	35 °C
Eiszeugung	1400 kg/h
Bunkerkapazität	2 × 35 t
Bunker kühlung	15 kW

Technische Daten in der Übersicht

Es produziert, lagert und liefert das Eis. Das neue Eiswerk ersetzt das sich an gleicher Stelle befindene alte Eiswerk, welches nach fünfundzwanzig Jahren Betrieb zu klein, technisch veraltet und marode geworden war. Nach einer mehrjährigen Vorlaufzeit kam Anfang 1999 die Zustimmung zum Baubeginn des neuen Eiswerkes. Da man vom Platz her an die alte Position gebunden war, mußte der Neubau

aufwendig an die Gegebenheiten angepaßt werden, was einen Bau in die Höhe nach sich zog.

Das nun fertiggestellte neue Eiswerk besteht im wesentlichen aus drei Bereichen:

- Eiszerzeugung (Maschinenraum)
- Eislagerung (Bunker)
- Fördereinrichtung zum Kai

## Die Eiszerzeugung

Im oberhalb des Eisbunkers gelegenen Maschinenraum des Eiswerkes befindet sich die Kälteanlage mit Ammoniak als Kältemittel. Ein Achtzylinder-Kolbenverdichter



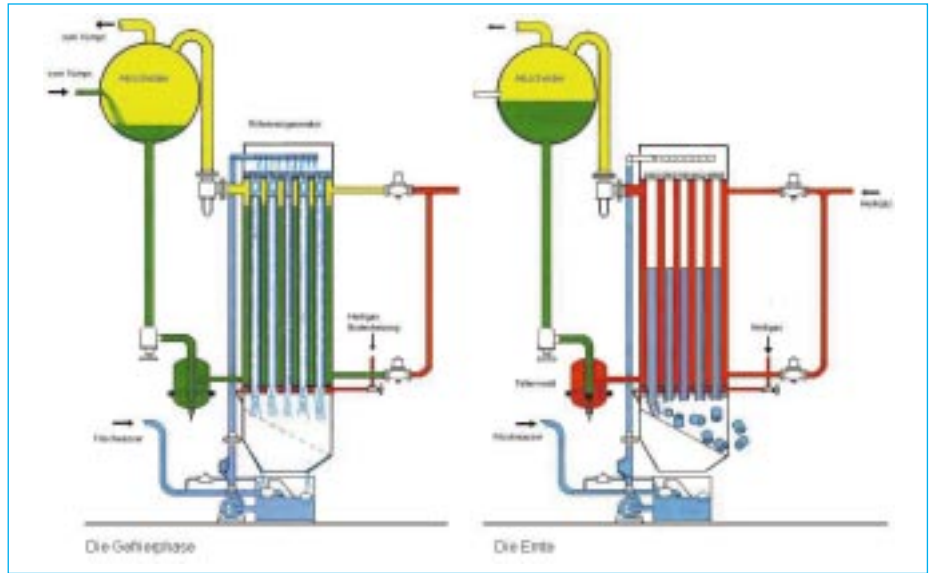
Das neue Eiswerk befindet sich an gleicher Stelle wie der nach 25 Jahren veraltete Vorgänger

der Marke Sabroe treibt den Kältemittelkreislauf an. Zur Wärmeabfuhr dient ein luftgekühlter Verflüssiger, der außen neben dem Maschinenraum angeordnet ist.

Das Herzstück der Eiszeugungsanlage bilden zwei senkrecht stehende Rohrbündelverdampfer, in denen das Eis entsteht. Diese Apparate, auch Eisgeneratoren genannt, stehen unter dem gemeinsamen Ammoniak-Abscheider.

### Die Eisgeneratoren

Durch Schwerkraft gelangt flüssiges Kältemittel über die Tellerventile in die Apparate. Das flüssige Ammoniak (in der Zeichnung grün) verdampft bei einer Temperatur von  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Im oberen Bereich der Rohrbündel und des Abscheiders ist die Dampfphase des Kältemittels gelb dargestellt. Im Gegenstrom zum Ammoniak wird rohseitig Wasser durch die Eisgene-



Prinzipskizze zur Funktion eines Eisgenerators

Der fertige Maschinenraum mit dem luftgekühlten Verflüssiger davor ...



... und dem Verdichter für die Ammoniakanlage darin

In diesen beiden Eisgeneratoren entsteht das Eis für die Fischkühlung

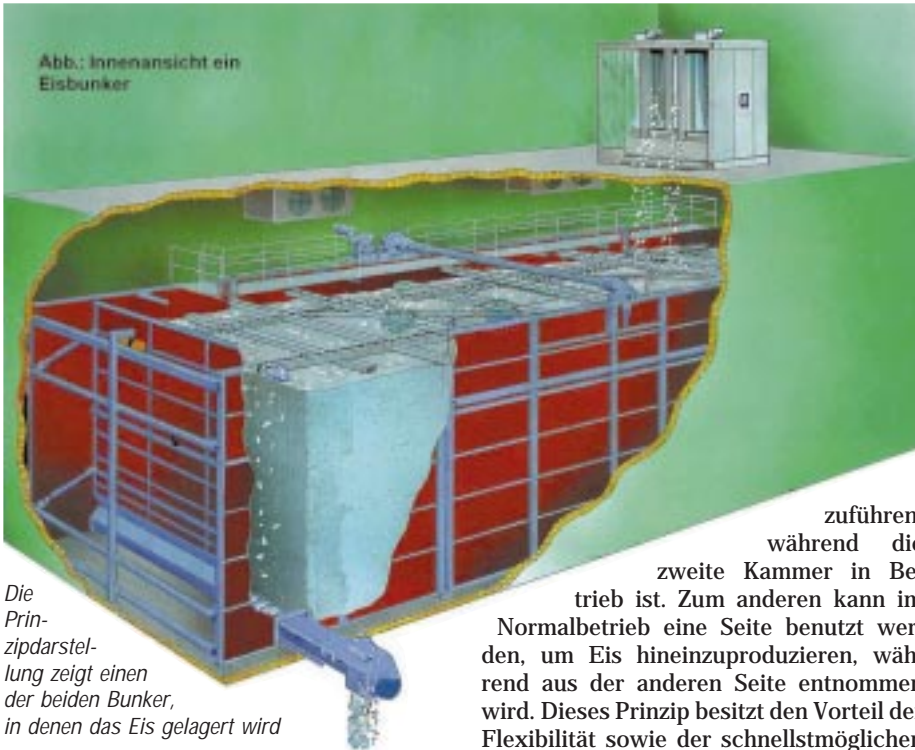


ratoren gepumpt. Es sammelt sich in der unterhalb der Apparate befindenden Wanne. Das Wasser gefriert nach und nach zu Röhreneis. Nach einer in der Steuerung festgelegten Zeit wird die Eisproduktion eines Generators gestoppt, und das sich im Behälter befindende Kältemittel wird durch Heißgas (rot dargestellt) zurück durch das Tellerventil in den über den Generatoren befindende Kältemittelabscheider gedrückt. Das Tellerventil läßt kein Gas durch und schließt somit die Verbindung.

Nach Entleerung der Eisgeneratoren mantelseitig werden durch das Heißgas die Eisröhren angetaut. Diese fallen herunter auf eine Klappe, zerbrechen durch den Aufprall und rutschen nun in eine Förderschnecke. Jetzt ist die Erntephase des Eises beendet und die Gefrierphase dieses Generators beginnt erneut.

Bei herkömmlichen Anlagen wurde das herunterfallende Eis von einem Rotationsmesser zerkleinert. Dies bedingt eine aufwendige und wartungsintensive Antriebsmechanik. Die beiden Eisgeneratoren arbeiten jeweils in der Gefrier- und Erntephase im Wechsel, das heißt sie werden zeitlich getrennt geerntet. Die Eisproduktion, sowie die Steuerung der Kälteanlage erfolgen vollautomatisch.

Ein im Kontrollraum befindlicher Bildschirm ermöglicht die ständige Überwachung der Anlage. Die Betriebszustände



sämtlicher Ventile, Antriebe, Klappen etc. sind auf einer graphischen Übersicht jederzeit zu erkennen. Neben der Möglichkeit der Überwachung bietet die Steuerung auch die Option zur Bedienung per Hand. So kann die Anlage beispielsweise zu Testzwecken per Mausclick gefahren werden. Jedes Ventil, jeder Antrieb usw. kann einzeln manuell betrieben werden. Obwohl die Anlage mit etwa 280 kW eine im Bereich der Industriekälte geringe Kälteleistung besitzt, können in 24 Stunden etwa 33 Tonnen Eis produziert werden.

### Die Eislagerung

Das bei der Ernte der Eisgeneratoren entstehende Röhreneis zerbricht unterhalb der Generatoren und gelangt über eine Förderschnecke und einen der beiden Durchlässe im Boden eine Etage tiefer.

In dieser Ebene befinden sich zwei identische Kammern, die sog. Eisbunker, welche zur Lagerung des Eises dienen.

Da die Entnahme von Eis zeitlich und mengenmäßig sehr unregelmäßig ist, erfordert dieses natürlich einen Speicherplatz. Der Vorteil des Doppelkammersystems liegt zum einen in der Möglichkeit, Wartungsarbeiten in einer Kammer durch

zuführen, während die zweite Kammer in Betrieb ist. Zum anderen kann im Normalbetrieb eine Seite benutzt werden, um Eis hineinzuproduzieren, während aus der anderen Seite entnommen wird. Dieses Prinzip besitzt den Vorteil der Flexibilität sowie der schnellstmöglichen Weiterförderung nach außen.

### Der Eisbunker

Wie auch bei der Eiserzeugungsanlage läuft die Technik im Eisbunker vollautomatisch. Der Füllstand im Eisbunker, die Position der Mechanik und Betrieb der Motoren können jederzeit auf dem Monitor beobachtet werden. Über ein Video-



Ein Rechensystem in jedem Bunker sorgt für die Entnahme des Eises von oben her

Audioüberwachungssystem können auch manuelle Eingriffe, beispielsweise bei Probeläufen, beobachtet werden.

Zur Klimatisierung des Eisbunkers genügt die Kühlung durch eine R 404A-Kälteanlage relativ kleiner Leistung. Die Raumtemperatur wird etwas über dem Gefrierpunkt gehalten. Der Vorteil liegt darin, daß das Eis bei dieser Temperatur zu keinem Block gefriert, sondern aus vielen Einzelstücken besteht und sich somit sehr gut bewegen bzw. fördern läßt. Außerdem ist die Temperatur des Eises von Anfang für die Lebensmittel- bzw. Fischkühlung im optimalen Bereich. Selbst wenn tagelang kein Eis entnommen wird, ist der Schmelzverlust trotz der Temperatur eben über dem Gefrierpunkt vernachlässigbar gering. Ein optischer Füllstandsverlust ist erst nach vielen Tagen erkennbar.

### Entnahme und Förderung zum Kai

Die Aufgabe des weiteren Eistransportes wurde in anderen Eiswerken auf verschiedene Weise gelöst. So versuchte man, das Eis über Trichterkonstruktionen unterhalb der Eislagerung mittels Schwerkrafteinwirkung zu entnehmen. Da Eis jedoch schlechte Fließeigenschaften besitzt, zieht diese Form häufig Verstopfungen nach sich. In anderen Anlagen wird das Eis von unten her durch Fräsesysteme abgetragen. Der über dem entstehenden Zwischenraum liegende Eisblock bleibt jedoch erfahrungsgemäß vorerst in seiner ursprünglichen Position und fällt kurze Zeit später komplett mit lautem Krachen herab. Damit das Gebäude keinen Schaden nimmt, wurde der gesamte Eisspeicher aufwendig beweglich gelagert, um den Schwingungen Herr zu werden.

Die optimale Lösung ist jedoch durch die Entnahme des Eises von oben her in Heiligenhafen realisiert worden. Diese Entnahme wird durch je ein Rechensystem in den beiden Eisbunkern übernommen. Jedes Rechensystem besteht aus zahlreichen durch Ketten angetriebene Edelstahlrechen, die sich im Kreis bewegen, und dabei über das Eis schaben. Das gesamte Rechensystem paßt sich automatisch dem Füllstand des Eises an, indem es sich auch in vertikaler Richtung bewegt.

Das Rechensystem glättet das von oben aus der Produktion herabfallende Eis im Bunker zu einer Ebene. Seine Haupt-

*Eisentnahme per Selbstbedienung: Jeder Kunde hat rund um die Uhr die Möglichkeit, eine gewünschte Menge Eis für sein Schiff zu entnehmen*



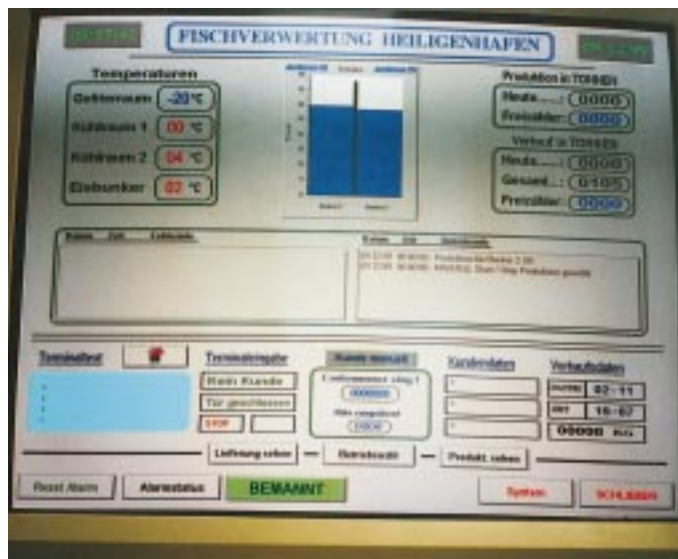
chung von enormem Vorteil. Ebenso kann von der Servicefirma aus die Anlage überwacht und in die Steuerung eingegriffen werden, um eventuelle Änderungen vorzunehmen. Die Anlage besitzt neben diversen zum Betrieb notwendigen Meßstellen auch Mikroschalter, Photozellen sowie Sensoren für die Sicherheitstechnik. Die Steuerung hat so die Möglichkeit, detaillierte Alarmmeldungen herauszugeben. Diese werden aufgelistet und gespeichert. Alle Betriebszustände werden von der EDV festgehalten. Auf diese Weise kann über längere Zeit eine Fehleranalyse ermöglicht werden. Im Abwesenheitsfall eines Überwachenden klingelt bei dem

aufgabe besteht jedoch darin, daß Eis bei Bedarf zur Weiterförderung abzutragen. Am Ende des Bunkers befindet sich eine in Bodenebene montierte Förderschnecke. Der Rechen schabt das Eis ab und es fällt am Ende von oben in die Schnecke hinein.

### Das Entnahmesystem

Kommt ein Fischer um Eis zu erhalten, so kann er über ein Kundenterminal, das sich direkt am Kai befindet, jederzeit das System aktivieren. Nach Eingabe seiner Kundennummer erhält er die von ihm eingegebene Menge Eis. Dieses wird über ein Laufband mit Schwenkrüssel direkt in sein Schiff gefördert.

Über eine Wiegeeinrichtung wird die gelieferte Menge erfaßt. Diese wird direkt in die Datenverarbeitung der Buchhaltung weitergeleitet. Durch diese Automatisierung ist der Kunde von keinen Öffnungszeiten abhängig, er gewinnt Flexibilität und Zeit. Zusätzlich wird auf seiten des Betreibers der Bearbeitungsaufwand minimiert und mögliche Fehler vermieden.



*Die Anlage wird automatisch überwacht und ist an ein Fernüberwachungssystem angekoppelt*

### Das Eiswerk

Die Ausstattung der Eiswerksteuerung mit Telefonmodem gestattet es dem Betreiber, die Anlage aus der Ferne zu kontaktieren. Dies ist für eine Fernüberwa-

Betreiber im Störfall das Telefon und er bekommt die Fehlermeldung direkt von der Steuerung mitgeteilt. Um auch hier keinen örtlichen Beschränkungen zu unterliegen, kann die Meldung auch direkt auf ein Handy geschaltet werden. □