

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111/112 (1938)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Kühlung auf Seeschiffen  
**Autor:** E.H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-49857>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.01.2026

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



Abb. 1. Fliegerbild aus SSW auf die New Yorker Downtown, links Hudson, rechts East River mit Brooklyn- und Manh.-Br., hinten Queensbor.-Br.

City-Bau hat eine Luftreinigungs- und Kühlanlage, die für sich allein eine technische Sehenswürdigkeit modernster Art bedeutet.

Unvergesslich ist das nächtliche buntfarbige Lichtermeer. Besonders der «Great-White-Way», das Broadway-Teilstück zwischen der 42. und 50. Str. — dem Zentrum des Theaterdistrikts, Mittelpunkt des Nachtlebens — sticht hervor im flutenden Lichterglanz. Der Eindruck der vielen erleuchteten Wolkenkratzer prägt sich ein zu bleibender Erinnerung (Abb. 2). A. v. B.

für Fleisch und  $+12^{\circ}\text{C}$  für Bananen. Auf grossen Passagierschiffen spielt auch der Kältebedarf für den Wirtschaftsbetrieb eine bedeutende Rolle. Schliesslich sei noch die Kühlung der Munitionsräume von Kriegsschiffen erwähnt, in denen die Temperatur nicht über  $+30^{\circ}\text{C}$  ansteigen soll.

Zur Isolierung der Kühlräume kommen hauptsächlich Kork- und Torferzeugnisse mit Asbestzementplattenverkleidung zur Anwendung, und zwar in Schichten von einer Gesamtdicke bis zu 250 mm. Für diese Isolierungen kann die Wärmedurchgangszahl im Mittel zu  $0,35 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$  eingeschätzt werden. Die Kühlraumisolierungen haben wiederholt Schiffsbrände verursacht, besonders beim Bau von Schiffen, wenn sich infolge von Schweißarbeiten an den Wänden die Isoliermassen unbemerkt entzündeten und auf grosse Strecken versteckt ins Glimmen kamen. Wegen ihres geringen Gewichtes haben von den nicht brennbaren Isolierstoffen hauptsächlich die Aluminiumfolien<sup>1)</sup> Anklang gefunden; sie haben aber den Nachteil des geringen Kältespeichervermögens, was sich bei Betriebspausen schädlich auswirken kann.

## Kühlung auf Seeschiffen

In der «Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie», Heft 1/1938 findet sich die Wiedergabe eines bezüglichen Vortrages von Prof. Dr. Ing. D. Schäfer, Berlin, dem auch der Erbauer von Landmaschinen manche Anregung entnehmen kann.

Die Bedeutung der Kältemaschinen für die Hochseeschiffahrt kann ermessen werden aus der Tatsache, dass 320 deutsche Handelsschiffe mit Kühlanlagen für insgesamt über 160 000 m<sup>3</sup> Kühlraum ausgerüstet sind. Neben den Vorräumen sind es vor allem die Laderäume für Fleisch und Früchte, die der Kühlung bedürfen; die Kühltemperaturen bewegen sich zwischen  $-12^{\circ}\text{C}$

für Fleisch und  $+12^{\circ}\text{C}$  für Bananen. Auf grossen Passagierschiffen spielt auch der Kältebedarf für den Wirtschaftsbetrieb eine bedeutende Rolle. Schliesslich sei noch die Kühlung der Munitionsräume von Kriegsschiffen erwähnt, in denen die Temperatur nicht über  $+30^{\circ}\text{C}$  ansteigen soll.

Zur Isolierung der Kühlräume kommen hauptsächlich Kork- und Torferzeugnisse mit Asbestzementplattenverkleidung zur Anwendung, und zwar in Schichten von einer Gesamtdicke bis zu 250 mm. Für diese Isolierungen kann die Wärmedurchgangszahl im Mittel zu  $0,35 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$  eingeschätzt werden. Die Kühlraumisolierungen haben wiederholt Schiffsbrände verursacht, besonders beim Bau von Schiffen, wenn sich infolge von Schweißarbeiten an den Wänden die Isoliermassen unbemerkt entzündeten und auf grosse Strecken versteckt ins Glimmen kamen. Wegen ihres geringen Gewichtes haben von den nicht brennbaren Isolierstoffen hauptsächlich die Aluminiumfolien<sup>1)</sup> Anklang gefunden; sie haben aber den Nachteil des geringen Kältespeichervermögens, was sich bei Betriebspausen schädlich auswirken kann.

Kälteleistungen von 100 000 kcal/h werden nur bei ganz grossen Schiffen überschritten; die Kälteerzeugung erfolgt ausschliesslich mit Kompressionskälteanlagen, weil sie bei den tropischen Kühlwassertemperaturen weniger Leistungsabfall aufweisen als die Absorptionsmaschinen. Von den verschiedenen Kälteträgern kommen im Schiffsbetrieb nur CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> und SO<sub>2</sub> zur Anwendung, und zwar werden  $\frac{3}{4}$  aller Anlagen mit CO<sub>2</sub> betrieben. Ammoniak hat zwar gegenüber der Kohlensäure den Vorteil der geringeren Verdampfungsdrücke, der grösseren Unempfindlichkeit gegenüber hohen Kühlwassertemperaturen und des geringeren Leistungsbedarfes, aber die Unannehmlichkeiten beim Austreten von Ammoniak in den engen Maschinenräumen, wie es beim Nachfüllen, bei Ueberholungen und Betriebsstörungen nicht immer zu vermeiden ist, sind so gross, dass einige Reedereien, die vorübergehend zur Verwendung von Ammoniak schritten, bei den neuesten Schiffen wieder zur Kohlensäure zurückgekehrt sind.

Da die krit. Temperatur von CO<sub>2</sub> nur  $31,35^{\circ}\text{C}$  beträgt, kann bei Kühlwassertemperaturen von  $30^{\circ}\text{C}$ , bzw. CO<sub>2</sub>-Temperaturen von rd.  $35^{\circ}\text{C}$  keine nennenswerte Kälteleistung pro kg mehr erzeugt werden (siehe Abb. 1). Die Kälteleistung fällt also in den Tropen am meisten ab, d. h. gerade dann, wenn man ihrer am meisten bedarf. Dieser Nachteil ist durch die Einführung der zweistufigen Kompression mit Zwischenkühlung (Abb. 2) weitgehend behoben. Abb. 3 stellt schematisch die Kreisläufe des Kälteträgers in der HD- und ND-Stufe dar. Da im Wärmeaus tauscher, der für die Hochdruckstufe den Verdampfer und für die

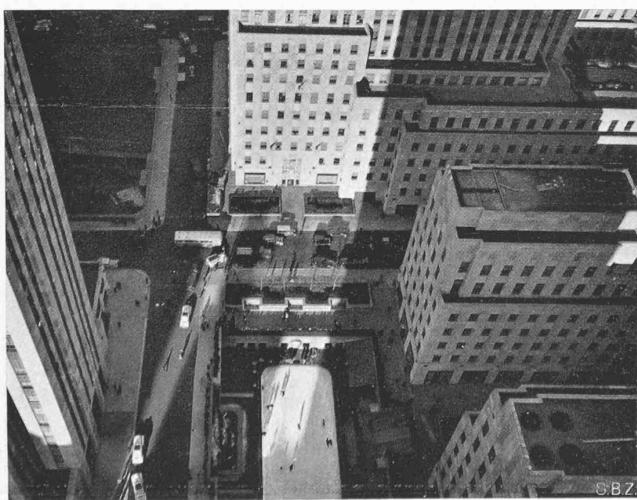


Abb. 4. Kunsteisbahn im Rockefeller Center (links die 5. Avenue)

<sup>1)</sup> Vergl. «Alfol»-Wärmeschutz, in Bd. 103, S. 47\* (1934).

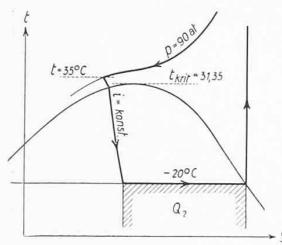


Abb. 1.

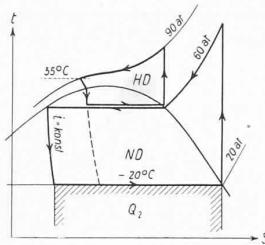


Abb. 2.

Niederdruckstufe den Kondensator darstellt, der Kälteträger in beiden Systemen unter den selben Bedingungen steht, kann der Wärmeaustauscher durch eine einfache Mitteldruckflasche für Mischkühlung ersetzt werden, aus welcher der gasförmige Teil in die Hochdruckstufe und der flüssige Anteil zum Drosselventil der Niederdruckstufe geleitet wird (Abb. 4).

Kapselverdichter und Turbokompressoren haben sich bis heute für Schiffskühlungen nicht eingebürgert. Die Kolbenkompressoren werden mehr und mehr stehend und vollständig eingekapselt mit selbsttätiger Schmierung gebaut. An Stelle des Dampfantriebes ist vorwiegend elektrischer Antrieb getreten mit Drehzahlen von 300 bis 400 U/min.

Die Kohlensäurekondensatoren sind entweder als Tauchrohr- oder als Doppelrohrgegenstrom-Kondensatoren gebaut. Zur Rückkühlung der Sole werden hauptsächlich Steilrohrverdampfer verwendet, die als Tauchverdampfer in den Solebehälter gestellt werden.

Auf Schiffen bevorzugt man Chlorcalciumlösung zur Verteilung der Kälte, weil sie tiefere Temperaturen ermöglicht und das Leitungsmaterial weniger angreift als Kochsalzlösung. Zur Kühlung der Proviants- und Laderäume werden die Kühlrohren entweder an Wänden und Decken der Räume aufgehängt, oder zu besonderen Luftkühlern vereinigt, wobei dann die Kühlung der Ladung durch Umlöpfen der gekühlten Luft erfolgt. In beiden Fällen spricht man von Trockenluftkühlung; sie erfordert ein periodisches Abtauen der Kühlflächen, weil das Eis, das sich aus der Luftfeuchtigkeit bildet, den Wärmedurchgang wesentlich verschlechtert. Wo die Laderäume verschiedene Kühltemperaturen verlangen, lässt man die Kältemaschinen nur mit der tiefsten nötigen Verdampfertemperatur auf die Gefriersole arbeiten und stellt durch Mischung mit dem Solerücklauf aus wärmeren Räumen die nötige Kühlsole dar.

Bei der Nassluftkühlung, die sich durch geringes Gewicht und geringen Platzbedarf auszeichnet, rieselt die Sole über keramische Raschigringe und die Luft streicht zwischendurch. Hinter die Nassluftkühler schaltet man eine Trockenschicht aus gleichen Raschigringen, um die mitgerissene Sole abzufangen. Die kondensierte Luftfeuchtigkeit führt zu einer zunehmenden Verdünnung der Sole, die dadurch aufgehoben werden kann, dass man z. B. einen Teil der Sole ständig durch einen Salzauflöser leitet.

E. H.

## Zuschlagprüfung

### mit Aufnahme des Kräftediagramms

Von Prof. Dr. D. S. CLARK und Dr. G. DATWYLER,  
California Institute of Technology, Pasadena, Cal.

Die Zuschlagprüfung hat in letzter Zeit gegenüber der üblichen Kerb-Biegeschlagprüfung vermehrte Aufmerksamkeit gefunden. H. C. Mann<sup>1)</sup> berichtete über Versuche, in denen die Schlagenergie bei Schlaggeschwindigkeiten bis zu 100 m/s bestimmt wurde. D. W. Ginn<sup>2)</sup> veröffentlichte Kräftediagramme, die direkt während des Schlages aufgenommen worden waren, während E. Honegger<sup>3)</sup> die Kräfte auf indirektem Wege bestimmt.

Schlag-Zugversuche mit direkter Aufnahme der Kräftediagramme sind seit etwa zwei Jahren am California Institute of Technology, Pasadena, im Gange. Es wird eine Pendelschlagmaschine mit ungefähr 3 m/s maximaler Schlaggeschwindigkeit und etwa 17 m/kg Kapazität verwendet. Ein Schleppzeiger gibt die Pendelernergie vor und nach dem Schlag an. Der Probestab wird in einem Halter befestigt; an seinem freien Ende wird ein Querstück angeschraubt, an dem das Pendel beim Schlag angreift (Abb. 1).

<sup>1)</sup> Proceedings of the American Society for Testing Materials, vol. 35, 1935, part II, S. 323 bis 335, und vol. 36, 1936, part II, S. 85 bis 97.

<sup>2)</sup> Journal of the Institute for Metals, vol. 61, 1937, S. 263 bis 273.

<sup>3)</sup> Bericht Nr. 95 der Eidg. Materialprüfanstalt Zürich.

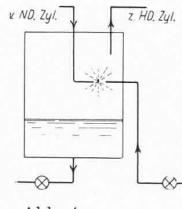


Abb. 4.

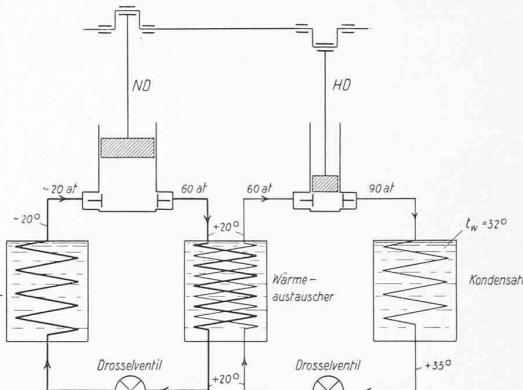


Abb. 3. Kühlung auf Seeschiffen, Kälteträger-Kreislaufschema

Der Halter ist so dimensioniert, dass er sich auch unter dynamischen Bedingungen im direkten Verhältnis zu den Zugkräften am Probestab verformt. Diese Verformungen werden als elektrische Spannungsänderungen aufgenommen und nach der notwendigen Verstärkung den vertikalen Ablenkungssplatten eines Kathodenstrahl-Oszilloskopographen zugeführt. Auf diese Weise erhält man die während des Schlagens (Dauer rd. 1/1000 s) am Probestab wirkenden Zugkräfte auf dem Schirm der Oszilloskopographenröhre in Form eines Kraft-Zeitdiagrammes, das photographisch aufgenommen wird (Abb. 2). Die horizontale Zeitmarkierung in den Diagrammen erfolgt durch eine mitphotographierte Schwingung bekannter Frequenz, während der Kräfteamplitude in der Vertikalen durch eine statische Eichung des Halters bestimmt wird.

Die Kraft-Zeitdiagramme lassen sich in bekannter Weise auf Kraft-Wegdiagramme und weiter auf Spannungs-Dehnungsdiagramme umrechnen. Solche dynamischen Diagramme erlauben interessante Vergleiche mit den entsprechenden statischen Diagrammen. Die Verwendung der Pendelschlagmaschine ermöglicht eine Kontrolle der Zuverlässigkeit und Linearität des Verfahrens. Die Fläche des Kraft-Zeitdiagramms soll dem Impulsverlust des Pendels gleich sein, und das Kraft-Dehnungsdiagramm soll die Schlagarbeit ergeben. Ferner lässt sich die Bruchdehnung am Probestab nachmessen und mit der Länge des Kraft-Dehnungsdiagrammes vergleichen.

## MITTEILUNGEN

Das «Grand Coulee»-Kraftwerk, das von der Regierung der Vereinigten Staaten nördlich von Coulee City im Staate Washington durch Aufstau des Columbia River errichtet wird, und dessen Stausee zudem zur Bewässerung ausgedehnter Gebiete und zur Flussregulierung dienen soll, wird mit einer endgültigen Ausbauleistung von rd. 2 700 000 PS die Boulder Dam Anlage<sup>1)</sup> noch erheblich übertreffen. Die kleinste Wassermenge des Columbia River beträgt rd. 450, die mittlere rd. 3100 und die grösste rd. 14 000 m<sup>3</sup>/s. Die schon seit über drei Jahren im Bau befindliche Staumauer des Kraftwerkes erhält an ihrer rd. 400 m über Meer gelegenen Krone eine Länge von 1280 m und eine Stärke von 9,15 m bei 140 m grösster Höhe über dem Fels und 8 500 000 m<sup>3</sup> Betonaufwand. Die grösste Stauhöhe über dem Niedervasser soll 109 m betragen bei einem Stauinhalt von rd. 12 Milliarden m<sup>3</sup>. Der mittlere, am Fusse 500 m breite Teil der Mauer erhält elf durch 8,5 m hohe Schützen abschliessbare Öffnungen von je 41 m Breite und darunter in drei Höhenlagen übereinander 60 stahlgepanzerte und durch Grobrechen geschützte Ablassrohre mit paarweise bedienten Absperrschiebern von 2600 mm l. W., durch die 7700 m<sup>3</sup>/s abgezapft werden können.

<sup>1)</sup> Vergl. «SBZ» Bd. 99, S. 81\* (1932).

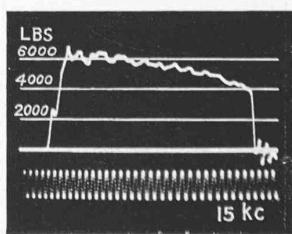
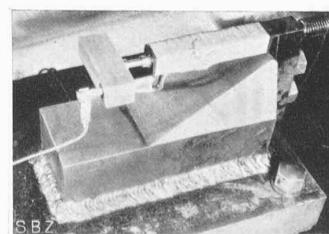


Abb. 1. Zuschlagprüfung mit Aufnahme des Kräftediagramms. Abb. 2