



# Kältemittel der Zukunft - Regelungen, Chancen und Herausforderungen

Lukas Gasser  
Ressortleiter Normen und Technik, FWS

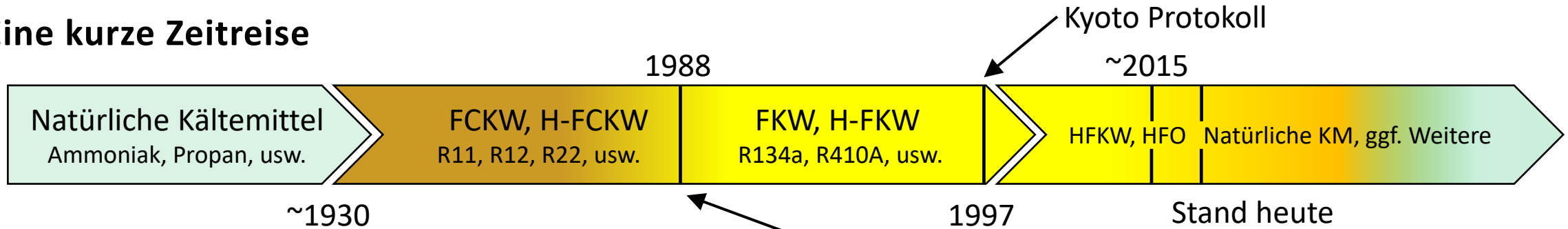
Swissbau, Basel  
18. Januar 2024

# Kältemittel der Zukunft – Regelungen, Chancen und Herausforderungen

- **Hintergrund und Motivation**
- **Aktuelle Revision ChemRRV Verordnungspaket Frühling 2024**
- **Weiteres Vorgehen ChemRRV nach Verordnungspaket Frühling 2024**
- **PFAS – Erklärungen und Relevanz**
- **Kältemittel der Zukunft – wohin geht es?**
- **Herausforderungen für die Branche**
- **Konzept Kompetenzvermittlung Kältesysteme und Wärmepumpen mit brennbaren Kältemitteln**

# Hintergrund und Motivation

## Eine kurze Zeitreise



**Kältemittel können Umweltschäden verursachen:**

- Ozonschicht (ODP)
- Treibhauseffekt (GWP)
- Oberflächengewässer

**Kältemittel bergen Gefahrenpotenziale für Betreiber:**

- Brennbarkeit
- Giftigkeit

## Montreal Protokoll

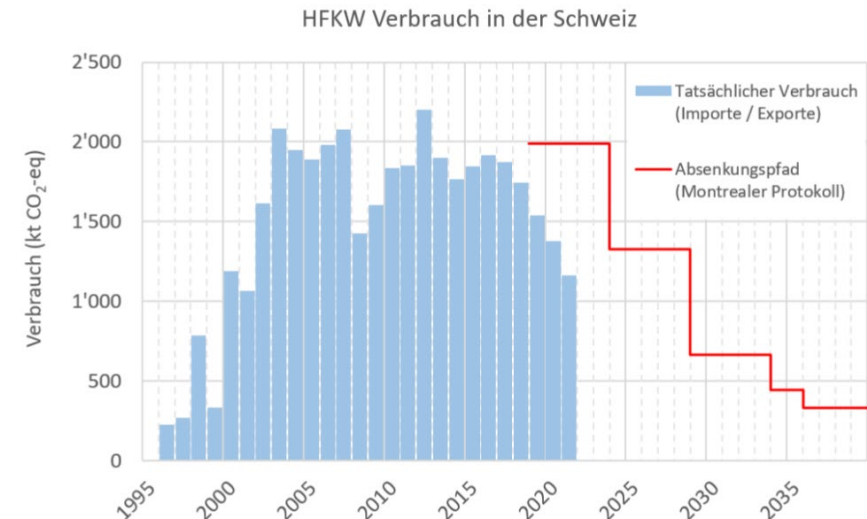


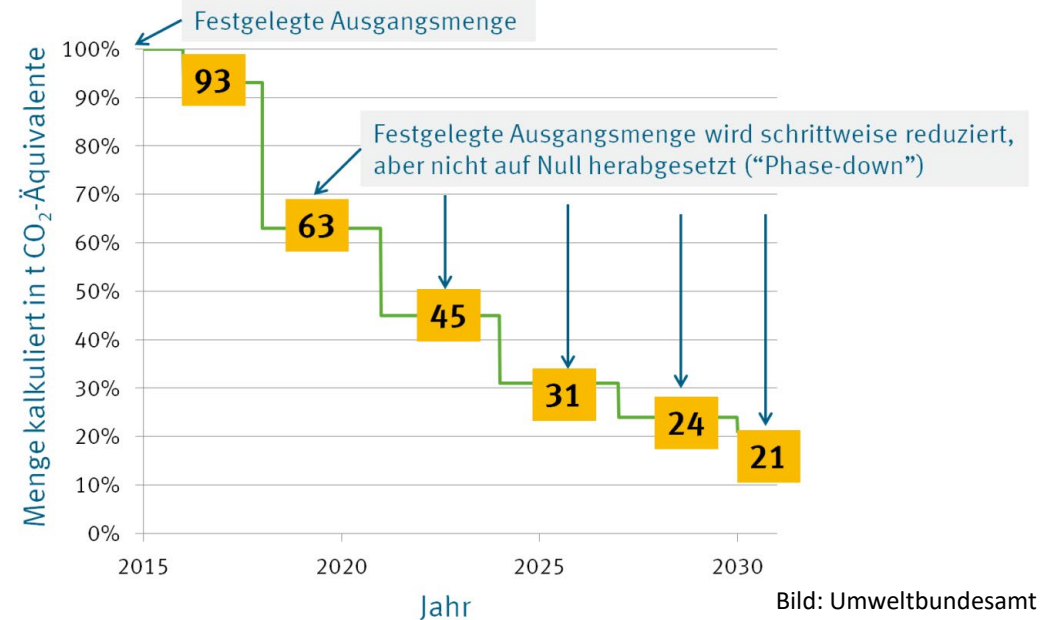
Bild: Henry Wöhrnschimmel, BAFU

# Hintergrund und Motivation

## Internationale Abkommen und nationale Regelungen

### Internationale Abkommen – F-Gase-Verordnung

- Aktuell in Verhandlung



### Internationale Abkommen – PFAS Verbot im Rahmen der REACH Verordnung

- Vorgeschlagenes PFAS-Beschränkungsverfahren im Rahmen der EU-Chemikalienverordnung REACH

# Hintergrund und Motivation

## Internationale Abkommen und nationale Regelungen

### Nationale Regelungen – Anhang 2.10 Chemikalien Risikoreduktions-Verordnung ChemRRV

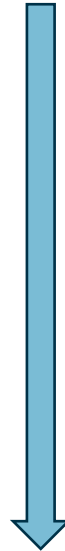
**814.81**

**Verordnung  
zur Reduktion von Risiken beim Umgang  
mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen,  
Zubereitungen und Gegenständen  
(Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV)**

vom 18. Mai 2005 (Stand am 1. Juni 2024)

---

*Der Schweizerische Bundesrat,*  
gestützt auf die Artikel 2 Absatz 4, 19, 22 Absatz 2, 24, 38, 39 Absatz 2, 44  
Absatz 2, 45 Absätze 2 und 5 sowie 46 Absatz 1 des Chemikaliengesetzes  
vom 15. Dezember 2000<sup>1</sup> (ChemG),  
auf die Artikel 27 Absatz 2, 29, 30a, 30b, 30c Absatz 3, 30d, 32a<sup>bis</sup>, 38 Absatz 3,  
39 Absätze 1 und 1<sup>bis</sup>, 41 Absatz 3, 44 Absätze 2 und 3, 46 Absätze 2 und 3  
sowie 48 Absatz 2 des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983<sup>2</sup> (USG),  
auf die Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe c, 27 Absatz 2 und 48 Absatz 2  
des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991<sup>3</sup>,  
auf Artikel 15 Absätze 4 und 5 des Lebensmittelgesetzes vom 20. Juni 2014<sup>4</sup>  
und auf Artikel 56 Absatz 2 des Energiegesetzes vom 30. September 2016<sup>5</sup> (EnG),  
in Ausführung des Bundesgesetzes vom 6. Oktober 1995<sup>6</sup>  
über die technischen Handelshemmnisse,<sup>7</sup>



#### Vorgehen bei Revisionen:

- Arbeitsgruppe: regelmässige Überprüfung des Standes der Technik von Anlagen mit Kältemitteln
- BAFU: Entwurf für Anpassung von Anhang 2.10 der ChemRRV
- Übrige Bundesämter: Konsultation
- Öffentlichkeit Vernehmlassung
- Bundesrat: Beschluss einer revidierten Verordnung

# Aktuelle Revision ChemRRV Verordnungspaket Frühling 2024

## Zeitplan

- Vernehmlassung abgelaufen per 6. Oktober 2023
- Bundesratsbeschluss voraussichtlich im April 2024
- Inkrafttreten voraussichtlich per 1. Januar 2025 (1. Januar 2027)

## Übersicht der neuen Massnahmen

- Das Inverkehrbringen von Geräten und Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln wird weiter eingeschränkt  
**Wärmepumpen: Verbot Inverkehrbringung von Monosplit-Wärmepumpen mit einer Füllmenge von weniger als 3 kg und einem Treibhauspotenzial (GWP) von 750 oder mehr per 1. Januar 2025**
- Verschärfung Nachfüllverbot  
 Nachfüllen von Kältemitteln mit Treibhauspotenzial (GWP) > 2500 nur noch rezyklierte Kältemittel (Ab 2030 ganz verboten)
- Anforderung Leckageerkennungssysteme  
 Anlagen mit einer Füllmenge > 500 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent

# Weiteres Vorgehen ChemRRV nach Verordnungspaket Frühling 2024

## Nach Abschluss F-Gase-Verordnung

- Umfassende Revision der Regelungen der ChemRRV zu Wärmepumpen
- Möglichst Angleichung der ChemRRV an F-Gase-Verordnung

Auszug aus dem Entwurf der neuen F-Gase Verordnung der EU, Stand 19.10.2023

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Monoblock Wärmepumpe < 12 kW			< 150 GWP					Kein F-Gas			
Monoblock Wärmepumpe > 12 kW, < 50 kW			< 150 GWP								
Monoblock Wärmepumpe > 50 kW						< 150 GWP					
Split Wärmepumpe < 3 kg	< 750 GWP										
Split Luft/Wasser-Wärmepumpe < 12 kW			< 150 GWP								Kein F-Gas
Split Luft/Luft-Wärmepumpe < 12 kW					< 150 GWP						Kein F-Gas
Split Luft/Luft-Wärmepumpe > 12 kW					< 750 GWP				< 150 GWP		

## EU-Vorschlag zur Beschränkung von PFAS

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

# PFAS – Erklärungen und Relevanz

## PFAS – per- und polyfluorierte Alkylverbindungen

- Kunststoffzwischenprodukte
- Industrielle Prozessmaterialien
- Abbauprodukte von Pestiziden und Herbiziden
- Abbauprodukte von HFKW und HFO Kältemitteln  
z.B. TFA – Tri-Fluor-Essigsäure
- Potenziell gefährlich für Gesundheit und Umwelt

## Bedeutung PFAS Verbot für HFO R1234yf und weitere Kältemittel

- R1234yf erzeugt grosse Mengen an PFAS (Tri-Fluor-Essigsäure) während dem Abbau in der Atmosphäre
  - Sehr lange in der Natur verbleibend
  - Stört Stoffwechsel – giftig
- Ist der wichtigste Baustein in niedrig-GWP Kältemitteln
- Praktisch alle fluorierten Kältemittel von PFAS-Verbot betroffen



# Kältemittel der Zukunft – wohin geht es?

## Anforderungen an zukünftige Kältemittel

- Ozonabbaupotenzial ODP = 0
- Treibhauspotenzial GWP < 10
- Wenig bis keine umweltschädigenden Abbauprodukte (PFAS Verbot)
- Geringe Giftigkeit und nicht brennbar
- Hohe Energieeffizienz
- Hohe Verfügbarkeit
- Geringer Produktionsaufwand und wenig Produktionsabfälle

## Was bleibt übrig?

- Natürliche Kältemittel
  - Kohlendioxid
  - Ammoniak
  - Kohlenwasserstoffe (Propan, Butan, Isobutan...)
  - Wasser, Luft
- Ggf. ein paar weitere Stoffe

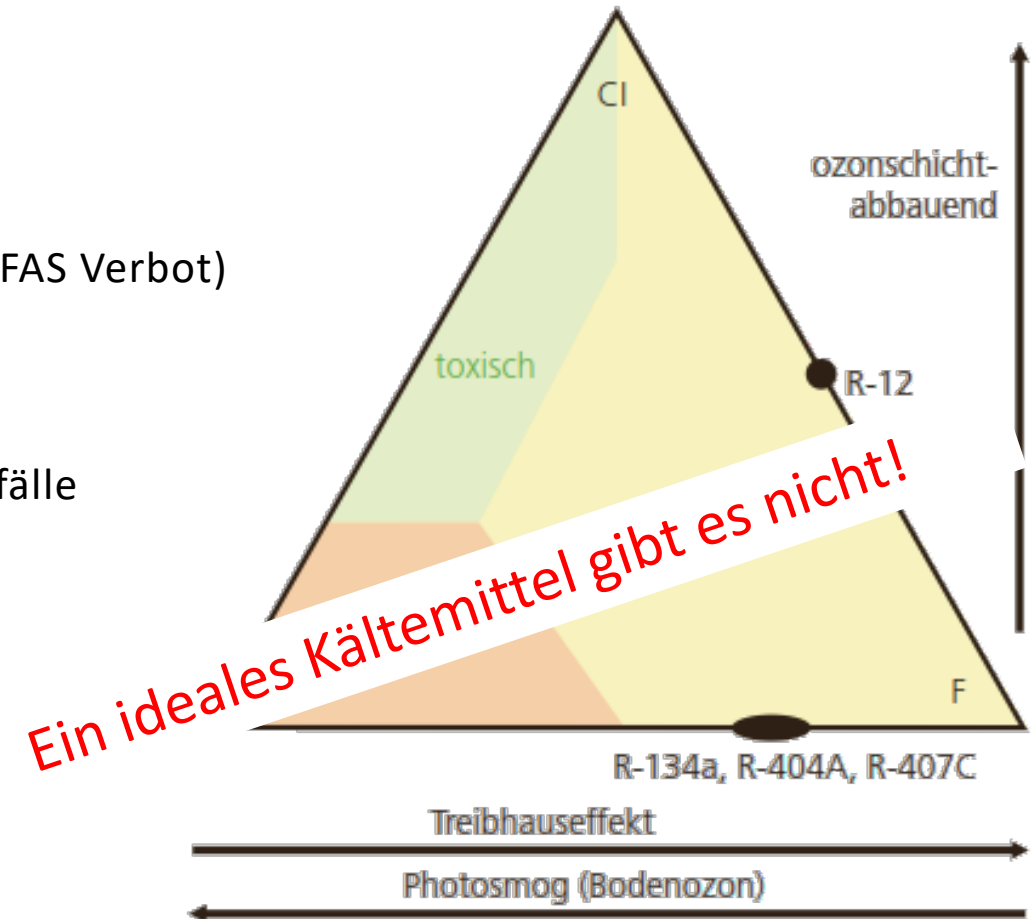
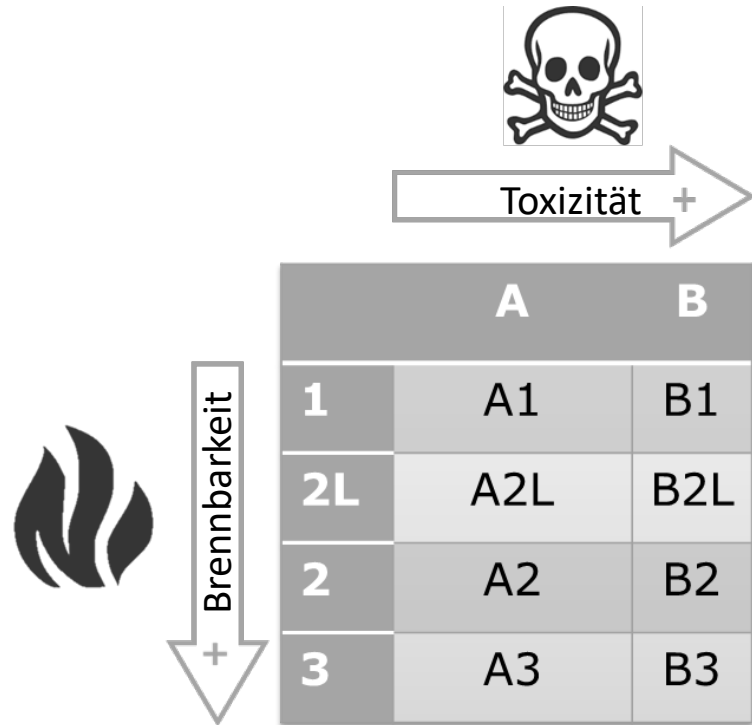


Bild: EnergieSchweiz

# Kältemittel der Zukunft – wohin geht es?

## Internationale Klassifizierung von Kältemitteln



Kältemittel	GWP [1]	Volumenstrom- bezogene Kälteleistung kJ/m <sup>3</sup> [2]	Temperaturbereich einer wirtschaftlichen Abwärmenutzung °C [3]	Praktischer Grenzwert kg/m <sup>3</sup> [4]	Sicherheits- klasse (Seite 16) [5]	Toxizität (ATEL/ODL) [6]	Brennbarkeit (LFL) [7]
-------------	------------	--	--	--	---	--------------------------------	------------------------------

### Synthetische, in der Luft stabile Kältemittel

R32	675	5300	35–45 (max. 55)	0,061	A2L	gering toxisch	schwer entflammbar	
R134a	[9]	1430	2050	30–40 (max. 75)	0,25	A1	gering toxisch	nicht entflammbar
R410A	[9]	2090	4600	30–40 (max. 55)	0,44	A1	gering toxisch	nicht entflammbar
R452B	698	4400	30–40 (max. 55)	0,062	A2L	gering toxisch	schwer entflammbar	
R454B	466	4500	30–40 (max. 55)	0,039	A2L	gering toxisch	schwer entflammbar	
R513A	631	2050	30–40 (max. 75)	0,35	A1	gering toxisch	nicht entflammbar	

### Synthetische, in der Luft nicht stabile Kältemittel

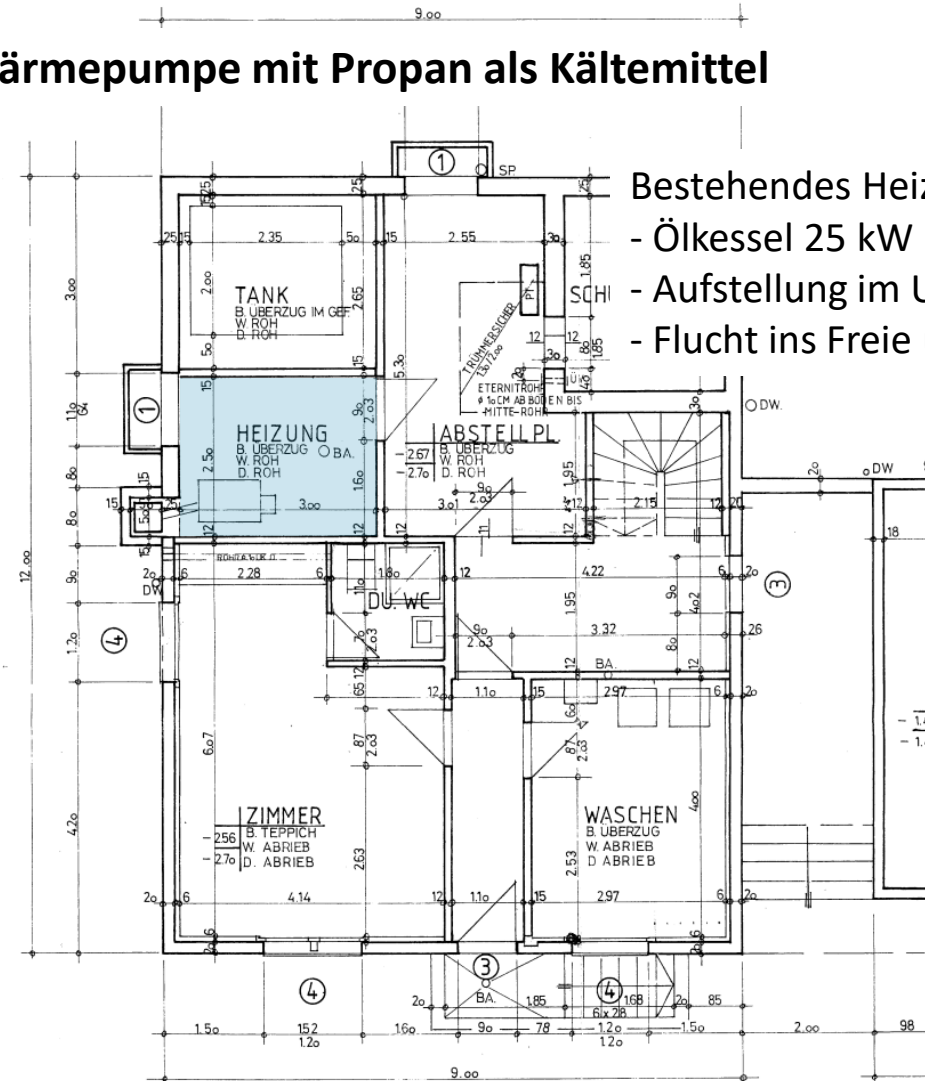
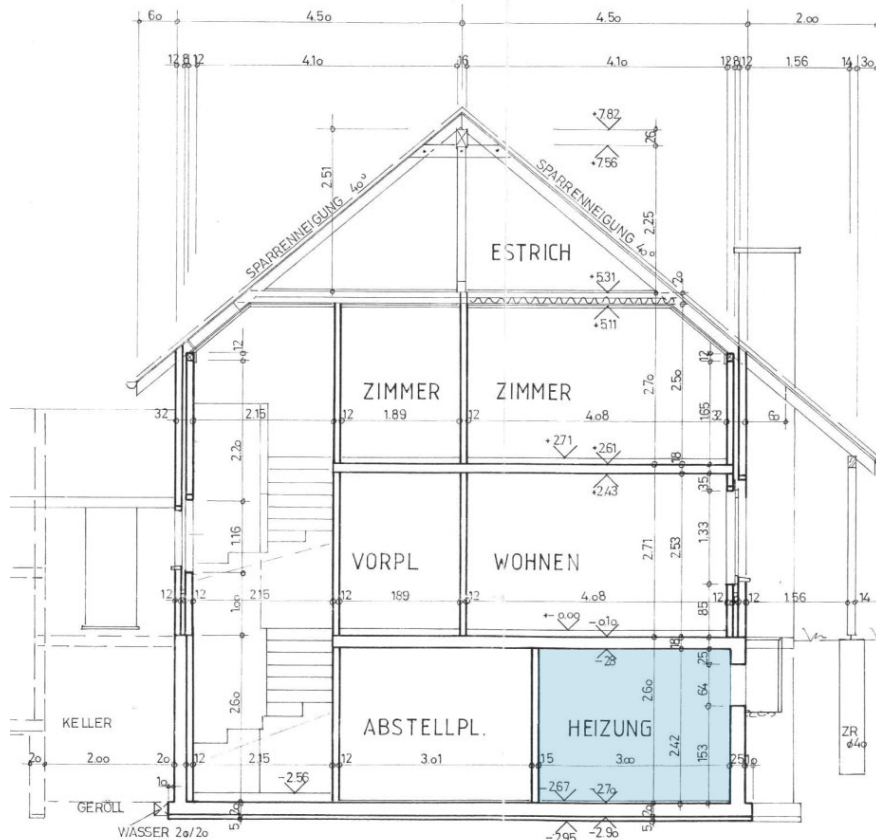
R1234ze	<1	1550	30–40 (max. 85)	0,061	A2L	gering toxisch	schwer entflammbar
R1234yf	<1	1900	30–40 (max. 75)	0,058	A2L	gering toxisch	schwer entflammbar

### Natürliche Kältemittel

R290	Propan	3	2750	30–40 (max. 60)	0,008	A3	gering toxisch	hoch entflammbar
R717	Ammoniak NH <sub>3</sub>	0	3650	30–40 (max. 90)	0,00035	B2L	hoch toxisch	schwer entflammbar
R1270	Propen (Propylen)	3	3350	30–40 (max. 55)	0,008	A3	gering toxisch	hoch entflammbar
R744	CO <sub>2</sub>	1	8500	30–60 (max. 90) [8]	0,1	A1	gering toxisch	nicht entflammbar

# Herausforderungen für die Branche

## Ein Beispiel – Heizungsersatz mit Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Propan als Kältemittel

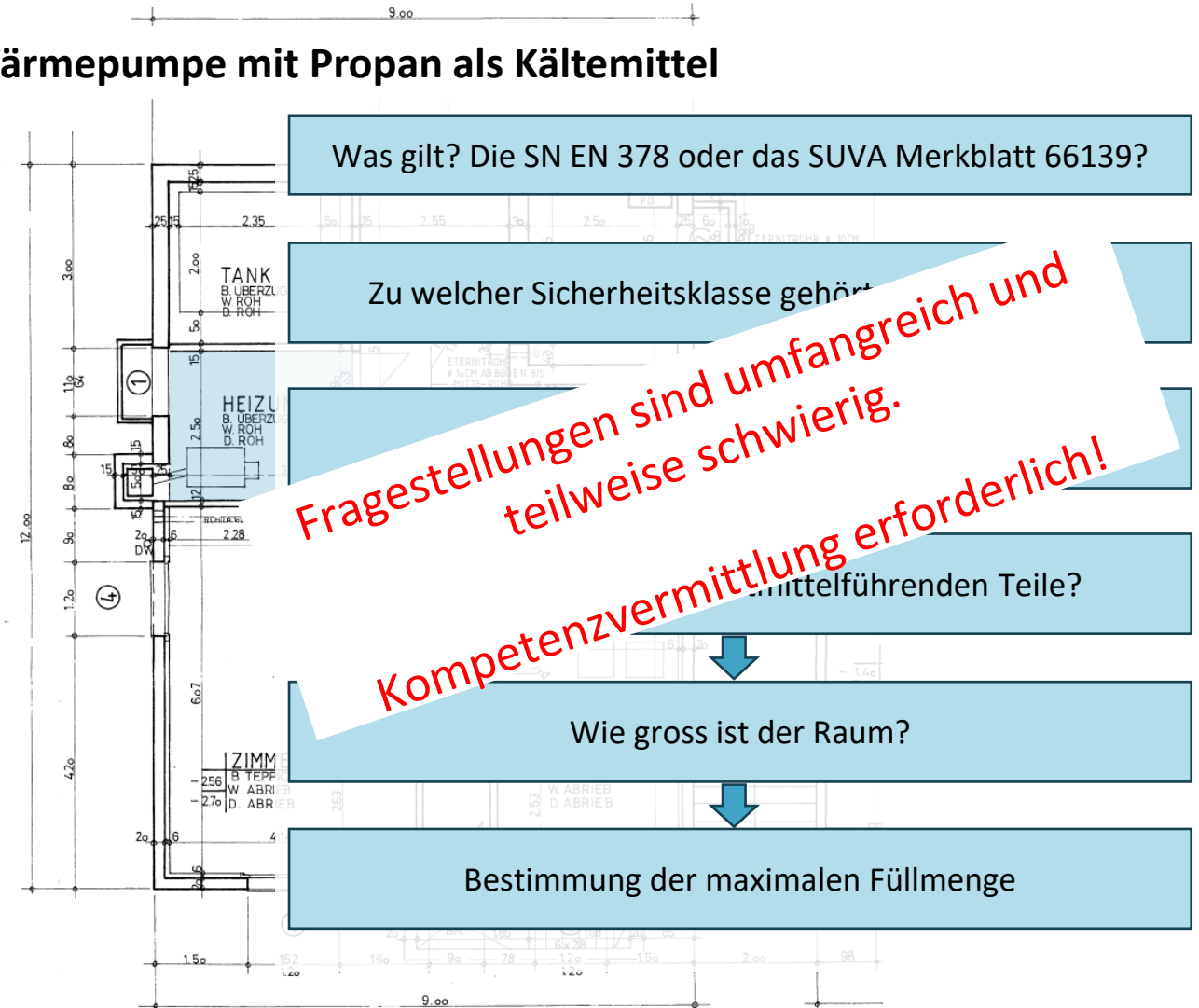
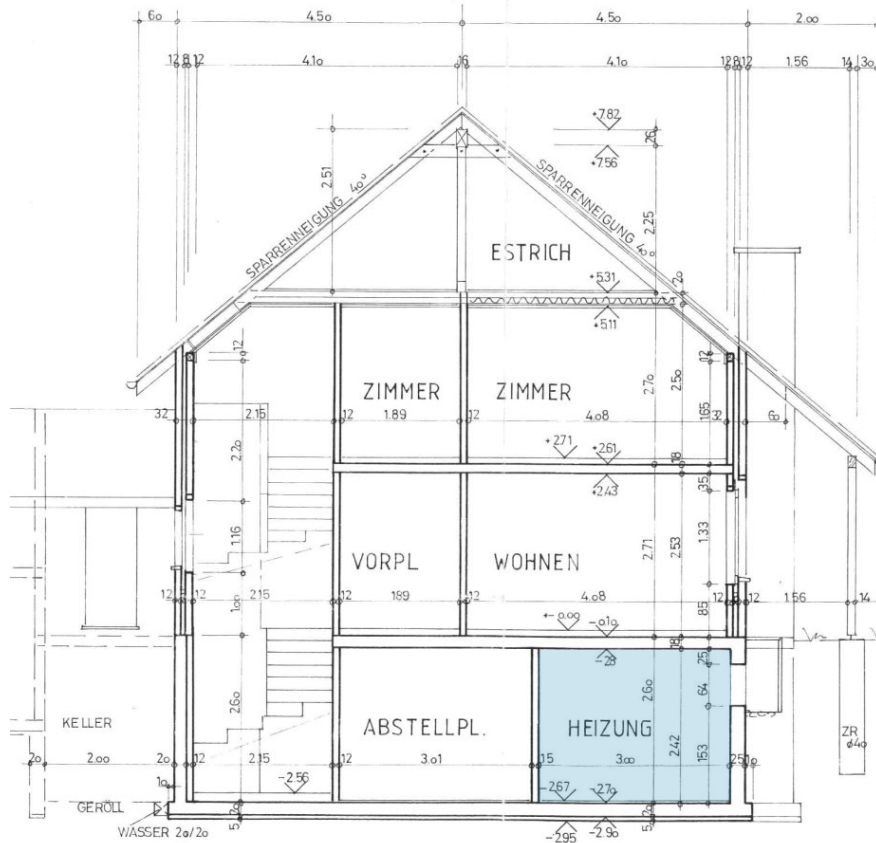


Bestehendes Heizsystem:

- Ölkessel 25 kW
- Aufstellung im UG
- Flucht ins Freie über weiteren Raum

# Herausforderungen für die Branche infolge Brennbarkeit/Giftigkeit zukünftiger Kältemittel

Ein Beispiel – Heizungsersatz mit Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Propan als Kältemittel



Was gilt? Die SN EN 378 oder das SUVA Merkblatt 66139?

Zu welcher Sicherheitsklasse gehört...

...mittelführenden Teile?

Wie gross ist der Raum?

Bestimmung der maximalen Füllmenge

**Fragestellungen sind umfangreich und teilweise schwierig.**  
**Kompetenzvermittlung erforderlich!**

# Konzept Kompetenzvermittlung Kältesysteme und Wärmepumpe mit brennbaren Kältemitteln

In Zusammenarbeit SVK, FWS, GKS und suissetec wurde folgendes Konzept entwickelt

