



NACHHALTIGE KÄLTETECHNIK UND WÄRMEPUMPENTECHNOLOGIE

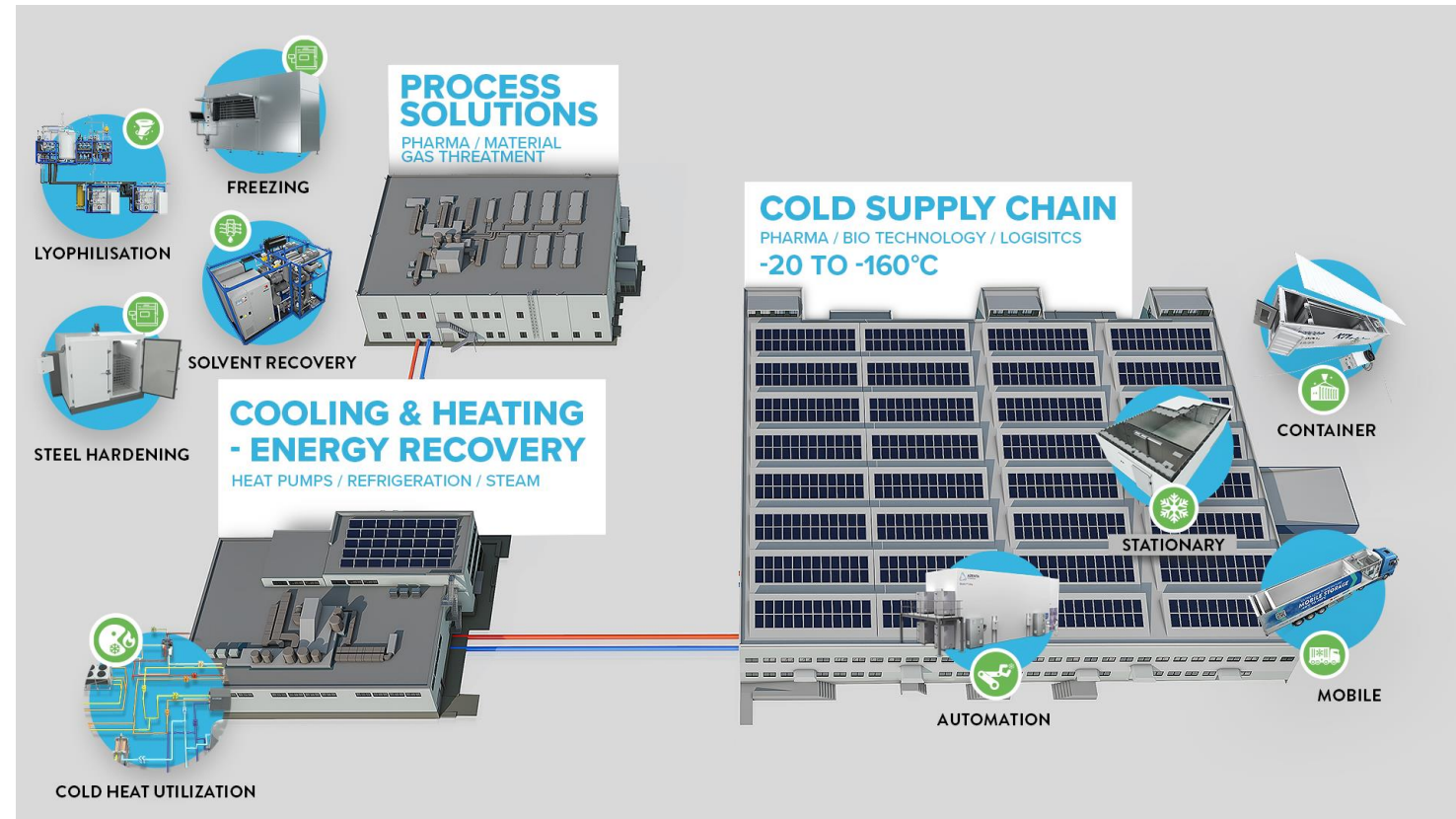
Webinar: Nachhaltig Kühlen und Heizen: F-Gas-Verordnung in der Pharmaindustrie



Tobias Wurz
Projektingenieur
Refolution Industriekälte GmbH

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

- Beratung
- Planung
- Sonderanlagenbau
- Produktentwicklung

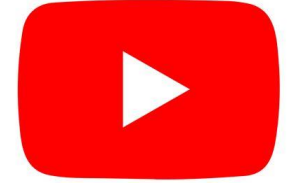




Webinar - Informationen

➤ 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)

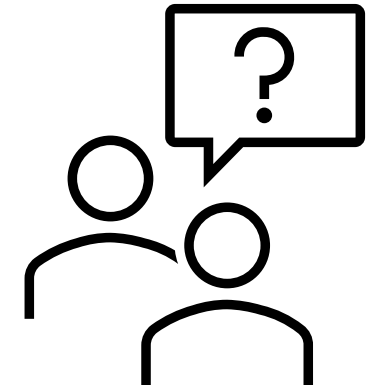


➤ English Webinar next week 08. May 10 am

- See LinkedIn → Refolution → Events

➤ Fragen im Chat jederzeit

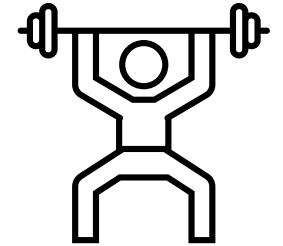
➤ Fragen per Mikro nach jedem Kapitel





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



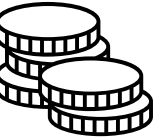
Kühlen und Heizen in der Pharmaindustrie

➤ Anforderungen in der Pharmaindustrie

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

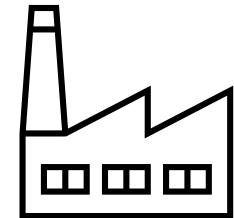


- Verknappung von Kältemittel
- Preissteigerungen
- Serviceverbote!
- Requalifizierung/Revalidierung
- Energiebedarf



➤ Fokus

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





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 fluoridierte 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

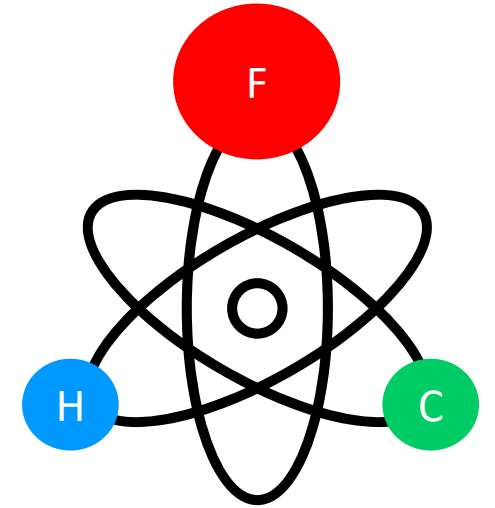
vom 7. Februar 2024

**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



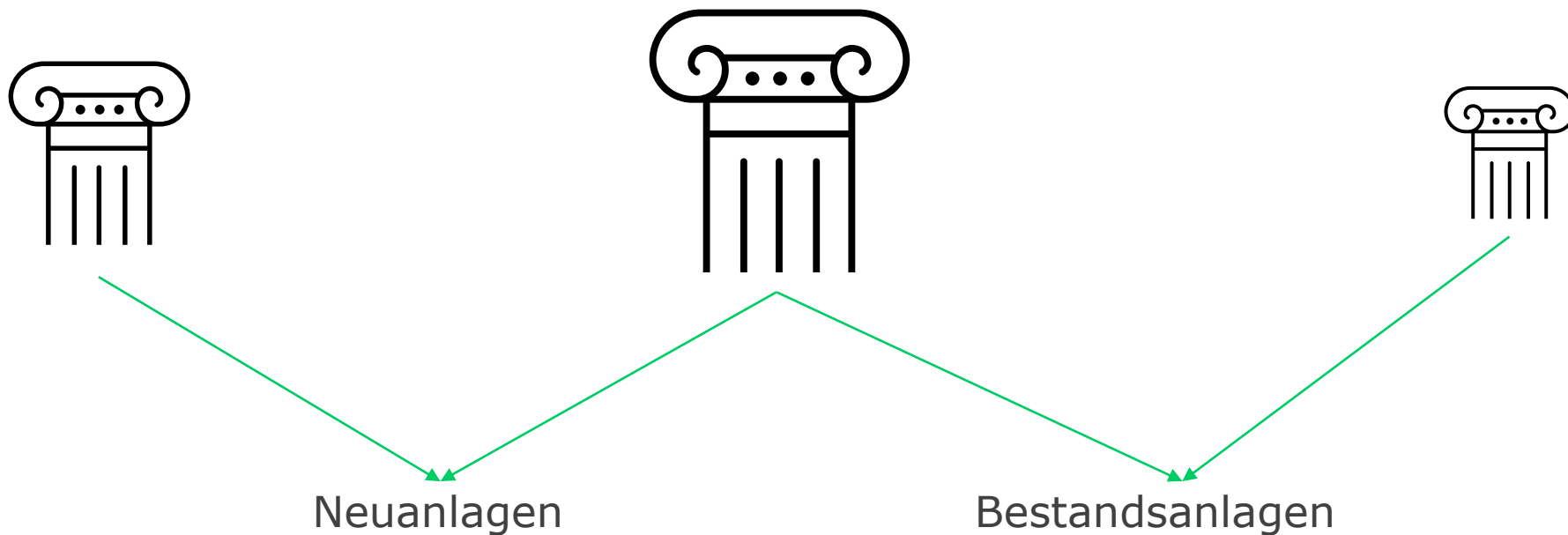


F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Übersicht

2. Inverkehrbringungsverbote von Neuanlagen

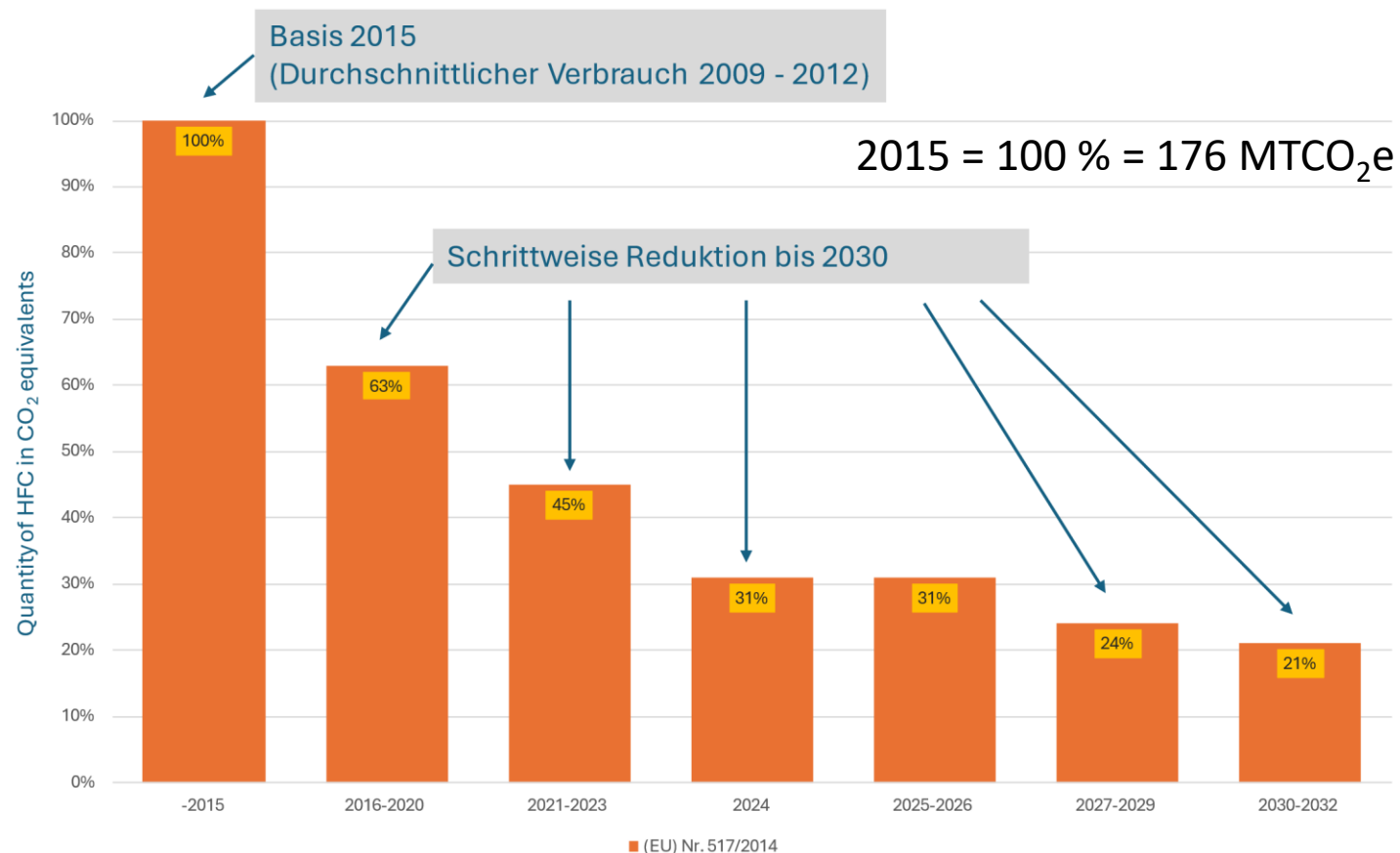
1. Quotierung des verfügbaren Kältemittels

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





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



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

Phase-Down

(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
- Ausnahmen u.a. MDI (Dosier-Aerosole)

GWP bekannter Kältemittel:

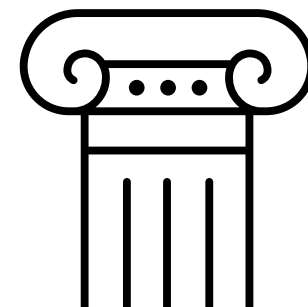
R32 – **GWP 675**

R410A – **GWP 2088**

R452A – **GWP 2140**

R404A – **GWP 3922**

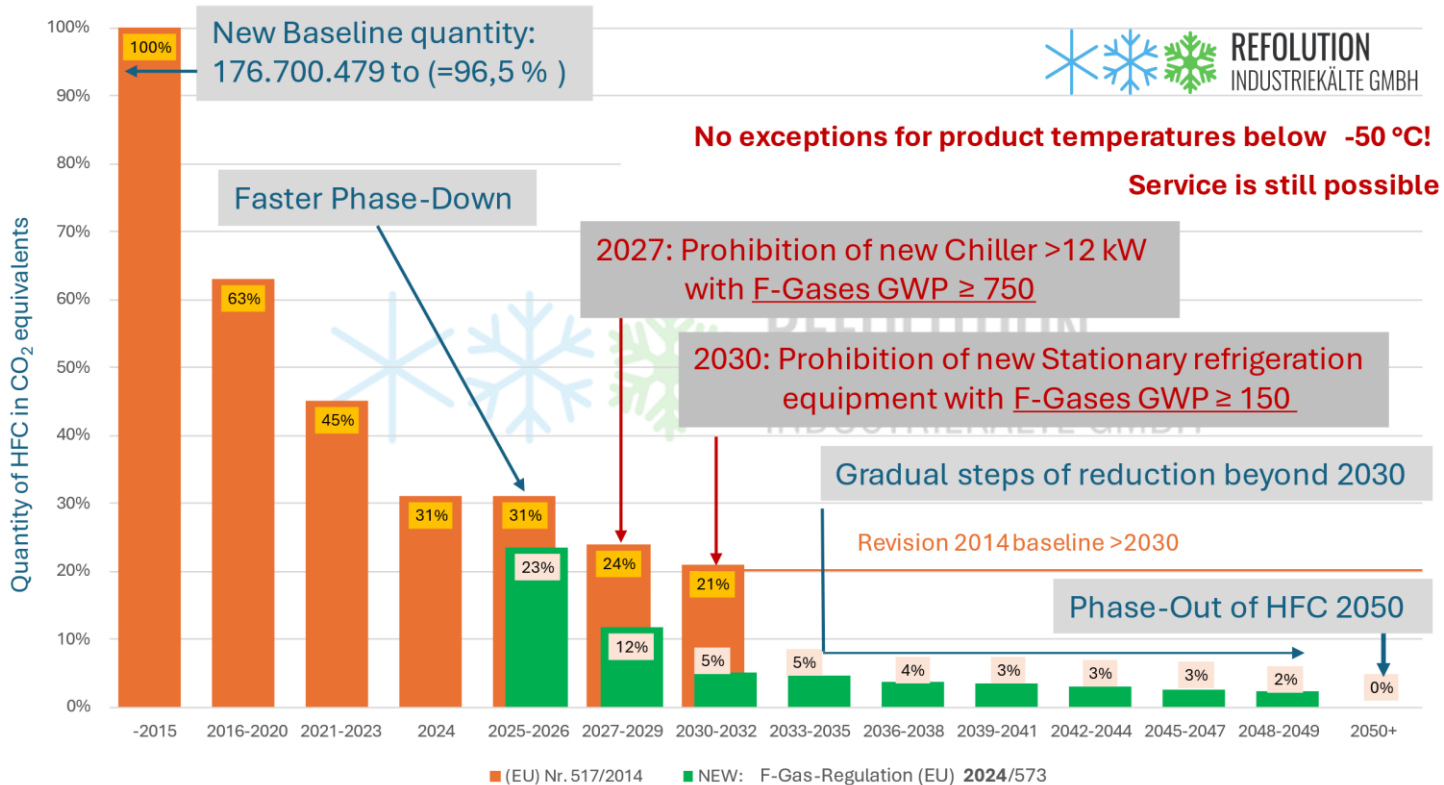
R23 – **GWP 14800**





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

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

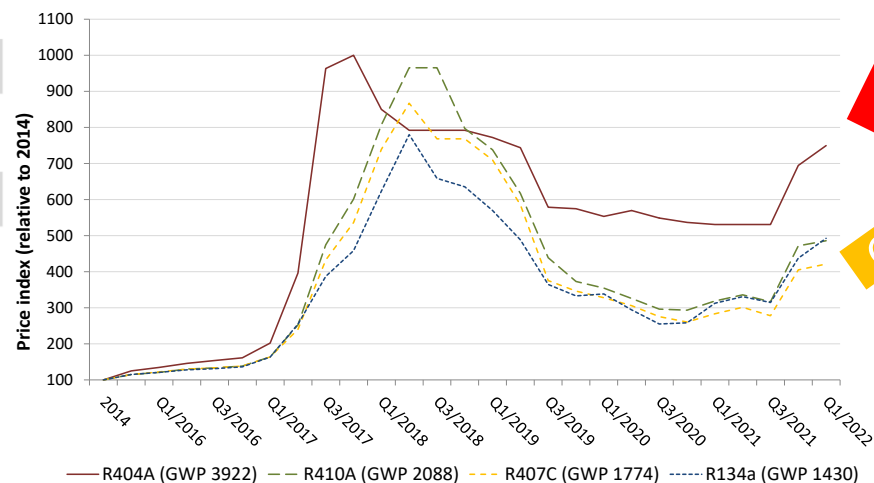


Verfügbare CO₂-Äquivalente in % für die Inverkehrbringung von HFKW-Kältemittel

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



Prognose

Öko-Recherche (2022) commissioned by European Commission



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

➤ Definitionen:

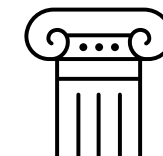
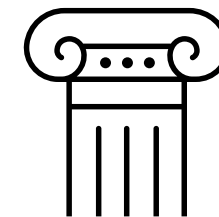
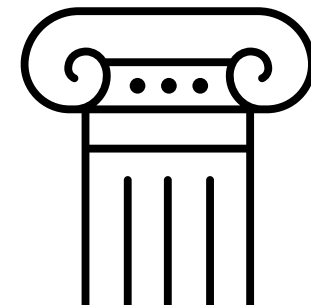
- HFKW: Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (Anhang I, Gruppe I) → Von Phase-Out betroffen
- F-Gase: HFKW, HFO und weitere (Anhang I,II, III)

➤ 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 Klimaanlage)
- Ausnahme: Recycelte und wiederaufbereitete Kältemittel GWP >750

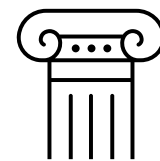
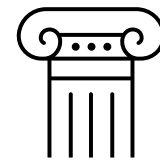




F-Gas-Verordnung (EU) 2024/573 – Verbote&Gebote

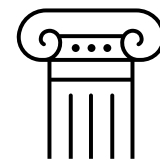
➤ Weitere Verbote und Gebote:

- 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 \geq 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

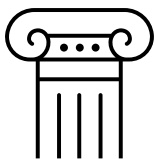
➤ Service

➤ 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

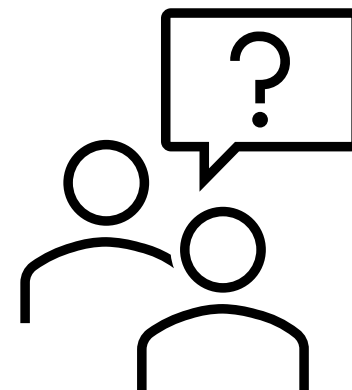
➤ Verfügbarkeit und Preis von Hoch-GWP-Kältemittel aber fraglich (GWP ≥ 2500)

- 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-Beschränkungs-vorschlag (REACH)

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)	CH2F2
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	1,1,1,2,3,3,3-Heptafluoropropane	HFC-227ea	CF3-CHF-CF3
9	1,1,1,3,3,3-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-1,2,2,2-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-2,3,3,3-tetrafluoropropene	HFO-1224yd(Z) *	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-1,1,1,4,4,4-hexafluorobutene		
22	Cis-1,1,1,4,4,4-Hexafluoro-2-butene		
23	(Z)-1-Chloro-2,3,3,3-tetrafluoropropene		R42X & R43X & R44X & R45X & R46X & R47X & R507A & R513A
24	Trans-1-chloro-3,3,3-trifluoropropene		
25	2-Bromo-3,3,3-trifluoroprop-1-ene		

- Definition PFAS:
 - per- und polyfluorierten 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 Beschränkungs-vorschlags:
 - Komplettes Verwendungsverbot von PFAS
 - Ausnahmen und Übergangsregelungen je nach Verfügbarkeit von Alternativen



PFAS-Beschränkungsvorschlag (REACH)

Zeitschiene für Kältemittel:

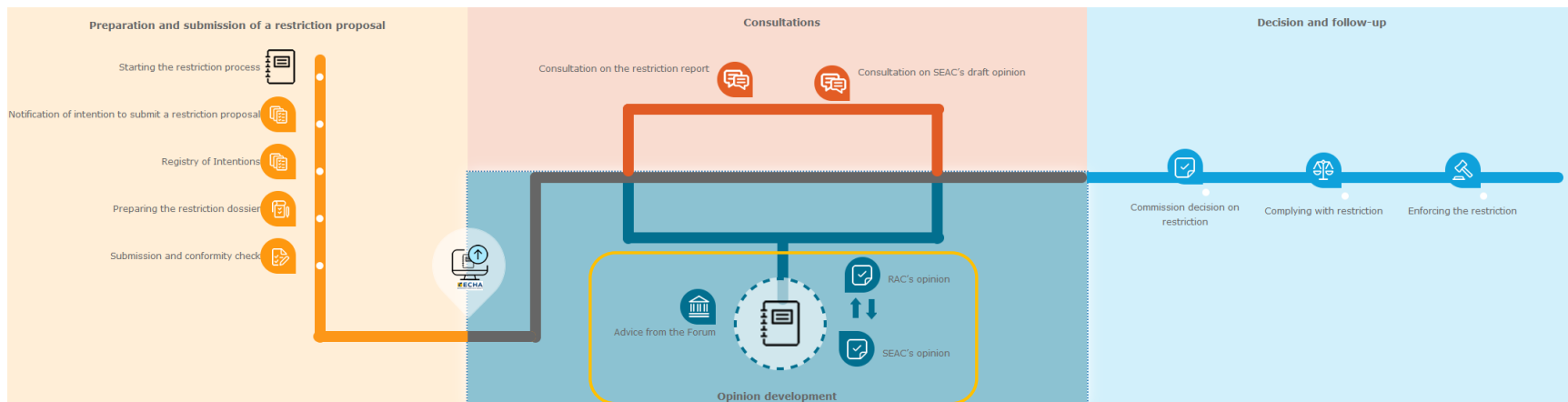
- 2024 und 2025: Konsultationen über verschiedene Einsatzbereiche (für KM noch kein Datum bekannt)
- Mögliches Inkrafttreten **ca. 2026/2027**.

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

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

- Bis dahin große Unklarheit über Umfang, Zeitschiene, Ausnahmen
- „Kräftemessen der verschiedenen Interessensvertreter“

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

- D.h. Serviceverbot ab ca. 2040

2027



ANNEX XV RESTRICTION REPORT

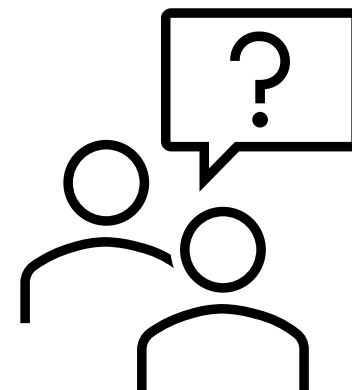
PROPOSAL FOR A RESTRICTION

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

2040



Fragen?

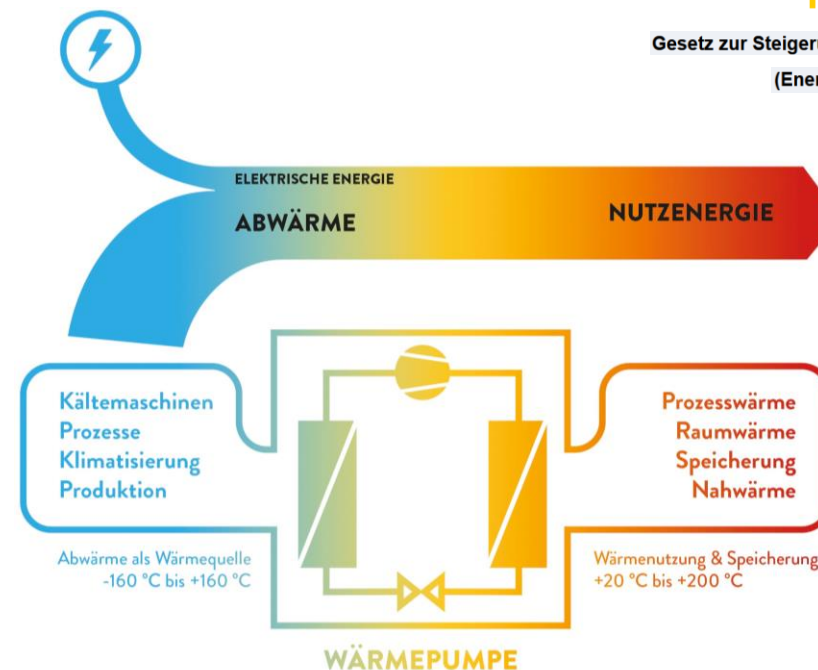
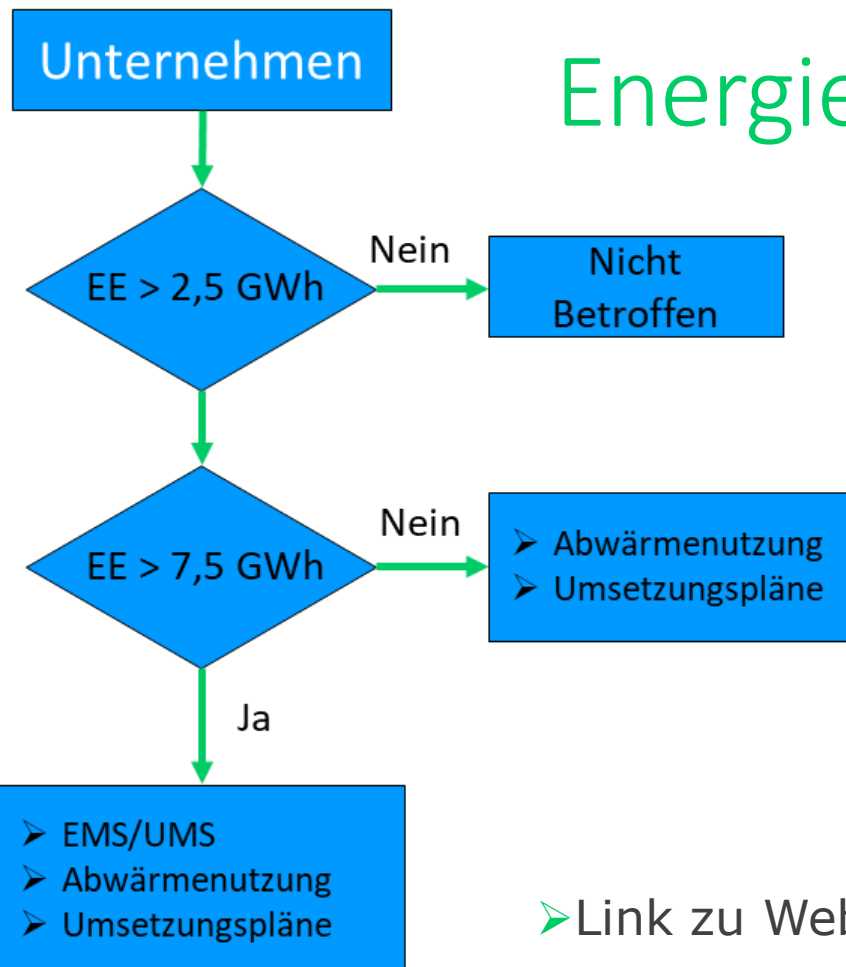




Energieeffizienzgesetz - EnEfg



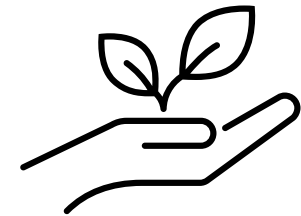
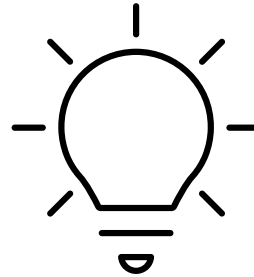
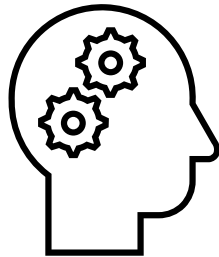
Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland
(Energieeffizienzgesetz - EnEfg)



➤ 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) R132a (A1) R452A (A1)	R32 (A2L) R452B (A2L) R454B (A2L)	R123yf (A2L) R1234ze (A2L) R133ze (A1) R133omzz (A1)	R729: Luft R744: CO ₂ R718: Wasser Edelgase	Kohlenwasserstoffe (A3): R290, R170, R1270, R1150, R600... Ammoniak (B2L)	
	PFAS	Nein (bis auf R23, R32, R152a)				Nein	Nein	
	Abbauprodukte	Trifluoracetat (TFA) (R13) Ausnahmen: R22, R125, R152a				Keine	Keine	
	Klasse	A1	A1	A1/A2L	A1/A2L	A1	B2L/A3	
Wirtschaftlichkeit	Zukunftsfähigkeit/ Risiken	Verbot über F-Gas- Verordnung	Preiserhöhung 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

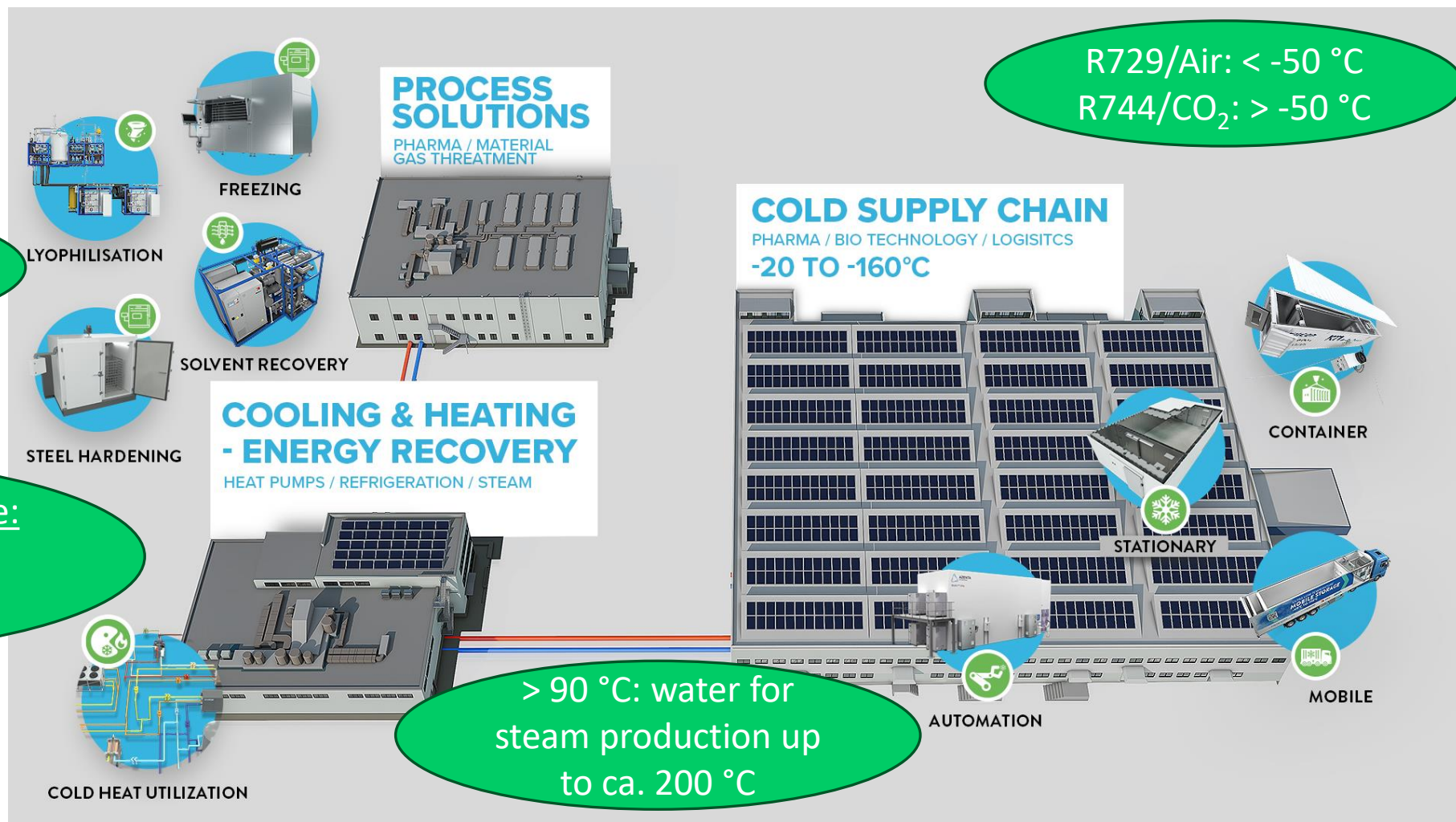
< -50 °C: R729/Air

> -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



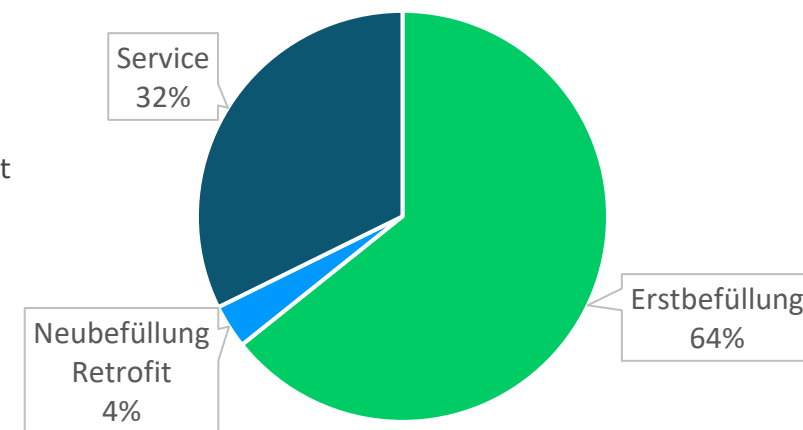


Empfehlung für Neuanlagen / Auswahl von Kältemittel

- 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)



HFKW 2022 in Deutschland in t



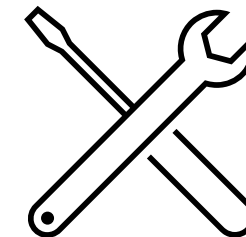
Öko-Recherche (2022)



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



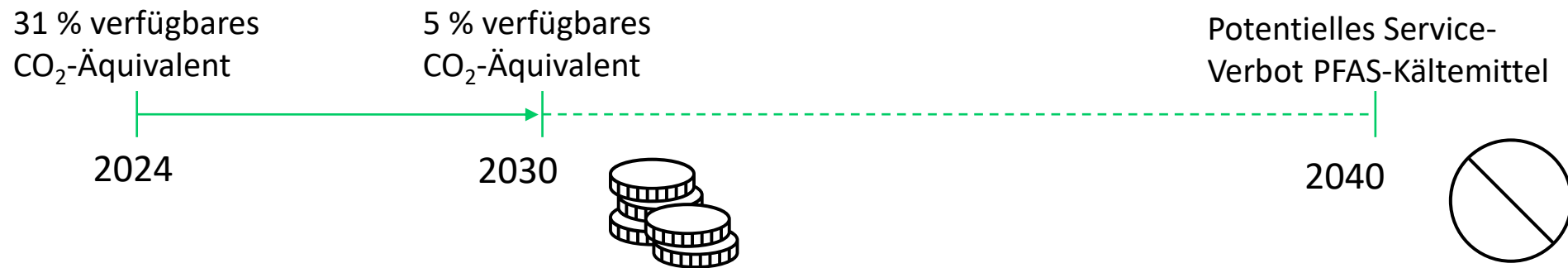
Zusammenfassung

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 Serviceverbotten 12 Jahre nach Inkrafttreten





Fazit

Freedom of Operation

Nur mit langfristig verfügbaren und erlaubten Kältemitteln möglich

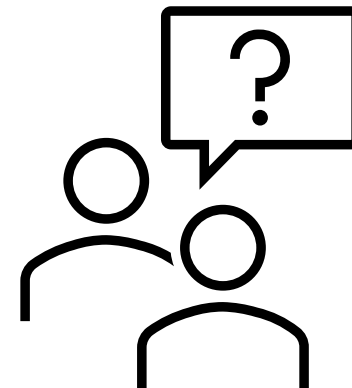
Natürliche Kältemittel ohne unberechenbare Risiken

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	Jahr	Inverkehrbringungsverbot
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.	2025	Start neuer verschärfter Inverkehrbringungsverbote Stufenweise Einführungen bis 2035
2026	Serviceverbot: F-Gase als Frisch-KM mit GWP ≥ 2500 ohne CO ₂ -Äq.-Grenze Bisher nur HFKW ab 40 Tonnen CO ₂ -Äq. Ausnahmen Chiller und Produkte <-50 °C und recyceltes KM	2027	Kühler/Chiller-Anwendung mit Sekundärkreis mit >12 kW und F-Gas GWP ≥750! Ohne Ausnahme für <-50 °C!
2030	<ul style="list-style-type: none"> Ausnahme Service mit recyceltem KM mit GWP ≥2500 entfällt Service für Produkttemperatur <-50 °C weiterhin erlaubt Review der F-Gas-Verordnung 	2030	Kälteanlagen (außer Chiller) mit F-Gas GWP ≥150 Ohne Ausnahme für <-50 °C!
2032	Serviceverbot: Frisch-KM mit GWP ≥ 750 Ausnahmen Chiller und Produkte <-50 °C und recyceltes KM		
2050	Totaler Phase-Out von HFKW-Kältemittel (HFO und natürliche KM nicht betroffen)		