

# Künstliches Eis

Von A. Hollenberg. Mit Abbildungen von A. Eckardt.

Die genaue Herkunft des Artikels und das Datum sind nicht bekannt - vermutlich "Neue Zeitschrift für speculative Physik", 1895.  
Artikel aus [www.berlin-eisfabrik.de](http://www.berlin-eisfabrik.de) - Nachbearbeitung Gliederung und integrierte Abbildungen von Bert Stenzel.

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
Gründe für künstliches Eis.....	2
Unabhängigkeit von der Witterung .....	2
Hygienisch sauberes Eis .....	2
Wege zur Erzielung niedriger Temperaturen .....	3
Kältemischungen.....	3
Verdunstungskälte - Kaltdampfmaschine.....	3
Expansionskälte - Kaltluftmaschine .....	4
Maschinelle Kälteerzeugung .....	4
Die Eisfabrik.....	4
Bisher ausgeführte Kältemaschinen.....	7
Weitere übliche Flüssigkeiten und Anwendungen .....	8

## Vorwort

Vor Zeiten, als nach der allgemeinen Anschauung die Welt aus vier Elementen gebildet wurde, pflegte man Wasser und Feuer als Mächte zu betrachten, die sich feindlich gegenüberstehen und einander aufzuheben und zu vernichten bestrebt sind. Noch jetzt bezeichnet der Sprachgebrauch Wärme und Kälte als einander entgegenstehende Erscheinungen und glaubt in dem Feuer einerseits und dem Wasser -oder gar dem Eise- andererseits himmelweit voneinander getrennte Naturerscheinungen oder Naturzustände vor sich zu haben.

Dennoch sind Wärme und Kälte Kinder ein und derselben Mutter, es sind lediglich voneinander entfernt stehende Grade ein und derselben Naturerscheinung, die wir Wärmeschwingung nennen. Von diesem Gesichtspunkte aus hat der jetzt übliche Nullpunkt der Thermometer weiter keine Bedeutung, als daß bei diesem Wärmegrade das Wasser in den festen Zustand übergeht.

Nur dadurch, daß dieser Übergang wegen der großen Nützlichkeit des Wassers von Bedeutung für das Leben und Weben der organischen Wesen ist, hat dieser

Nullpunkt seine besondere Wichtigkeit erhalten, so daß wir über ihm liegende Grade Wärmegrade, die unter ihm liegenden Kältegrade nennen.

## **Gründe für künstliches Eis**

### **Unabhängigkeit von der Witterung**

Die neuere Technik versteht in der That, die entfernt liegenden Stufen der Wärmeskala beliebig miteinander zu vertauschen und sowohl Wärme in Kälte zu überzuführen, als auch Kälte in Wärme. Diese Technik bereitet im großen Umfange zu gewerblichen Zwecken die Kälte mittels des Feuers, wobei sie sich als Vermittlerin der mechanischen Kraft zu bedienen pflegt.

Manche Gewerbe, insbesondere die Brauereien, Hefefabriken, die Schlächtereien, die Gewerbe zur Konservierung von Nahrungsmitteln haben schon seit langer Zeit die Kälte in den Dienst genommen. Sie waren dabei auf das Natureis, wie es uns in der winterliche Frost alljährlich zu bringen pflegt, angewiesen. Die Ernte des natürlichen Eises ist aber von wechselnden, mehr oder weniger kalten Witterung unserer Winter abhängig und fällt mitunter sehr dürftig aus, so daß der jährliche Bedarf nicht gedeckt werden kann. Die Versuche, in solchen Fällen aus der weiten Ferne Polareis zu holen, scheiterten an der Höhe der Transportkosten. Somit war die Technik vor eine neue Aufgabe gestellt, nämlich die von den Physikern durch den Versuch bereits als möglich nachgewiesene künstliche Darstellung des Eises zum gewerblichen Großbetriebe auszubilden, mit einem Worte, Eismaschinen zu erfinden.

In welchem Maße die Lösung dieser Aufgabe gelungen ist, sehen wir daran, das inzwischen eine ganze Reihe von Gewerbetreibenden, die auf Verwendung von Eis angewiesen sind, sich von der Witterung unabhängig gemacht hat und in der Lage ist, ihren Betrieb mit Sicherheit und Stetigkeit durchzuführen. Der überstürzenden Hast der frühen Natureisgewinnung sind sie überhoben, ebendso der schwierigen Lagerung und des Schutzes der großen Jahresvorräte.

### **Hygienisch sauberes Eis**

Es lag aber noch ein anderer nicht minder wichtiger Grund für die Einführung der künstlichen Bereitung des Eises vor. Alles Eis der Teiche, Flüsse und Seen ist verunreinigt, der Staub der Straße, der Ruß unserer Feuerungen, organische Stoffe aus allen möglichen Betrieben, oft der widerlichsten Art, und unter diesen insbesondere die kleinen Lebewesen (Mikroorganismen), die als tückische Feinde so manches Opfer an Leben und Gesundheit fordern, sie alle werden vom Eise unserer Flüsse und Teiche aufgenommen. Nur scheinbar sind diese schlimmen Gesellen im Eise in Ruhe und erstorben; in vielen Fällen nehmen sie beim Auftauen des Eises ihre allerdings oft reinigende, oft aber auch verderbenbringende Thätigkeit wieder auf.

Über die grade zu erstaunliche Menge dieser kleinen, im Wasser des natürlichen Eises enthaltenen Organismen gibt ein Bild ins Mikroskop Auskunft. Bei der künstlichen Eisfabrikation ist man diesen Zufällen nicht ausgesetzt, da reines, nötigenfalls durch Filtration und durch abkochen von allen Verunreinigungen und Keimen befreites Wasser jederzeit leicht zu erlangen ist. Deshalb können wir auch das künstlich dargestellte Eis, ohne Widerwillen zu empfinden oder sich schädlichen Einflüssen auszusetzen, unmittelbar den Speisen oder Getränken in Berührung bringen, während wir das Natureis von den Genußmitteln fernhalten müssen und

die Kühlung verständiger Weise nur durch Umgeben der Genußmittel enthaltenen Behälter mit Eisstücken bewirken dürfen.

## **Wege zur Erzielung niedriger Temperaturen**

### **Kältemischungen**

Wir wollen nun an einigen Beispielen zeigen, welche Wege zur Erzielung niedriger Temperaturen der Technik offen stehen und wie sie ihr Verfahren ausübt. - Unseren Lesern sind wohl die sogenannten Kältemischungen bekannt, die jetzt mitunter noch verwendet werden, die aber früher als ausschließlich Mittel dienten, den Hausbedarf an Eis zu decken und insbesondere Gefrorenes zu bereiten. Eine zu diesem Zweck geeignete gebräuchliche Mischung besteht aus 5 Teilen Salmiak, 5 Teilen Salpeter und 16 Teilen Wasser, mit der man eine Temperaturerniedrigung von - 10 Grad - bis zu - 12 Grad (Celsius) erreichen kann. Mit einer Mischung von 2 Teilen Schnee und 3 Teilen kristallisiertem Chlorcalcium kann man sogar -45 Grad erreichen.

Stellt man eine Schale mit den zu kühlenden Speisen in diese Kältemischungen, so erfolgt das Gefrieren in kurzer Zeit. Der Grund zu diesem Vorgange liegt darin, daß die einzelnen Bestandteile der Kältemischung das Bestreben haben, in den flüssigen Zustand überzugehen. Dazu ist aber erforderlich, daß der Mischung eine gewisse Wärmemenge zur Verfügung stehe, die sich in unserem Beispiel aus der zum Zwecke des Kühlens eingesetzten Schale entnimmt, deren Inhalt infolge dieser Wärmeentziehung gefriert.

### **Verdunstungskälte - Kaldampfmaschine**

Eine zweite Art der Kältegewinnung können unsere Leser leicht anstellen oder haben sie wohl schon beobachtet. Man schütte einige Tropfen Schwefeläther (Hoffmannstropfen) in die Hand und blase darüber, doch nicht bei Lampenlicht, der Feuergefährlichkeit des Äthers wegen. Der leicht verdunstende Äther verschwindet bald und erzeugt dabei an der Hand ein empfindliches Kältegefühl. -Woher kommt das?- Der Äther geht aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand über; dazu braucht er Wärme, die er der Hand entnimmt.

Wie uralte Kenntnis und Benutzung dieses Kühlverfahrens ist, sehen wir an der schon zur Zeit der Ägypter gebräuchlichen und noch heute von den Bewohnern des Nillandes ausgeübten Gepflogenheit, die an sich warme Nilwasser mittels der sogenannten Gulle kühlen. Letzteres ist ein Gefäß aus gebranntem, nicht glasiertem Thon, durch welchen das Wasser langsam hindurch schwitzt. Von der Oberfläche aber wird es durch den gelindesten Luftzug verdunstet und kühlt dadurch den Inhalt, der ohne diesen Vorgang ganz ungenießbar sein würde.

Aber wozu in die Ferne-bis ins Land der Pyramiden schweifen, um das zu sehen, was jeder an sich selber beobachten kann?! Unser eigener Körper ist eine Art Kältemaschine, an der Stelle der porösen Thonwände der Gulle hat unser Körper eine mit unzähligen Schweißporen versehene Haut, die fortwährend Verdunstungswasser an die Oberfläche treten lässt.

Die Dame, die sich mit ihrem zierlichen Fächer Kühlung verschafft, denkt wohl im Augenblicke nicht daran, dass sie ihren Rosenwangen die Rolle der Eismaschine auferlegt. In der That ist es so, der vom Fächer erzeugte Luftzug erregt an den Poren der Haut eine starke Verdunstung, zu der die Wärme dem Gesicht entnommen wird. Diese Ausdünstungsfähigkeit unserer Haut ist es in erster Reihe, die uns die

heißesten Sommertage, das heißeste Klima erträglich macht; sie regelt mit aller Energie die innere Wärme des Körpers, die bei normaler Lebensthätigkeit trotz aller Verschiedenheit der uns umgebenden Temperaturen nur wenige Grade schwankt. - In den zuletzt erwähnten Fällen wurde stets die Kälte durch Verdunstung der Flüssigkeit hervorgebracht. Wir werden im Verlauf sehen, daß diese Erscheinung fast allen neueren Kältemaschinen zu Grunde gelegt ist, und werden dabei erörtern, welche Flüssigkeiten sich zu diesem Vorgange benutzen lassen.

### **Expansionskälte - Kaltluftmaschine**

In der neueren Zeit hat man noch ein drittes Verfahren zur Kühlung angewendet. An den in den letzten zwanzig Jahren vielfach in Gebrauch genommenen Maschinen, die mit stark gespannter Luft betrieben wurden, wie z.B. an den Bohrmaschinen des Monte Zenis Tunnels, hatte man vielleicht Gelegenheit, zu beobachten, daß die Preßluft beim Entweichen aus dem Zylinder der Bohrmaschine eine bedeutende Kälte erzeugte. Es kam diese Erscheinung den Bohrarbeitern sehr zu statten, da diese von der sich mit dem Fortschreiten der Tunnelarbeiten stets steigende Erdwärme viel zu leiden hatten. Man ging der Erscheinung zum Zwecke der technischen Verwendung auf den Grund und fand, daß allemal beim Übergang stark gepreßter Luft in Luft mit geringerer Spannung eine Menge Wärme erforderlich ist und daß man auch in dieser Erscheinung ein Mittel zur Erzeugung von Kälte in der Hand hat. Doch wurde dieses Erkenntnis erst in großem Maßstabe ausgenutzt, nachdem Popp seine Pressluftanlage ( siehe unseren Artikel in Halbheft 4 des Jahrganges 1891 ) in Paris eingerichtet und eingeführt hatte. Jetzt wird dort von dieser Art der Kühlung der ausgedehnteste Gebrauch gemacht zu allen schon erwähnten Zwecken. Insbesondere werden die zahlreichen Verwendungen der Kälte in den Pariser Hotels von der Popp'schen Pressluft aus bewirkt.

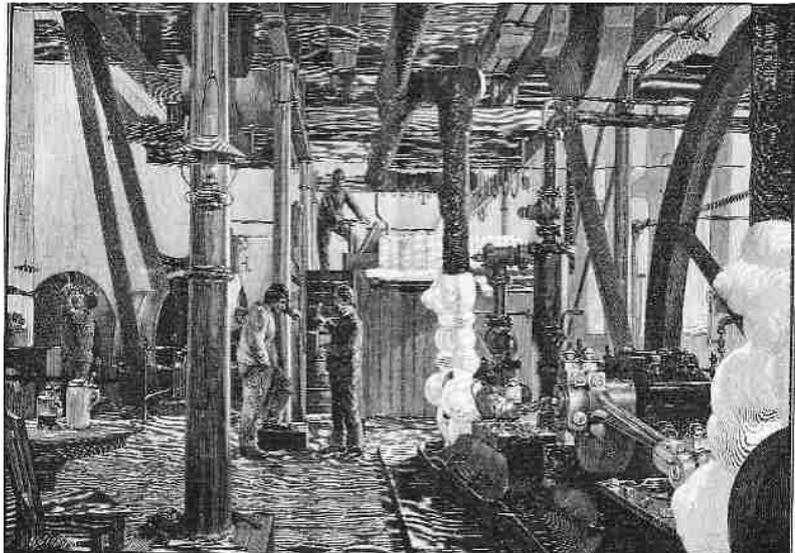
### **Maschinelle Kälteerzeugung**

Blicken wir zurück auf die bisher erwähnten Beispiele, so finden wir, daß die Kälteentwicklung hervorgerufen wird entweder durch Kältemischungen, also beim Übergang fester Körper in Flüssigkeit, oder aber bei dem Übergang flüssiger Körper in luftförmige oder drittens beim Übergang stark gespannter Gase in Gase von schwacher Spannung. Die beiden letzten Erscheinungen, vorzüglich aber die Verwandlung flüssiger Körper in ihre Gasform, liegen den heutigen Eismaschineneinrichtungen zu Grunde. Die letztere Erscheinung dient hauptsächlich der Eisgewinnung im Großbetriebe.

### **Die Eisfabrik**

Treten wir in eine Eisfabrik, so wird unser Bild zunächst auf die Dampfmaschine gelenkt, die wie spielend das große Schwungrad umtreibt. An dem der Maschine gegenüberliegenden Ende der Hauptaxe sind Triebstangen für die Kompressionspumpen angebracht, von denen die eine ganz, die andere zum Teil auf unserer Hauptansicht, zu sehen ist.

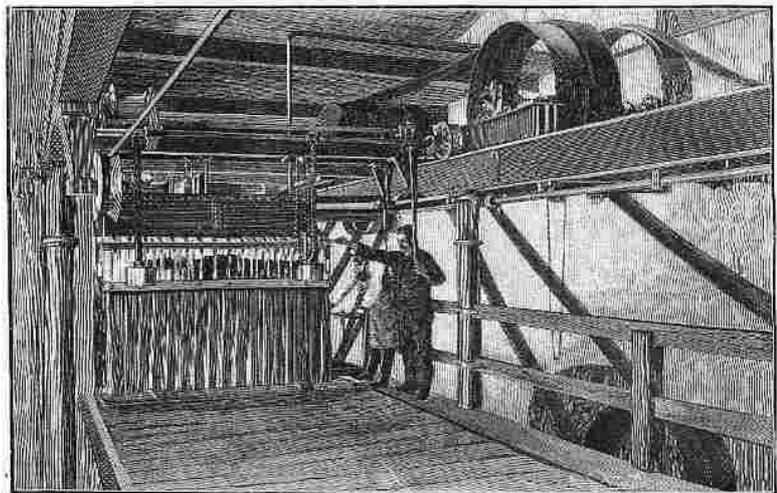
Die Kompressionspumpen machen sich dem Zuschauer dadurch bemerkbar, daß ihre Zuleitung sich mit Reif bedeckt, der sich allmählich zu einer weißen Eisrinde verdichtet, wie sie auch auf unserem Bilde hervortritt. - Die Aufgabe der Kompressionspumpen ist es, die Ammoniakdämpfe aus dem sogenannten Generator abzufangen und sie so zusammenzupressen, daß sie wieder in flüssigen Zustand versetzt werden. Zur



In einer Eisfabrik, Nach der Natur gezeichnet von A.Eckardt.

Beförderung dieses Vorganges benutzt man Kühlwasser, welches die bei der Zusammenpressung entstehende Wärme aufnimmt. Je stärker der Druck der Pumpe und je geringer die Temperatur der Ammoniakgase gehalten werden, desto eher erfolgt der Übergang in den flüssigen Zustand. Auch hier „muß eins dem anderem helfen.“

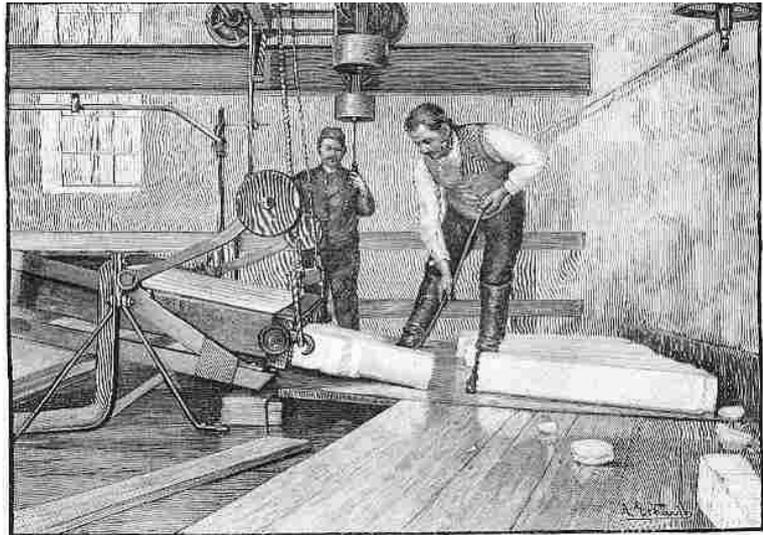
Der vorhin erwähnte Generator dient dazu, das gewünschte Endprodukt, die Eisblöcke, hervorzubringen. Er besteht aus einem schmiedeeisernen, mit Holz umkleideten Kasten, auf dessen Boden eine Rohrleitung von erheblicher Länge in vielen Schlangenwindungen verlegt ist. In dieser Rohrleitung befindet sich das flüssige Ammoniak, welches



Das Füllen der Gefrierzellen

unter hohem Druck vom Kompressor aus eingetreten ist. Da in der Rohrleitung aber niederer Druck herrscht, so verdunstet in ihr alsbald das Ammoniak und entnimmt die zum Verdunsten erforderliche Wärme der im Generator befindlichen, das Rohrsystem umgebenden Salzlösung. Die Salzlösung nimmt infolgedessen eine niedrige, unter dem Gefrierpunkt liegende Temperatur an, ohne jedoch selbst zu erstarren. Die abgekühlte Salzlösung des Generators -auf dem sich in dem Hauptbilde der Wärter mit dem Handrade des Ventiles zu schaffen macht- dient nun als bequemes Übertragungsmittel für die Kälte. In die Flüssigkeit taucht man eiserne Gefrierzellen, die mit dem zu gefrierendem Wasser gefüllt sind. Auf unserer kleineren Abbildung, ist dargestellt, wie die über den Generator gehobenen Gefrierzellen mit Wasser gefüllt werden, um demnächst mittels des von der Dampfmaschine aus getriebenen Hebewerkes in den Generator gesenkt zu werden.

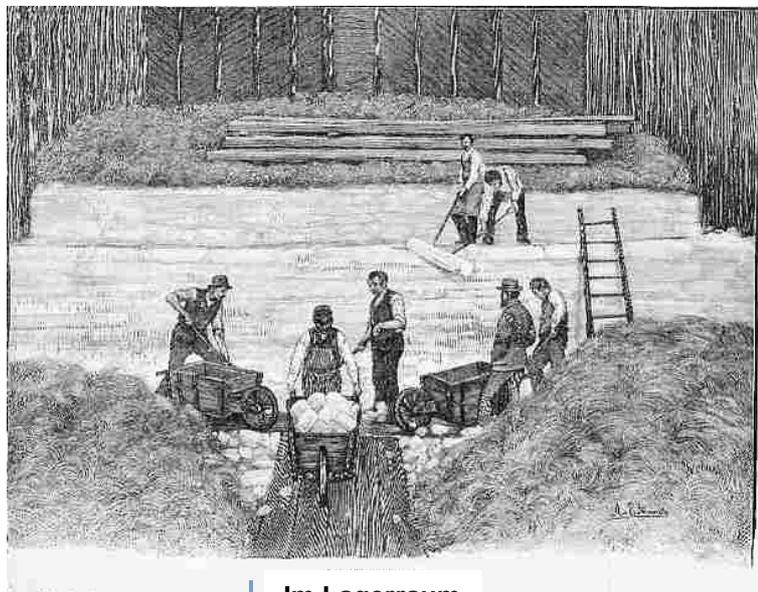
Sind nach kurzer Zeit die Zellen zu den Eisblöcken in der bekannten prismatischen Form ausgefroren, so werden die Zellen aus dem Generator gehoben und in einem Augenblick in warmes Wasser, in das sogenannte Taubassin getaucht, damit sich die Blöcke von den Zellwänden lösen. Diesen Vorgang, insbesondere das Ausschütten der Eisblöcke auf die Eistrutsche, führt die nächste Abbildung vor Augen.



Das Entleeren der Gefrierzellen

Die Blöcke werden als dann nach Bedarf entweder sofort aufgeladen und dem Bestimmungsorte zugeführt oder aber auf Lager gebracht, wo sie zum Schutz gegen abschmelzen mit einer Decke, als welche gewöhnliche Holzwolle dient, eingehüllt werden.

Dann werden die Zellen wieder gefüllt und der Vorgang wiederholt sich auf neue.



Im Lagerraum

Zu der Ausstattung der Eisfabrik gehört noch ein Kondensator, der aus einer oder mehreren Kühlschlangen besteht, um welche kühles Brunnenwasser geleitet wird. In diesem Kondensator sollen sich, unter Mitwirkung der Kompressionsmaschine, die hochgespannten Ammoniakdämpfe verdichten, um demnächst, wie schon erwähnt, im Generator vom neuen zu verdunsten.

Ferner findet man in einer Eisfabrik einen Destillationsapparat, der dazu dient, aus der käuflichen Salmiakgeistlösung, in der das Ammoniakgas vom Wasser aufgenommen wird (absorbiert) ist, das reine Ammoniak zu gewinnen. Dies geschieht durch Abdestillieren des Gases aus der Lösung und ist aus dem Grunde erforderlich, weil beim Betriebe Verluste von Ammoniakgas nicht zu vermeiden sind, wofür Ersatz geschaffen werden muß.

Man erzielt Eissorten verschiedener Güte, welches als Trübeis und Klareis (Kristalleis) bezeichnet werden. Der Unterschied wird dadurch hervorgerufen, daß

bei dem Trübeis die im gewöhnlichen Wasser enthaltenen Luftteilchen einfrieren und in der Form von kleinen Blasen eine weiße Trübung verursachen. Etwas gemildert wird diese Erscheinung, wenn man in den Zellen während des Einfrierens eine Rührvorrichtung wirken läßt. Um untadelhaftes Klareis zu gewinnen, muß man das Füllwasser unmittelbar vor dem Gefrieren auskochen und auch die Gefrierzellen mit ausgekochtem Wasser nachfüllen. Das Kristalleis hat neben dem besseren Aussehen auch noch den Vorteil, beim Versand widerstandsfähiger zu sein.

Die gebräuchlichsten Eismaschinen werden für eine stündliche Eislieferung von 75 bis 2000 Kilogramm eingerichtet; es sind jedoch größere Leistungen durchaus nicht ausgeschlossen. In einer vor kurzem in St. Louis eingerichteten Brauerei dient zum Betriebe der Kompressoren eine Dampfmaschine von 600 Pferdekraft.

Mit einem Kilogramm Kohle erzielt man je nach Größe und Einrichtung des Dampfkessels und der Dampfmaschine 10 bis 14 Kilogramm Eis. Bei großen Verbunddampfmaschinen hofft man die Eismengen auf 24 Kilogramm steigern zu können. Dass die Angaben der beteiligten Kreise mitunter recht schwanken, ist aus geschäftlichen Verhältnissen wohl zu erklären – ist ja doch, wie schon erwähnt, die Frage, welches das beste System der Eismaschine sei, heute noch unentschieden.

### **Bisher ausgeführte Kältemaschinen**

Seit Einführung der Kältemaschinen sind diese für manche Gewerbe, wie für die Bierbrauereien, die Hefefabrikation, die Paraffinbereitung, die Fleischkonservierung, den Fleischtransport grade zu unentbehrlich geworden. Wenn gleich das Natureis unter Umständen billiger ist als das Kunsteis, so haben sich doch wegen der zuverlässigen und sicheren Gewinnung des Eises die Eismaschinen in ungeahnter Weise verbreitet. In den Jahren 1875 bis 1891 versorgt allein die Lindische Gesellschaft für Eismaschinen in Wiesbaden 724 verschiedene industrielle Anlagen mit 1210 Kältemaschinen.

Bis zur Zeit sind ausgeführt oder in Ausführung begriffen 2050 Lindische Kältemaschinen, welche in 1208 verschieden gewerblichen Betrieben Verwendung finden. Die Maschinenbauanstalt Germania in Chemnitz baute bisher gegen 330 Eiskühlungsanlagen. Außerdem beteiligen sich noch viele andere zum Teil sehr bedeutende Firmen an der Herstellung von Eismaschinen.

Die oben erwähnten Lindischen Eismaschinen würden, wenn man die von ihnen erzeugte Kältemenge in Eis umrechnen wollte, etwa 300 Millionen Zentner Eis im Jahre liefern. Das entspricht 16 300 000 Kubikmeter oder einem Eiswürfel von etwa 253 Metern Kantenlänge. Dies ist aber nur die Leistung einer einzigen Eismaschinenfabrik unter den vielen.

Zur Zeit durchfährt wohl kein größerer Passagierdampfer den Ocean, der nicht eine Eismaschine besäße, die unter den glühenden Strahlen der Tropensonne zur Kühlung der Schiffsräume und für die Konservierung der für den Seefahrer so wichtigen Vorräte an Fleisch und anderweitigen frischen Nahrungsmitteln benutzt wird.

## **Weitere übliche Flüssigkeiten und Anwendungen**

Wir haben im Vorstehenden eine Eismaschine, die mit Ammoniakflüssigkeit betrieben wird, geschildert. Die außerdem üblichen Flüssigkeiten wie Kohlensäure, schweflige Säure (Pictetsche Flüssigkeit), Äther haben mit Ammoniak verglichen, ihre Vorteile und Nachteile, die noch nicht endgültig gegeneinander abgewogen sind.

Es wäre übrigens ein Irrtum, anzunehmen, daß die Eismaschinen lediglich der Eisfabrikation dienen. In vielen Fällen verzichtet man vorteilhafter Weise auf die Eisbildung und begnügt sich damit, die zur Kühlung des Generators dienende Salzlösung unmittelbar zu benutzen. Dies geschieht z.B. bei der Kühlung von Kellern dadurch, daß man die kalte Salzlösung durch Röhren streichen läßt, die an der Decke des Kellers angebracht sind. Von der Rohrleitung aus verbreitet sich die Kälte durch den ganzen Kellerraum; die Salzlösung wird mittels einer Pumpe mit stetigen Umläufen durch das Röhrensystem getrieben und kehrt bei diesem Umlauf zur Kühlstelle zurück, wo sie von neuem abgekühlt wird. Wir müssen uns an dieser Stelle mit der bloßen Andeutung dieser Verwendungsweise begnügen.

Die Achtung gebietende Entwicklung der Eismaschinenindustrie liefert einen neuen Beweis, mit welcher beharrlichen Zähigkeit unsere Technik sich jeder zeitgemäßen Aufgabe zuwendet. Ebenso zeigt die Erfahrung, wie sehr die Entwicklung der Eismaschinenindustrie eine fördernde Rückwirkung auf alle gewerblichen Betriebe, welche Kälte verwenden, ausgeübt hat.