

# Ökonomie & Ökologie

## Fachforum 2018

### L+R Kältetechnik GmbH & Co.KG

**Gesetzgebung**

**Normung**

**Förderung an kältetechnischen Anlagen**

**Vortrag von Dipl. –Ing. Klaus Reisner**

**Ingenieurbüro für Kältetechnik Reisner + Kettler GmbH**

# Einführung

- Es ist nicht zu bestreiten, dass wir ein Umweltproblem haben
- Umweltprobleme bedingt durch hohe Schadstoffbelastung in der Luft durch zu viel Ausstoß an Kohlendioxid
- Kohlendioxid verhindert, dass Wärmeenergie von der Erde in den Weltraum zurückstrahlt.
- Fluor- und Chlorverbindungen zersetzen die Ozonschicht

# Einführung

- Regierungen beschließen Maßnahmen, um schädigende Einflüsse zu mildern
- Maßnahmen greifen in:
  - Reduzierung der Schadstoffe, zu denen unsere Kältemittel gehören
  - Reduzierung des Energieverbrauchs, auch bedingt durch Antriebe der Kältemaschinen

# Einführung

- Kältemaschinen gehören zu der Technologie, die sehr viele Probleme für die Atmosphäre bringen
- Gründe dafür sind:
  - Kältemittel in Form der Fluorkohlenwasserstoffe
  - Zu hoher Energieverbrauch zur Kälteerzeugung

# Einführung

- Die Effizienz sehr vieler Kältemaschinen ist schlecht, der Stromverbrauch ist zu hoch, die Anlagen sind nicht optimiert.
- Schlechte Regelung, falsche Einstellungen, Komponenten nur auf geringe Beschaffungskosten gewählt
- Dies zum Nachteil der Umwelt und der Kosteneffizienz für die Betreiber
- (Physikalisch ist uns natürlich klar, dass wir hier immer von dem Verbrauch von Primärstoffen zur
- Energieerzeugung sprechen. Energie kann schließlich nie verloren gehen, aber umgewandelt
- werden. Das erwähnen wir aber nicht ständig! )

# ENEV

- Energieeinsparung verdient Geld für das Unternehmen
- Das erste staatliche Gesetz in diese Richtung kennt man unter dem Begriff ENEV
- **ENEV = Energie – Einsparungs – Verordnung**

ENEV berücksichtigt nicht nur Energie-Einsparung an Kühlanlagen, sondern alle Maßnahmen von Energieeinsparung in Gebäuden

## Ziel der ENEV

- **Zweck dieser Verordnung ist die Einsparung von Energie in Gebäuden.** In diesem Rahmen und unter Beachtung des gesetzlichen **Grundsatzes der wirtschaftlichen Vertretbarkeit** soll die Verordnung dazu beitragen, dass die **energiepolitischen Ziele der Bundesregierung**, insbesondere ein nahezu **klimaneutraler Gebäudebestand bis zum Jahr 2050**, erreicht werden. Neben den Festlegungen in der Verordnung soll dieses Ziel auch mit anderen Instrumenten, insbesondere mit einer Modernisierungsoffensive für Gebäude, Anreizen durch die Förderpolitik und einem Sanierungsfahrplan, verfolgt werden. Im Rahmen der dafür noch festzulegenden Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Niedrigstenergiegebäuden wird die Bundesregierung in diesem Zusammenhang auch eine grundlegende Vereinfachung und Zusammenführung der Instrumente, die die Energieeinsparung und die Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden regeln, anstreben, um dadurch die energetische und ökonomische Optimierung von Gebäuden zu erleichtern

# ENEV

- Der Energieeinsatz für Produktionsprozesse innerhalb von Gebäuden ist nicht Gegenstand der Verordnung – **Für unsere Zielgruppe nicht ein so vordringliches Thema**
- In dieses Gesetz fallen nur Kälteanlagen, die auf der Grundlage von Behaglichkeitskriterien ausgelegt sind, also Klimatisierung
- Kälteanlagen die mehr als 12 kW Leistung haben und älter als 10 Jahre sind müssen einer energetischen Inspektion unterzogen werden
- Fachmann (Sachkundiger) mit entsprechender Ausbildung muss die Anlage auf Energieverbrauch prüfen

# ENEV

- Aufgaben des Sachkundigen:
  - Muss über den Zustand der Anlage einen Bericht schreiben
  - Muss einen Vorschlag unterbreiten, den Energieverbrauch sinnvoll zu senken

# ENEV

- Inspektion wird durchgeführt von fachkundigem Personal
- Zugelassen sind:
  - Absolventen von Diplom/ Master / Bachelor Studiengängen und einem Jahr Berufserfahrung
  - Andere technische Fachrichtungen mit drei Jahren Berufserfahrung
  - Gleichwertige Ausbildung in einem anderen EU - Land

# ENEV

- Prüfer, der den Inspektionsbericht schreibt wird bei der zuständigen Stelle eine Registriernummer beantragen

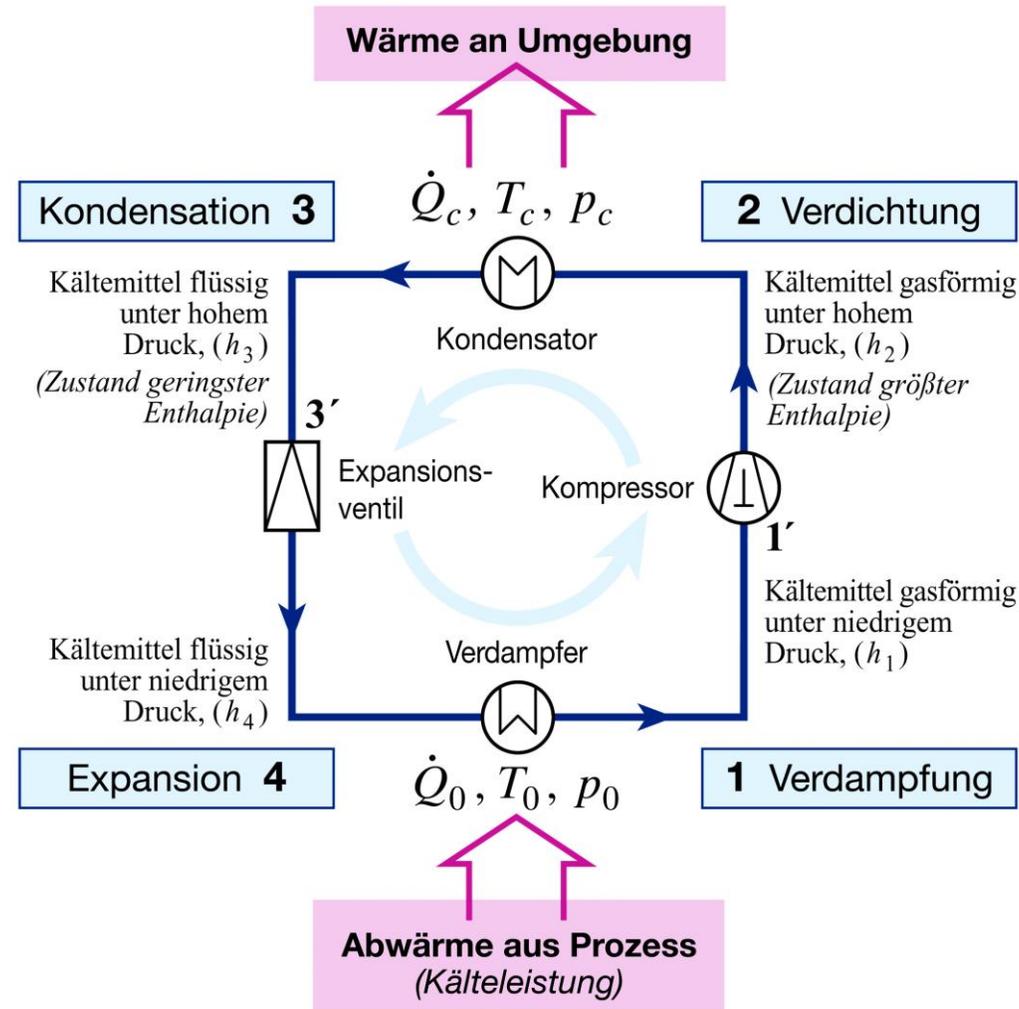
EnEV-Registrierstelle

030 9026 999

[Enev-Registrierstelle@dibt.de](mailto:Enev-Registrierstelle@dibt.de)

Deutsches Institut für Baurecht

## Kältemittelkreislauf / Schema



© diGraph, Lahr

# Funktion der Kälteanlage

- Im Verdampfer verdampft das Kältemittel
- Der Verdichter saugt das gasförmige, verdampfte Kältemittel ab und verdichtet es auf hohen Druck, wodurch die Gastemperatur ganz stark ansteigt
- Das heiße Gas tritt in den Kondensator ein
- Das Kältemittel wird wieder flüssig und steht erneut zur Wärmeaufnahme im Verdampfer zur Verfügung
- Das Kältemittel wird in den Verdampfer eingespritzt und kann unter Wärmeaufnahme dort wieder verdampfen

# Funktion der Kälteanlage

- Die Effizienz, mit der die Erzeugung dieser Kühlleistung erbracht wird, bemisst sich in einem Faktor, genannt Carnot-Prozess/ Carnot'sche Leistungszahl (EER)

**Leistungszahl = Kälteleistung/Elektrische Antriebsleistung**

- Maß für Energieverbrauch

# Funktion der Kälteanlage

- Beispiel für eine Korrektur von Verdampfungs- und Kondensationstemperatur:
- Aus Programmen für die Daten von Kältemaschinen lässt sich bei anzunehmender Verdampfungs- und Kondensationstemperatur die Leistungszahl errechnen.
- An vielen Anlagen sind die Werte falsch und führen zu falschen Energieaufnahmen

# Funktion der Kälteanlage

Verdampfung	Kondensation	Leistungszahl	Kälteleistung	El. Leistungsaufnahme
3 °C	45 °C	3,78	354 kW	93,7 kW
8 °C	45 °C	4,41	432 kW	95,9 kW
3 °C	50 °C	3,17	328 kW	103,5 kW
8 °C	50 °C	3,81	403 kW	105,7 kW

# Funktion der Kälteanlage

Eine Maschine leistet eine Kälteleistung von 432 kW bei einer el. Leistungsaufnahme von 95,9 kW und damit einer Leistungszahl von  $432/95,9 = 4,51$

In Worten: Aus 1 kWh el. Strom erhalte ich 4,51 kWh Kälteleistung .

Die Verschlechterung der Verdampfungstemperatur aufgrund z.B. schlechter / falscher Einstellung des Expansionsventils von 8 auf 3°C verschlechtert die Kälteleistung auf 354 kW. Die Leistungszahl sinkt auf 3,78

Das erhöht den Stromverbrauch um  $4,51/3,78 = 19\% = 18$  kW mehr  
Stromverbrauch = 54 000 kWh/a

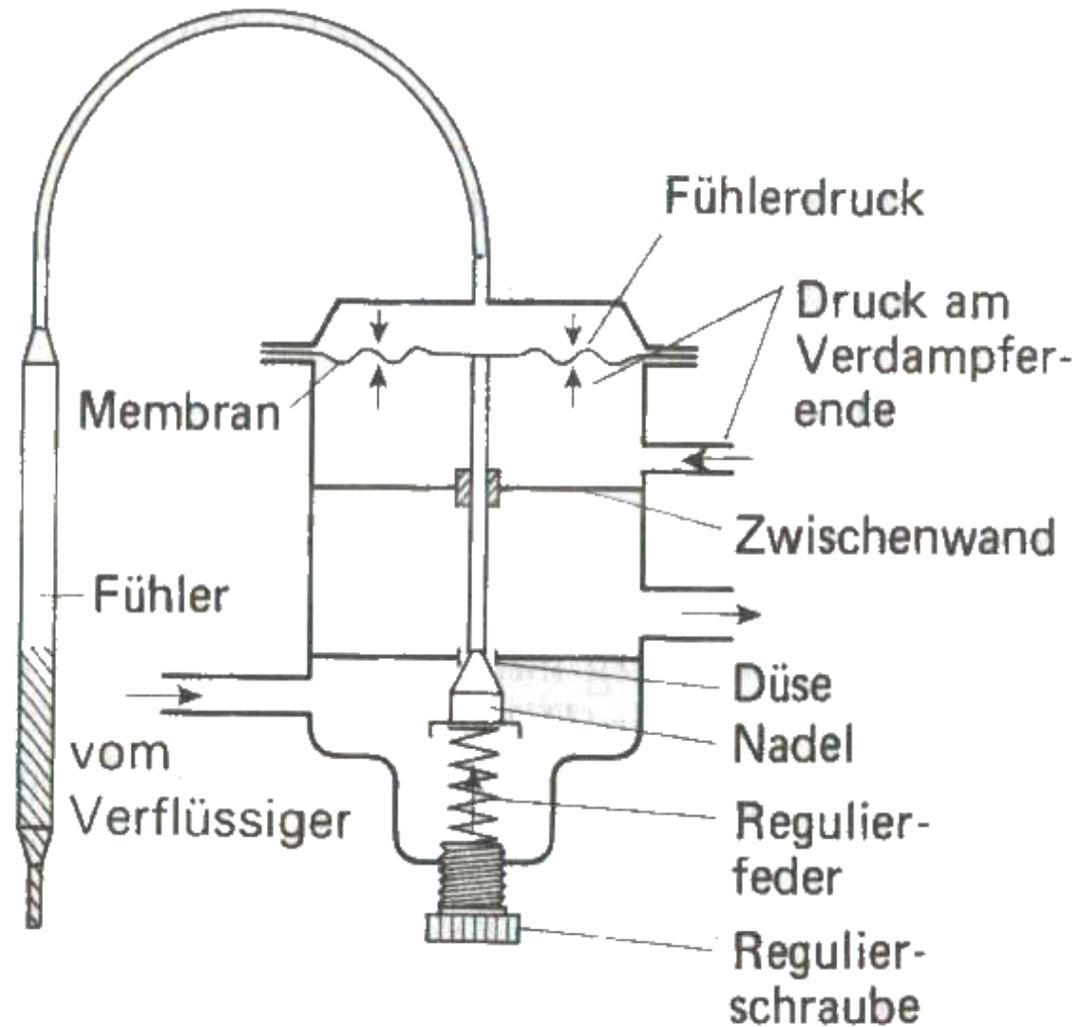
Bei 3000 Betriebsstunden sind das € 10.800,00 pro Jahr

Aber eben auch 0,528 kg CO<sub>2</sub>, weil für die konventionelle Herstellung von 1 kWh el. Strom etwa  $0,528 * 18 = 9,5$  kg CO<sub>2</sub> frei werden pro Stunde

# Funktion der Kälteanlage

- Wenn nun das Expansionsventil nicht richtig eingestellt ist oder defekt ist, wenn durch Verschmutzung oder Verschleiß einer der Parameter nicht stimmt, verändert sich die Leistungszahl unmittelbar.
- Wenn aus Kostengründen ein Kondensator oder ein Verdampfer zu klein gewählt ist, ist auch die Leistungszahl schlecht.
- Wenn die Anlage nicht gepflegt ist, verhindert Schmutz auf den wirksamen Kühlflächen den Wärmestrom.

# Prinzip Expansionsventil



# Funktion der Kälteanlage

- Verschlechterung der Werte erfolgt oft nicht unmittelbar, sondern schleichend und ist damit eine stetig steigende Verlustquelle
- Einstellung der Expansionsventile häufig falsch mangels Wissen und Erfahrung der Inspektionspersonals, Verdampferflächen werden nicht ausgenutzt
- Einsatz veralteter Bauteile, heut möglichst nur noch elektronisch arbeitende Regler

# Staatzuschuss BAFA

- Für die Investition in eine moderne Anlage oder in Sanierungsmaßnahmen sind Zuschüsse seitens des Staates vorgesehen
- Zuständig:  

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  
Frankfurter Straße 29-35  
65760 Eschborn
- Momentan gültige Richtlinie seit 1.01.2017 – läuft aus Ende 2018
- Neue Richtlinie ab 1.01.2019 mit eventuellen Änderungen

# Staatzuschuss BAFA

- Die BAFA ist dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unterstellt
- Diese hat eine Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlageanlagen entwickelt und bezuschusst den Einbau von Klimaschutztechnologien für:
  - Steigerung der Energieeffizienz
  - Reduktion der F – Gase – Emissionen
  - Höherer Absatz von Klimaschutz – Technologien

# Staatzuschuss BAFA

- Gefördert werden:
  - Kleine Kälteanlagen bis 5 kW elektrische Leistungsaufnahme
  - Kompressionskälteanlagen bis 300 kW elektrische Antriebsleistung
  - Verdichter NH – 3 Anlagen bis 200 kW
  - Sorptionsanlagen bis 500 kW Kühltürme
  - Werte gelten für alle an einen Kreislauf verbundenen Anlagen, die sole- oder kälteseitig miteinander verbunden sind

# Staatzuschuss BAFA

- Es wird unterschieden zwischen Förderung von Neuanlagen und Bestandsanlagen

## Neuanlagen

- Bisher keine Kälteanlage vor Ort/Neuerrichtung
- Bei gänzlicher Demontage bestehender Teile, sämtliche Leitungen und Installationen, Komponenten werden erneuert
- Bei Einsatz von nicht-halogenierten Kältemitteln
- Sorptions- und Kompressionskälteanlagen mit nicht-halogenierten Kältemitteln gelten als Neuanlage (auch Kühltürme)

# Staatzuschuss BAFA

- **Bestandsanlagen**
- Am Standort besteht bereits eine Kompressionskälte-Klimaanlage
- Bestehende Kälteanlage wird saniert:
- **Teilsanierung** = bestehende Komponenten werden teilweise weiter genutzt
- **Vollsanierung** = alle Hauptkomponenten werden ausgetauscht

# Staatzuschuss BAFA

- Es dürfen nur Anlagen mit Kältemittel mit einem geringen GWP – Wert gebaut werden
- Für Teilsanierung ist ein GWP – Wert von 2500 erlaubt
- Neuanlagen werden nur mit halogenfreien Kältemitteln gefördert

# Staatzuschuss BAFA

- Voraussetzung für eine Förderung sind zudem auch einige technische Details. Es gilt:
  1. Für Klimakühlung muss mindestens ein Verdichter im Verbund über eine Leistungsregelung verfügen
  2. Bei Abtauvorrichtungen in Kühlräumen muss eine Bedarfsabtauregelung eingesetzt sein
  3. Expansionsventile müssen elektronisch arbeiten

# Staatzuschuss BAFA

4. Die Verflüssigungstemperatur muss sich automatisch an die Umgebung anpassen
5. Pumpen müssen über eine Drehzahl – Regelung verfügen
6. Die Öko - Designrichtlinie muss erfüllt werden
7. Es ist für einen Zeitraum von 5 Jahren eine Messung der Elektroenergie mit einem fernauslesbaren Energiemessgerät möglich
8. Einbau fernauslesbarer Energiezähler

# Staatzuschuss BAFA/ Bonusförderung

- Darunter fällt die Förderung weiterer Geräte zur Energieeinsparung z.B.
  - Winterentlastung
  - Wärmespeicher
  - Wärmepumpen z.B. zur Temperaturerhöhung bei der Hydraulik der SGM

# Staatzuschuss BAFA/ Bonusförderung

- Kältespeicher mit Wärmeübertragung
- Freikühler, ggfs. mit Wärmeübertrager (bei Glycolbetrieb)
- Mit genauer Begründung auch Regeltechnik

# Staatzuschuss BAFA

- Die Höhe der Zuwendung richtet sich nach einem komplexen System mit der Gleichung:

$$K_F = A * C^{(1-B)}$$

- Mit C = Kälteleistung in kW
- Die Förderung ist begrenzt auf 150.000,00 €

# Staatzuschuss BAFA

- Für die Basisförderung gelten folgende Koeffizienten:

Art der Anlage	Neuerrichtg A	Neuerrichtg B	Vollsanierg. A	Vollsanierg. B
Kälteanl. NH3	21 086	0,7579	21 086	0,7579
Supermarkt	35 256	0,8623	26 442	0,8623
Gewerbe/Industrieklte	1 025	0,4052	768,8	0,4052
Klimakälte	342,7	0,2370	285,6	0,2370
Klima u. Prozesskälte	856	0,4434	642	0,4434

# Staatzuschuss BAFA

- Beispiel:
- Kosten der Kälteanlage Neuerrichtung 330.000,00 €
- Kälteleistung = 300 kW
- Kompressionskälteanlage im Klima – und Prozesskälte:
  
- $A = 856$                        $B = 0,4432$
  
- $K_F = A * C^{(1-B)} = 856 * (300^{1-0,4052}) = 25.460,00 €$

# Staatzuschuss BAFA

- Um diese Zuschüsse zu erhalten, ist erforderlich:
  - Ein Liefer- und Leistungsvertrag
  - Eine Rechnung mit Mehrwertsteuer
  - Ein Abnahmeprotokoll
  - Ein Wartungsvertrag
- Bei Einsatz von Freikühlern erhöht sich die Höhe der Basisförderung der jeweiligen Anwendung um 30%

# Staatzuschuss BAFA

Förderung nicht nur ein Geschenk

- Nach erfolgreicher Förderung ist der Betreiber der Kälteanlage verpflichtet:

Monitoring über 5 Jahre des Betriebs / Jährliche Meldung an das BAFA über Stromverbräuche Wartungen etc.

- Keinerlei Veränderungen an der geförderten Anlage erlaubt

# Die Normung

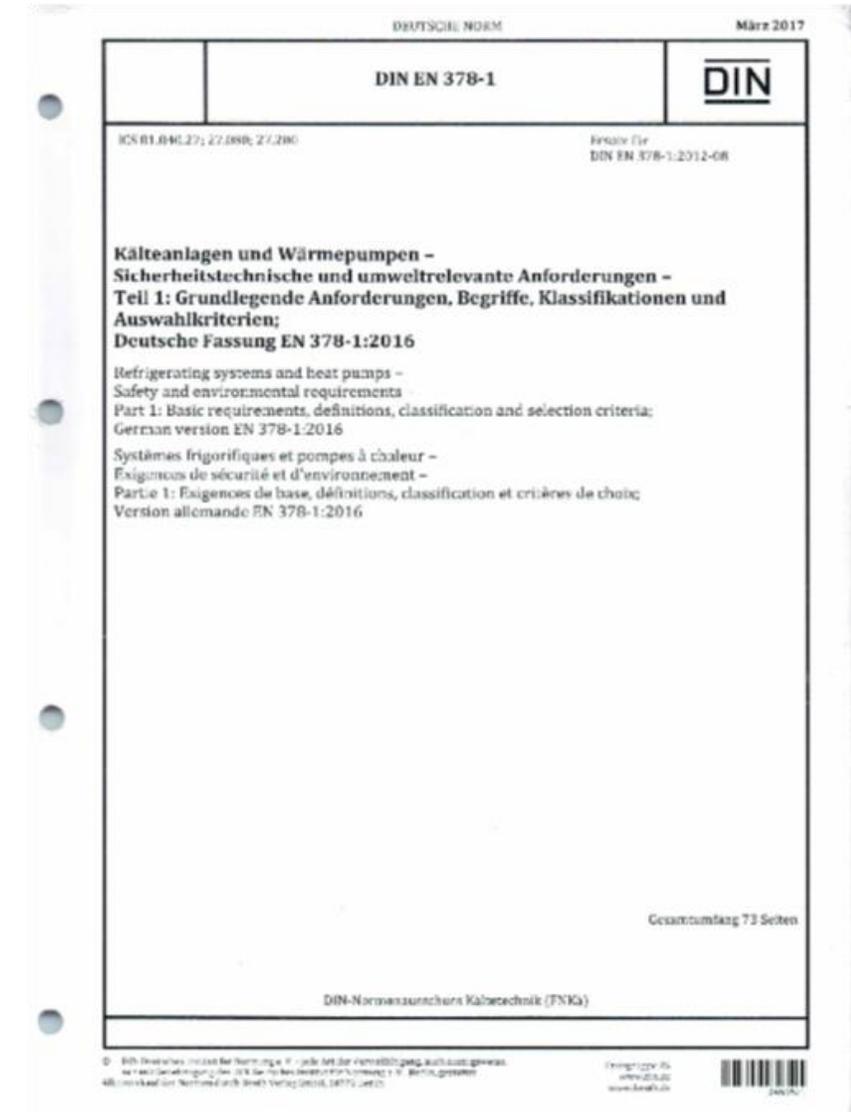
- Unsere Norm wird abgekürzt als DIN bezeichnet
- Die Abkürzung heißt: Deutsches Institut für Normung
- Trotzdem: Sie werden vom Gesetzgeber in Gesetzen und Verordnungen vorgegeben und sind dann zu 100% zu berücksichtigen

# Die Normung

- Die DIN Normen gelten als „**Stand der Technik**“
- DIN Normen sind häufig Vertragsbestandteil
- Sie bilden die wichtigste Orientierung neben den VDE – Vorschriften, den VDMA und den VDI
- In den VOB finden sich viele Normen
- In BGB – Verträgen kann der Auftraggeber erwarten, dass nach Norm gearbeitet wird

# Norm der Kältetechnik

- Für uns ist besonders die DIN EN 378. 1 bis 4 wichtig
- Viele Bedingungen wie Druckbehälterverordnung u.a. Sind hier eingebracht, mussten früher aus anderen Bestimmungen entnommen werden



# Normen der Kältetechnik

- Das Titelblatt DIN 378 teilt sich auf 4 Bereiche:
  1. Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien
  2. Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation
  3. Aufstellungsort und Schutz von Personen
  4. Betrieb, Instandsetzung, Instandhaltung und Rückgewinnung

# Normen der Kältetechnik

- Für uns ist besonders die DIN EN 378. 1 bis 4 wichtig
- In dieser Norm ist alles beschrieben, was vorkommen kann und Fragen aufwirft wie auch
- Gestaltung des Maschinenraumes
- Prüfung von Anlagen
- Vorgehensweise zur Inspektion

# Praktische Inhalte aus der Norm

- Teil 1:
- Beschäftigt sich mit Definitionen wie Formelabkürzungen, Bewgriffe, Definitionen der einzelnen Bauteile einer Kälteanlage.
- Mit der maximal zulässigen Gaskonzentration in der Luft
- Brennbarkeitsklasse der Gase

# Praktische Inhalte aus der Norm

- Schutz von Personen in Kühlräumen (Notsignal, Öffnen der Türen von innen, Permante Notbeleuchtung im Kühlraum)
- Klassifizierung auf die Gefahren der einzelnen Kältemittelsorten
- Teil 2:
- Beschreibt Druckprüfungen und Vorschriften für die Durchführung von Druckprüfungen

# Praktische Inhalte aus der Norm

- Ein wichtiger Satz in Punkt 5.3.2.1. :
  - Alle Komponenten müssen den folgenden Prüfungen unterzogen werden:
    - Prüfungen der Druckfestigkeit
    - Dichtigkeitsprüfung
    - Funktionsprüfung
- Weiterhin Sicherheitsschaltungen, Schutz der Anlage vor überhöhtem Druck

# Praktische Inhalte aus der Norm

- Ab Kapitel 6.3 Seite 49 gibt es die wichtigsten Vorschriften zu :
  - Dichtigkeitsprüfung
  - Prüfung der Sicherheitseinrichtung und Prüfung der Übereinstimmung mit den Normen
  - Sicherheitsprüfung der gesamten Kälteanlage
  - Kennzeichnung, Dokumentation, Bedienhandbuch
  - **Zusätzliche Angaben bei brennbaren Kältemitteln**

# Praktische Inhalte aus der Norm

- Teil 3:
  - Beschreibt unter Punkt 5 die genaue Gestaltung eines Maschinenraumes von der Notbeleuchtung bis hin zur Belüftung
- Teil 4:
  - Beschreibt die Pflicht zur Instandhaltung einer Anlage von der Wartung bis zur Entsorgung von Öl und Kältemittel (Vorbeugende Instandhaltung)

## Dokumentationspflicht nach Norm

- Eine komplette Dokumentation ist verpflichtend für jede Anlage und umfasst
  - Anlagenbeschreibung
  - Fließbild
  - Elektrischer Schaltplan
  - Funktionsbeschreibung
  - Stückliste
  - Bei SPS – Einsatz kompletten Ausdruck des Programms
  - Bedienungsanleitung
  - Technische Daten komplett inkl. Leistungsangaben, Sollvorschriften

## Neues Zeitalter, Justiz, Sachverständigenwesen, Handwerksordnung

- Vorschriften sind sehr komplex
- Speziell in der Kältetechnik sind viele Gewerke vereint wie der eigentliche **Kälteanlagenbau, die Regeltechnik, die Elektrotechnik**
- In Deutschland verfügen wir über eine sehr ordentliche Handwerksordnung, welche allerdings durch Europäische Gesetze umgangen werden kann
- Kälteanlagenbauerhandwerk sollte dieses schwierige Fach zusammenhalten. Andere Fachbereiche verkaufen aber bereits kältetechnische Einrichtungen!

- In der Norm 378-1 ist eindeutig festgelegt, dass eine Kälteanlage und eine Wärmepumpe gleichwertig sind
- Alles was mit einem Kältemittelkreislauf zu tun hat, sollte in der Hand des Kälteanlagenbauers/ Mechatronikers für Kältetechnik liegen
- Dem Beruf Mechatroniker für Kältetechnik kommt damit eine besondere Bedeutung zu, weil sein Fachwissen ungewöhnlich groß sein muss
- Weil die Überschneidung mit anderen Berufsgruppen fortschreitet, ergeben sich mehr und mehr technische Probleme

# Reklamation, juristische Auseinandersetzung, Sachverständigenwesen

- Reklamationen hat es schon immer gegeben. Werden im Idealfall vom Lieferanten direkt beseitigt, wenn diese berechtigt ist
- Wenn der Sachverhalt kompliziert ist und beide Seiten sich nicht einig sind, wird ein (nach Möglichkeit) vereidigter Sachverständiger eingebunden
- Der vereidigte Sachverständige hat die Aufgabe das Problem herauszufinden und zu bewerten
- Sachverständiger ist heute der Helfer des Gerichts

# Wartung/ vorbeugende Instandhaltung

- Wartung der Kältemaschinen ist Verpflichtend nach der DIN EN 378-4
- Die Verpflichtung ist eindeutig festgelegt und findet sich in dem neuesten Betriebssicherheitsgesetz BSG500 wieder
- Der Betreiber trägt die volle Verantwortung für seine Kälteanlage persönlich und hat Sorge dafür tragen, dass alle Vorschriften, besonders auch die zur Druckbehälterverordnung eingehalten werden
- Umfang und Zeitplan einer Instandsetzung sind im Betriebshandbuch zu erfassen

# Wartung von Kälteanlagen/ vorbeugende Instandhaltung

- Wartung der Kältemaschinen ist zu einer sehr komplizierten Sache geworden
- Fachkenntnisse des Technikers müssen sehr umfangreich sein
- Wörtlich heißt es in Kapitel 5.1.2: Der Betreiber der Kälteanlage muss sicherstellen, dass die Kälteanlage geprüft, regelmäßig überwacht und in Stand gehalten wird
- Wartung sollte eher als vorbeugende Instandhaltung gesehen werden

# Kosten der Wartung

- Eine gute/vernünftige Wartung benötigt Zeit und verursacht so erhebliche Kosten.
- Die meisten Wartungsverträge werden zu billig angeboten, um den notwendigen Leistungsumfang zu erfüllen
- Protokollierung der Wartung ist sehr umfangreich, Fachpersonal hat eine lange Ausbildung

# Wartungsprotokoll

- Protokoll umfasst:
- Messung aller technisch maßgeblicher Betriebsgrößen
- Untersuchungsbestätigung der Kontrolle aller Bauteile
- Dichtigkeitsprüfung
- Bericht über Gesamtzustand
- Eintragung in ein Prüfbuch mit persönlicher Unterschrift

# Wartung

Das Wartungsprotokoll soll wie folgt aufgestellt sein

- Sollte individuell für die Anlage erstellt werden mit allen Funktionsprüfungen, Messwerten etc.
- Wartungsprotokoll sollte für die nächste Wartung hinterlegt sein
- Maßgebliche Veränderungen müssen hinterlegt sein

# Quellenangaben

- Klaus Reisner, Dr. Timo Reisner  
Fachwissen Kältetechnik, eine Einführung mit Aufgaben  
und Lösungen, VDE- Verlag
- AKKT – Seminar Kältetechnik und Anlagenbau Klaus Reisner/Robert Fontner-  
Forget, Seite 13
- Leistungsberechnung Bitzer, Seite 17
- Haustechnik Dialog, Seite 21
- Auszug DIN EN 378-1, Seite 40
  
- Valentin Löwen  
Energetische Inspektion von Lüftungs- und Kälteanlagen