ArGe Kälte

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen



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

CoolTool Technology GmbH
Info@cooltool-technology.de

Kruppstr. 184
D-47229 Duisburg

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Teil 1

- Grundsätzliches für die Zukunft
- Allgemeine Eigenschaften Effizienz-Kriterien
- Kältemittel und deren Einsatzgrenzen
- R744 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R1234ZE als Kältemittel für Wärmepumpen
- R717 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R600a als Kältemittel für Wärmepumpen
- R290 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R1270 als Kältemittel für Wärmepumpen

Teil 2

- Ölproblematik bei hohen Heißgastemperaturen
- Zweistufige Verdichtung
- Schlussfolgerungen
- Ansatz mit hoher Effizienz

Teil 3

- Sicherheitstechnische Anforderungen
- Unfallverhütungsvorschriften DGUV
- TRGS – Technische Regeln Gefahrstoffe
- ATEX-Richtlinie 2014/34/EU
- EN 378 in der aktuellen Version

Die Zukunft in der Heizungstechnik
Emissionsfreies Heizen – 70% Förderung Wärmepumpe

Basisförderung (30 %): Diesen Grundzuschuss erhalten alle privaten Eigentümer

Einkommensbonus (10 % bis 40 %): Richtet sich an selbstnutzende Eigentümer und ist nach dem zu versteuernden Haushaltsjahreseinkommen (zvE) gestaffelt:

40 % Bonus bei einem zvE bis zu 30.000 Euro.
30 % Bonus bei einem zvE zwischen 30.001 und 40.000 Euro.
10 % Bonus bei einem zvE zwischen 40.001 und 50.000 Euro

Familien-Bonus: Pro minderjährigem Kind im Haushalt mindert sich das anzusetzende Einkommen fiktiv um 10.000 Euro

Die Zukunft in der Heizungstechnik
Emissionsfreies Heizen - Biotreppe

Technologieoffenes Heizen mit zugelassenen Brennstoffen:
- Biomethan (aufbereitetes Biogas), Bioöl
- biogenes Flüssiggas sowie verschiedene Arten von grünem
- oder CO_2-neutralem Wasserstoff.

Der Stufenpfad (Die Treppe): Der vorgeschriebene Mindestanteil dieser grünen Brennstoffe steigt sc

Die Biotreppe macht Wärmepumpen obsolet

Bis Ende 2028: 0 % (
Ab 2029: mindesten
Ab 2030: mindestens **15 Prozent**
Ab 2035: mindestens **30 Prozent**
Ab 2040: mindestens **60 Prozent**

Die Zukunft in der Heizungstechnik
Emissionsfreies Heizen - Primärenergiebedarf

CO_2-neutraler Wasserstoff.

Strom	=>	Wasserstoff
10 kWh	=>	6 kWh

Transport und Bereitstellungsverluste

6 kWh	=>	4 kWh

Str
6 k

In d
10 k

Bezug aus seriösen Quellen

EVU, Industrie

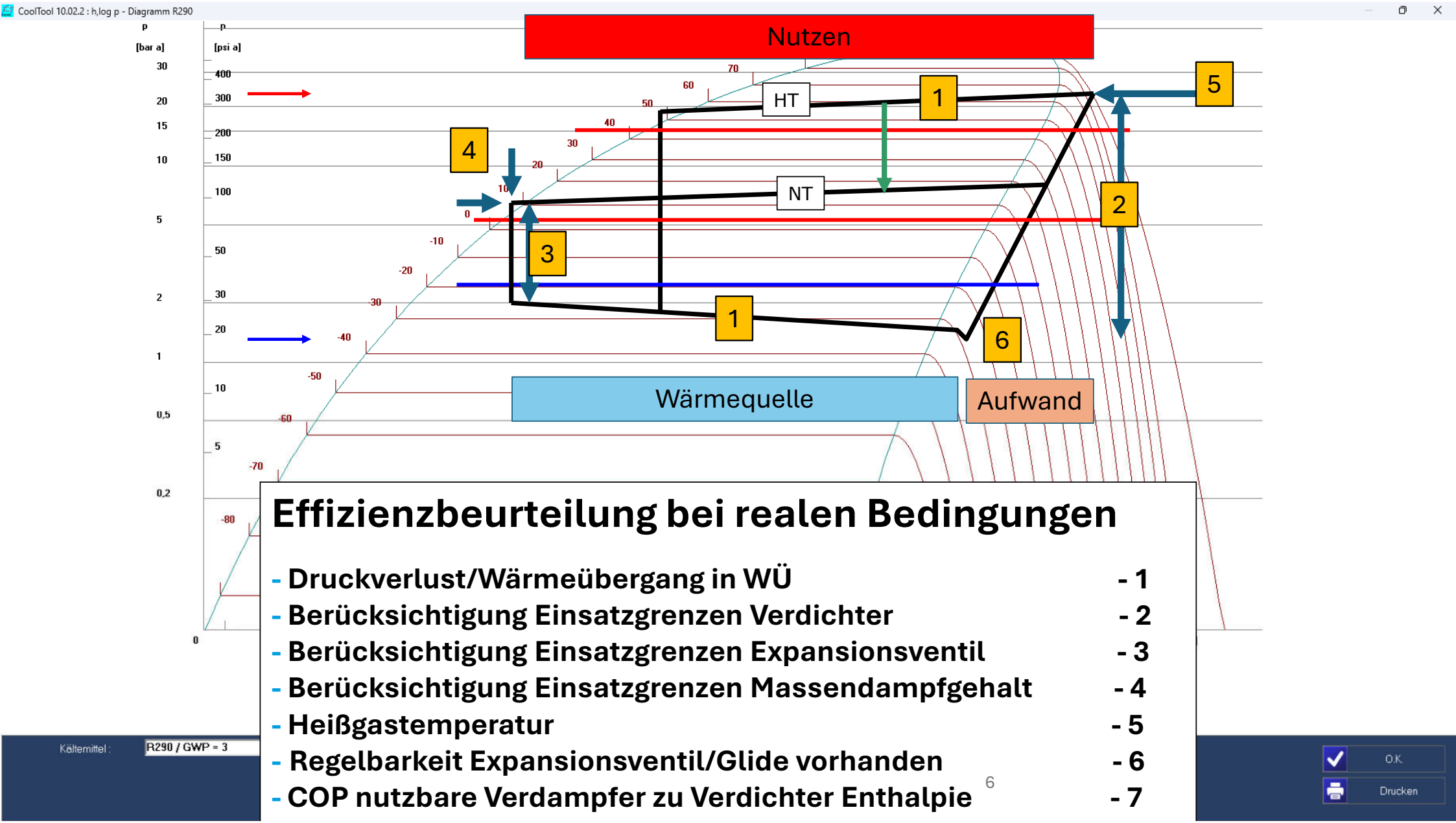
Luft-Wasser-Wärmepumpe.

Strom	=>	Wärme
10 kWh	=>	40 kWh

.
.
.
.
.
.

12x weniger Primärenergie..

Bezug auch aus PV



Effizienzbeurteilung bei realen Bedingungen

- Druckverlust/Wärmeübergang in WÜ - 1
- Berücksichtigung Einsatzgrenzen Verdichter - 2
- Berücksichtigung Einsatzgrenzen Expansionsventil - 3
- Berücksichtigung Einsatzgrenzen Massendampfgehalt - 4
- Heißgastemperatur - 5
- Regelbarkeit Expansionsventil/Glide vorhanden - 6
- COP nutzbare Verdampfer zu Verdichter Enthalpie - 7

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Potentielle Kältemittel

Bezogen auf einen einstufigen Prozess mit to= 2°C und tc = 75°C
Vorlauftemperatur 80°C, Rücklauftemperatur variabel

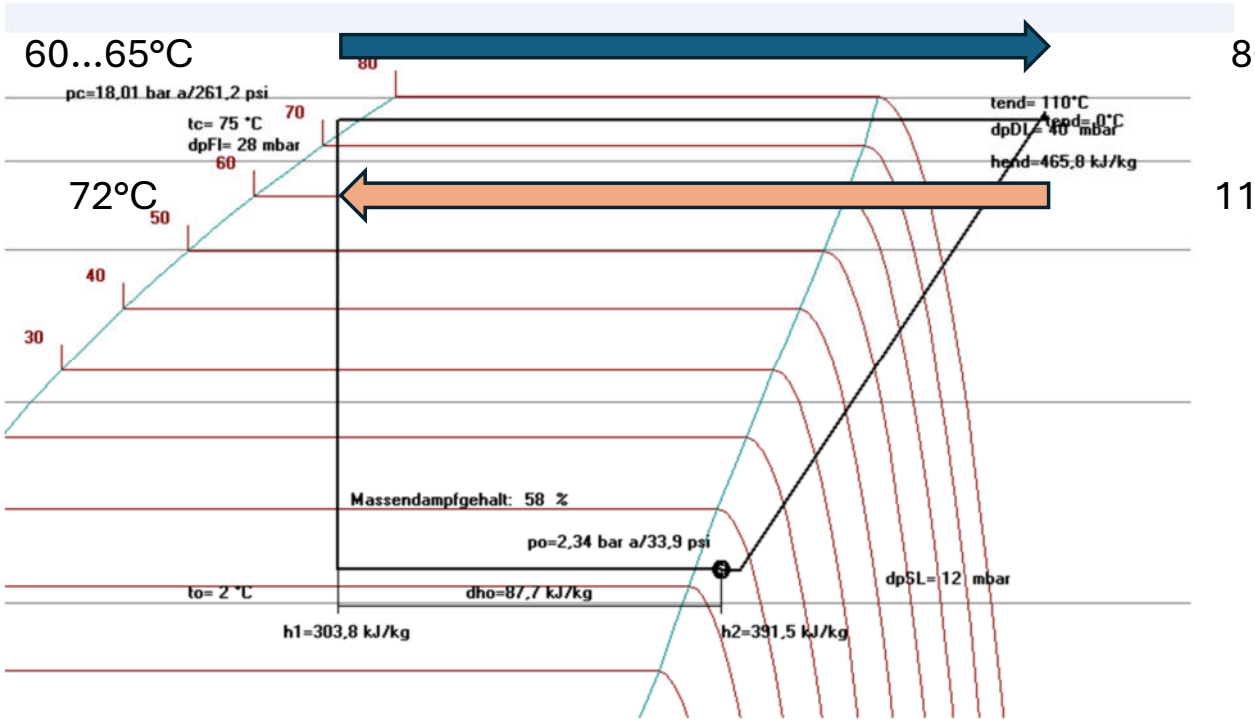
	R1234ZE	R744	R717	R600a	R290	R1270
Kritischer Punkt	109°C 36bar	31°C 74bar	132°C 113bar	135°C 36bar	97°C 43bar	91°C 45 bar
Heisgastemperatur to/tc 2/75°C	110°C	116°C	**235°C**	91°C	105°C	121°C
Nutzbare Enthalpie Verdampfer	96,1 kJ/kg	213 kJ/kg	929 kJ/kg	185 kJ/kg	178 kJ/kg	185 kj/kg
COP	**2,22**	2,57	2,99	2,69	2,63	2,62
Drucklage	18 bar	**120 bar**	37 bar	12 bar	28 bar	34 bar
Druckverhältnis pc/po	7,7	3,2	8	7,2	5,7	5,5
Volumetrische Heizleistung / kW	**2,64 m^3/h**	0,3 m^3/h	1,01 m^3/h	**3,80 m^3/h**	1,54 m^3/h	1,25 m^3/h

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

R1234ZE als Kältemittel,
Bezogen auf einen Prozess mit to= 2°C und tc = 75°C,
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C möglich

Heizwasser: 60…65°C → 80°C

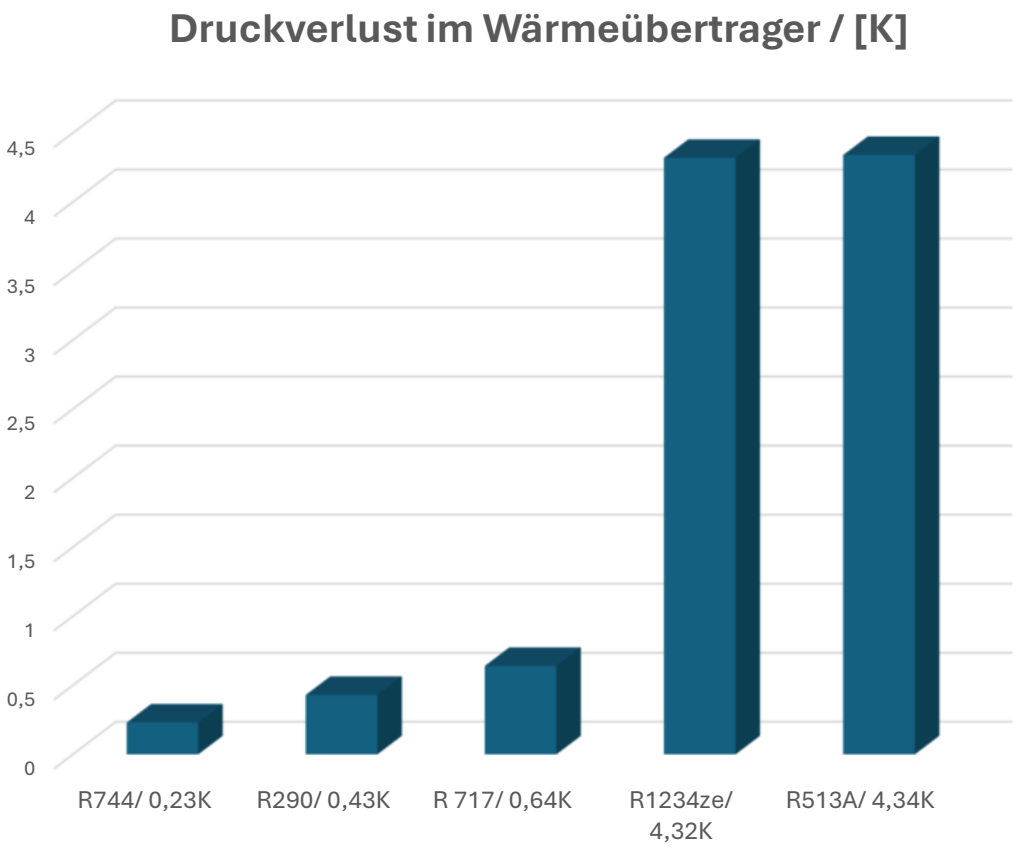
R1234ZE 72°C → 110°C



- Relativ problemlos
- Tend = 110°C
- **Geringe Effizienz**
- **EER = 1,22**
- **COP = 2,22**
- **Hohe** Anlagenkosten durch geringe volumetrische Kälteleistung
- **PFAS** relevant
- Wenig **zukunftsicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Performance in Wärmeübertragern



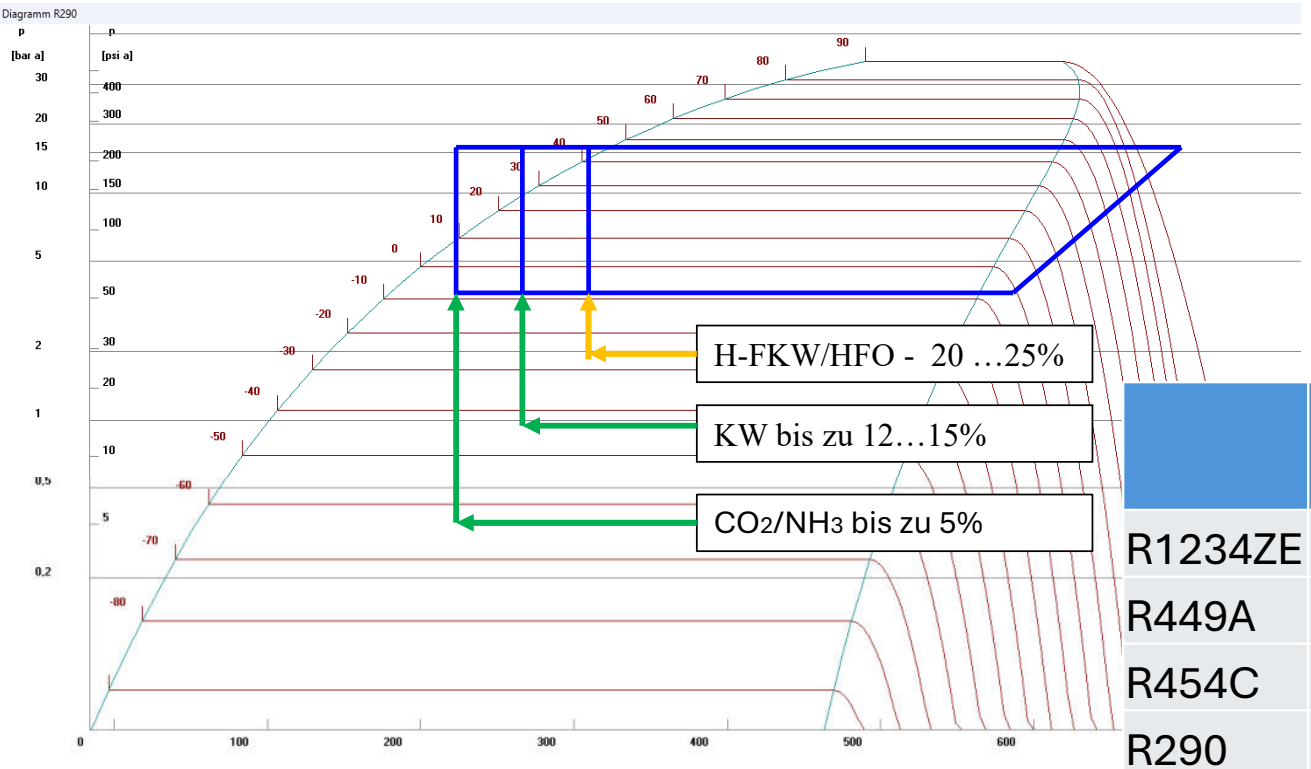
Quelle: Berechnungen mit Herstellersoftware GPC

Gesamtheitliche Betrachtung der Effizienz

- Druckverluste und Wärmeübergänge in den Wärmeübertragern
- Verringerung des Ansaugdruckes bei hohen Druckverlusten
- Einfluss auf den polytropen Gesamtwirkungsgrad
- Erhöhung der notwendigen Antriebsleistung des Verdichters

Energetische Bewertung von Kälteprozessen

Unterkühlung - Minimaler möglicher Massendampfgehalt



Wichtigste Einflussgrößen:

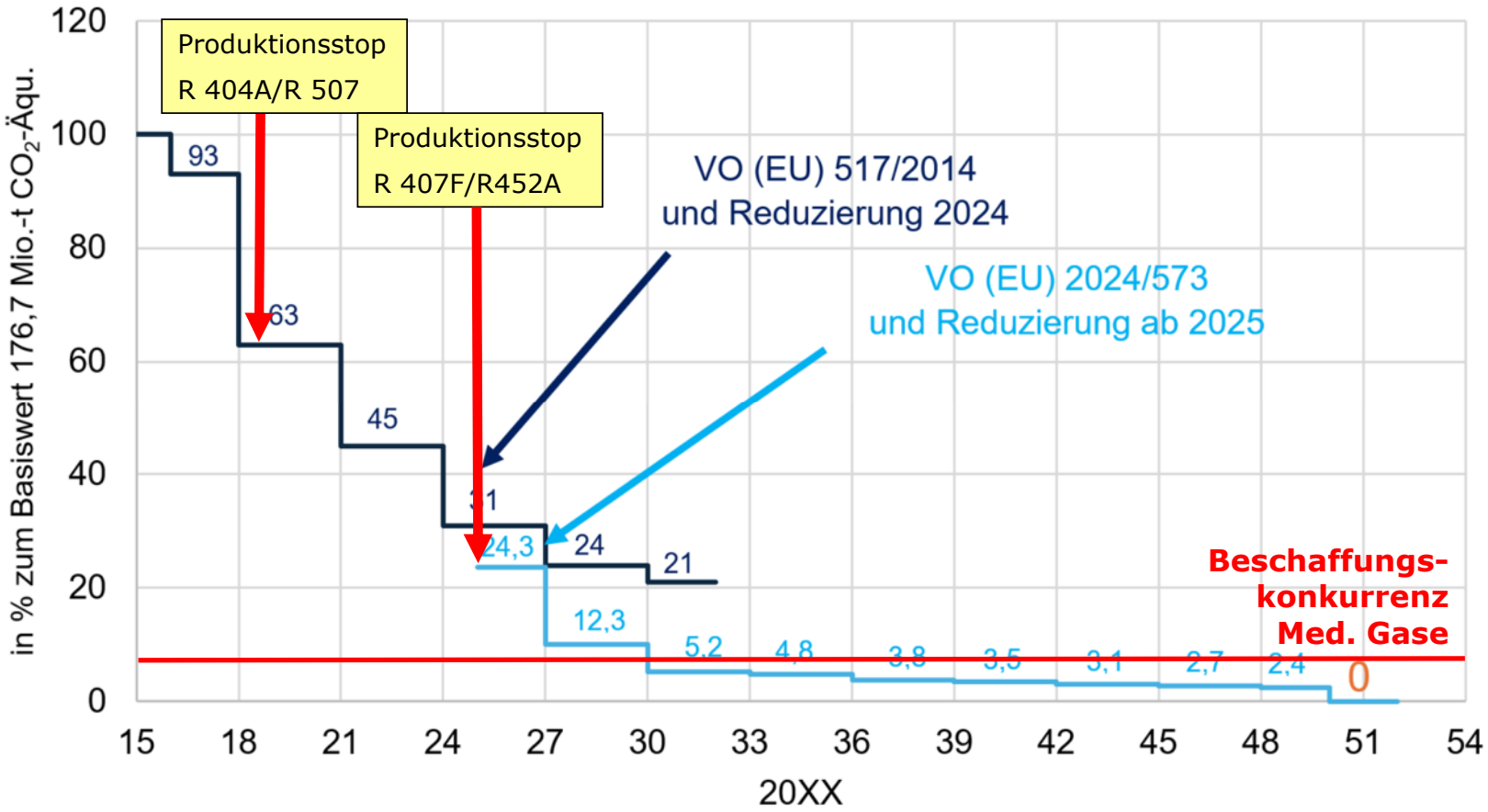
- Nutzbare Enthalpie im Verdampfer
- Wärmeleitfähigkeit (W/m K)
  - ➢ bei nat. KM ca. 1,2 – 1,8-fach höher
- hoher Druckverlust senkt Ansaugdruck
- Dichteverhältnisse $\rho_{Fl.}/\rho_{Da.}$
  - ➢ Dampf schiebt Flüssigkeit raus
- In Summe ergibt sich eine qualitative **Kennzahl**

	$\rho_{Flüssig}$ / kg/m³	ρ_{Dampf}/ kg/m³	$\rho_{Fl.}/\rho_{Da.}$	Δho / kJ/kg	Δp / bar	**Kenn-zahl**
R1234ZE	1286	12,9	99,7	129,2	0,239	**5,4**
R449A	1244	17,4	71,5	143,1	0,146	**13,7**
R454C	1182	16,8	70,4	136,6	0,166	**11,7**
R290	532	8,1	65,7	271,4	0,088	**70,1**

elle: Eigene Berechnungen und Messungen

Ausblick in die Zukunft F-Gas Verordnung

Quotenreglung H-FKW/HFO Gemische



REACH und PFAS

Wahrscheinlich ab 2028

Mittel- und langfristige Verfügbarkeit von Betriebsstoffen:

- Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) empfiehlt alle PFAS-Vorprodukte vom Markt zu nehmen, für die es einen **alternativen** Ersatzstoff gibt.

- Somit können PFAS-Vorprodukte **ohne kommerziell verfügbare Ersatzstoffe** auf dem Markt bleiben.

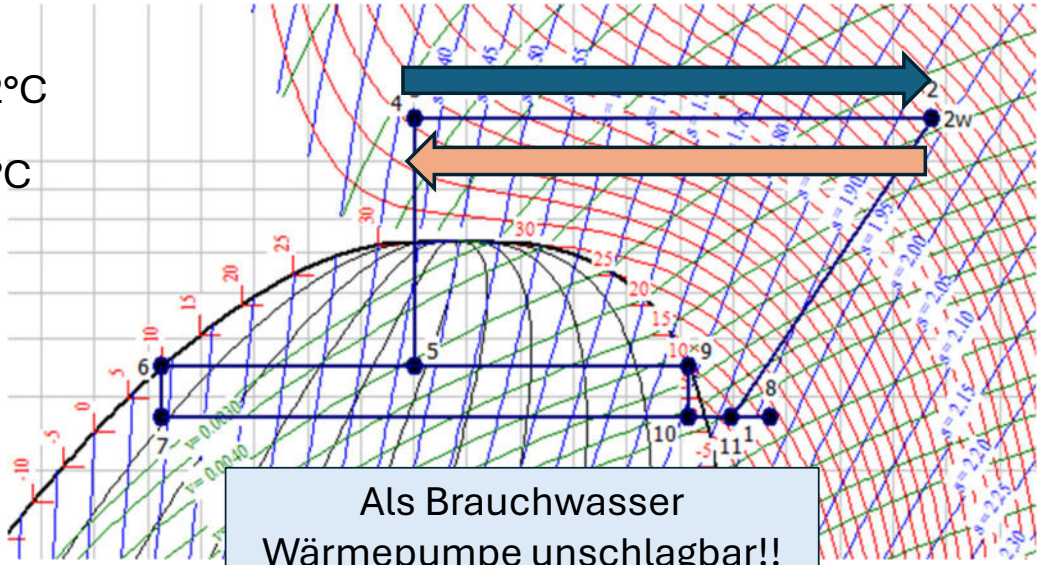
- Fluorierte Gase als **Kältemittel** gehören nicht dazu.

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

R744(CO2) als Kältemittel, **transkritisch**, pmax = 120 bar
notwendige Rücklauftemperatur **40...42°C**
Bezogen auf einen Prozess mit to= 2°C / tc = 75°C => 80°C auf 40°C

Heizwasser: 40...42°C

R744: 46°C



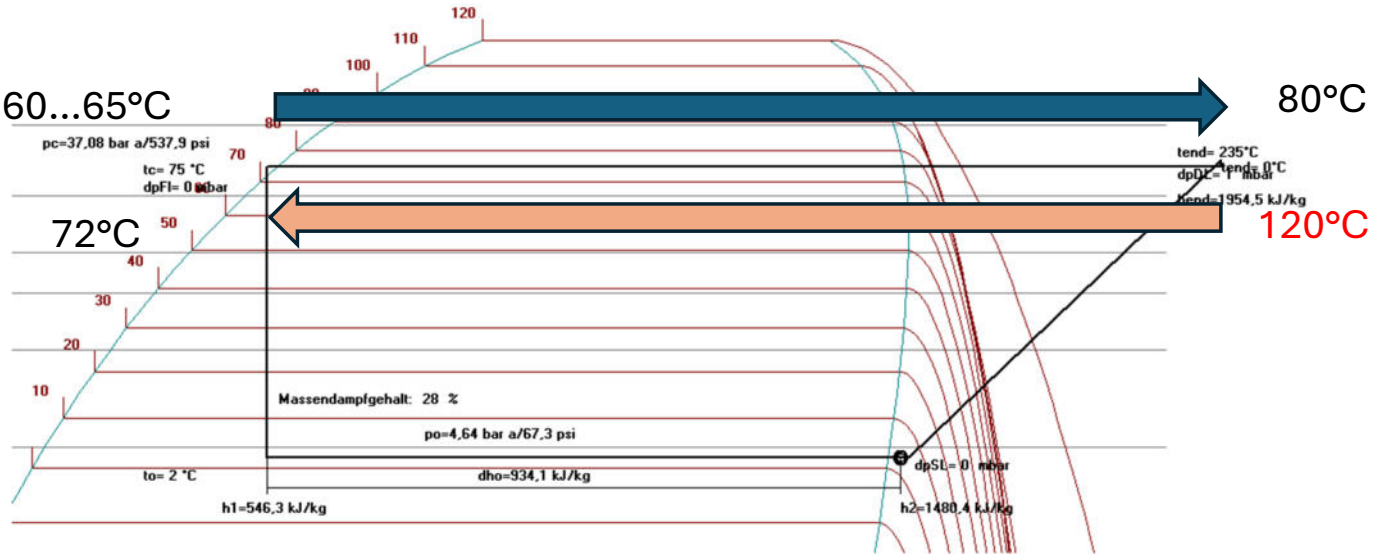
- mittlere Effizienz,
- EER = 1,57
- COP = 2,57
- **Komplexere** Anlagentechnik durch Mitteldruck-behälter
- Nicht PFAS relevant
- Zukunftssicher
- **Erfordert geringe Rücklauf Temperatur von unter 42°C**
- **Nicht universell einsetzbar!**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

R717(NH3) als Kältemittel,
Bezogen auf einen Prozess mit to= 2°C und tc = 75°C,
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C möglich

Heizwasser: 60…65°C

R717: 72°C



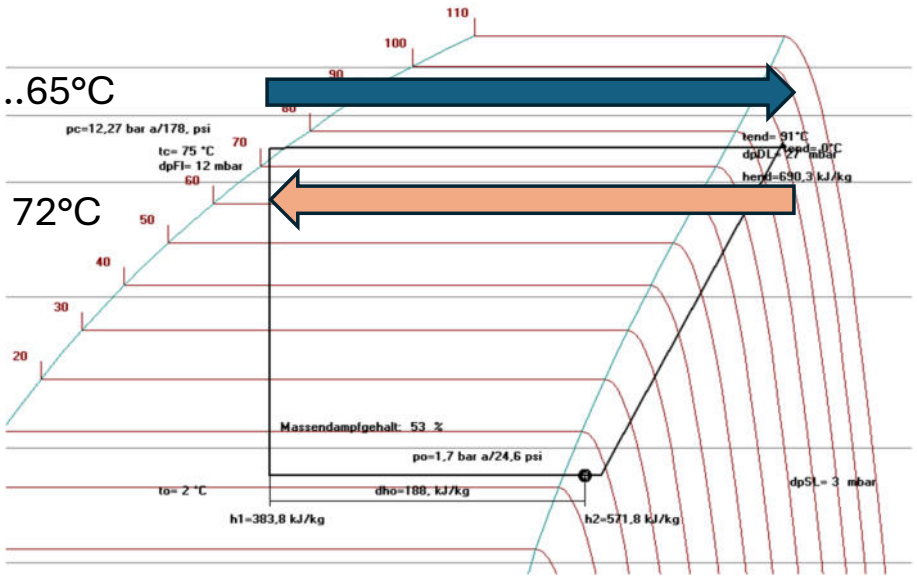
- **Hohe** Effizienz,
- EER = 1,99,
- COP = 2,99
- **Tend = 235°C**
- Dadurch k**omplexere** Anlagentechnik durch **Ölkühlung mit WRG**
- Nicht PFAS relevant
- **zukunftssicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

R600a(Isobutan) als Kältemittel,
Bezogen auf einen Prozess mit to= 2°C und tc = 75°C,
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C möglich

Heizwasser: 60…65°C → 80°C

R600a: 72°C → 90°C



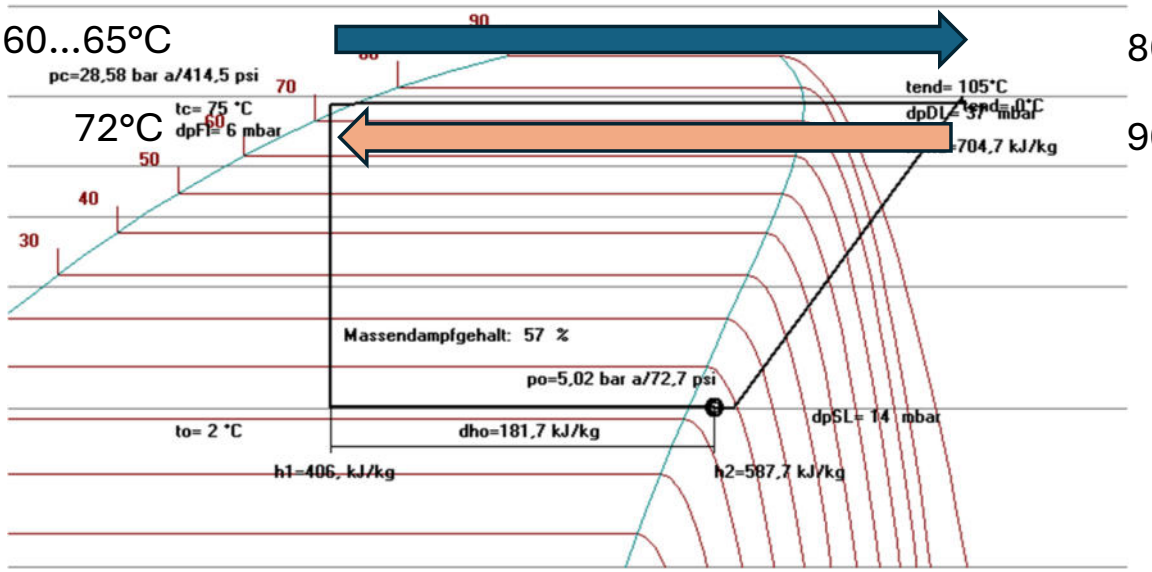
- **Brennbarer** Kohlenwasserstoff
- Relativ problemlos
- Tend = 91°C
- **Gute Effizienz**
- EER = 1,69
- COP = 2,69
- **Hohe** Anlagenkosten durch geringe volumetrische Kälteleistung
- **zukunftssicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

R290(Propan) als Kältemittel,
Bezogen auf einen Prozess mit to= 2°C und tc = 75°C
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C möglich

Heizwasser: 60…65°C

R290 72°C



80°C

90°C

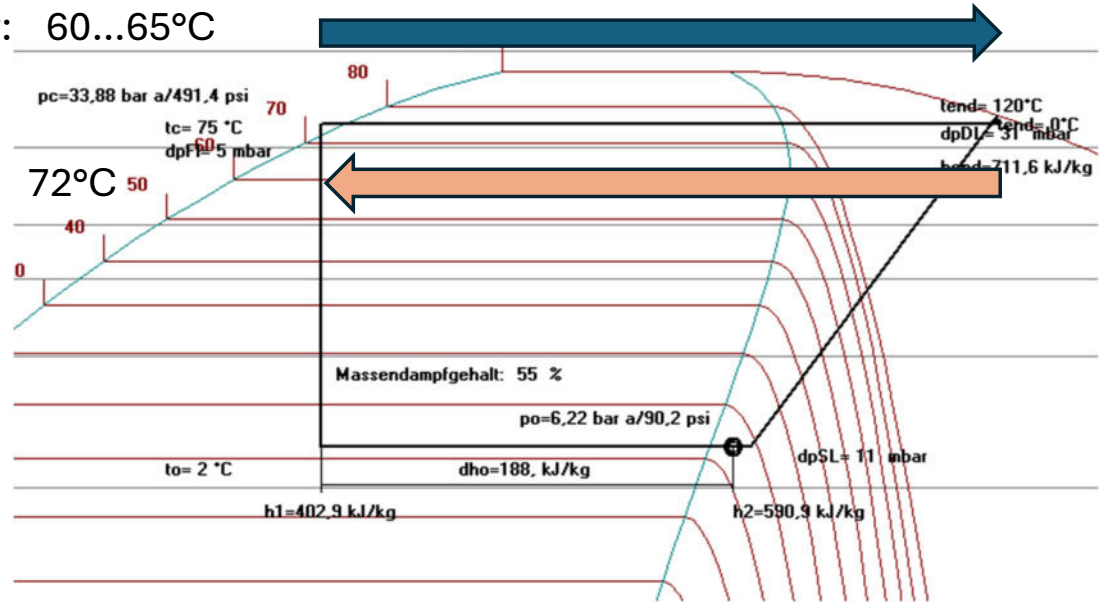
- **Brennbarer** Kohlenwasserstoff
- Relativ problemlos
- Tend = 105°C
- **Gute Effizienz**
- EER = 1,63
- COP = 2,63
- **Geringe** Anlagenkosten durch hohe volumetrische Kälteleistung
- Hat sich im Bereich kleine Leistungen als Monoblock WP durchgesetzt
- **zukunftssicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

R1270(Propen) als Kältemittel,
Bezogen auf einen Prozess mit to= 2°C und tc = 75°C
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C möglich

Heizwasser: 60…65°C → 80°C

R1270: 72°C → 120°C



- **Brennbarer** Kohlenwasserstoff
- Relativ problemlos
- **Tend = 120°C**
- **Gute Effizienz**
- EER = 1,62
- COP = 2,62
- **Geringe** Anlagenkosten durch hohe volumetrische Kälteleistung
- Wird kaum eingesetzt
- **zukunftssicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Teil 1

- Allgemeine Eigenschaften Effizienz-Kriterien
- Kältemittel und deren Einsatzgrenzen
- R744 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R1234ZE als Kältemittel für Wärmepumpen
- R717 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R600a als Kältemittel für Wärmepumpen
- R290 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R1270 als Kältemittel für Wärmepumpen

Teil 2

- Ölproblematik bei hohen Heißgastemperaturen
- Zweistufige Verdichtung
- Schlussfolgerungen
- Ansatz mit hoher Effizienz

Teil 3

- Sicherheitstechnische Anforderungen
- Unfallverhütungsvorschriften DGUV
- TRGS – Technische Regeln Gefahrstoffe
- ATEX-Richtlinie 2014/34/EU
- EN 378 in der aktuellen Version

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Hohe Heißgastemperaturen:

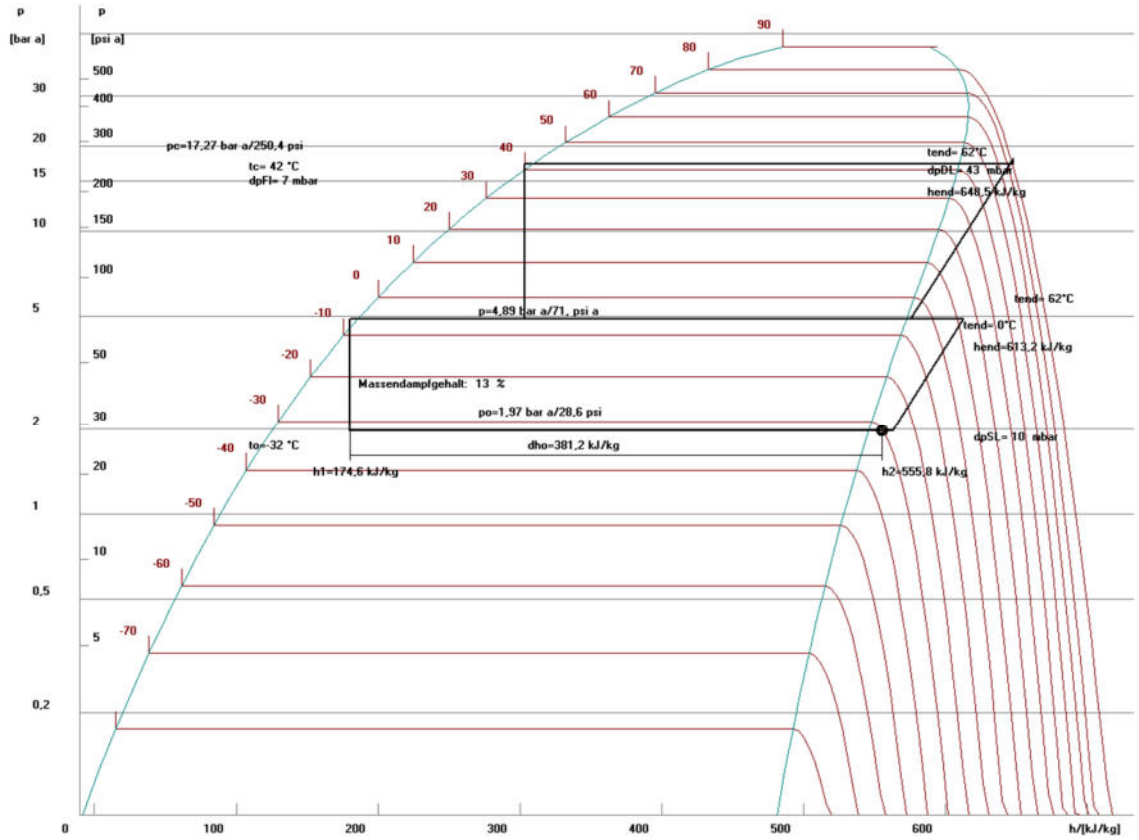
- Schraubenverdichter dichten ihre Rotoren hydraulisch durch eingespritztes gekühltes Öl ab => Ölkühler muss eingesetzt werden
- Dadurch können hohe Heißgastemperaturen zum Teil kompensiert werden
- bei sehr hohen Heißgastemperaturen wird die Ölabdichtung dennoch schlechter
- Öl neigt zur Zersetzung bei sehr hohen Heißgastemperaturen auch bei Hubkolbenverdichtern

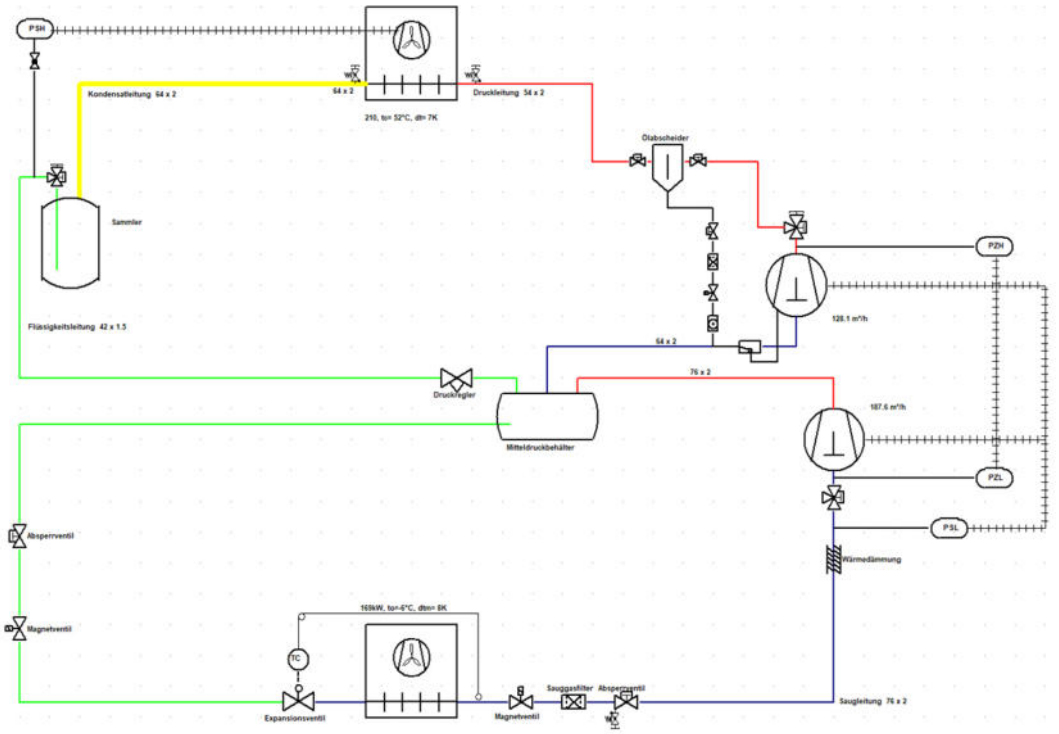
Mögliche Abhilfe:

- Übergang zur zweistufigen Verdichtung
- Ist grundsätzlich effizienter
- Wesentlich tiefere Heißgastemperaturen
- Finale Effizienz hängt vom jeweiligen Prozess ab

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

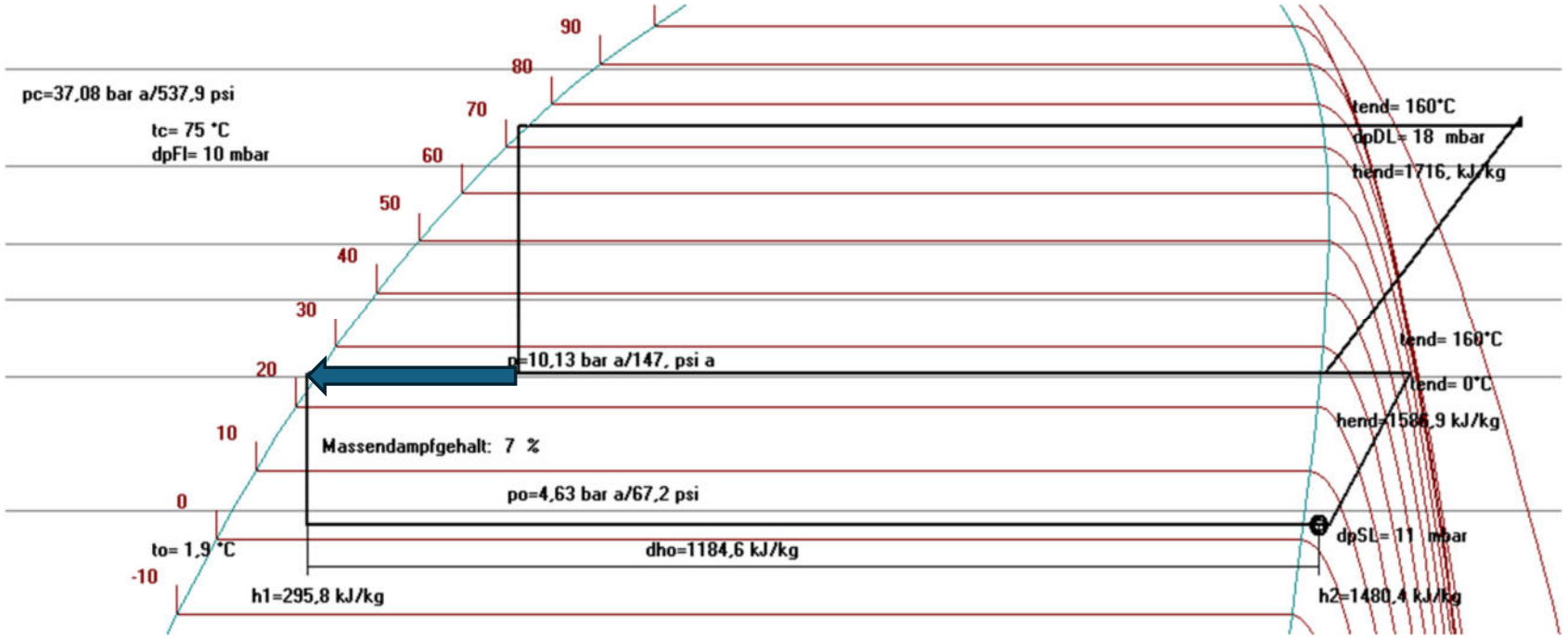
Zweistufige Verdichtung





Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

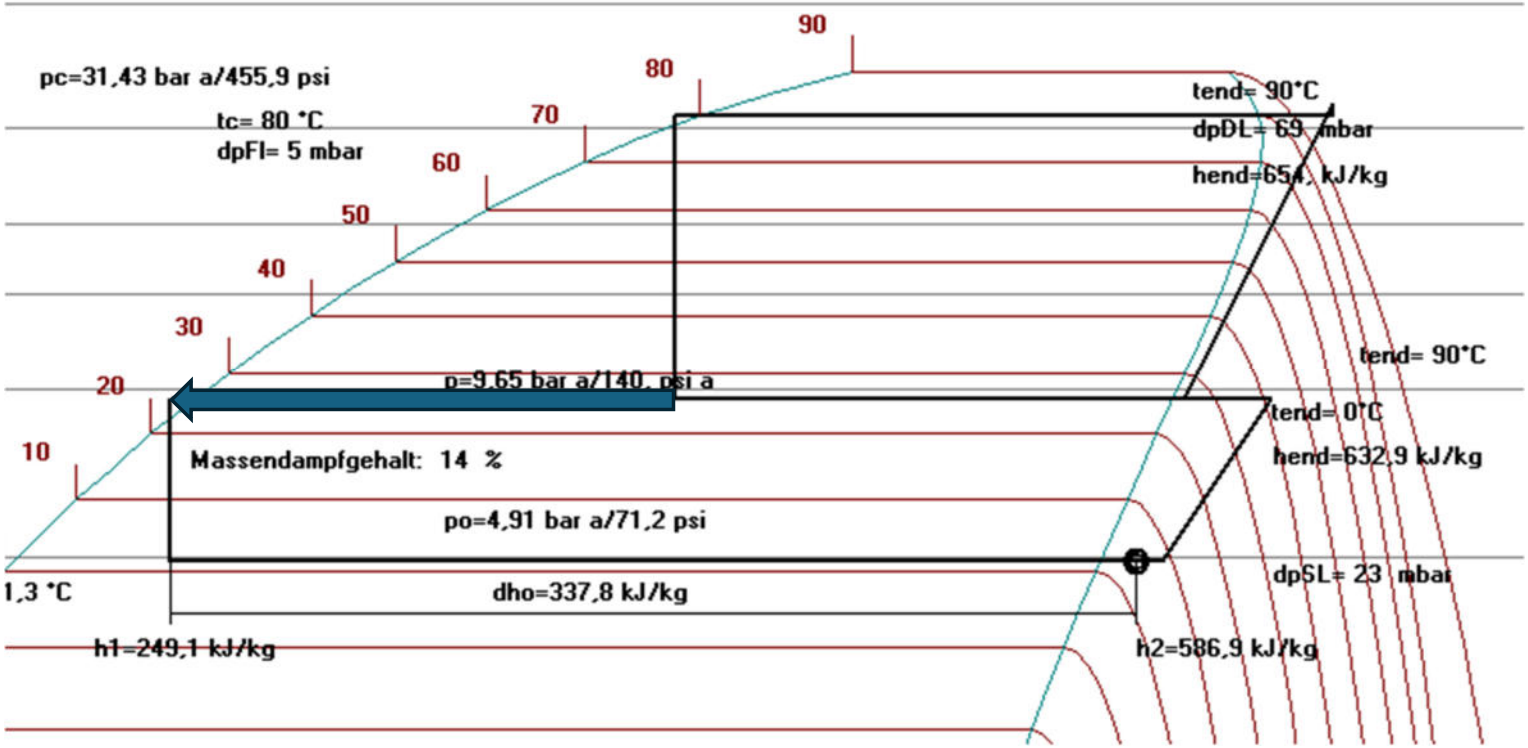
Beispiel: **R717 zweistufig,** tend = 77 bzw.160°C
EER = 2,87, COP = 3,87
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C



- **Sehr Hohe Effizienz,**
- EER = 2,87
- COP = 3,87
- **Tend = 160°C**
- Dadurch **komplexere** Anlagentechnik durch **Ölkühlung**
- Nicht PFAS relevant
- **zukunftssicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

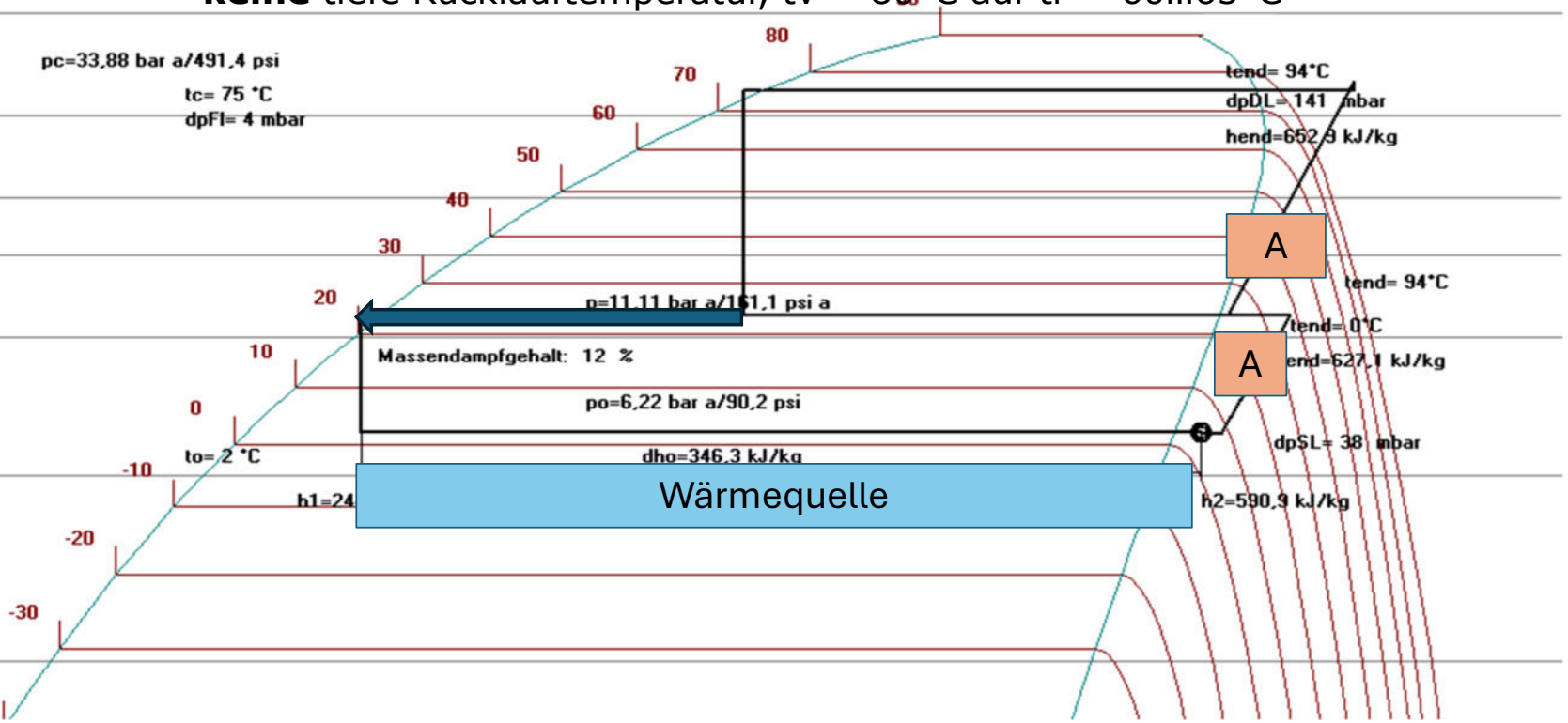
Beispiel: **R290 zweistufig,** tend = 43 bzw.90°C
EER = 2,95, COP = 3,95
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C



- **Sehr hohe** Effizienz,
- EER = 2,95
- COP = 3,95
- **Tend = 94°C**
- Dadurch einfache Anlagentechnik ohne **Ölkühlung**
- Nicht PFAS relevant
- **zukunftssicher**

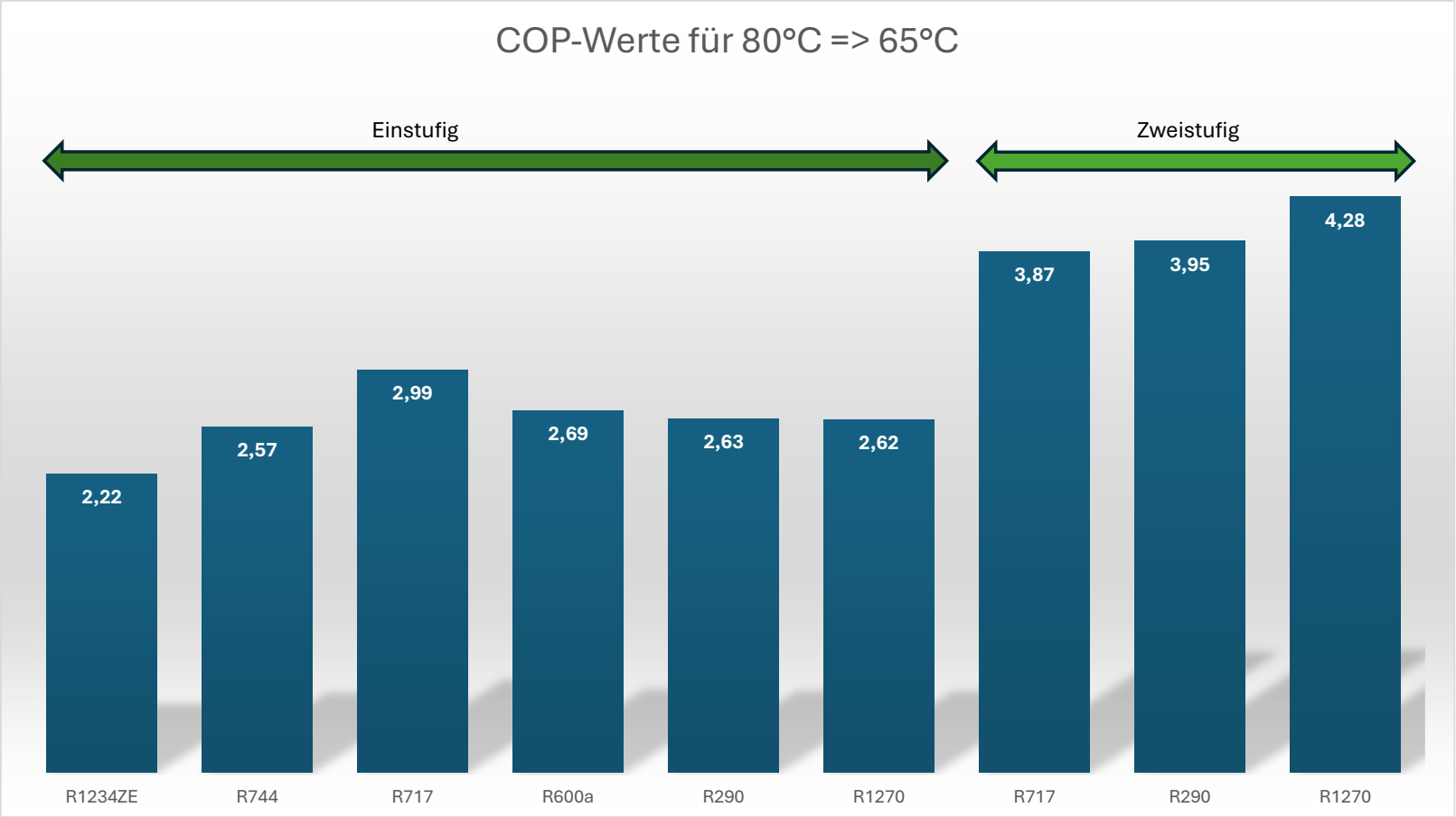
Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Beispiel: **R1270 zweistufig,** tend = 40 bzw.94°C
EER = 3,28, COP = 4,28
keine tiefe Rücklauftemperatur, tv = 80°C auf tr = 60…65°C



- **Höchste** Effizienz,
- **EER = 3,28**
- **COP = 4,28**
- **Tend = 94°C**
- Dadurch einfache Anlagentechnik ohne **Ölkühlung**
- Nicht PFAS relevant
- **zukunftssicher**

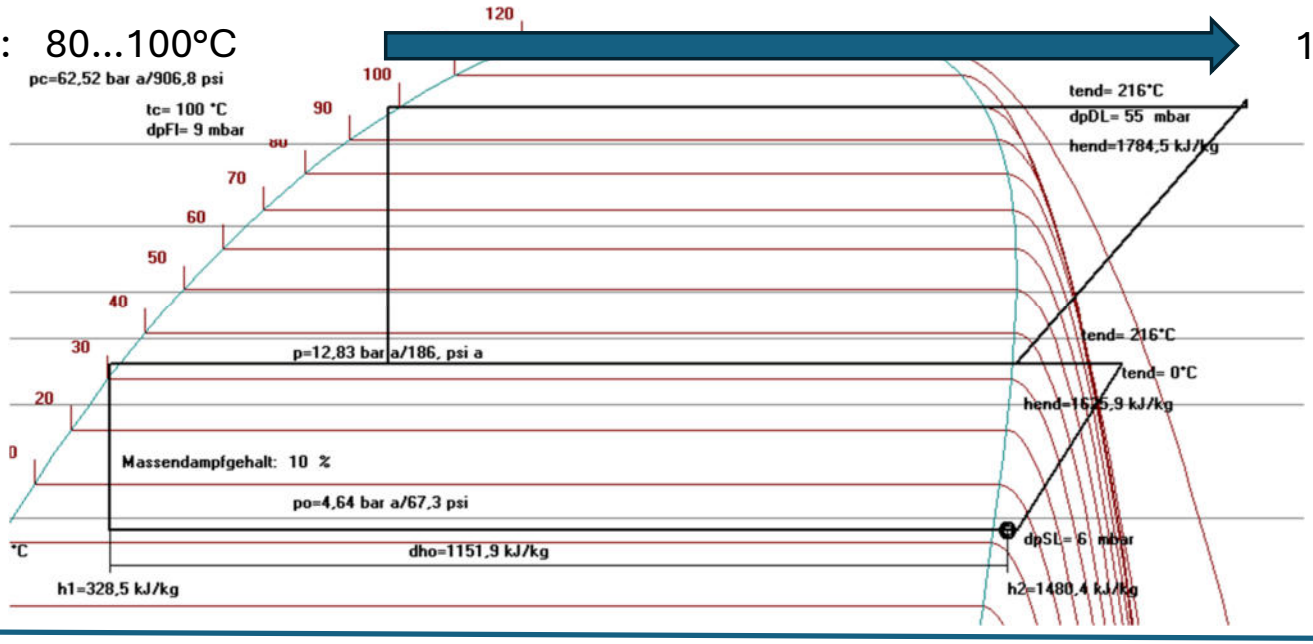
Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen



Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Höhere Vorlauftemperatur
Beispiel: R717 **zweistufig,** tend = 98 bzw. 216°C
EER = 1,86, COP = 2,86
keine tiefe Rücklauftemperatur, **tv = 110°C auf tr = 80…100°C**
COP = 2,86

Heizwasser: 80…100°C



- **Effizienz fällt schnell mit steigender Vorlauf-temperatur**
- EER = 1,86
- COP = 2,86
- **Tend = 216°C**
- Dadurch k**omplexere** Anlagentechnik durch **Ölkühlung**
- Nicht PFAS relevant
- **zukunftssicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Tiefere Vorlauftemperatur

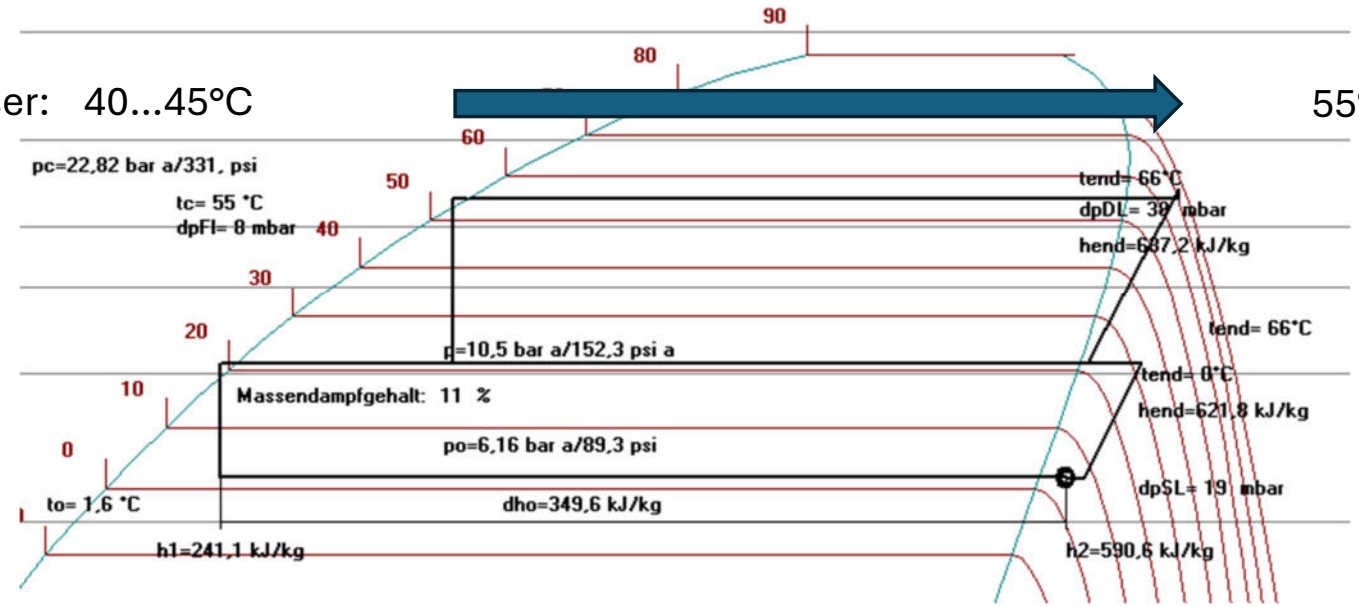
Beispiel: R1270 **zweistufig,** tend = 35 bzw.66°C

EER = 4,73, COP = 5,73

keine tiefe Rücklauftemperatur, **tv = 55°C auf tr = 40...45°C**

COP = 5,73

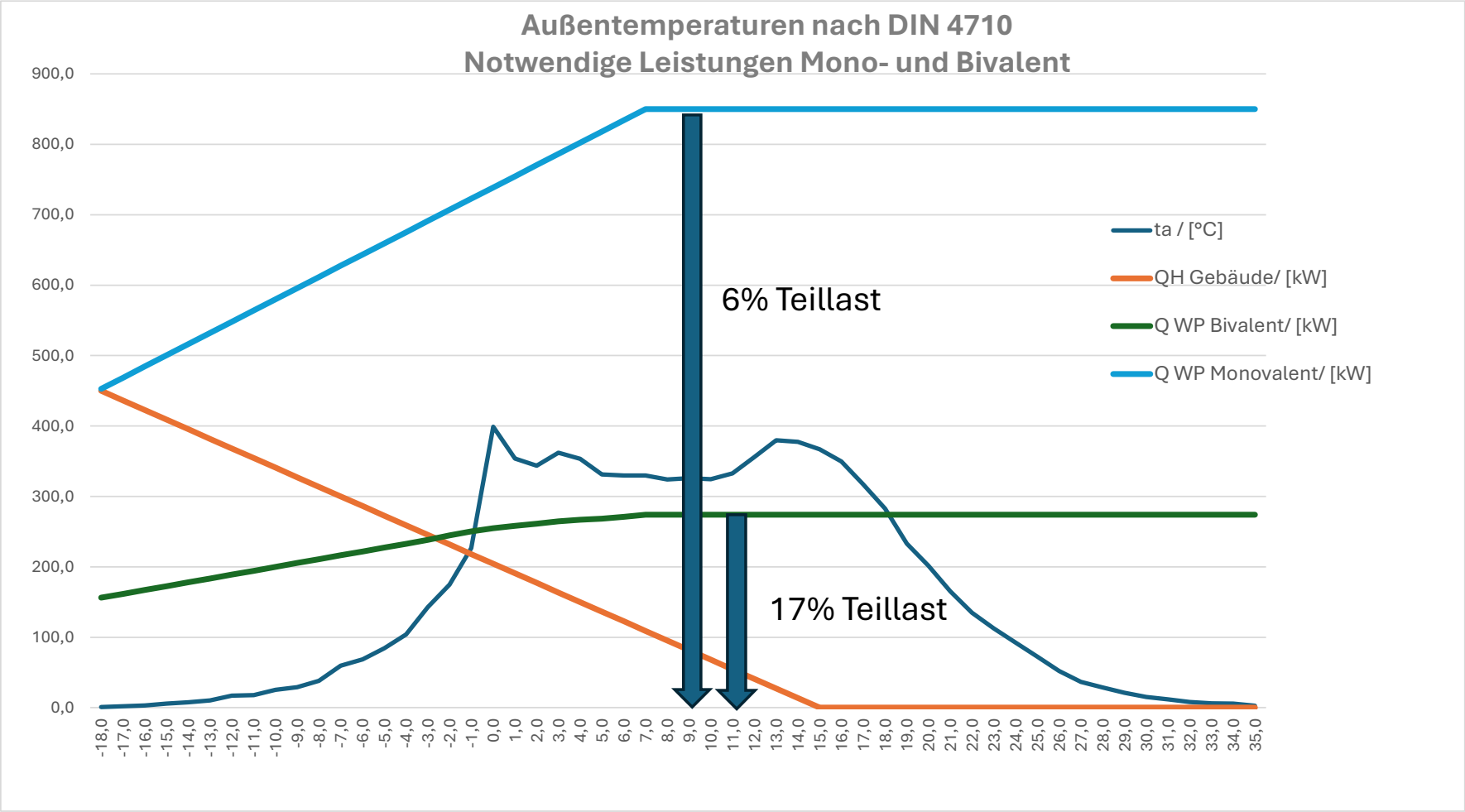
Heizwasser: 40...45°C



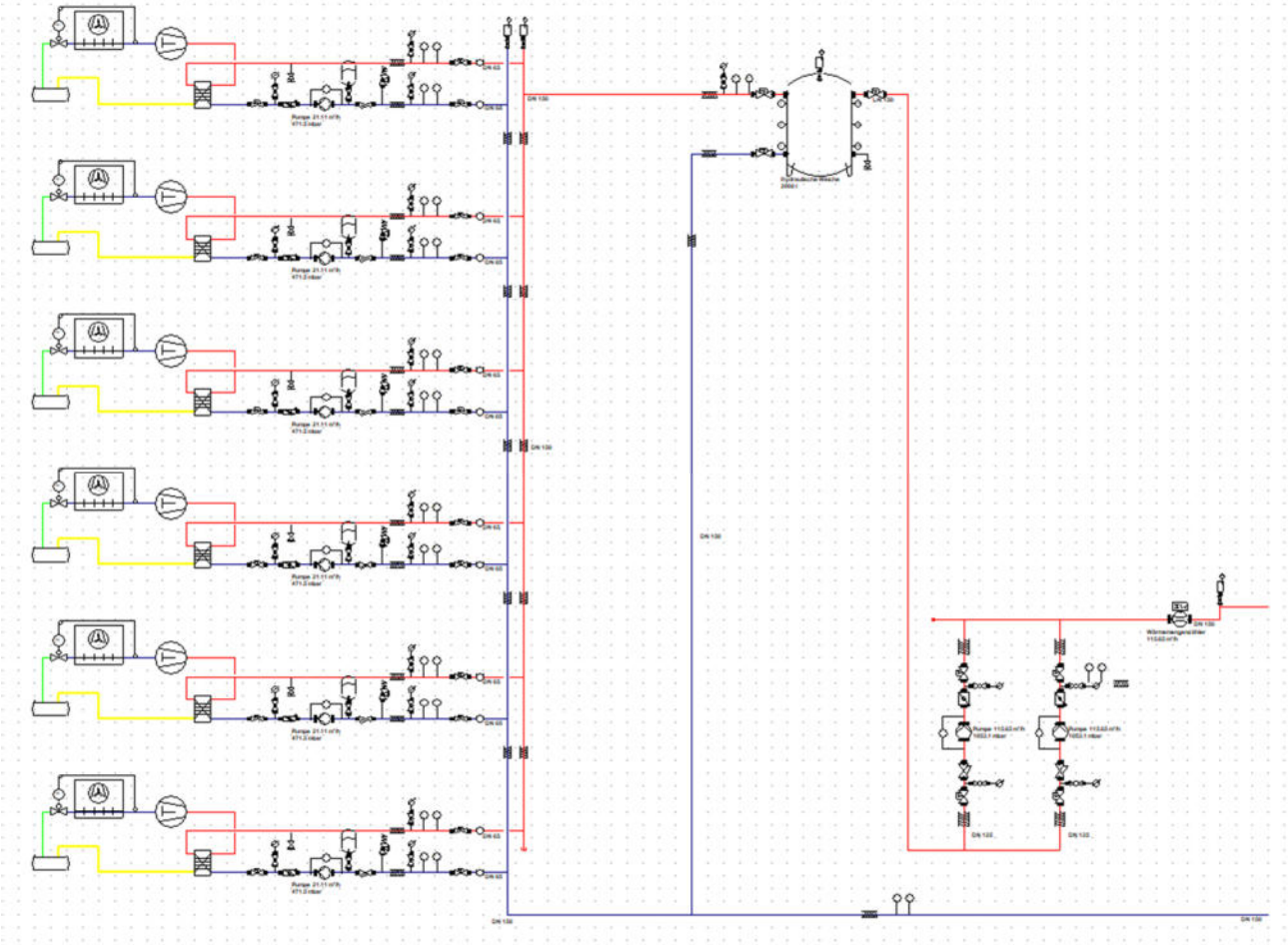
55°C

- **Effizienz steigt schnell mit fallender Vorlauf-temperatur**
- **EER = 4,73**
- **COP = 5,73**
- **Tend = 66°C**
- Dadurch einfache Anlagentechnik ohne **Ölkühlung**
- Nicht PFAS relevant
- **zukunftssicher**

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen



Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen



- Anzahl der Kreisläufe auf Teillast des Systems anpassen
- Hubkolben mit FU für gute Teillastregelung des einzelnen Kreislaufes
- Mindestlaufzeit der Verdichter wird erhöht
- Redundanz wird erhöht
- Kleine Füllmengen an Kältemitteln

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Teil 1

- Allgemeine Eigenschaften Effizienz-Kriterien
- Kältemittel und deren Einsatzgrenzen
- R744 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R1234ZE als Kältemittel für Wärmepumpen
- R717 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R600a als Kältemittel für Wärmepumpen
- R290 als Kältemittel für Wärmepumpen
- R1270 als Kältemittel für Wärmepumpen

Teil 2

- Ölproblematik bei hohen Heißgastemperaturen
- Zweistufige Verdichtung
- Schlussfolgerungen
- Ansatz mit hoher Effizienz

Teil 3

- Sicherheitstechnische Anforderungen
- Unfallverhütungsvorschriften DGUV
- TRGS – Technische Regeln Gefahrstoffe
- ATEX-Richtlinie 2014/34/EU
- EN 378 in der aktuellen Version

Untersuchung zu brennbaren Stoffen

Zusammenfassung – Relevanz für Kälte- und Wärmepumpenanlagen

Dichte:	**1,8 bis 2,0 kg/m³**	✓
zündfähig bei :	**1,7 -> 10,9 Vol %**	✓
Zündenergie:	**0,25 mJ (hochentzündlich, explosiv ?!?)**	
Konzentration:	**38 g/m³ Unterer Flammpunkt (LFL)**	✓
	243 g/m³ Oberer Flammpunkt (HFL)	✓
	8 g/m³ „Practical Limit" (PL)	
Leckage-Verhalten:	**bildet Nester und zusammenhängende Schwaden**	✗
	fließt eigenständig zu Senken	✗
	bleibt lange explosionsfähig	✗
Verwendung Kälte:	**für Kältekreisläufe ungeeignet**	✗
	verringerte Energieeffizienz	✗

März 2026:
Havarierter russischer LNG Tanker im Mittelmeer.

140.000 Kubikmeter Gas

Energie entspricht
50 Hiroshima Bomben!

Was passiert wenn der in einen Hafen einläuft?!?

SPIEGEL Wissenschaft

8 Min

Auf einem Tanker ist eine große Menge Energie auf vergleichsweise kleinem Raum gespeichert. Die »Arctic Metagaz« hatte Platz für 140.000 Kubikmeter Gas. Das entspricht dem Jahresverbrauch von fast 60.000 deutschen Haushalten. Man kann es auch anders ausdrücken: Auf dem Schiff war etwa so viel Energie gespeichert wie in fast 50 Hiroshima-Atombomben, jener Bombe also, die die USA 1945 über der japanischen Stadt abwarfen und die Zehntausende Menschen sofort tötete.

Doch ist LNG keine Bombe. Es brennt, aber explodiert nicht wie Sprengstoff.



Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Wording im gesetzlichen und normativen Regelwerk:

„Explosionsfähige Atmosphäre“

ist ein zündfähiges, gefährliches Gemisch aus brennbaren Stoffen und Luft.

⇒ Technisch gesehen eine **Verpuffung**

⇒ v_{max} = 0,38 m/s < 1 m/s

Explosivs … Methan, Nitroglyc … etc.

Explodie … **ffen** durch (Funke, … ße Oberfläche, **ohne we** … **gener** Luft, Sau … ei KW-Anteilen Stoffen. … Vol. %

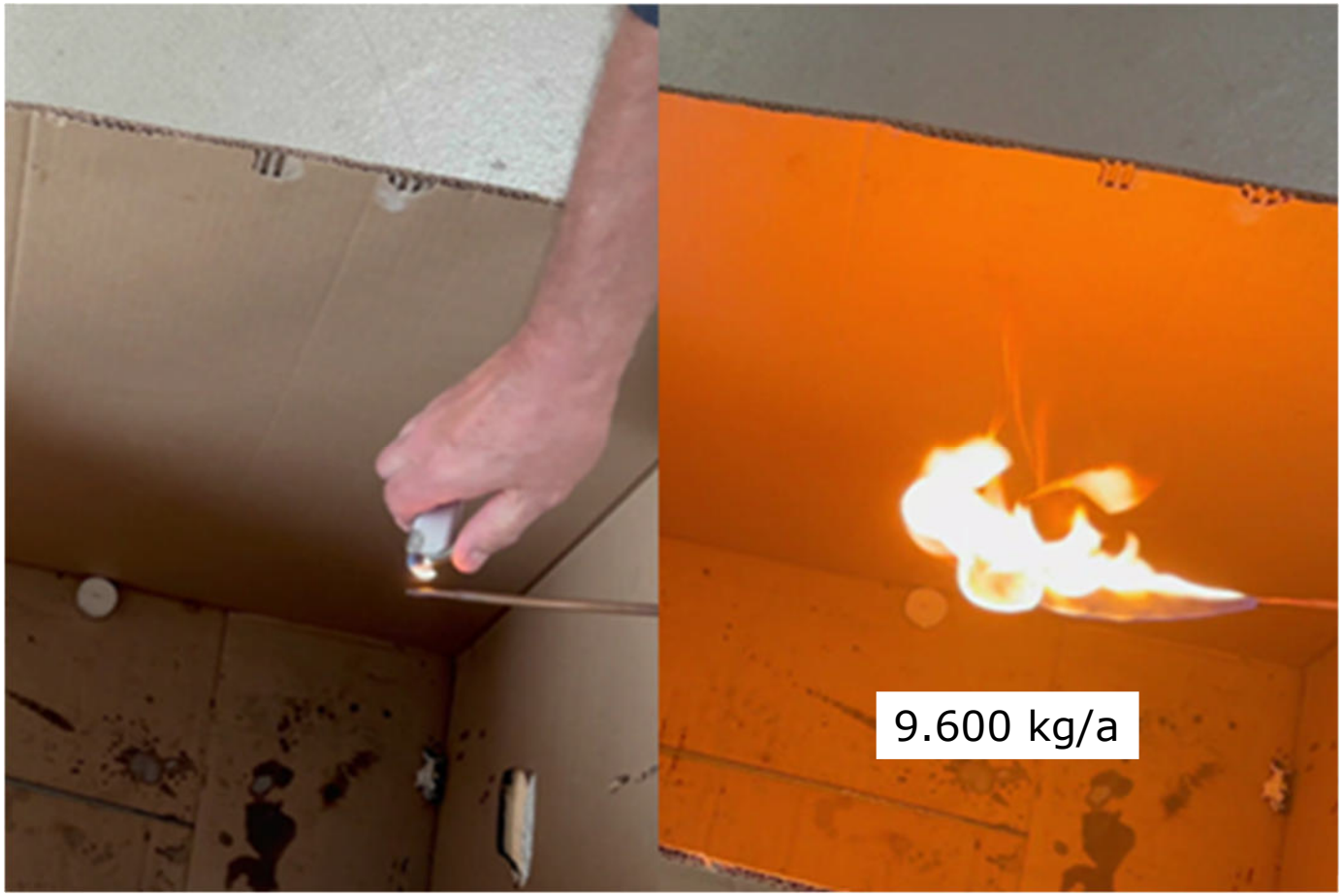
Detonati … it: 6,35 bis … > 0,38 m/s

Druckaufbau in Zylinder:
ca. 68.000 bis 147.000 bar

Druckaufbau in Zylinder:
ca. 8,5 bar bei 6,5 Vol. %

Untersuchung zu brennbaren Stoffen

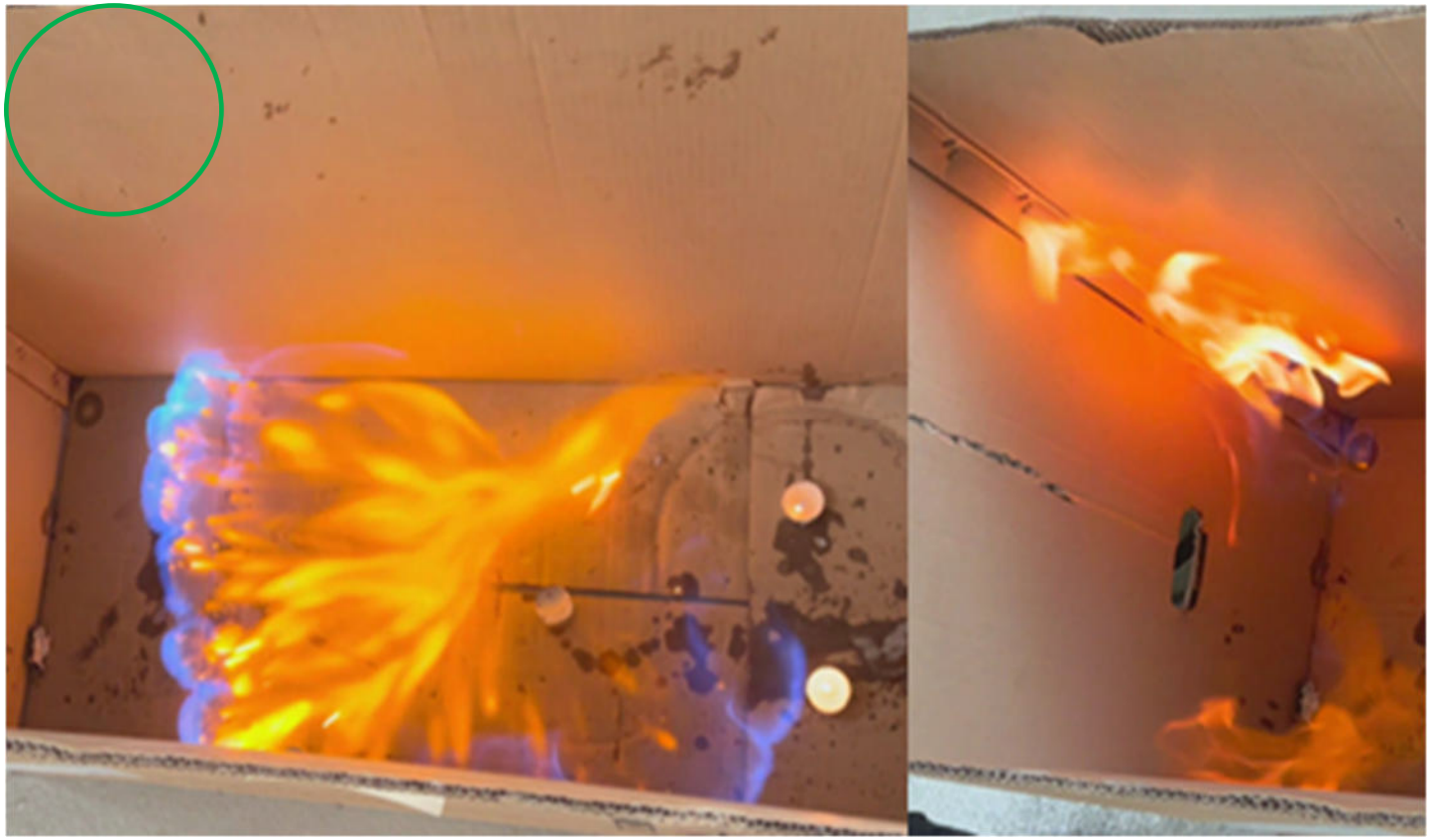
Provokation einer Explosion in begrenztem Volumen



- $V_{Karton} \approx 280$ Liter
- zwei Zündquellen
- Fließrichtung: ausströmendes Gas auf die Zündquellen
- Eintrag ≈ 1100 g/h ≙ 9600 kg/a
- Keine Zündung bei 90 cm Abstand
- Versuch nach 15 Minuten abgebrochen und KW-Strömung mit Flamme an Düse gezündet

Untersuchung zu brennbaren Stoffen

Provokation einer Explosion



- Unter Verwendung des „Coanda“-Effektes Schwade auf den Boden gebracht
- Eintrag ≈ 1100 g/h ≙ 9600 kg/a
- Zündung nach wenigen Minuten
- Verpuffung mit kaum wahrnehmbarem Geräusch mit v_{max} = 38 cm/s
- Keine Mess- oder spürbare Druckwelle
- Keine Beschädigung zu erwarten

Untersuchung zu brennbaren Stoffen

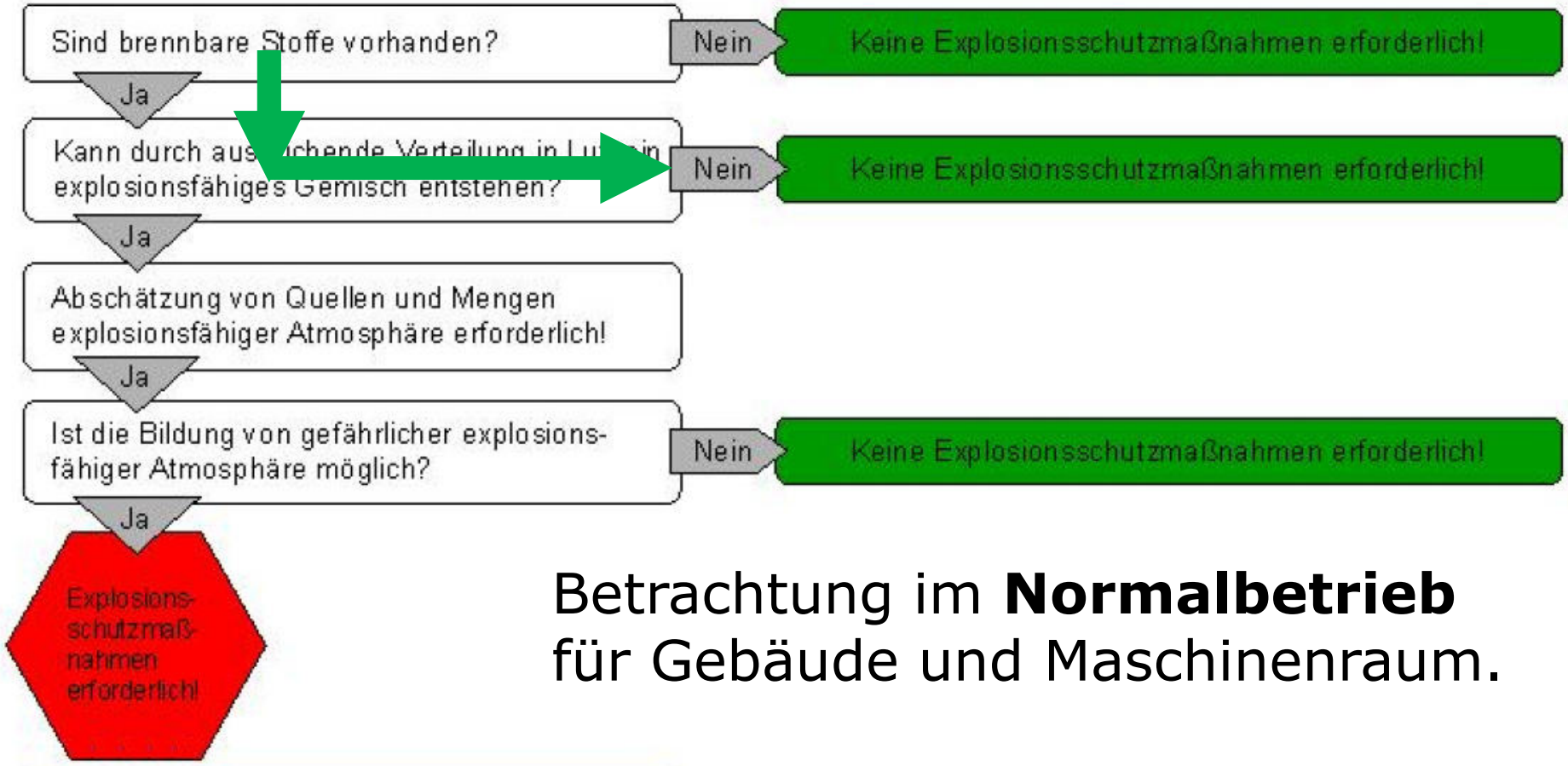
Provokation einer Explosion





Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Propan

TRGS 720, 721,722



Betrachtung im **Normalbetrieb**
für Gebäude und Maschinenraum.

FAQ´s zu KW-Kältemitteln

Aus TRGS 720

Ist doch grundsätzlich nicht zulässig…!?

3 Vorgehensweise für die Beurteilung und Vermeidung von Explosionsgefährdungen bei atmosphärischen Bedingungen

(1) Im Rahmen seiner Verpflichtung nach § 5 ArbSchG in Verbindung mit § 6 Absatz 8 GefStoffV hat der Arbeitgeber die Gefährdung seiner Beschäftigten durch Explosionen zu ermitteln, zu beurteilen und die notwendigen Schutzmaßnahmen abzuleiten. Die allgemeine Vorgehensweise ist im Ablaufdiagramm in Abbildung 1 gezeigt. Dabei sind die folgenden Gesichtspunkte in der genannten Reihenfolge zu beachten:

1. Es ist zu prüfen, ob brennbare feste, flüssige, gasförmige oder staubförmige Stoffe betriebsmäßig vorhanden sind oder unter den in Betracht zu ziehenden Betriebszuständen gebildet werden können. Siehe hierzu TRGS 721. Ist dies nicht der Fall, wird dies in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert und es sind keine Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich.
2. Wenn gemäß Nummer 1 brennbare Stoffe betriebsmäßig vorhanden sind oder gebildet werden können, muss festgestellt werden, ob nach Art des Auftretens dieser brennbaren Stoffe mit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen ist. Siehe hierzu TRGS 721.
3. Es ist zu prüfen, ob Stoffe eingesetzt werden können, die keine explosionsfähige Atmosphäre bilden können. Werden ausschließlich Stoffe eingesetzt, die keine explosionsfähige Atmosphäre bilden können, wird dies in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert, und es sind keine Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich.
4. Es ist zu beurteilen, ob unter Berücksichtigung
   a) passiver technischer Maßnahmen, wie z.B. Dichtheit von Behältern oder Anlagen,
   b) organisatorischer Maßnahmen, wie z.B. Beseitigung von Staubablagerungen, oder
   c) natürlicher Lüftung

sicher verhindert ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Ist das Auftreten einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre dadurch sicher verhindert, wird dies in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert und es sind keine weiteren Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich. Eine besondere Prüfverpflichtung nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV besteht nicht.

FAQ´s zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Aber eine Kältemaschine mit Propan ist doch ATEX?

Im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU ist eine explosionsfähige Atmosphäre definiert als ein Gemisch:

a) aus brennbaren Stoffen in Form von Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben;
b) und Luft;
c) unter atmosphärischen Bedingungen;
d) in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf **das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.**

Eine Atmosphäre, die aufgrund der **örtlichen** und/oder **betrieblichen Bedingungen (im Normalbetrieb)** explosionsfähig werden kann, wird als explosionsgefährdeter Bereich bezeichnet.

Nur für diese Art von explosionsgefährdetem Bereich sind die Produkte, die unter die ATEX-Richtlinie 2014/34/EU fallen, ausgelegt.

FAQ´s zu KW-Kältemitteln

Aus ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Aber eine Kältemaschine mit Propan ist doch ATEX?

4.5 Dichtheit von Anlagenteilen

4.5.1 Allgemeines

(1) Die Bildung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen innerhalb und außerhalb von Anlagenteilen kann durch die Dichtheit des Anlagenteils verhindert oder eingeschränkt werden.

(2) Hierbei wird unterschieden in:

1. auf Dauer technisch dichte Anlagenteile, → **Keine ATEX-Zone**
2. technisch dichte Anlagenteile und → **ATEX-Zone 2**
3. Anlagenteile mit betriebsbedingtem Austritt brennbarer Gefahrstoffe. → **ATEX-Zone 1**

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 ATEX-Betriebsrichtlinie 2014/34/EU

Propan-Kältemaschinen im Ex-Schutzbereich sind doch verboten?

Sicherheit von ATEX-Geräten und Schutzsystemen:
Wesentliche Sicherheitsanforderungen:

Die wesentlichen Sicherheitsanforderungen sind in Anhang II aufgeführt und sind in Bezug auf Folgendes spezifisch:

- potentielle Zündquellen von **Geräten** zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

=> Das Kältemittel ist **kein Gerät**

=> Die Schutzart des **Verdichters, des Lüfters, der Pumpe,** etc. entscheidet, ob eine Kältemaschine im Ex-Schutzbereich aufgestellt und betrieben werden kann.

=> Das Kältemittel als Betriebsstoff ist **keine potentielle Zündquelle**

Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Kohlenwasserstoffen

Maximale Füllmengen von Kohlenwasserstoffen
bei **technisch dichten Anlagen(!):**

Stand der Technik/Empfehlungen nach EN 378-1:

	DX Systeme		**Indir. Systeme**	
	Split	Kompakt	Split	Kompakt
A) Öffentlic				
Geschäfte, Hotels, Kin				
Für jeden zugänglich				
B) Kontrollie				
Allg. Fabriken, Lagerh				
Büros ohne Publikumsverkehr				
C) Technische Bereiche :	**10 kg**	**unbegr.**	**25kg**	**unbegr.**
Maschinenhallen und -räume				
Spez. Produktionsräume, Kühlhäuser				

Bei auf **Dauer technisch dichten** Anlagen gibt es **keine** Füllmengenbegrenzung nach **ATEX/TRGS** im Aufstellbereich C

Füllmenge kleiner 500g: **Keine Einschränkung in der Verwendung**

Alle Werte jeweils für den größten (Einzel-) Kreislauf.

Brennbarkeit/Zündfähigkeit von Kohlenwasserstoffen

Anforderungen an Maschinenräume nach EN 378:

- **Separater, zugangsbeschränkter Maschinenraum**
- **Mechanische Notlüftung**
- **Not-Aus / Fernabschaltung**
- **Fluchtwege, dichte bauliche Ausführung und Türen**
- **Gefährdungsbeurteilung erstellen**
- **Betriebsmäßige Zündquellen vermeiden**
- **Gaswarnanlage / Kältemitteldetektoren**
- **Entlüftung Wasser RL in den Außenbereich**



Gilt für alle Kältemittel

Gilt zus . für KW - Kältemittel

Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Großwärmepumpen

Abschließende Fragen?

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit.

CoolTool Technology GmbH
Kruppstr. 184
D-47229 Duisburg

www.cooltool-technology.de
info@cooltool-technology.de