



# EXPO'23

Die Schweizer Kälte-, Klima- & Isolations-Fachmesse



Patrick Goetz  
Visconsil AG

*Kältemittel:*

F-Gase Verordnung / PFAS - Verbote

# Ökologie & Kältemittel



*Kältemittel in älteren Anlagen bauen die Ozonschicht ab*



*Die verwendeten Kältemittel leisten einen Beitrag zum Treibhauseffekt.*



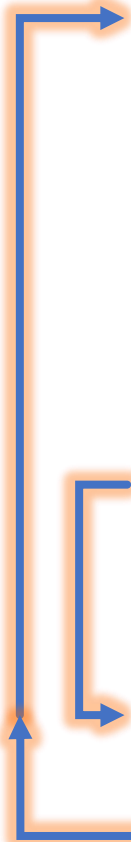
*Schnell abbaubare Kältemittel mit Fluor bilden im Grundwasser TFA. Diese zählt zu den PFAS.*



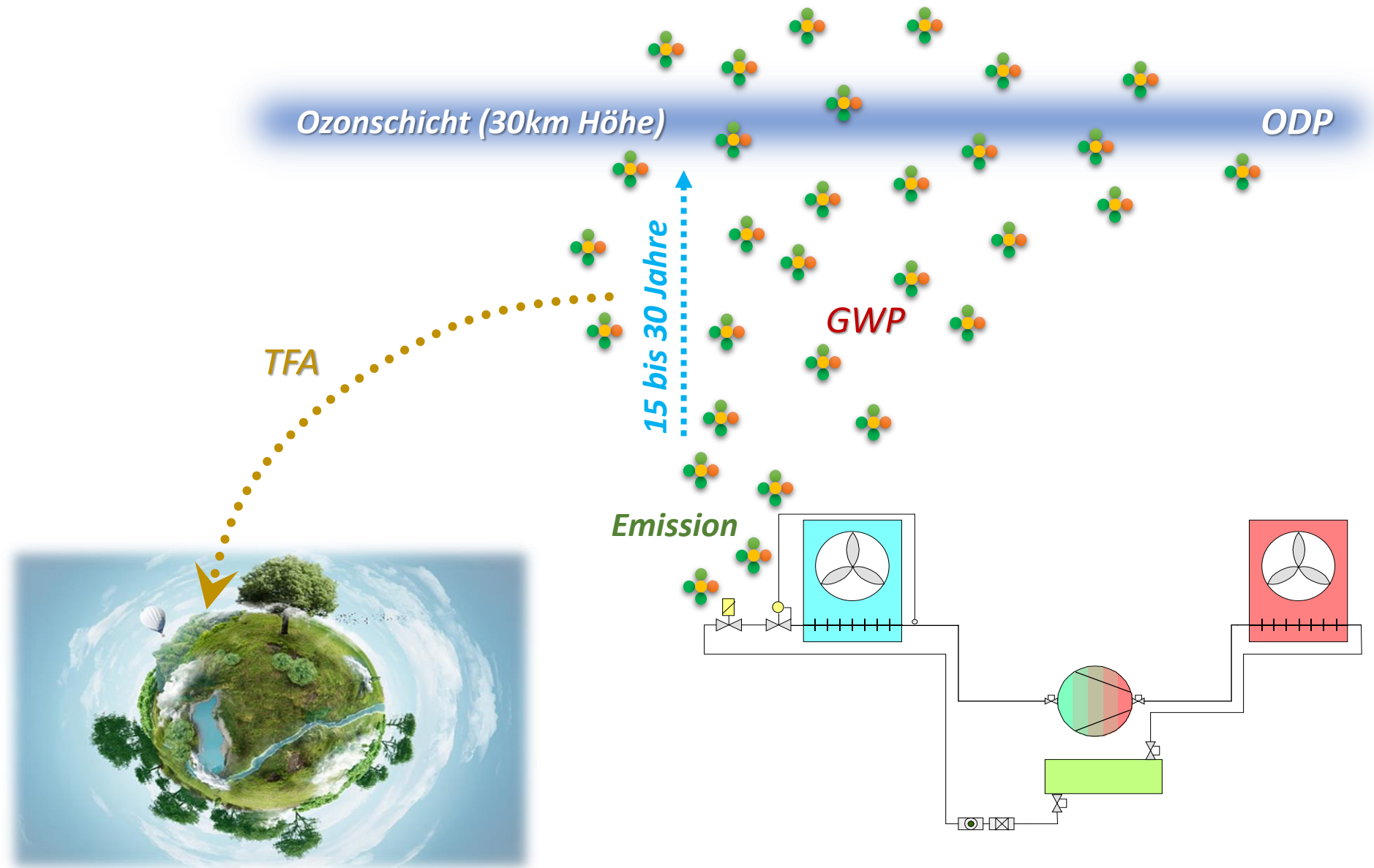
*energetisch schlechte Anlagen konsumieren zu viel Energie.*



*60% der elektrischen Energie werden mit Hilfe fossiler Brennstoffe bereitgestellt.*



# Emission & Verlauf

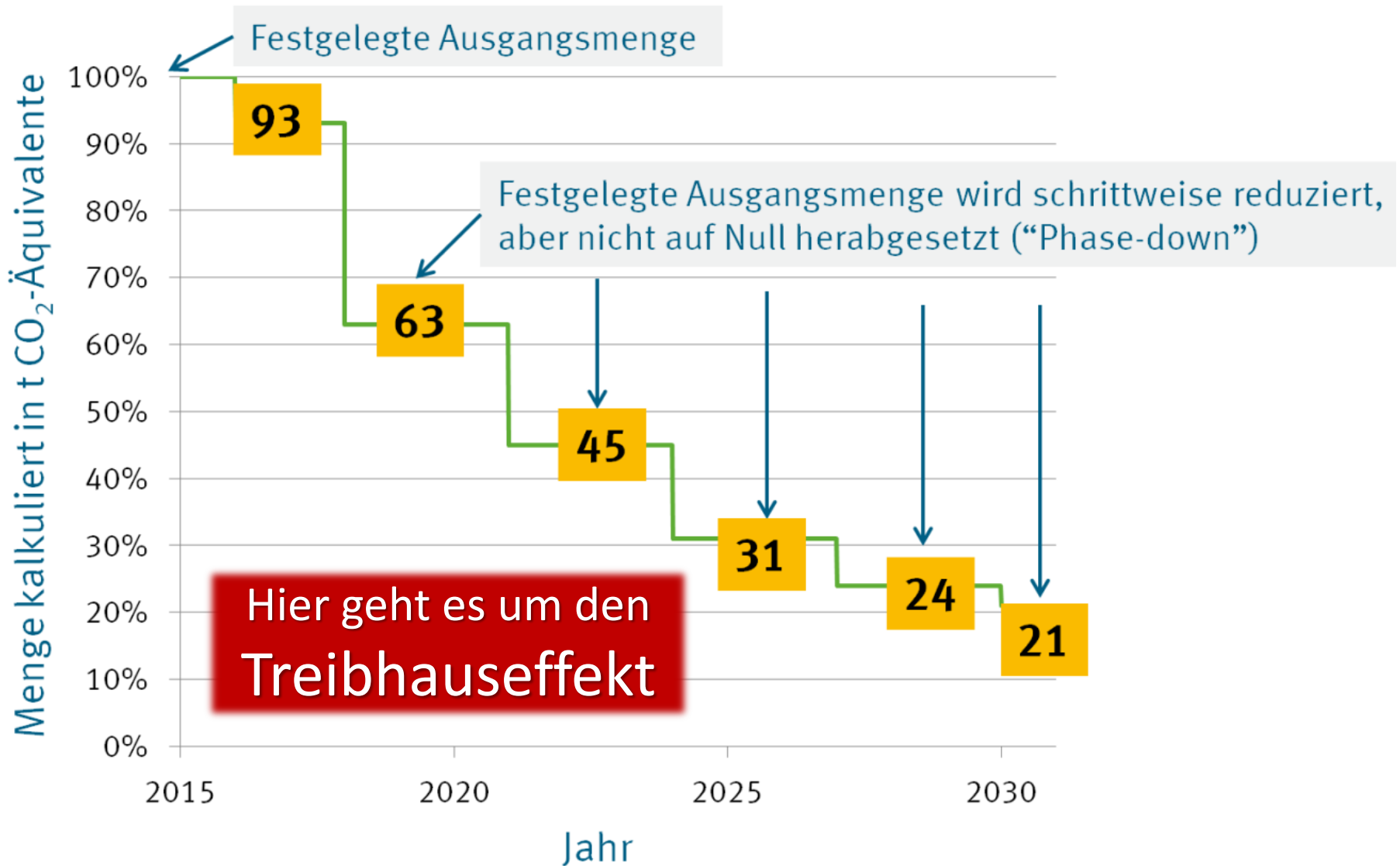


# 2 Probleme:

- **GWP (Treibhauseffekt)**
- **PFAS (forever chemicals)**

*Diese 2 Effekte treten unabhängig voneinander auf, wobei die Kältebranche mit ihren Kältemitteln an beiden beteiligt ist.*

# F - Gase Verordnung EU



# REACH – Verordnung (EU)



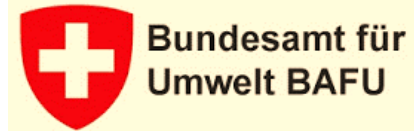
Hier geht es um  
TFA / PFAS

# *Dilemma:*

- **Stabile, langlebige Kältemittel besitzen hohe GWP-Werte, bilden aber weniger schnell TFA (Trifluoracetat).**
- **Weniger stabile, kurzlebige Kältemittel besitzen tiefe GWP-Werte, bilden aber in der Umgebung der Emission schnell TFA.**

# Vorschlag für eine Regelung in der EU

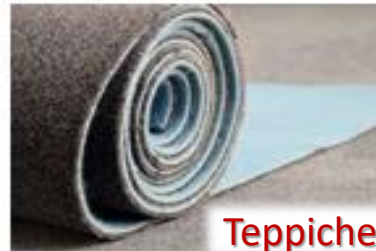
Quelle:



2023: Vorschlag von fünf EU/EWR-Staaten für eine umfassende Beschränkung aller PFAS in der REACH-Verordnung. Betroffene Anwendungsbereiche:



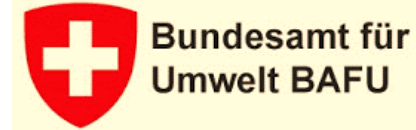
- *Textilien*
- *Löschmittel*
- *Skiwachse*
- *Kosmetika*
- *Lebensmittelverpackung*
- *Kältemittel*
- ...





# Vorschlag für eine Regelung in der EU

Quelle:



2023: Vorschlag von fünf EU/EWR-Staaten für eine umfassende Beschränkung aller PFAS in der REACH-Verordnung. Betroffene Anwendungsbereiche:

## *betroffene Kältemittel (auch in Mischungen):*

- HFC 125
- HFC 134a
- HFC 143a
- HFO 1234yf
- HFO 1234ze(E)
- HFO 1336mzz(E)
- HFO 1336mzz(Z)
- HCFO 1224yd
- HCFO 1233zd(E)

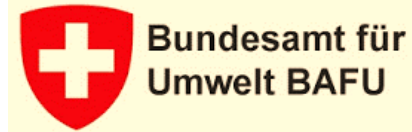
## *nicht betroffene Kältemittel:*

- HFC 32
- HFC 23
- LFR3 (Mischung aus : CO<sub>2</sub> / R32 / R1132A)
- R 290
- R 717
- R 744
- ...

# Vorschlag für eine Regelung in der EU

Quelle:

2023: Vorschlag von fünf EU/EWR-Staaten für eine umfassende Beschränkung aller PFAS in der REACH-Verordnung. Betroffene Anwendungsbereiche:



*Übergangsfristen für das Inverkehrbringen von Kältemitteln (ab Inkrafttreten der Regelungen):*

- |  |            |
|--|------------|
| • alle Anwendungen:  | 1.5 Jahre  |
| • Tieftemperaturkühlung < -50°C:   | +5 Jahre   |
| • Transportkühlung und Klimaanlage in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor:  | +5 Jahre   |
| • gekühlte Zentrifugen, Test- und Messeinrichtungen im Labor:  | +12 Jahre  |
| • Wartung und Nachfüllung bestehender Anlagen ohne Drop-In:  | +12 Jahre  |
| • Anlagen in Gebäuden, für welche ohne PFAS-Kältemittel die Sicherheitsnormen nicht eingehalten werden können: | unbegrenzt |

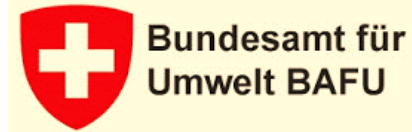
Anfang des Jahres 2023 hat eine Achse aus fünf europäischen Ländern – Deutschland, den Niederlanden, Norwegen, Schweden und Dänemark – einen gemeinsamen Beschränkungsvorschlag für PFAS-haltige Stoffe im Rahmen der europäischen **REACH**-Verordnung eingereicht.

Die vorgeschlagene umfassendere Definition würde praktisch alle HFKW- und HFO-Kältemittel umfassen. Da die Verhandlungen zu den Regelungen kurz vor dem Abschluss stehen, fordern sieben führende Verbände und Verbände Deutschlands, darunter der Bundesindustrieverband BIV und der Unternehmerverband VDKF, eine Ausnahmeregelung für PFAS-haltige F-Gase und eine unbefristete Ausnahmeregelung für fluorierte Kältemittel im Servicebereich und Wartungszwecke.



# EU → Schweiz

Quelle:

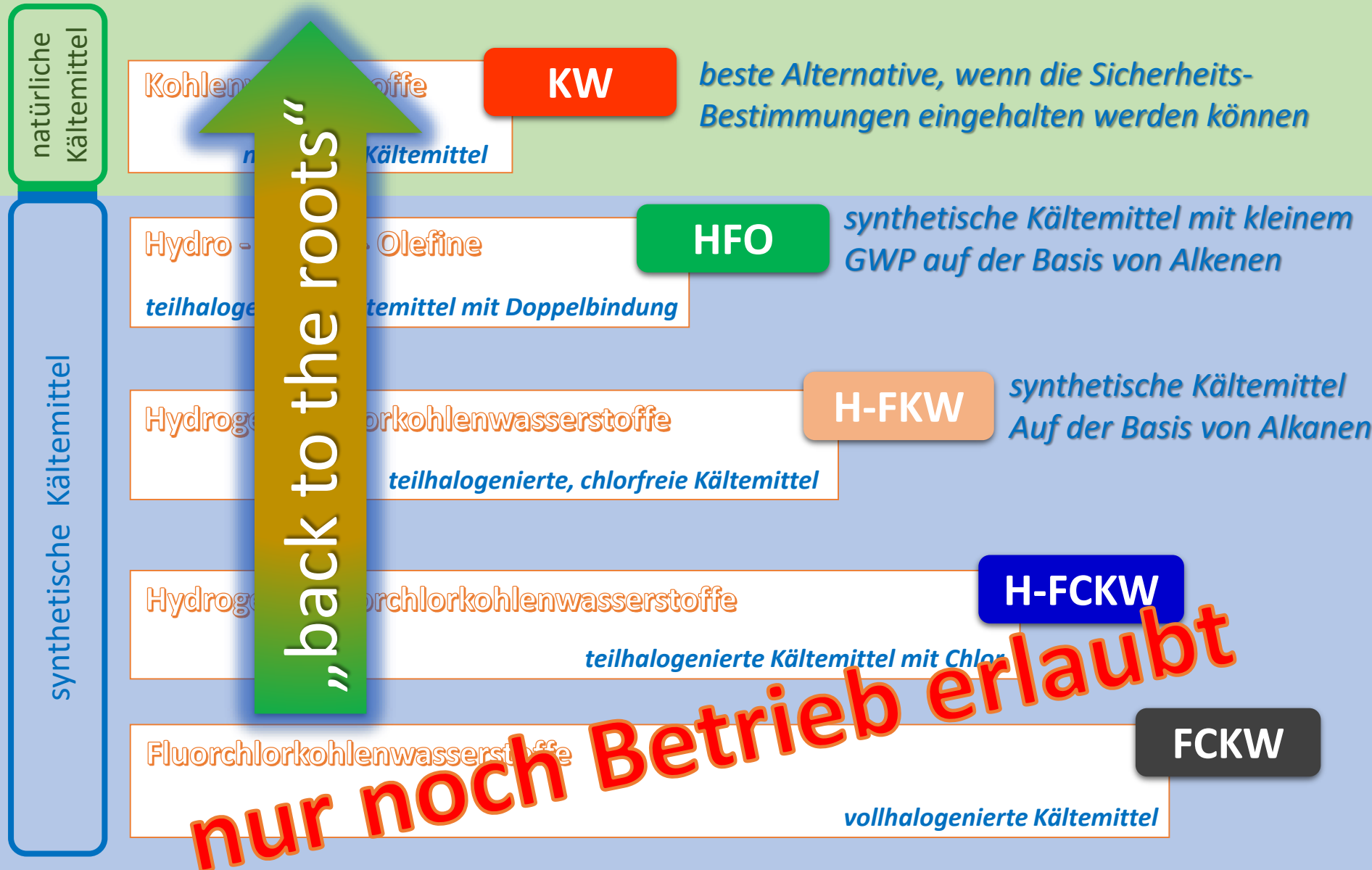


- Vorschlag umfassende PFAS-Beschränkung (Februar 2023)
- Öffentliche Vernehmlassung (März – September 2023)
- . . . .



Das BAFU verfolgt eng die aktuelle fachliche Diskussion sowie die einschlägigen rechtlichen Entwicklungen im EU-Raum und wird zu gegebener Zeit die Regulierung in der Schweiz überprüfen.

# Einteilung organischer Kältemittel



# Kältemittelfamilien

natürliche Kältemittel

synthetische Kältemittel

anorganische  
Stoffe

organische  
Stoffe

organische  
Stoffe

Ammoniak  
( $NH_3$  / R717)

Kohlendioxid  
( $CO_2$  / R744)

Wasser  
( $H_2O$  / R718)

Kohlen-  
Wasserstoffe

Alkane  
Propan (R290)  
Isobutan (R600a)

Alkene  
Propylen (R1270)

<del>FCKW</del>	<del>R11 / R12 / R502 / etc.</del>
<del>H-FCKW</del>	<del>R22 / R401A / R408A / etc.</del>
H-FKW	R134a / R404A / R448A / etc.
HFO	R1234yf / R1234ze / R1233zd R1336mz / etc.

# F-Gase & REACH Verordnung

## F-Gase Verordnung

*Das „Phase-down“-Szenario ist soweit bekannt, gewisse Anpassungen können noch stattfinden.*

H-FKW

## REACH Verordnung

*Absprachen und Verhandlungen laufen, Aussagen können daher nur die Tendenz aufzeigen.*

HFO

# Life cycle climate performance

*Folgende Angaben fließen in die Bestimmung des LCCP ein:*

- Entwicklung des Produkts
- Herstellung des Produkts
- Vertrieb des Produkts
- Montage des Produkts
- Betrieb des Produkts
- direkte Emissionen durch Betriebsstoffe
- Energiebedarf während Lebensdauer
- Reparaturen des Produkts
- Rückbau des Produktes
- Entsorgung / Recycling der Roh- und Betriebsstoffe

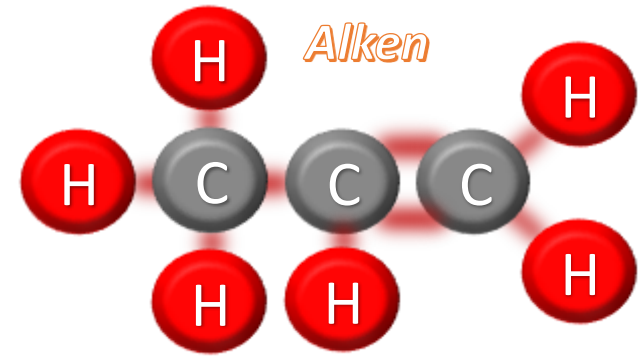
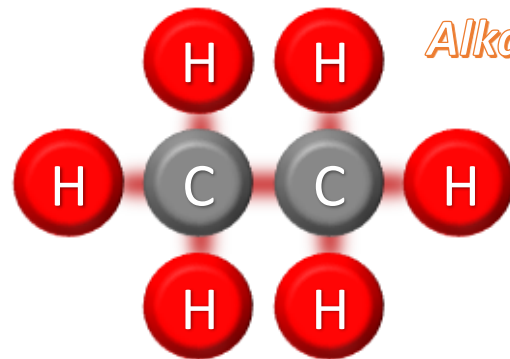
**so einfach wie möglich  
so kompliziert wie nötig**



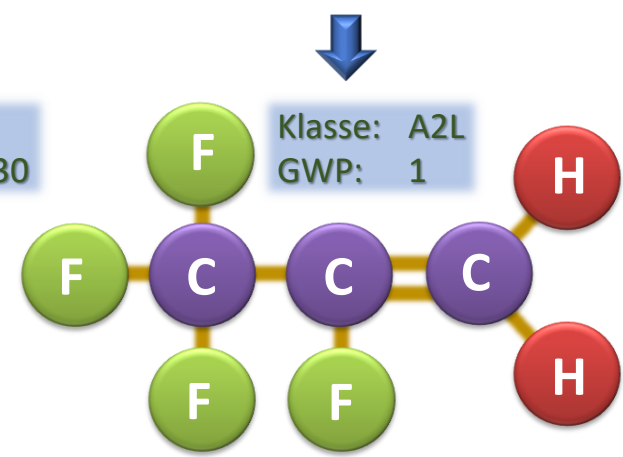
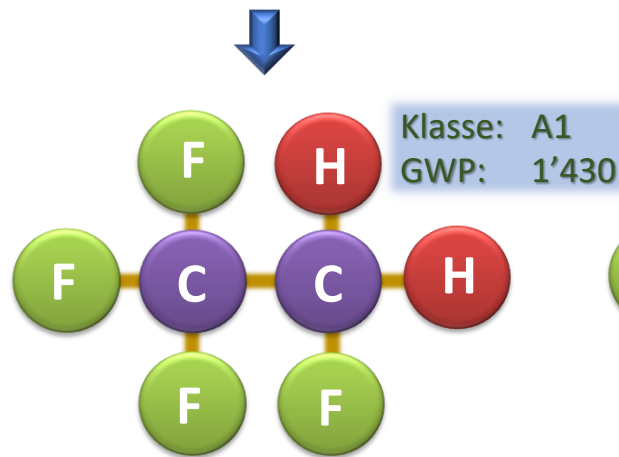


# Kältemittelmischungen

*Ausgangsstoff KW*



1. *Schritt: Chemie*  
*Bildung eines Derivates*



2. *Schritt: Physik*  
*Mischen der Komponenten*



# COP des inneren Verhaltens

## thermodynamische Verbesserungen

$t_c = 40^\circ\text{C}$   
 $t_o = -10^\circ\text{C}$   
 $dT_u = 5\text{K}$   
 $n_i = 0,7$

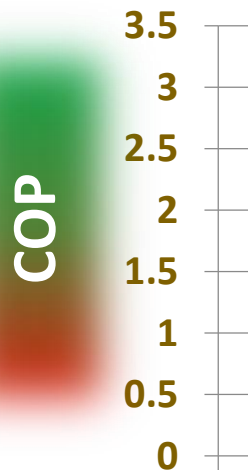
**Prozess mit R134a: COP = 2,83**

**Prozess mit R744: COP = 1.82 (einstufige Entspannung)**

**Prozess mit R744: COP = 1.81 (zweistufige Entspannung)**

**Prozess mit R744: COP = 2,12 (Parallelverdichtung)**

**Prozess mit R134a: COP = 3,08 (Parallelverdichtung)**



# innerer & äusserer COP / JAZ

- 1: transkritischer Prozess
- 2: unterkritischer Prozess

**JAZ** (Mittelwert COP äusseres Verhalten)

*nicht massstäbliche Veranschaulichung*

thermodynamische Verbesserungen

