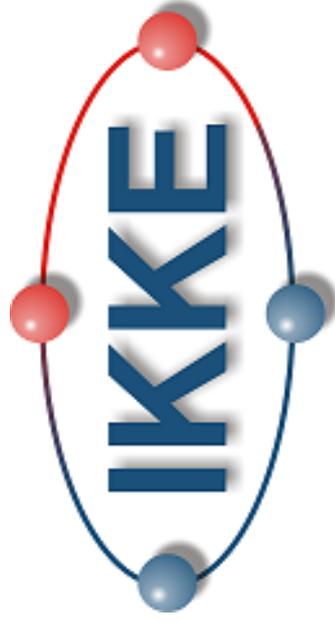




Förderung von Kälte- und Klimaanlageanlagen durch das BMWK/Bafa

Schulung Bafa Förderung



- **Planungs- und Berechnungssoftware**
- **Diagnose, Monitoring- und Messsysteme**
- **Effizienzmessungen**
- **Schulungen für natürliche Kältemittel**
- **Schulungen für Energiemanagement und Energieoptimierung**
- **Planungen für Anlagenbau und -sanierung**





Förderung von Kälte- und Klimaanlageanlagen durch das BMWK/Bafa

Schulung Bafa Förderung

Zum Förderverfahren

Fördergegenstand

- Installation der Kälteerzeugungseinheit von stationären Kälte- und Klimaanlageanlagen und von Rückkühlsystemen
 - Flüssigkeitskühlsätze und Direktverdampfungsanlagen;
 - Ab- und Adsorptionsanlagen (ohne Komponenten und Systeme für den Freikühlobetrieb);
 - Kälteerzeuger mit indirekter Verdunstungskühlung beziehungsweise mit adiabatischer Kühlung in Rückkühlern sowie Trockenkühler.
 - Nicht gefördert werden Kälteerzeuger einschließlich der zugehörigen Komponenten und Systeme, die überwiegend der Kühlung von Verkaufskühlmöbeln dienen, sowie steckerfertige Verkaufskühlmöbel.
 - Installation von stationären Wärmepumpen zur Abwärmenutzung
- Fördervoraussetzung ist die Nutzung von Prozessabwärme zu Heizzwecken in einer separaten Heizung oder für einen verfahrenstechnischen Prozess.
- Nachrüstung von Trockenkühlern als Vor- oder Freikühler
- Die Nachrüstung von Trockenkühlern wird als Vor- oder Freikühler gefördert.
- Installation von Komponenten und Systemen
- (nur in Verbindung mit der Förderung der Installation einer Kälteerzeugungseinheit)
- Tiefkühl-(TK)-Stufen;
 - Luftkühler und Rückkühler;
 - thermische Speicher;
 - Rohrleitungen von Kühlkreisläufen;
 - Komponenten zur Abwärmenutzung der Kälteanlage und zum Wärmepumpenbetrieb;
 - Komponenten für den Freikühlobetrieb sowie Nachrüstung von Steuer- und Regelungstechnik für Vor- und Freikühlobetrieb;
 - Einbindung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien.



Förderung von Kälte- und Klimaanlageanlagen durch das BMWK/Bafa

Schulung Bafa Förderung

Zum Förderverfahren

Fördergegenstand

- Effizienz-Umrüstung von Kleinanlagen

An bestehenden, kleinen Kompressions-Kälte- oder Klimaanlageanlagen mit fluorhaltigen Kältemitteln werden folgende Nach- und Umrüstungen gefördert:

verpflichtende Maßnahmen:

- Umrüstung auf ein Kohlenwasserstoff-Kältemittel mit mindestens 0,5 und höchstens 10 Kilogramm Füllmenge sowie

- Einbau eines druckgesteuerten Drehzahlreglers für den Verflüssigerventilator zur Absenkung des Verflüssigungsdruckes der Anlage bei niedrigen Außentemperaturen.
optionale Maßnahmen:

- Einbau eines elektronischen Expansionsventils und/oder
- Einbau eines Inverters zur Verdichter-Drehzahlregelung und/oder
- Einbau eines Inneren Wärmeübertragers oder „In-Kontakt-Bringen“ von Saugleitung und Flüssigkeitsleitung.

Hinweis:

Das Informationszentrum für Kälte-, Klima- und Energietechnik (IKKE) hat auf seiner Webseite ein **Technisches Merkblatt zur Umrüstung von Kälteanlagen** auf bestimmte nicht-halogenierte Kältemittel sowie ein **Explosionsschutzdokument** nach §6 Abs. 9 der Gefahrstoffverordnung zum [Download](#) bereitgestellt.



Propan / Butan: explosive Gase

Schulung KW-Kältemittel

Eigenschaften von Propan / Butan:

Verbrennungsenergie:

Propan	46.400 KJ / kg
Butan	49.300 KJ / kg
Erdgas	37.800 KJ / kg
Heizöl	36.000 KJ / kg



Propan / Butan: explosive Gase

Schulung KW-Kältemittel



Propan + Luft + Zündquelle

=

Desaster



Propan / Butan: explosive Gase

Schulung KW-Kältemittel



Bis zu 20
bar Druck!!



Bis zu 20
bar
Druck!!



Propan / Butan:
Hochexplosive Gase als
Kältemittel!

Grundsatzfrage:

**Wo steht das ich das
überhaupt darf??**





Gefährliche technische
Ausrüstung

**Darf ich das
überhaupt?**

ATEX Zone 1 !

Im normalen Betrieb
auftretende zündfähige
Atmosphären!

Häufig auftretende zündfähige
Atmosphären:

Benutzung streng verboten ?



ATEX Zone 1 !

Im normalem Betrieb
auftretende zündfähige
Atmosphären!

Gefährliche technische
Ausrüstung

**Darf ich das
überhaupt?**

Enthält bis zu 350g brennbare Stoffe,
die freigesetzt werden:

Benutzung streng verboten ?



Grundsatzfrage der Rechtsauffassung

- Immanuel Kant, lebte von 1724 - 1804
- Deutscher Philosoph der Aufklärung
- Hochlehrer in Königsberg mit den Fächern:
 - Logik, Metaphysik, Moralphilosophie, natürliche Theologie, Anthropologie, etc.
- Verfasste u.a. Schriften zur Rechtsphilosophie
- „System der Prinzipien des Rechts“

Wendete die Inhalte der reinen Kritik der Vernunft mit den Grundlagen der Ethik und der Metaphysik der Sitten auf die Grundsätze des Rechtsauffassung an.





Grundsatzfrage der Rechtsauffassung

Kant stellte fest:

- Das Rechtsprinzip ist ein **negatives Prinzip**, weil **alles erlaubt ist**, was hiernach **nicht verboten** ist.
- Eine Pflicht besteht nur, nicht gegen das Verbot zu verstoßen.
- „**Freizügigkeitsprinzip**“



Kühlschrank explodiert nahe Wulfener Altenheim

Wulfen-Barkenberg - Ein lauter Knall, eine Druckwelle, ein großer Schreck: Am späten Dienstagabend sorgte eine Explosion in Wulfen-Barkenberg für einen Polizeieinsatz. Unbekannte Täter hatten in der Nähe eines Altenheims mithilfe von **Knallkörpern** einen **Kühlschrank zerstört**

Kühlschrank in Weißensee explodiert

Die Ermittler glauben, dass **unsachgemäß gelagertes**

Feu

Spraydose explodiert im Kühlschrank: Fachwerkbau beschädigt

Bilder zu



→ Weitere Bilder zu KÜHLSCHRANK

Frankfurter Neue Presse >

Explosion in Frankfurt

28.06.2016 - Bei einer Explosion des Cafés in einem kleinen Net

LinerTreff.com > ... > Allgemein

Wohnmobil explodiert

17.10.2018 - 17 Posts - 6 Auto

Das Wohnmobil ist nicht explodiert und es ist folglich auch nicht Fahrzeug mit einem gasbetriebenen Kühlschrank ...

Wahrscheinlich haben unbekannte Täter den Kühlschrank mit einer

Explosion im Frankfurter Nordend

Eine heftige Explosion im „Caffè Leidenschaft“ auf der unteren Berger Straße hat am Montagmittag vier Menschen verletzt, zwei davon schwer. Die Feuerwehr sprach von einem Unfall.

Auslöser sei wohl eine **Sprühflasche** gewesen. Eine Mitarbeiterin des Cafés habe in einem kleinen Nebenraum einen **Kühlschrank** mit einer **Spraydose** gereinigt.



Bereiche mit zündfähigen Atmosphären

Schulung KW-Kältemittel



ATEX-Zone 1 !

Im normalen Betrieb auftretende zündfähige Atmosphären!



Bereiche mit zündfähigen Atmosphären

Schulung KW-Kältemittel



ATEX-Zone 1 !

Im normalen Betrieb auftretende
zündfähige Atmosphären!



Bereiche mit zündfähigen Atmosphären

Schulung KW-Kältemittel



ATEX-Zone 1 !

Im normalen Betrieb auftretende
zündfähige Atmosphären!



Bereiche mit zündfähigen Atmosphären

Schulung KW-Kältemittel





Bereiche mit zündfähigen Atmosphären

Schulung KW-Kältemittel



**Laut EG-Richtlinie 1999/92/EG
ATEX-Zone 2***

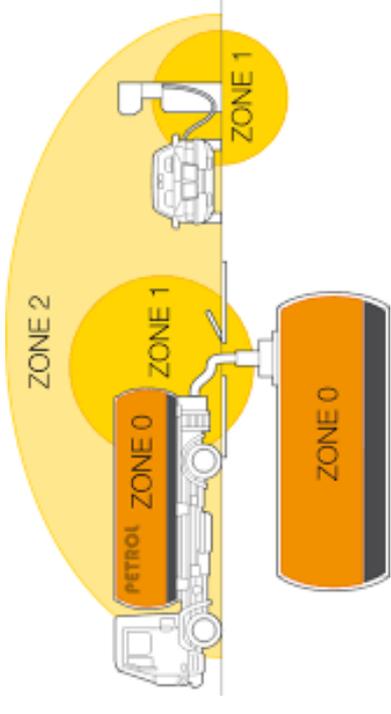
*Bei Wartung und Reparatur

Keine zündfähige Atmosphäre im Normalbetrieb!



Zonen-Einstufung nach ATEX

Schulung KW-Kältemittel



ATEX ist ein weit verbreitetes Synonym für die ATEX-Richtlinien der Europäischen Union. Die Bezeichnung ATEX leitet sich aus der französischen Abkürzung für Atmosphères Explosibles ab. Die Direktive umfasst aktuell zwei Richtlinien auf dem Gebiet des Explosionsschutzes, nämlich die ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU und die ATEX-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG.

Die Umgebung von Kohlenwasserstoff-Kältemaschinen wird konform zu EN 378 und DGVU 100-500 in Zone 2 eingestuft(*).

Gerätegruppe II nach ATEX 2014/34/EU

Geräte zur Verwendung in explosionsgefährdeten Staub- und Gasatmosphären

	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Gefahr	ständig, häufig oder über längere Zeit	gelegentlich	selten und kurzzeitig * während Wartungsarbeiten
Anforderung	sehr hohe Sicherheit	hohe Sicherheit	normale Sicherheit
Zone	Zone 0	Zone 1 Zone 21	Zone 2 Zone 22
Stoffgruppe	G	G D	G D



Gefährliche technische Ausrüstung

Schulung KW-Kältemittel



Enthält bis zu 350g brennbare Stoffe:

Benutzung streng verboten ?





Historie der Verwendung

Schulung KW-Kältemittel

1970



Enthält R12

(Sicherheitstreibmittel!)

seit 1995



Enthält

Propan/Butan



Bereiche mit zündfähigen Atmosphären

Schulung KW-Kältemittel





Eigenschaften von Ersatzkältemitteln

Kältemittelstrategien

Sicherheitsaspekte außerhalb der Normung:

R 1234yf – 2,3,3,3-Tetrafluorprop-1-en/C3H2F4 GWP 4 A2L ADR KI. 2/Gefahr Nr. 23

Gefahrenhinweis(e):

H220: Extrem entzündbares Gas.

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

Akute...Wirkungen:

MAK-Wert = 200



konzentrierten Gases: Sauerstoffmangel. Missbrauch oder absichtliches Einatmen können, infolge von Auswirkungen auf das Herz, ohne alarmierende Symptome tödlich sein. Symptome bei massiver Exposition: Bewusstlosigkeit, Atemnot, Erregung, Kopfschmerz, Übelkeit, Benommenheit, Schwindel. Herzrhythmusstörungen.

Explosionsgrenze - obere (%):

12,3 %(V)

Explosionsgrenze - untere (%):

6,2 %(V)

Selbstentzündungstemperatur:

405 °C

Unverträgliche Material

z.B. Alkalimetalle. Leichtmetalle.

Gefährliche Verbrennung

z.B. Kohlenmonoxid, Halogenwasserstoff, saure, fluorhaltige Pyrolyseprodukte, Fluorwasserstoffsäure (TFA), Fluorwasserstoffsäure





Eigenschaften von Ersatzkältemitteln

Kältemittelstrategien

Sicherheitsaspekte außerhalb der Normung:

R 290 – Propan / C3H8

GWP 3 A3 ADR Kl. 2/Gefahr Nr. 23

Gefahrenhinweis(e):

H220: Extrem entzündbares Gas.

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.

Erfrierungen und Verbrennungen bei Kontakt mit verflüssigtem Produkt . Beim Einatmen des konzentrierten Gases: Sauerstoffmangel. Bei hohen Konzentrationen narkotisierend

Akute... Wirkungen:

Explosionsgrenze - obere (%):

10,9 %(V)

Explosionsgrenze - untere (%):

1,5 %(V)

Selbstentzündungstemperatur:

470 °C

Unverträgliche Materialien:

Oxidationsmittel.

Gefährliche Verbrennungsprodukte: Kohlendioxid, Kohlenstoffmonoxid,





Eigenschaften von Ersatzkältemitteln

Kältemittelstrategien

WERBEVIDEO

R290/R600a

R1234yf

34:25 / 45:37 • Wie gefährlich kann Ersatz-Kältemittel sein? >

IKKE

CoolTool
AC & R technology



Brennbarkeit/Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Mindesttemperatur

Ammoniak

630°C

Benzindämpfe

220°C

Propan

470°C

R 134a

>750°C

Zigarettenglut

300 - 900°C

Anmerkung: Auspuffkrümmer ca. 300°C



Eigenschaften von Ersatzkältemitteln

Am Markt etabliert...

amazon.de prime Lieferung an CoolTool 47229 Duisburg

Auto & Motorrad

Auto & Motorrad › Wärmehaushalt & Wohnen › Amazon Basics › Küche, Haushalt & Wohnen › Kunden service › Bücher › Angebote › Gutscheine › Besteller › Geschenkköden › **Jetzt ansehen**

Auto › Reifen & Felgen › Werkzeug & Wartung › GPS und Navigation › Tuning › Pflege › Wohnmobil & Transport › Bestseller › Amazon Business

ERRECOM Hybrid Blue Cool, Kühlerflüssigkeit für Hybrid- und Elektrofahrzeuge -20°C/+106°C, Frostschutzmittel mit Oat-Inhibitor-
Paket mit Phosphaten, gebrauchsfertig, 1 Liter

4,3 329 Sternebewertungen

500+ Mal im letzten Monat gekauft

A/C Doctor Generic Kältemittel R134a
Ersatzgas für Autos von 1995 bis 2016

Marke: A/C Doctor
4,3 329 Sternebewertungen

Amazon's Tipp

500+ Mal im letzten Monat gekauft

25,99 €

Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. Weitere Informationen.

- A/C Doctor: Die Verpackung enthält 170 Gramm Kältemittel, was 455 Gramm R-134a entspricht

Ein Problem mit diesem Produkt melden

Spar-Abo
25,99 €

Spare bis zu 5% mit regelmäßiger Lieferung.

- Keine Versandkosten
- jederzeit kündbar

Weitere Informationen

GRATIS Lieferung 8. - 10. Mai.

Details

Auf Lager

Menge: 1

Lieferintervall:
1 Monat (Am häufigsten)

Jetzt einrichten

Versand und Verkauf durch: AC-Doctor

Einmalige Lieferung
25,99 €

GRATIS Lieferung 8. - 10. Mai.

Details

Gesponsert

1 Du hast diesen Artikel zuletzt am 27. November 2023 gekauft
Bestelldetails anzeigen

Kältemittelersatzgas R134a
FÜR AUTOMATEN-LEGEN VON 1994 BIS 2016

- Umweltfreundlich
- Verbessert den Betrieb der Klimaanlage
- Unschädlich für die Dichtung

SOBIL AUS 1998

Reichhaltig genug in 10 Min.
NEUE VERBESSERTE FORMEL

Kühlerflüssigkeiten für ihr Auto
4,3 174
11,05 € inkl. MwSt.

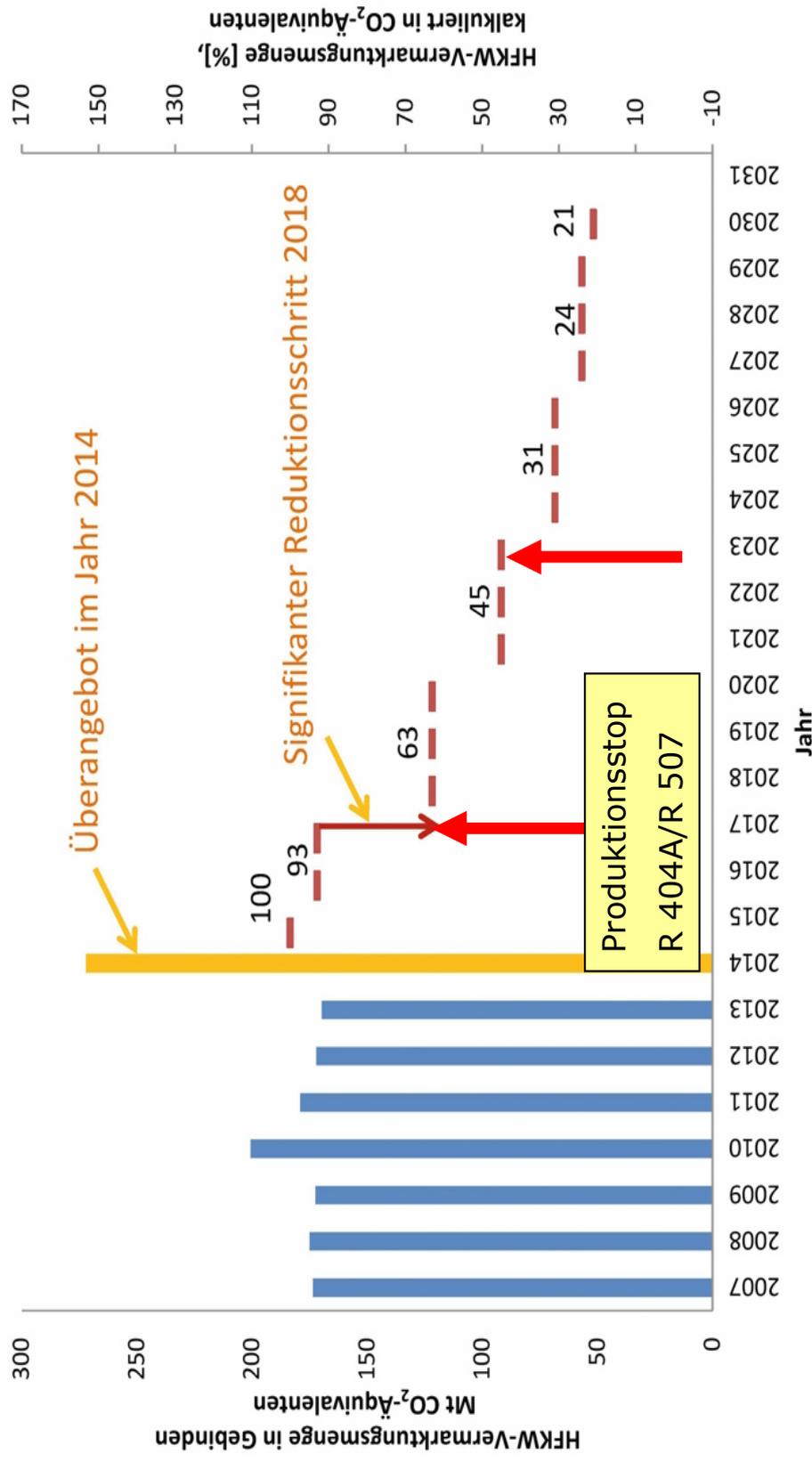
Gesponsert

IKKE

CoolTool AC & R technology



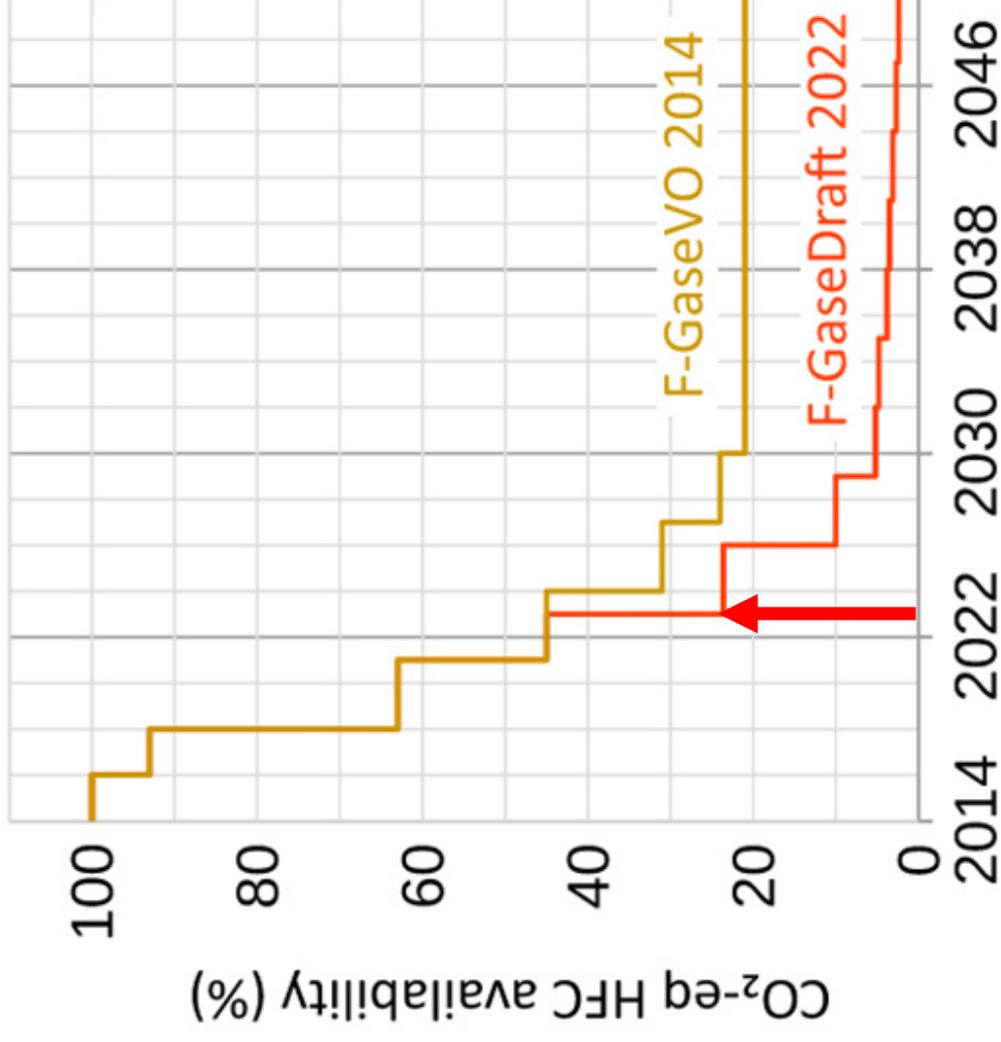
Gültige F-Gas Verordnung 517/2014



Zukünftige Mengen GWP Tonnagen die in den Markt gebracht werden dürfen.



Beschlossene F-Gas Verordnung 2024



Am 5.10.2023 haben sich EU-Parlament und –Rat auf eine Novellierung der F-Gase-Verordnung geeinigt



Beschlossene F-Gas Verordnung 2024

Einige der wesentlichen Inhalte der novellierten F-Gase-Verordnung:

- ein beschleunigter Phase-down der insgesamt zur Verfügung stehenden Menge an fluorierten Treibhausgasen bis auf null im Jahr 2050
- ein Verbot des Inverkehrbringens von Monoblock-Wärmepumpen und -Klimageräten (bis 12 kW), die F-Gase mit einem Treibhauseffekt (GWP) von mehr als 150 enthalten ab 2027 sowie ein komplettes F-Gase-Verbot für diese Produkte ab 2032
- ein Verbot des Inverkehrbringens von Split-Luft-Wasser-Wärmepumpen und -Klimageräten (bis 12 kW), die F-Gase mit einem Treibhauseffekt (GWP) von mehr als 150 enthalten ab 2027, von Split-Luft-Luft-Wärmepumpen ab 2029 sowie ein komplettes F-Gas-Verbot für diese Produkte ab 2035,
- ein Verbot des Inverkehrbringens von stationären Kälteanlagen mit F-Gasen mit einem GWP über 150 ab 2030,
- ein Service- und Wartungsverbot für stationäre Kälteanlagen mit F-Gasen mit einem GWP über 750 ab 2032; recyceltes und wiederaufbereitetes Kältemittel ist hiervon ausgenommen

Hinweis: Die oben genannten Zahlen und Daten wurden der vorläufigen Vereinbarung entnommen. Der Text der neuen Verordnung ist noch nicht veröffentlicht.





Ausblick in die Zukunft

F-Gas Verordnung

Verbot von Neuanlagen

Schulung KW-Kältemittel

Anwendung	2025	2027	2029	2030	2032	2033	2035
Anwendung <small>Stand 2/2024</small>							
Neue Stationäre Kältesysteme	GWP 2.500			GWP 150			
Steckerfertige Geräte	GWP 150						
Flüssigkeitskühlsätze		<12 kW GWP 150 > 12 kW GWP 750			< 12kW Kein F-Gas		
Monoblock Klimageräte & Wärmepumpen		< 50 kW GWP 150		GWP 150	< 12 kW Kein F-Gas		
Luft-Luft Split Klimageräte & Wärmepumpen	< 3 kg GWP 750		< 12 kW GWP 150 > 12 kW GWP 750			> 12 kW GWP 150	Kein F-Gas
Luft-Wasser Klimageräte & Wärmepumpen	< 3 kg GWP 750	<12 kW GWP 150	> 12 kW GWP 750			> 12 kW GWP 150	Kein F-Gas





REACH und PFAS

Wahrscheinlich ab 2025

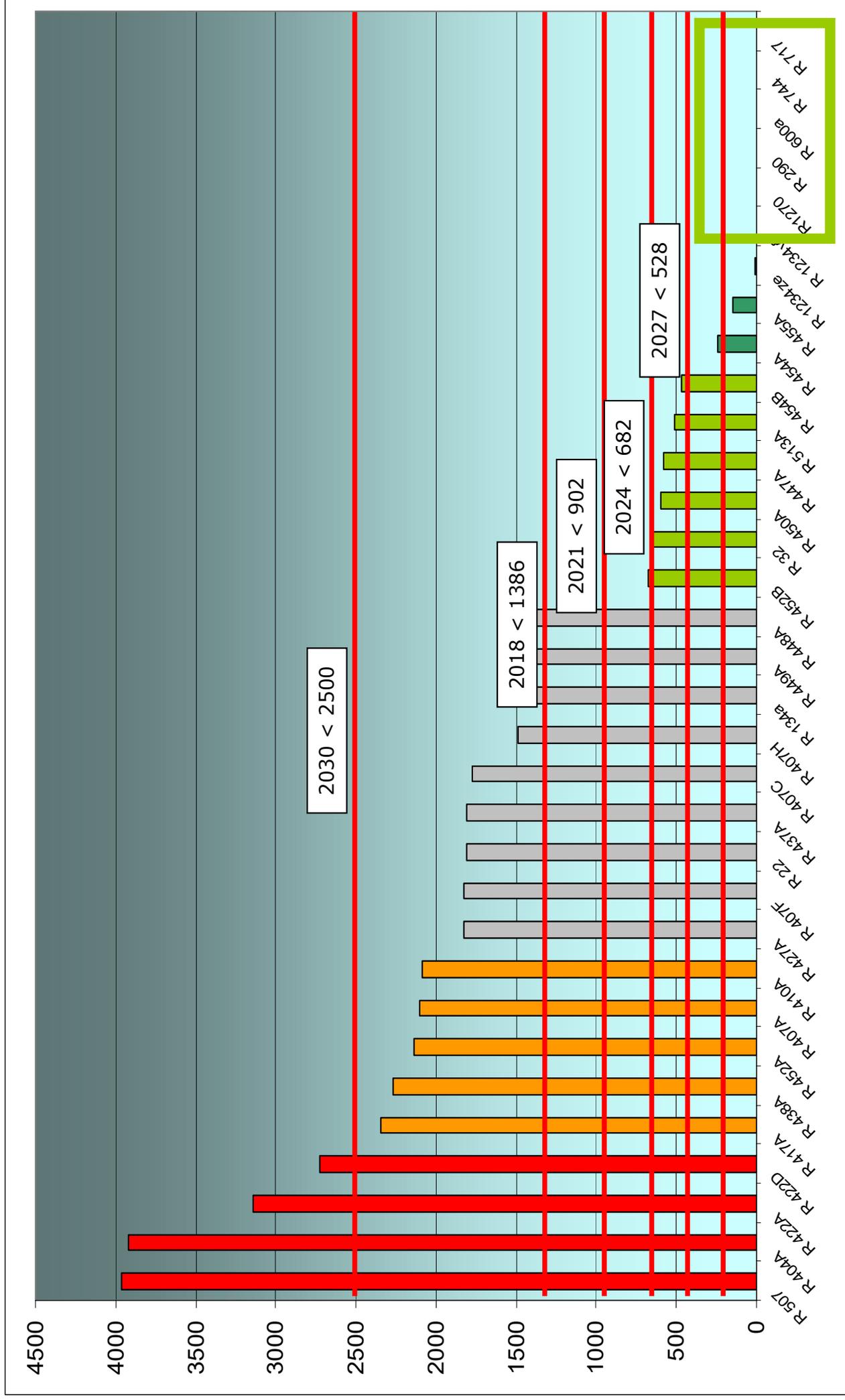
- Einige der wesentlichen Inhalte der anvisierten PFAS-Verbots-Verordnung:**
- **Registrierung, Bewertung und Zulassung von Chemikalien in der EU**
 - **Chemikalien sollen generell so hergestellt und angewendet werden, dass negative Auswirkungen auf Menschen und Umwelt möglichst gering bleiben.**
 - **Beschränkung von Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS)**
 - **Betrifft Ca. 10.000 Chemikalien, insbesondere Konsumgüter**
 - **Der Großteil der PFAS sind persistente Substanzen oder werden in der Umwelt zu diesen abgebaut.**
 - **Betrifft fast alle aktuellen F-Gase außer R32 und R23**

Hinweis: Die oben genannten Zahlen und Daten wurden den vorläufigen Vereinbarungen und Absichten entnommen. Die neuen Verordnungen sind im der Entwurfsphase und noch nicht veröffentlicht.





GWP-Werte von aktuellen Kältemitteln Vergleich der verfügbaren Tonnagen





Brennbarkeit/Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel

	Kohlendioxid R744	Ammoniak R717	HC R290 / R1270/ R600a/R170/R1150
Brennbarkeit	++	0	--
Toxizität	0	--	++
Vorhandene Ausrüstung	0	-	++
Material Kompatibilität	+	0	++
Heißgas Temperatur	-	-	++
Leistung Klein	-	-	++
Leistung Medium	+	0	++
Leistung hoch	+	++	+
Regelbarkeit	-	+	++
Anwendungsbereich	-	0	++
Effizienz	0	+++	++
Drucklage	-	++	++



Gefährliche technische Ausrüstung

Schulung KW-Kältemittel



Enthält 11 kg:

Brennwert mehr als:

510.400 KJ/kg !!

**Benutzung streng
verboten ?**

Altersbeschränkung ?

**Privat können 2 x 11 kg
gelagert werden.**



Historie der Verwendung

Schulung KW-Kältemittel



**Enthielt bis zu 80g des
„Sicherheitskältemittels“ R 12**

**Die ersten R 600a Kühlschränke
wurden im Jahr 1991 von
„Foron“ in Deutschland
eingeführt mit ca. 35g Iso-Butan**

Ca. 50% weniger Energiebedarf

**Ab 1993 auch schrittweise in fast
allen anderen EU-Staaten**

**Seitdem sind 99% der
„Weißwaren“ in der EU mit HCs
gefüllt.**

Energiebedarf sinkt um 50%.



Historie der Verwendung

Schulung KW-Kältemittel

**Verwendung von R290 in Weißwaren
Betrieb durch „IEC“ - Normen geregelt**

**Fahrbare Klimageräte mit Abluftschlauch,
Effizienzklasse „A“(?) mit bis zu 300g
Füllmenge R290, 7.000 BTU/h**

Seit 2018 flächendeckend in der EU

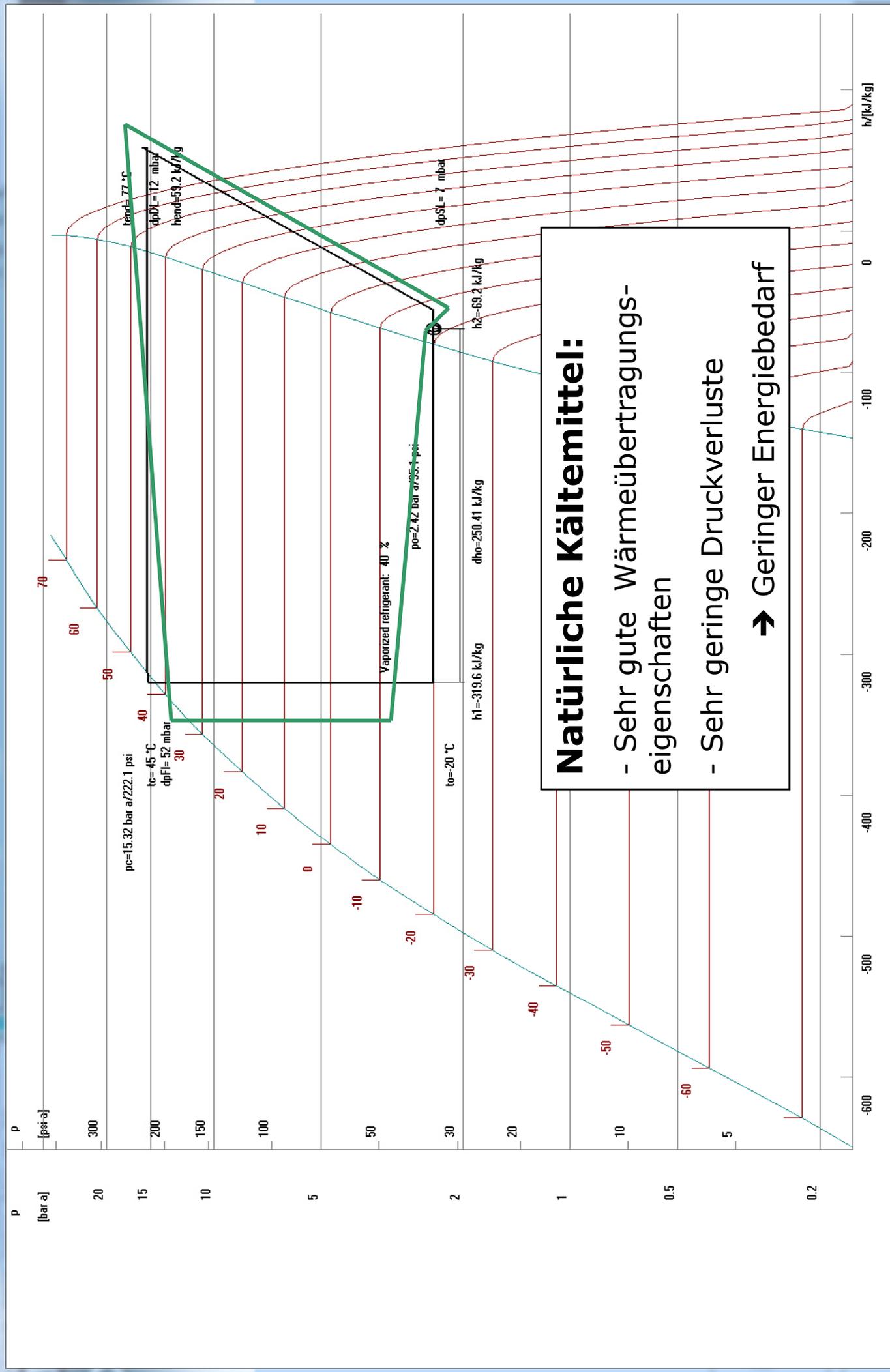


Split-Klimageräte klassische Aufführung

**Effizienzklasse „A+++“ mit bis zu 988g
Füllmenge R290, 12.000 BTU/h**

**Seit 2016 flächendeckend in Asien
Mehrere Millionen Installationen**





Natürliche Kältemittel:

- Sehr gute Wärmeübertragungseigenschaften
- Sehr geringe Druckverluste

➔ Geringer Energiebedarf

Refrigerant: **PROPAN / GWP = 3**

to:	-20 °C	pc / po:	6.3	tSL:	-5 °C
tc:	45 °C	tdh:	7 K	dho:	250.4 kJ/kg
		xd:	0.4	Q _o /Q _i EN 12900:	90.7 %



Eigenschaften / Effizienz von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Praktische COP-Werte in Vergleich zu bei R 290/Propan

Beispiel Wärmepumpenmessstand Uni Essen:

	Wasser gedrosselt		Wasser ungedrosselt	
	to/tc	COP	to/tc	COP
	Konstant		Variabel	
R 290	-10/45°C	3,04	-7/38°C	4,11
R 22	-10/45°C	2,98	-9/42°C	3,19
R 407C	-10/45°C	2,83	-9/44°C	3,02



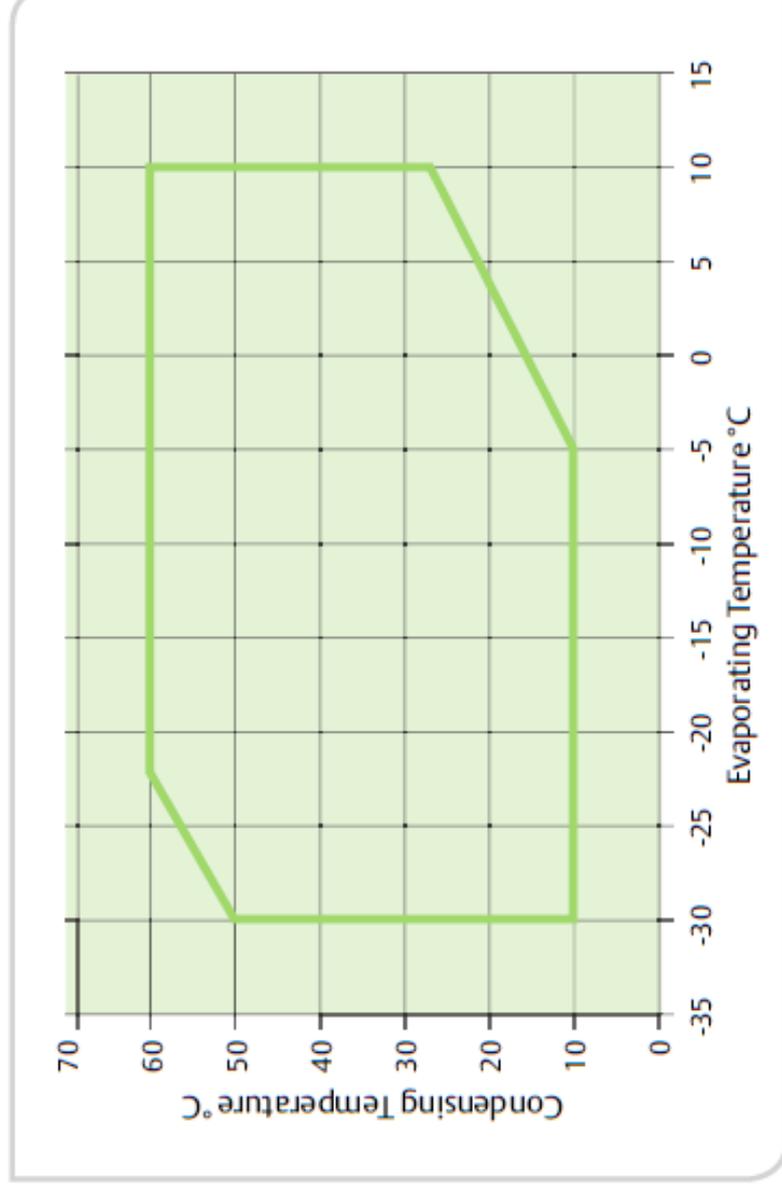
Eigenschaften / Einsatzgrenzen von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Einsatzgrenzen von Verdichtern:

Beispiel: Copeland Scroll-Verdichter

Operating Envelope R290



ZB Copeland Scroll™ for R290



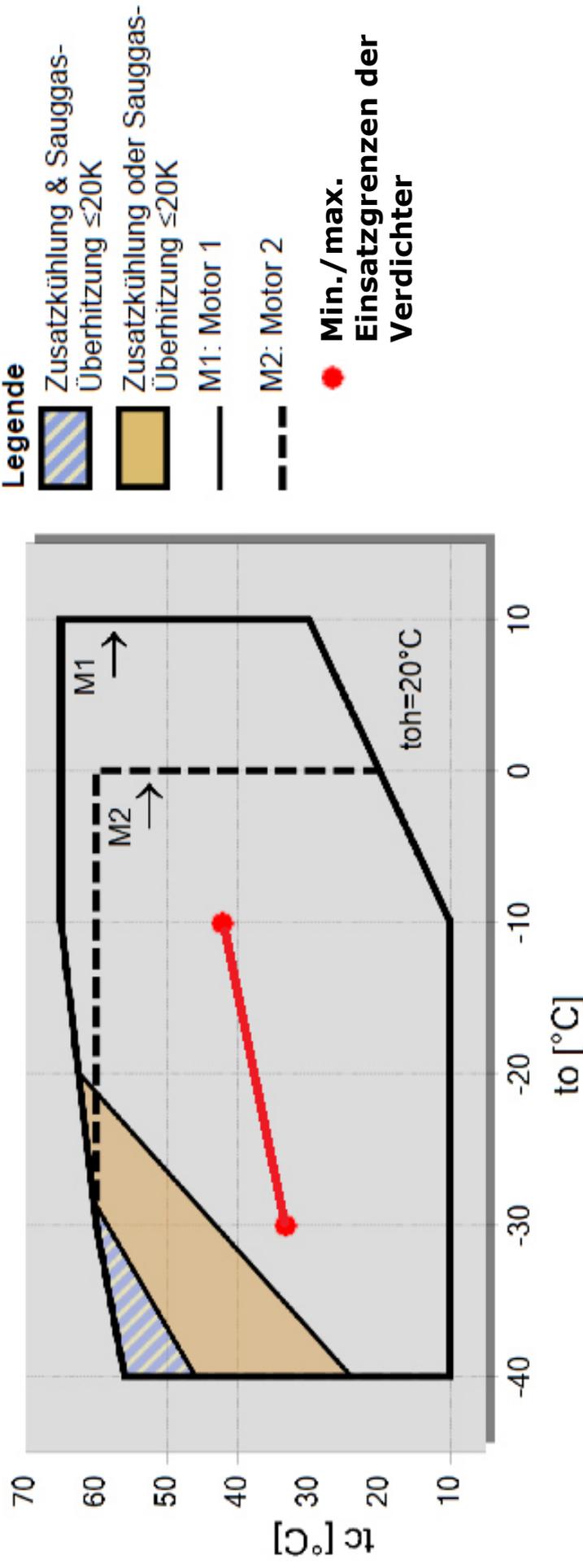
Eigenschaften / Einsatzgrenzen von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Einsatzgrenzen von Verdichtern:

Beispiel: Bitzer Hubkolben-Verdichter

Einsatzgrenzen 100%



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel

CoolTool: Diagnostics 9.01.2

Projekt/Messung Iyp Messung h, log p - Diagramm Diagramm Kalibrierung Einstellungen Firmware Masterbox ftp server



Messintervall: 1s

2h

GO

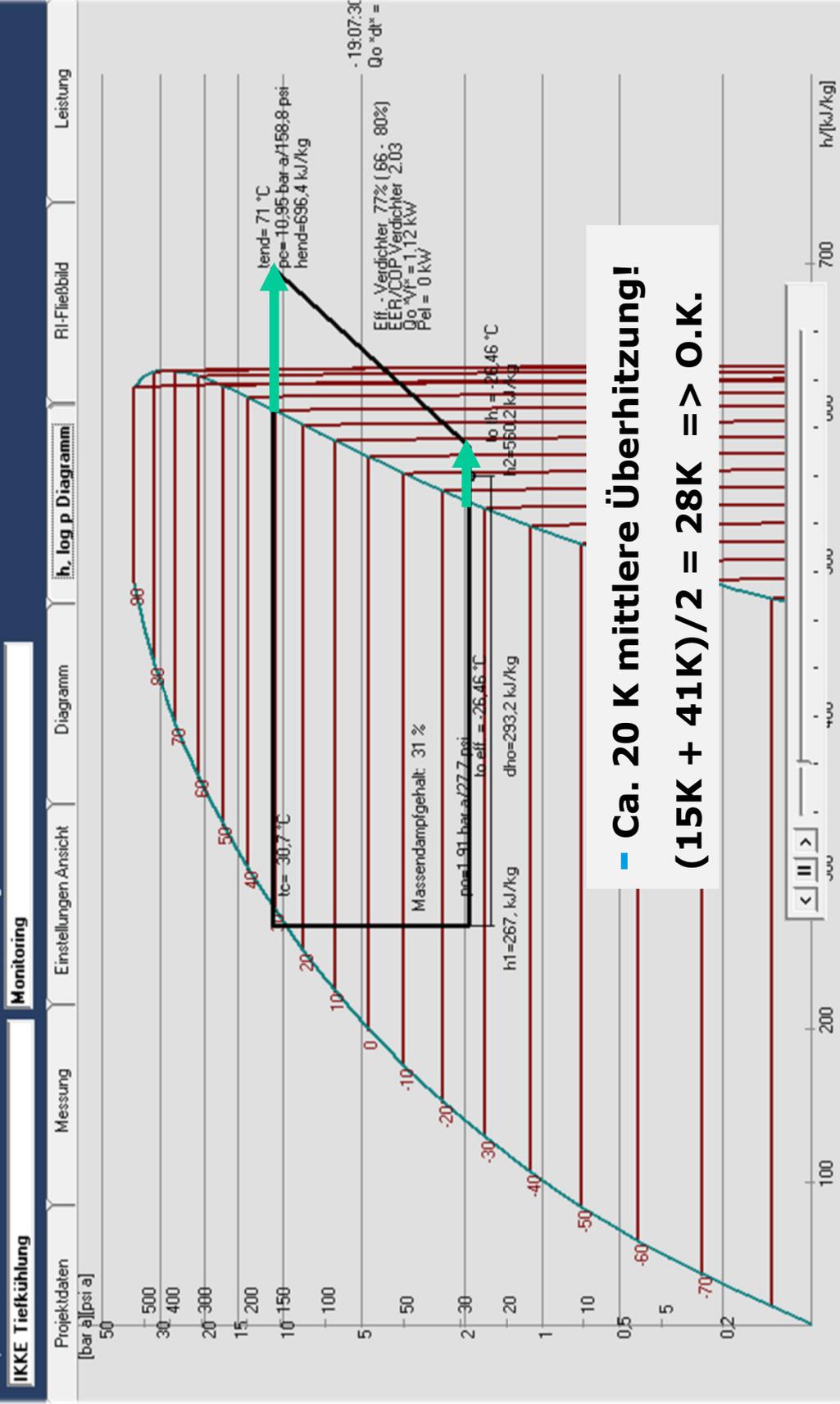
Offline Modus
Autocorrect Modus
DiaGnostic Assistant

COM Part: ???

BAUD Rate: 115200

Projekt: IKKE Tiefkühlung

Beschreibung: Monitoring





Brennbarkeit/Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Zu erstellen:

Gefährdungsbeurteilung, Explosionsschutzdokument,...

Zündfähig bei einer

Konzentration von:

1,7 -> 10,9 Vol %

Dichte:

1,8 to 2,0 kg/m³

Konzentration :

38 g/ m³ Unterer Flammpunkt (LFL)

243 g/ m³ Oberer Flammpunkt (HFL)

7,6 g/ m³ „Practical Limit“ (PL)

Löslichkeit mit

Sehr gut

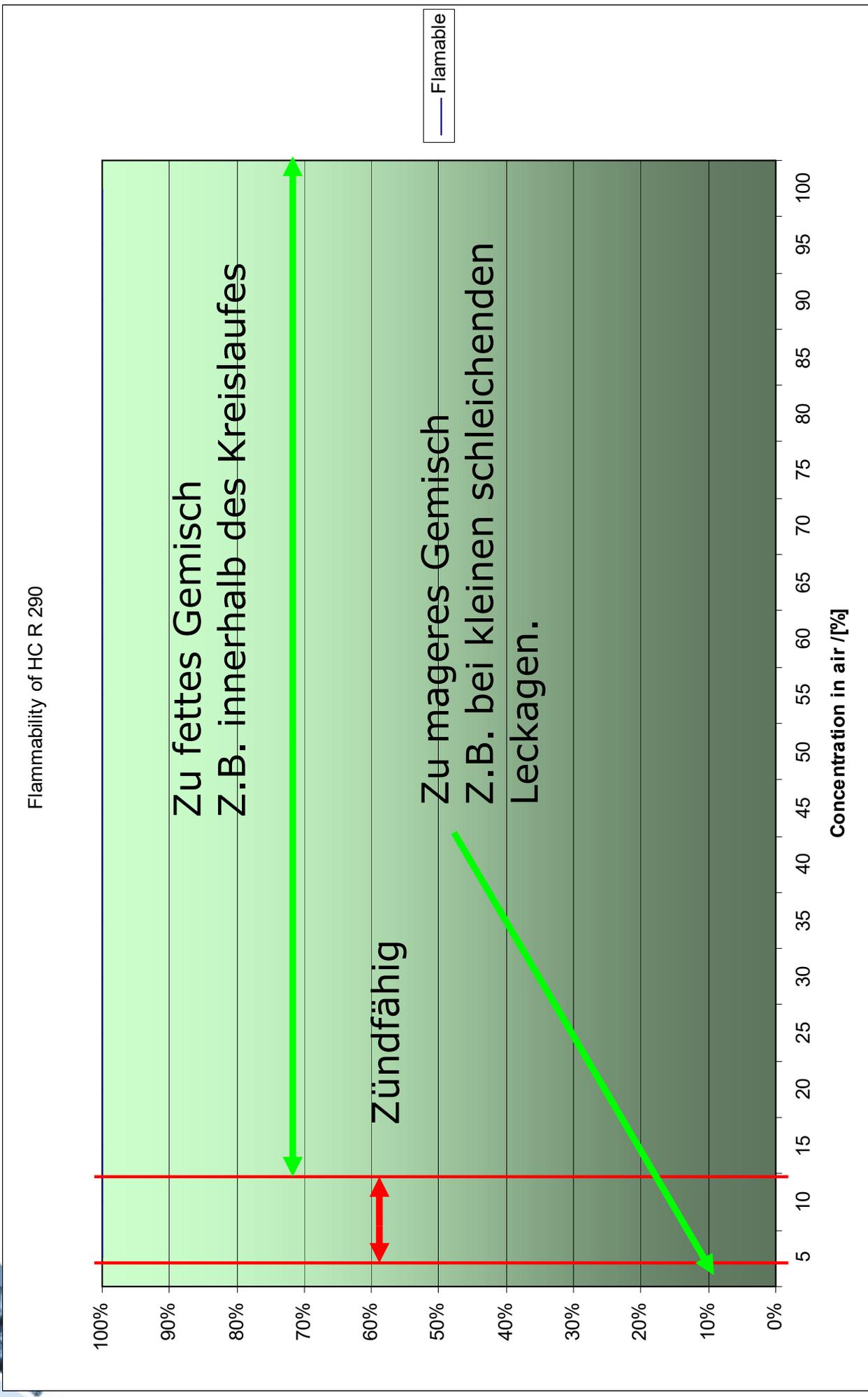
Mineral Öl:

Kompatibel mit:

**Mit allen existierenden Polymeren,
Dichtungen und Schläuchen.**

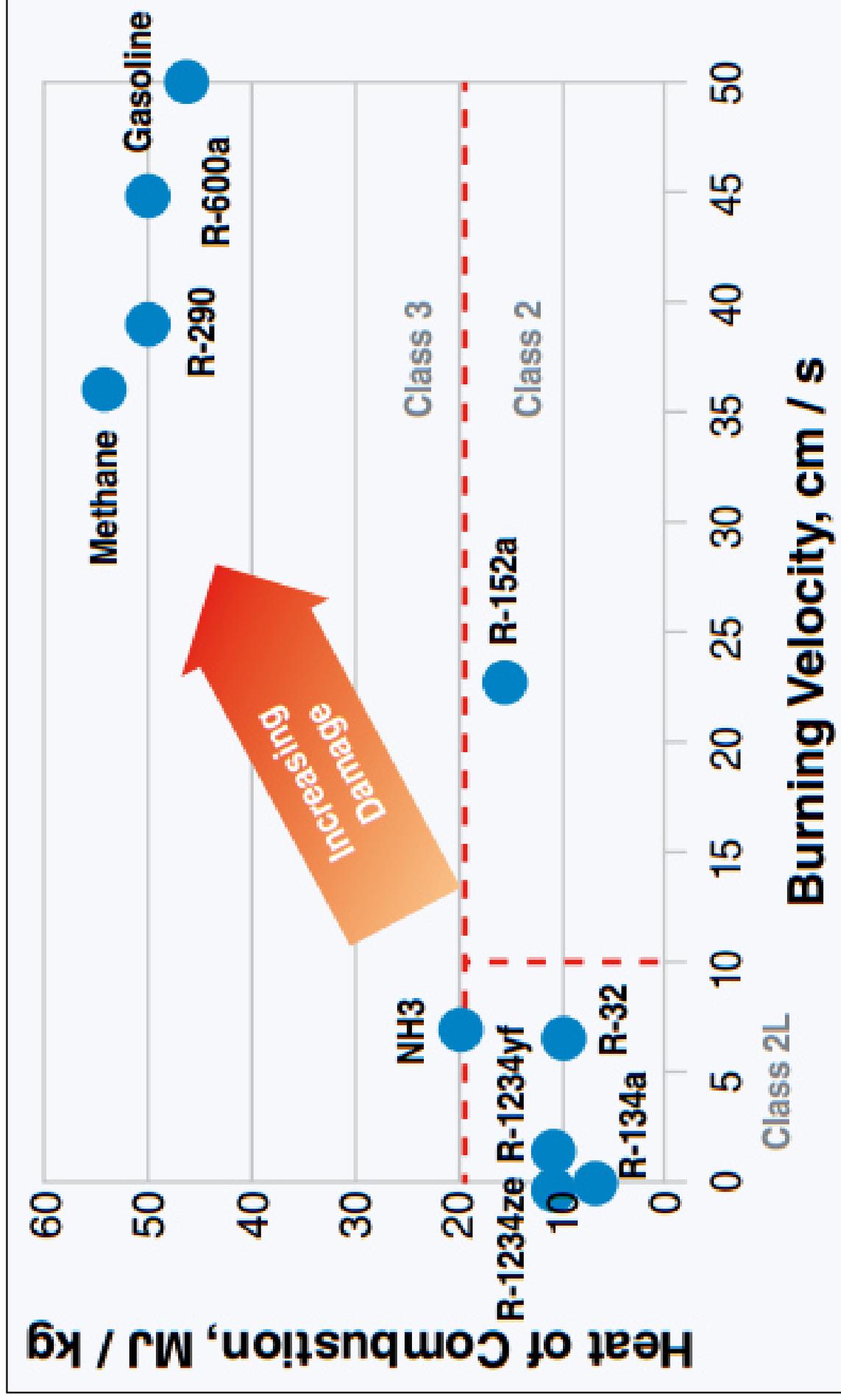
Brennbarkeit/Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel



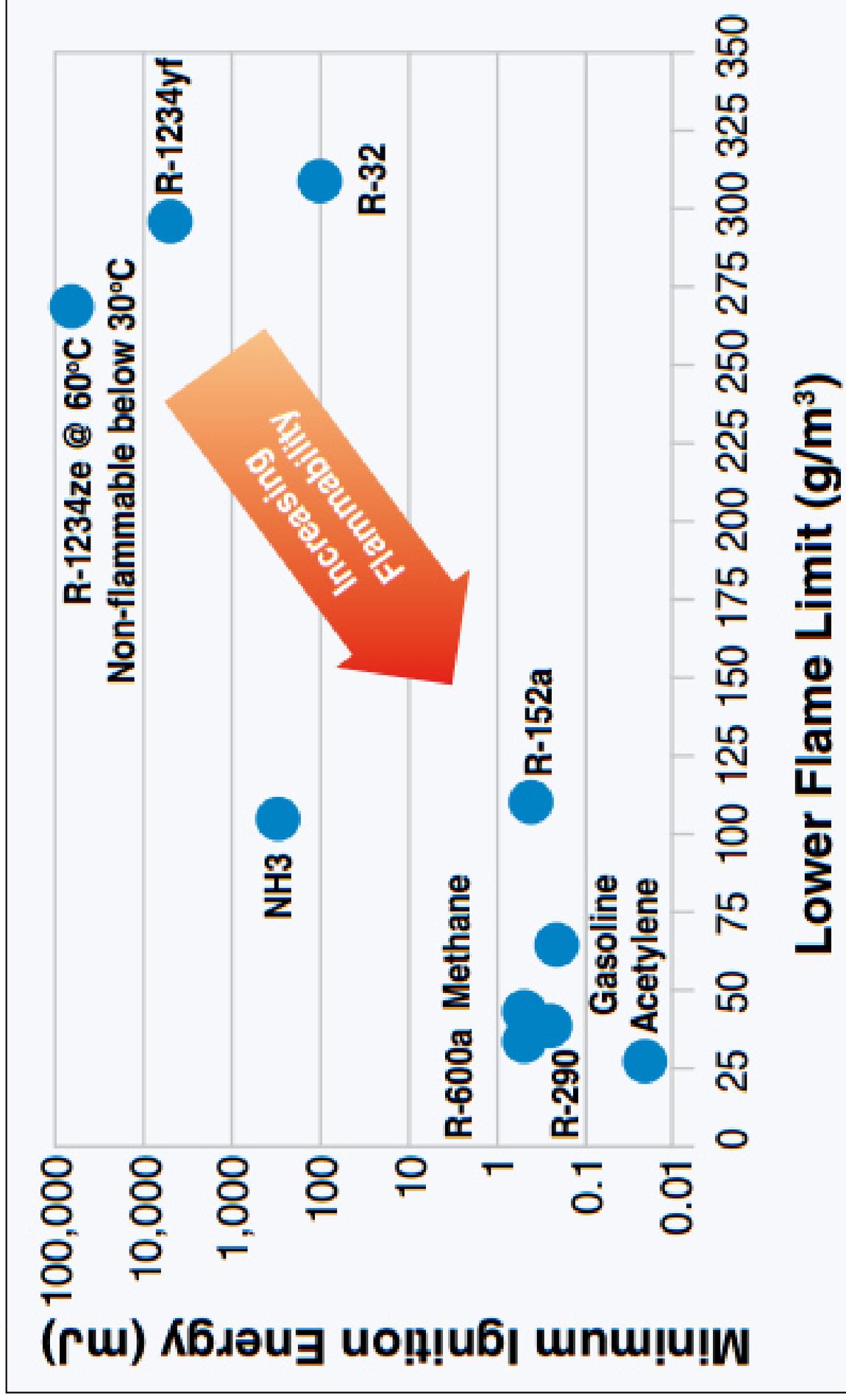


Brennbarkeit von Propan Ausbreitungsgeschwindigkeit





Brennbarkeit von Propan Notwendige Zündenergie





Brennbarkeit/Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Mindestzündenergie

Ammoniak	14 mJ
Benzindämpfe	0,20 mJ
Propan	0,25 mJ

- MZE > 10 mJ als normal zündempfindlich
- 10 mJ > MZE > 3 mJ als besonders zündempfindlich
- MZE < 3 mJ als extrem zündempfindlich



Brennbarkeit von Propan

Mögliche Zündquellen

Wirksame Zündquellen	Bsp.
Zündquelle	
Funken	Mechanisch erzeugte Funken, elektrische Funken
Lichtbögen	Kurzschluss, Schaltvorgänge
Heiße Oberflächen	Heizstäbe, thermische Belastung
Flammen	Verbrennungsreaktionen, Funkenflug bei Schweißarbeiten
Elektrische Anlagen	Öffnen/Schließen von Kontakten: Schutzkleinspannungen ($U < 50V$) sind keine Maßnahme des Explosionsschutzes. Es kann auch bei geringer Spannung noch genügend Zündenergie erzeugt werden, um eine explosionsfähige Atmosphäre zu entzünden.
Statische Elektrizität	Entladung aufgeladener, isoliert angeordnete leitende Teile
Elektrische Ausgleichsströme	Rückströme von Generatoren, Körper- Erdschluss bei Fehlern, Induktion
Elektromagnetische Wellen ($3 \times 10^{11} .. 3 \times 10^{15}$ Hz)	Laserstrahl zur Entfernungsmessung, insbesondere bei Fokussierung
Hochfrequenz	Funksignale, Hochfrequenzgeneratoren
Blitzschlag	Blitzeinschlag
Ionisierende Strahlung	z. B. Röntgengerät
Ultraschall	Führt zur Erwärmung von festen/flüssigen Stoffen
Adiabatische Kompression und Stoßwellen	Schlagartiges Öffnen von Ventilen
Exotherme Reaktion	Chemische Reaktionen die zu Erwärmung Führen



Brennbarkeit von Propan

Mögliche Zündquellen/TRGS 722 Teil 3

- In Zone 2 darf beim Normalbetrieb die Temperatur von Oberflächen die Zündtemperatur nicht überschreiten.
- Einfache elektrische Betriebsmittel benötigen keine Zulassung, müssen jedoch einer Temperaturklasse zugeordnet sein und den Anforderungen der EN 60 079-11 entsprechen.

Explosionsgruppe	Temperaturklasse					
	T1 > 450 °C	T2 > 300 °C	T3 > 200 °C	T4 > 135 °C	T5 > 100 °C	T6 > 85 °C
IIA Zündenergie	Aceton		Ottokraftstoff			
	Essigsäure		Hexan	Acetaldehyd		
	Methan	Methanol	Dieseldiesellost			
IIB	Propan	Butan	Heizöl			
	Ammoniak					
IIC	Benzol					
	Toluol					
IIC	Cyanwasserstoff	Ethanol	Schwefelwasserstoff			
	Wasserstoff	Ethen				Kohlen- disulfid



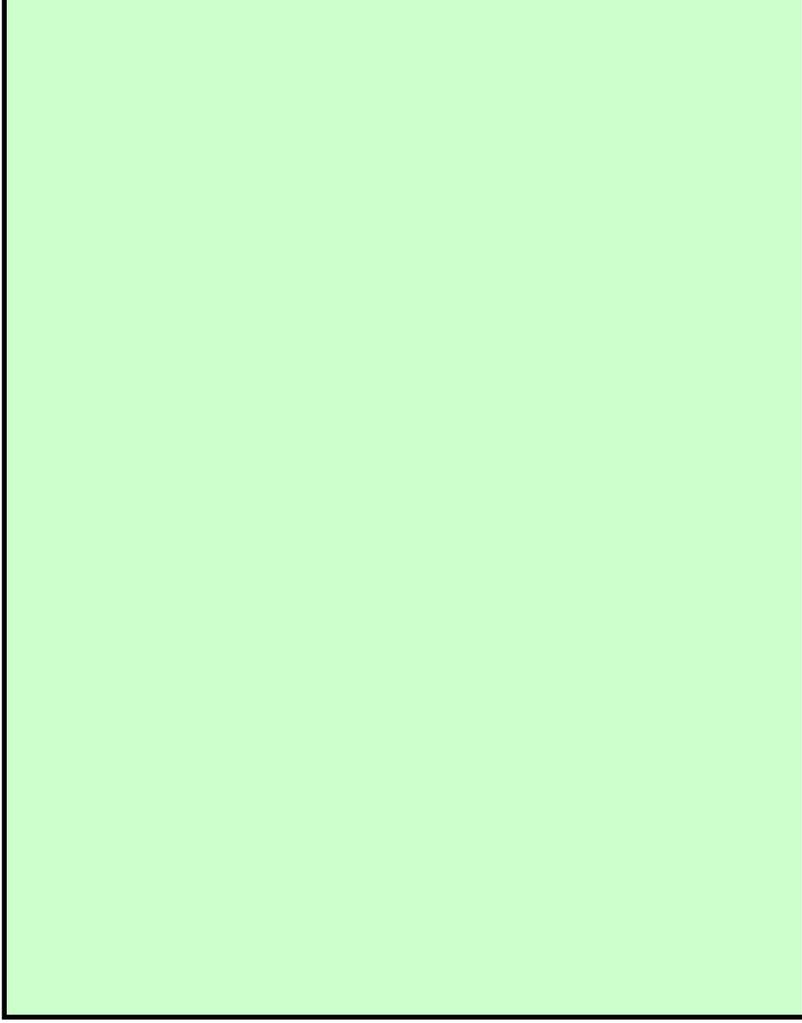
T = 70°C

Die Gefährlichkeit der Gase nimmt von Explosionsgruppe II A (Propan) nach II C (Wasserstoff) zu.
Einstufung nach ATEX-Produktlinie 2014/34/EU



Brennbarkeit/ Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel



Raum mit 50m³, 20m² und einer Höhe von 2,5m.

Zündfähige Schicht 20cm mit 2% Propan...

Entspricht 178g Propan

Dann wird ein Ventilator eingeschaltet...

Frage:

Wie lange dauert es, bis die zündfähige Schicht wieder am Boden ist?

- (a) 1 Stunde
- (b) 1 Tag
- (c) 1 Woche

**Niemals,
is'n Gas**



Brennbarkeit/ Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Kohlenstoff Dioxid



CO₂ Molekül Masse:

$$1 \times C + 2 \times O$$

$$1 \times C_{12} + 2 \times O_{16} = 44$$

Darum R744....

Propan



C₃H₈ Molekül Masse :

$$3 \times C + 8 \times H$$

$$3 \times C_{12} + 8 \times H_1 = 44$$

Kann nicht R744 heißen....

Darum R290...



Brennbarkeit/ Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Einwegfeuerzeug

Füllmenge **8 g**

Brenndauer **ca. 1 Std.**

Sind: 8 g/h

200 g/d

5800 g/m

Ergibt auf das Jahr bezogen:

8g/h x 24 Std. x 365 Tage =

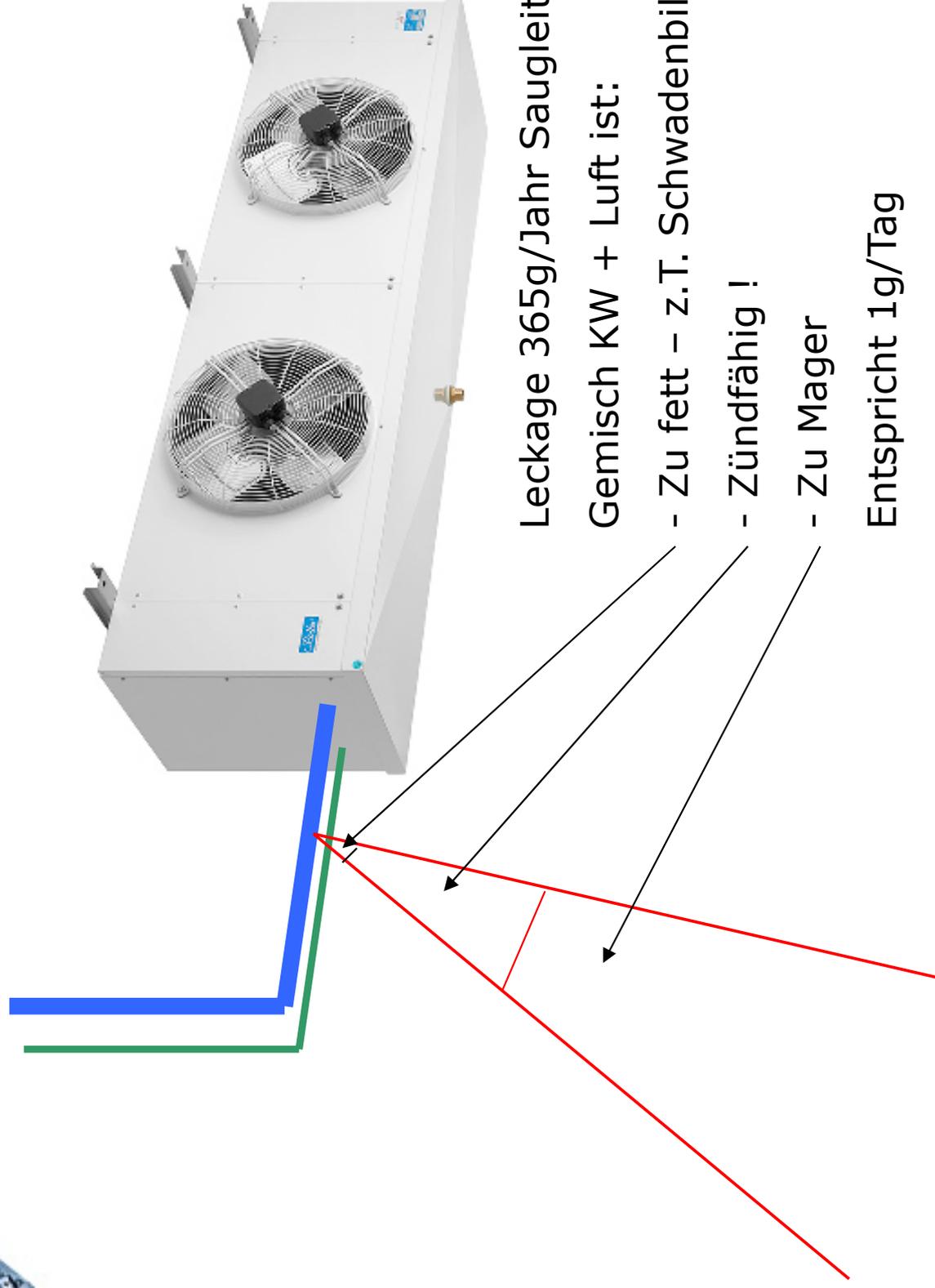
70.080 g/Jahr = **70 kg/Jahr**





Brennbarkeit/ Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel





Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel



Leckage 1095g/Jahr Flüssigkeitsleitung

Gemisch KW + Luft ist:

- Zu fett - Schwadenbildung
- Zündfähig !
- Zu Mager

Entspricht 3g/Tag

=> 1m Abstand bei 1000g/Stunde



Auftreten von Leckagen an Kälte- und Klimaanlage



Niederdruckseitig:

- 90% der Leckagen in kg
- Häufig bei weitverzweigten Rohrnetzen
- meistens kleine, schleichende Undichtigkeiten, z.B. undichte Bördel, „Haarrisse“ in Lötstellen,
- Sehr selten kapitale Havarien

Hochdruckseitig:

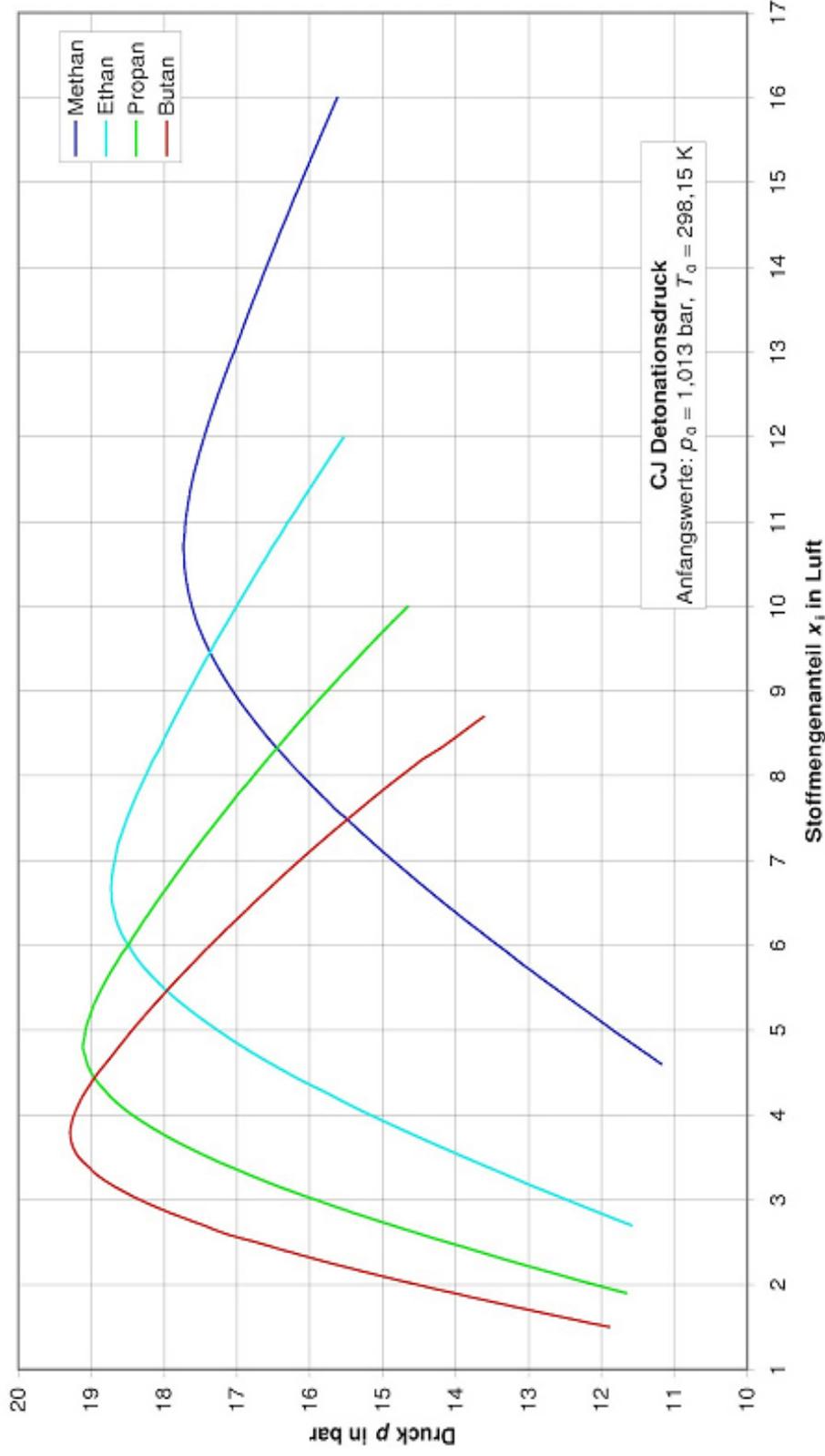
- 10% der Mengen in kg
- auf der Verdichter/Erzeuger Seite
- häufiger kapitale Havarien



Brennbarkeit/Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Zum Vergleich: **Nitroglycerin > 100000 bar....**





Brennbarkeit/ Eigenschaften von Propan

Schulung KW-Kältemittel

- **Explosion: Wenn in einem kleinem Raum in sehr kurzer Zeit eine sehr große Energiemenge freigesetzt wird, in Form eines starken Temperatur- und Druckanstiegs, der zu einer starken**

Volum

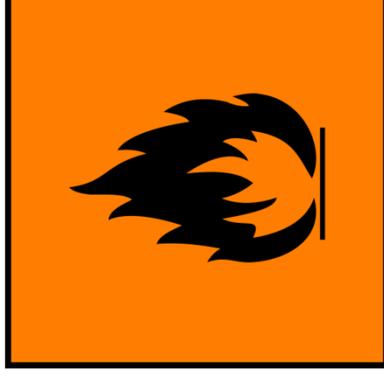
- Ver

Explo

Verbr

gesch

Rege

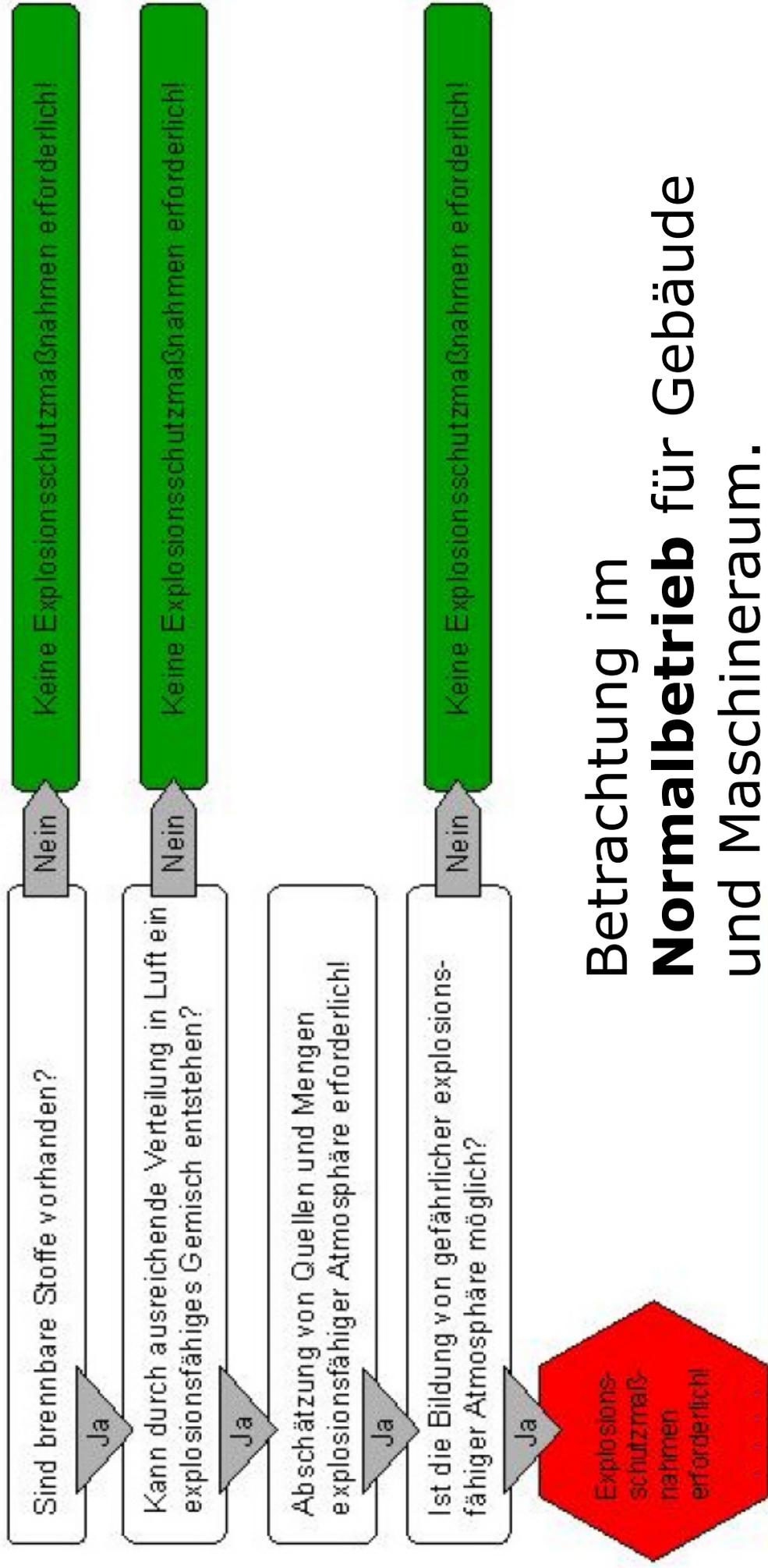




Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Propan

TRGS 722

Schulung KW-Kältemittel



Betrachtung im
Normalbetrieb für Gebäude
und Maschinerium.



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Aber eine Kältemaschine mit Propan ist doch ATEX?

Definition ATEX Zone 2:

(nach BetrSichV und GefStoffV) ... ist ein Bereich, in dem im Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

- Wobei der Begriff „kurzzeitig“ einer Zeitdauer von **etwa 30 Minuten pro Jahr** entspricht.
- Eine explosionsfähige Atmosphäre ist bei **Normalbetrieb nicht zu erwarten**.

Anforderungen ATEX Zone 2:

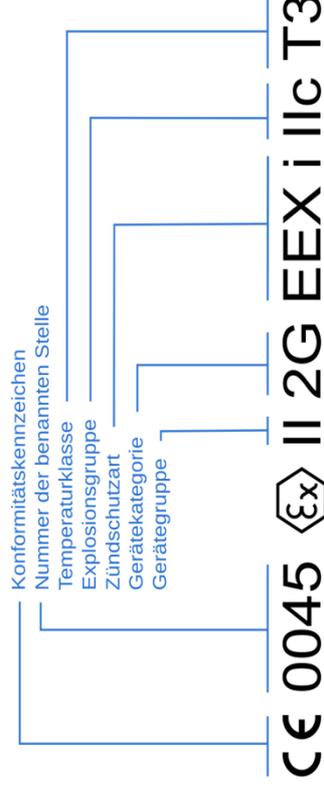
- In Zone 2 reicht es aus, wenn die Geräte **keine betriebsbedingten** Zündquellen aufweisen.
- In Zone 2 müssen die Betriebsmittel **nicht zertifiziert** sein.
- Für Elektromotoren, Schalter, Klemmkästen, Leuchten und weitere elektrische Geräte Schutzart **IP 44/54 => Schwadendicht** (EN 60079-7)



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Bei Propan muss doch jedes Bauteil zertifiziert sein?



**Kennzeichnung nach
ATEX/ RL 2014/34/EU**

Kennzeichnung

Neue Kennzeichnung	Installations-Beispiel
II 1G Ex ia IIC T6 Ga	Installation komplett im Behälterinneren Zone 0
II 2G Ex db [ia Ga] IIC T6 Gb	Installation Ex d, Sensorstromkreis und/oder Ein- und Ausgänge Ex i Zone 1
II 2G Ex db eb IIC T4 Gb	Installation Ex e, da Zwei-kammergehäuse Zone 1
II 2D Ex tb IIIC T200 °C Db	Schutz durch Gehäuse, max. Oberflächentemperatur 200 °C Zone 21
II 1/2 G Ex ia IIC T6 Ga/Gb	Installation Zonentrennwand Sensor im Behälter Zone 0, Elektronik außerhalb Zone 1
II 3G Ex nA IIC T6 Gc oder II 3G Ex ec IIC T6 Gc	Zündschutzart nicht funkend Zone 2
II (1) G [Ex ia Ga] IICII (1) D [Ex ia Da] IIIC	Zugehöriges Betriebsmittel wie Ex i-Speisegerät, Anordnung im Schaltschrank (ex-frei) eigensichere Speisung bis Zone 0/20 möglich



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Bei Propan muss doch jedes Bauteil zertifiziert sein?

Das Rechtsprinzip ist ein negatives Prinzip, weil alles erlaubt ist, was hiernach nicht verboten ist. Eine Pflicht besteht nur, nicht gegen das Verbot zu verstoßen.

Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Zone	Geräte-gruppe	EPL	Definition nach BetrSichV	Zertifizierungs-pflicht
n.RL 2014/34/eu nach EN 60079-0:2009						
für brennbare Gase, Dämpfe und Nebel						
II	1G*	0	II	Ga	Zone 0 umfasst Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebel besteht, ständig, langzeitig oder häufig vorhanden ist.	ja
II	2G	1	II	Gb	Zone 1 umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen oder Nebel gelegentlich auftritt.	ja
II	3G	2	II	Gc	Zone 2 umfasst Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Nebel oder Dämpfen auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums.	nein
für explosionsfähige Staub-Atmosphäre						
II	1D*	20	III	Da	Zone 20 umfasst Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus Staub/Luft-Gemischen besteht, ständig, langzeitig oder häufig vorhanden ist.	ja
II	2D	21	III	Db	Zone 21 umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Staub/Luft-Gemischen gelegentlich auftritt.	ja
II	3D	22	III	Dc	Zone 22 umfasst Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch aufgewirbelten Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur sehr selten und während eines kurzen Zeitraums.	nein



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Bei Propan muss doch jedes Bauteil zertifiziert sein?

Eigensichere Bauteile:

Mechanische Bauteile, z.B. Rohre, Ventile, Wärmeübertrager fallen **nicht** in eine ATEX-Betrachtung

Einfache elektrische Betriebsmittel müssen allen zutreffenden Anforderungen dieser Norm entsprechen, brauchen jedoch nicht zertifiziert zu werden.

Die Zündschutzart Eigensicherheit hat zum Ziel, zündfähige Funken und heiße Oberflächen zu vermeiden.

„Einfache Betriebsmittel“ im Sinne der Eigensicherheit müssen nach EN 60079-11 unter anderem folgende Eigenschaften aufweisen:

Anschluss nur an eine Quelle, keine interne Spannungs-/Stromtransformation, Stromkreise müssen gegen Eindringen von Energie aus anderen Quellen geschützt werden => Hermetisierung/Kapselung



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Bei Propan muss doch jedes Bauteil zertifiziert sein?

Eigensichere Bauteile:

Die folgenden Betriebsmittel können als einfache elektrische Betriebsmittel (Eigensicher nach EN 60079-11) betrachtet werden:

- a) passive Bauelemente, z. B. Schalter, Verteilerkästen, Widerstände und einfache Halbleiterbauelemente
- b) Energiespeicher aus einzelnen Bauelementen in einfachen Schaltkreisen mit genau festgelegten Kennwerten. Beispielsweise Kondensatoren oder Spulen.
- c) Energiequellen, beispielsweise Thermoelemente, die nicht mehr als 1,5 V, 100 mA und 25 mW erzeugen.



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Bei Propan muss doch jedes Bauteil zertifiziert sein?



+



**Anforderungen ATEX Zone 2 während
Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten:**

- In Zone 2 reicht es aus, wenn die Geräte keine betriebsbedingten Zündquellen aufweisen
- Für Elektromotoren, Schalter, Klemmkästen, Leuchten und weitere elektrische Geräte Schutzart IP 44/54 => Schwadendicht
- Vakuumpumpen und Absauggeräte weisen im Betrieb keine Zündquellen auf
- Schalten im Betrieb über IP 44/54 Steckerleiste
- Akkuschrauber/Bohrmaschinen müssen „Brushless“ sein



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus EN 378

Darf ich überhaupt Schrader Ventile verwenden?

3.1.7 dauerhaft geschlossene Anlage

Kälteanlage, in der alle kältemittelführenden Teile durch Schweißen, Hartlöten oder eine vergleichbare nicht lösbare Verbindung dicht zusammengebaut sind, die Ventile mit Kappen und Serviceanschlüsse mit Kappen enthalten kann, die die ordnungsgemäße Instandsetzung oder Entsorgung ermöglichen, und die unter einem Druck von mindestens einem Viertel des maximal zulässigen Drucks eine geprüfte Leckagerate von weniger als 3 Gramm pro Jahr aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Mechanische Verbindungen, die dadurch vor unsachgemäßer Handhabung geschützt sind, dass Spezialwerkzeuge (z. B. Klebstoff) erforderlich sind, werden als gleichwertige nichtlösbare Verbindung angesehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Hermetisch dichte Anlagen nach EN 16084 entsprechen dauerhaft geschlossenen Anlagen in EN 378-2.



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus EN 378

Darf ich überhaupt Rohre durch das Gebäude führen?

5.3 Klassifikation der Aufstellungsorte von Kälteanlagen

Es bestehen vier Klassen von Aufstellungsorten für Kälteanlagen. Der geeignete Aufstellungsort ist nach dieser Europäischen Norm auszuwählen, welche mögliche Gefährdungen berücksichtigt.

Die vier Klassen von Aufstellungsorten sind:

a) Klasse IV — Belüftetes Gehäuse

Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem belüfteten Gehäuse befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse IV. Das belüftete Gehäuse muss die Anforderungen nach EN 378-2 und EN 378-3 erfüllen.

b) Klasse III — Maschinenraum oder im Freien

Sofern sich alle kältemittelführenden Teile in einem Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse III. Der Maschinenraum muss die Anforderungen nach EN 378-3 erfüllen.

c) Klasse II — Verdichter im Maschinenraum oder im Freien

Sofern sich alle Verdichter und Druckbehälter im Maschinenraum oder im Freien befinden, gelten die Anforderungen an einen Aufstellungsort der Klasse II, außer die Anlage entspricht den Anforderungen der Klasse III. Rohrschlangen und Rohrleitungen mit Ventilen können sich in einem Personen-Aufenthaltsbereich befinden.

d) Klasse I — Mechanische Geräte im Personen-Aufenthaltsbereich

Sofern die Kälteanlage oder die kältemittelführenden Teile sich im Personen-Aufenthaltsbereich befindet/befinden, gilt Klasse I, außer sie entspricht den Anforderungen der Klasse II.



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus TRGS 722

Aber bördeln darf ich doch noch ...?!?

(4) Auf Dauer technisch dichte Anlagen- und Ausrüstungsteile nach Absatz 2 Buchstabe a sind z. B.

1. geschweißte Anlagenteile mit
 - a) lösbaren Komponenten, wobei die hierfür erforderlichen lösbaren Verbindungen betriebsmäßig nur selten gelöst und konstruktiv wie die nachgenannten lösbaren Rohrleitungsverbindungen gestaltet sind (Ausnahme: metallisch dichtende Verbindungen),
 - b) lösbaren Verbindungen zu Rohrleitungen, Armaturen oder Blinddeckeln, wobei die hierfür erforderlichen lösbaren Verbindungen nur selten gelöst und konstruktiv wie die lösbaren Rohrleitungsverbindungen nach Absatz 5 gestaltet sind,
2. für Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten: Anlagenteile, die auch Dichtungselemente enthalten können, wie
 - a) Wellendurchführungen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung, z.B. Pumpen, Rührwerke,
 - b) Spaltrahmorpumpen,
 - c) magnetisch gekoppelte dichtungslose Pumpen,
 - d) Armaturen mit Abdichtung der Spindeldurchführung mittels Faltenbalg und Sicherheitsstopfbuchse,
 - e) stopfbuchsenlose Armaturen mit Permanent-Magnetantrieb (SLMA-Armaturen).



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus TRGS 722

Darf ich überhaupt ein Manometer anschließen?

(2) Normalbetrieb ist der Zustand, in dem die Arbeitsmittel oder Anlagen und deren Einrichtungen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt oder betrieben werden.

Bemerkung:

Inspektion und Wartung sowie die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe können zum Normalbetrieb gehören, z.B. die geringe Freisetzung von Stoffen

- aus Dichtungen, deren Wirkungen auf der Benetzung durch die geförderte Flüssigkeit beruht oder
- bei betriebsüblichen Störungen (z. B. Abrutschen eines Sackes von einer Füllrichtung).

Störungen (z.B. Versagen von Dichtungen, von Pumpen oder Flanschen oder die Freisetzung von Stoffen infolge von Unfällen), die z.B. Instandsetzung oder Abschaltung erfordern, werden nicht als Normalbetrieb angesehen.



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus DGUV 100-500

Bin ich überhaupt versichert mit Propan?!

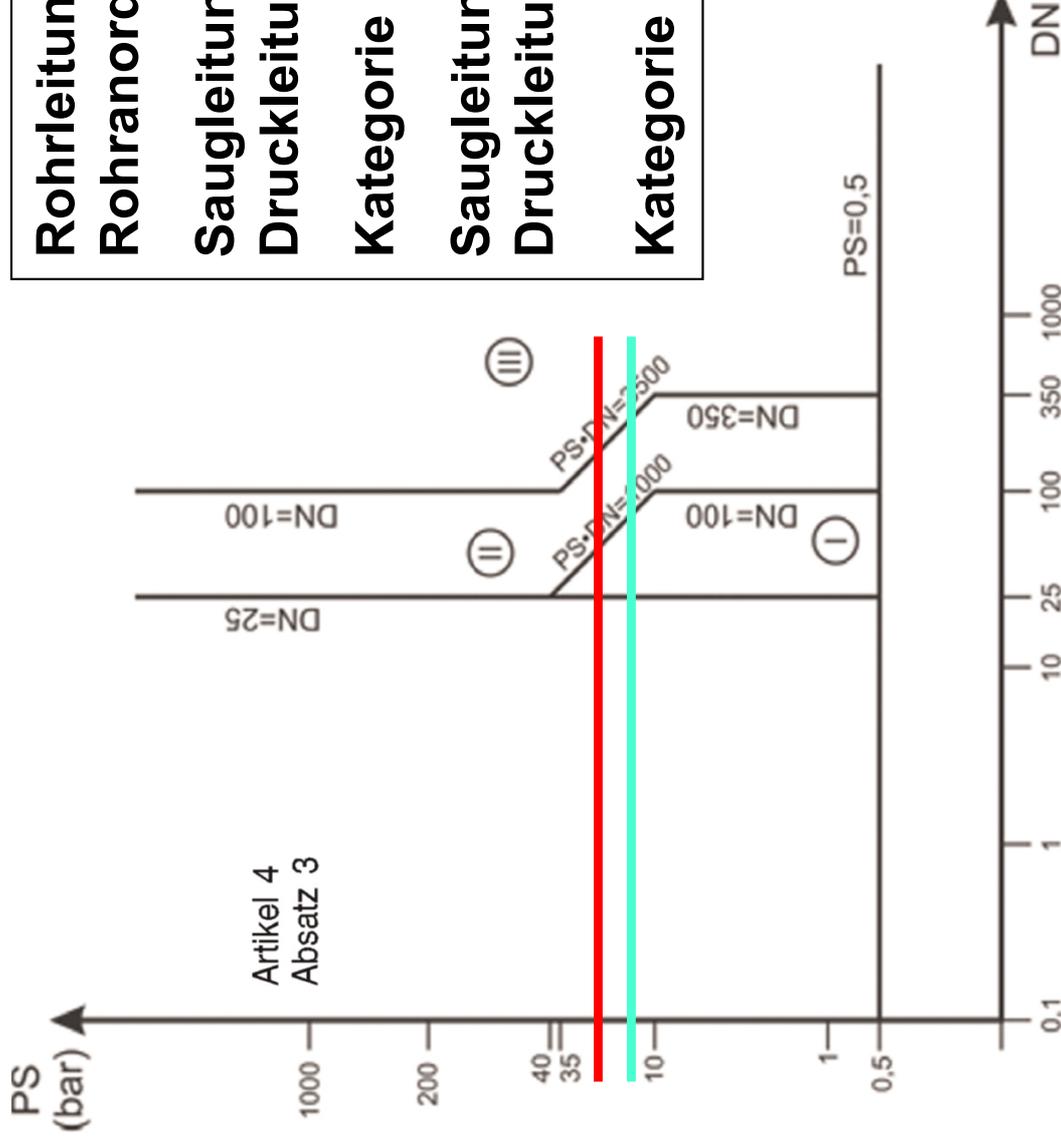
- 3.7.1 Der Unternehmer hat Räume, in denen Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln oder Kühleinrichtungen mit brennbaren Kühlmitteln aufgestellt sind, als explosionsgefährdete Bereiche festzulegen.
- 3.7.2 Der Unternehmer hat bei Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln oder Kühleinrichtungen mit brennbaren Kühlmitteln, die im Freien aufgestellt sind, einen explosionsgefährdeten Bereich festzulegen.
- 3.7.3 Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass explosionsgefährdete Bereiche nach den Abschnitten 3.7.1 und 3.7.2 gekennzeichnet sind. Innerhalb des gefährdeten Bereiches sind Zündquellen unzulässig.
- 3.7.4 Die Abschnitte 3.7.1 bis 3.7.3 gelten nicht für Anlagen mit
1. Ammoniak als Kältemittel,
 2. anderen brennbaren Kältemitteln der Gruppe 2, deren Füllgewicht 25 kg nicht überschreitet,
 3. sonstigen brennbaren Kältemitteln, deren Füllgewicht bei Anlagen mit hermetischen Verdichtern 2,5 kg nicht überschreitet.



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus der DGRL 2014/68/EU

Aber das muss doch alles vom TÜV-Beamten abgenommen werden ?!



Rohrleitungen, bzw.

Rohranordnungen mit R 290:

Saugleitungen bis DN 80

Druckleitungen bis DN 50

Kategorie I => Modul A

Saugleitungen bis DN 300

Druckleitungen bis DN 150

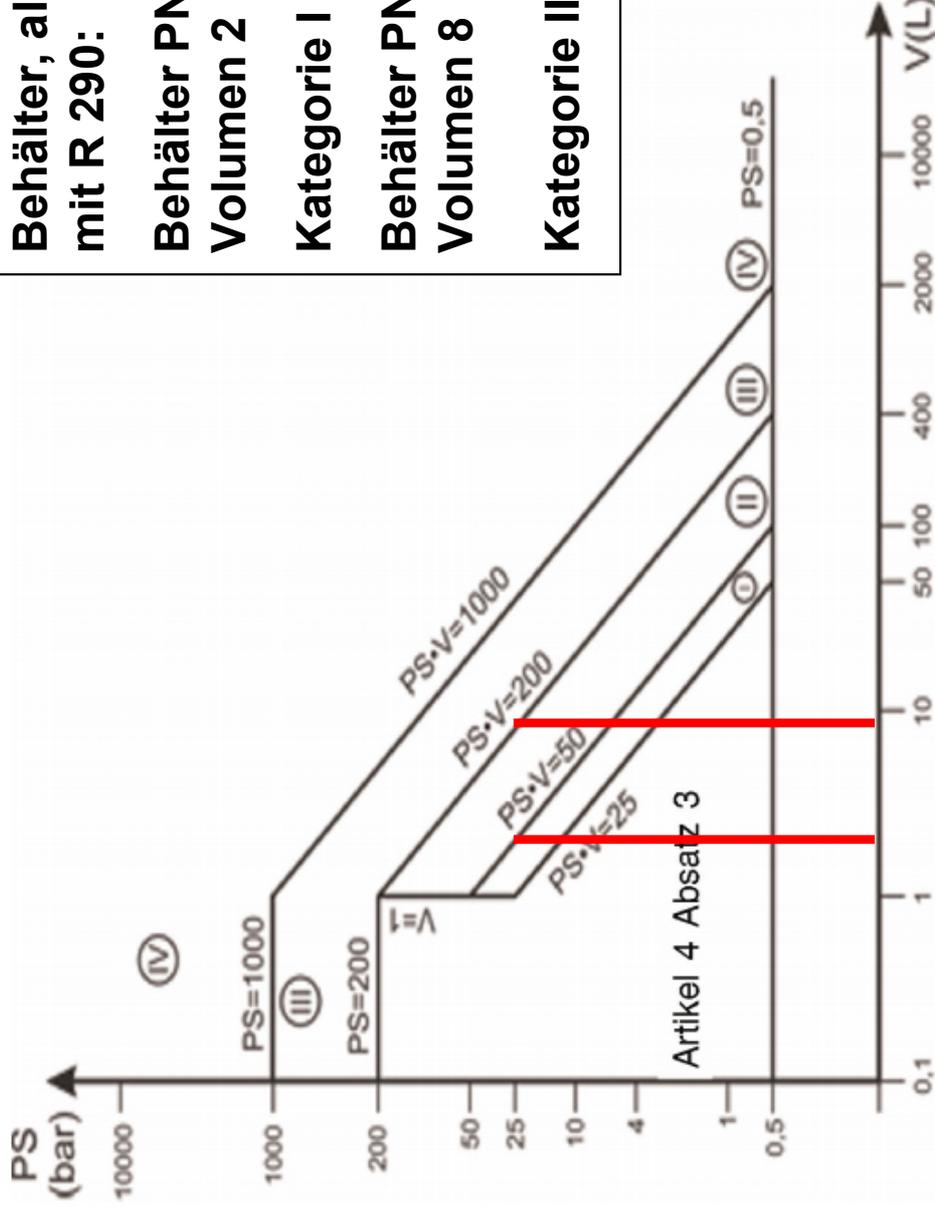
Kategorie II => Modul A2, D1, E1



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus der DGRL 2014/68/EU

Aber das muss doch alles vom TÜV-Beamten abgenommen werden ?!



Behälter, also keine Rohranordnungen
mit R 290:

Behälter PN25
Volumen 2 Liter

Kategorie I => Modul A

Behälter PN25
Volumen 8 Liter

Kategorie II => Modul A2, D1, E1



FAQ's zu KW-Kältemitteln

Aus der DGRL 2014/68/EU

Aber das muss doch alles vom TÜV-Beamten abgenommen werden ?!

Kategorie I =>

Modul A

Saugleitung bis DN 80

Druckleitungen bis DN 50

KONFORMITÄTSBEWERTUNGSDIAGRAMME

(1) Die römischen Ziffern in den Diagrammen entsprechen folgenden Modulkategorien:

I	=	Modul A
II	=	Module A2, D1, E1
III	=	Module B (Entwurfsmuster) + D, B (Entwurfsmuster) + F, B (Baumuster) + E, B (Baumuster) + C2, H
IV	=	Module B (Baumuster) + D, B (Baumuster)+ F, G, H1

Die Pflichten, die sich aufgrund der Bestimmungen dieses Anhangs für Druckgeräte ergeben, gelten auch für Baugruppen.

1. MODUL A: (INTERNE FERTIGUNGSKONTROLLE)

1. Bei der internen Fertigungskontrolle handelt es sich um das Konformitätsbewertungsverfahren, mit dem der Hersteller die in den Nummern 2, 3 und 4 genannten Pflichten erfüllt sowie gewährleistet und auf eigene Verantwortung erklärt, dass die betreffenden Produkte den auf sie anwendbaren Anforderungen der Rechtsvorschrift genügen.



Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel

R 290/Propan in einer auf Dauer technisch dichten Anlage

auf Dauer technisch dicht

(gemäß TRGS 722, Teil 2, Abschnitt 2.4.3.2)

Anlagenteile gelten als auf Dauer technisch dicht, wenn

- a) sie so ausgeführt sind, dass sie aufgrund ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben**
oder (**und**)
- b) ihre technische Dichtigkeit durch Wartung und Überwachung ständig gewährleistet wird.**

Anlagenteile, die auf Dauer technisch dicht sind, verursachen durch ihre Bauart in ihrer Umgebung im **ungeöffneten Zustand **keine** explosionsgefährdeten Bereiche.**
(weitere Ausführungen siehe Anhang C).



Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel

R 290/Propan in einer auf Dauer technisch dichten Anlage

auf Dauer technisch dicht

(gemäß TRGS 722, Teil 2, Abschnitt 2.4.3.2)

- Für Kälteanlagen, die mit brennbaren Kältemitteln betrieben werden, sind grundsätzlich Komponenten (unlösbare Verbindungen) zu verwenden, die **auf Dauer technisch dicht** sind.
- Als **auf Dauer technisch dichte** Anlagenbauteile gelten auch **voll- oder halbhermetische Verdichter** inkl. Trennhäubenverdichter und hermetische Kältemittelpumpen sowie Pumpen und offene Verdichter mit **doppelt wirkenden Gleitringdichtungen**.
- Die DGVU 100-500 , Kap. 2.35 (Punkt 3.7.4.3.) sieht bei Verwendung von **hermetischen Verdichtern** und **Füllmengen bis 2,5 kg** keine Ausweisung einer Zone vor.



Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel

R 290/Propan in einer auf Dauer technisch dichten Anlage

auf Dauer technisch dicht

(gemäß TRGS 722, Teil 2, Abschnitt 2.4.3.2)

- Kälteanlagen mit bis zu 6,25 kg R 404A/R 507,
- unlösbare Verbindungen verwenden, d.h. alle Bördel raus, z.B. gebördelter Trockner, Expansionsventil, Schauglas ersetzen
- Verdichter muss Lötanschlüsse haben, Schrader/Rotalock-Ventile sind zulässig
- Füllmenge R 290 ca. 2,5 kg (ca. 40% von R 404A/R 507)
- keine Ausweisung einer Zone notwendig.
- Es gelten trotzdem die maximal zulässigen Füllmengen





Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Beschränkungen des Einsatzes von Propan/Butan

Empfehlungen nach EN 378:

	DX Systeme	Indir. Systeme
A) Öffentliche Bereiche: Geschäfte, Hotels, Kinos, Büros Für jeden zugänglich	1.5 ...5 kg	1.5 ...5 kg

B) Kontrollierte Bereiche: Allg. Fabriken, Lagerhäuser, Werkstätten, Kühlzellen Büros ohne Publikumsverkehr	2.5...10 kg	2.5...10 kg
--	--------------------	--------------------

C) Technische Bereiche : Maschinenhallen und -räume Spez. Produktionsräume, Kühlhäuser	10 kg...unbegrenzt	25 kg...unbegrenzt
---	---------------------------	---------------------------

Füllmenge kleiner 500g: Keine Einschränkung in der Verwendung
Alle Werte jeweils für den größten (Einzel-) Kreislauf.



Zündquellenbewertung

Kühlzelle Innen

Vorschaltgerät Neonröhre:
Keine Zündquelle

Magnetventil:
Keine Zündquelle

Lüfter Verdampfer:
Keine Zündquelle

Anlage „dauerhaft technisch dicht“
⇒ Bis 2,5 kg keine EX-Schutz Zone

Anlage mit Bördel

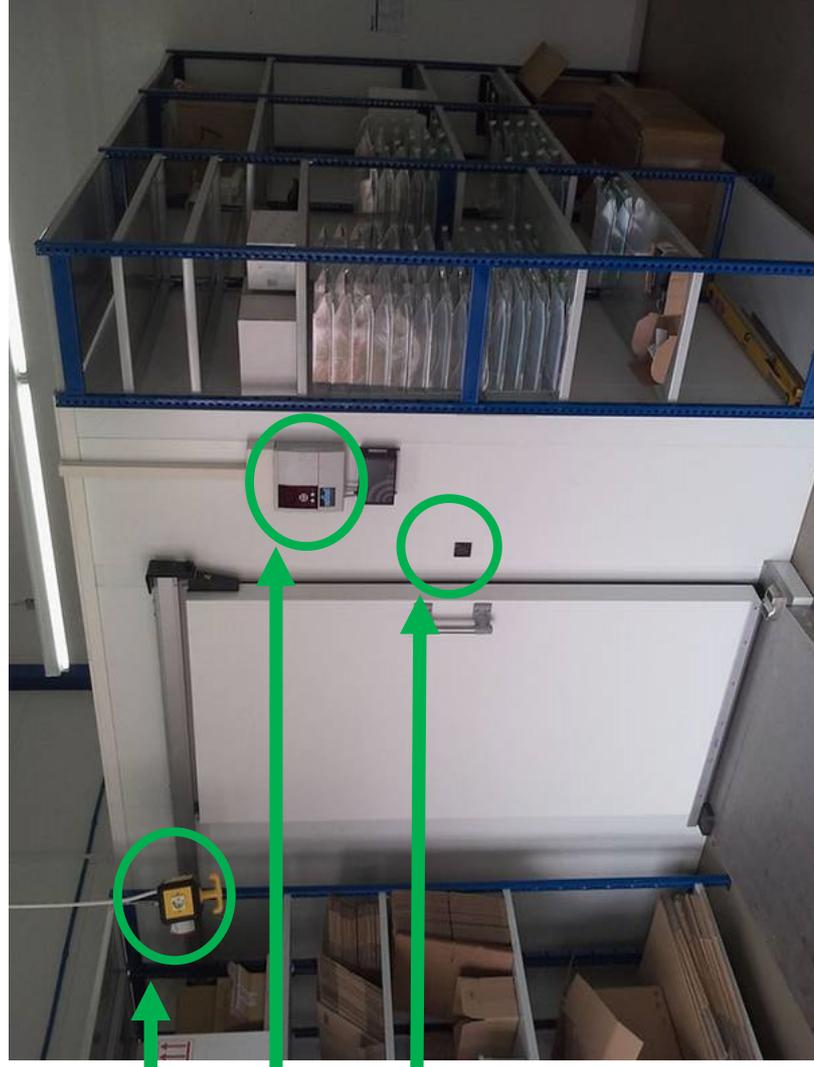
⇒ Bei < 8g keine Maßnahme.
⇒ Bei > 8g Maßnahme erforderlich:
Sensor oder Lüftung oder
Zündquellen raus.





Zündquellenbewertung

Kühlzelle Außen



Steckdosen:
Keine Zündquelle

Regler/Thermostate:
Keine Zündquelle

Lichtschalter:
Keine Zündquelle

Es kann sich keine
zündfähige Atmosphäre
bilden.

Rohrleitung ohne Bördel
⇒ Keine Ex-Schutzzone



Füllmengen und Leistungen von KWs

Einsatzmöglichkeiten

Füllmengen beim Einsatz von KW – Kältemitteln in der klassischen Kleinkälte:

- Grundsätzlich sind **kurze Rohr-Wege** notwendig
- Füllmenge **ca. 40-45%** von F-Gasen
- Im **NK Bereich ca. 150..... 250 g/kW** Leistung
- Im **TK Bereich ca. 220..... 350 g/kW** Leistung
- Verbundanlagen mit mehreren Verdampfern **kaum** möglich
- Einsatz Kleinkälte/Verflüssigungssätze kleinerer Leistung bis **4,5...7 kW möglich (max. 1,5 kg)**
- Einsatz von Flüssigkeitskühlsätzen/Chillern in NK Bereich und **Innenaufstellung** bis zu **170 kW pro Kreislauf (max. 25 kg)**

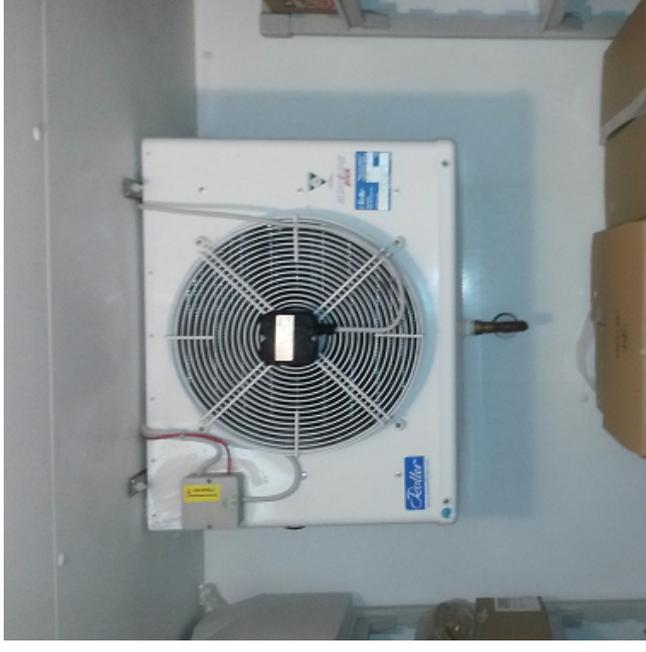


Umstellung R 404A auf R 290

TK – Kühlzelle/SC 12 Twin



- Außenaufstellung
- Leitung nahtlos verlegt
- Schaltelemente außerhalb der Zelle
- Nachjustieren der Schaltgeräte
- POE ÖL kann weiterhin verwendet werden



- Expansionsventil R-404A, Düsengröße im Bestand zu klein
- Keine Zündquellen in dem Kühlraum
- Gesamtüberhitzung 16 – 20K



Umstellung R 404A auf R 290

TK – Kühlzelle/SC 15 Twin

Anlagendaten:

- Zieltemperatur: -20°C
- Vollhermetik Verdichter; 5,34 m³/h Hubvolumenstrom
- Expansionsventil: Thermostatisch R 404A
- Aufstellung: „B“ (kontrollierter Bereich) maximal Füllmenge 2,5 kg
- Auf Dauer technisch Dicht ausgeführte Anlage

Umstellung R 404A auf R 290

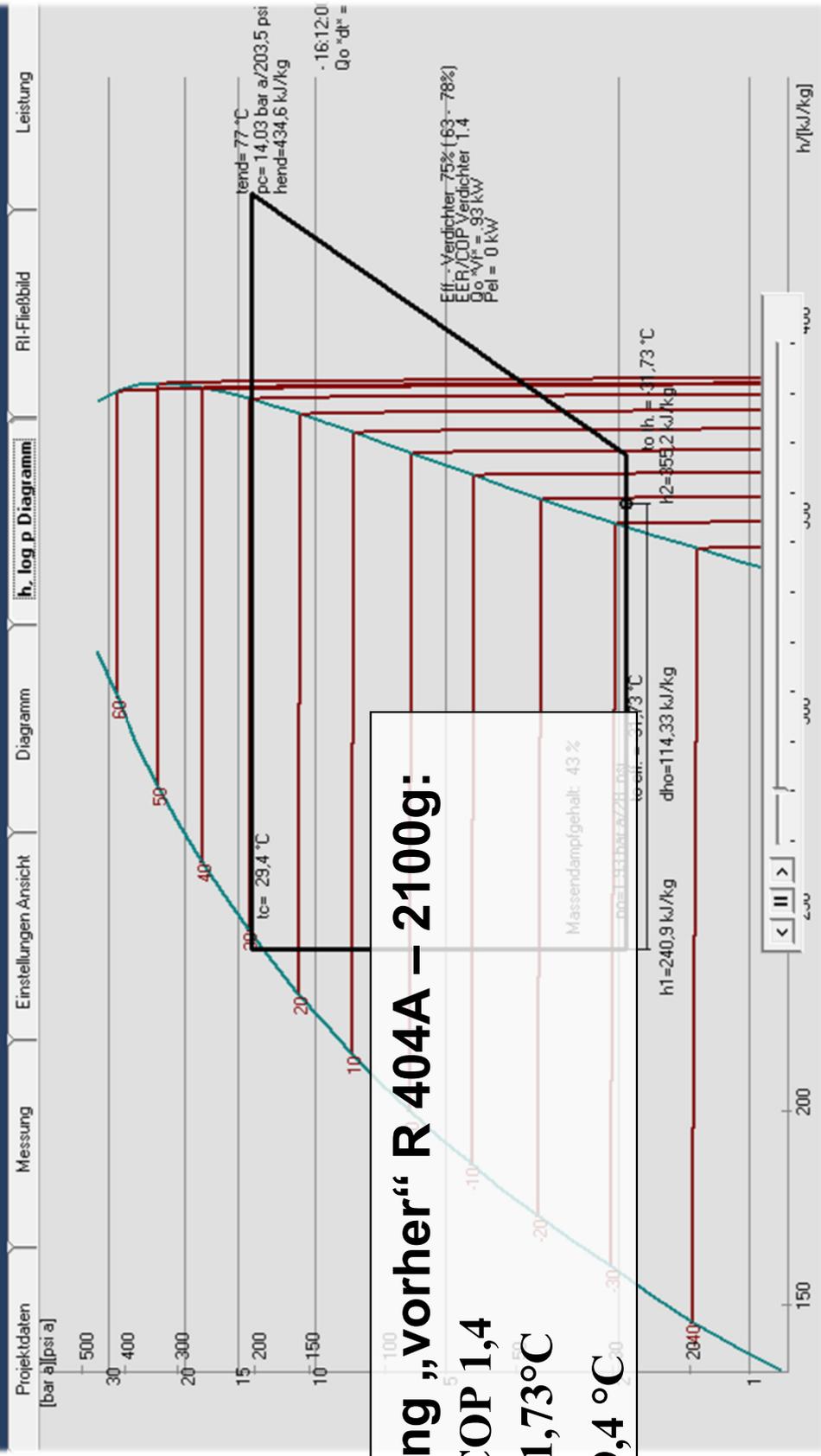


CoolTool: Diagnostics 9.01.2

Projekt/Messung Iyp Messung h,log p - Diagramm Diagramm Kalibrierung Einstellungen Firmware Masterbox ftp server

Messintervall: 1s 2h 60
COM Port: BAUD Rate: 115200
Offline Modus
Autocorrect Modus
DiaGnostic Assistent

Projekt: IKKE Tiefkühlung
Beschreibung: Monitoring

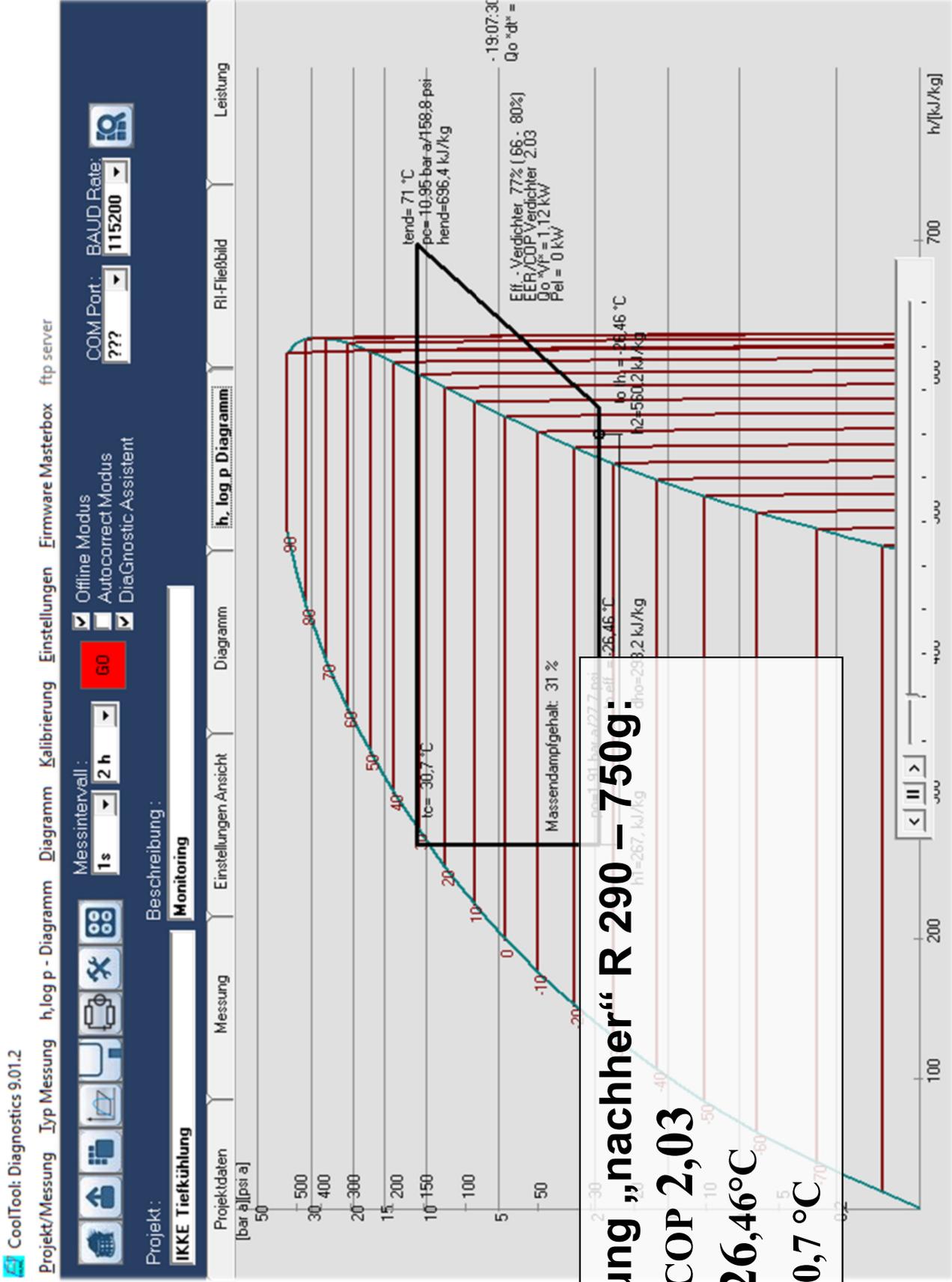


Messung „vorher“ R 404A – 2100g:

- EER/COP 1,4
- to = -31,73°C
- tc = 29,4 °C



Umstellung R 404A auf R 290



Messung „nachher“ R 290 – 750g:

- EER/COP 2,03
- to = -26,46°C
- tc = 30,7 °C





Förderung von stationären Kälte- und Klimaanlageanlagen

ECO-Design/ErP-Richtlinie

Effizienzbewertung innerhalb der ErP-Richtlinie

- **MEPS:** Minimum Efficiency Performance Standard
- Wird für die Anwendungsbereiche vorgeben und erhöht sich bis 2021
- **Leistungszahl (LZ)** an einem Referenzpunkt nur bis 5 kW(MT) bzw. 2 kW(LT) möglich
- **MEPS** für größere Leistungen: saisonale Bewertung mit Jahres Temperatur Profil über **Jahresarbeitszahl (JAZ)**
 - Prozess-Flüssigkeitskühlsätze HT/MT/LT
 - **SEPR:** „Seasonal Energy Performance Ratio“ aus Jahres Temperatur Profil
 - Komfort A/C Kühlsätze
 - **SEER:** „Seasonal Energy Efficiency Ratio“ aus Sommer Temperatur Profil



Förderung von stationären Kälte- und Klimaanlageanlagen

ECO-Design/ErP-Richtlinie

Gültigkeitsbereich der ErP –Richtlinie 2009/125/EC

- **Verflüssigungssätze**
 - **MT to-10°C** luftgekühlt
 - **LT to-35°C** luftgekühlt
- **Prozess-Kühlsätze**
 - **LT -25°C Sole** luft- und wassergekühlt
 - **MT -8°C Sole** luft- und wassergekühlt
 - **HT +7°C Wasser** luft- und wassergekühlt
- **Komfort A/C Kühlsätze**
 - **A/C +7°C Wasser** luft- und wassergekühlt



Förderung von stationären Kälte- und Klimaanlage

Anlehnung an ECO-Design/ErP-Richtlinie

Simulation z.B. mit 12 x 24 = **288 Referenzpunkten*** mit
BAFA Energie Effizienz Tool

$$\text{SEPR // SEER} = \frac{\sum_{j=1}^n h_j \cdot P_R(T_j)}{\sum_{j=1}^n h_j \cdot \left(\frac{P_R(T_j)}{\text{EER}_{\text{bin}}(T_j)} \right)}$$

$$\text{SEPR // SEER} = \frac{\text{jährlicher Kältebedarf}}{\text{jährlicher elektr. Energiebedarf}}$$

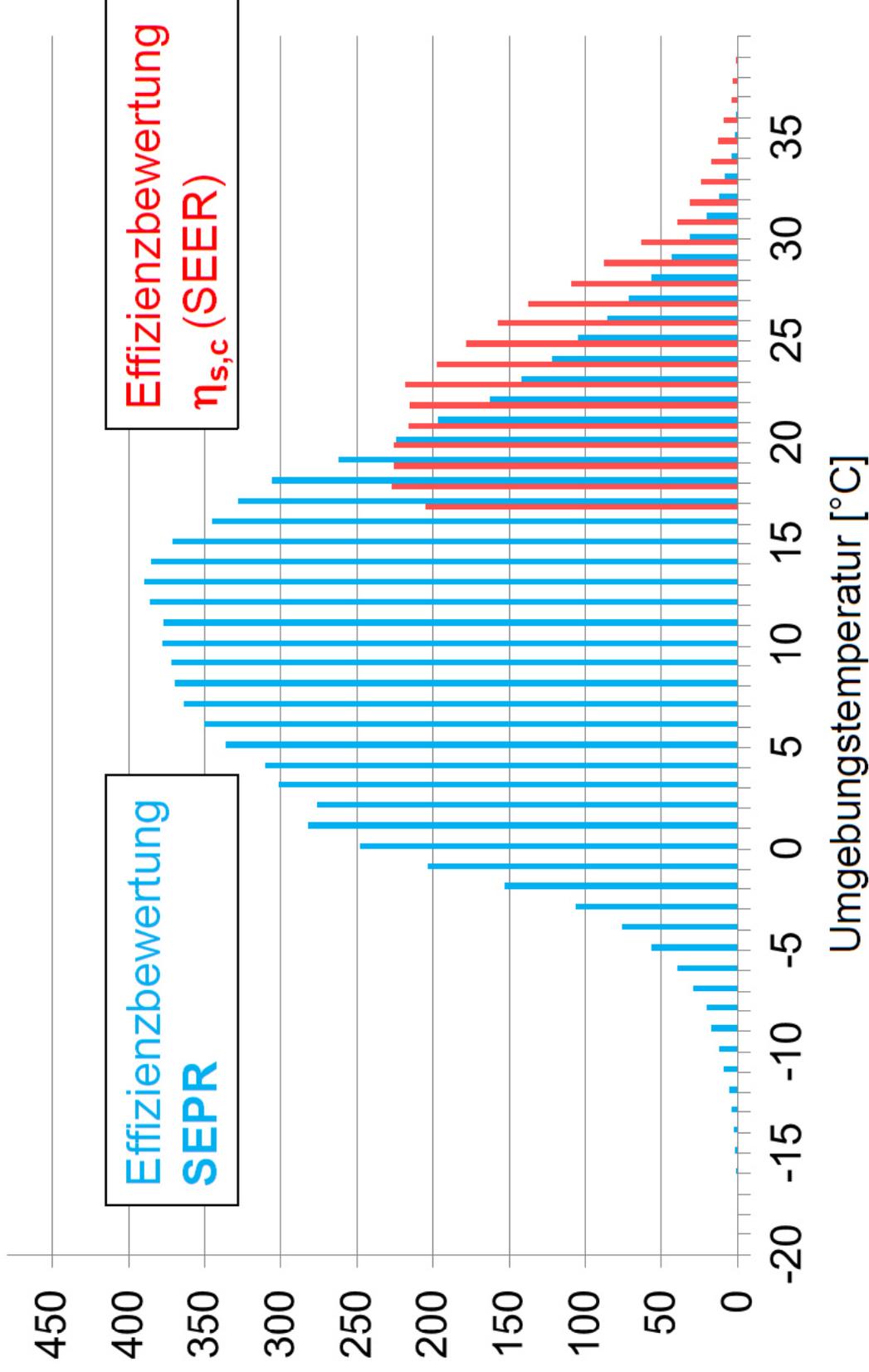
P_R = **gesamte** Stromaufnahme **incl. Lüfter, Pumpen, etc.**

T_j = Temperatur am Standort Eschborn



Förderung von stationären Kälte- und Klimaanlage

ECO-Design/ErP-Richtlinie





ECO-Design / ErP-Richtlinie

Beispiele für MEPS – Kennzahlen (ENTR Lot 1)

Vom 1. Juli 2018 an darf die Jahresarbeitszahl (JAZ) von Prozesskühlern folgende Werte nicht unterschreiten:

Wärmeübertragungsmittel auf der Verflüssigungsseite	Betriebstemperatur	Nennkälteleistung P_A	JAZ-Mindestwert
Luft	Mittel	$P_A \leq 300 \text{ kW}$	2,58
		$P_A > 300 \text{ kW}$	3,22
	Niedrig	$P_A \leq 200 \text{ kW}$	1,70
		$P_A > 200 \text{ kW}$	1,84
Wasser	Mittel	$P_A \leq 300 \text{ kW}$	3,29
		$P_A > 300 \text{ kW}$	4,37
	Niedrig	$P_A \leq 200 \text{ kW}$	2,09
		$P_A > 200 \text{ kW}$	2,42

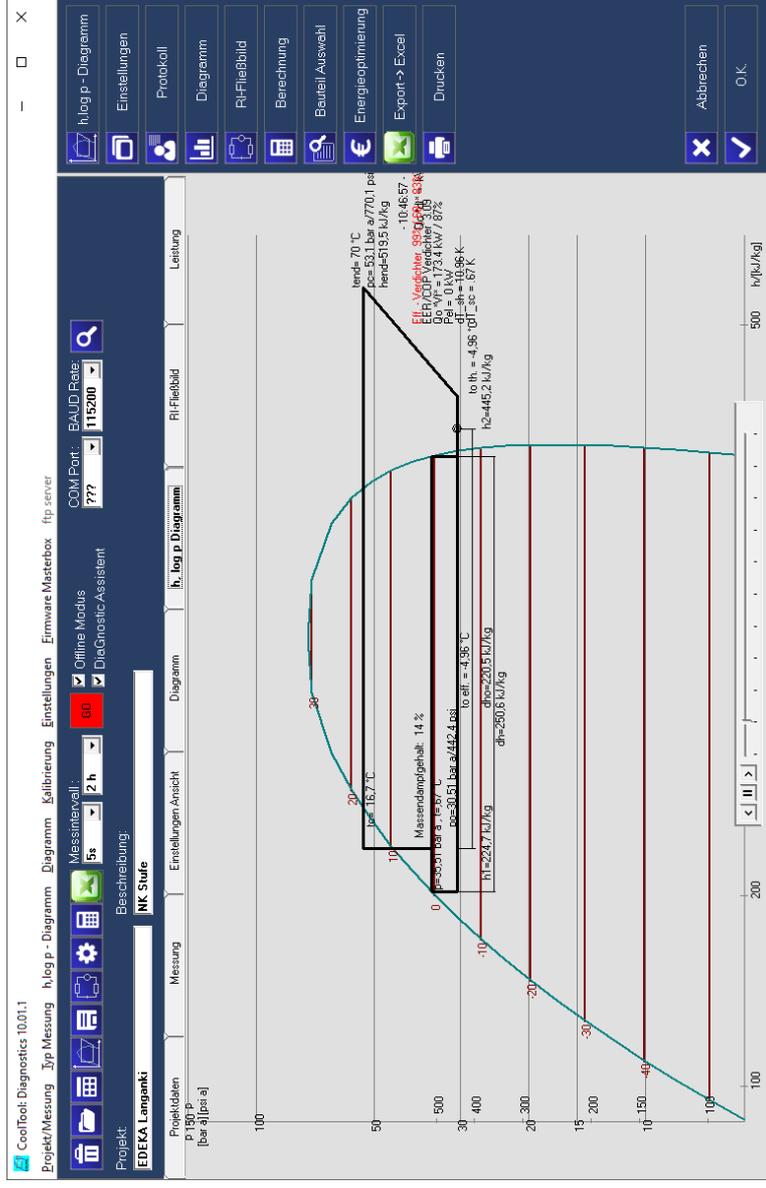


Auslegung von Systemen nach dem Stand der Technik Empfehlungen für die NKI / Bafa Förderrichtlinie Kälte

2/2024

Feldstudie 2022/2023 an
insgesamt über 80 vom
BMWK/Bafa geförderten
Anlagen:

- Messungen im Realbetrieb
- Aufnahme von Betriebszeiten und individuellen Auslastungsprofilen
- Vergleich von Nutzttemperaturen zu Betriebspunkten der geförderten Anlagen
- Messungen wurden bevorzugt bei Außen Temperaturen unter 10°C vorgenommen





Auslegung von Systemen nach dem Stand der Technik Empfehlungen für die NKI / Bafa Förderrichtlinie Kälte

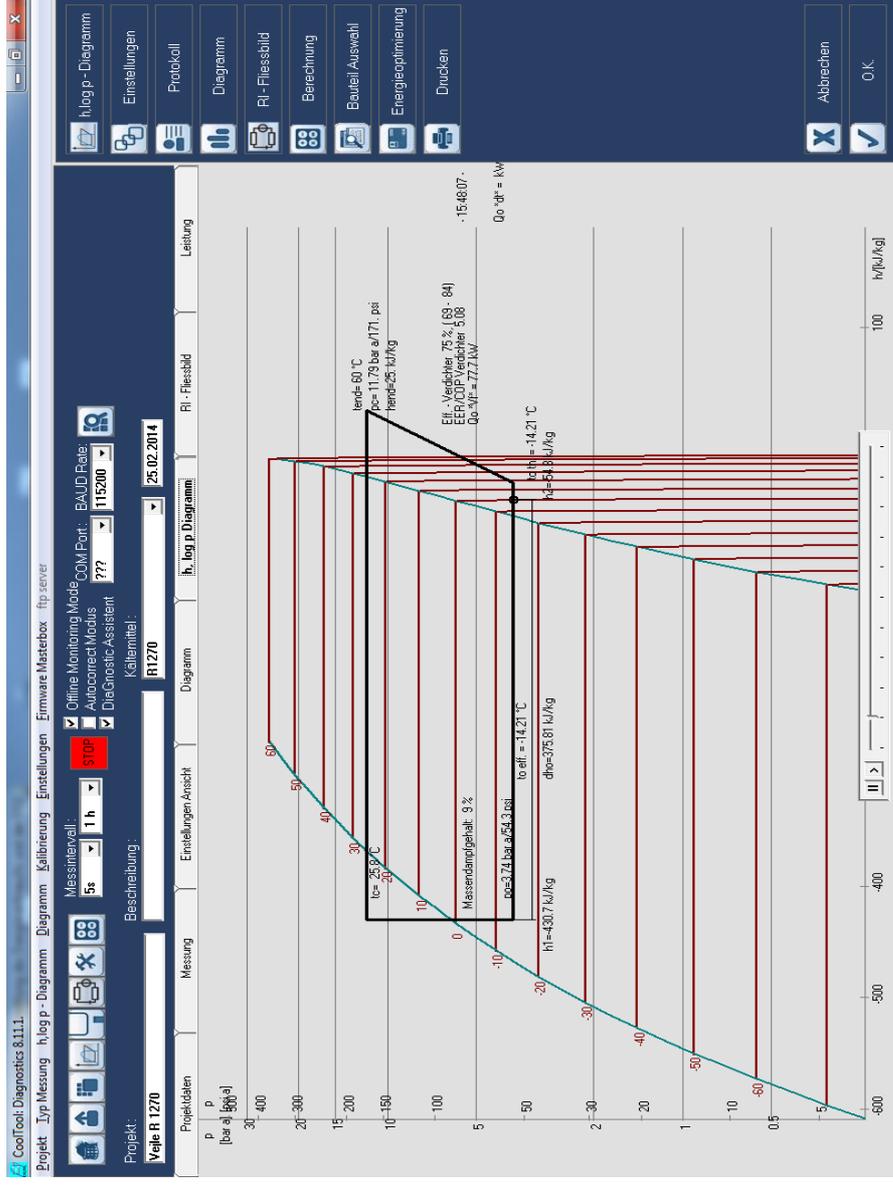
2/2024

Feldstudie 2022/2023 an
insgesamt über 60 vom
BMWK/Bafa geförderten Anlagen:

- Abgleich mit „Bench Mark“ für fünf Temperaturniveaus und vier Anwendungsfälle
- SEPR Werte für die „BenchMark“ aus über 1000 Anlagenmessungen mit H-(C)FKW:

z.B.

R 1270 Chiller	DX mit R 404A
$t_o = -14^\circ\text{C}$	$t_{om} = -14^\circ\text{C}$
$t_c = 26^\circ\text{C}$	$t_{cm} = 38^\circ\text{C}$
$\text{COP} = 5.08$	$\text{COP}_m = 2.91$

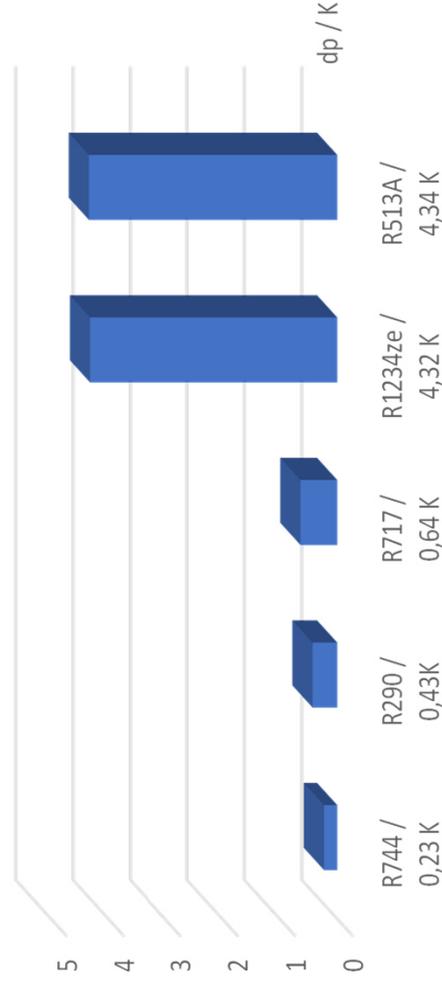




Auswertungsverfahren und Vorüberlegungen

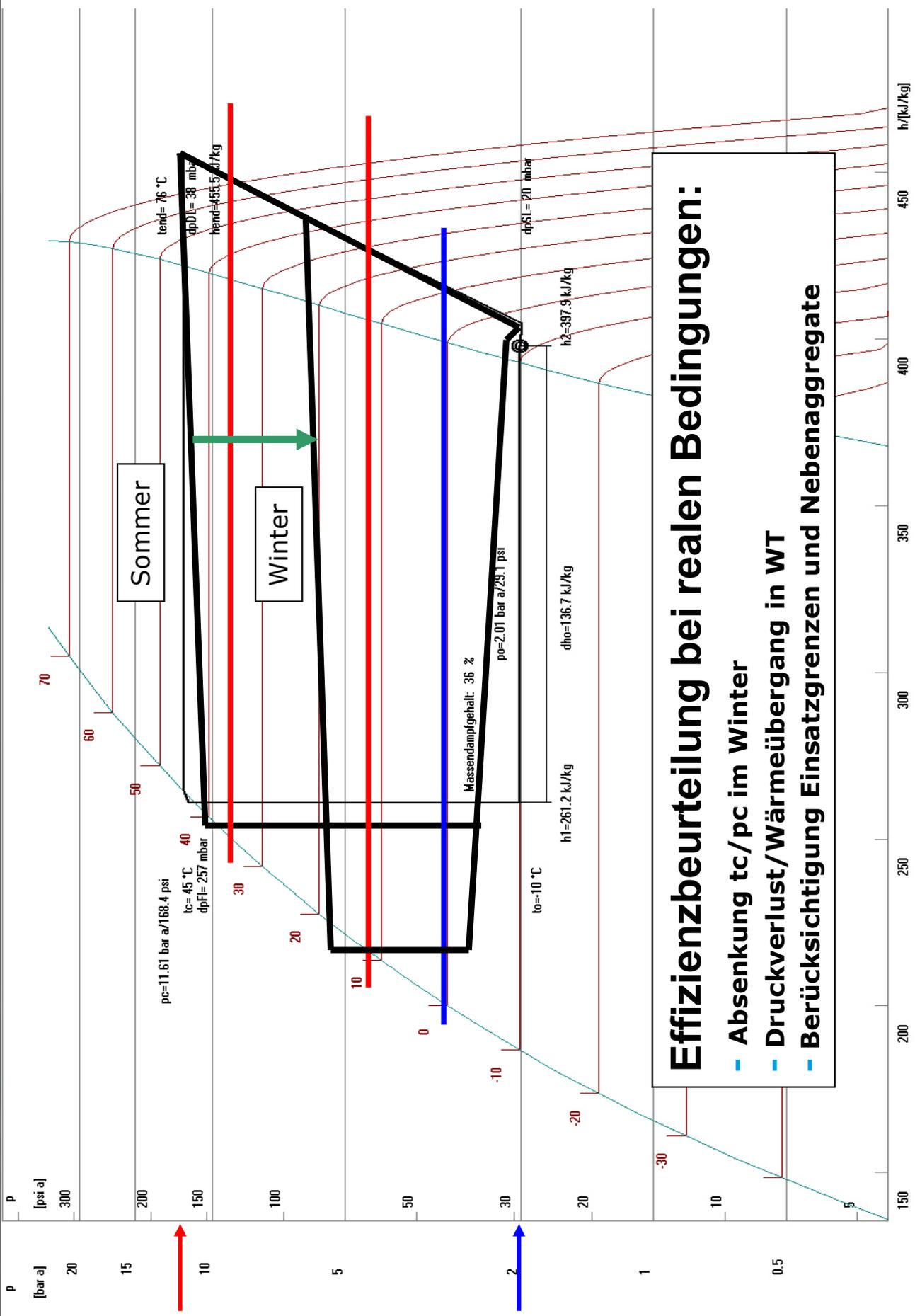
Bafa Förderrichtlinie Kälte

Druckverlust im "selben" Verdampfer bei
gleichen Randparametern / K



Gesamtheitliche Betrachtung der Effizienz

- Einsatzgrenzen der Verdichter
- Druckverluste in den Wärmeübertragern
- Wärmeübergänge und minimal möglicher Dampf Anteil in den Wärmeübertragern
- Einfluss auf den Polytropen Gesamtwirkungsgrad
- Einfluss der nicht direkt zum Kreislauf gehörenden Komponenten wie Pumpen, Lüfter



Effizienzbeurteilung bei realen Bedingungen:

- Absenkung tc/pc im Winter
- Druckverlust/Wärmeübergang in WT
- Berücksichtigung Einsatzgrenzen und Nebenaggregate

Kältemittel: **R134A**

to:	-10 °C	pc / po:	5.7 --	tsl:	4 °C
tc:	45 °C	toh:	6 K	dh0:	136.6 kJ/kg
		xd:	0.36	Qo/Q EN 12900:	93.7 %

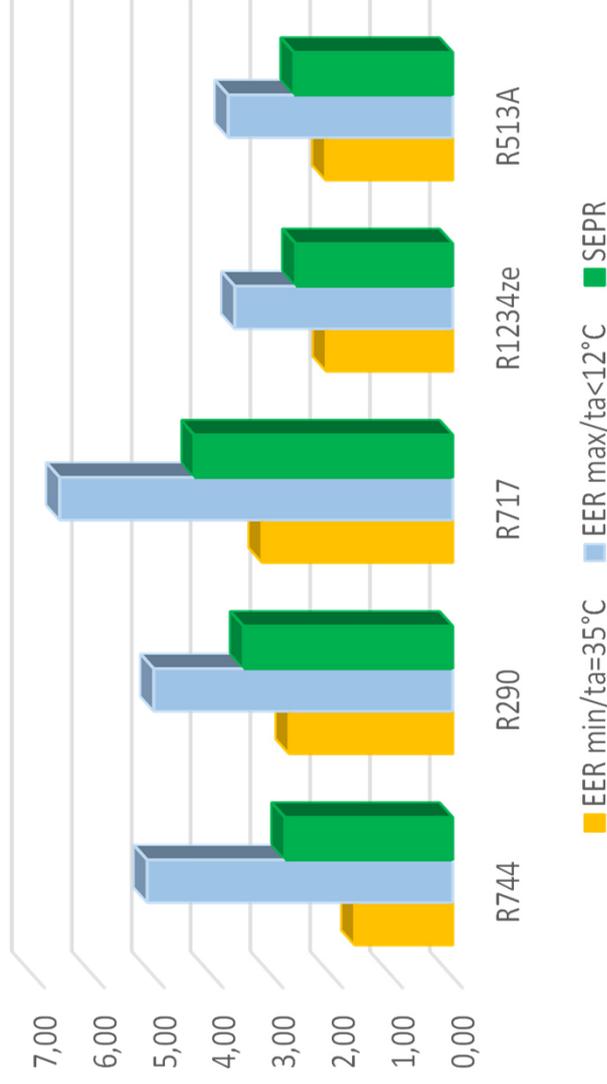




Auswertungsverfahren und Vorüberlegungen

Bafa Förderrichtlinie Kälte

Mögliche EER-Werte und Zusammenfassung zu SEPR unter Berücksichtigung der Einsatzgrenzen der Komponenten



Gesamtheitliche Betrachtung der Effizienz:

- Einsatzgrenzen der Verdichter
- Druckverluste in den Wärmeübertragern
- Wärmeübergänge und minimal möglicher Dampfanteil in den Wärmeübertragern
- Einfluss auf den Polytropen Gesamtwirkungsgrad
- Einfluss der nicht direkt zum Kreislauf gehörenden Komponenten wie Pumpen, Lüfter etc.

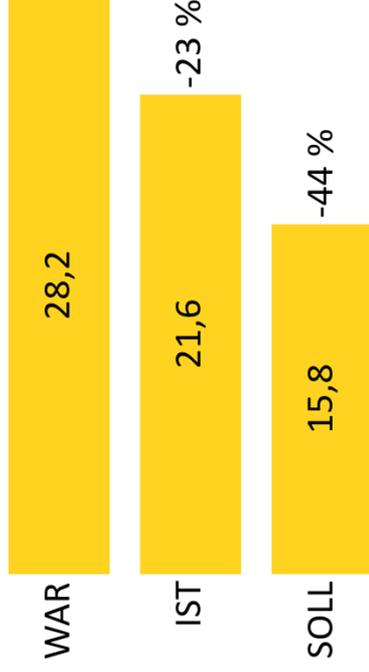


Auswertungsverfahren und Ergebnisse

Bafa Förderrichtlinie Kälte

- Jahres-Elektroenergiebedarf aller untersuchten Anlagen
- WAR: Anlagen in Standardbauweise mit HFKW-Kältemitteln $\hat{=}$ 100 %
- IST: geförderte Anlagen mit halogenierten u. halogenfreien Kältemitteln
- SOLL: optimal ausgeführte Anlagen mit optimalen Kältemitteln

alle Kältemittel,
alle untersuchten Anlagen



Elektroenergiebedarf (GWh/a)

Gesamtergebnis

- geförderte Anlagen: Minderung von 23 % erreicht
- Wärmeübertrager und Komponenten gut dimensioniert
- Hochwertige Regelungs- und Steuerungskomponenten
- z.T. überdimensioniert => Pumpen
- deutliche, weitere Minderung ist möglich



Auswertungsverfahren und Ergebnisse

Bafa Förderrichtlinie Kälte

Gesamt-Ergebnis

Vom BMWK beauftragte Feldstudie 2022/2023:

Insgesamt 61 Kreisläufe

	1 IK	4 GK	7 SM	8 AC
Anlage/Kältemittel ungeeignet für Temperaturbereich	-	4	-	3
Läuft mehr als 10% außerhalb des optimalen Bereichs durch unzureichende Regelung / falsche Einstellung durch Service-Personal	13	8	15	9
Falsch dimensionierte Komponenten z. B. Wärmeübertrager	5	4	5	3
Keine getrennten Kreisläufe für Unterschiedliche Temperaturen	-	3	4	2
Anlage oder Komponenten defekt oder ohne Funktion	-	1	2	2

Table 1: Gründe für zu geringe Energieeffizienz untersuchter Anlagen

(IK = Industriekälte, GK = Gewerbekälte, SM = Supermarktkälte, AC = Klima-/Pluskühlung)

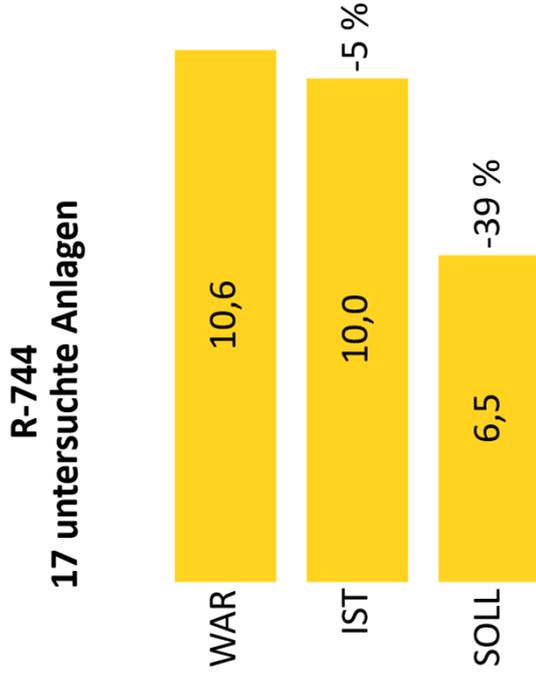




Auswertungsverfahren und Ergebnisse

Bafa Förderrichtlinie Kälte

Teil Ergebnis für CO₂ Normalkühlung:



Jahres-Elektroenergiebedarf der untersuchten Anlagen

WAR: Anlagen in Standardbauweise mit HFKW-Kältemitteln $\hat{=}$ 100 %
IST: halogenierten u. Kältemitteln
geförderte Anlagen mit halogenfreien Kältemitteln
SOLL: optimal ausgeführte Anlagen mit optimalen Kältemitteln

Gesamtergebnis
geförderte Anlagen: Minderung von 5 % erreicht

Aber: Minderung von 39 % ist möglich
Hauptursache ist verstellte Regelungs- und Steuerungstechnik

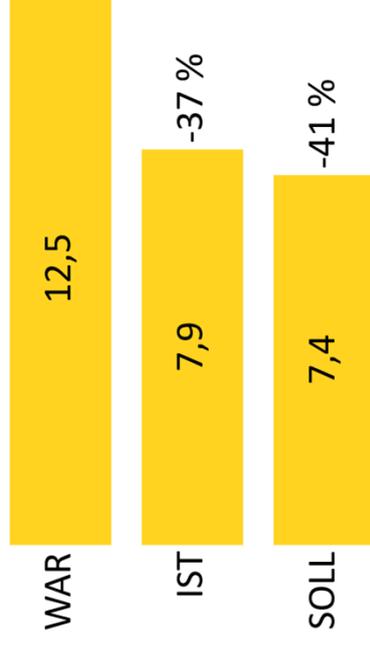


Auswertungsverfahren und Ergebnisse

Bafa Förderrichtlinie Kälte

Teil Ergebnis für Indirekte Normalkühlung:

R-1270, R290, R-717
17 untersuchte Anlagen



Elektroenergiebedarf (GWh/a)

- Jahres-Elektroenergiebedarf der untersuchten Anlagen
 - WAR: Anlagen in Standardbauweise mit HFKW-Kältemitteln $\hat{=}$ 100 %
 - IST: geförderte Anlagen mit halogenierten u. halogenfreien Kältemitteln
 - SOLL: optimal ausgeführte Anlagen mit optimalen Kältemitteln
- Gesamtergebnis
- geförderte Anlagen: Minderung von 37 % erreicht
 - Anlagentechnik „robuster“, weniger Abweichung t_0 und t_c – Ist zu möglichen Sollwerten
 - Minderung von 41 % ist möglich



Energieeffizienz:

Energetische und physikalische Randbedingungen

Energetischer Vergleich für Kälteprozesse nach dem Stand der Technik:

- Außenbedingungen nach **Öko-Design / ErP-Richtlinie**
- Standort Eschborn
- Auslastungs-/Anforderungsprofil Gewerbekälte
- to = -8°C bei Direktverdampfung
- to = -12°C bei Indirekter Verdampfung mit $-8/-4^{\circ}\text{C}$ Kälte Träger
- Kälteleistung 300 kW
- Alle Wärmeübertrager Energieeffizienzklasse B
- korrekter Hydraulischer Abgleich/FU geregelte Pumpen bei Kälte Träger



Förderung von stationären Kälte- und Klimaanlageanlagen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Wärmetransport mit **indirekten** Systemen

- ca. 25-40% Höhere Investitionskosten
- seit 1.3.2024 gilt neue Förderrichtlinie
- Förderung von nicht-halogenierten Kältemitteln
wie R 290, R 1270, R 600a, R 170, R 717, R 723, R 744
- modularer, kombinierbarer Aufbau der Förderung:
Kälteerzeuger, Luftkühler, Rückkühler, Kälte Träger
Rohrleitungen, Eisspeicher, diverse Komponenten
- Fördersumme maximal € 200.000,-
- Fördersumme beträgt ca. 20 bis 30% der Investitionskosten



Förderung von stationären Kälte- und Klimaanlageanlagen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Technische Voraussetzungen für die Förderfähigkeit:

- Leistungsregelung Verdichter
- nur Abtauvorrichtungen mit Bedarfsregelung
- Wärmeübertrager mit kleiner treibender Temperaturdifferenz
- Elektronische Expansionsventile
- Verkaufskühlmöbel mit Nachtabdeckung und Türen, LED-Beleuchtung, EC-Lüfter
- Kälteerzeuger mit Winterregelung zur Anpassung der Verflüssigungstemperatur an die Umgebungstemperatur
- drehzahlregelte Pumpen in indirekten Kreisläufen
- alle eingesetzten Komponenten müssen mindestens die Voraussetzungen der Öko-Design-Richtlinie
- hydraulischer Abgleich muss vorgenommen werden
- Energiemonitoring, Wärmemengenzähler für indirekte Systeme



Eigenschaften / Füllmengen von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Füllmengenberechnung R 290 / Propan :

Dichte (bei 8,5 bar a)

Flüssigkeit **500 kg / m³**

Gas **18 kg / m³**

	Flüssig	Gasförmig
Füllungsgrad Verflüssiger	20...33%	80...67%
Füllungsgrad Verdampfer	5....10%	95...90%

Saugleitung **0%** **100%**

Druckleitung **0%** **100%**

Flüssigkeitsleitung **100%** **0%**

Kondensatleitung **67%** **33%**



Eigenschaften / Füllmengen von Propan

Schulung KW-Kältemittel

Füllmengenberechnung R 290/Propan :

Beispiel Flasche 12 Liter⁽¹⁾ :

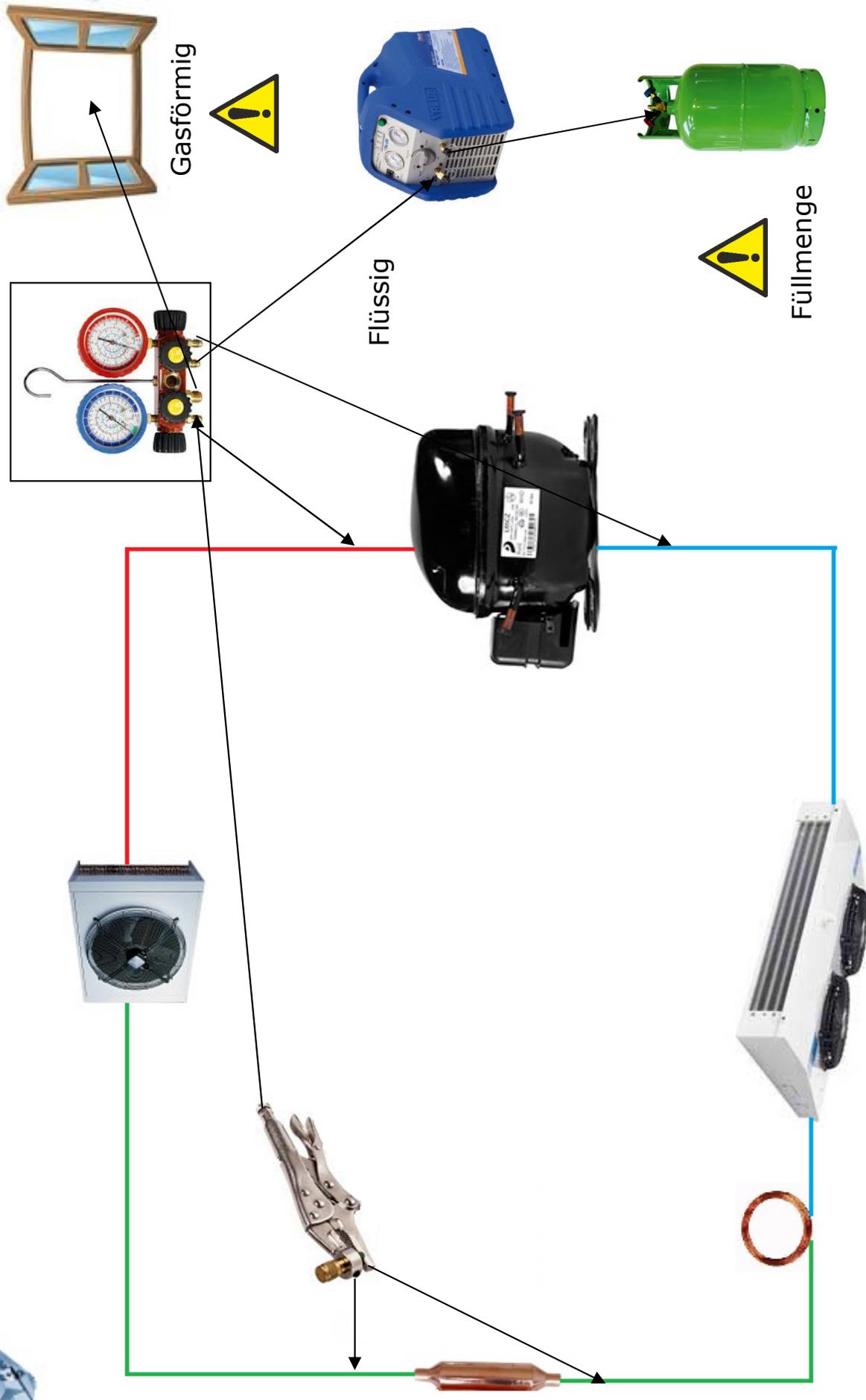
Kältemittel	Frischware	Recyclingware
R 134a	13,2 kg	9,9 kg
R 404A	10,7 kg	8,0 kg
R 407F	11,9 kg	8,9 kg
R 449A	11,6 kg	8,7 kg
R 290	5,4 kg (!)	4,0 kg (!)



(1) Es dürfen nur die vom Sachverständigen in den Kragen eingeschlagenen Kältemittel eingefüllt werden...

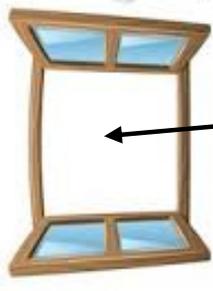
Service Punkte am Kreislauf

Schulung KW-Kältemittel



Service Punkte am Kreislauf

Schulung KW-Kältemittel



Gasförmig



Brennbar



N₂



Das Propan muss
aus dem Kreislauf





Sicherheit während der Arbeit

Schulung KW-Kältemittel

- Arbeitsbereich muss **spannungsfrei** und gut **belüftet** sein
- Keine Zündquelle in der **Nähe des Arbeitsbereiches (!)** ⚠️
- Niemals Verbindungen **herauslöten** bei befüllten oder unbekannt(!) Kreisläufen ⚠️
- Das Propan muss **vollständig** aus dem Kreislauf entfernt werden, dabei Druck kontrollieren
- Mit Stickstoff die Brennbarkeit im Kreislauf reduzieren
- Keine großen Mengen ablassen (!), möglichst zurückgewinnen ⚠️
- **Füllmengen** von R-Flasche beachten
- Reste in die Umgebung ablassen, möglichst gasförmig
- Flüssiges Ablassen über 50g vermeiden, Gefahr (!) ⚠️
- Fenster, Türen, Lüftungsöffnungen beachten (!) ⚠️
- Windrichtung beachten (!) ⚠️



Sicherheit während der Arbeit

Schulung KW-Kältemittel

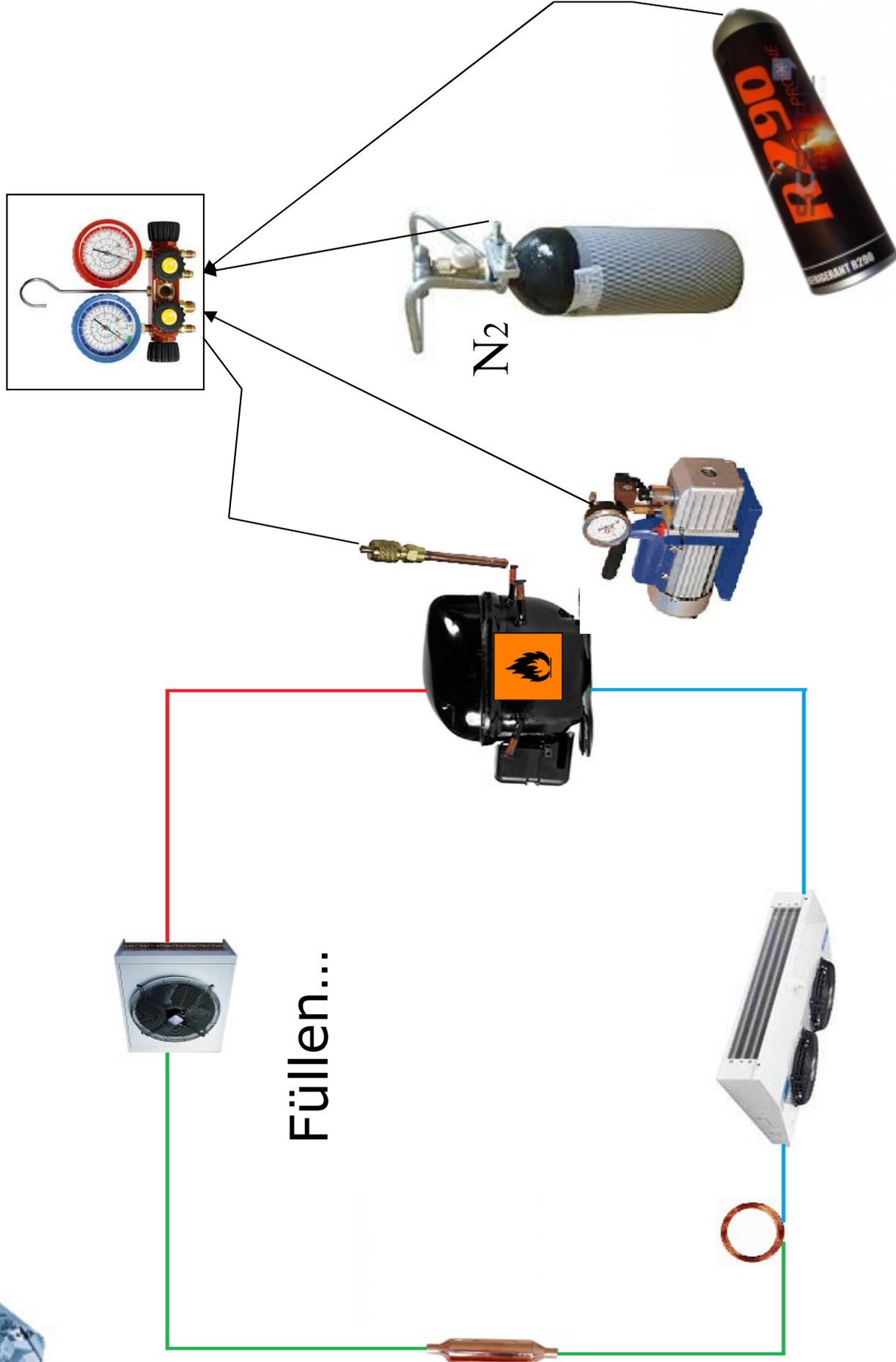
- Wenn der Druck weg ist, den Verdichter **vorsichtig** erwärmen
- **Warten**, bis der Gasfluss vollständig zum Erliegen kommt,
- Vakuumpumpe anschließen
- Noch mal vorsichtig den Verdichter erwärmen!
- Den Druck in der Anlage dabei beobachten ⚠
- Wenn sich kein Druck aufbaut, kann mit dem Löten begonnen werden
- Schneiden ist klar zu bevorzugen !! ⚠





Service Punkte am Kreislauf

Schulung KW-Kältemittel



Füllen...

N₂



Qualitätsanforderungen Service

Schulung KW-Kältemittel

- Lötarbeiten unter inerter Atmosphäre
- Durchführung von Druck- und Dichtheitsprüfungen
- Stickstoff mit geringem Druck in die Anlage einbringen
- Erzeugung eines tiefen Vakuums
- Brechen des Vakuums mit Stickstoff mit niedrigem Druck
- Erzeugung eines tiefen Vakuums
- Wiederholtes Brechen des Vakuums
- Erzeugung tiefes Vakuums über langen Zeitraum
- Wieder Befüllung nach Schauglas/nach Vorgaben der Hersteller
- Gefahr der Überfüllung durch die geringe Dichte ⚠️