

FWS-Tagung „WP-/EWS-Technik Update 2023“
vom 16. November 2023



Natürliche Kältemittel

TCA Thermoclima
Benjamin Saxer
Sven Schönenberger



Inhalt

- **Rückblick und aktuelle Herausforderungen**

- Historische Betrachtung der Kältemittel
- Die wichtigsten Kältemittel in der Übersicht
- Stand der Technik

- **Praxis**

- Beispiele aus der Praxis

- **Ausblick und was auf uns zukommt**

- Die wichtigsten Normen und Richtlinien in Bezug auf Kältemittel
- Was ist zu beachten (Planer/Installateure und Servicetechniker)
- Schulungen, Tools und Arbeitshilfen



Was uns die Geschichte lehrt... lehren kann!

	Ab 1755	Ab 1929	Ab 1988	Ab 2000	Ab 2015
Thema	Technische Machbarkeit	Sicherheit <ul style="list-style-type: none"> • Brennbarkeit • Toxizität 	Ozonloch <ul style="list-style-type: none"> • Chlor (ODP, Ozonabbaupotenzial) 	Erderwärmung <ul style="list-style-type: none"> • GWP (Global Warming Potential) 	Erderwärmung <ul style="list-style-type: none"> • GWP • unbekannte Risiken
Schwerpunkt	Natürliche Kältemittel	FCKW	HFCKW FKW	HFKW Natürliche Kältemittel	HFO Natürliche Kältemittel
Kältemittel	Äther Schwefelsäure Dichlorethylen CO ₂ Ammoniak	R11 R12 Ammoniak	R22 R124 R142b Ammoniak	R134a R404A R410A R32 Ammoniak, CO ₂	R1234ze R1234yf (*) Propan Ammoniak, CO ₂

***PFAS:** Verbot wahrscheinlich (Abbauprodukt Trifluoressigsäure TFA und Belastung des Trinkwassers)

R454c ist ein Gemisch mit einem Anteil von 78.5% R1234yf; GWP 148

Quelle

- Kältemittel-Fibel (10/2020) (<https://pubdb.bfe.admin.ch>)

Gesetzgebung, politisches Umfeld und Markt

ChemRRV

- Die neue ChemRRV Artikel 2.10 tritt auf den 01.01.2025 in Kraft.
- Gemäß Vernehmlassung sind bei **Wärmepumpen bis 600kW Q_o**, ein GWP ≤2100 gefordert. Das Parlament und der Bundesrat wird voraussichtlich im **Frühjahr 2024 darüber entscheiden**
- Die Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien hat Priorität.
Sicherheitskältemittel bleiben zugelassen (Ziel: möglichst viele WP's sicher installieren)

EU (F-Gas)

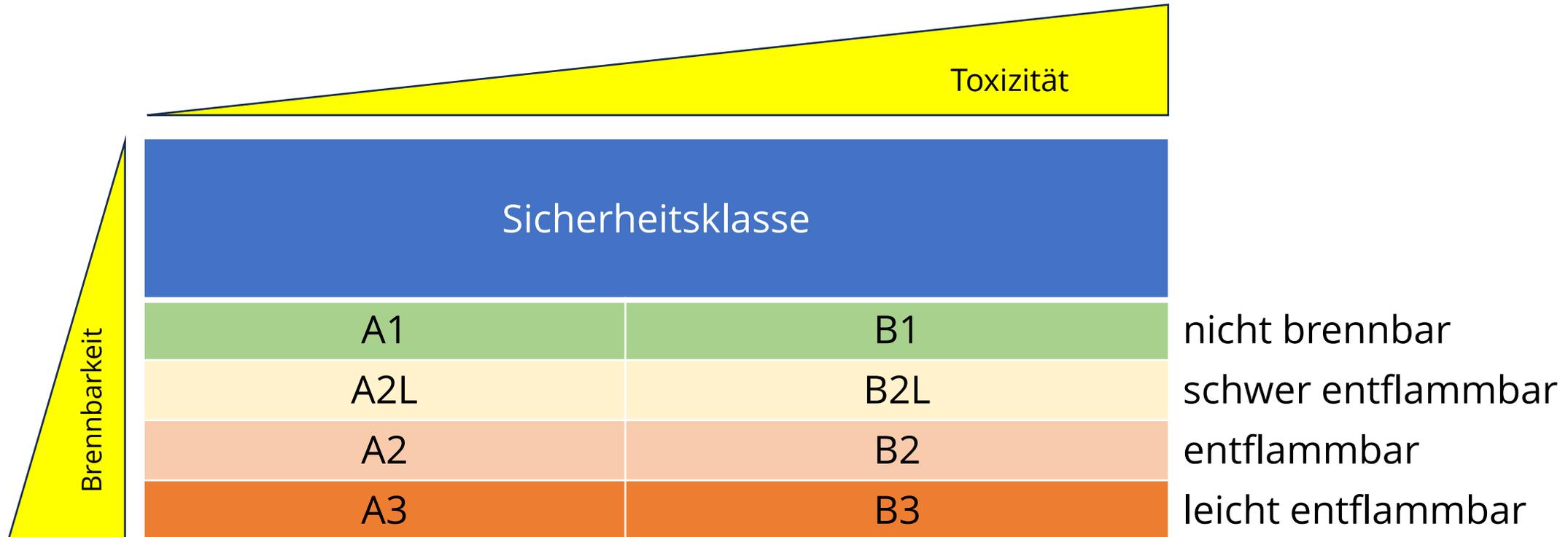
- Klare Tendenz in Richtung niedrig GWP Kältemittel (insbesondere nat. Kältemittel)
- Das Datum der Einführung der neuen F-Gas-Verordnung ist noch unklar.
- Die Kältemittelkontingentierung der EU für besonders klimaschädliche Kältemittel wird auf dem EU-Markt zu einer Verteuerung der Kältemittel führen. **In der Schweiz ist keine Kontingentierung geplant.**

Wachstumsmarkt

- Basierend auf der Geopolitischen Situation, der Gesetzgebung zum Substitut herkömmlicher Heizsysteme wird sich der **Wärmepumpenmarkt auch in den nächsten Jahren weiter positiv entwickeln.**



Sicherheitszuordnung der Kältemittel



Quellen

- SN EN 378-1:2016 (D)
- Sicherheitsdatenblatt Vitogaz
- Climalife, John Padilla

Überblick einiger wichtiger Kältemittel

Kältemittel	Sicherheits- klasse	UEG	OEG	LFL	Praktischer Grenzwert	Chemische Formel	Fluid- gruppe	GWP	Selbstentzündungs- temperatur
		Vol %	Vol %	kg/m3	kg/m3				°C
R290	A3	2.2	9.5	0.038	0.008	CH ₃ CH ₂ CH ₃	1	3	470
R717	B2L	15.4	33.6	0.116	0.00035	NH ₃	1	0	630
R744	A1	-	-	NF	0.1	CO ₂	2	1	nicht definiert
R32	A2L	14	33.4	0.307	0.061	CH ₂ F ₂	1	675	648
R410A	A1	-	-	NF	0.44	R32 / R125	2	2088	nicht definiert
R454c*	A2L	7	15	0.293	0.059	CH ₂ F ₂ , C ₃ H ₂ F ₄	1	148	-

NF: nicht brennbar | **chem. Fluidgruppe:** 1 (gefährlich), 2 (nicht gefährlich)

***PFAS:** R454c ist ein Gemisch mit einem Anteil von 78.5% R1234yf; GWP 148; Glide 8.1°C

Quellen

- SN EN 378-1:2016 (D)



Was bedeutet "Stand der Technik"

Definition

Der **Stand der Technik** umfasst **fortschrittliche Verfahren**, Einrichtungen oder Betriebsweisen, die **in der Praxis geeignet** erscheinen, die **bestmögliche Begrenzung von Gefahren zum Schutz der Allgemeinheit** zu sichern, ohne die Umwelt zu beeinträchtigen.

Quelle

• *Wirtschaftslexikon Gabler*

Stand der Technik

- Propan soll bei **kompakten** Luft-Wasser Wärmepumpen bis ca. 20kW ab ca. 2027 bei allen Serienherstellern in Europa zum Stand der Technik werden.
- Split-Wärmepumpen werden auch in Zukunft mit **Sicherheitskältemitteln** wie z.B. R32 angeboten.
- Sole/Wasser-Wasser Wärmepumpen mit Propan werden von spezifischen Herstellern angeboten.
 - Sicherheitskonzept ?
 - Hohe Kosten ?
 - Leistung der bestehende Erdsonden ?
- Kompakte **Luft-Wasser** Wärmepumpen >20kW bis ca. 1 MW werden heute schon mit R290 angeboten.
Kosten und Sicherheitskonzept?
- **CO2** Einsatzmöglichkeiten sind aktuell begrenzt, bieten aber ein grosses Potenzial (A1-Kältemittel)
- Vorhandenes **Fachwissen bei Planern und Installateuren** für die Planung und Montage und die Verfügbarkeit von **Fachkräften** für die Inbetriebnahmen, Wartungen und Reparaturen sind eine wichtige Voraussetzung für die Verbreitung der natürlichen Kältemittel.



Eigenschaften des "perfekten" Kältemittels

- **physikalisch...**

- grosse Verdampfungsenthalpie- und volumetrische Kälteleistung
- geringes Druckverhältnis zwischen Verdampfung und Verflüssigung
- hohe Wärmeleitfähigkeit und hohe Wärmeübergangskoeffizienten

- **chemisch...**

- gute Komponentenverträglichkeit (nicht korrosiv)
- unbedenkliche Handhabbarkeit (nicht brennbar, nicht explosiv)
- chemisch und thermisch beständig

- **ökonomisch...**

- geringer Kaufpreis bei hoher Verfügbarkeit

Quelle

- *Leifaden für Wärmepumpen*
(Recknagel edition, 1.Aufl. 2021)

Eigenschaften des "perfekten" Kältemittels

- **physiologisch...**

- unbedenkliche Handhabbarkeit (keine Toxizität)
- charakteristische Warnwirkung bei toxischen Stoffen
- keine krebserregenden Stoffe

- **ökologisch...**

- kein Ozonabbaupotenzial (ODP)
- kein Treibhauspotenzial (GWP)
- keine anderen umweltunverträglichen Eigenschaften!

Quelle

- *Leifaden für Wärmepumpen*
(Recknagel edition, 1.Aufl. 2021)

Potenzial nat. Kältemittel bei Wärmepumpen

natürliches Kältemittel	physikalische Einschätzung	chemische Einschätzung	ökonomische Einschätzung	physiologische Einschätzung	ökologische Einschätzung
R290	-gutes internes Druckverhältnis -eher geringe volumetrische Kälteleistung	-Handhabung anspruchsvoll (Fachkräfte?!?)	-KM günstig -teure Sicherheit	-leicht entflammbar (bei Komponentenaustausch aufwändig u. risikobehaftet)	GWP = 3 ODP = 0
R717*	-hohes internes Druckverhältnis	-toxisch -greift Kupfer an	-teure Sicherheit	-schwer entflammbar	GWP = 0 ODP = 0
R744	-bei HTWP sehr gut -hohe Drucklage -sehr geringes Druckverhältnis -hervorragende volumetrische Kälteleistung	-sehr gut	-KM günstig -teure Technik -komplexere Regulierung	-nicht brennbar -geruchlos! (Sensoren u. Alarmierung für den Personenschutz)	GWP = 1 ODP = 0

*tolles Kältemittel, für den WP-Massenmarkt aber ungeeignet (Stahlrohre, offene Verdichter, fehlende Fachkräfte, teure Sicherheitsmassnahmen)



Anlagebeispiele Hauswärmepumpen

Kompakte L/W Wärmepumpe TCA-Heliotherm



L/W Hydro-Split Wärmepumpe TCA Panasonic



Kompakte L/W Wärmepumpe TCA-Skadec

Winter

Qc 3x 200kW A-15/W50 - 3x 17kg **R290**
3 Kreisläufe; Je 1 Bitzer Inverterverdichter



Sommer

Qo 3x 364 kW A32/W10 – **R290**
WAGO SPS Steuerung Industrieller Standard



Projekt: Helios Court (Präzisionsmechanik Uhrenindustrie)



Beispiele aus der Praxis



CO₂ Wärmepumpe reversibel, Surseepark
550 kW Wärmeleistung und 630 kW Klimaleistung.
Bild: zVg (gebäudetechnik.ch)



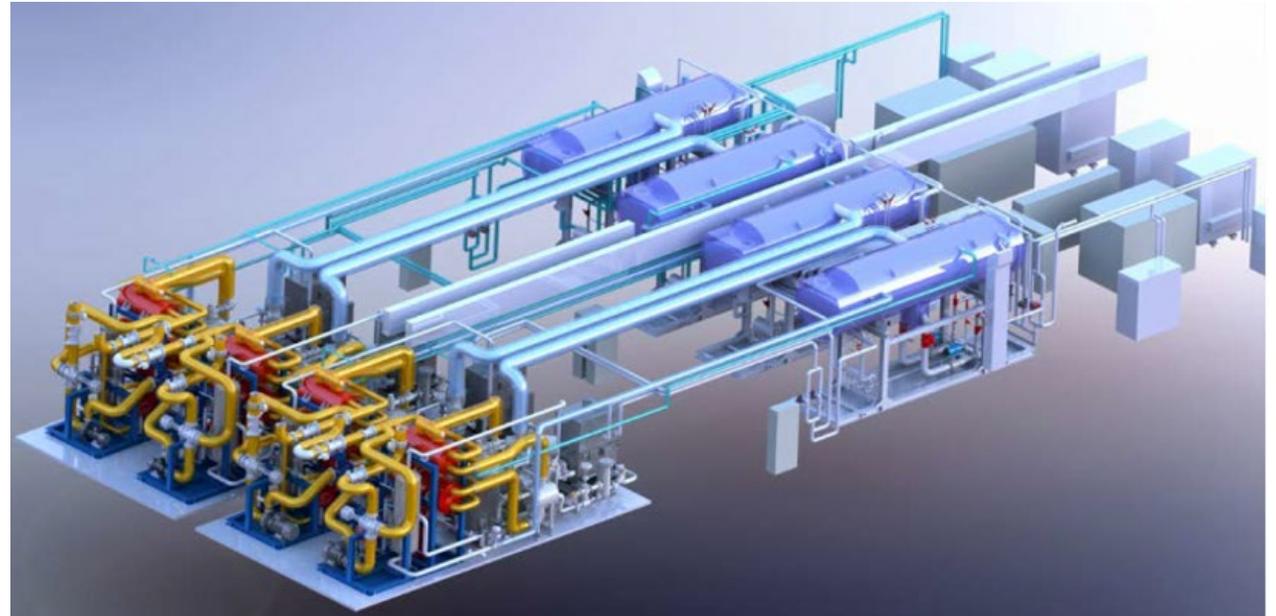
CO₂ Wärmepumpe thermeco2 Hochtemperatur-
Wärmepumpe, Temperaturen bis zu 90° C
Bild: termeco (engie)



Beispiele aus der Praxis



2-Stufige **Ammoniak**-Wärmepumpe mit offenem Zwischenkühler. Wärmeverbund Wohlen Bern
Quelle Wasser, Aare, VL bis 65°C, ca. 900 kW
Wettstein Kältetechnik, Vortrag 4, SPF Rapperswil, 11.2023



4x **Ammoniak**-Wärmepumpe Schrauben
Wärmenetz EPFL in Lausanne, Quelle Wasser - Genfersee
VL NT 52°C und VL HT 67°C, Total 24 MW
Wettstein Kältetechnik, Vortrag 4, SPF Rapperswil, 11.2023



Propan und Photovoltaik

Darf man das...



Split Wärmepumpe TCA SilentSource 40 kW / R410A



Es lohnt sich, das Risiko richtig zu beurteilen

Ein als Explosion getarnter Frostschaden beschäftigt gleich mehrere Fachabteilungen des IFS und weitere Prüflabore^[1] – ein eindrucksvoller Schadenfall mit einer trivialen Ursache.

Auf den folgenden Seiten sollen der Schaden selbst, die Herangehensweise des IFS bei dessen Ursachenermittlung und die mögliche Schadenverhütung vorgestellt werden.



Bilder

- www.schadenprisma.de
- SUVA Gasgrill-Check



Die wichtigsten Normen und Vorschriften

- **SN EN 378**

- 378-1: Anforderungen, Begriffe, Klassifikation und Auswirkungen
- 378-2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokum.
- 378-3: Aufstellung und Schutz von Personen
- 378-4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

- **SUVA**

- 2153: Explosionsschutz (Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen)
- 33030: Brennbare Flüssigkeiten und Gasflaschen auf Baustellen
- 44025: Propan u. Butan (Schutzmassnahmen bei Gasaustritt im Freien)
- 66122: Gasflaschen
- 67132: Checkliste Explosionsschutz



Die wichtigsten Normen und Vorschriften

- **EKAS**

- EKAS 1825 Richtlinie Brennbare Flüssigkeiten (Lagern und Umgang)
- EKAS 6517 Richtlinie Flüssiggas (Lagerung und Nutzung)
- Factsheets (66139 Kälteanlagen und Wärmepumpen sicher betreiben)

- **Merkblätter Suissetec**

- Umgang mit brennbaren natürlichen Kältemitteln in Wärmepumpen

- **VKF**

- Brandschutzrichtlinie Wärmetechnische Anlagen

- **SES**

- Gasetektion in Kälteanlagen und Wärmepumpen



Bestimmung der max. Kältemittelfüllmenge

Vorgehensweise

1. Einschränkungen bezüglich Umweltschutz prüfen

- gemäss **ChemRRV** (darf das Kältemittel eingesetzt werden?)

wenn **Nein**

→ anderes Kältemittel auswählen!

wenn **Ja**

→ weiter mit Schritt 2 (gemäss SN EN 378-1)



Bestimmung der max. Kältemittelfüllmenge

2. Einschränkungen bezüglich Personenschutz (nach SN EN 378-1)

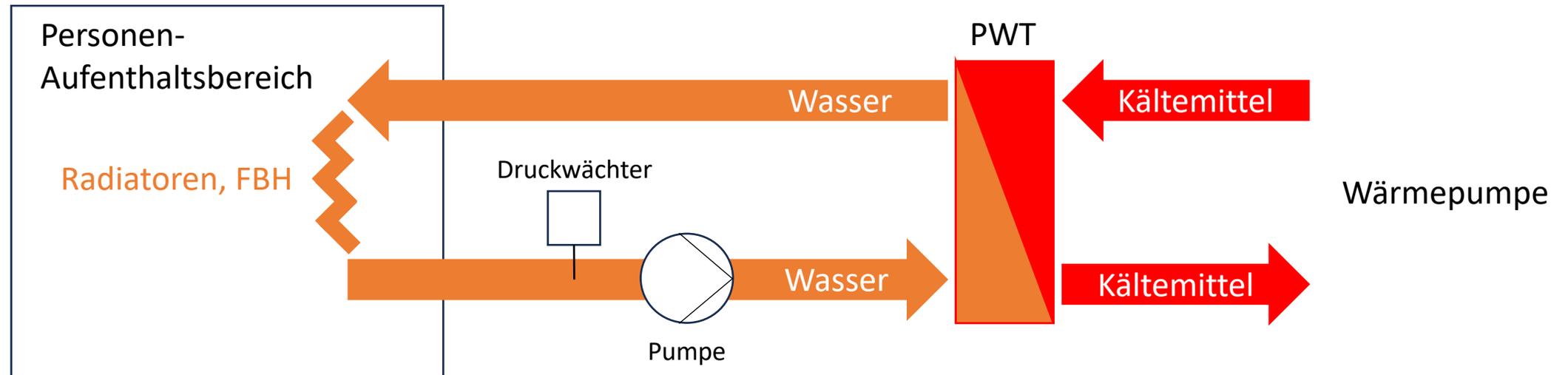
- **Zugangsbereich klären (Aufstellung der Kältemaschine/Wärmepumpe)**
 - a → Allg. Zugangsbereich (Spitäler, Theater, Supermärkte, Schulen, Hotels...)
 - b → Überwachter Zugangsbereich (Geschäftsräume, Laboratorien, Büros...)
 - c → Zugangsbereich für befugte Personen (Produktionen, Kühlhallen...)
- **Klassifikation der Aufstellungsorte definieren**
 - Kl. I → Kälteanlage / kältemittelführende Teile im Personen-Aufenthaltsbereich
 - Kl. II → Verdichter im Maschinenraum od. im Freien, Rohre im Pers.- Aufenth.
 - Kl. III → alle kältemittelführenden Teile im Maschinenraum oder im Freien
 - Kl. IV → alle kältemittelführenden Teile in belüftetem Gehäuse
- **Bestimmung oder Berechnung der Kältemittelfüllmengenbegrenzung**
 - unter Berücksichtigung von Toxizität und Brennbarkeit



SN EN 378-1, Klassifikation der Aufstellung

- **Indirekt geschlossenes System**

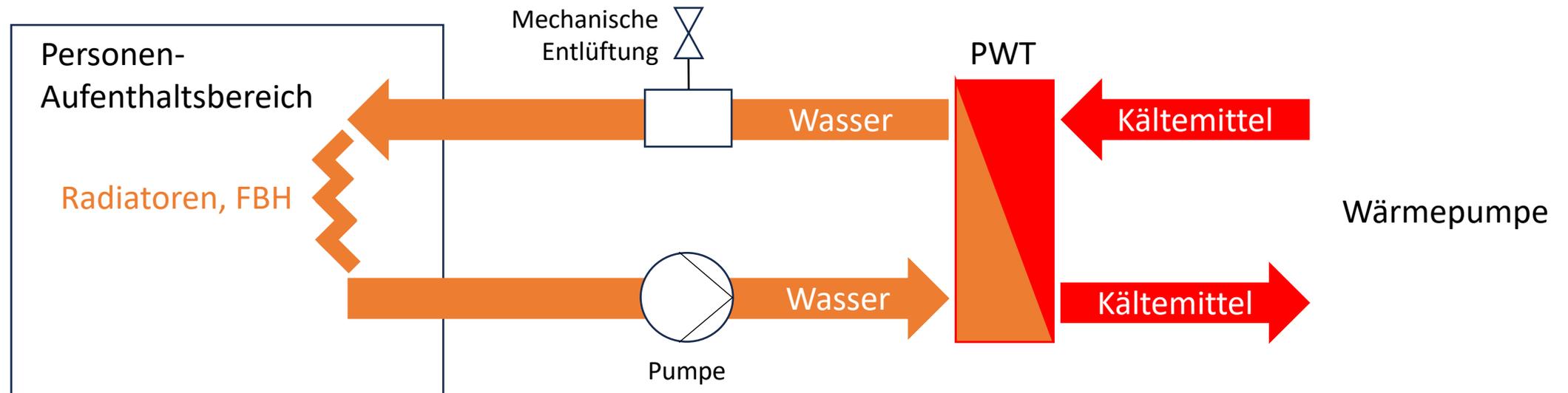
- **Wärmeträger** in **direkter Verbindung** mit einem **Personen-Aufenthaltsbereich**
- **Indirekt geschlossene Systeme** gelten als zur **Klasse I oder II** des Aufstellungsorts gehörig
- Druckwächter im Sekundärsystem (Kältemittel könnte bei Leckage in Pers.- Aufenthaltsber. gelangen)
- Füllmengenbegrenzung ist abhängig von Anwendung, Zugangsbereich und Aufstellungsklassifikation



SN EN 378-1, Klassifikation der Aufstellung

- **Indirekt belüftetes geschlossenes System**

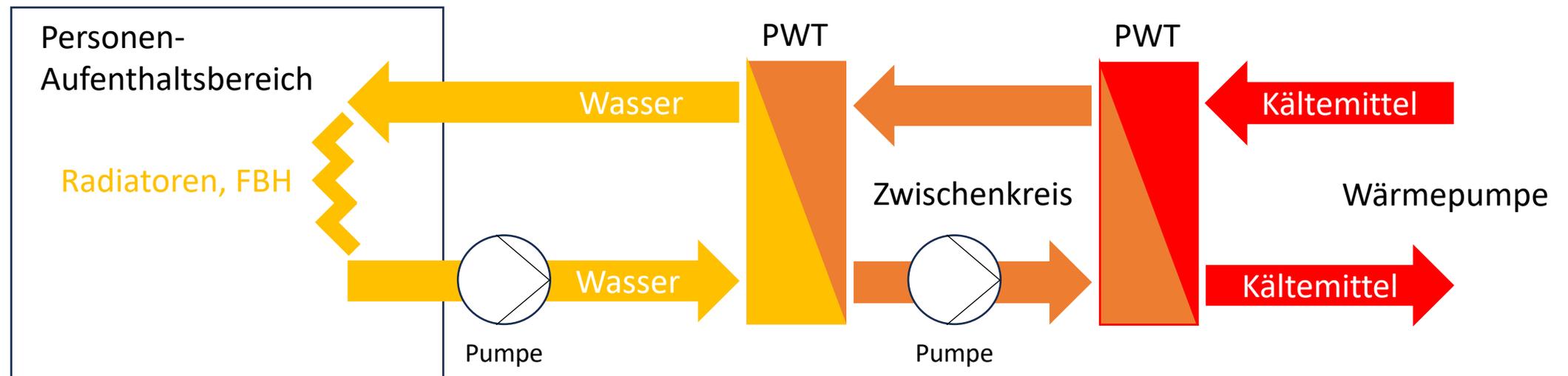
- **Wärmeträger** in **direkter Verbindung** mit einem **Personen-Aufenthaltsbereich**
- **Indirekt belüftete Systeme** gelten als zur **Klasse III** des Aufstellungsorts gehörig
- **Mechanische Entlüftung** in die Atmosphäre **ausserhalb des Personen-Aufenthaltsbereichs**
- Füllmengenbegrenzung ist abhängig von Anwendung, Zugangsbereich und Aufstellungs-klassifikation



SN EN 378-1, Klassifikation der Aufstellung

- **Doppelt indirektes System**

- **Wärmeträger** in **direkter Verbindung** mit **kältemittelführenden Teilen**
- Die **Wärme wird über** einen zweiten indirekten Kreislauf (**Zwischenkreis**) **übertragen**, der in einen Personen-Aufenthaltsbereich führt.
- Füllmengenbegrenzung ist abhängig von Anwendung, Zugangsbereich und Aufstellungsklassifikation



Beispiel 1 – Komfort ohne Zugangsbegrenzung

Ausgangslage

- Anlage: Kompakte **Propan-WP** für **Aussenaufstellung (Hotel)**
- System: Indirekt geschlossenes System, d.h. ohne Zwischenkreis

Zugangsbereich: a → allgemeiner Zugangsbereich

Anwendung: Menschlicher Komfort

Aufstellungsort: Klasse III → gesamte Wärmepumpe im Freien

Ergebnis gemäss SN EN 378-1

- die Kältemittelfüllmenge darf 5kg nicht überschreiten!



Beispiel 2 – Industrie mit Zugangsbegrenzung

Ausgangslage

- Anlage: Kompakte **Propan-WP** für **Aussenaufstellung (Industrie)**
- System: Indirekt geschlossenes System, d.h. ohne Zwischenkreis

Zugangsbereich: c → zu dem nur befugte Personen Zutritt haben (Fabrik)

Anwendung: Prozesskühlung

Aufstellungsort: Klasse III (gesamte Wärmepumpe im Freien)

Ergebnis gemäss SN EN 378-1

- Keine Füllmengenbegrenzung ^c

^c für die Aufstellung im Freien gilt EN 378-3:2016, 4.2 und für Maschinenräume gilt EN 378-3:2016, 4.3.



Wärmepumpen-Aufstellung im Gebäude

max. Füllmenge* in kg (Brennbarkeitsklasse 3) pro Kältekreis

- Berechnung: **20% x LFL** (untere Explosionsgrenze) **x Raumvolumen**
- **Aufstellungsort Klassifikation I + II** (d.h. nicht im Maschinenraum)

Deckelung

≤ **150g**: keine Massnahmen (praktisch unbedenklich)

bis max. 1kg: bei Aufstellung im Untergeschoss (Maschinenraum)

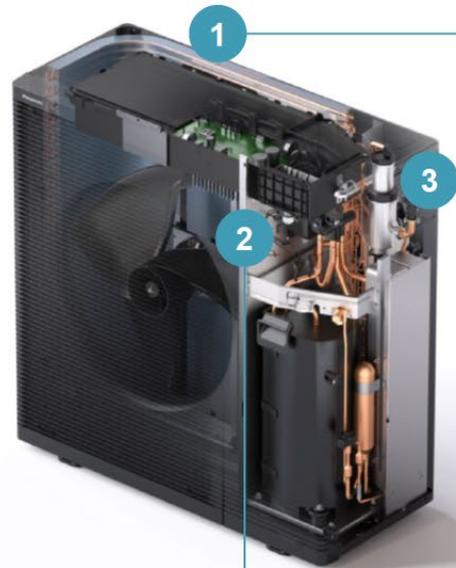
bis max. 1.5kg: bei Aufstellung im EG/OG, wenn kein Maschinenraum

** nicht berücksichtigt ist die Anwendung „menschlicher Komfort“ mit der Deckelung nach C.2 (z.B. L/L-Wärmepumpen), wenn sich die kältemittelführenden Teile direkt im Personenaufenthaltsbereich befinden.*



Sicherheitskonzept bei Kompaktgeräten

Wegweisende konstruktive Maßnahmen zur Einhaltung der Sicherheitsvorschriften für R290



Luft/Kältemittel-Abscheider

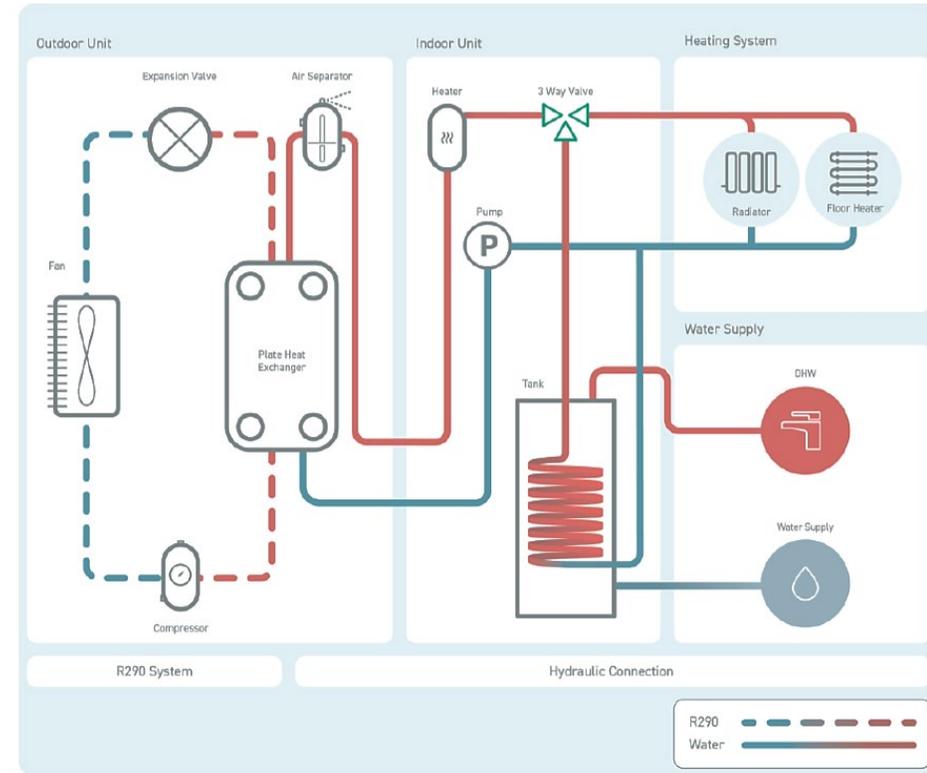
Erleichterte Wartung

Geräteplatine an sicherer und leicht zugänglicher Position

Nicht entflammbarer Schaltkasten



Netzanschlusskasten mit dicht schließenden Kabelverschraubungen



Gas-Sensoren müssen werkseitig verbaut sein. Die Sensoren sorgen – im Falle einer Leckage – für die Durchlüftung des Maschinengehäuses (mit ex-Ventilatoren), um ein zündfähiges Gasgemisch zu verhindern.



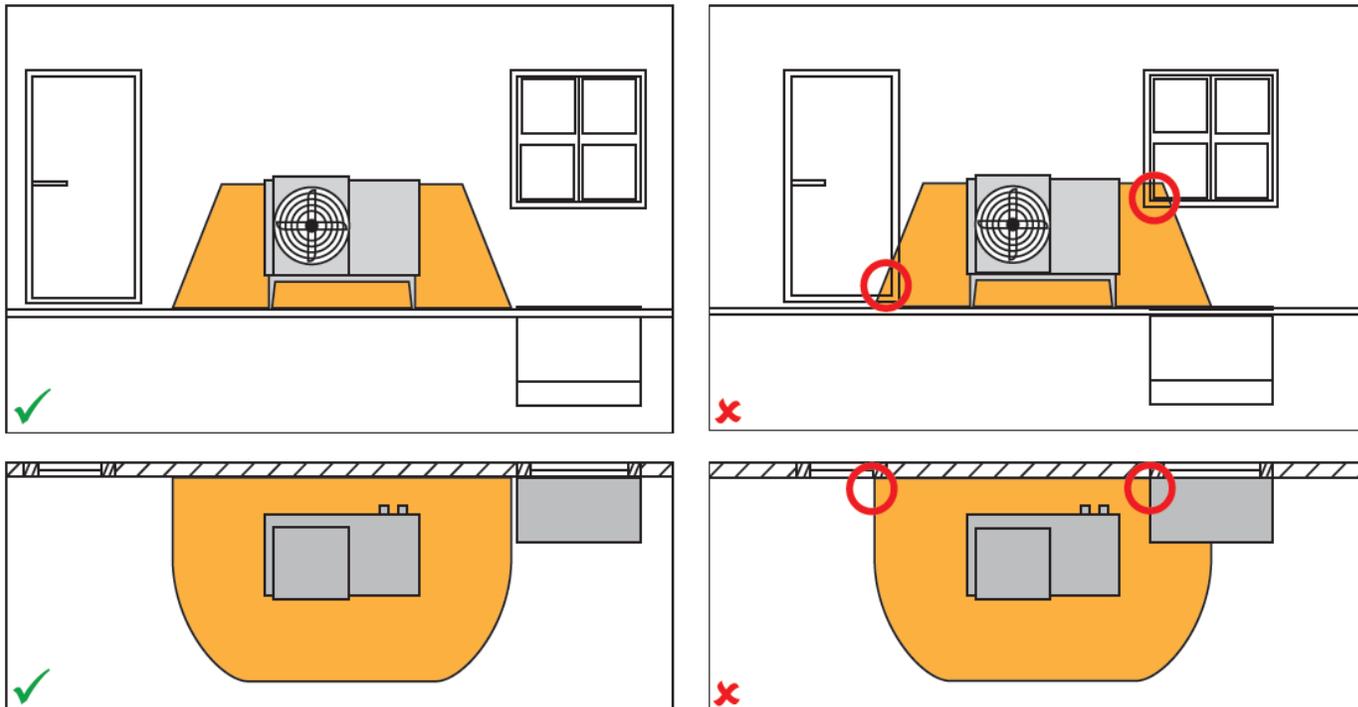
Bauseitige Massnahmen – bb. Kältemittel (Kl. 3)

- **Kompaktanlagen** mit bb. Kältemitteln sind grundsätzlich **eigensicher**, außerhalb der Geräte ist auf den **aufstellungsbedingten Explosionsschutz** zu **achten**. Schutz vor Vandalismus (ev. Rammschutz)
- **Kritisch ist ausströmendes Gas**, welches sich in der Umgebungsluft nur **unzureichend verdünnt**. In solchen Fällen sind **externe Gassensoren** vorzusehen (nach SN EN 378).
- Bei der Planung ist ein **Sicherheitskonzept mit einer Risikoanalyse** zu erstellen, um den bestmöglichen Personen- und Gebäudeschutz zu gewährleisten. Das Konzept ist Teil der Revisionsunterlagen und der Anlagendokumentation beizulegen.



Aufstellung Allgemein – bb. Kältemittel (Kl. 3)

- **Wichtig:** Bei allen Wärmepumpen muss gewährleistet sein, dass im Falle einer Undichtigkeit kein Kältemittel ins Gebäude gelangen kann.



Risiken beachten:

- **Gebäudeöffnungen** wie Fenster, Türen, Lichtschächte, Flachdachfenster, Lüftungsanschlüsse
- **Anordnung der Abblasleitung** von Sicherheitsventilen
- **Grundstücksgrenzen**, Geh- und Fahrwege, Senkungen oder Bodenvertiefungen, Pumpenschächte, Einläufe in Kanalisation, Abwasserschächte etc.



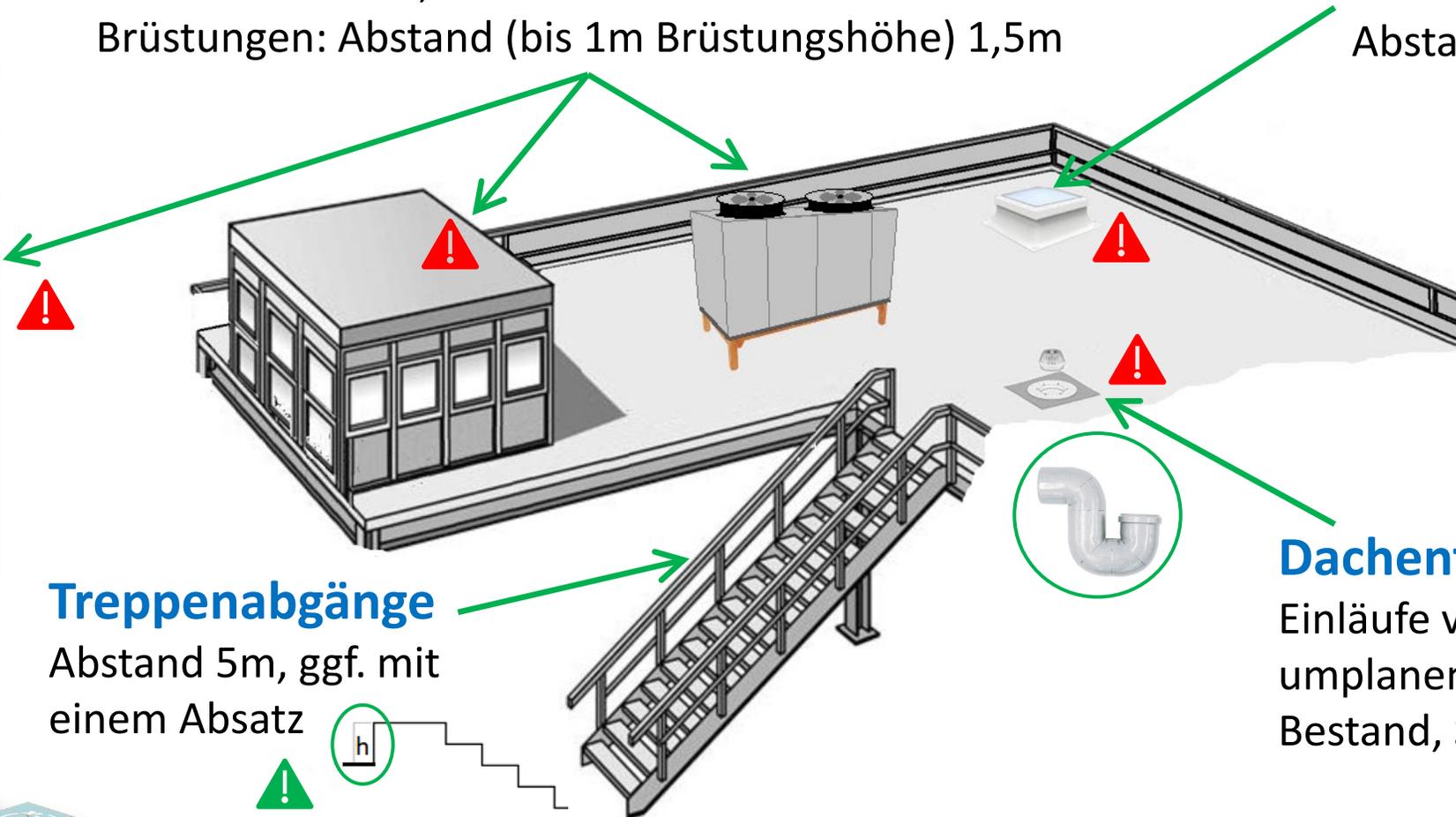
Aufstellung Industrie – bb. Kältemittel (Kl. 3)

Wände

Abstand min. 2m, zu öffnende Fenster 5 Meter
Brüstungen: Abstand (bis 1m Brüstungshöhe) 1,5m

Flachdachfenster

Abstand 5 m



Treppenabgänge

Abstand 5m, ggf. mit einem Absatz

Dachentwässerungen

Einläufe verschließen oder umplanen. Bei Montage im Bestand, Siphons nachrüsten



Checklisten und Risikobeurteilung

Checkliste Schutzbereich für Wärmepumpen mit brennbarem Kältemittel der Sicherheitsklasse A3, nicht betrachtet sind die herstellerspezifischen Punkte bei Übergabe einer Wärmepumpe oder Wärmepumpenanlage, die unabhängig von der Art des Kältemittels abgearbeitet werden müssen.

Gerätetyp: _____ Fabr.-Nr. / Serial-Nr.: _____

Anlagenstandort

Name / BV: _____ Firma: _____

Straße: _____ Straße: _____

PLZ/Ort: _____ PLZ/Ort: _____

Land: _____ Land: _____

Kontaktperson: _____ Kontaktperson: _____

Telefonnummer: _____ Telefonnummer: _____

Mit dieser Checkliste wird die Beachtung und Umsetzung der Aufstellbedingungen für Wärmepumpen mit A3-Kältemittel geprüft und dokumentiert.

Anforderung (Anweisung)	Bewertung	Bemerkung
Die Aufstell- und Montage-Anleitung des Herstellers lag vor und wurde bei der Errichtung berücksichtigt	erfüllt	nicht erfüllt
Die Arbeiten bei der Aufstellung und Installation wurden von einer sachkundigen Fachkraft ausgeführt	erfüllt	nicht erfüllt
Das Wartungsintervall für den Betrieb der Anlage und die ausführende Fachfirma wurden definiert	erfüllt	nicht erfüllt
Aufstellbedingungen (bauliche Umgebung)		
Die Wärmepumpe steht nicht in einer Senke, einem Schacht oder einem anderen Bereich, der keinen freien Luftwechsel zulässt.	erfüllt	nicht erfüllt
Es ist sichergestellt, dass sich austretendes Kältemittel nicht ansammeln kann.	erfüllt	nicht erfüllt
Die Wärmepumpe wurde nicht zusätzlich eingehaust.	erfüllt	nicht erfüllt
Luft-Ein- und -Auslass sind strömungstechnisch nicht beeinträchtigt.	erfüllt	nicht erfüllt
Die Wärmepumpe befindet sich in dem vom Hersteller in Verkehr gebrachten Zustand und wurde in keiner Weise baulich verändert.	erfüllt	nicht erfüllt
Schutzbereich (Personen- und Sach-Schutz)		
Der Schutzbereich ist in seiner Größe gemäß den Herstellerangaben eingehalten. Er überschreitet nicht die Grenze zu Nachbargrundstücken oder öffentlichen Verkehrsflächen.	erfüllt	nicht erfüllt
Innerhalb des Schutzbereichs befinden sich keine Gebäudeöffnungen, in denen sich austretendes Kältemittel ansammeln kann. Beispiele: Fenster, Türen, Lüftungs- und Lichtschächte, Öffnungen zur Kanalisation.	erfüllt	nicht erfüllt
Innerhalb des Schutzbereichs befinden sich keine Zündquellen. Beispiele: elektrische Geräte oder Anschlüsse, gasbetriebene Einrichtungen oder andere Objekte mit heißen Oberflächen.	erfüllt	nicht erfüllt
Im Schutzbereich sind sämtliche Gebäudedurchbrüche gasdicht ausgeführt.	erfüllt	nicht erfüllt
Warnhinweise zum Schutzbereich sind nach Vorgabe des Herstellers angebracht.	erfüllt	nicht erfüllt

Wartungsbereich (Zugänglichkeit)	Bewertung	Bemerkung
Die freie Zugänglichkeit ist an allen Seiten laut Herstellangabe eingehalten.	erfüllt	nicht erfüllt
Anforderung (Anweisung)	Bewertung	Bemerkung
Der Kondensatablauf ist über einen Siphon frostfrei an ein Abwasser-, Regenwasser- oder Drainage-System angeschlossen.	erfüllt	nicht erfüllt
Variante 2: Eine frostfreie Kondensatableitung ist anderweitig gewährleistet.	Beschreibung der Ausführung:	

Wurde bei der Checkliste mindestens einmal „nicht erfüllt“ angekreuzt, darf die Anlage nicht in Betrieb genommen werden, bevor die Abweichungen beseitigt sind.

Risikobeurteilung (obligatorisch)

- Schadensausmass einschätzen
- mögliche Auswirkungen auf Personen?
- Wahrscheinlichkeit eines Schadeneintritts?
- Häufigkeit eines Schadeneintritts?
- Usw.



Was steht dem **Planer / Installateur** bevor?

- **Ohne geschultes und qualifiziertes Personal** sollten **keine brennbaren Kältemittel** eingesetzt werden!
- **Normen und Vorschriften** sind zwingend zu beachten (Aufstellungsort, Zugangsbereiche, Kältemittelmenge)
- **Sicherheitskonzept und Risikoanalyse sind obligatorisch** und essenziell, um Personen und Gebäude zu schützen!
- **Der Planende muss** Monteur, Eigentümer und Betreiber instruieren und **auf mögliche Gefahren hinweisen**
- Wenn ein **Kältemittel aus Sicherheitsgründen nicht geeignet** ist, **dann** soll auf ein **Sicherheitskältemittel (Kl. A1)** ausgewichen werden



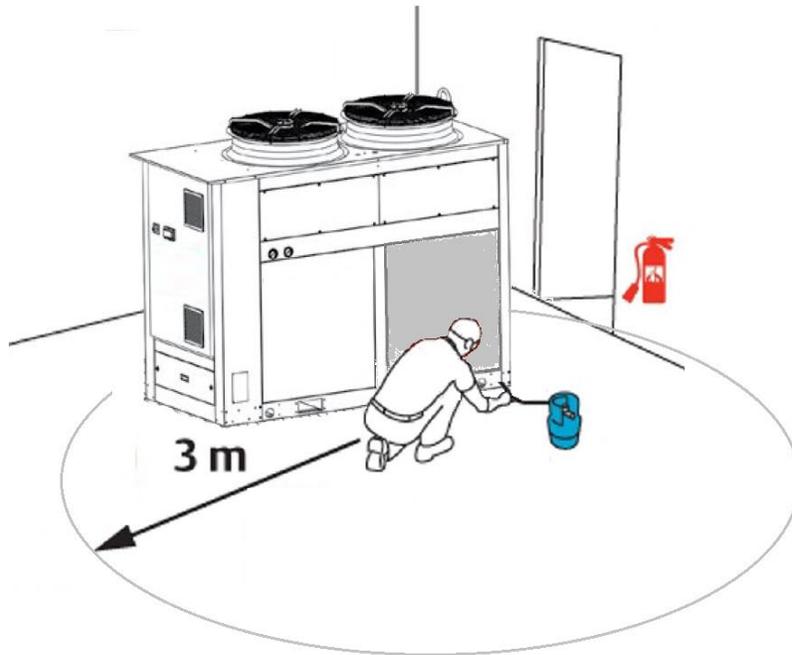
Was steht dem **Servicetechniker** bevor?

- Eigentümer und Betreiber über die Arbeiten instruieren
- Bei Anlagen mit **>1.5kg Kältemittelfüllmenge** der **Klasse 3** ist ein anerkannter **Kurs nach EKAS 6517 obligatorisch**.
- Im Umgang mit brennbaren Kältemitteln ist **höchste Aufmerksamkeit gefordert**, nicht nur bei Systemöffnung!
- Das **Werkzeug** sowie die persönliche **Schutzausrüstung PSA prüfen** und **ggf. ergänzen** (Feuerlöscher)
- Checklisten verwenden!



Arbeitssicherheit bei brennbaren Kältemitteln

- auf mögliche **Zündquellen in Maschinennähe** achten!
- **nur zugelassenes Werkzeug** verwenden!



R-290



Zugelassenes Werkzeug – brennbare Kältemittel



Absaugstation
für A1, A2L und
A3 Kältemittel



**Funkenfeste
Vakuumpumpe** für
r A1, A2L und A3
Kältemittel



**Funkenarmes
ATEX-Werkzeug**
für die Kältetechnik



Tragbares
Gaswarngerät
für mehrere Gase

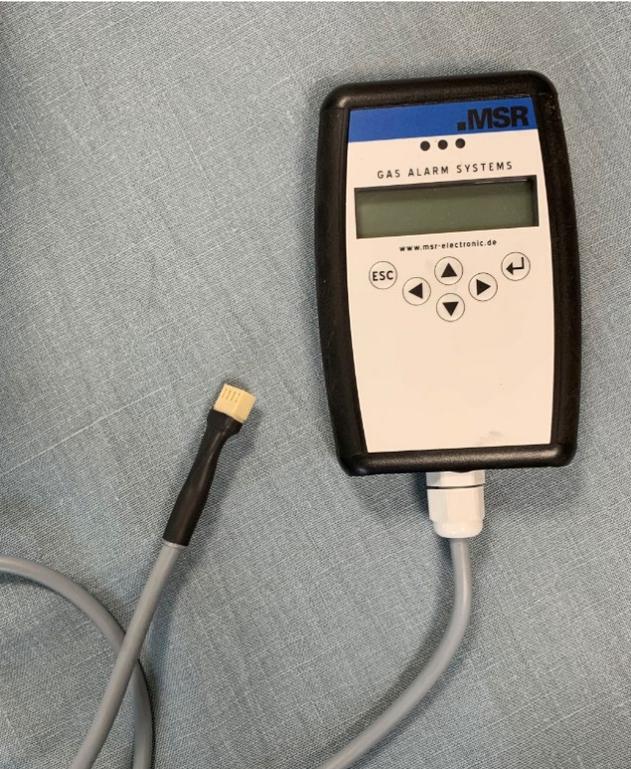


Elektronisches
Lecksuchgerät für
A1, A2L und A3-
Kältemittel



**Entsorgungs-
flasche** für A3-
Kältemittel

Gaswarnsensoren in den Maschinen



- es ist ratsam, **Gaswarnsensoren alle 6 Monate** mit einem zugelassenen Prüfgerät zu **kalibrieren**
- Der **Gesetzgeber gibt vor, sicherheitsrelevante Einrichtungen** und Bauteile mind. **1x jährlich** zu **prüfen** (und protokollieren)
- Die **Maschine erfordert** (je nach Hersteller und Anwendungsbereich) **nach 6 Monaten Betrieb eine Sensorenprüfung**. Wird die Prüfung nicht vorgenommen, schaltet die Maschine automatisch ab und lässt sich nicht mehr starten.



SVK – Unterstützung durch den Fachverband

- Eine Mitgliedschaft beim SVK lohnt sich!
 - immer **up-to-date bleiben**
- Umfangreiches Kursangebot
 - Für die ganze Schweiz
 - Neues Ausbildungskonzept (ab 2024) für bb. Kältemittel
 - <https://www.svk-asf-atf.ch/svk-kurse/kurse-anmeldung/>
 - Mitglieder erhalten **30% Rabatt** auf SVK-Kurse



SVK – Schulungsangebot für Servicetechniker

Um Montage- und Servicepersonal ausreichend **zu schützen**, welches am Kältekreis arbeitet, **ist der Kurs "Sicherer Umgang mit brennbaren Kältemitteln" von grösster Wichtigkeit.**

- Bedingung: Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln
- Bei Arbeiten an Anlagen **<1.5kg** mit A3-Kältemittel
 - Die **Weiterbildung** wird **dringendst empfohlen!**
- Bei Arbeiten an Anlagen **>1.5kg** mit A3-Kältemittel
 - Die **Weiterbildung** ist **gemäss EKAS 6517 obligatorisch!**



SVK – Neues Ausbildungskonzept (2024) für bb-K

(bbK3)
Vertiefung Sicherheitskonzepte
Kernthema: Verkauf innen und aussen aufgestellte Systeme > 1.5kg

(bbK2)
Grundlagen Normen & Risikoanalyse
Kernthema: Verkauf innen aufgestellte Systeme mit brennbaren Kältemitteln

(bbK1)
Rahmenbedingungen / Zuständigkeiten
Kernthema: Verkauf aussen aufgestellte Systeme mit brennbaren Kältemitteln

Verkauf / Planung

Zusätzlich geplant (Vollzug Brandschutz)

- SVK/VKS: Merkblatt Information Vollzug
- Suissetec/VKF: Merkblatt Information Vollzug

Bereits existierendes Angebot

(FG)
Sicherer Umgang mit brennbaren Kältemitteln **gemäss EKAS 6517**
Kernthema: Sicheres Arbeiten an WP und Kältesystemen mit brennbaren KM

Montage / IBN / Störung

(Factsheet)
Information für Betreiber:innen von Gewerbe, Klima und Industriekälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln

(Factsheet)
Information für Betreiber:innen von Wärmepumpen mit brennbaren Kältemitteln

Betreiber:innen



Das Wichtigste zusammengefasst...

- **Nur sichere Anlagen sind gute Anlagen!**
 - Eignen Sie sich **gutes Fachwissen** an (Normen & Vorschriften)
 - Besuchen Sie die **SVK-Weiterbildungen** (30% Rabatt bei Mitgliedern)
 - **Setzen Sie** das neu erlernte **Wissen ein** und **teilen Sie** es weiter
 - **Erstellen Sie** bei Projekten ein **Sicherheitskonzept & Risikoanalyse**
 - **Instruieren Sie** alle am Projekt **beteiligten Parteien**
 - Setzen Sie **bei** potenzieller **Gefährdung** ein **Sicherheitskältemittel** ein

