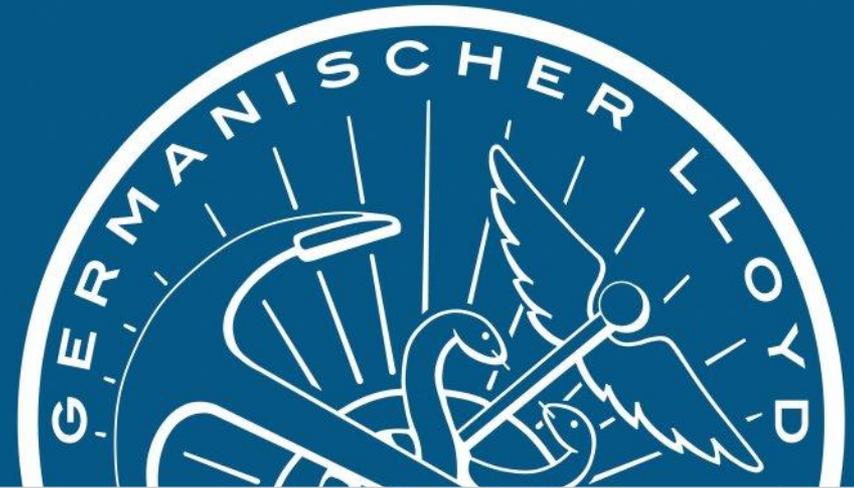


Historikertagung 2010 HKK / DKV

Besondere Anforderungen an Schiffskälteanlagen

Hanspeter Raschle, Germanischer Lloyd Hamburg

18.06.2010



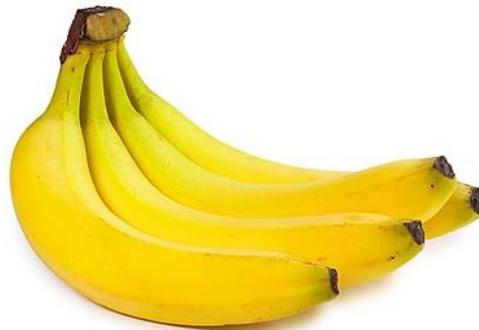
Germanischer Lloyd

Vergleich Kühlhaus – Kühlschiff

- **variable Klimabedingungen**
- **Schräglagen – dynamische Belastungen**
- **variable Kälteleistungsanforderungen**
- **Wetterdichtheit**
- **kein kurzfristiger Kundendienst verfügbar**
- **Ladungsumschlag erfolgt durch Fremdpersonal**
- **variable Ladung (einschl. Gebrauchtwagen)**

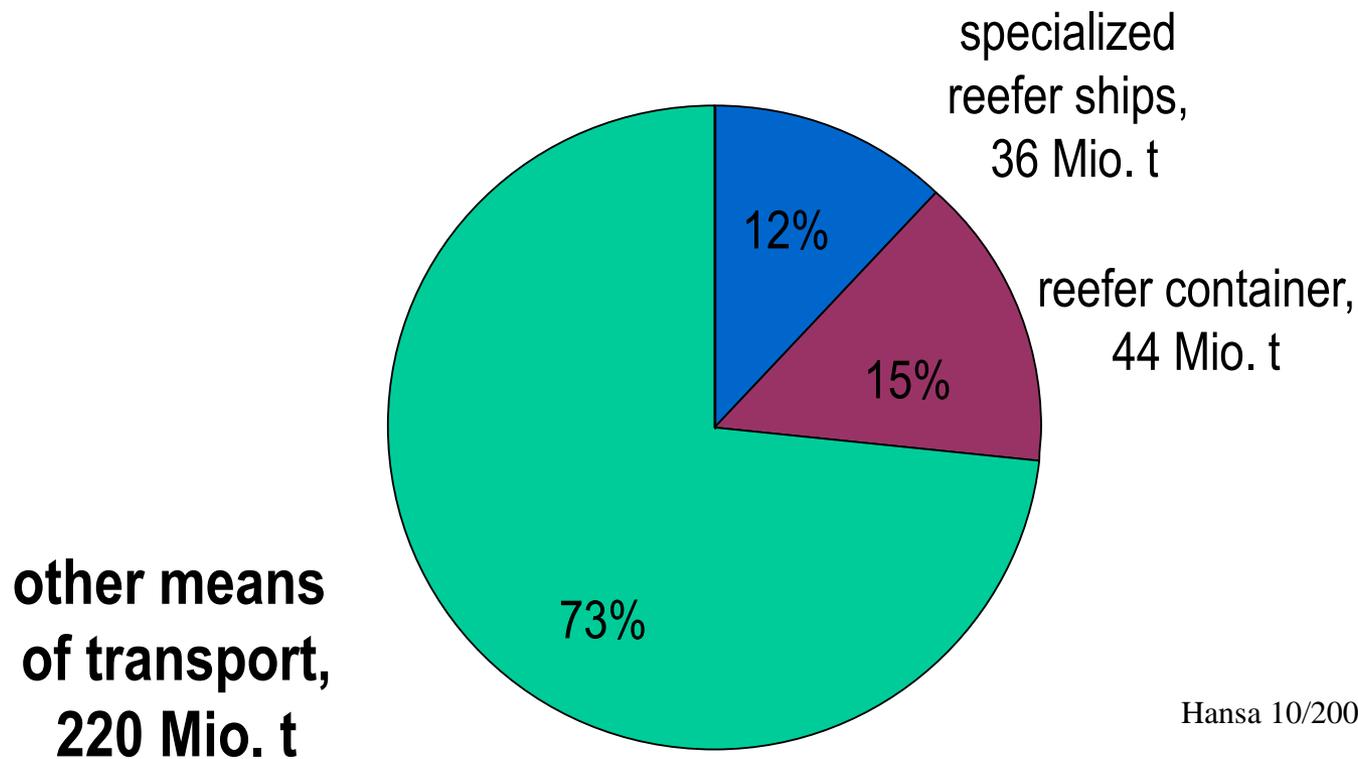
Typische Kühlschiffsladung

- Bananen
- Fisch
- Zitrusfrüchte
- Obst
- Fleisch
- Exoten
- Milchprodukte
- Andere



Global Export of Fruits and Vegetables, 300 Mio. t

sea transport, 80 Mio. t:



Hansa 10/2008

Definition “Kühlschiff”

Fest eingebaute Kälteanlage(n) zur Kühlung von

- **wärmegeämmten Laderäumen**
Kühlschiff oder Schiff mit Ladungskühlanlage
ggfs. mit Tanks für flüssige Ladung (z.B. Fruit Juice Carrier)
- **wärmegeämmten Tanks**
RSW oder Sole Tanks, z.B. Fischerei-Fahrzeuge
- **wärmegeämmte Container (porthole container)**
in Verbindung mit einem Conair- und/oder Stalicon System

Klassifikation von Ladungskühlanlagen dient dem Schutz ...

- **der temperaturempfindlichen Ladung durch Einhaltung der Kühlkette**
- **der Bordbesatzung und anderen an Bord befindlichen Personen (Stauer)**
 - **beim Betrieb der Kälteanlage**
 - **bei Begehung der Kühlräume**

Entwicklung der GL Vorschriften und Richtlinien für Kühlgüter

- **1919 erste GL Bauvorschriften für Ladungskühlanlagen**
- **1963 Anpassung an den Stand der Technik**
- **1971 Erweiterung für “Porthole” Containerschiffe**
- **1991 Abtrennung Kapitel 8 - Kühlanlagen für Fischereifahrzeuge**
- **1991 Richtlinien über hygienische Anforderungen an Ladetanks zum Transport von flüssigen Lebensmitteln an Bord von Seeschiffen**
- **1993 Richtlinien über Systeme für geregelte Atmosphäre auf Schiffen (CA-Richtlinien)**
- **2003 Guidelines for the carriage of refrigerated container on board ship**
- **2004-2008 CCQI Standard (Kühlkettenstandard)**

GERMANISCHER LLOYD

Abteilung für das Elbegebiet.

TELEGR.-ADRESSE:
GERMANISCHER LLOYD
SPRECHER: NORDSEE 2405 u. 2406
BANK-KONTO: VEREINSBANK
BÖRSENST.: Pl. 37 Sitz a

Hamburg, den 15. Mai 1922.
Vorsitzen 35, Karpfangerhaus.

JOURNAL-No. 1554.

Pet./F.

Kühlanlage-Zertifikat.

Wir bescheinigen hiermit, dass die von der Firma Georg Niemeyer in Harburg im Jahre 1922 hergestellte Ladungskühlanlage (Kohlensäure-Duplex-Maschine) für 1376 cbm Kühlraum des unter deutscher Flagge fahrenden Schraubendampfers

" B a d e n ",

der Hamburg-Amerika Linie in Hamburg den Vorschriften des Germanischen Lloyd gemäss durch die zuständigen Besichtiger der Gesellschaft in Hamburg und Bremen untersucht und in gutem, betriebsfähigen Zustande befunden worden ist. Auf Grund des über den Befund erstatteten Berichtes ist der Anlage das Zeichen ~~K.A.Z.~~ K.A.Z. vom ~~Mai 1922~~ ab gerechnet, erteilt worden.

Juli 1922



Germanischer Lloyd
Der Chef der Abteilung für das Elbegebiet

L. Dornseuer

M.K. (mündl. Zert. aus)

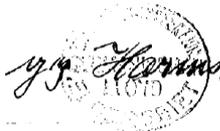
die Kühlanlage
Nach Besichtigung und
Druckprobe der Sooleleitung
der Klasse bestätigt
Hamburg, den 31. Aug. 1923



Jochimsen

Die Kühlanlage des umstehenden Dampfers besichtigt und
in gutem Zustand befunden. Die Sooleleitung wurde gedrückt.
Das Zeichen + K A Z vom August 1924 ab bestätigt.

Hamburg, den 9. August 1924.



Germanischer Lloyd
Der Chef der Abteilung für das Elbgebiet

L. Jochimsen

Reinigung des Kondensators
siehe bestätigt.

Hamburg, den 8. Mai 1925



Jock

Nach spez. Besichtigung der Kühlanlage und Druckprobe
der Sooleleitung das Zeichen + K A Z vom Juli 1925 ab bestätigt.



Hamburg, 31. Juli 1925

Jochimsen

Nr. 78

GERMANISCHER LLOYD
Berlin NW, Alsenstraße 12.

Zertifikat für Kühlanlagen.

Wir bescheinigen hiermit, daß die in Chemnitz
von der Firma Maschinenfabrik Germania vorm. F. Schwall & Sohn
im Jahre 1930 hergestellte **Ladungskühlanlage** 2 Ammoniak-Duplex
Maschinen für 2800 cbm Kühlraum des unter deutscher
Flagge fahrenden Schraubendampfers
Tacoma
Reeder Hamburg-Amerika Linie Heimathafen Hamburg
durch den zuständigen Besichtigter der Gesellschaft untersucht und in gutem, betriebs-
fähigem Zustande befunden worden ist.

Auf Grund des über den Befund erstatteten Berichtes ist der Anlage
das Zeichen H 21 vom April 1930 ab gerechnet
mit der Maßgabe erteilt, daß das Zeichen nur so lange Gültigkeit behält, als die in
unseren Vorschriften vorgesehenen periodischen Besichtigungen ausgeführt werden
und zu Ausstellungen an der Anlage keine Veranlassung geben.

Berlin, den 12. April 1930

Germanischer Lloyd.

Rittermann *M. Loewen*

F. 194.

3. 28. (100)

66

Kühlschiff mit Paletteneignung



“Porthole” Container Schiff mit indirekter Ladungskühlanlage und CONAIR System

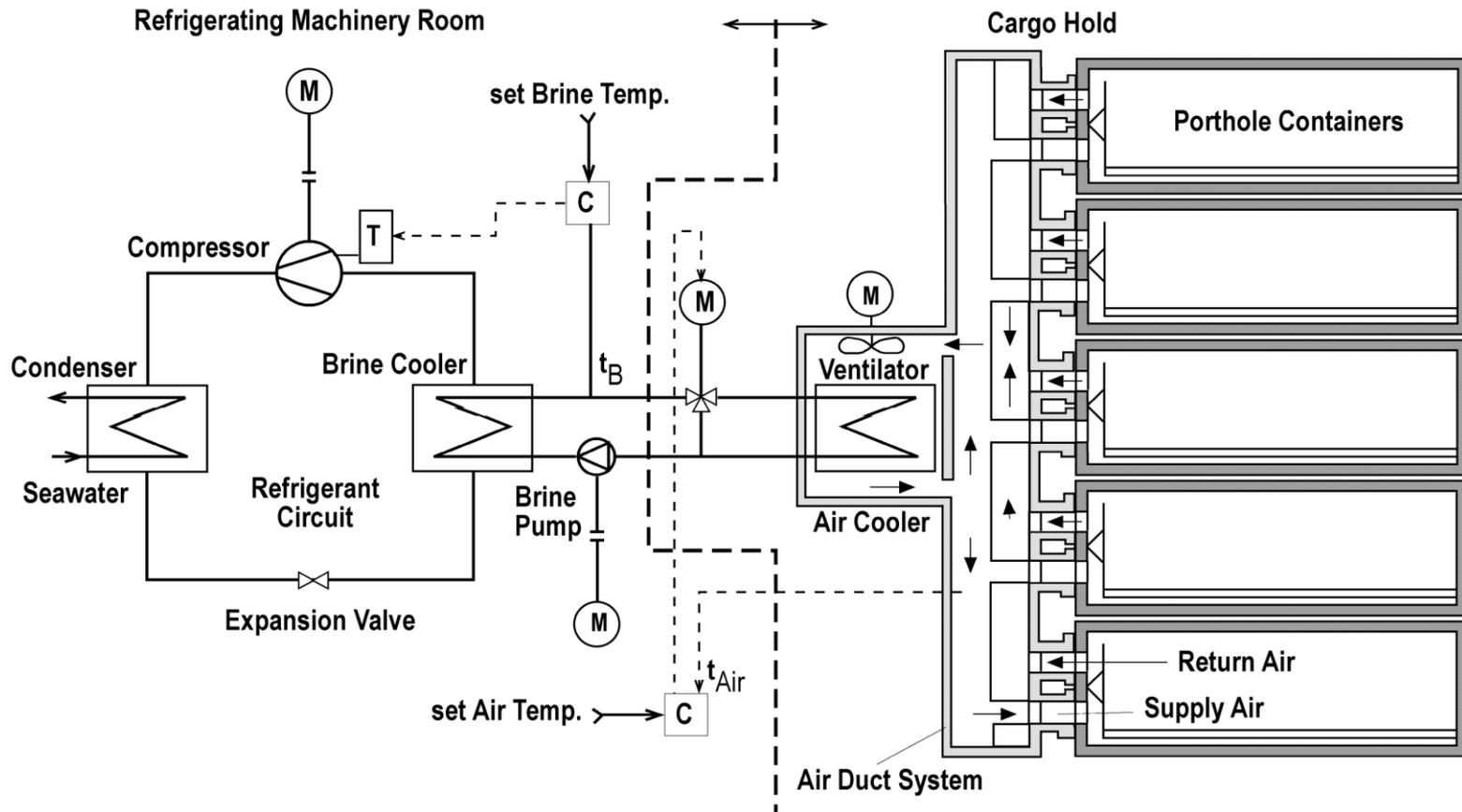
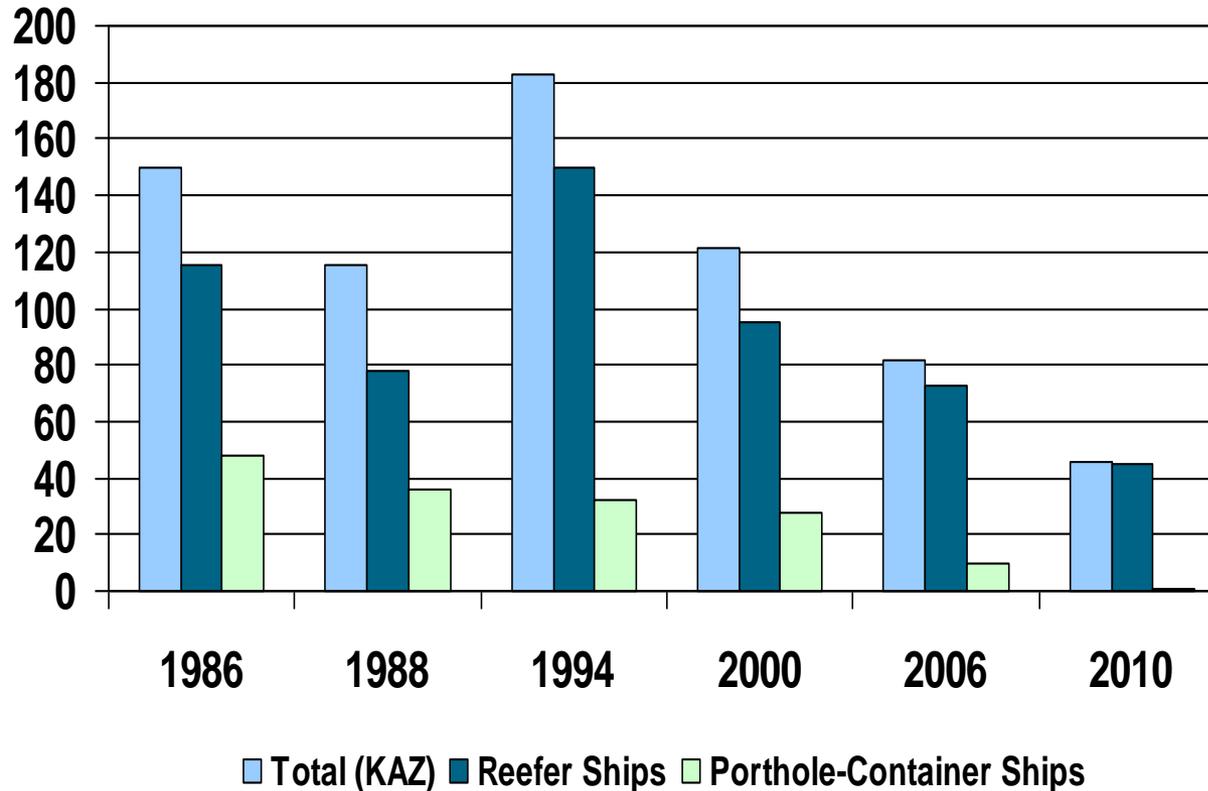




Bild 5.5: Landseitige Kühlstäbe zum Temperaturhalten oder Vorkühlen von Isoliercontainern im Hafen (Foto K.-H. Hochhaus)

Anzahl der Schiffe mit GL klassifizierten Ladungskühlanlagen



Schiffe mit GL zertifizierten Kühlcontainerstellplätzen

von 2003 bis 2010

**90 Containerschiffe mit insgesamt 60.000 R-FEU
Stellplätzen mit GL -Klassenzusatz "RCP"**

entspricht 226 Kühlschiffen mit 650.000 cubft !

GL - Klassenzeichen für Ladungskühlanlagen

+ **CRS** für Kühlschiffe (... bis 2007 "KAZ")

+ **RIC** für Fischereifahrzeuge

ggfs. mit Zusatz für CA-Anlage

CA oder **CAmob** (CA= controlled atmosphere)

Beispiel für ein Kühlschiff mit CA-Anlage:

+ **CRS CA_{mob}**

Temperaturbereiche für typische Produktgruppen:

Tiefkühlprodukte	-25 ...-30 °C
Kühlfleisch	+/- 0 ... -2 °C
Früchte	+ 2 ... 10 °C
Bananen	+12... 13 °C
ggf. “Non-food” Produkte	< 20 °C

Redundanz für „Kältemaschinensätze“

- **mindestens zwei Kältemaschinensätze bestehend aus Verdichter, Antrieb, Verflüssiger, ggfs. Economizer und Solekühler**
- **bei Ausfall eines beliebigen Kältemaschinensatzes muss die bescheinigte Temperatur gehalten werden können.**

Redundanz für die Stromversorgung...

Mindestens zwei Stromerzeuger müssen vorhanden sein

Die Gesamtleistung aller Stromerzeuger muss den normalen Schiffsbetrieb plus die installierte elektrische Leistung der Ladungskühlanlage decken können.

Bei Ausfall eines beliebigen Stromerzeugers müssen alle Kältemaschinen, mit Ausnahme der Reservesätze, mit voller Leistung betrieben werden können plus der Schiffsbetrieb

Kältebedarfsberechnung nach GL

Auslegung für Fruchtfahrt:

- **Herunterkühlen der Ladung in einer „angemessenen“ Zeit mit allen Kältemaschinensätzen in Betrieb**
- **Im Beharrungszustand sind maximale Luftumwälzung und angemessene Frischluftmenge zu berücksichtigen**

Auslegung für Tiefkühlfahrt:

In der Regel ohne Berücksichtigung von Abkühlung und Frischluftzufuhr

Kühlraumlüftung

- Ziele -

- **Effiziente Abfuhr der Wärme aus dem Kühlgut und der Transmissionswärme mittels Umluft mit möglichst homogener Luftverteilung im voll- und teilbeladenen Zustand**
- **optimale Nutzung der Kühlerflächen (Luftkühler / Verdampfer)**
- **ausreichend Luftaustausch um die Stoffwechselprodukte abzuführen**

Kühlraumlüftung

Anzahl der Luftwechsel pro Std. bezogen auf den Nutzraum

- **30-40x/h** tiefgekühlte Produkte
- **60x/h** Früchte und Gemüse
- **80-90x/h** Bananen

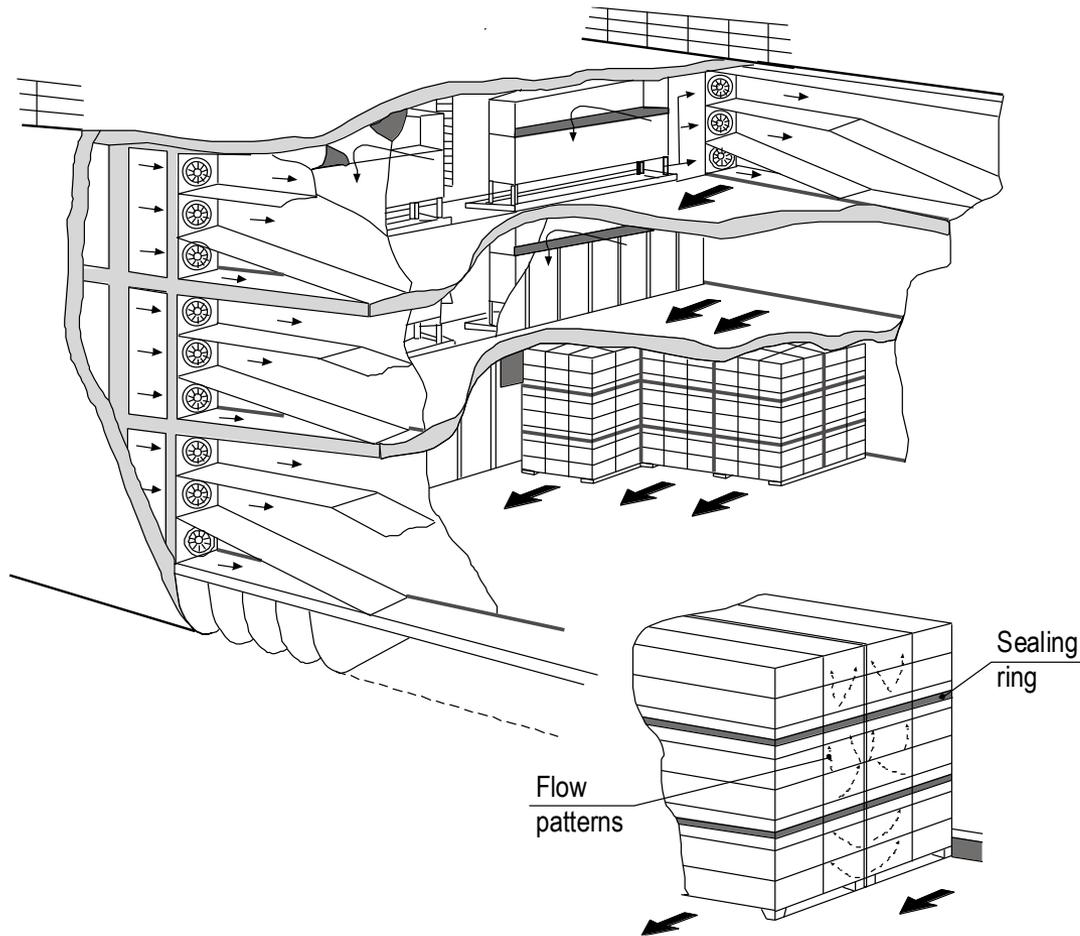
XX

- **2x/h** Lüfterneuerungsrate

Arten der Luftführung

- **Robson-Prinzip**
- **Duct less**
- **Konvektion (Fischereifahrzeuge)**

“Robson”- Typ - Kühlraumlüftung

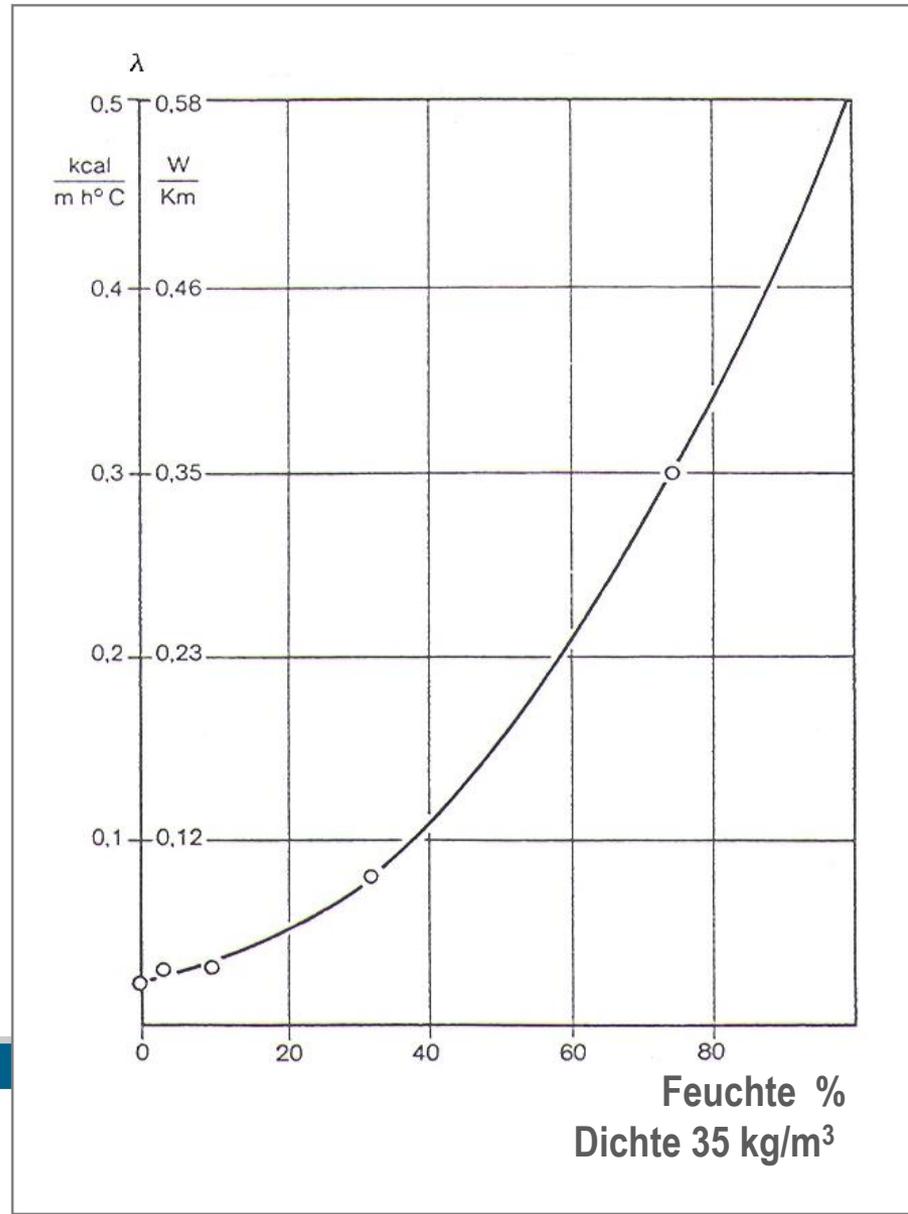


Kühlraumisolierung

Torf – Kork

- **Mineralwolle**
- **PU-Hartschaum** (heute)
vorgefertigte Paneelen oder Ortsschaum
- **Polystyrol** (selten)

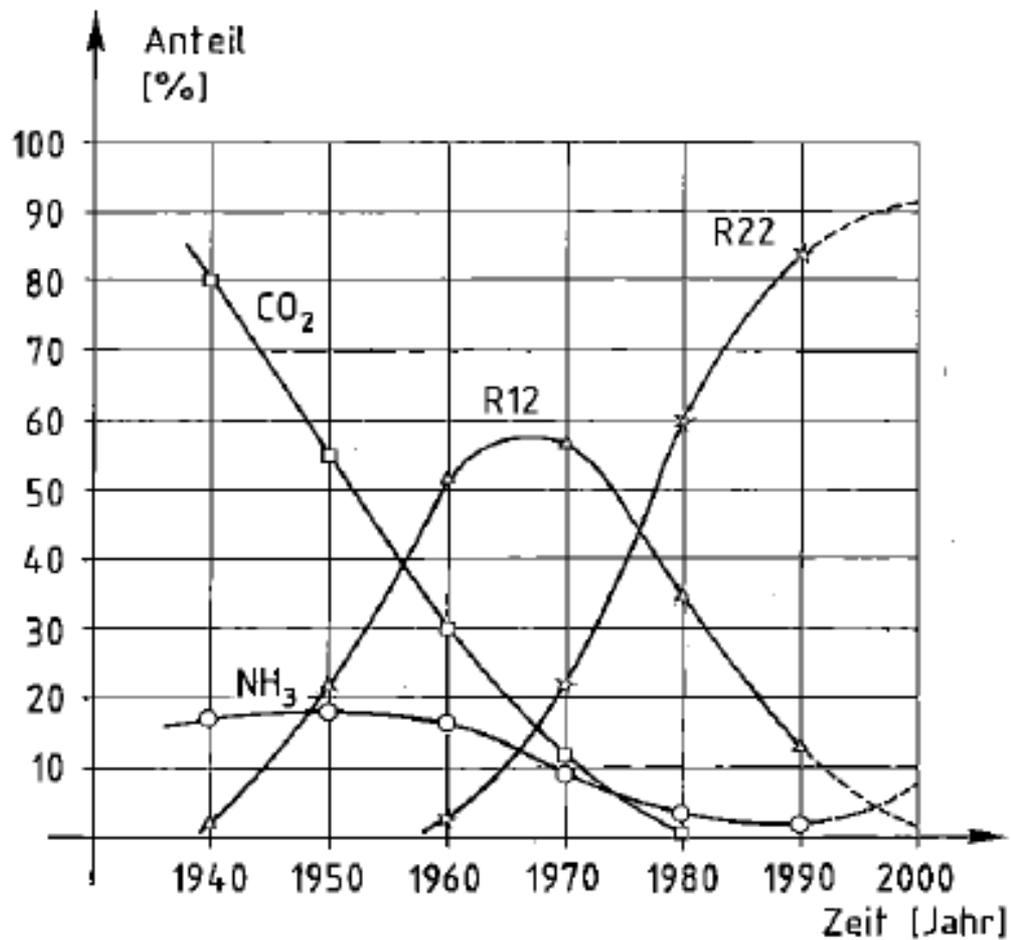
PUR - Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit der Feuchte



Kältemittel

- **Gruppe 1 „Sicherheitskältemittel“, wie R404A, R134a, R410A ...**
- **Gruppe 2 Giftige oder ätzende Kältemittel oder solche mit einer unteren Expl.-Grenze von mindestens 3,5 Vol.%, z.B. Ammoniak**
- **Gruppe 3 brennbare Kältemittel mit einer unteren Exp. Grenze von weniger als 3,5 Vol.%**

Berechnungsdrücke: 55°C für Hochdruckseite bzw. 45°C für Niederdruckseite



Quelle: K-H. Hochhaus

Kältemittel Stand 04/2010

45 Kühlschiffe, davon

35 mit R22 direkte Verdampfung

5 mit R22 / Sole

1 mit R404A direkte Verdampfung

4 NH₃ / Sole

Ladungskühlanlage beim Kühlschiffsneubau

... die GL-Abnahme

- nach Einbau an Bord: Dichtheitsprüfung des Kältemittelsystems pneumatisch mit 1x PB (Hochdruck, bzw. Niederdruck)
- Verdichter: Prüfung der Sicherheitsschalter für Druck und Temperatur
- Kalibrierung der Temperatur - Messeinrichtung aller Kühlräume
- Seekühlwassersysteme für Kondensatoren sowie Solesysteme: Dichtheitsprüfung unter Betriebsbedingungen sowie Funktionsprüfung einschließlich Dockbetrieb
- Laderaumlüftung: Prüfung der Luftumwälzung und homogene Verteilung
- Messung der Luftwechselrate
- Funktionsprüfung der Kühlanlage nach einem abgestimmten „Kühlerprobungsablaufplan“ mit Funktionsprüfung der Abtaueinrichtung
- Balance-Test

der Balance Test ...

... soll nachweisen, dass der tatsächlich Wärmeverlust durch die Laderaumisolierung nicht größer ist als der bei der Kältebedarfsberechnung zugrunde gelegte k-Wert...

Besichtigungen von Ladungskühlanlagen

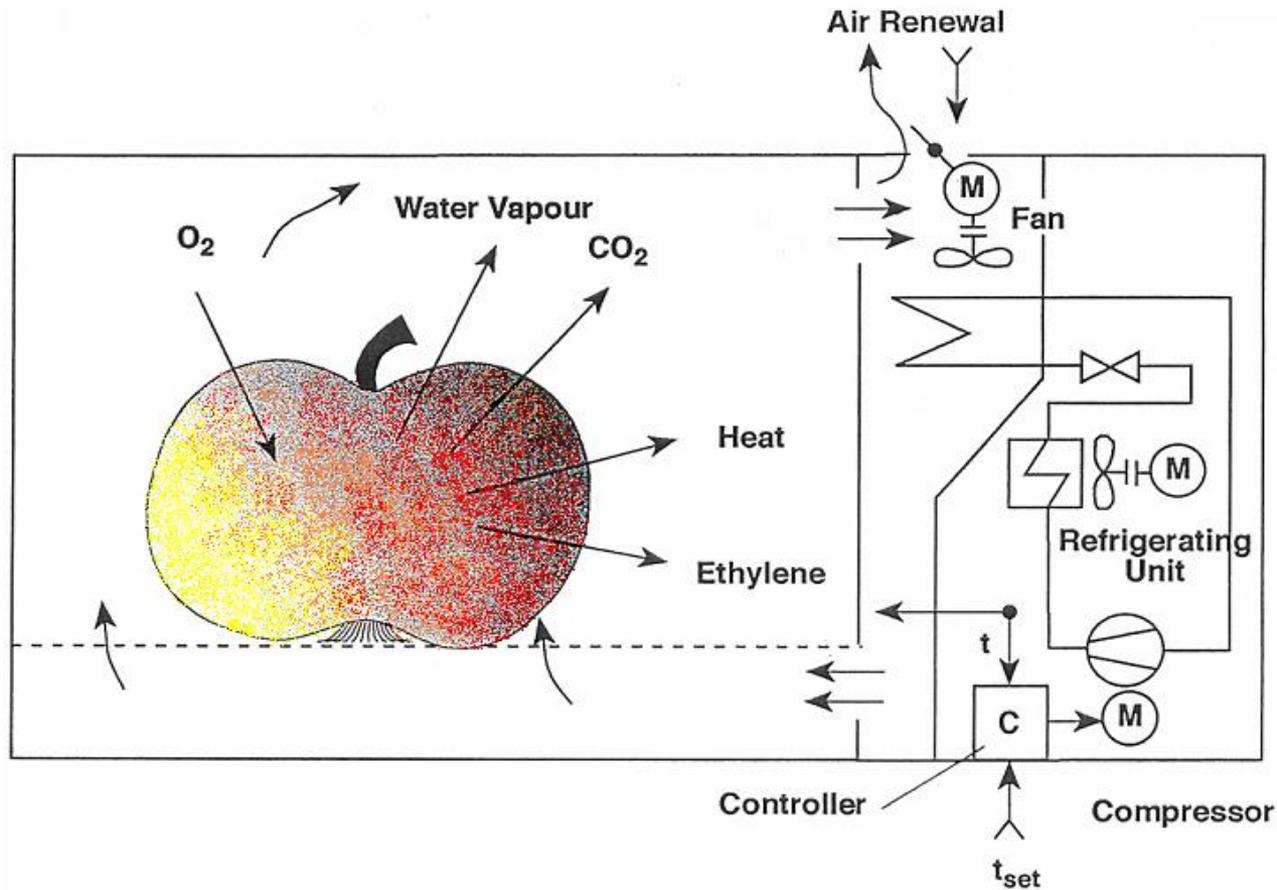
regelmäßig wiederkehrende Besichtigungen

- **Jährliche Besichtigung**
- **Zwischenbesichtigung**
- **Klassenerneuerungsbesichtigung**

außerordentliche Besichtigungen:

- **Schadens- und Reparaturbesichtigung**
- **Kühlversuche bei in Dienst befindlichen Schiffen**
- **Ladehafenbesichtigungen**

Frucht Transport unter geregelter Atmosphäre

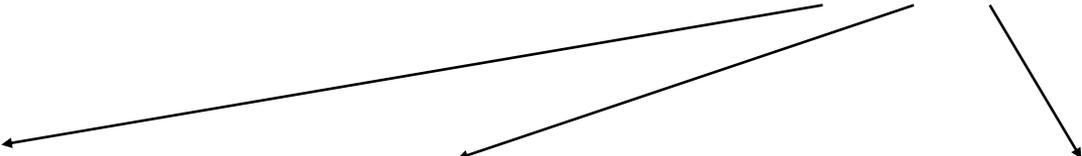


Vorteile von CA-Transport

- spätere Ernte - mehr Sonnenstunden- höherer Zuckergehalt- besserer Geschmack
- Chemische Nacherntebehandlung kann reduziert werden, da Schädlinge und Krankheitserreger O_2 -Werte $< 3\%$ nicht überleben
- Verlängerung der Transportzeit möglich (Öko-Speed)
- Transportverluste werden minimiert

GL – Zusatzzeichen „RCP“

*Refrigerated **C**ontainer Stowage **P**ositions*



Beispiel: RCP 560/70

geeignet für den gleichzeitigen Transport von 560 R-FEU's, davon maximal 70 % mit Fruchtladung

GL – Richtlinien

„Carriage of refrigerated containers on board ships“

Technische Anforderungen:

1. Wärmeabfuhr aus dem Laderaum durch Lüftung
 - Luftmenge und Verteilung
 - Luftein- und Auslass an Deck
2. Wärmeabfuhr mittels Kühlwasser
3. Zugänglichkeit für Überwachung und Reparatur
4. Leistungsbedarf für Kühlcontainer

Actual 8'6" Bulkhead Design for High Cubes Cargo Hold Ventilation for Reefer Containers



Zuluftkanal für zwei Containerstapel









Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Hanspeter Raschle