



Kältemittel der Zukunft - Regelungen, Chancen und Herausforderungen

Lukas Gasser
Ressortleiter Normen und Technik, FWS

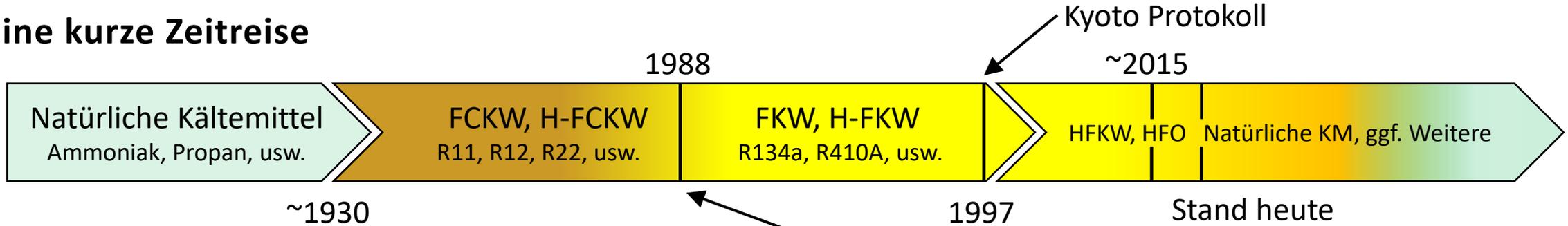
Swissbau, Basel
18. Januar 2024

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

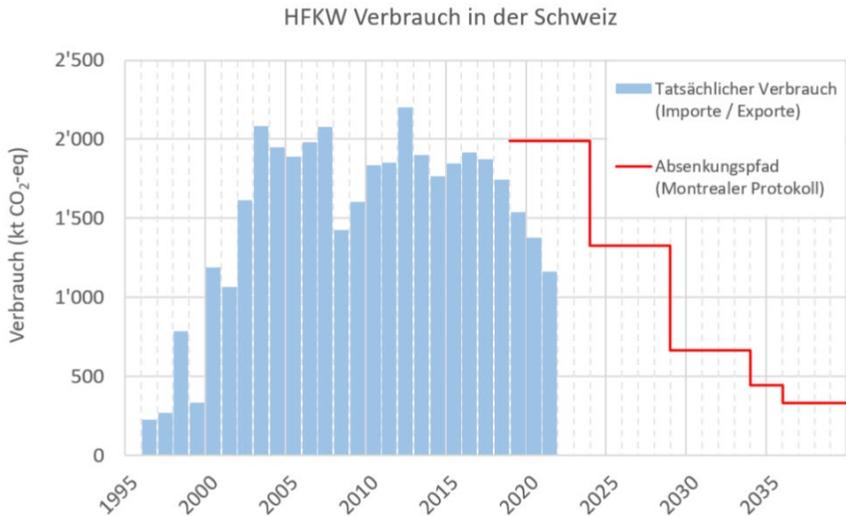


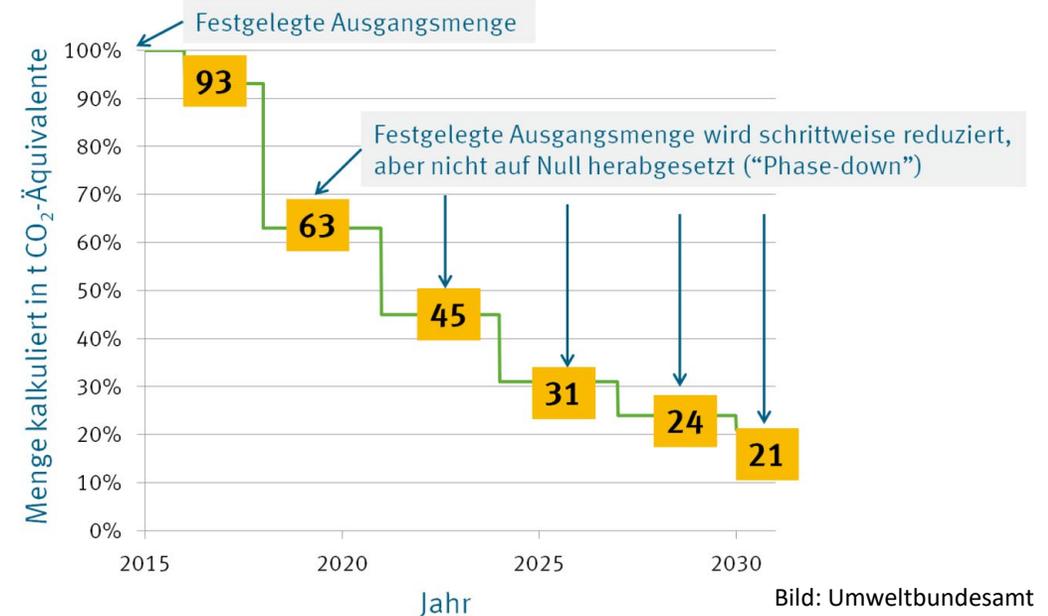
Bild: Henry Wöhrnschimmel, BAFU

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

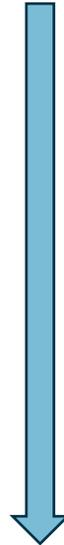
Nationale Regelungen – Anhang 2.10 Chemikalien Risikoreduktions-Verordnung ChemRRV

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 2000¹ (ChemG),
auf die Artikel 27 Absatz 2, 29, 30a, 30b, 30c Absatz 3, 30d, 32a^{bis}, 38 Absatz 3,
39 Absätze 1 und 1^{bis}, 41 Absatz 3, 44 Absätze 2 und 3, 46 Absätze 2 und 3
sowie 48 Absatz 2 des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983² (USG),
auf die Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe c, 27 Absatz 2 und 48 Absatz 2
des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991³,
auf Artikel 15 Absätze 4 und 5 des Lebensmittelgesetzes vom 20. Juni 2014⁴
und auf Artikel 56 Absatz 2 des Energiegesetzes vom 30. September 2016⁵ (EnG),
in Ausführung des Bundesgesetzes vom 6. Oktober 1995⁶
über die technischen Handelshemmnisse,⁷



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 CO₂-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

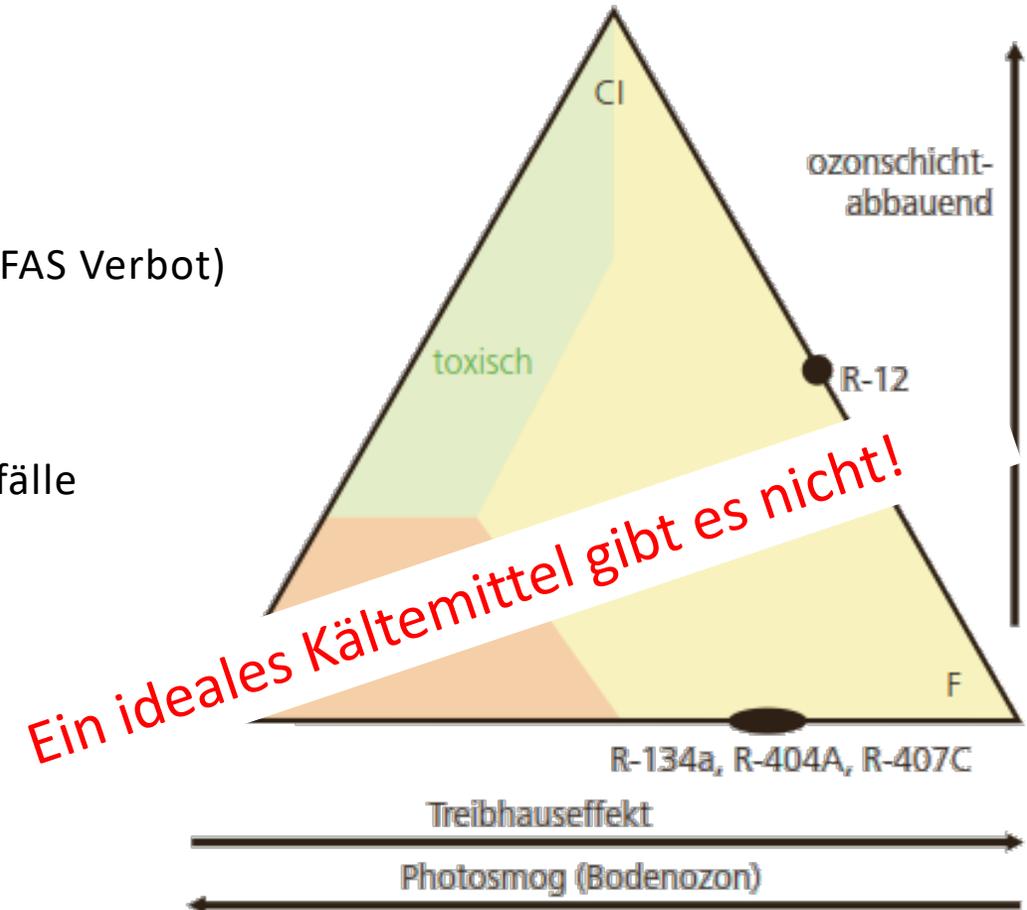
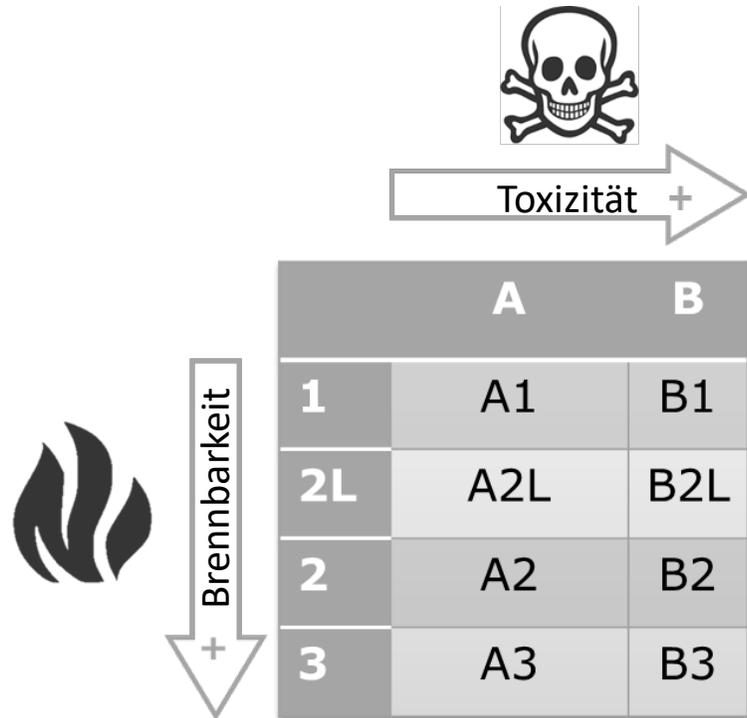


Bild: EnergieSchweiz

Kältemittel der Zukunft – wohin geht es?

Internationale Klassifizierung von Kältemitteln



| Kältemittel | GWP [1] | Volumenstrom- bezogene Kälteleistung kJ/m ³ [2] | Temperaturbereich einer wirtschaftlichen Abwärmenutzung °C [3] | Praktischer Grenzwert kg/m ³ [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 | nicht entflammbar |
| R410A | [9] | 2090 | 4600 | 30–40 (max. 55) | 0,44 | A1 | 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

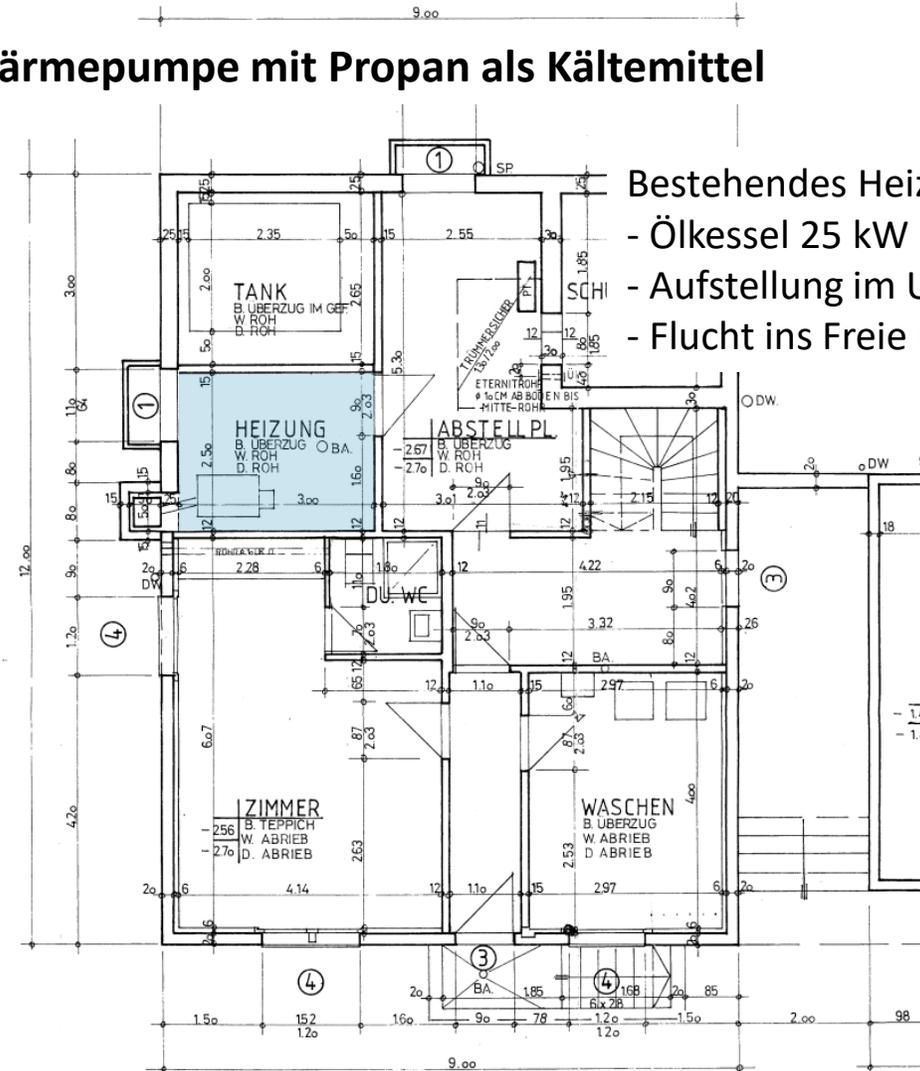
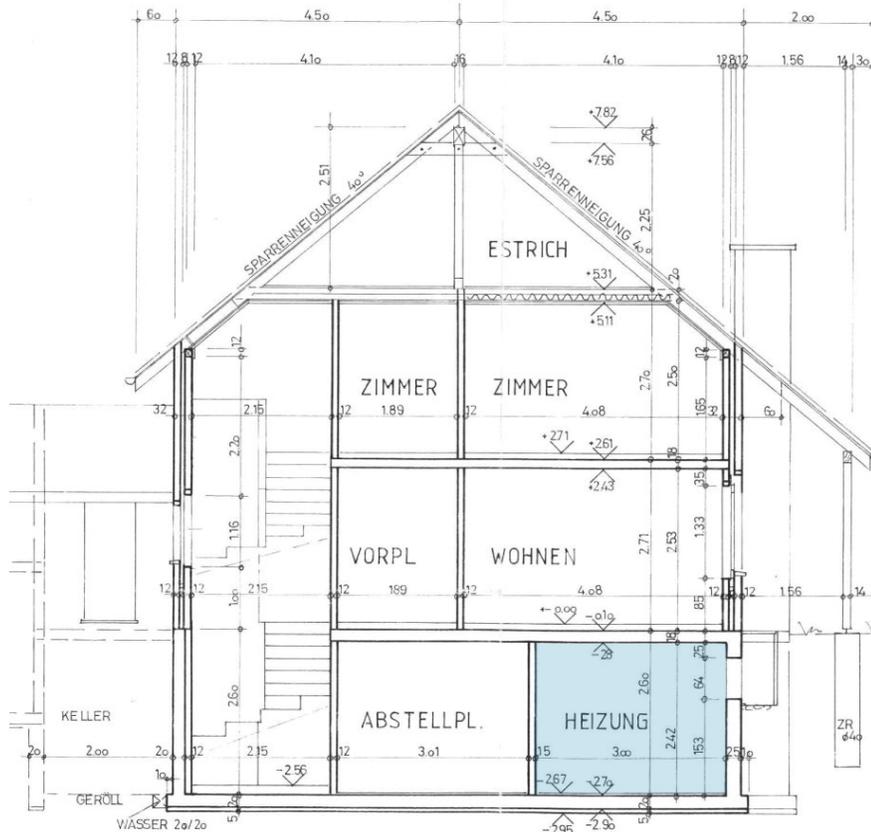
| | | | | | | | |
|---------|----|------|-----------------|-------|-----|----------------|--------------------|
| R1234ze | <1 | 1550 | 30–40 (max. 85) | 0,061 | A2L | gering toxisch | schwer entflammbar |
| R1234yf | <1 | 1900 | 30–40 (max. 75) | 0,058 | A2L | gering toxisch | schwer entflammbar |

Natürliche Kältemittel

| | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|---|------|---------------------|---------|-----|----------------|--------------------|
| R290 | Propan | 3 | 2750 | 30–40 (max. 60) | 0,008 | A3 | gering toxisch | hoch entflammbar |
| R717 | Ammoniak NH ₃ | 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 ₂ | 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

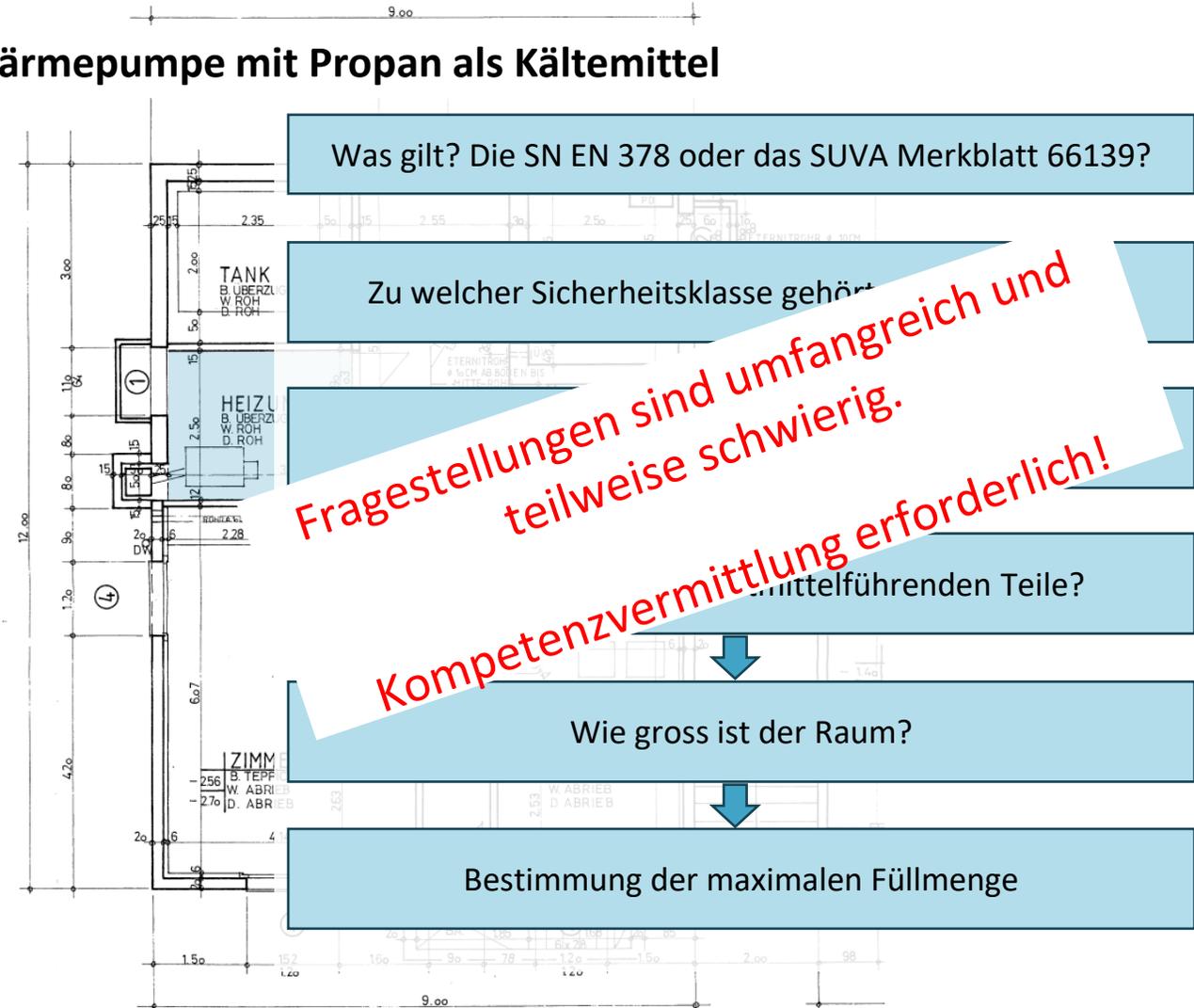
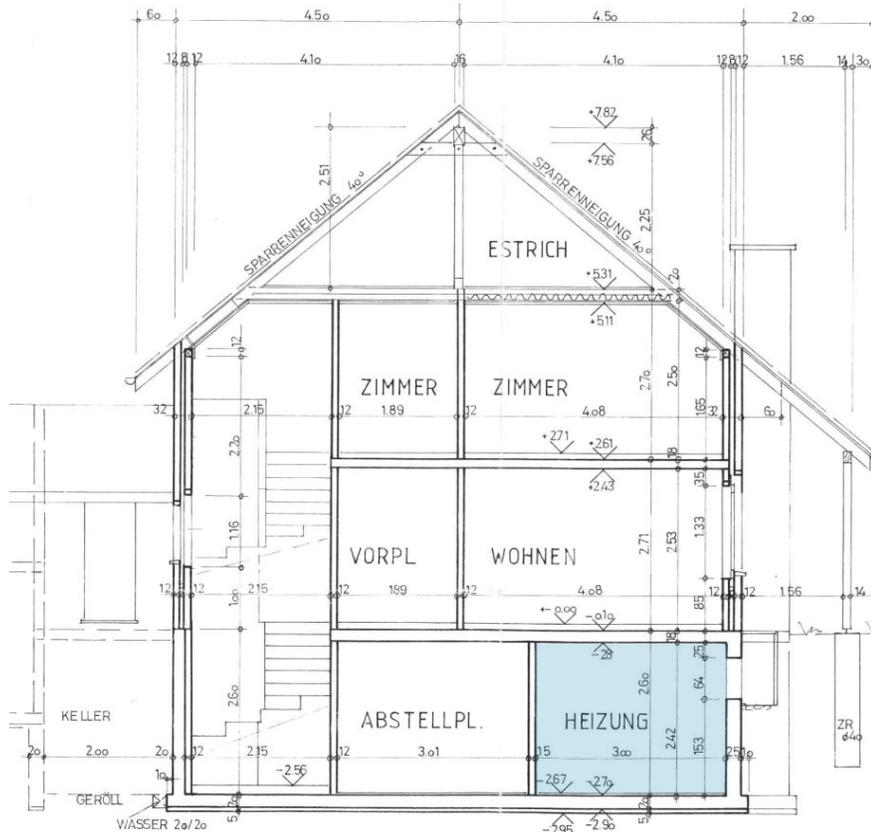


Bestehendes Heizsystem:

- 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

