



PROPAN,
natürlich
SICHER!

Der Praxis-Leitfaden für sichere
WÄRMEPUMPEN und **KÄLTEMASCHINEN**
in Gewerbe- und Wohngebäuden.
SICHER PLANEN. SICHER INSTALLIEREN. SICHER BETREIBEN.

Stig Rath & Harald Erös

INHALT

VORWORT.....	7
KAPITEL 0: KICK-START.....	9
KAPITEL 1: DIE VERWENDUNG VON PROPAN ALS KÄLTEMITTEL.....	13
KAPITEL 2: GRUNDLAGEN ZU BRENNBAREN KÄLTEMITTELN.....	18
KAPITEL 3: RICHTLINIEN UND NORMEN FÜR DIE VERWENDUNG VON BRENNBAREN KÄLTEMITTELN.....	28
KAPITEL 4: ANDERE RICHTLINIEN UND NORMEN.....	52
KAPITEL 5: WÄRMEPUMPE ODER KÄLTEMASCHINE IM BELÜFTETEN GEHÄUSE FÜR GEWERBLICHE GEBÄUDE.....	63
5.0: ALLGEMEINES.....	64
5.1: BETREIBER.....	77
5.2: HERSTELLER.....	84
5.3: AUFSTELLER („KÄLTEFACHBETRIEB“).....	103
5.4: ERRICHTER DES HEIZUNGS- ODER KALTWASSER-SYSTEMS („INSTALLATEUR“).....	121
KAPITEL 6: SEPARATER MASCHINENRAUM FÜR GEWERBLICHE GEBÄUDE.....	127
KAPITEL 7: AUSSENAUFGESTELLTE LUFT/WASSER-WÄRMEPUMPE UND LUFTGEKÜHLTE KALWASSERSÄTZE FÜR GEWERBLICHE GEBÄUDE.....	139
7.0: ALLGEMEINES.....	140
7.1: BETREIBER.....	154
7.2: HERSTELLER.....	165
7.3: AUFSTELLER („KÄLTEFACHBETRIEB“).....	177
7.4: ERRICHTER DES HEIZUNGS- ODER KALTWASSER-SYSTEMS („INSTALLATEUR“).....	191
KAPITEL 8: MONOBLOCK-LUFT/WASSER-WÄRMEPUMPE FÜR WOHNGEBÄUDE.....	192
KAPITEL 9: LUFT/LUFT-WÄRMEPUMPE UND SPLIT-KLIMAANLAGEN FÜR WOHNGEBÄUDE.....	200
KAPITEL 10: SOLE/WASSER-WÄRMEPUMPEN FÜR WOHNGEBÄUDE.....	213
KAPITEL 11: ABLUFTWÄRMEPUMPE FÜR WOHNGEBÄUDE.....	221
KAPITEL 12: INSPEKTION, WARTUNG, REPARATUR, TRANSPORT UND LAGERUNG.....	228
KAPITEL 13: DEFINITIONEN.....	269
KAPITEL 14: NORMEN.....	281
KAPITEL 15: ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	285

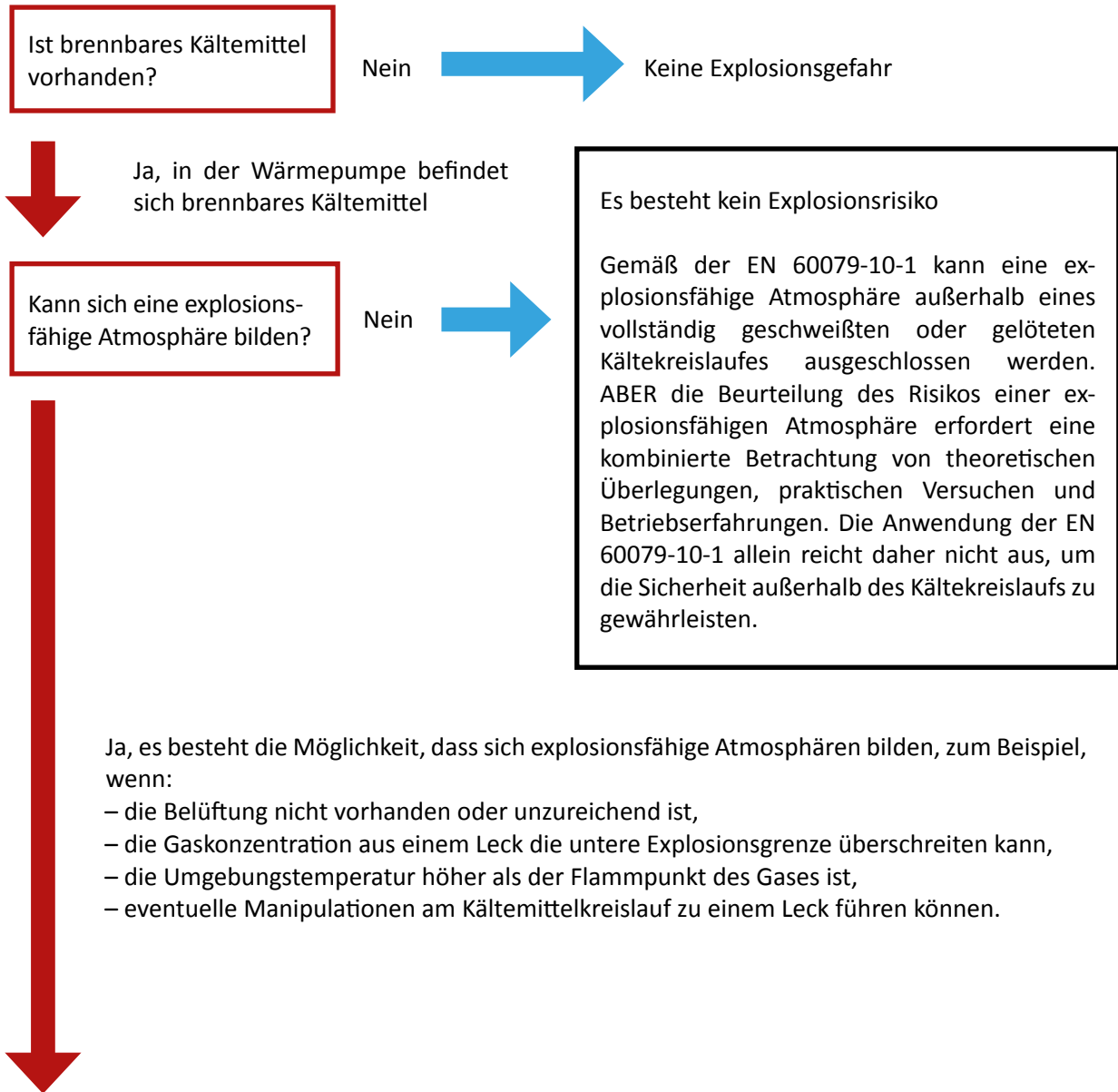


RICHTLINIEN UND NORMEN FÜR DIE VERWENDUNG VON BRENNBAREN KÄLTEMITTELN

Inhalt

Einleitung	30
Einführung in ATEX	30
ATEX besteht aus zwei Richtlinien	31
Inhalt der ATEX-Benutzerrichtlinie	32
Inhalt der ATEX-Produktrichtlinie	30
Normen für Sicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen, Geräte und Sicherheitseinrichtungen und -systeme, die für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind	33
Wie man das Explosionsrisiko ermittelt	33
<i>Schritt 1: Feststellen, ob in der Einrichtung die Gefahr einer explosionsfähigen Atmosphäre besteht</i>	34
<i>Schritt 2: Bewertung des Explosionsrisikos</i>	34
<i>Schritt 3: Schutzmaßnahmen festlegen und dokumentieren</i>	38
Das Explosionsschutzdokument	40
Zusammenfassung	41
Beispiel für ein Explosionsschutzdokument einer Wärmepumpe im belüfteten Gehäuse mit Propan	42

Schritt 1: Feststellen, ob in der Einrichtung die Gefahr einer explosionsfähigen Atmosphäre besteht



Schritt 2: Bewertung des Explosionsrisikos

Zur Beurteilung des Explosionsrisikos wird gemäß EN 60079-10-1³ vorgegangen. Dieser beschreibt den formellen Ansatz zur Bereichsklassifizierung. Basierend auf dieser Norm wird zunächst der Grad der Emission, dem sogenannten „Freisetzungsgrad“ bestimmt. Darin wird zwischen ständig, primär oder sekundär unterscheiden. Anschließend wird die Zone unter Berücksichtigung der Lüftungseffizienz, des Verdünnungsgrads und der Zugänglichkeit festgelegt.



ANDERE RICHTLINIEN UND NORMEN

Inhalt

Einleitung	54
Richtlinien	54
Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (wird im Januar 2027 durch 2023/1230/EU ersetzt)	54
<i>Das Verhältnis zwischen der Maschinenrichtlinie und der ATEX-Produktrichtlinie</i>	55
Druckgeräte richtlinie (PED) 2014/68/EU	55
<i>Zwei Gruppen von Kältemitteln nach ihrem Gefahrenpotenzial</i>	56
<i>Die Unterschiede zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2</i>	56
<i>Das Verhältnis zwischen der Druckgeräte richtlinie und der ATEX-Produktrichtlinie</i>	57
F-Gase-Verordnung 2024/573 (EU)	57
<i>Das Verhältnis zwischen der F-Gase-Verordnung und der ATEX-Benutzerrichtlinie</i>	57
Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU	58
<i>Das Verhältnis zwischen der Niederspannungsrichtlinie und der Maschinenrichtlinie</i>	58
<i>Das Verhältnis zwischen der Niederspannungsrichtlinie und der ATEX-Produktrichtlinie</i>	58
Produktsicherheitsrichtlinie (EU) 2023/988	58
RAPEX (Schnellinformationssystem)	59
Normen	59

linie durchgeführt wird, um das Explosionsrisiko zu ermitteln. Dazu gehören die Einstufung explosionsgefährdeter Bereiche, die Ermittlung von Zündquellen und die Umsetzung von Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Zündungen. Die wichtigsten risikomindernden Maßnahmen sind eine gute Belüftung, die Verwendung von Geräten mit Ex-Kennzeichnung und die Schulung des Personals im sicheren Umgang mit brennbaren Gasen.

Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU⁶

Die Niederspannungsrichtlinie gilt für elektrische Betriebsmittel mit einer Nennspannung zwischen 50 V und 1.000 V für Wechselstrom und zwischen 75 V und 1.500 V für Gleichstrom. Zweck der Richtlinie ist die Gewährleistung der elektrischen Sicherheit von Personen, Tieren und Gütern durch die Festlegung von Anforderungen an die Konstruktion, die Herstellung und die Installation elektrischer Geräte.

Das Verhältnis zwischen der Niederspannungsrichtlinie und der Maschinenrichtlinie

Die Niederspannungsrichtlinie regelt die Anforderungen an die elektrische Sicherheit, während die Maschinenrichtlinie für Maschinen im Allgemeinen gilt, einschließlich ihrer elektrischen und mechanischen Sicherheit. Bei Widersprüchen zwischen den Anforderungen der beiden Richtlinien gilt die Maschinenrichtlinie für die Sicherheit der Maschine als Ganzes. Die Niederspannungsrichtlinie hingegen gilt speziell für den elektrischen Teil der Maschine.

Das Verhältnis zwischen der Niederspannungsrichtlinie und der ATEX-Produktrichtlinie

Die Niederspannungsrichtlinie stellt sicher, dass elektrische Geräte in elektrischer Hinsicht sicher sind (Schutz gegen elektrischen Schlag und Kurzschluss), während die ATEX-Produktrichtlinie sicherstellt, dass Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen keine Explosion auslösen können. Wenn Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, hat die ATEX-Produktrichtlinie Vorrang vor der Niederspannungsrichtlinie. Das heißt, die ATEX-Produktrichtlinie muss immer dann eingehalten werden, wenn die Risikobeurteilung des Herstellers oder Gefährdungsbeurteilung des Betreibers ergibt, dass elektrische Betriebsmittel eine explosionsfähige Atmosphäre entzünden könnten.

Produktsicherheitsrichtlinie (EU) 2023/988⁷

Die Produktsicherheitsrichtlinie gilt für die Sicherheit von Produkten, einschließlich Wärmepumpen, Kühl- und Gefriergeräte, die für private Verbraucher („Konsumenten“) bestimmt sind. Die Richtlinie überträgt den Herstellern und Händlern die Verantwortung dafür, dass diese Geräte sicher sind, bevor sie auf den Markt gebracht werden, und dass sie klare Gebrauchsanweisungen und Informationen über alle mit dem Produkt verbundenen Risiken bereitstellen.

Die Produktsicherheitsrichtlinie bietet zusätzlichen Schutz für alle Produkte. Obwohl für Wärmepumpen, Kühl- und Gefriergeräte spezielle Vorschriften für elektrische Geräte (wie die Niederspannungsrichtlinie) und andere technische Anforderungen gelten, decken diese Vorschriften nicht unbedingt alle Risiken ab. In diesem Fall stellt die Produktsicherheitsrichtlinie sicher, dass das Produkt dennoch den allgemeinen Sicherheitsstandards entspricht und somit für den Verbraucher sicher ist.

Ein Beispiel ist ATEX: Die ATEX-Benutzerrichtlinie und die ATEX-Produktrichtlinie gelten nicht für Wärmepumpen für private Verbraucher. Hier kommt die Produktsicherheitsrichtlinie ins Spiel, die vorschreibt, dass Propan-Wärmepumpen die allgemeinen Sicherheitsstandards für die Verwendung brennbarer Kältemittel und den Schutz gegen die Bildung explosionsfähiger Atmosphären erfüllen müssen.

Die Hersteller müssen sicherstellen, dass die Verbraucher Informationen über die Verwendung der Wärmepumpe und über mögliche Gefahren, wie z. B. Wartungsanforderungen oder das Risiko von Kältemittelleckagen, erhalten. Wenn der Aufsteller („Installateur“) oder der Kundendienst ein Risiko meldet,

KAPITEL 5

WÄRMEPUMPE ODER KÄLTEMASCHINE IM BELÜFTETEN GEHÄUSE FÜR GEWERBLICHE GEBÄUDE

INHALT KAPITEL 5

5.0: ALLGEMEINES	64
5.1: BETREIBER VON WÄRMEPUMPEN ODER KÄLTEANLAGEN IM BEFLÜFTETEN GEHÄUSE	77
5.2: HERSTELLER VON WÄRMEPUMPEN ODER KÄLTEANLAGEN IM BELÜFTETEN GEHÄUSE	84
5.3: AUFSTELLER DER WÄRMEPUMPE ODER KÄLTEANLAGE IM BELÜFTETEN GEHÄUSE („KÄLTEFACHBETRIEB“)	103
5.4: ERRICHTER DES HEIZUNGS- ODER KALTWASSER-SYSTEMS („INSTALLATEUR“)	121



ALLGEMEINES

Inhalt

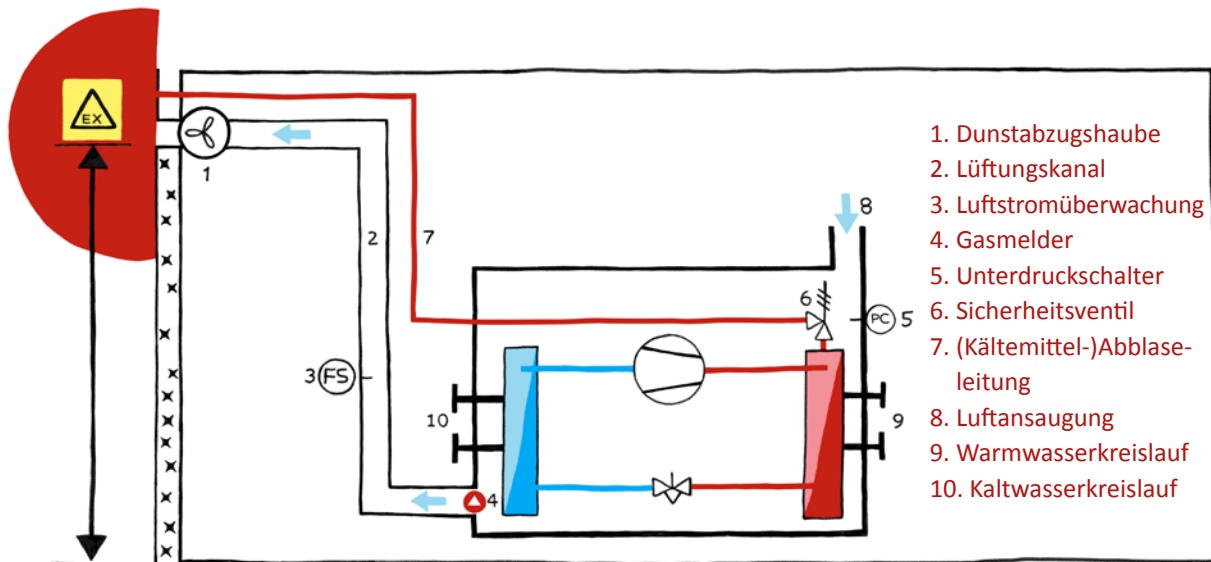
Allgemeines	65
Was ist ein belüftetes Gehäuse?	65
<i>Ein kurzer Überblick über die Gefahren von Bränden und Explosionen</i>	65
Warum sollte ein belüftetes Gehäuse verwendet werden?	66
Was ist kein belüftetes Gehäuse?	67
Die EN 378 garantiert nicht, dass ein belüftetes Gehäuse sicher ist!	67
Aufstellungsort	70
Füllmenge	71
Wie viele belüftete Gehäuse dürfen verbaut werden?	74
Außen- oder Innenaufstellung	74
Wer ist wofür verantwortlich?	74
<i>Betreiber</i>	74
<i>Hersteller</i>	75
<i>Aufsteller der Wärmepumpe oder Kältemaschine im belüfteten Gehäuse („Kältefachbetrieb“)</i>	75
<i>Errichter des Heizungs- oder Kälteabgabesystems („Installateur“)</i>	75
Zusammenfassung	76

Allgemeines

Das belüftete Gehäuse erleichtert die Wahl einer klima-, umwelt- und energiefreundlichen Bauweise und ist die am häufigsten verwendete Bauart für Propan-Wärmepumpen und Kälteanlagen in Innenräumen von gewerblichen Gebäuden. Der Hauptvorteil dieser Bauweise ist, dass sie eine gute Kontrolle über die Brand- und Explosionsgefahr bietet, wenn Propan austritt. Es gibt weniger Anforderungen an die Aufstellung von belüfteten Gehäusen als bei einer freistehenden Wärmepumpe in einem Maschinenraum. Das macht es einfach, einen geeigneten Standort für belüftete Schränke zu finden, und sie sind sowohl für neue als auch für alte Gebäude geeignet.

Was ist ein belüftetes Gehäuse?

Ein belüftetes Gehäuse ist eine Konstruktion für den Innenbereich, bei der die Wärmepumpe in einem abgedichteten Gehäuse untergebracht ist. Die Konstruktion wird als belüftetes Gehäuse bezeichnet, weil das Gehäuse kontinuierlich mit Abluft ins Freie belüftet wird. An der Außenwand ist ein Ventilator angebracht, der im Gehäuse und im Abluftkanal einen Unterdruck erzeugt. Dies bedeutet, dass die Propanemissionen nirgendwo anders hingelangen als in die freie Luft. Ziel ist es, Brand- und Explosionsgefahr zu vermeiden, aber die Konstruktion schützt auch die Umgebung vor Spritzern, Sauerstoffverdrängung und anderen Gefahren, die mit der Freisetzung von Kältemittel verbunden sind.



© Abbildung 5.0.01: Systemlösung für ein belüftetes Gehäuse

Ein kurzer Überblick über die Gefahren von Bränden und Explosionen:

Bei der Verwendung von Propan als Kältemittel besteht die Gefahr, dass Propan austritt und eine explosionsfähige Atmosphäre entsteht.

Wenn die Wahrscheinlichkeit besteht, dass explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, muss eine Beurteilung der Explosionsrisiken durchgeführt werden. Dazu gehört die Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens und der Dauer einer explosionsfähigen Atmosphäre. Darüber hinaus hat der Betreiber alle Zündquellen und das Ausmaß bzw. die Auswirkungen einer möglichen Explosion zu beurteilen und aufzuzeichnen. Explosionsgefährdete Bereiche sind je nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens von explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen einzuteilen. Dies wird als Zoneneinteilung oder Zonierung bezeichnet. Im Explosionsschutzdokument ist anzugeben, welche Zonen im Betrieb vorhanden sind und wie groß diese sind.

In einer definierten explosionsgefährdeten Zone, wie sie in der ATEX-Benutzerrichtlinie definiert ist, dürfen nur Ex-gekennzeichnete Geräte eingesetzt werden, die für den Einsatz in der jeweiligen Zone zu-



BETREIBER VON WÄRMEPUMPEN ODER KÄLTEANLAGEN IM BEFLÜFTETEN GEHÄUSE

Inhalt

Einleitung.....	78
Vorprojekt.....	78
Aufstellungsort.....	78
Gefährdungsbeurteilung und Explosionsschutzdokument.....	78
Zugangskontrolle.....	79
Anforderungskatalog.....	79
Endkontrolle.....	80
Dokumentation.....	80
Betrieb, Inspektionen und wiederkehrende Prüfungen.....	81
Service, Qualifikationsanforderungen und Arbeitsfreigabe.....	82
Entsorgung.....	82
Zusammenfassung.....	83

Einleitung

Dieses Kapitel richtet sich an den Betreiber von Wärmepumpen oder Kälteanlagen im belüfteten Gehäuse. Der Betreiber trägt die Verantwortung für die Aufstellung und den Betrieb der Wärmepumpe oder Kälteanlage. Der Betreiber hat dafür Sorge zu tragen, dass die Wärmepumpe oder Kälteanlage im belüfteten Gehäuse sicher zu benutzen ist. Die Verantwortung für die Sicherheit beginnt, sobald die Wärmepumpe oder Kälteanlage in Betrieb genommen wird, um das Gebäude mit Wärme oder Kälte zu versorgen, und bleibt während der gesamten Lebensdauer der Wärmepumpe oder Kälteanlage bestehen. Das bedeutet, dass für Wärmepumpen oder Kälteanlagen im belüfteten Gehäuse sowie für deren Installation bestimmte Anforderungen gelten. Diese Anforderungen werden in diesem Kapitel beschrieben.

Vorprojekt

Ein Vorprojekt wird oft nur mit dem Projektentwickler und dem Architekten durchgeführt. Andere Fachleute stehen selten zur Verfügung. In dieser Phase ist es wichtig, Entscheidungen zu vermeiden, die zu hohen Kosten führen oder spätere Möglichkeiten ausschließen.

Aufstellungsort

Unabhängig davon, ob es sich um eine Wärmepumpe oder Kälteanlage für einen Neubau oder für ein bestehendes Gebäude handelt, ist es wichtig, den Aufstellungsort so früh wie möglich zu klären, am besten bereits in der Vorprojektphase. Dafür ist der Bauherr verantwortlich. Ist der Betreiber zugleich der Bauherr sollte er sich unbedingt mit folgenden Fragen auseinandersetzen:

- Kann die Wärmepumpe in einem belüfteten Gehäuse in einem Technikraum mit Zugangskontrolle aufgestellt werden?
- Schränkt die Lage des Technikraumes die Wahl des Kältemittels ein?
- Ist ausreichend Platz für die Anlage vorhanden und ist der Bereich um die Anlage für Servicezwecke ausreichend?
- Können starke Zündquellen wie Elektro-, Gas- oder Biokessel weit genug von der Wärmepumpe entfernt aufgestellt werden, um Wartungsarbeiten ohne Abschalten der Wärmepumpe durchführen zu können?
- Befindet sich der Technikraum in der Nähe der Fassade oder des Daches, so dass kurze Strecken für die Abluft aus dem Gehäuse und die (Kältemittel-)Abblaseleitung des Sicherheitsventils der Wärmepumpe oder Kälteanlage vorhanden sind?
- Wird das Gebäude einen hohen Heiz- oder Kühlbedarf haben? Ein hoher Leistungsbedarf führt zu großen Füllmengen. In diesem Fall sollte eine Außenluft/Wasser-Wärmepumpe als sicherere Alternative in Betracht gezogen werden.

Gefährdungsbeurteilung und Explosionsschutzdokument

Die Rahmenrichtlinie für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit¹ zielt darauf ab, ein gleiches Maß an Sicherheit und Gesundheitsschutz für alle Arbeitnehmer zu gewährleisten, und verpflichtet den Betreiber, die erforderlichen Maßnahmen zur Schaffung einer sicheren und gesunden Arbeitsumgebung zu ergreifen. Ein Schlüsselement der Richtlinie ist das Prinzip der Gefährdungsbeurteilung. Die wichtigsten Elemente der Gefährdungsbeurteilung sind, in der Reihenfolge ihrer Priorität, folgende:

1. Vermeidung von Risiken
2. Bewertung unvermeidbarer Risiken
3. Beseitigung der Gefahren an der Quelle
4. regelmäßige Beurteilung der Gefahren am Arbeitsplatz

„Menschen, die gar nicht vor
Ort sind, kann man nicht töten.“
– Trevor Kletz

Mit einem richtig ausgelegten Gasabscheider kann der größte Teil des Propangases entfernt werden, bevor es im Flüssigkeitskreislauf zirkuliert und über die Lüftungsanlage des Gebäudes entweicht.

Frostsprennung eines Plattenwärmetauschers

Das Risiko einer Propanleckage ist am höchsten, wenn der Wärmetauscher (Verdampfer) zufriert.

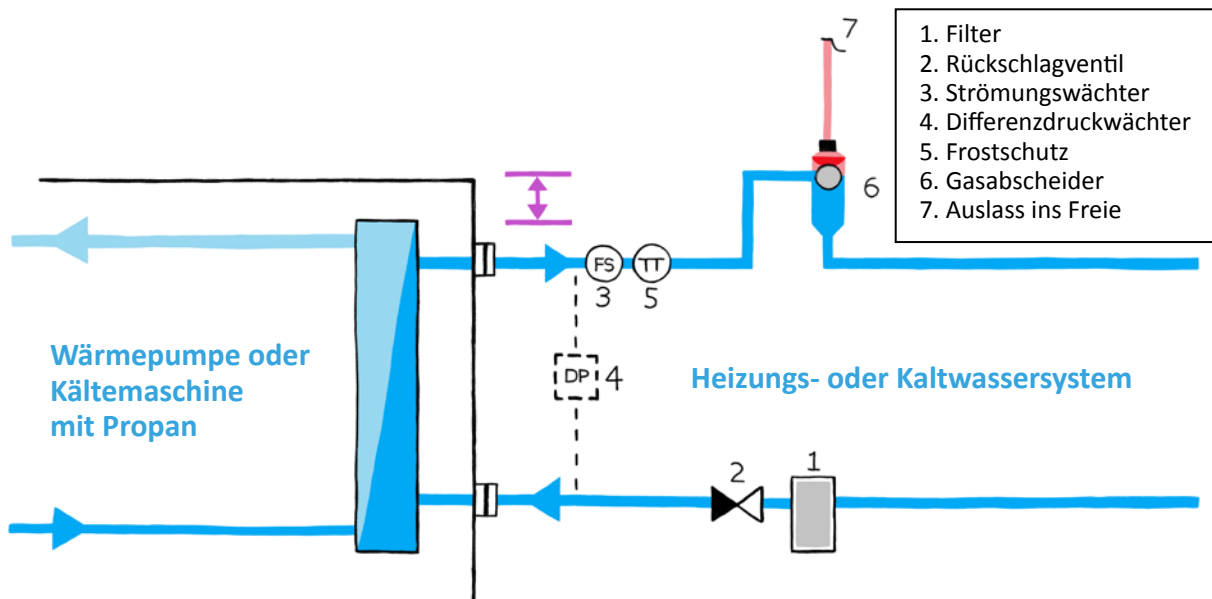
Ein Frostriss im Plattenwärmetauscher kann entstehen, wenn kein Filter vor dem Wärmetauscher installiert ist. Kunststoffpartikel, Lötzunder oder andere Fremdkörper können einige, aber nicht alle Kanäle des Plattenwärmetauschers verstopfen. Dadurch fließt das Wasser nur noch durch die verbleibenden offenen Kanäle – bei gleichbleibender Kälteleistung. Das führt dazu, dass das Wasser dort zu stark abgekühlt wird und diese Kanäle schließlich zufrieren. Die ungleichmäßige Vereisung kann den Wärmetauscher durch Frosteinwirkung beschädigen. Es gab bereits mehrere Vorfälle, bei denen die gesamte Propanfüllung aufgrund solcher Schäden in den Flüssigkeitskreislauf ausgetreten ist. Da der Durchfluss in den offenen Kanälen zunächst bestehen bleibt, reagieren weder der Strömungswächter noch der Temperatursensor der Frostschutzregelung – und die Wärmepumpe schaltet sich nicht ab.

Es gibt jedoch einige Maßnahmen, die ergriffen werden können, um solche Vorfälle zu verhindern:



- Komponenten wie ein Strömungswächter (oder Differenzdruckwächter) sollten installiert werden; die Verwendung eines Frostschutzes im Heizungskreislauf wird ebenfalls empfohlen, siehe Abbildung 5.4.02: Schutz des Heizungssystems im Falle eines Propanlecks
- auf eine ungewöhnliche Häufung von Alarmen sollte geachtet werden; viele Alarme und häufige Abschaltungen deuten darauf hin, dass etwas nicht in Ordnung ist, dies muss untersucht werden
- der richtige Sollwert für den Frostschutz muss gewählt werden; der Sollwert für die Wasseraustrittstemperatur liegt normalerweise bei +5°C für reines Wasser oder Δ 5 bis 10 K über der Gefriertemperatur des Kältemittels
- die Pumpenregelung ist zu überprüfen, die Druckregelung kann Teil des Problems sein

Abbildung 5.4.01: Plattenwärmetauscher mit Frostsprennung



© Abbildung 5.4.02: Schutz des Heizungs- oder Kaltwassersystems im Falle eines Propanlecks.



SEPARATER MASCHINENRAUM FÜR GEWERBLICHE GEBÄUDE

Inhalt

Einleitung	129
Was ist ein separater Maschinenraum?	129
Anforderungen an einen separaten Maschinenraum	130
Beispiel für einen separaten Maschinenraum mit einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe	130
<i>Alarmmaßnahmenplan</i>	131
<i>Lüftung im separaten Maschinenraum</i>	132
<i>Planliche Darstellung</i>	133
<i>Ausstattung im separaten Maschinenraum</i>	134
<i>Ausstattung vor dem separaten Maschinenraum</i>	134
<i>Ausstattung des Schaltschrankraums</i>	135
Vergleich: Separater Maschinenraum oder belüftetes Gehäuse?	136
<i>Vorteile eines separaten Maschinenraums</i>	136
<i>Nachteile eines separaten Maschinenraums</i>	136
<i>Vorteile von Wärmepumpen oder Kältemaschinen im belüfteten Gehäuse</i>	137
<i>Nachteile der Wärmepumpen oder Kältemaschinen im belüfteten Gehäuse</i>	137
<i>Zusammenfassung</i>	138

Planliche Darstellung

Nachstehender Aufstellungsplan zeigt den „separaten Maschinenraum“ mit Wärmepumpe sowie den Schaltschrankraum.

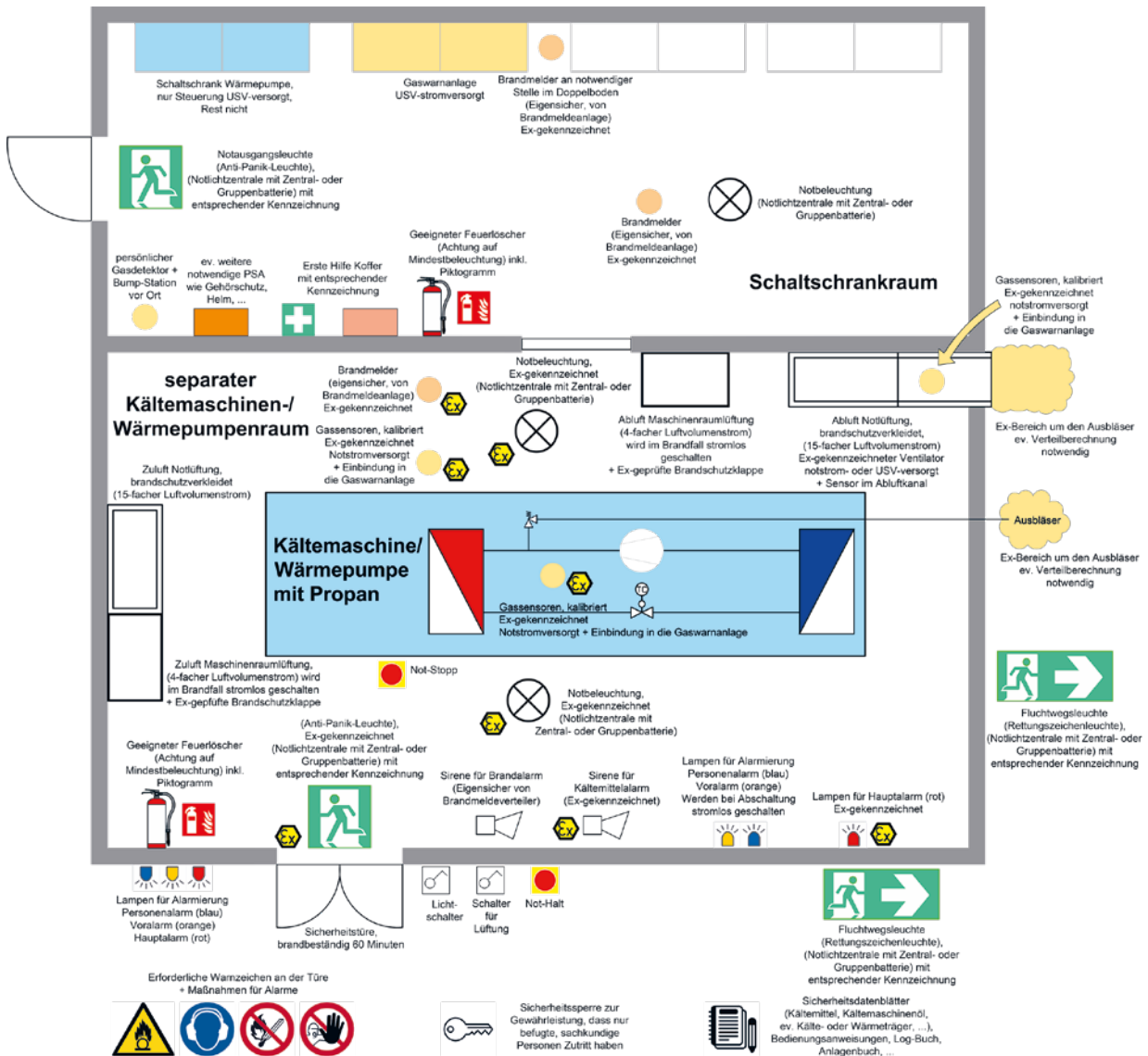


Abbildung 6.05: Planliche Darstellung der Einrichtung eines separaten Maschinenraums mit einer Propan-Wärmepumpe sowie eines Schaltschrankraums

KAPITEL 7

AUSSENAUFGESTELLTE LUFT/WASSER-WÄRMEPUMPE UND LUFTGEKÜHLTE KALTWASSERSÄTZE FÜR GEWERBLICHE GEBÄUDE

INHALT KAPITEL 7

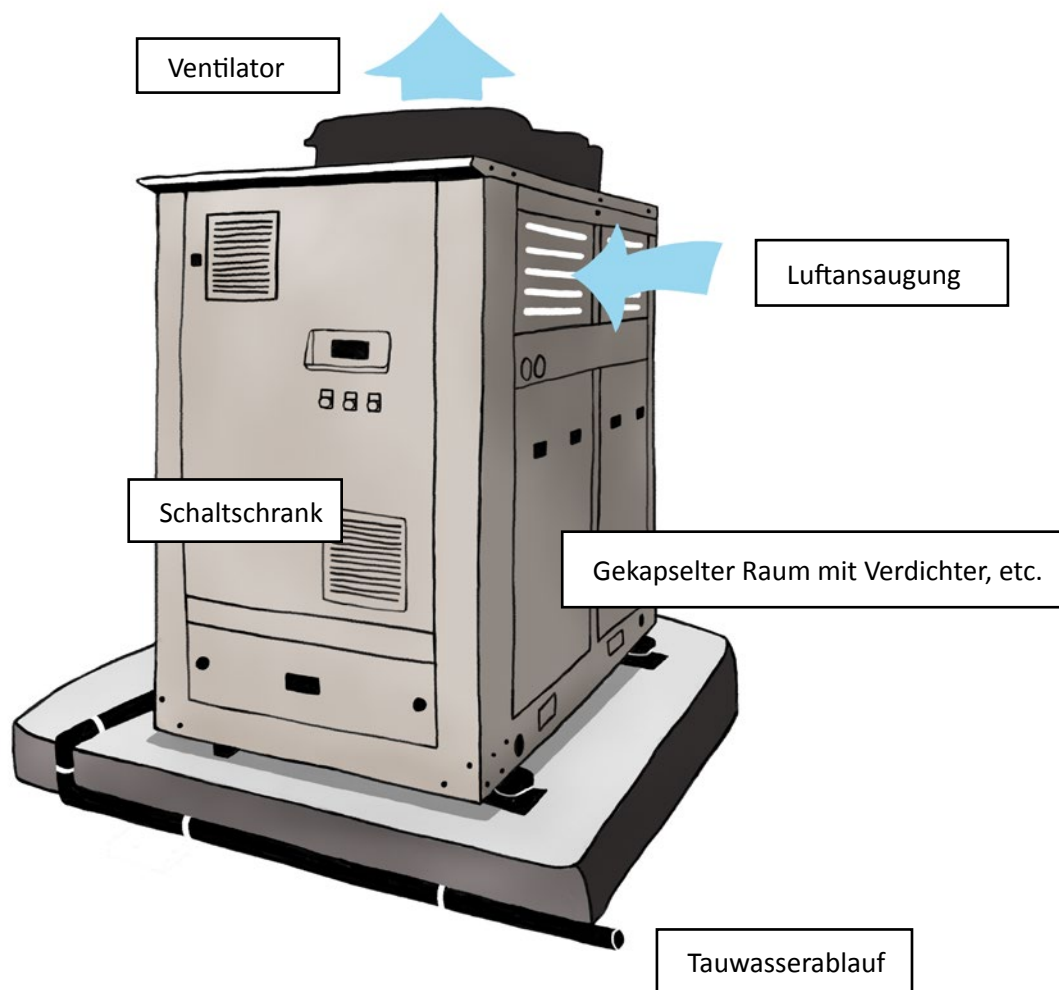
7.0: ALLGEMEINES	140
7.1: BETREIBER VON LUFT/WASSER-WÄRMEPUMPEN UND LUFTGEKÜHLTEN KALTWASSERSÄTZEN	154
7.2: HERSTELLER VON LUFT/WASSER-WÄRMEPUMPEN UND LUFTGEKÜHLTEN KALTWASSERSÄTZEN	165
7.3: AUFSTELLER DER LUFT/WASSER-WÄRMEPUMPEN ODER DES LUFTGEKÜHLTEN KALTWASSERSATZES („KÄLTEFACHBETRIEB“)	177
7.4: ERRICHTER DES HEIZUNGS- ODER KALTWASSER-SYSTEMS („INSTALLATEUR“)	191



ALLGEMEINES

Inhalt

Einleitung	141
Funktionsweise Luft/Wasser-Wärmepumpe	141
Funktionsweise luftgekühlter Kaltwassersatz	141
Ein kurzer Überblick über die Gefahren von Bränden und Explosionen	142
Außenaufstellung	142
Arten von Luft/Wasser-Wärmepumpen und luftgekühlten Kaltwassersätzen	143
1. Gekapselte Luft/Wasser-Wärmepumpen und luftgekühlte Kaltwassersätze	143
2. Teilweise gekapselte Luft/Wasser-Wärmepumpen und luftgekühlte Kaltwassersätze	145
3. Luft/Wasser-Wärmepumpe und luftgekühlte Kaltwassersätze ohne Gehäuse	145
Aufstellungsort	147
In der EN 378 gibt es keine eigene Klasse für die Aufstellung im Freien!	148
Die EN 378 garantiert nicht die Sicherheit von außenaufgestellten Luft/Wasser-Wärmepumpen und luftgekühlten Kaltwassersätzen	148
Füllmenge	150
Wer ist wofür verantwortlich?	151
<i>Betreiber</i>	151
<i>Hersteller der Luft-/Wasser-Wärmepumpe bzw. des luftgekühlten Kaltwassersatzes</i>	152
<i>Aufsteller der Luft/Wasser-Wärmepumpe bzw. des luftgekühlten Kaltwassersatzes („Kältefachbetrieb“)</i>	152
<i>Errichter des Heizungs- oder Kaltwasser-Systems („Installateur“)</i>	152
Zusammenfassung	153

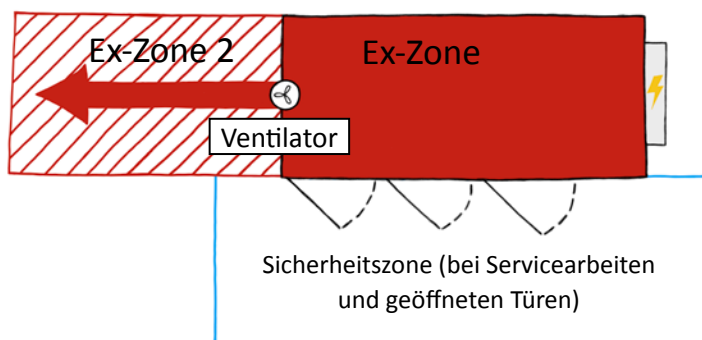


© Abbildung 7.0.01: Gekapselte Luft/Wasser-Wärmepumpe bzw. gekapselter luftgekühlter Kaltwassersatz

Zoneneinteilung gekapselter Luft/Wasser-Wärmepumpen und gekapselter luftgekühlter Kaltwassersätze

Durch die Kapselung werden die Propanemissionen nicht unkontrolliert in die Umgebung abgegeben, sondern in der Ex-Zone außerhalb des Abluftventilators verdünnt. Dieser Bereich muss frei von Zündquellen sein. Wie stark sich der Bereich ausdehnt, hängt vom Standort und vom Luftstrom ab. Ein Abluftventilator, der oben auf der Wärmepumpe angebracht ist und einen großen Luftstrom hat, ergibt die geringste Ausdehnung. Der Wartungsbereich kann als Ex-Zone eingestuft werden, wobei die häufigste Einstufung eine Sicherheitszone mit Anforderungen an Maßnahmen ist, die bei der Durchführung von Arbeiten zu treffen sind.

© Abbildung 7.0.02:
Ex-Zone außerhalb einer gekapselten
Luft/Wasser-Wärmepumpe bzw. luftgekühlten
Kaltwassersatz. Geräte innerhalb der Zone
müssen mit einer Ex-Kennzeichnung versehen
sein. Die Ausdehnung der Zone wird bestimmt
durch die Risikobewertung.



2. Teilweise gekapselte Luft/Wasser-Wärmepumpen und luftgekühlte Kaltwassersätze

Von teilweise gekapselt spricht man, wenn nur eine oder wenige Komponenten eingehaust sind. Der Verdichter ist die wahrscheinlichste Quelle für Emissionen und Entzündungen. Bei Wärmepumpen und Kälteanlagen mit hohen Leistungen kann man nur den Verdichter einhausen. Das ist eine gute Lösung, weil eine vollständige Einhausung sonst zu teuer wäre. Abbildung 7.0.03 zeigt eine solche Ausführung. Hier ist nur der Verdichter mit Elektromotor in einer Einhausung.

Teilweise gekapselte Anlagen sollte in einem Bereich aufgestellt werden, zu dem Unbefugte keinen Zugang haben, z. B. auf einem Dach oder in einem eingezäunten Bereich.



Abbildung 7.0.03:
Luft/Wasser-Wärmepumpe
mit eingebautem Verdichter.
Teilweise gekapselte Luft/
Wasser-Wärmepumpe mit
eingehaustem Verdichter

Einhausung mit Verdichter
und Elektromotor

Zoneneinteilung teilweise gekapselter Luft/Wasser-Wärmepumpen und luftgekühlter Kaltwassersätze

Ist die Wärmepumpe oder Kältemaschine teilweise gekapselt, wird die Zoneneinteilung eine Mischung aus eingehausten und nicht eingehausten Bereichen sein. Ohne dem Ergebnis einer tatsächlichen Zoneneinteilung vorgreifen zu wollen, wäre eine mögliche Lösung, dass die Einhausung mit einem ständig laufenden Abluftventilator ausgestattet ist, während der offene Teil natürlich belüftet wird. Darüber hinaus könnten bestimmte Bereiche mit einem Gaswarngerät überwacht werden.

*„Das beste Gebäude hat kein
Dach und keine Wände“
– Trevor Kletz*

3. Luft/Wasser-Wärmepumpe und luftgekühlte Kaltwassersätze ohne Gehäuse

In warmen Klimazonen sind Luft/Wasser-Wärmepumpen ohne Verkleidung üblich. So können die Kosten für eine Verkleidung eingespart werden. Im Falle von Leckagen kann zudem die Verdünnung mit der Umgebungsluft (natürliche Lüftung) genutzt werden.

Der Verzicht auf eine Einhausung hat folgende Vorteile:

- die natürliche Belüftung verdünnt mögliche Leckagen
- gute Zugänglichkeit für die Wartung
- leichter Zugang zur Durchführung von Leckprüfungen

Die Nachteile sind:

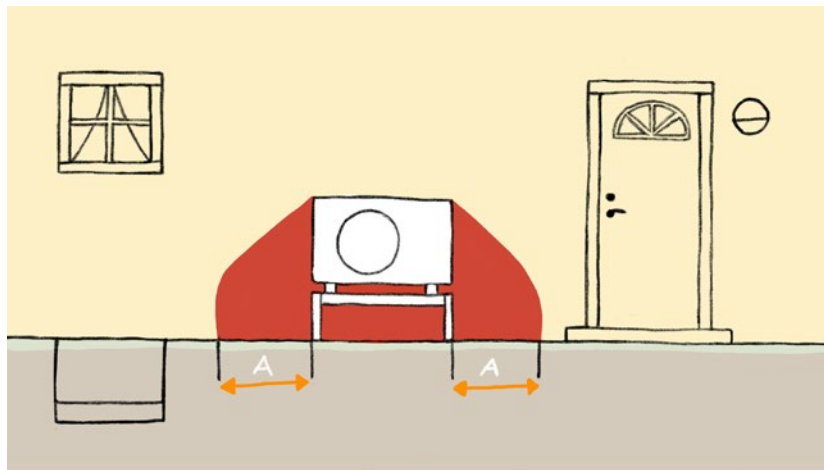
- die Bauteile sind der Witterung und der Tierwelt ausgesetzt



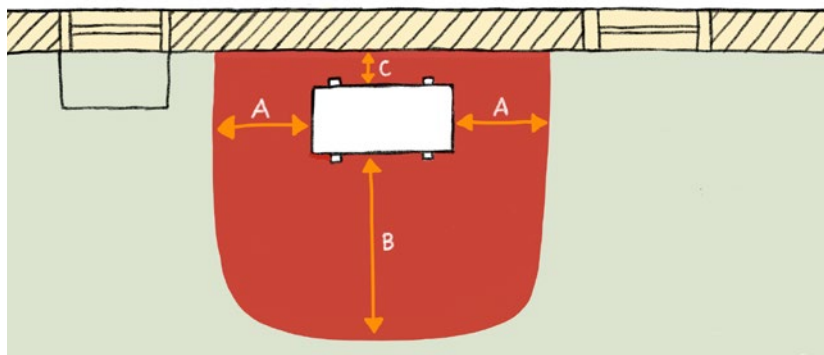
LUFT/LUFT-WÄRMEPUMPE UND SPLIT-KLIMAANLAGEN FÜR WOHNGEBÄUDE

Inhalt

Einleitung	202
Funktionsweise	202
Aufstellungsort	202
Schutz vor Brand- und Explosionsgefahren	203
<i>Zusatz von Geruchsstoffen</i>	203
<i>Füllmenge</i>	203
<i>Füllmenge unter 150 g</i>	203
<i>Füllmenge über 150 g</i>	203
Installation	207
Inspektion, Wartung und Reparatur	211
Entsorgung	212



A=1M B=2,5M C=0,3M



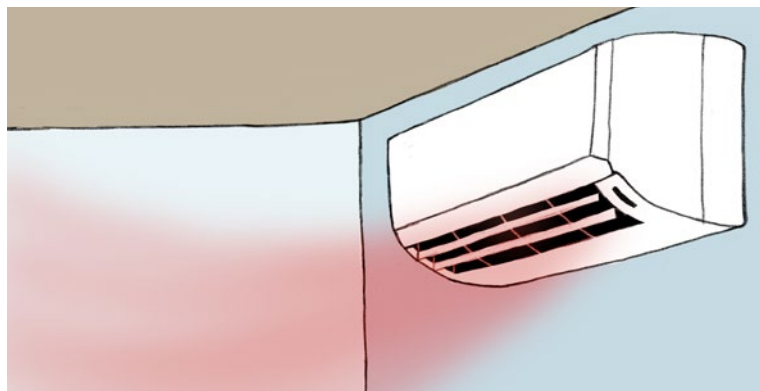
© Abbildung 9.03:
Beispiele für Sicherheitszonen um
das Außengerät einer Luft/Luft-
Wärmepumpe

Das Außengerät kann auch mit zusätzlichen Schutzvorrichtungen ausgestattet sein, wie z. B:

- der Ventilator läuft ständig, außer wenn das Außengerät abtaut
- der Ventilatormotor ist Ex-gekennzeichnet
- die Komponenten des Kältemittelkreislaufs sind Ex-gekennzeichnet
- gasdichte Kabelverschraubungen für die elektrischen Anschlüsse von Verdichter, Magnetventil, Expansionsventil usw.
- elektrische Komponenten wie Netzteil, Frequenzumformer und Hauptplatine sind Ex-gekennzeichnet oder befinden sich in einem vom Kältemittelkreislauf getrennten, abgedichteten Raum

Leckagen vom Innengerät

Die zulässige Füllmenge für ein Innengerät ohne zusätzliche risikomindernde Maßnahmen wird durch die Aufstellhöhe und die Grundfläche des Raumes bestimmt.



© Abbildung 9.04:
Innengerät hoch an der Wand montiert



INSPEKTION, WARTUNG, REPARATUR, TRANSPORT UND LAGERUNG

Inhalt

Verantwortungsvoller Umgang mit Propan und anderen Kohlenwasserstoffen	231
Wichtige Eigenschaften von Kältemitteln	231
Gute Belüftung	231
Sicherheit beim Arbeiten in Maschinenräumen	231
Erste Hilfe in Notfällen	232
<i>Wichtige Informationen für Ersthelfer</i>	232
Ausbildung und Sicherheitsunterweisung	232
Das größte Risiko: Explosionsgefahr am Arbeitsplatz	233
Wartung und Reparatur	236
Persönliche Schutzausrüstung und Werkzeuge	237
Persönliche Schutzausrüstung (PSA) für die Arbeit mit Kältemitteln	237
Persönliche Schutzausrüstung (PSA), speziell für Arbeiten mit Propan	237
<i>Arbeitskleidung und Sicherheitsschuhe</i>	237
<i>Erdungskabel</i>	238
<i>Persönliches Gaswarngerät</i>	238
<i>Tragbarer Ventilator</i>	239
<i>Tragbarer Ventilator mit Punktabsaugung</i>	239
<i>Handwerkzeuge</i>	240
<i>Manometerbrücke („Monteurhilfe“)</i>	240
<i>Elektrowerkzeuge</i>	240
<i>Elektronischer Lecksucher</i>	241
<i>Elektronischer Manometerbrücke („Monteurhilfe“)</i>	241
<i>Vakuumpumpe</i>	241
<i>Digitales Vakuummeter</i>	242
<i>Absaugaggregat</i>	242
<i>Selbstinspektion der Ausrüstung</i>	242
<i>Presswerkzeug für Klemmringverschraubungen</i>	243
<i>Verlängerungskabel</i>	243
<i>Recycling-Flaschen</i>	244
<i>Abfackeln</i>	244

Verfahren für das Recycling oder die Entsorgung von Propan	244
Anschluss an den Kältemittelkreislauf	244
Recycling zur Wiederverwendung	245
Ablassen von Propan	245
Verdichtertausch	246
Spülen mit trockenem Stickstoff	246
Öffnen des Kältemittelkreislaufs	247
Ausbauen des alten Verdichters	248
Einbau eines neuen Verdichters	248
Schließen des Kältemittelkreislaufs	249
Löten	249
Druckfestigkeitsprüfung und Dichtheitskontrolle	249
Druckfestigkeitsprüfung	250
<i>Vorgehensweise bei der Druckfestigkeitsprüfung</i>	250
<i>Druckfestigkeitsprüfung nach einer Reparatur</i>	250
Dichtheitskontrolle	251
Vakuumierung	251
<i>Vakuumverfahren</i>	252
Sicheres und genaues Wiederbefüllen mit Propan	253
Vor Inbetriebnahme der Wärmepumpe	255
Kontrolle der Füllmenge in einer Wärmepumpe	255
Vorschriften für den Transport (ADR) und die Lagerung von Gasflaschen	256
Beförderung gefährliche Güter ohne ADR-Bescheinigung	256
Für Kältetechniker gelten folgende Ausbildungsanforderungen	257
Ausnahme 1: Vorgefüllte Einrichtungen	257
Ausnahme 2: Transport, der Teil der ausgeführten Arbeiten ist	258
<i>Berechnung für die 1.000-Punkte-Grenze</i>	259
Ausnahme 3: Gefährliche Abfälle	260
Laderaum	260
Transport von Gasflaschen	261
<i>Belüfteter Laderaum</i>	262
<i>Unbelüfteter Laderaum</i>	263
<i>Unfälle mit unbelüftetem Laderaum</i>	263
<i>Notfallsituation während des Transports</i>	264
<i>Einfache Sicherheitsregeln für den Transport von Gasflaschen</i>	264
Sichere Lagerung von Propan	266

Persönliche Schutzausrüstung und Werkzeuge

Bei der Arbeit mit Propangas-Wärmepumpen sind persönliche Schutzausrüstung und geeignetes Werkzeug für die eigene Gesundheit und Sicherheit unerlässlich.

Eine gute Belüftung während der Arbeit ist wichtig. Eine ausreichende Belüftung verhindert die Bildung einer explosionsfähigen oder giftigen Atmosphäre.

Der Umgang mit Kältemitteln erfordert Sicherheitsmaßnahmen. Vor Beginn der Arbeiten ist eine Sicherheitsanalyse durchzuführen, um sicherzustellen, dass die richtige Schutzausrüstung und die richtigen Werkzeuge zur Verfügung stehen. Der erste Schritt dazu ist bereits die Arbeitsvorbereitung und die Kontrolle der Werkzeuge im Servicefahrzeug vor der Anlage.

*„Wenn Sie meinen, Sicherheit sei teuer, versuchen Sie es einmal mit einem Unfall.“
– Trevor Kletz*

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) für die Arbeit mit Kältemitteln

Zur PSA gehören Gehörschutz, Schutzschuhe, Schutzkleidung, kälteisolierende Handschuhe aus Neopren oder Nitrilkautschuk und dicht schließende Schutzbrillen oder Gesichtsschutzschilder. Damit sollen Erfrierungen der Haut und der Augen durch Spritzer von flüssigem oder gasförmigem Kältemittel vermieden werden. Die Handschuhe sollen auch vor Hautkontakt mit Kältemaschinenöl schützen.

Eine Filtermaske mit ABE-Filter oder eine Atemschutzmaske mit umluftunabhängigem Atemschutzgerät wird empfohlen, wenn die Gefahr von Zersetzungsprodukten (Gasen) beim Löten oder Schweißen oder ein geringer Sauerstoffgehalt besteht.

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) speziell für Arbeiten mit Propan

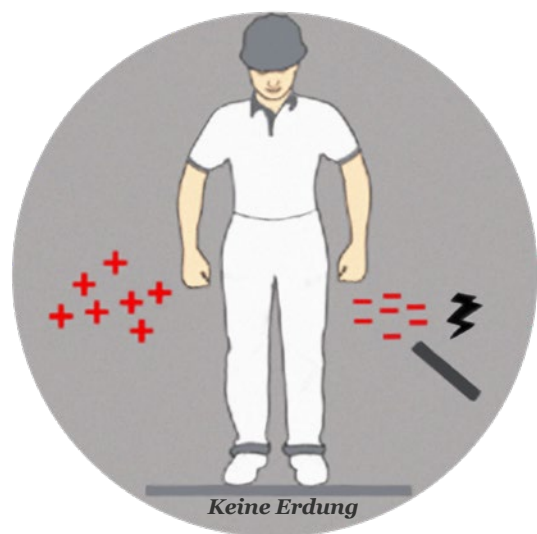
Grundsätzlich ist der Arbeitgeber verpflichtet², alle Arbeitsmittel so zu gestalten, dass Explosionsgefahren, die von den Arbeitsmitteln selbst oder von den darin hergestellten, verwendeten oder gelagerten Stoffen ausgehen, vermieden werden.

Während die Vorschriften und Normen für elektrische Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen in Bezug auf Konstruktion und Installation streng und verbindlich sind, gibt es nur wenige Vorschriften und Normen für Reparatur und Wartung. Es gibt zwar einige Normen, die sich mit der Wartung und Reparatur von Ex-gekennzeichneten elektrischen Betriebsmitteln befassen, diese gelten jedoch nicht für nichtelektrische Betriebsmittel. Die Beschreibungen in den Normen³ sind eher allgemein gehalten. So steht zum Beispiel „Vorzugsweise ist eine für den Bereich geeignete persönliche Schutzausrüstung zu verwenden“, als dass spezifische Anforderungen gestellt werden.

Arbeitskleidung und Sicherheitsschuhe

Statische Elektrizität, auch elektrostatische Entladung genannt, kann Funken erzeugen. Wie andere Kohlenwasserstoffe hat Propan eine so geringe Zündenergie, dass bereits ein kleiner Funke einen Brand auslösen kann. Statische Elektrizität kann Funken mit einer Energie von 1 bis 100 mJ erzeugen. Propan entzündet sich bereits bei 0,25 mJ.

Abbildung 12.05:
Menschen können durch statische Elektrizität positiv oder negativ aufgeladen werden



Sichere Lagerung von Propan

Propangasflaschen dürfen nicht in engen Höfen, Gängen und Durchfahrten, in der Nähe von Gruben, Schächten, Abflüssen oder unterirdischen Räumen gelagert werden. Es ist sicherzustellen, dass im Lagerbereich keine Zündquellen vorhanden sind. Der Lagerbereich ist so zu kennzeichnen, dass keine offenen Flammen sichtbar sind und Unbefugte keinen Zutritt haben. Im Lagerbereich darf kein Gas von einer Gasflasche in eine andere umgefüllt werden. Gebrauchte Gasflaschen dürfen nicht weggeworfen, sondern müssen einer zugelassenen Entsorgungsanlage zugeführt werden.

Unternehmen, die Gasflaschen lagern, sollten über eine interne Kontrollroutine für regelmäßige Dichtungsprüfungen von Gasflaschen bei Eingang, während der Lagerung und vor dem Versand verfügen.

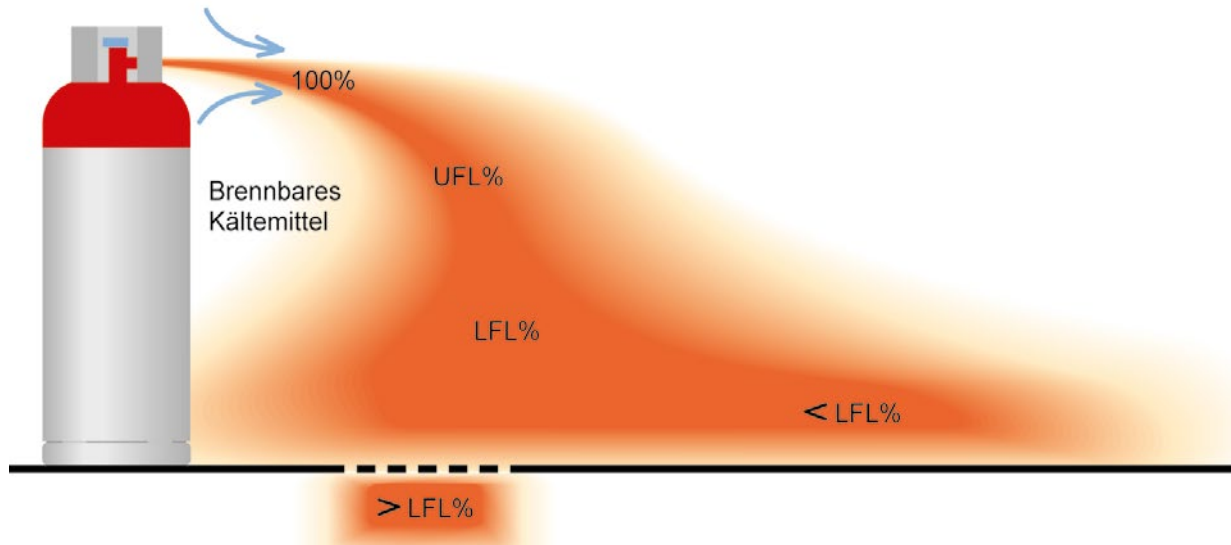


Abbildung 12.43: Im Falle eines Lecks des Ventils einer Kältemittelflasche können brennbare Gase Bereiche mit brand- oder explosionsfähiger Atmosphäre erzeugen

Flaschen mit brennbaren Kältemitteln sind stehend und vorzugsweise im Freien zu lagern. Der Inhalt ist durch Aufkleber, farbliche Kennzeichnung oder Markierung des Lagerbereichs eindeutig zu kennzeichnen. Die Flaschen sind so zu lagern, dass sie nicht umfallen können. Sie dürfen keinen Temperaturen über 45 °C ausgesetzt werden und sind vor Sonneneinstrahlung zu schützen.



Abbildung 12.44:
Lagerschrank für Kältemittel im Freien

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

NUMMER & TEXT	KATEGORIE	QUELLE
1.01 Aufstellungsort der Wärmepumpen	Tabelle	Stig Rath
2.01 Wichtige Kenngrößen für brennbare Kältemittel	Abbildung	www.chemsafe.ptb.de
2.02 Erklärungen der englischen Abkürzungen	Abbildung	Stig Rath
2.03 Verbrennungsgeschwindigkeiten für ausgewählte ...	Tabelle	www.chemsafe.ptb.de
2.04 Brennbarkeitsgrenzen für ausgewählte Kohlenwasser- ...	Tabelle	ISO 817:2024
2.05 Brennbarkeitsgrenzen	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
2.06 Verbrennungswärme für ausgewählte Kohlenwasser-...	Tabelle	www.chemsafe.ptb.de
2.07 Mindestzündenergie für ausgewählte Kohlenwasserstoffe	Tabelle	www.chemsafe.ptb.de
2.08 Eigenschaften von Propan in Bezug auf dessen Brenn-...	Tabelle	Stig Rath
2.09 Selbstentzündungstemperaturen für ausgewählte ...	Tabelle	www.chemsafe.ptb.de
2.10 Einstufung und Kennzeichnung entzündlicher Kältemittel ...	Tabelle	Stig Rath
2.11 Sicherheitsklassifizierung von Kältemitteln	Tabelle	ISO 817:2024
2.12 Zusammenhang zwischen CLP-Kategorie und ISO 817 ...	Tabelle	Stig Rath
3.01 Betreiber und Hersteller müssen zusammenarbeiten, ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
3.02 Einschlägige Normen für Sicherheit in explosions- ...	Tabelle	Stig Rath
3.03 Bevorzugte Symbole für Zonen in explosionsgefährdeten ...	Abbildung	60079-10-1:2021, Anhang A (neu gezeichnet: K. Kalleklev)
3.04 Abschätzung des Zonentyps abhängig vom Freisetzungs- ...	Tabelle	60079-10-1:2021, Tabelle D.1
3.05 Zündquellen	Tabelle	EN 1127-1: 2019, Kapitel 5
3.06 Beispiel einer Risikomatrix	Tabelle	Stig Rath
3.07 Systemlösung eines belüfteten Gehäuses	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
3.08 Ex-Zonenplan inkl. horizontales Ausblasen der Lüftung ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
4.01 Druck x Volumen bestimmt in welche Risikokategorie ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
4.02 Kühlmöbel mit eingebauter Propankühlung	Abbildung	Freor
4.03 Luft-/Wasser-Wärmepumpe mit Propangas	Abbildung	Mitsubishi Electric Europe B.V. Norwegische Niederlassung
4.04 Übersicht über den Inhalt der EN 378, Teil 2	Abbildung	Leitfaden zur Reihe NS-EN 378 von 2016
4.05 Rohrleitung nach Sicherheitsventil um mehrere ...	Abbildung	Stig Rath
5.0.01 Systemlösung für ein belüftetes Gehäuse	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.0.02 Wärmepumpe oder Kälteanlagen im belüfteten ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.1.01 Übersicht wiederkehrender Überprüfungen	Tabelle	Stig Rath
5.2.01 Die fertig montierte Maschine besteht aus einem ...	Abbildung	Jakob Strandin
5.2.02 belüftetes Gehäuse wie vom Hersteller geliefert. Ein ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.2.03 Zwei Wärmepumpen im belüfteten Gehäuse in einem ...	Abbildung	Stig Rath
5.2.04 Durch Löcher, Öffnungen oder Undichtigkeiten im ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.2.05 Schiebeklappe zur Regulierung der Luftzufuhr ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.2.06 Lufteinlass, optimale Luftverteilung und Absaugung ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.2.07 Abluftventilator an einer Außenwand. Interne Lüftungs-...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.2.08 Zonen für Freisetzungsgrade und Wirksamkeit ...	Tabelle	60079-10-1:2021, Auszug aus Tabelle D.1
5.2.09 Luftstromwächter am Lüftungskanal. Unterdrucks- ...	Abbildung	Stig Rath
5.2.10 Unterdruckschalter mit Rohrleitung	Abbildung	Stig Rath
5.2.11 Gaswarngerät mit Sensor für Ex-Zone 2	Abbildung	Samon
5.2.12 Infrarotsensor	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
5.2.13 Empfohlene Alarmschwellen für brennbare Kältemittel ...	Tabelle	Stig Rath
5.2.14 Gasdichte Kabelverschraubungen an der Unterseite ...	Abbildung	Stig Rath
5.2.15 Vorgeschriebene Kennzeichnung	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
5.3.01 Die Druckentlastungsfläche kann als Fertigprodukt ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.3.02 Beispiel für schlechten Wartungszugang	Abbildung	Stig Rath
5.3.03 Wärmepumpe oder Kälteanlagen im belüfteten ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.3.04 Systemlösung zur Belüftung mehrerer Schränke mit ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.3.05 Ein Abluftventilator auf dem Dach kann auch Luft in ...	Abbildung	Stig Rath
5.3.06 Austritt der Lüftungsleitung in sicherer Entfernung von ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.3.07 Der Austritt der Lüftungsleitung befindet sich ca. 5 m ...	Abbildung	Stig Rath
5.3.08 Übermäßige Erdung des Lüftungskanals. Normaler-...	Abbildung	Stig Rath
5.3.09 Möglichkeit zum Ablassen von Kondenswasser aus ...	Abbildung	Stig Rath
5.3.10 Stopfen mit Blindkappe, der in der Abblaseleitung ...	Abbildung	Stig Rath
5.3.11 U-förmiger Siphon, der mit Öl gefüllt ist; wenn das Öl ...	Abbildung	GEA AWP GmbH
5.3.12 Manometer zur Anzeige des Drucks zwischen Berst-...	Abbildung	Enrad AB
5.3.13 Zwei vertikale Ausbläser für Abblaseleitungen von ...	Abbildung	Gasunie Deutschland Transport Services GmbH
5.3.14 CE-Kennzeichnung	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.3.15 Sensortyp und Wartung	Tabelle	Stig Rath
5.3.16 Beispiel für eine Ex-Zonen-Kennzeichnung	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
5.4.01 Plattenwärmetauscher mit Frostsprengung	Abbildung	Rebecka Asteberg, Enrad
5.4.02 Schutz des Heizungs- oder Kaltwassersystems im Falle ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
5.4.03 Filter vor dem Plattenwärmetauscher zur ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*

15. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

NUMMER & TEXT	KATEGORIE	QUELLE
5.4.04 Strömungswächter	Abbildung	© Katrine Kallevik*
5.4.05 Hocheffizienter Gasabscheider	Abbildung	Anonymer Hersteller
5.4.06 Sicherung des Wärmeträgerkreislaufs bei einem ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
6.01 Separater Maschinenraum für die Wärmepumpe oder	Abbildung	Stig Rath
6.02 Schaltschrank getrennt von der Wärmepumpe oder ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
6.03 Alarmmaßnahmenplan	Abbildung	Harald Erös
6.04 Anforderung an die Maschinenraumlüftung	Abbildung	Harald Erös
6.05 Planliche Darstellung der Einrichtung eines separaten ...	Abbildung	Harald Erös
7.0.01 Gekapselte Luft/Wasser-Wärmepumpe bzw. ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.0.02 Ex-Zone außerhalb einer gekapselten Luft/Wasser- ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.0.03 Luft/Wasser-Wärmepumpe mit eingebautem ..	Abbildung	Euroklimat
7.0.04 Luft/Wasser-Wärmepumpe ohne Gehäuse	Abbildung	Euroklimat
7.0.05 Wärmepumpe oder Kälteanlage ohne Verkleidung ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.0.06 Wärmepumpe oder Kälteanlage ohne Verkleidung ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.0.07 Maximale zulässige Kältemittelfüllmenge	Tabelle	EN 378-1:2016+A1:2020: Tabelle C.2
7.1.01 Ein Zaun in einem öffentlich zugänglichen und stark ...	Abbildung	Vegard Klungveit
7.1.02 Zäune sollten mindestens 2 m von der Wärmepumpe ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.1.03 Einhausung der Wärmepumpe zum Schutz vor ...	Abbildung	Harald Erös
7.1.04 Beispiel für einen Anfahrerschutz	Abbildung	SlowStop® FlexRail Verbundwerkstoff-Leitplanke/Aufprallschutz
7.1.05 Übersicht wiederkehrender Überprüfungen	Tabelle	Stig Rath
7.1.06 Servicearbeiten an einer Wärmepumpe	Abbildung	Euroklimat
7.2.01 Fehlerhafte Konstruktion der Leckageabsaugung: Ein ...	Abbildung	60079-10-1:2021, Abbildung C.3
7.2.02 Drückender Ventilator: Im Falle eines Lecks wird ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.2.03 Infrarotsensor	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
7.2.04 Empfohlene Alarmschwellen für brennbarer Kälte- ...	Tabelle	Stig Rath
7.2.05 Vorgeschriebene Kennzeichnung	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
7.2.06 CE-Kennzeichnung	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.01 Beispiel für eine ungünstige Konstruktion. Der Rück-...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.02 Beispiel für ein gutes Design. Der Auslass des ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.03 Hier wird im Falle des Abblasens Propan direkt in die ...	Abbildung	Stig Rath
7.3.04 Hier endet der Ablauf waagrecht in Knöchelhöhe ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.05 Der Auslass des Sicherheitsventils sollte an der Ober-...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.06 Es ist wichtig, einen ausreichenden Sicherheitsabstand ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.07 Der erforderliche Abstand zu Dachluken, Oberlichtern ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.08 Der erforderliche Abstand zu Dachluken, Oberlichtern ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.09 Der Aufsteller sollte darauf achten, dass die Propan-...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.10 Möglichkeit zur Gestaltung des Austauschs auf engem ...	Abbildung	Stig Rath
7.3.11 Anlagen werden gespiegelt aufgestellt, um zu verhindern, ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.12 Wärmepumpen, umgeben von dichten Wänden	Abbildung	Stig Rath
7.3.13 Eine vertikale Ausblasung, die höher als die Wände ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
7.3.14 Empfohlene Alarmstufen für die Erkennung von ...	Tabelle	Stig Rath
7.3.15 Sensortyp und Wartung	Tabelle	Stig Rath
7.3.16 Beispiel für eine Ex-Zonen-Kennzeichnung	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
8.01 Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage mit außenliegendem ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
8.02 Die Komponenten einer Luft/Wasser-Wärmepumpe	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
8.03 Doppelwandiger gelöteter Plattenwärmetauscher	Abbildung	© Katrine Kallevik*
8.04 Der Gasabscheider befindet sich direkt nach dem ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
8.05 Sicherheitszonen sind abhängig von Aufstellungsort und ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
8.06 Luft/Wasser-Wärmepumpe von oben. Die Schlitze an der ...	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
8.07 Ein tragbarer Ventilator mit Ex-Zulassung sorgt für die ...	Abbildung	Wigam
9.01 Luft/Luft-Wärmepumpe zum Heizen und Kühlen ...	Abbildung	Andrea Danti/Adobe Stock 552336234
9.02 Die Bördelkupplung wird außen auf die Außenwand ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
9.03 Beispiele für Sicherheitszonen um das das Außengerät ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
9.04 Innengerät hoch an der Wand montiert	Abbildung	© Katrine Kallevik*
9.05 Füllmenge in Abhängigkeit von Einbauhöhe und ...	Tabelle	Stig Rath
9.06 Arbeitsbereich muss gegen unbefugtes Betreten ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
9.07 Bohren von Löchern für Rohre, nachdem die Montage-...	Abbildung	Norwegischer Wärmepumpenverband
9.08 Vor dem Aufhängen der Inneneinheit sind die elektrisch-...	Abbildung	Norwegischer Wärmepumpenverband
9.09 Außengerät auf der Wandhalterung montiert	Abbildung	Norwegischer Wärmepumpenverband
9.10 Stickstoffflasche mit Regler	Abbildung	Norwegischer Wärmepumpenverband
9.11 Ein tragbarer Ventilator mit Ex-Kennzeichnung sorgt für ...	Abbildung	Wigam
10.01 Lösungen für die Belüftung: 1,2,3,4 ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
10.02 Der Gasabscheider befindet sich direkt nach dem ...	Abbildung	© Katrine Kallevik*
10.03 Flexible Punktabsaugung ins Freie mit Ex-gekenn-...	Abbildung	Foshan Senpeng Ventilation Co, Ltd.
10.04 Tragbarer Ventilator mit Ex- Kennzeichnung zur Luft- ...	Abbildung	Wigam

15. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

NUMMER & TEXT	KATEGORIE	QUELLE
11.01 Ausführungsvariante 1, belüfteter Kältemittelkreislauf ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
11.02 Abluftwärmepumpe in einer Waschküche installiert ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
11.03 Flexible Punktabsaugung ins Freie mit Ex-gekenn-...	Abbildung	Foshan Senpeng Ventilation Co, Ltd.
11.04 Tragbarer Ventilator mit Ex- Kennzeichnung zur Luft- ...	Abbildung	Wigam
12.01 Aufrechtes Stehen bei Austritt von Kältemittel, das ...	Abbildung	Internationale Gasdetektoren GmbH
12.02 Gefährdungsbeurteilung bei Arbeiten an einer ...	Vorlage	Stig Rath
12.03 Persönlicher Gasdetektor	Abbildung	Dräger Safety AG & Co
12.04 Ein Ex-gekennzeichneter Ventilator gehört zur ...	Abbildung	RDA Umwelttechnik GmbH
12.05 Menschen können durch statische Elektrizität positiv ...	Abbildung	Quelle nicht ermittelbar
12.06 Kabel zur Erdung von Kältemittelflaschen und anderen ...	Abbildung	NewsonGale
12.07 Persönliches Gaswarngerät	Abbildung	Dräger Sicherheit AG & Co
12.08 Docking-Station zur Funktionsprüfung eines persönliche ...	Abbildung	Dräger Sicherheit AG & Co
12.09 Tragbarer Ventilator mit Ex-Kennzeichnung für den ...	Abbildung	Wigam
12.10 Flexible Punktabsaugung ins Freie mit Ex-gekenn-...	Abbildung	Foshan Senpeng Ventilation Co, Ltd.
12.11 Manometerbrücke	Abbildung	Wigam
12.12 Elektronischer Lecksucher mit Ex-Kennzeichnung	Abbildung	Wigam
12.13 Ex-gekennzeichneter elektronische Manometerbrücke/...	Abbildung	Wigam
12.14 Ex-gekennzeichneter Vakuumpumpe	Abbildung	Wigam
12.15 Digitales Vakuummeter mit Übertragung auf App	Abbildung	CPS
12.16 Absaugaggregat	Abbildung	Wigam
12.17 Presswerkzeug	Abbildung	Conex Bänninger MaxiPro
12.18 24,5-ltr -Verbundflasche für eine maximale Füllmenge ...	Abbildung	Isovator
12.19 Fackel, die 10 kg Propan pro Stunde abfackelt	Abbildung	PA Propan Ammoniak Anlagen GmbH
12.20 Ex-gekennzeichneter Absaugaggregat	Abbildung	RDA Umwelttechnik GmbH
12.21 Gasflasche mit sauerstofffreiem trockenem Stickstoff, ...	Abbildung	Gunhild Kjeserud-Børnich
12.22 Rohrabstneider zum Schneiden von Druck- und Saug-...	Abbildung	Rothenberger
12.23 Rohrverbindung zum Verdichter	Abbildung	Gunhild Kjeserud-Børnich
12.24 Hubkolbenverdichter für Propan (R-290). Die Platz-...	Abbildung	Stig Rath
12.25 Druckregler für Stickstoff	Abbildung	Westfalen AG, Münster
12.26 Ex In und um eine Vakuumpumpe kann eine ...	Abbildung	Gunhild Kjeserud-Børnich
12.27 Bei großen Wärmepumpen sollten direkt aus einem ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
12.28 Digitales Vakuummeter mit Absperrventil zur Kontrolle ...	Abbildung	Stig Rath
12.29 Kältemittel nachfüllen. Im Bereich der Serviceventile ...	Abbildung	Gunhild Kjeserud-Børnich
12.30 Vorsicht vor Restgas beim Abschließen der Schläuche ...	Abbildung	Gunhild Kjeserud-Børnich
12.31 Tabelle der Verantwortlichkeiten und Pflichten des ...	Tabelle	Stig Rath
12.32 Steckerfertige Kühlmittel	Abbildung	Costan
12.33 Wärmepumpe	Abbildung	Mitsubishi Electric Europa B.V. Norwegische Niederlassung
12.34 Beförderungskategorien und Risikofaktoren	Tabelle	Stig Rath
12.35 Beispiele für Transportkategorien und Risikofaktoren ...	Tabelle	Stig Rath
12.36 Ordnungsgemäße Sicherung von Gasflaschen	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
12.37 Unfall mit ungesicherten Gasflaschen	Abbildung	Norwegischer Wärmepumpenverband
12.38 Überdruckbelüftung - Luft wird während der Fahrt in die ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
12.39 Unterdruckbelüftung - Während der Fahrt wird in der ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
12.40 Ein Servicefahrzeug mit unbelüftetem Laderaum muss ...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
12.41 Das Servicefahrzeug nach der Explosion	Abbildung	CFA Media
12.42 Formular für die 1.000-Punkte-Berechnung	Vorlage	Stig Rath
12.43 Im Falle eines Lecks des Ventils einer Kältemittel- ...	Abbildung	Gunhild Kjeserud-Børnich
12.44 Lagerschrank für Kältemittel im Freien	Abbildung	SÄBU Morsbach GmbH
12.45 Halterung für den innerbetrieblichen Transport	Abbildung	© Katrine Kalleklev*
12.46 Sicherheitsabstand bei der Lagerung von Sauerstoff-...	Abbildung	© Katrine Kalleklev*

*Informationen zur Verwendung von Abbildungen mit ©-Kennzeichnung finden Sie auf Seite 4.



2018 trafen sich Stig Rath und Harald Erös zufällig in Wien, nachdem beide einen Vortrag verlassen hatten, in dem natürliche Kältemittel als gefährlich benannt werden. Sie stellten schnell fest, dass sie die gleiche Überzeugung teilten: Die Zukunft muss sowohl sicher als auch klimafreundlich sein.

Zuerst erschien *Brennbare Kältemittel* im Jahr 2020. Nun, nach fünf Jahren intensiver Zusammenarbeit, haben sie all ihre Erfahrung und ihr Wissen in ***Propan, natürlich sicher!*** zusammengeführt – dem ersten Buch, das einen vollständigen Überblick über Vorschriften, Normen und bewährte Verfahren zu Brand- und Explosionsgefahren in Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen bietet.

Stig Rath ist ausgebildeter Kälte- und Wärmepumpeningenieur, Autor mehrerer Lehrbücher über Kältetechnik und verfügt über jahrzehntelange internationale Erfahrung mit allen Arten von Anlagen und Kältemitteln. Er ist Vorsitzender des Standard Norge Komitee 033 für Heiz- und Kühlsysteme in Gebäuden und wurde von Small Business Standards, einer EU-finanzierten Organisation, ernannt, um kleine und mittelständische Kälte- und Wärmepumpenunternehmen (KMU) in der europäischen Normungsarbeit zu vertreten.

Harald Erös verbindet Praxis und Theorie: Er ist Meister in den Handwerken Heizung, Klima- und Kältetechnik und hat zusätzlich ein Studium im Bereich Energie- und Umweltmanagement sowie Gebäudetechnik und Gebäudemanagement absolviert. Seit 2002 ist er in der Kältebranche tätig. Darüber hinaus vermittelt er sein Wissen in der Kältetechnik-Akademie und in Meisterklassen österreichweit sowie an der Hochschule Burgenland. Er ist Vorsitzender des österreichischen Normungskomitees „Kälteanlagen und Wärmepumpen“ und in der internationalen Normungsarbeit aktiv. Zudem ist er Gründungsmitglied und Vorstandsvorsitzender der Österreichischen Gesellschaft der Kältetechnik (ÖGKT).

Propan, natürlich sicher! ist ein unverzichtbares Werkzeug für Fachleute, die sicherstellen wollen, dass ihre Anlagen den höchsten Sicherheitsstandards entsprechen und gleichzeitig zu einer nachhaltigeren Zukunft beitragen.



ISBN 978-82-690716-8-9



9 788269 071689