



NACHHALTIGE KÄLTETECHNIK UND WÄRMEPUMPENTECHNOLOGIE

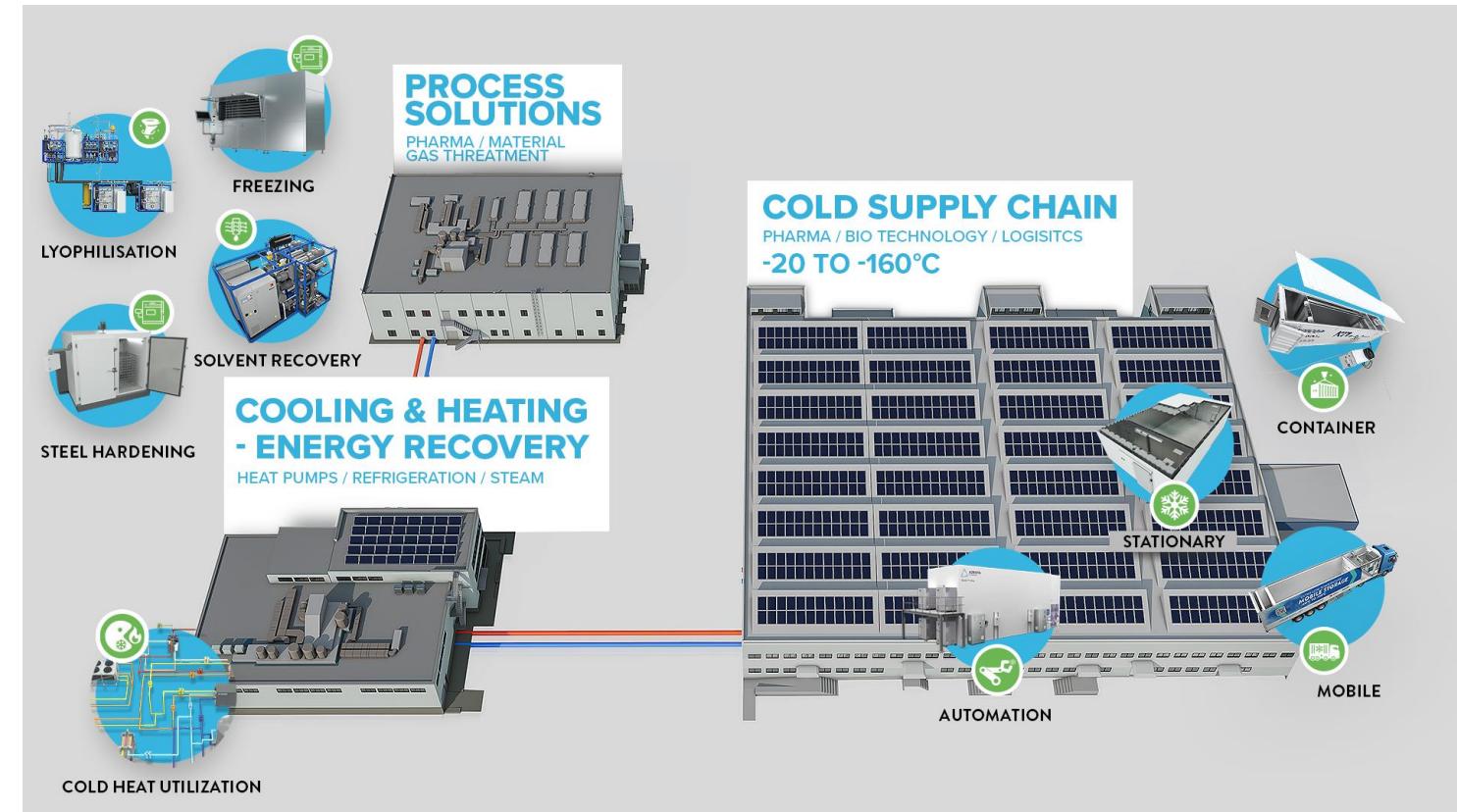
Webinar: Nachhaltig Kühlen und Heizen: F-Gas-Verordnung in der Pharmaindustrie



Tobias Wurz
Projektingenieur
Refolution Industriekälte GmbH

Tel: +49 17671218755
Tobias.Wurz@refolution.de
www.Refolution.de

- Beratung
- Planung
- Sonderanlagenbau
- Produktentwicklung





Webinar - Informationen

➤ Unterlagen

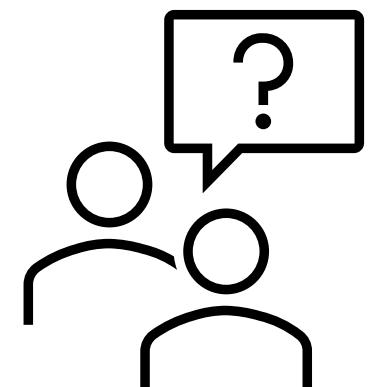
- Webinar wird aufgezeichnet
- Aufzeichnung wird auf YouTube veröffentlicht
- Folien werden auf unserer Homepage geteilt
- Verteilung der Links nach dem Webinar (Chat und LinkedIn Post)



➤ English Webinar next week 08. May 10 am

- See LinkedIn → Refolusion → Events

- Fragen im Chat jederzeit
- Fragen per Mikro nach jedem Kapitel



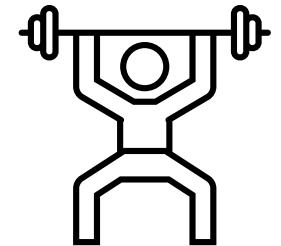
Motivation und Inhalt

➤ Motivation

- Viele Bestandsanlagen im Feld
- „Die Neuanlage von Heute ist die Bestandsanlage von Morgen“

➤ Ziele:

- Produktionssicherheit
- Langfristige Planbarkeit
- Wirtschaftlichkeit



1. Herausforderungen bei der Beschaffung/Betrieb von Kälteanlagen mit F-Gasen
 - Übersicht relevanter Gesetze & Gesetzesvorschläge
2. Lösungen & Empfehlungen

Kühlen und Heizen in der Pharmaindustrie

➤ Anforderungen in der Pharmaindustrie

- Produktionssicherheit/Hochverfügbarkeit
 - Anlagen eingebettet in Produktionsumfeld
 - erhebliche Kosten bei Ausfall
- Langfristige Planbarkeit
- Wirtschaftlichkeit
 - Anlagenlaufzeit teilweise > 20 Jahre
- CO₂-Neutralität

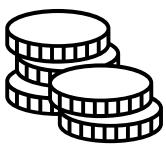


➤ Fokus

- Stationäre Kälteanlagen (>12 kW)
- Kühler/Chiller (Kühlung eines Kälteträgers)
- Anwendungen für Produkttemperatur < -50 °C
- Alternativen

➤ Verknappung von Kältemittel

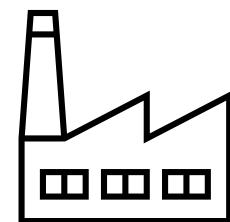
➤ Preissteigerungen



➤ Serviceverbote!

➤ Requalifizierung/Revalidierung

➤ Energiebedarf



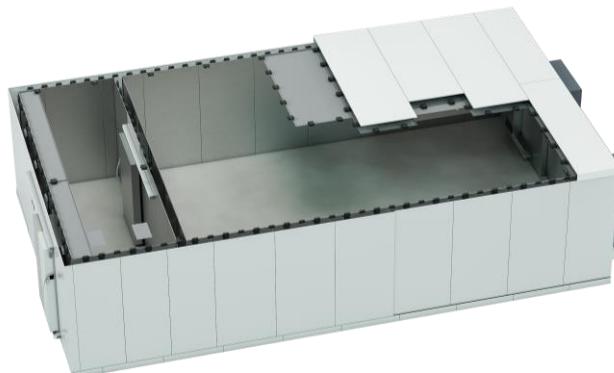
Kühlen und Heizen in der Pharmaindustrie - Anwendungen

- Kaltwassererzeugung
 - Verteilung über Kaltwasser/Sole-Netze
 - Wärmeabgabe an Umgebung



- Lagerung/Klimatisierung

- Pharmazeutische Prozesse
 - Gefriertrocknung (Stellplatten bis -55 °C, Eiskondensator bis -90 °C)
 - Einfrierprozesse
 - Reaktoren, ...



- Weiteres
 - Abluftreinigung per Lösungsmittelkondensation



Gesetzliche Einschränkungen für die Kältetechnik - Übersicht

- F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573
→ 2024



Amtsblatt
der Europäischen Union

2024/573

20.2.2024

VERORDNUNG (EU) 2024/573 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 7. Februar 2024

über fluorierte Treibhausgase, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2019/1937 und zur Aufhebung der
Verordnung (EU) Nr. 517/2014

- PFAS-Beschränkungsvorschlag über REACH
→ EiF ca. 2027



ANNEX XV RESTRICTION REPORT

PROPOSAL FOR A RESTRICTION

SUBSTANCE NAME(S): Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs)

- Energieeffizienzgesetz - EnEfG
→ 2023



Bundesministerium
der Justiz

Bundesamt
für Justiz

Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland
(Energieeffizienzgesetz - EnEfG)



F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573



Amtsblatt
der Europäischen Union

2024/573

20.2.2024

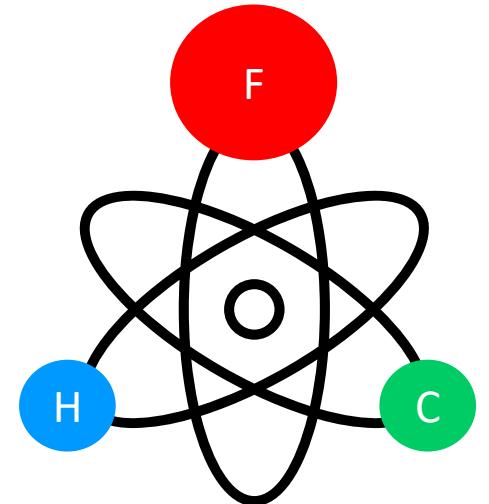
VERORDNUNG (EU) 2024/573 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 7. Februar 2024

**über fluorierte Treibhausgase, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2019/1937 und zur Aufhebung der
Verordnung (EU) Nr. 517/2014**

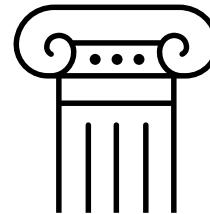
F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Übersicht

- 11.03.2024 in Kraft getreten
- ersetzt Revision von 2015 (EU)Nr. 517/2014
- Warum?
 - Umsetzung verschiedener Abkommen:
 - Kigali-Abkommen von 2016 zum Montrealer Protokoll
 - europäischer Green Deal
 - Europäische Klimagesetze
- Ziele:
 - Limitierung der Treibhauswirkung von F-Gasen (CO₂-Äquivalent)
 - Verbesserungen in Umsetzung & Monitoring
 - Anpassung von Quoten und Verboten an marktverfügbare Alternativen



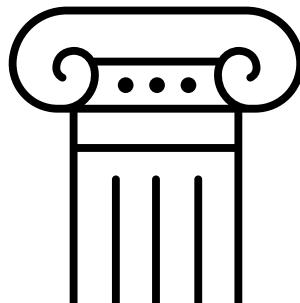
F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Übersicht

2. Inverkehrbringungsverbote von Neuanlagen



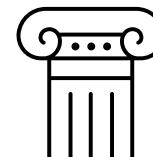
Neuanlagen

1. Quotierung des verfügbaren Kältemittels

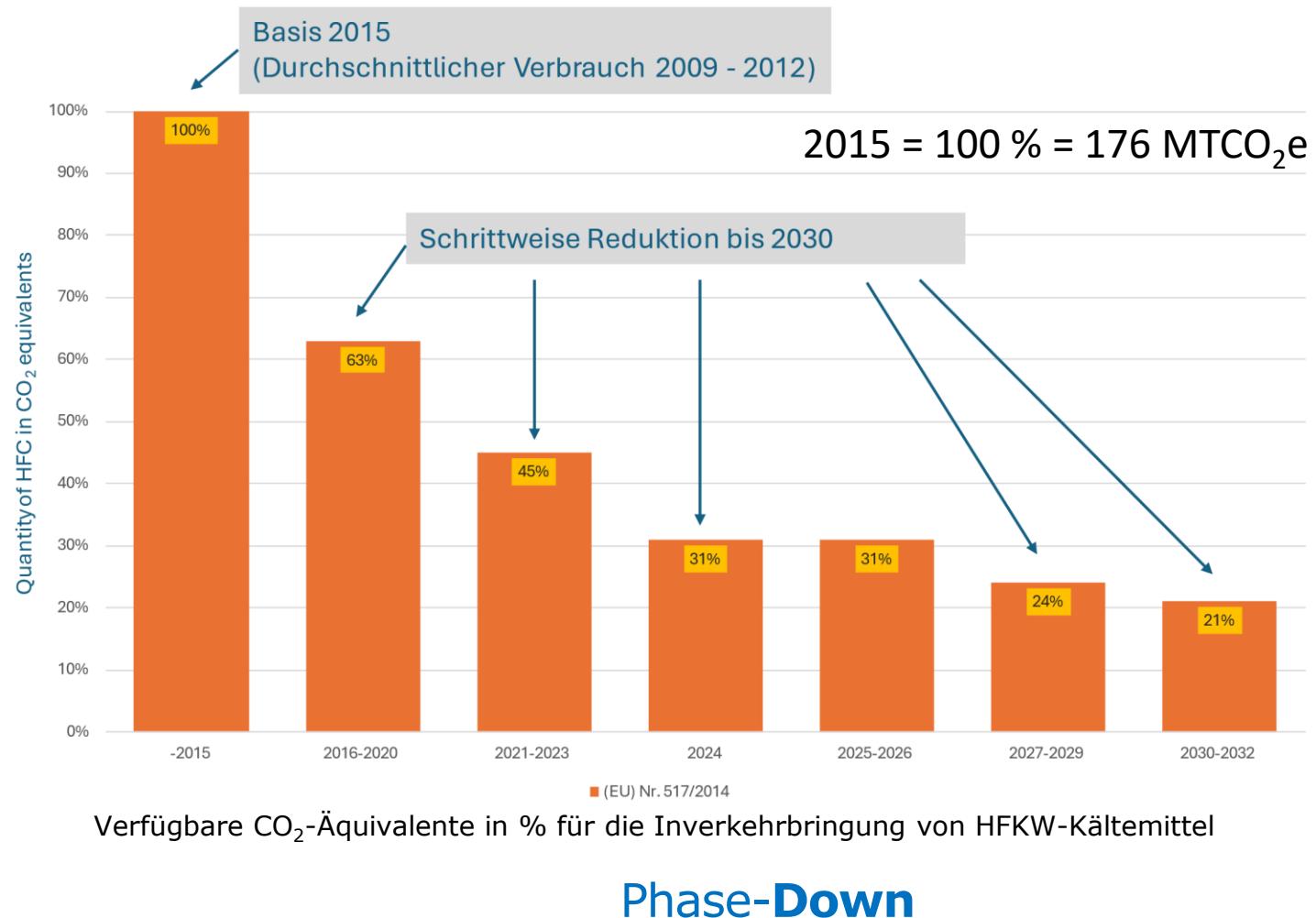


Bestandsanlagen

3. Verbote (z.B. Service) und Gebote (z.B. Dichtheitskontrollen)



F-Gas-Verordnung (EU)Nr.517/2014 – Phase-Down of GWP

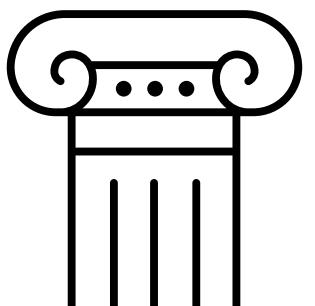


(EU) Nr. 517/2014 - Artikel 16:

- Phase-Down von HFKW (Anhang I, Gruppe I)
- GWP = Global Warming Potential / Treibhauspotential
- Angabe in CO₂-Äquivalent
- CO₂ = GWP von 1
- Gemäß 4. Bericht IPCC
- Außnahmen u.a. MDI (Dosier-Aerosole)

GWP bekannter Kältemittel:

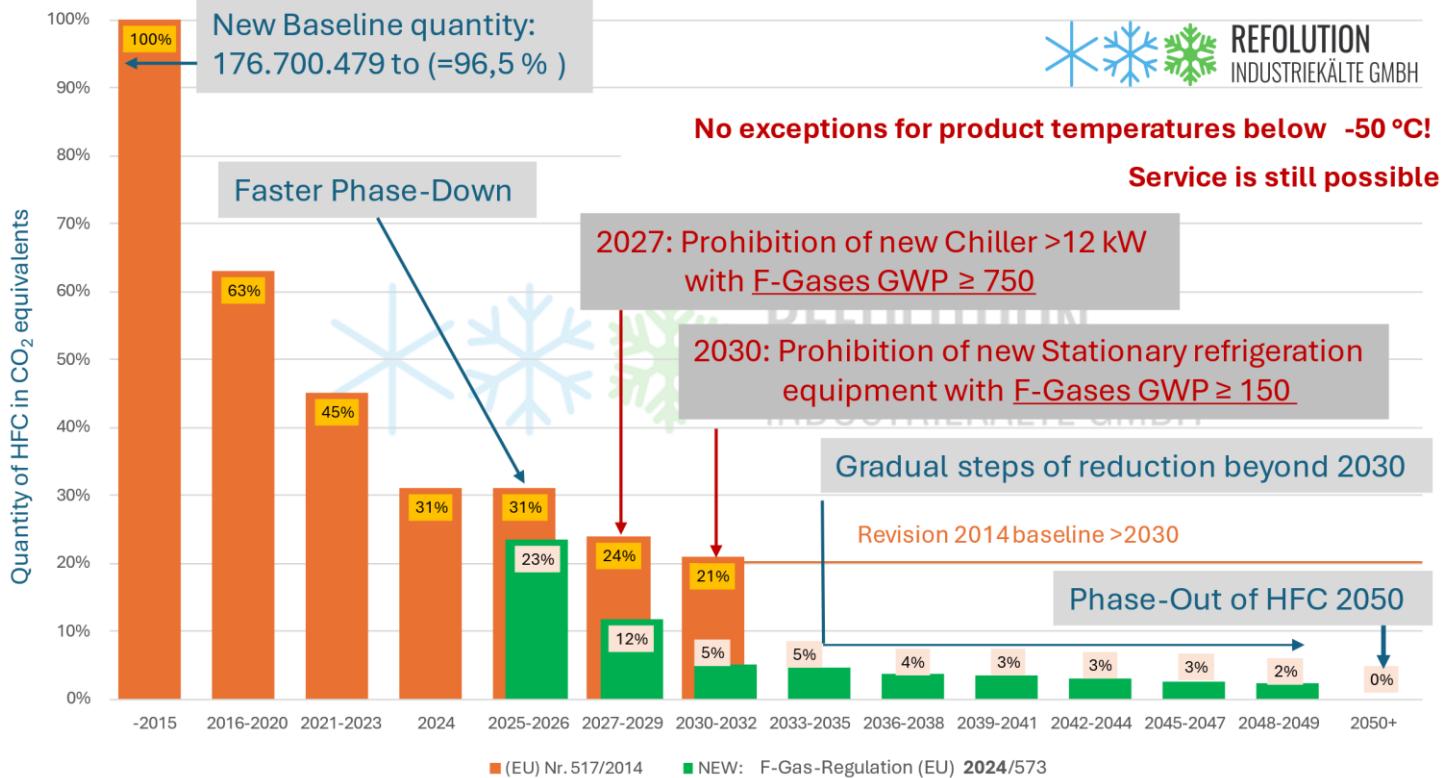
- R32 - **GWP 675**
- R410A - **GWP 2088**
- R452A - **GWP 2140**
- R404A - **GWP 3922**
- R23 - **GWP 14800**





F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Phase-Out of GWP

Revision 2024 of the (EU) F-Gas Regulation and Phase-Out of HFC

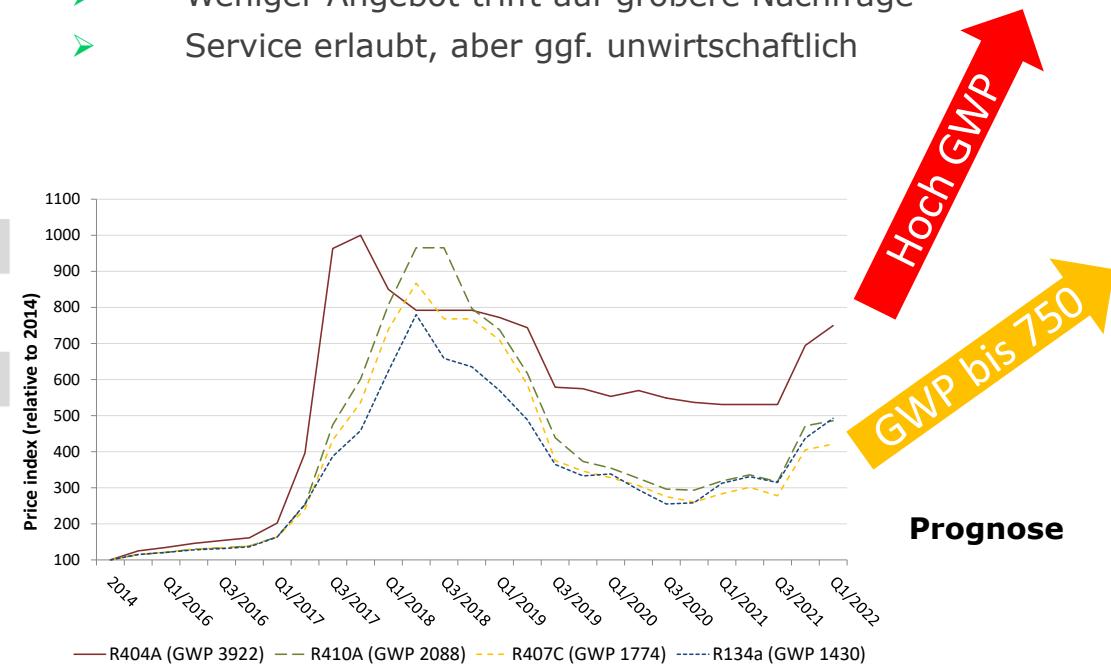


Verfügbare CO₂-Äquivalente in % für die Inverkehrbringung von HFKW-Kältemittel

Neu: Phase-Out** statt Phase-**Down****

(EU) 2024/573 - Artikel 17:

- Phase-Out von HFKW (Anhang I, Gruppe I)
- HFO und natürliche Kältemittel nicht in Quote
- Anwendungen wie MDIs werden in Quote integriert
- 2024: 31 % fällt in 6 Jahren (2030) auf 5 %
- Weniger Angebot trifft auf größere Nachfrage
- Service erlaubt, aber ggf. unwirtschaftlich

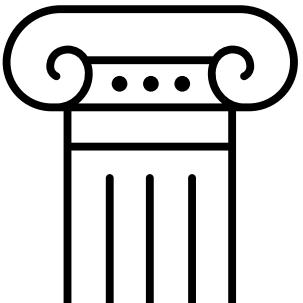


Öko-Recherche (2022) commissioned by European Commission

F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Verbote&Gebote

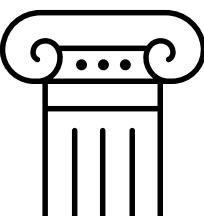
➤ Definitionen:

- HFKW: Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (Anhang I, Gruppe I) → Von Phase-Out betroffen
- F-Gase: HFKW, HFO und weitere (Anhang I, II, III)



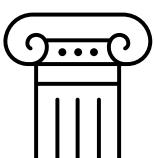
➤ Inverkehrbringungsverbote von Neuanlagen

- Unterscheidung nach
 - GWP
 - Anwendung
 - Kälteleistung
- Teilweise Ausnahmen („Einhaltung der Sicherheitsanforderungen am Standort“)
- Neu: Teilweise Verbote von HFO und Mischungen, die HFO enthalten → "fluorierte Treibhausgase"



➤ Service

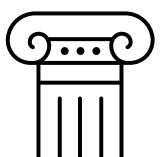
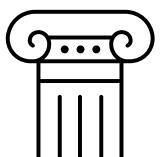
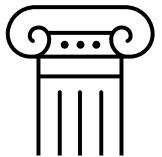
- Unterscheidung nach
 - GWP
 - Anwendung
- 2030: Generelles Verbot von Service mit GWP > 2500 (Kälteanlagen)
- 2032: Verbot von Service mit GWP > 750 (stationäre Kälte- und Klimaanlagen)
- Ausnahme: Recycelte und wiederaufbereitete Kältemittel GWP > 750



F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Verbote&Gebote

➤ Weitere Verbote und Gebote:

- Dichtheitskontrollen auch von Anlagen mit HFO
- Zertifizierungen, u.a. auch für natürliche Kältemittel
- Kommission wird noch eine Durchführungsverordnung verabschieden, um Pflichten detaillierter festzulegen (Leitfaden/Handreichung)
- F-Gas-Portal
- Import/Export-Verbote
 - Ab 2025: Verbot des Exports von Anlagen und Anlagenbestandteilen mit GWP ≥ 1000
 - Ausnahme: Inverkehrbringung ist in EU erlaubt
 - Ab 2028: Verbot des Exports in Länder, die das Kigali-Abkommen nicht ratifiziert haben
- Review 2030 mit Verschärfungen und/oder Lockerungen
 - Kann Phase-Out wie geplant erfolgen? Gibt es genug Alternativen auf dem Markt?
 - ggf. auch Anpassungen von GWP-Werten auf neuere IPCC Berichte (z.B. R32 4. Bericht: 675, 6. Bericht 771)
 - Aktuelle Studien: u.a. HFO-1234ze kann beim atmosphärischen Abbau R23 erzeugen, dadurch ggf. GWP >150
 - <https://naturalrefrigerants.com/study-links-hfos-to-formation-of-super-greenhouse-gas-hfc-23/>



F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – -50 °C Anwendungen

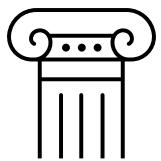
➤ Inverkehrbringungsverbote Neu: Ausnahme -50 °C entfällt!

➤ Ab 2027

- Inverkehrbringungsverbot für Kühler/Chiller mit F-Gase GWP ≥ 750
 - u.a. für Gefriertrockner (Stellplatten) und Einfriergeräte
 - keine Neuanlagen mehr mit F-Gas, da kein Tieftemperaturkältemittel mit GWP < 750

➤ Ab 2030

- Verbot von Kälteanlage („direktverdampfend“) mit GWP ≥ 150
 - U.a. Lagerräume und Gefriertrockner (Eiskondensator)
 - ohne Ausnahme für Tieftemperaturen!
 - Ausnahme Kühler/Chiller



➤ Service

➤ Ausnahme <-50 °C weiterhin gültig

- 2030: GWP ≥ 2500 (Artikel 13 Absatz (3))
- 2032: GWP ≥ 750 (Artikel 13 Absatz (5))
- Frischware und recycelte/wiederaufbereitete Kältemittel erlaubt

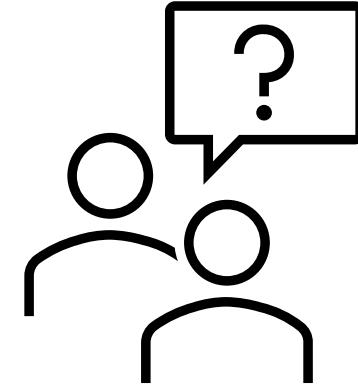
➤ Verfügbarkeit und Preis von Hoch-GWP-Kältemittel aber fraglich (GWP ≥ 2500)

- Ausnahme für Service mit recycelte/wiederaufbereiteten Kältemittel ab 2030 entfällt (für ≥ -50 °C).
- Wiederaufbereitung (innerhalb EU) oder Beschaffung (außerhalb EU) für den kleinen Markt <-50 °C ggf. nicht attraktiv





Fragen?





PFAS-Beschränkungsvorschlag über REACH



ANNEX XV RESTRICTION REPORT

PROPOSAL FOR A RESTRICTION

SUBSTANCE NAME(S): Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs)



PFAS-Beschränkungsvorschlag (REACH)

- Definition PFAS:
 - per- und polyfluorinierten Alkylsubstanzen (ca. 10.000 Stoffen)
 - „forever chemicals“
- Wie sind Kältemittel davon betroffen:
 - F-Gase meistens per Definition PFAS
 - PFAS als Abbauprodukt in Atmosphäre: TFA (Trifluoracetat)
- Warum ein Verbot:
 - Hohe Persistenz und kaum natürliche Abbaubarkeit
 - Teilweise giftig oder Auswirkungen auf Mensch & Umwelt nicht abschließend erforscht
 - Beispiel TFA:
 - Sehr persistenter Stoff
 - Nicht natürlich abbaubar
 - Technisch nur mit hohem Aufwand abbaubar
 - Anreicherung in Umwelt messbar
- Ziel des Beschränkungsvorschlags:
 - Komplettes Verwendungsverbot von PFAS
 - Ausnahmen und Übergangsregelungen je nach Verfügbarkeit von Alternativen

Reinstoffe gelistet im Vorschlag

ANNEX XV RESTRICTION REPORT – Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs)

Table A.96. List of specific fluorinated gas substances identified in different commercial applications.

| Entry | Substance | Code | Structure |
|-------|---|--------------------------|---|
| 1 | Fluoroform (trifluoromethane) | HFC-23 (not in scope) | CHF3 |
| 2 | Difluoromethane | HFC-32 (not in scope) | CHF2 |
| 3 | 1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-Decafluoropentane | HFC-43-10mee | CF3-CF2-CHF-CHF-CF3 |
| 4 | Pentafluoroethane | HFC-125 | CF3-CHF2 |
| 5 | 1,1,1,2-Tetrafluoroethane | HFC-134a | CF3-CH2F |
| 6 | 1,1,1-Trifluoroethane | HFC-143a | CF3-CH3 |
| 7 | 1,1-Difluoroethane | HFC-152a (not in scope) | CHF2-CH3 |
| 8 | 1,1,1,2,3,3-Heptafluoropropane | HFC-227ea | CF3-CHF-CF3 |
| 9 | 1,1,1,3,3-Hexafluoropropane | HFC-236fa | CF3-CH2-CF3 |
| 10 | 1,1,1,3,3-Pentafluoropropane | HFC-245fa | CF3-CH2-CHF2 |
| 11 | 1,1,1,3,3-Pentafluorobutane | HFC-365mfc | CF3-CH2-CF2-CH3 |
| 12 | 1-Chloro-1,2,2-tetrafluoroethane | HCFC-124 | CHClF-CF3 |
| 13 | 1,1-Dichloro-1-fluoroethane | HCFC-141b (not in scope) | CCl2F-CH3 |
| 14 | 3,3-Dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropane | HCFC-225ca/cb | CF3-CF2-CHCl2 |
| 15 | 1,1,-Difluoroethylene | HFO-1132a (not in scope) | CH2=CF2 |
| 16 | 1-Chloro-2,3,3-tetrafluoropropene | HFO-1224y(d) * | CHCl=CF-CF3 |
| 17 | 1-Chloro-3,3,3-trifluoro-1-propene | HFO-1233zd(E) ** | CHCl=CH-CF3 |
| 18 | 2,3,3,3-Tetrafluoropropene | HFO-1234yf | CH2=CF-CF3 |
| 19 | Trans-1,3,3,3-tetrafluoroprop-1-ene | HFO-1234ze(E) *** | CHF=CH-CF3 |
| 20 | 1,3,3,3-Tetrafluoropropene | | Most mixtures affected: R404A, R410A |
| 21 | Trans-1,1,1,4,4-hexafluorobutene | | R42X & R43X & R44X & R45X |
| 22 | Cis-1,1,1,4,4-hexafluoro-2-butene | | & R46X & R47X & R507A & |
| 23 | (Z)-1-Chloro-2,3,3-tetrafluoropropene | | R513A |
| 24 | Trans-1-chloro-3,3,3-trifluoropropene | | |
| 25 | 2-Bromo-3,3,3-trifluoroprop-1- | | |



PFAS-Beschränkungsvorschlag (REACH)

Zeitschiene für Kältemittel:

- 2024 und 2025: Konsultationen über verschiedene Einsatzbereiche (für KM noch kein Datum bekannt)
- Mögliches Inkrafttreten **ca. 2026/2027**.

Konsequenz und Verbote für Kältemittel aus dem Vorschlag:

- Relevante Ausnahmen für **Service** mit betroffenen Kältemittel für 12 Jahre (bis ca. 2040)
- Relevante Ausnahmen für **Neuanlagen** nur in sehr begrenzten Umfang:
 - Nur bei Einhaltung von Sicherheitsanforderungen (dauerhafte Ausnahmen)
 - Unter -50 °C (5 Jahre Ausnahme = bis ca. 2033)

Betroffene Kältemittel (Auswahl):

R1234ze

R1234yf

R134a

R404A

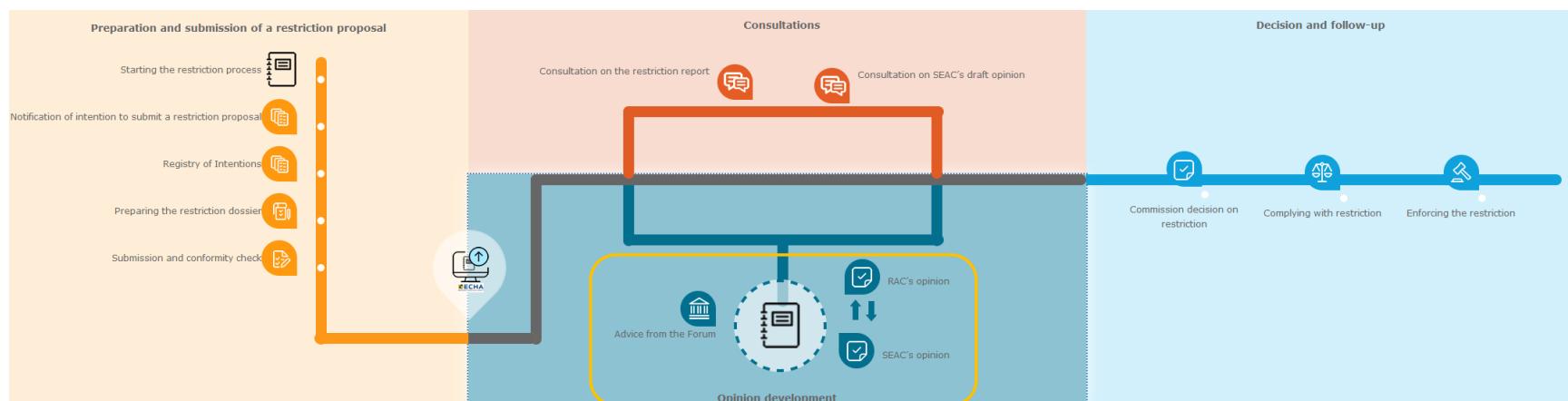
R410A

R448A,B,C

R452A,B,C

R513A

R507A



<https://echa.europa.eu/documents/10162/f605d4b5-7c17-7414-8823-b49b9fd43aea>



PFAS-Beschränkungsvorschlag (REACH) - Zusammenfassung

➤ PFAS-Beschränkungsvorschlag über REACH

➤ Ziel: Komplettes Verwendungsverbot von ca. 10.000 Stoffen die unter die PFAS-Definition fallen

➤ Fast alle F-Gase wären davon betroffen

2027

➤ Mögliches Inkrafttreten **ca. 2026/2027.**

➤ Bis dahin große Unklarheit über Umfang, Zeitschiene, Ausnahmen

➤ „Kräftemessen der verschiedenen Interessensvertreter“



ANNEX XV RESTRICTION REPORT

PROPOSAL FOR A RESTRICTION

SUBSTANCE NAME(S): Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs)

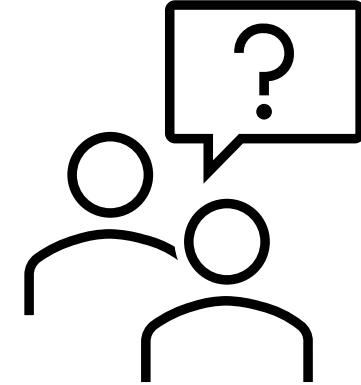
➤ Vorschlag für Ausnahmen für **Service** mit betroffenen Kältemittel für 12 Jahre

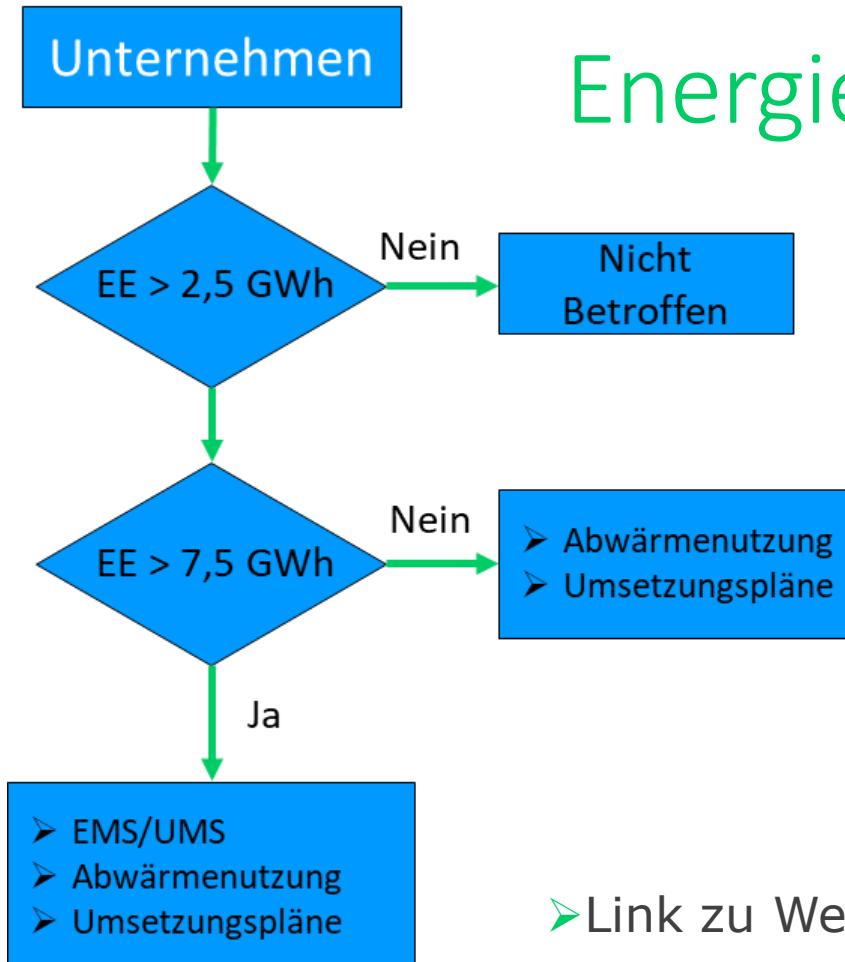
➤ D.h. Serviceverbot ab ca. 2040

2040



Fragen?

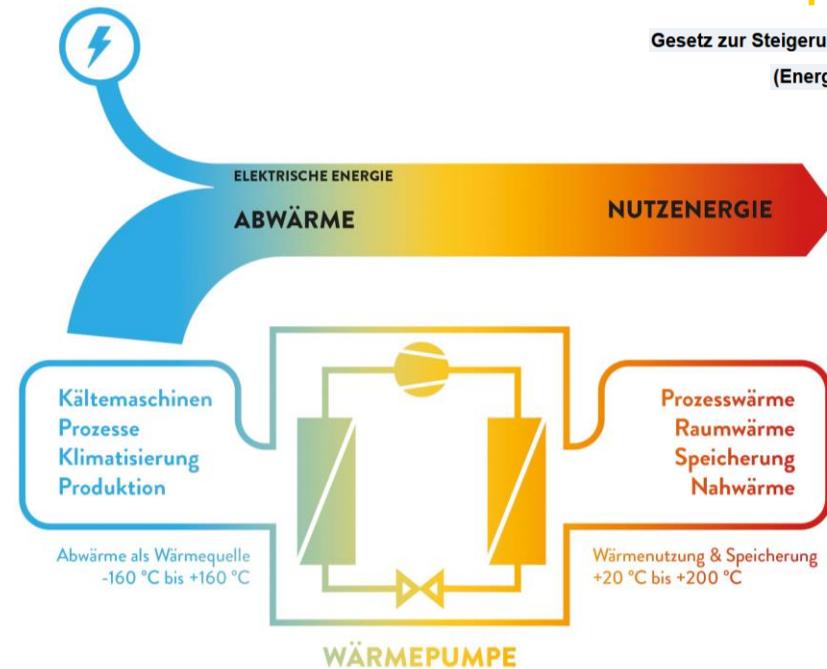




Energieeffizienzgesetz - EnEfG

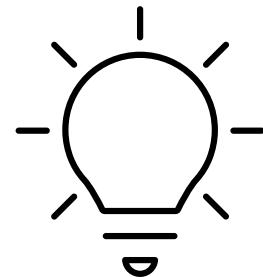
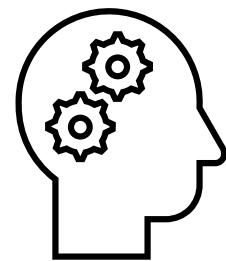


Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland
(Energieeffizienzgesetz - EnEfG)



➤ Link zu Webinaraufzeichnung: <https://youtu.be/H37ZgiiosJw>

Lösungen & Empfehlungen





Übersicht: Zukunft der Kältemittel

Empfehlung:

| Kategorie: | | HFKW | HFKW & HFO-Mischungen | | HFO | Natürliche Kältemittel | |
|--------------------|---|---|--|---|---|---|--|
| GWP: | | >2500 | <2500 | <750 | | <150 | |
| Eigenschaften | Beispiele | R23 (A1) R404A (A1) R407C (A1) R507A (A1) | R410A (A1) R134a (A1) R152a (A1) | R32 (A2L) R452B (A2L) R454B (A2L) | R1234f (A2L) R1234ze (A2L) R133zd (A1) R133zmzz (A1) | R729: Luft R744: CO ₂ R718: Wasser Edelgase | Kohlenwasserstoffe (A3): R290, R170, R1270, R1150, R600... Ammoniak (B2L) |
| | PFAS | GWP (bis auf R23, R32, R152a) | | | | Nein | Nein |
| | Abbauprodukte | Trifluoracetat (TFA) (R23) Ausnahmen: R22, R125, R152a | | | | Keine | Keine |
| | Klasse | A1 | A1 | A1/A2L | A1/A2L | A1 | B2L/A3 |
| Wirtschaftlichkeit | Zukunftsfähigkeit/ Risiken | Verbot über F-Gas- Verordnung | Presserelaxierung F-Gas-Verordnung PFAS-Verbot | | PFAS-Verbot? | Langfristig verfügbar Anforderungen A3 sind beherrschbar | |
| | Investition (CAPEX) Effizienz (OPEX) | Verbot | CAPEX: Niedrig, aber Risiko verkürzte Laufzeit (Serviceverbot PFAS ggf. ab ca. 2040) OPEX: Tendenz steigend (Kältemittelpreise HFKW) | | | Teilweise höherer CAPEX wird durch niedrigere OPEX kompensiert | |



Refolution Portfolio – Recommendation for Refrigerant

<-160 °C or low utilization:
LN2

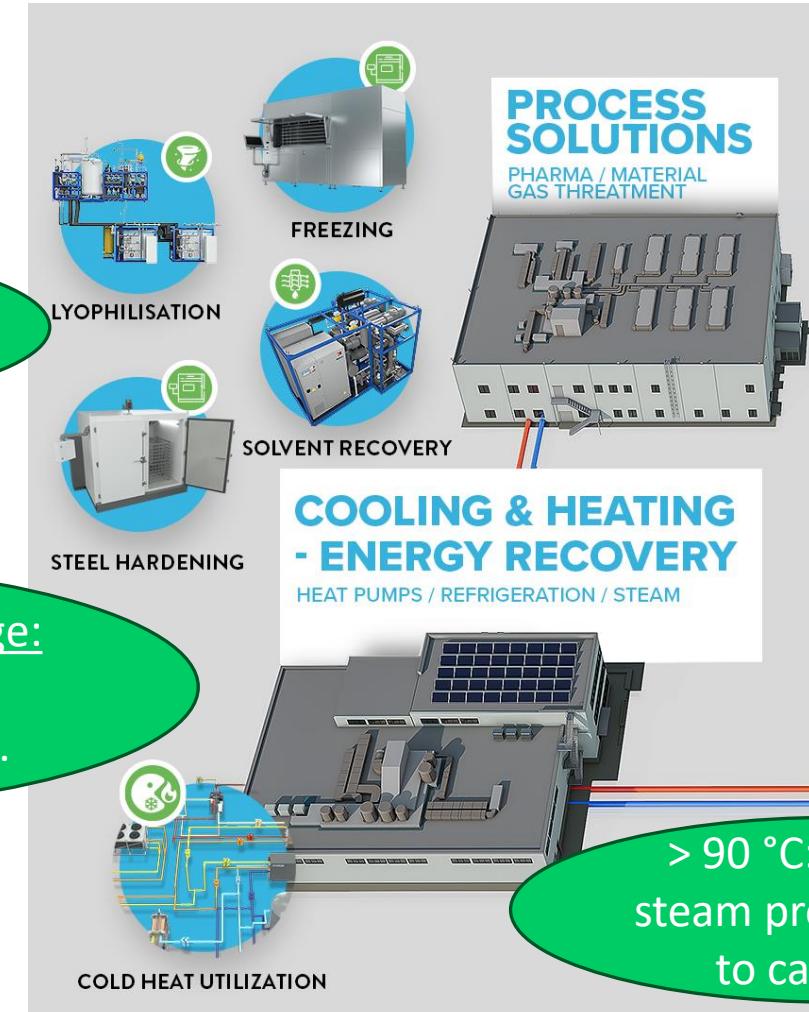
< -50 °C: R729/Air

> -40 °C & Large capacity:
Ammonia/R717

> -50 °C: R744/CO₂

All temperatures & low charge:
Hydrocarbons
R290/ R1270 / R170/R600...

A2/A2L KM: R152a, R32,
R1234ze mit Risiko:
Nutzungsdauer bis ca.
2030/2040



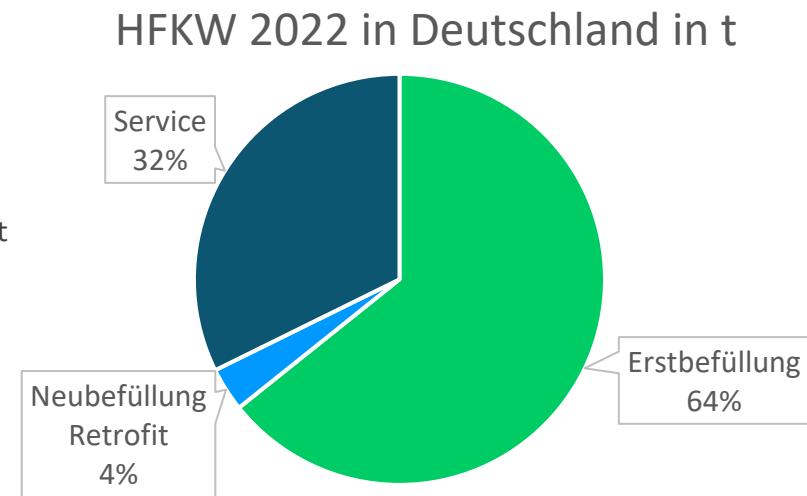
> 90 °C: water for
steam production up
to ca. 200 °C

R729/Air: < -50 °C
R744/CO₂: > -50 °C

Empfehlung für Neuanlagen / Auswahl von Kältemittel

- Alle Anwendungen sind mit natürlichen Kältemittel umsetzbar
 - Wenige Ausnahme, aber auch hier nach wenigen Jahren Entwicklungsdauer Lösungen verfügbar
 - Sprechen Sie uns an, wenn Sie eine diese Anwendungen haben

- Mögliche Alternativen mit Risiken:
 - Kein A1 Kältemittel verfügbar → Umstieg auf A3 bietet sich an
 - A2L/A2 nur begrenzt Vorteile gegenüber A3 Kältemittel
 - R32 Chiller:
 - Weiterhin hoher GWP (675)
 - Zukünftiger Bedarf an Kältemittel für Service → belastet die Quote für den Altbestand
 - Nur GWP <150 → Chance, dass genug HFKW für Bestandsanlagen auch nach 2030 verfügbar bleibt
 - R1234ze Chiller:
 - Risiko, dass ein Serviceverbot kommt (gemäß aktuellem Vorschlag REACH ca. 2040)
 - LN2 z.B. bei Gefriertrockner und Lagerräumen
 - Faktor 5x-10x bei den Betriebskosten
 - Nicht empfehlenswert bei hoher Auslastung (z.B. von Produktionsanlagen)



Öko-Recherche (2022)



Empfehlung für Bestandsanlagen/ Retrofit

➤ Generelle Empfehlung

- regelmäßige Dichtheitsprüfung
- Sorgfalt bei Service von Kältemaschinen: Sortenreine Trennung von Kältemittel für „Recycling“
- Machbarkeitsstudien:
 - Retrofit
 - Änderung von Verfahren/Prozessen
- Achtung:
 - Kapazitäten der Kälteanlagenbauer für Retrofits wird bis spätestens 2030 stark ausgelastet sein
 - Frühzeit prüfen und umsetzen!



➤ Handlungsempfehlung je nach GWP

➤ **GWP > 2500**

- Retrofit auf PFAS-freiem Kältemittel prüfen
- Umsetzung bis **2030**
 - Notlösung mit ggf. begrenzter Lebensdauer: PFAS-Kältemittel mit GWP <750

➤ **GWP > 750**

- Retrofit auf PFAS-freiem Kältemittel prüfen
- Umsetzung bis **2032**
 - Notlösung mit ggf. begrenzter Lebensdauer: PFAS-Kältemittel mit GWP <750

➤ **GWP > 150 und/oder PFAS Kältemittel**

- Retrofit auf PFAS-freiem Kältemittel prüfen
- REACH Verordnung **abwarten**, aktuell aber unklar, wann konkrete Verabschiedung

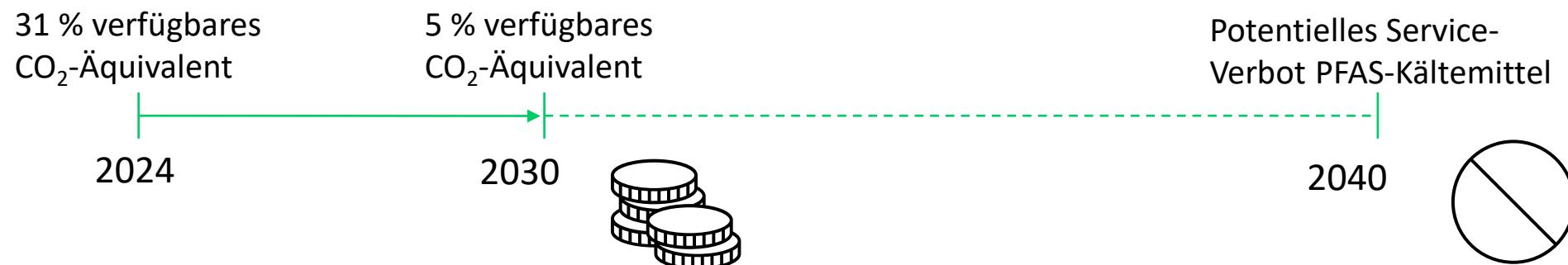
Zusammenfassung

F-Gase-Verordnung (EU) 2024/573

- Starke Preiserhöhung von HFKW-Kältemittel mit hohem und mittleren GWP
- Eingeschränkte Verfügbarkeit von Kältemittel mit sehr hohem GWP
- Pflichten & Serviceverbote

PFAS-Beschränkungsvorschlag

- Risiko von Serviceverboten 12 Jahre nach Inkrafttreten





Fazit

Freedom of Operation

Nur mit langfristig verfügbaren und erlaubten Kältemitteln möglich

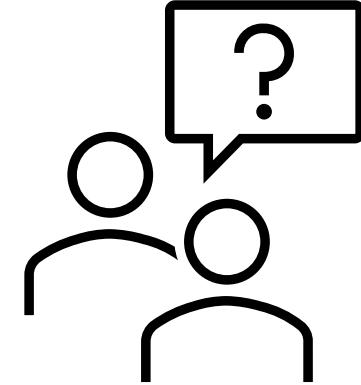
Natürliche Kältemittel ohne unberechenbare Risiken

Energieeffizienzgesetz

Bei Neuanlagen und Umbaumaßnahmen: Auskopplung der Wärme prüfen/einplanen



Fragen?





Kontakt & weitere Angebote

Wir bieten:

- Unternehmensinterne Seminare
 - Vor Ort oder per Online-Schulung
- Beratungen & Planung
 - Unterstützung bei der Einordnung von Bestandsanlagen im Rahmen der F-Gas-Verordnung & PFAS-Thematik
 - Auswahl des Kältemittels
 - Effiziente Neuanlagen und Retrofits angepasst auf Ihren Prozess
 - Konzepte und Potentialanalysen zur Abwärmenutzung
- Sonderanlagenbau & Produktentwicklung
 - Gemeinsame Entwicklung von Produkten, Verfahren und Lösungen
 - Schlüsselfertige Kälteanlagen und Tieftemperaturlagerräumen



Tobias Wurz
Projektingenieur
Refolution Industriekälte GmbH

Tel: +49 17671218755
Tobias.Wurz@refolution.de
www.Refolution.de



F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Zeitschiene

| Jahr | Service und Weiteres | | | | | | | | | |
|------|--|---|------|--------------------------|------|---|------|---|------|--|
| 2024 | 11.03.2024: Inkrafttreten und erste Pflichten für Betreiber (z.B. Dichtheitskontrollen HFO) | | | | | | | | | |
| 2025 | Exportverbot von Anlagen und Teilen für KM mit GWP >1000. Ausnahme: Wenn Inverkehrbringung in EU noch erlaubt. | | | | | | | | | |
| 2026 | Serviceverbot: F-Gase als Frisch-KM mit $\text{GWP} \geq 2500$ ohne $\text{CO}_2\text{-Äq.}-\text{Grenze}$ Bisher nur HFKW ab 40 Tonnen $\text{CO}_2\text{-Äq.}$ Ausnahmen Chiller und Produkte $<-50\text{ }^\circ\text{C}$ und recyceltes KM | | | | | | | | | |
| 2030 | <ul style="list-style-type: none">Ausnahme Service mit recyceltem KM mit $\text{GWP} \geq 2500$ entfälltService für Produkttemperatur $<-50\text{ }^\circ\text{C}$ weiterhin erlaubtReview der F-Gas-Verordnung | <table border="1"><thead><tr><th>Jahr</th><th>Inverkehrbringungsverbot</th></tr></thead><tbody><tr><td>2025</td><td>Start neuer verschärfter Inverkehrbringungsverbote Stufenweise Einführungen bis 2035</td></tr><tr><td>2027</td><td>Kühler/Chiller-Anwendung mit Sekundärkreis mit $>12\text{ kW}$ und F-Gas $\text{GWP} \geq 750$! Ohne Ausnahme für $<-50\text{ }^\circ\text{C}$!</td></tr><tr><td>2030</td><td>Kälteanlagen (außer Chiller) mit F-Gas $\text{GWP} \geq 150$ Ohne Ausnahme für $<-50\text{ }^\circ\text{C}$!</td></tr></tbody></table> | Jahr | Inverkehrbringungsverbot | 2025 | Start neuer verschärfter Inverkehrbringungsverbote Stufenweise Einführungen bis 2035 | 2027 | Kühler/Chiller-Anwendung mit Sekundärkreis mit $>12\text{ kW}$ und F-Gas $\text{GWP} \geq 750$! Ohne Ausnahme für $<-50\text{ }^\circ\text{C}$! | 2030 | Kälteanlagen (außer Chiller) mit F-Gas $\text{GWP} \geq 150$ Ohne Ausnahme für $<-50\text{ }^\circ\text{C}$! |
| Jahr | Inverkehrbringungsverbot | | | | | | | | | |
| 2025 | Start neuer verschärfter Inverkehrbringungsverbote Stufenweise Einführungen bis 2035 | | | | | | | | | |
| 2027 | Kühler/Chiller-Anwendung mit Sekundärkreis mit $>12\text{ kW}$ und F-Gas $\text{GWP} \geq 750$! Ohne Ausnahme für $<-50\text{ }^\circ\text{C}$! | | | | | | | | | |
| 2030 | Kälteanlagen (außer Chiller) mit F-Gas $\text{GWP} \geq 150$ Ohne Ausnahme für $<-50\text{ }^\circ\text{C}$! | | | | | | | | | |
| 2032 | Serviceverbot: Frisch-KM mit $\text{GWP} \geq 750$ Ausnahmen Chiller und Produkte $<-50\text{ }^\circ\text{C}$ und recyceltes KM | | | | | | | | | |
| 2050 | Totaler Phase-Out von HFKW-Kältemittel (HFO und natürliche KM nicht betroffen) | | | | | | | | | |