

## Dichtheitsprüfung und Lecksuche

---

### 1.1 Notwendigkeit der Lecksuche

Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und Richtlinien zur Dichtheitsprüfung und Lecksuche an Kälte- und Klimaanlageanlagen,

moralische Verpflichtung zur Reduzierung der Umweltbelastung, zum Schutz der Ozonschicht und Verringerung des direkten Treibhauseffektes,

wirtschaftliche Aspekte, Kostenersparnis,

sparsamer Umgang mit den begrenzten natürlichen Ressourcen.

### 1.2 Gesetzliche Vorschriften und Richtlinien

EU-Verordnung 2037/2000/EG "Über ozonzerstörende Substanzen" Artikel 16 und 17 "Richtlinien für die Dichtheitsprüfung für alle stationären Kälte- und Klimaanlageanlagen inkl. Wärmepumpen ab 3 kg Kältemittelfüllung"

EU-Verordnung 842/2006/EG "F-Gase-Verordnung"

1. Kontrolle der Anlagen auf Dichtheit:

- ab 3 kg Füllmenge – 1x/Jahr
- ab 30 kg Füllmenge – 2x/Jahr
- ab 300 kg Füllmenge – 4x/Jahr

2. Installation von Leckage-Erkennungssystemen ab 300 kg Füllmenge.

3. Festlegung von Mindestanforderungen an die Qualifikation des Personals für die Dichtheitskontrolle gemäß EN 13313 (Fachbetriebe mit sachkundigem Personal).

4. Ab 3 kg Füllmenge besteht für Kälteanlagen eine Aufzeichnungspflicht über Füllen und Entnahme von F-Gasen.

EU-Verordnung 1516/2007/EG „Sachkunde-Verordnung“

In Ergänzung der F-Gase-Verordnung 842/2006/EG zu Artikel 5 werden in dieser Zusatzverordnung Sachkunde-Anforderungen an das Personal definiert, das sich mit der Lecksuche an stationären Kälteanlagen befasst.

EU-Verordnung 303/2008/EG „Festlegung der Mindestanforderungen für die Zertifizierung von Unternehmen und Personal in Bezug auf bestimmte fluorierte Treibhausgase enthaltende ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlageanlagen und Wärmepumpen ...“

In Anhang zu dieser Verordnung werden ausführlich die Mindestanforderungen an die zu testenden fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten dargestellt u. a. im Pkt. 4 „Dichtheitskontrollen“.

EN 378 „Kälteanlagen- und Wärmepumpen – sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“.

Im Teil 2 der Norm (EN 378-2) wird festgelegt:

#### 5.2.2.2 Dichtheit

Wenn in der Bauteilnorm kein Prüfverfahren festgelegt ist, muss die Dichtheit durch Prüfung nach einem für Bauteil und Kältemittel geeigneten Prüfverfahren sichergestellt werden, Einzelheiten siehe 6.3.4. Falls verlangt, können einige oder alle Prüfungen an der Anlage durchgeführt werden (siehe 6.3). Dichtheitsprüfungen sind erst durchzuführen, wenn das Bauteil einer Druckfestigkeitsprüfung unterzogen wurde oder anhand einer Typprüfung verifiziert wurde.

*ANMERKUNG: Siehe auch EN 1779:1999.*

### 6.3.4 Dichtheitsprüfung

#### 6.3.4.1 Allgemeines

Die Anlage muss entweder als Gesamtanlage oder in Teilen nach diesem Abschnitt einer Dichtheitsprüfung unterzogen werden. Die Prüfung ist entweder vor Verlassen des Werks, falls es sich um eine werksseitig montierte Anlage handelt oder am Aufstellungsort durchzuführen, falls die Anlage vor Ort zusammengebaut oder befüllt wird, gegebenenfalls in Stufen, je nach Fertigstellung der Anlage. Für die Prüfung der Dichtheit werden in Abhängigkeit von den Herstellungsbedingungen mehrere Verfahren angewendet, z. B. Druckbeaufschlagung mit Inertgas, Nachweis von radioaktivem Gas. Um eine Emission gefährlicher Substanzen zu vermeiden, kann die Druckprüfung mit Inertgas, z. B. Stickstoff, Helium oder Kohlendioxid, durchgeführt werden. Azetylen-Sauerstoff oder Kohlenwasserstoffe dürfen aus Sicherheitsgründen nicht verwendet werden. Luft und Gasgemische sind zu vermeiden, da bestimmte Gemische gefährlich sein können. Für eine grobe Anzeige von Leckagen kann ein Vakuumverfahren angewendet werden. Um die Funktionsfähigkeit der Kälteanlage sicherzustellen, muss der Hersteller die geeigneten Kriterien für das Vakuumverfahren festlegen.

#### 6.3.4.2 Durchführung der Dichtheitsprüfung

Der Hersteller muss ein Prüfverfahren wählen, mit dem die den nachfolgenden Anforderungen entsprechenden Ergebnisse erreicht werden. Verbindungen müssen mit einem Detektor oder nach einem Verfahren mit einer Nachweisempfindlichkeit entsprechend der in EN 1779 beschriebenen Nachweisempfindlichkeit bei einer Blasenprüfung (Auftragen von Flüssigkeit) überprüft werden, wenn der Prüfdruck 1x PS beträgt.

*ANMERKUNG: Niedrigere Prüfdrücke sind zulässig, sofern eine gleichwertige Nachweisempfindlichkeit gegeben ist.*

Der Hersteller muss nachweisen, dass das angewendete Prüfverfahren den vorgenannten Anforderungen entspricht. EN 1779:1999 kann für diese Prüfung zugrunde gelegt werden. Der Detektor muss in regelmäßigen Abständen nach den Anweisungen des Herstellers kalibriert werden. Jedes festgestellte Leck muss instand gesetzt und erneut einer Dichtheitsprüfung unterzogen werden.

Im Teil 4, Anhang D wird zu Wiederholungsprüfungen an Kälteanlagen festgelegt, dass sie nach nationalen Vorschriften geregelt werden sollen, ansonsten soll nach D2 bis D5 verfahren werden.

#### **D.5 Kältemittel-Leckage.**

Eine Lecksuche an der Kälteanlage ist durchzuführen, wenn sich ein gravierender Verdacht auf Leckagen ergibt. Für die Anwendung dieses Abschnittes bedeutet „auf Dichtheit geprüft“, dass das Gerät bzw. die Anlage mit direkten oder indirekten Messverfahren in erster Linie auf Dichtheit geprüft wird und zwar insbesondere die Teile des Gerätes bzw. der Anlage, an denen eine Undichtheit am wahrscheinlichsten ist.

Die Häufigkeit der Dichtheits-Prüfung variiert zwischen:

jährlich bei Anlagen mit einer Kältemittelfüllmenge von 3 kg oder mehr, ausgenommen hermetisch dauerhaft geschlossene Systeme, die weniger als 6 kg Kältemittel enthalten;

halbjährlich bei Anlagen mit einer Kältemittel-Füllmenge von 30 kg oder mehr;

vierteljährlich bei Anlagen mit einer Kältemittel-Füllmenge von 300 kg oder mehr.

Die Anlagen sollten innerhalb eines Monats nach der Instandsetzung eines Lecks überprüft werden, um die Wirksamkeit der Instandsetzung sicherzustellen.

Das Bedienungspersonal der vorstehend genannten Kälteanlagen mit einer Kältemittel-Füllmenge von 3 kg oder mehr sollte während der Instandhaltung, Instandsetzung und Entsorgung Protokolle über die Menge und Art des vorhandenen Kältemittels, aller Zusatzmengen sowie die Menge des rückgewonnenen Kältemittels führen.

Das Bedienungspersonal der vorstehend genannten Kälteanlagen mit einer Kältemittel-Füllmenge von 300 kg oder mehr sollte Lecksuchsysteme einbauen. Diese Lecksuchsysteme sollten mindestens einmal jährlich überprüft werden, um ihre einwandfreie Funktion sicherzustellen. Wenn ein entsprechendes einwandfrei funktionierendes Lecksuchsystem eingebaut ist, sollte die Häufigkeit der erforderlichen Überprüfungen halbiert werden.

*ANMERKUNG: Hohe Leckraten sind nicht akzeptabel. Es sollten Maßnahmen zur Beseitigung jedes entdeckten Lecks ergriffen werden.*

*ANMERKUNG: Fest eingebaute Kältemitteldetektoren sind keine Lecksuchgeräte, da sie das Leck nicht lokalisieren.*

EN 1779 von 1999 “Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Kriterien zur Auswahl von Prüfmethoden und –verfahren“

### 1.3 Dichtheit von Kälteanlagen

#### 1.3.1 Begriff der Dichtheit

Eine absolut dichte Kälteanlage gibt es nicht! Eine Kälteanlage gilt als dicht, wenn die zulässige Leckrate nicht überschritten wird (siehe 1.3.2). D.h. andererseits, mit dem gewählten und geeigneten Prüfverfahren kann kein Austreten von Kältemittel nachgewiesen werden.

#### 1.3.2 Zulässige Leckraten von Kälteanlagen

An der Festlegung von Leckraten für Kälteanlagen wird in der EU gearbeitet. In Deutschland besteht ein Stufenprogramm entsprechend VDMA-24243:

Montage am Aufstellungsort:

Füllmenge	ab 30.06.2005	ab 30.06.2008
< 10 kg	≤ 6 %	≤ 3%
10 - 100 kg	≤ 4 %	≤ 2 %
> 100 kg	≤ 2 %	≤ 1 %

Zulässige Einzelleckrate ≤ 30 g KM/a

Die Leckrate der Kälteanlage ergibt sich aus:

Gesamtleckrate in kg/a =  $\sum$  Leckstellen x 0,03 kg/a

Auch wird an der Entwicklung der Messtechnik zur integralen Dichtheitsprüfung (Druckabfallprüfung) gearbeitet, z.B. Fa. Testo.

#### 1.3.3 Grundsätze zur Verringerung von Leckagen

Kältemittelfüllmenge so gering wie möglich halten,

sorgfältige Planung und Ausführung der Anlagen, z.B. Vermeidung von Rohrleitungsvibrationen, Reduzierung der Anzahl der Verbindungsstellen u.a.,

weitere Hermetisierung von Kälteanlagen, z.B. mehr Löt – statt Bördelverbindungen,

Einsatz von Kompaktanlagen, z.B. Stopferkältesätze bei Kühlzellen,

weitere Qualifizierung des Fachpersonals auf den Gebieten Löten und Lecksuche.

### 1.3.4 Schwerpunkte von Leckagen

Eine 1999 vom ILK Dresden in 2 Bundesländern durchgeführte Studie zur Dichtheit von Kälteanlagen brachte folgende Ergebnisse:

37 von 62 Kälteanlagen hatten 104 Leckagen im Bereich von 0,5 ... 10000 g/a,

83 % der Lecks waren an Montagefügestellen mit 96 % des Kältemittelverlustes,

Einzellecks < 100 g/a haben nur einen unwesentlichen Beitrag zur Gesamtleckage

15 % der Lecks im Bereich 1000 ... 10000 g/a mit 85 % des Kältemittelverlustes,

über 50 % der Montagelecksuchgeräte waren nicht in Ordnung.

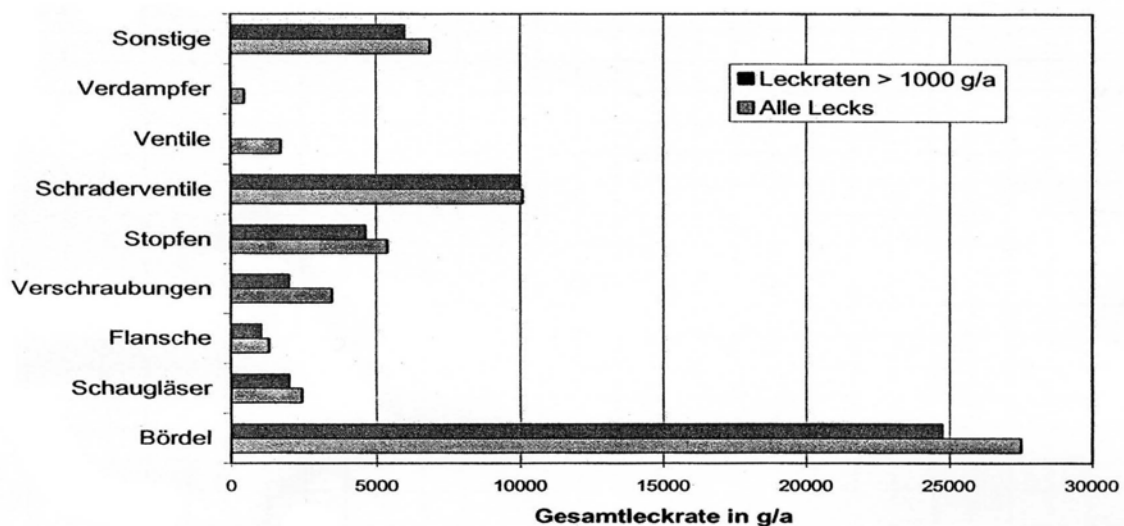


Bild 1: Kältemittelverluste durch undichte Bauteile

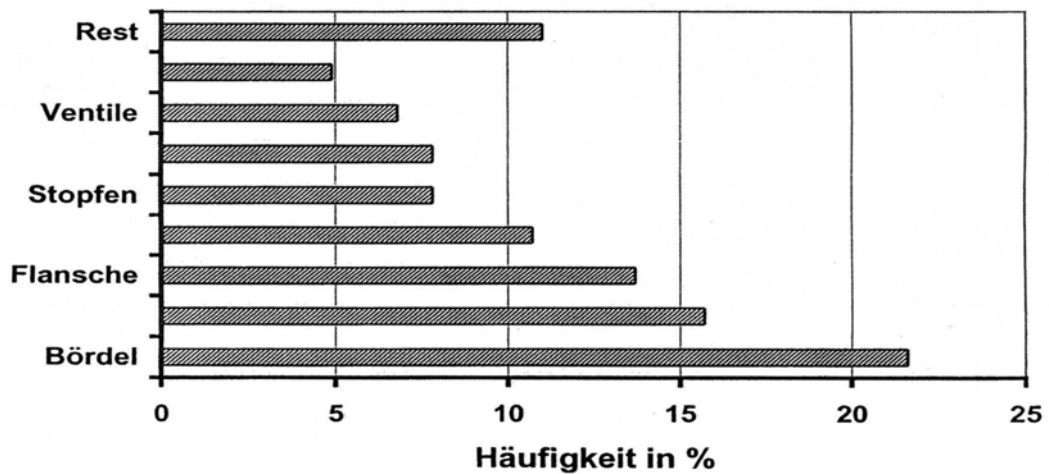


Bild 2: Häufigkeit undichter Fügstellen

#### 1.4 Dichtheitsprüfung und Lecksuche in der Fertigung

##### 1.4.1 Blasentest im Tauchbad

###### Verfahren:

Das Verfahren wird zur Prüfung kompakter Bauteile, z.B. Lamellen – Wärmetauscher verwendet. Das Bauteil wird mit Stickstoff unter Druck gesetzt und in ein Tauchbad mit entspanntem Wasser gebracht. Günstige Bedingungen werden durch gelbe Färbung des Wassers und seitliche Beleuchtung geschaffen. Aufsteigende Gasblasen signalisieren ein Leck.

###### Nachweisbare Leckrate:

günstige Bedingungen, kleine Bauteile – ca. 5 bis 50 g R134a/a  
 ungünstige Bedingungen, große Bauteile – 150 bis 1500 g R134a/a

##### 1.4.2 Heliumlecksuche

###### Verfahren:

Heliumgasdetektoren werden in der Fertigung kältetechnischer Erzeugnisse, z.B. Verdichter eingesetzt. Es wird unterschieden in die Betriebsarten Vakuumbetrieb (Prüfling befindet sich mit Heliumüberdruck in einer Vakuumkammer mit Gasdetektoren) und Schnüffelbetrieb.

###### Nachweisbare Leckrate:

0,02 bis 2 g R134a/a

##### 1.4.3 Elektronische Lecksuche

###### Verfahren:

Es werden hochempfindliche stationäre Lecksuchgeräte eingesetzt, z.B. in der Serienfertigung von Kühlgeräten.

Nachweisbare Leckrate:  
0,3 bis 1 g R134a/a

#### 1.4.4 Ultraschall-Lecksuche

Verfahren:

Jedes aus einem Leck austretende Gas erzeugt ein Geräusch im Ultraschallbereich. Mit einem hochempfindlichen Sensor (Mikrofon) wird über eine Verstärkerschaltung der Schall zur Anzeige gebracht. Vorteil des Verfahrens ist, dass jedes beliebige Gas angezeigt werden kann. Die Geräte sind aber sehr teuer.

Nachweisliche Leckrate:

hoch, genaue Angaben liegen nicht vor.

#### 1.5 Dichtheitsprüfung und Lecksuche im Montagebereich bei Kälteanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen

Es wird unterschieden in Verfahren zur Dichtheitsprüfung (integrales Prüfverfahren) und zum Auffinden von Lecks.

##### 1.5.1 Druckabfallprüfung (Druckstandsprobe)

Verfahren:

Die Kälteanlage wird mit Stickstoff einem Prüfdruck von 1x PS ausgesetzt. Über einen längeren Zeitraum (mindestens 10 h) wird der Druckabfall an einem Manometer beobachtet. Das Verfahren kann mit dem Seifenblasentest zum Feststellen des Lecks kombiniert werden. Die nachweisbare Leckrate ist abhängig vom Volumen der Anlage, dem Prüfdruck, der Genauigkeit des Manometers und dem Temperatureinfluss.

Nachweisbare Leckrate:

im kg-Bereich R134a/a, nur zur Grobprüfung geeignet, Temperatureinfluss

$$(p_2 = p_1 \cdot T_1 / T_2)!$$

##### 1.5.2 Druckanstiegsprüfung (Vakuum-Verfahren)

Verfahren:

Die Kälteanlage wird auf ein geringes Vakuum von etwa 1 mbar evakuiert und das Vakuum mindestens 10 h stehen gelassen. An einem Vakuummeter wird der Druckanstieg nach der Standzeit abgelesen. Das Verfahren ist ungenauer als die Druckabfallprüfung, da der Differenzdruck kleiner ist. Öl in der Anlage kann Lecks verschließen und Messungen verfälschen. Der Temperatureinfluss ist vernachlässigbar.

Nachweisbare Leckrate:

im kg-Bereich R134a/a, nur zur Grobprüfung geeignet!

### 1.5.3 Seifenblasentest

Verfahren:

Die Kälteanlage wird mit Stickstoff unter Druck gesetzt oder befindet sich unter Kältemitteldruck. Die zu testende Stelle wird mit Seifenlösung z.B. Nekal BX abgepinselt oder Lecksuchspray aufgetragen. Aufsteigende Blasen signalisieren ein Leck.

Nachweisbare Leckrate:

250 bis 1000 g R134a/a, Verfahren zur Grobprüfung.

### 1.5.4 Einsatz von Halogen-Lecksuchlampen

Diese Suchlampe spricht nur auf chlorhaltige Kältemittel (FCKW und HFCKW) an. Sie ist in Deutschland seit 1997 wegen der möglichen Gesundheitsgefährdung durch giftige Zersetzungsprodukte an offener Flamme verboten.

Verfahren:

In einer Propan- oder Butanflamme wird ein Kupferhütchen zum Glühen gebracht. Befinden sich FCKW- oder HFCKW-Moleküle in der Umgebungsluft, die von einem Schnüffelschlauch angesaugt wird, so werden diese am glühenden Kupferhütchen aufgespalten und das freiwerdende Chlor verfärbt die Flamme hell leuchtend blau.

Nachweisbare Leckrate:

150 ... 300 g R22/a

### 1.5.5 Elektronische Montagelecksuchgeräte

#### 1.5.5.1 Verfahren

Zum Kältemittelnachweis werden verschiedene Sensortechnologien verwendet, z.B. Koronastrom, beheizbare Anode oder Pentode, Kaltkathode oder Infrarot-Filterfotometer.

Koronastrom-Hochspannungsentladung:

Zwischen einer Kathode und Anode liegt eine Hochspannung an. Werden mit dem von einer Pumpe (mechanisch oder Ionenpumpe) angesaugten Luftstrom Kältemittelmoleküle angesaugt, fließt zwischen Kathode und Anode ein Strom im Milliampere-Bereich. Dieser wird verstärkt und akustisch und optisch (LED) angezeigt.

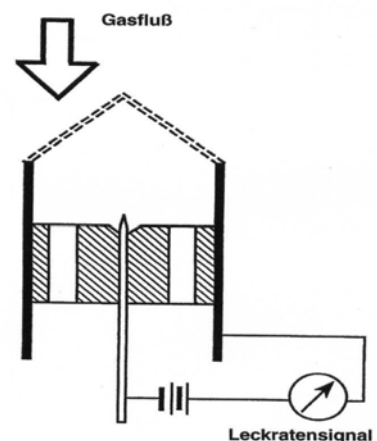


Bild 3: Messprinzip der Koronaentladung



Beheizte Anode (elektrochemischer Sensor):

Ein chemisch beschichteter Keramikkörper wird beheizt. Auftreffende Kältemittelmoleküle werden aufgespalten. Zwischen einer Anode und Kathode entsteht ein Stromfluss, der verstärkt und akustisch und optisch angezeigt wird.

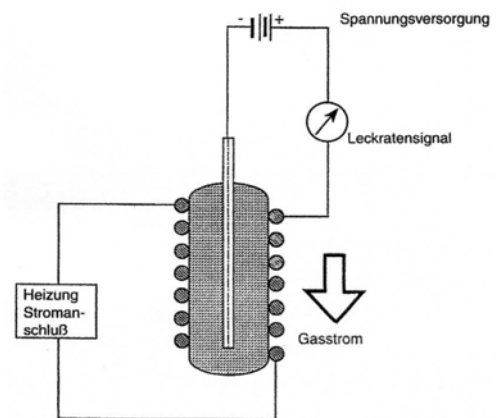


Bild 4: Messprinzip der beheizten Anode

Infrarot-Filterfotometer:

Der Sensor besteht aus einer Infrarotquelle (Sender) an einem Ende, einem Infrarotenergie – Dekator am anderen Ende und einen optischen Filter dazwischen. Die meisten Materialien absorbieren spezifische Infrarot-Wellenlängen. Bei Kältemitteln liegt das Adsorptionsspektrum im Bereich 7,5 bis 14 Nanometer. Die Infrarotquelle erzeugt einen hoch intensiven Energiestrom, der den optischen Filter passiert. Dabei werden alle Wellenlängen außerhalb des Adsorptionsspektrums der Kältemittel blockiert. Die gefilterte Infrarotenergie trifft auf den Detektor und erwärmt diesen. Wird nun Kältemittel durch eine interne Pumpe durch die Messzelle gezogen, wird ein Teil der Infrarotenergie vom Kältemittel absorbiert. Die daraus resultierende Abkühlung des Sensors löst den Alarm aus. Der optische Filter schließt jeden falschen Alarm aus.

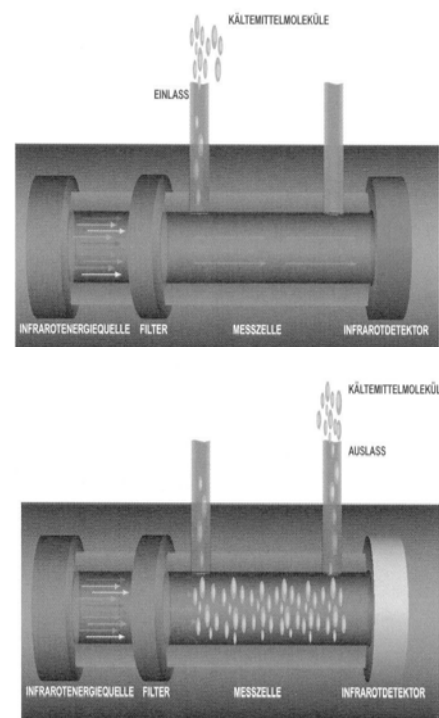


Bild 4a: Messprinzip der Infrarotzelle

Nachweisbare Leckrate elektronischer Lecksuchgeräte:  
3 bis 30 g R134a/a

Die Tabelle 1 gibt einen Vergleich elektronischer Lecksuchgeräte.

Gerätetyp	D-Tek Select	TIF ZX-1E	LS 3000	testo 316-7
Sensortyp	Infrarot-Fotometer	Beheizte Pentode	Kaltkathode	
Empfindlichkeit	3 g/Jahr	3 g/Jahr	7 g/Jahr	3 g/Jahr
Betriebstemperatur	0 °C bis +50 °C	0 °C bis +50 °C	-18 °C bis +60 °C	-20 °C bis +50 °C
Aufwärmzeit		ca. 20 sec.		ca. 50 sec.
Reaktionszeit	schnell	schnell		< 1 sec.
Querempfindlichkeit	keine	gering		
Stromversorgung	NiMH-Akku (6,5 h)	NiMH-Akku (6,5 h)	3 Batt. Typ C	6 NiMH-Zellen (6 h)
Hintergrundkorrektur	automatisch	über Tastatur		
Sensor-Lebensdauer	800 h	100 bis 150 h		lange
Gewicht	540 g	452 g	500 g	348 g
Zusatzfunktionen, Zubehör	Anzeige Ladezustand u. Sensorausf. eingeb. Ladegerät, Netzadapter 230V u. 12V-Kabel für Zigarettenanzünder	Anzeige Sensorausfall, Batterietest, 3farbige Anzeige der Leckgröße, Ladegerät	Anzeige Ladezustand Batterie	Ohrhöreranschl., Schleppzeiger f. Maximalleckage perm. Sensorcheck spez. Sensor f. NH <sub>3</sub>

Tabelle 1: Elektronische Montagelecksuchgeräte im Vergleich

### 1.5.5.2 Anforderungen an elektronische Montagelecksuchgeräte

Nachweisbare Leckrate zwischen 5 und 30 g R134a/a (Geräte mit sehr hoher Empfindlichkeit verunsichern oft den Monteur, da sie zu schnell auch auf andere Gase reagieren und Raumverseuchungen schlecht kompensieren,

geringe Querempfindlichkeit, d.h. sie sollen möglichst nicht auf andere Gase ansprechen, z.B. Zigarettenrauch, Benzin, Handschweiß u.a.,

Raumkonzentrationen von Kältemitteln sollen automatisch kompensiert werden,

geringe Ansprechzeit des Sensors von  $\leq 1$  s,

hohe Lebensdauer des Sensors,

Anzeige Sensorausfall oder eingebauter Sensortest,

Anzeige für Ladezustand des Akkus oder Batterie,

geringe Störanfälligkeit.

### 1.5.5.3 Lecksuchtechnologie

Der Umgang mit elektronischen Lecksuchgeräten erfordert sehr viel Training und Erfahrung. Ggf. sollten Sie einen Lecksuch-Lehrgang besuchen, der von den Meisterschulen angeboten wird. Die Probleme liegen zu einem großen Teil an der wesentlich höheren Ansprechempfindlichkeit der Geräte gegenüber der früher verwendeten Halogen-Suchlampe. Hinzu kommen die Querempfindlichkeit und mangelnde Kompensation der Raumverseuchung mancher Geräte. Verwenden Sie deshalb nur hochwertige Geräte der 2. Generation.

Was sollten Sie bei der Handhabung der Geräte beachten?

Vor der Lecksuche die Funktionstüchtigkeit des Gerätes testen – Ladezustand des Akkus (Batterien), Sensortest entweder integriert oder mit einem Prüflack (beim Großhändler erhältlich),

Aufwärmzeit und Bereich der Betriebstemperatur beachten,

Lecksuche bei F-Gasen immer unterhalb von Bauteilen und Rohrleitungen (F-Gase sind schwerer als Luft),

Zuerst Verbindungsstellen absuchen (85 % aller Lecks),

Lecksuch-Geschwindigkeit ca. 1 bis 2 cm/s,

Abstand Schnüffler (Sensor) zum Bauteil ca. 3 mm (Annäherungseffekt),

Regelmäßig eingebauten Luftfilter wechseln,

Große Verschmutzungsgefahr der Sensoren beachten,

Filter und Sensoren sind Verschleißteile.

### 1.5.6 UV-Lecksuche

#### Verfahren:

Das Ultraviolett-Lecksuchsystem besteht aus einer UV-Lampe und einem fluoreszierenden Additiv, das sich mit dem Öl der Kälteanlage vermischt. Das Additiv wird in den Kältekreislauf injiziert (genaue Dosierung beachten!). Nach einer bestimmten Zeit, abhängig von der Größe der Anlage, hat es sich im gesamten Kreislauf verteilt. Tritt an einer Leckagestelle Öl aus, so hat es im Lichtkegel der UV-Lampe eine stark fluoreszierende Wirkung (hell gelbe Farbe). Das Verfahren kann dort empfohlen werden, wo die elektronischen Montagelecksuchgeräte nicht eingesetzt werden können, z.B.:

Außenaufstellung von Verflüssigern, besonders bei starker Windlast

Leckagen innerhalb großer Wärmetauscherpakete

Leckagen in größeren Höhen von Kühlräumen, ohne dass Leitern eingesetzt werden müssen (Reichweite des Lichtkegels 6 bis 8 m)

#### Nachteile des Verfahrens:

Die Verdichterhersteller lehnen bei Verwendung der Additive die Garantie für die Verdichter ab.

Es können nur dort Lecks gefunden werden, wo Öl austritt.

Nachweisbare Leckrate:  
10 bis 50 g R134a/a

### 1.5.7 Ultraschall-Lecksucher

Verfahren:

(siehe auch Pkt. 1.4.4) Für den Montageeinsatz werden leichte, handliche Geräte angeboten. Diese wandeln die Ultraschallschwingungen des aus einem Leck austretenden Kältemittels in für den Menschen hörbare Frequenzen um und bringen sie zur Anzeige. Das akustische Signal wird über Kopfhörer empfangen, wodurch Umgebungsgeräusche ausgeschlossen werden. Ein flexibles Spezialmikrofon im Sucher erleichtert die Richtungsbestimmung der Leckage. Eine stufenlos einstellbare Feinabstimmung erlaubt das Auffinden kleinster Lecks. Der Suchradius beträgt max. 3 Meter.

Nachweisbare Leckrate:  
– 30 g R134a/a

### 1.5.8 Vergleich der Lecksuchverfahren

Bild 5 zeigt einen Vergleich der Lecksuchverfahren für den Montagebereich hinsichtlich der Nachweisempfindlichkeit.

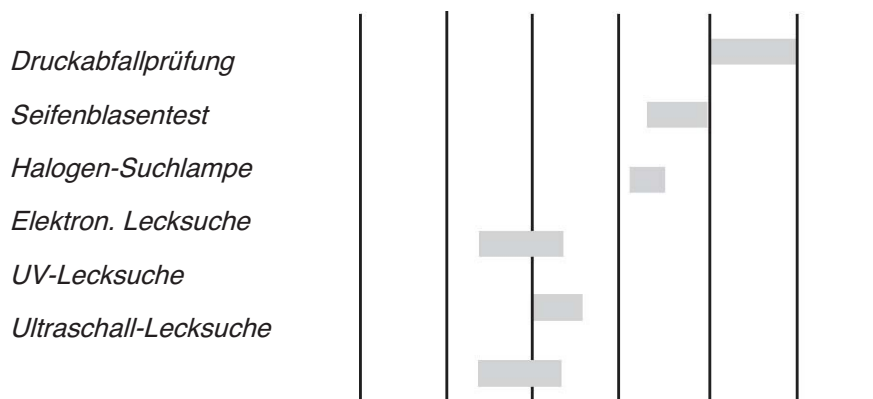


Bild 5: Vergleich von Lecksuchverfahren

### 1.6 Lecksuche an NH<sub>3</sub>-Anlagen

Im Gegensatz zu F-Gasen wird bei Ammoniak durch die starke Warnwirkung (Geruch) bereits auf eine Leckage hingewiesen. Die Wahrnehmungsgrenze des Menschen liegt bei 3,5 bis 5 mg/m<sup>3</sup>.

Folgende Verfahren können angewendet werden:

vor dem Füllen der Anlage eine Grobdichtheitsprüfung mit Stickstoff und Seifenblasentest (siehe 1.5.3)

Anlage mit einem Schwefelfaden bzw. SO<sub>2</sub>-Lanze absuchen; die Leckage wird durch Nebelbildung (Ammoniumhydrogensulfid) angezeigt. (Atemhalbmaske mit

Filter E verwenden!)  $\text{NH}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
Einsatz eines Lecksuchsprays, z.B. Sico Test A von Schick GmbH & Co; dieser enthält  $\text{SO}_2$ .

Einsatz von Phenolphthaleinpapier (Lackmuspapier). Bei einer Leckage ist am angefeuchteten Papierstreifen ein Farbumschlag von rot zu blau zu erkennen (durch  $\text{NH}_4\text{OH}$ ).

elektronisches Montagelecksuchgerät mit einem speziellen  $\text{NH}_3$ -Sensor, z.B. testo 316-4

### 1.7 Lecksuche an Kälteanlagen mit Kohlenwasserstoffen und $\text{CO}_2$

Die Lecksuche bei Anlagen mit Kohlenwasserstoffen wie R290, R600a u.a. sowie bei  $\text{CO}_2$ -Kälteanlagen kann wie folgt durchgeführt werden:

Grobdichtheitsprüfung durch Druckabfallprüfung mit Stickstoff in Verbindung mit einem Seifenblasentest,

Einsatz elektronischer Montagelecksuchgeräte mit speziellen Sensoren für brennbare Kältemittel bzw.  $\text{CO}_2$

### 1.7 Leckage-Erkennungssysteme/Gasmeldegeräte

Zur permanenten Überwachung von Kälte- und Klimaanlageanlagen auf Kältemittlemissionen werden Gasmeldegeräte bzw. Leckageerkennungssysteme eingesetzt. Sie lösen bei einer Leckage einen Alarm aus, um das Entweichen der kompletten Füllmenge zu verhindern bzw. den Menschen beim Entweichen von giftigen oder brennbaren Gasen oder vor dem Ersticken bei FKW oder  $\text{CO}_2$  zu schützen.

Gemäß F-Gase-Verordnung und EN378 wird eine Leckageüberwachung für Kälteanlagen mit Füllmengen ab 300 kg FKW bzw. 50 kg  $\text{NH}_3$  vorgeschrieben, ab Füllmenge 30 kg wird FKW empfohlen.

Folgende Systeme werden angeboten:

Sensoren auf Basis von Halbleitern oder elektro-chemische Sensoren bei  $\text{NH}_3$ . Letztere haben eine geringere Querempfindlichkeit. Die Änderung der Leitfähigkeit bei einer Leckage wird durch eine Auswertelektronik in ein elektronisches Signal umgewandelt. Beim Überschreiten der eingestellten Alarmschwelle wird ein Alarm ausgelöst.

#### Leckageerkennung durch Überwachung des Sauggaszustandes

Über einen Temperatur- und Drucksensor werden die Sauggastemperatur und der Saugdruck kontinuierlich gemessen. Die bei einem eintretenden Kältemittelmangel auftretenden Änderungen des Sauggaszustandes werden über eine Elektronik ausgewertet und für eine Alarmmeldung genutzt. Durch ein entsprechendes Zeitverzögerungsglied werden normale Änderungen des Betriebszustandes nicht erfasst. Die Schick GmbH & Co KG bietet das Frühwarngerät SICO-SICH IK11/12RSD auf diesem Prinzip an.