Lars Keller

Leitfaden für Lüftungs- und Klimaanlagen

5. AUFLAGE

ITM
InnoTech Medien GmbH

RECK NAGEL edition

II.
Bauteile einer Klimaanlage

Zu den mechanischen Eigenschaften und zur Ausstattung eines RLT- oder Klimageräts mit den verschiedenen Bauteilen und Komponenten zur Förderung und Konditionierung der Außenluft auf den gewünschten Zuluftzustand gibt es eine Vielzahl von technischen Regeln, Vorschriften, Richtlinien und Normen. Diese müssen von den Herstellern der Geräte beachtet und umgesetzt werden. Bei diesen Regeln geht es sowohl um mechanische Faktoren (z. B. Festigkeit, Dichtheit und Wärmeisolierung des Gerätegehäuses, Mindestdicke von Lamellen bei Wärmeübertragern) als auch um Vorgaben an Funktionen und Mindesteffizienzen der Komponenten (z. B. Ventilatoren, Luftfilter, Wärmerückgewinnung). Alle diese Aspekte und mehr, die in den nachfolgenden Kapiteln für die einzelnen RLT-Komponenten eingehend erläutert werden, werden unter anderem in folgenden wichtigen Normen und Richtlinien behandelt:

- DIN EN 1886 „Zentrale Raumlufttechnische Geräte – Mechanische Eigenschaften und Messverfahren“ [26]
- DIN EN 13053 „Lüftung von Gebäuden. Zentrale raumlufttechnische Geräte – Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten“ [27]
- DIN EN 16798 Teil 3 „Lüftung von Nichtwohngebäuden – Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme“
- VDI 6022 „Hygieneanforderungen an RLT-Anlagen und Geräte“
- VDI 3803 Blatt 1 „Zentrale Raumlufttechnische Anlagen – Bauliche und technische Anforderungen“ plus weitere Spezialblätter für dezentrale Lüftungsgeräte, Luftfilter und Systeme zur Wärmerückgewinnung

Da diese und viele weitere technische Regeln in (un)regelmäßigen Abständen überarbeitet, aktualisiert und dabei im Hinblick auf die Anforderungen oft verschärft werden, besteht die Herausforderung für Komponenten- und Gerätehersteller, Fachplaner und Anlagenbauer darin, bei ihren Arbeiten und Aufgaben stets den aktuellen Stand der Normung zu kennen und ihn zu berücksichtigen.

Im Bereich der zentralen RLT- und Klimageräte hilft dabei die kompakte „RLT-Richtlinie 01 – Allgemeine Anforderungen an Raumlufttechnische Geräte“ [28]. Diese vom Herstellerverband Raumlufttechnische Geräte e.V. erstellte und regelmäßig aktualisierte Übersicht enthält in einem Dokument alle für RLT-Geräte gültige, wichtige Informationen aus Normen, Richtlinien und Verordnungen (www.rlt-geraete.de). In den folgenden Kapiteln wird daher häufig auf diese RLT-Richtlinie 01 verwiesen.

Speziell für Hygienegeräte und Krankenhausanwendungen ist die DIN 1946 „Raumlufttechnik – Teil 4: Raumlufttechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens“ wichtig [29].

Seit 2016 ist über die Anforderungen und Vorgaben in Normen und Richtlinien hinaus mit der europaweit gültigen Ökodesign-Verordnung 1253/2014 [30] ein neues, für RLT-Geräte sehr wichtiges Regelwerk erschienen, das spezielle Komponenten und besonders die Gesamteffizienz eines Geräts betrachtet. Mehr dazu im Kapitel II-1.3.2.

Besuchen Sie uns auf www.flaktgroup.de

FläktGroup

DENCO HAPPEL SEMCO FLÄKT WOODS ILOXAIR

1 Gerätegehäuse

1.1 Bauliche Grundlagen

In der DIN EN 1886 sind Prüfverfahren, Prüfanordnungen und die Einteilung in Klassen für RLT-Geräte festgelegt. Die Prüfung erfolgt am realen Gerät „R" und/oder an einer Modelbox „M". Bei Angaben zu den mechanischen Eigenschaften ist immer klar zu definieren, ob diese sich auf das reale Gerät oder auf eine Modelbox beziehen.

Die Luftleckage L über das Gerätegehäuse wird in **Tabelle II-1** für einen Unterdruck von 400 Pa und in **Tabelle II-2** für einen Überdruck von 700 Pa mit den Qualitäten L1 bis L3 klassifiziert. Für spezielle Anwendungen wie Reinräume ist die Klasse L1 einzusetzen, für sonstige geschlossene Luftbehandlungseinheiten sollte mindestens die Klasse L3 verwendet werden, siehe auch DIN EN 16798-3 und RLT-Richtlinie. Um zusätzliche Energieverluste zu vermeiden und um den geplanten Luftvolumenstrom sicherzustellen, sollte die Leckluftrate generell unter 2 % gehalten werden.

Tab. II-1: Gehäuseleckage bei einem Unterdruck von –400 Pa (Quelle: RLT-Richtlinie 01, Ausgabe Juni 2021)

Dichtheitsklasse nach DIN EN 1886	Maximale Leckluftrate f_{400} in l/(s · m²)	Filterklasse nach DIN EN ISO 16890
L1	0,15	ISO ePM_1 > 80 %
L2	0,44	ISO ePM_1 ≥ 70 %
L3	1,32	gröbere Filter

Tab. II-2: Gehäuseleckage bei einem Überdruck von +700 Pa (Quelle: RLT-Richtlinie 01, Ausgabe 2021)

Dichtheitsklasse nach DIN EN 1886	Maximale Leckluftrate f_{700} in l/(s · m²)
L1	0,22
L2	0,63
L3	1,90

Sollte der Prüfdruck nicht den vorgegebenen 400 Pa entsprechen, kann die tatsächliche Leckluftrate fm mit folgender Gleichung auf die Referenzleckluftrate f_{400} umgerechnet werden:

$$f_{400} = f_m \cdot \left(\frac{400}{\text{Prüfdruck}}\right)^{0,65} \tag{88}$$

Sollte der Prüfdruck nicht 700 Pa entsprechen, kann die tatsächliche Leckluftrate f_m mit folgender Gleichung auf die Referenzleckluftrate f_{700} umgerechnet werden:

$$f_{700} = f_m \cdot \left(\frac{700}{\text{Prüfdruck}}\right)^{0,65} \tag{89}$$

Die Gehäusekonstruktion kann rahmenlos ausgeführt werden oder aus einer Profilrahmenkonstruktion bestehen und absolut bündig integrierte Wandpaneele besitzen. Sie kann in der Standardversion (**Bild II-1 oben**) oder thermisch entkoppelt (**Bild II-1 unten**) ausgeführt werden.

Die Innen- und Außenschale besteht dabei mindestens aus feuerverzinktem Stahlblech. Nach Bedarf kann auch Edelstahl- oder eine Kunstharzbeschichtung verwendet werden. Die nichtbrennbare Isolierung der Klasse A1 oder A2-s1 d0 ge-

Bild II-1: Profilrahmenkonstruktion (Quelle: Weger Walter GmbH)

Tab. II-3: Baustoffklasse des Isoliermaterials (Quelle: RLT-Richtlinie 01, Ausgabe Juni 2021)

Baustoffklasse nach DIN EN 13501	Beschreibung
A1 A2-s1 d0	Nicht brennbar
A2 B C-s1 d0 … C-s3 d2	Schwer entflammbar (brennbar)
D-s1 d0 … D-s3 d2 E … E-d2	Normal entflammbar (brennbar)
F	Leicht entflammbar (brennbar)

s = Rauchentwicklung (s1 bis s3); d = Abtropfverhalten (d0 bis d2)

mäß DIN EN 1886 liegt dazwischen. Ausnahmen bei der Wahl der Baustoffklassen des Isoliermaterials sind nach DIN EN 13501-1 [31] zulässig, wenn das Gerät zum Raum hin über Brand- und Rauchschutzklappe getrennt wird (**Tabelle II-3**). Generell ist der Einsatz von brennbaren Werkstoffen zu minimieren und bei Geräten mit Lufttemperaturen > 85 °C oder wenn sich brennbare Stoffe ablagern können, nicht zulässig. Die Oberflächen im Inneren des RLT-Geräts sind allesamt glatt, ohne Rillen und Vertiefungen auszuführen. Dadurch soll vermieden werden, dass sich Schmutz oder Feuchte im Gerät ablagern kann, die möglicherweise einen Nährboden für Mikroorganismen bilden. Alle Materialien im Luftstrom müssen gemäß VDI 6022 abriebfest, emissions- und geruchsfrei und gut zu reinigen sein. Poröse Materialien im Luftstrom (außer Schalldämpfer) sind nicht zulässig. Sämtliche Module sollten selbsttragend ausgeführt sein. Somit ist kein zusätzlicher Grundrahmen nötig, um das Lüftungsgerät zu stabilisieren.

Bild II-2: Kondensatwanne unter Wärmetauscher (Quelle: robatherm GmbH + Co. KG)

Bild II-3: Sichtfenster mit Klappe (Quelle: WOLF Anlagen-Technik GmbH & Co. KG)

Bild II-4: Innenbeleuchtung (Quelle: robatherm GmbH + Co. KG)

Der Geräteboden ist begehbar auszuführen. Wenn im Betrieb (z. B. bei wetterfesten Geräten an der Ansaugöffnung oder bei Kühlern) Wasser anfallen kann, ist der Boden als Wanne mit allseitigem Gefälle auszuführen (**Bild II-2**).

In jedem Bauteil können doppelt verglaste und luftdicht montierte Sichtfenster integriert werden (**Bild II-3**). Die Fenster werden so montiert, dass sich durch die Einfassung keine zusätzliche Wärmebrücke bilden kann. Bei einer lichten Gerätehöhe ab 1,3 m sollte im Ventilator-, Filter- und Entfeuchtermodul ein Schauglas und eine Innenbeleuchtung integriert werden, bei Befeuchtern bereits ab einer lichten Höhe von 0,8 m. Bei Bedarf ist das Sichtfenster zum Befeuchter mit einer Klappe zum Verdunkeln auszuführen, um Keimwachstum durch Lichteintritt in das Modul und auf das Wasser zu vermeiden.

Auf Wunsch können sämtliche Module mit einer Innenbeleuchtung bestückt werden, die von der einfachen Korbleuchte bis hin zur spritzwasser- oder explosionsgeschützten Leuchtstoffröhre (**Bild II-4**) wählbar ist. Die elektrischen Verdrahtungen und Kabeldurchführungen sollten im Werk durchgeführt werden, da dies dort kostengünstiger und qualitativ hochwertiger realisiert werden kann. Nachträgliches Bohren kann durch herabfallende Späne zur späteren Korrosion führen und nicht sichtbare Versteifungen in den Gehäusewänden könnten beschädigt werden.

Die Türen sind mit stabilen und benutzerfreundlichen Türgriffen zu versehen, die durch den hohen Anpressdruck und das spezielle Gummiprofil der Türdichtungen absolute Gerätedichtheit garantieren. Eine Fangvorrichtung, die nicht deaktiviert werden kann (wie z. B. Kette zum Aushängen), schützt vor Verletzungen beim

Bild II-5: Türgriff (Quelle: robatherm GmbH + Co. KG)

Weiterführende Informationen zu Bauteilen einer Klimaanlage: **www.robatherm.com**

Öffnen druckseitiger Türen (**Bild II-5**). Scharfe Kanten und spitze Gegenstände sind zu vermeiden. Bis zu einer lichten Gerätehöhe von 800 mm sind abnehmbare Bedienungsdeckel zulässig, ab 800 mm sind Türen einzusetzen. Alle Bauteile müssen zur Wartung und Reinigung von der Luftein- und -austrittsseite zugänglich sein.

Abhängig von der Gehäuseklasse D ist in **Tabelle II-4** die maximale Durchbiegung definiert. Dabei versteht man unter Durchbiegung die größte Verformung der äußeren Gehäuseoberflächen, falls diese mit positivem oder negativem Druck beaufschlagt werden. Sie wird als die gemessene Abstandsdifferenz zwischen einer Bezugsebene ohne Druckbeaufschlagung und dem Höchstwert der Durchbiegung bei Druckbeaufschlagung angegeben. RLT-Geräte müssen gemäß VDI 3803 mindestens der Klasse D2 (R) entsprechen.

Jedes Bauteil eines RLT-Geräts sollte mit abnehmbaren Kranösen versehen sein, um die Montage auf der Baustelle zu erleichtern. Um einen einfachen und unkomplizierten Austausch bzw. eine problemlose Reinigung von schweren Geräten zu gewährleisten, können diese bis zu einer lichten Gerätehöhe von 1,6 m auf einer

Tab. II-4: Klassifizierung der mechanischen Stabilität (Quelle: RLT-Richtlinie-01, Ausgabe Juni 2021)

Gehäuseklasse nach DIN EN 1886	Maximale Durchbiegung in mm/m
D1	4
D2	10
D3	> 10

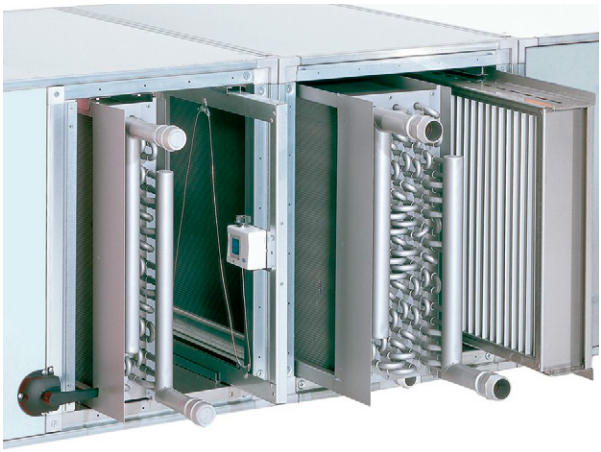

Bild II-6: Ausziehschienen (Quelle: Wolf Heiztechnik GmbH)

Ausziehschiene, die auf Kugeln oder auf Rollen gelagert wird, montiert werden (**Bild II-6**). Bei Geräten über 3 m Bauhöhe sind Wartungsbühnen vorzusehen.

Die Wärmedurchgangszahl U ist ein Parameter zur Beurteilung von Wärmedämmeigenschaften von Bauteilen. Sie gibt an, wie groß die Wärmeleistung (Wärmefluss) in W ist, die durch 1 m^2 Bauteilfläche bei einer Lufttemperaturdifferenz von 1 K zwischen beiden Außenflächen hindurchgeht (**Tabelle II-5**). Die Berechnung hat bei einer stationären mittleren Temperaturdifferenz von 20 K unter Bezugnahme der äußeren Gehäuseoberfläche zu erfolgen.

Die Leckluftrate in m^3/h, die zwischen den Filterzellen und der Rahmenstruktur ungefiltert hindurchströmt, wird Filter-Bypass-Leckage genannt. **Tabelle II-6** zeigt die maximale Filter-Bypass-Leckage gemäß DIN EN 1886 bei 400 Pa Prüfdruck für die verschiedenen Filterklassen.

Tab. II-5: Klassifizierung der Wärmedurchgangszahl U des Gehäuses (Quelle: RLT-Richtlinie 01, Ausgabe Juni 2021)

Gehäuseklasse nach DIN EN 1886	Wärmedurchgangszahl U in $W/(m^2 \cdot K)$
T1	$U \leq 0{,}5$
T2	$0{,}5 < U \leq 1{,}0$
T3	$1{,}0 < U \leq 1{,}4$
T4	$1{,}4 < U \leq 2{,}0$
T5	Keine Anforderungen

Tab. II-6: Zulässige Filter-Bypass-Leckage bei 400 Pa Prüfdruck (Quelle: RLT-Richtlinie 01, Ausgabe Juni 2021)

Filterklasse	Gröbere Filter	ISO $ePM_{2,5}$ ≥ 50 %	ISO ePM_1 ≥ 50 %	ISO ePM_1 ≥ 70 %	ISO ePM_1 ≥ 80 %
Filter-Bypass-Leckage (400 Pa) in % des Volumenstroms	Max. 6,0	Max. 4,0	Max. 2,0	Max. 1,0	Max. 0,5

Tab. II-7: Wärmebrückenfaktor des Gehäuses (Quelle: RLT-Richtlinie 01, Ausgabe Juni 2021)

Gehäuseklasse	Wärmebrückenfaktor k_b [–]
TB1	$0,75 \leq k_b < 1,00$
TB2	$0,60 \leq k_b < 0,75$
TB3	$0,45 \leq k_b < 0,60$
TB4	$0,30 \leq k_b < 0,45$
TB5	Keine Anforderungen

Der Wärmebrückenfaktor k_b ist der Quotient aus der kleinsten Temperaturdifferenz zwischen einem beliebigen Punkt auf der Außenfläche des Geräts und der mittleren Innenlufttemperatur und der mittleren Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft. Je mehr sich k_b dem Wert 1 nähert, desto besser wird die Gehäuseklasse (**Tabelle II-7**).

Viele Hersteller produzieren zur thermischen Entkopplung zwei oder mehr Gehäusetypen mit unterschiedlichem Wärmebrückenfaktor kb, damit diese je nach Anforderung eingesetzt werden können. Optimalerweise sind die verschiedenen Gehäuseklassen von außen nicht zu unterscheiden und können somit beliebig untereinander kombiniert werden.

Die Ansaugkammer und die nachfolgenden Gehäuseteile sollten bei einer Innenlufttemperatur von +5 bis –7 °C mindestens in Klasse TB4 (M), bei Innentemperaturen unter –7 °C mindestens in Klasse TB3 (M) ausgeführt werden. Bei Kühlerteilen und nachfolgenden Gehäuseteilen wird bei einer Innentemperatur von 13 bis 7 °C mindestens die Klasse TB4 (M) empfohlen, unter 7 °C Innentemperatur sollte mindestens die Klasse TB3 (M) eingesetzt werden.

Beispiel: Im Inneren des Gerätes befindet sich ein Luftkühler mit 6 °C kaltem Wasser, der die Luft kühlt. Dadurch wird auch das Gerätegehäuse außen etwas

abgekühlt. Befindet sich das Lüftungsgerät in warmer, feuchter Umgebungsluft, so kann dies an einer (schlecht gedämmten) Außenschale zu Kondensation führen. Zur Vermeidung einer solchen Kondensation (Kapitel I-4.6 „Taupunkttemperatur", Kapitel I-4.3.1 „Oberflächenkühlung", Abschnitt „Kühlen mit Wasserausscheidung") am Gerätegehäuse wird deshalb mindestens der Einsatz der Klasse TB3 empfohlen.

Das Einfügungsdämmmaß D_e, das ist die Schalldämmleistung des Gehäuses, ist nach dem Messverfahren der DIN EN 1886 über die Oktavbänder von 125 bis 8.000 Hz darzustellen.

In der RLT-Richtlinie 01 befinden sich auch Richtwerte für übliche Druckverluste von Komponenten und Bauteilen in Lüftungssystemen (**Tabelle II-8**).

Tab. II-8: Richtwerte für Bauteildruckverluste in Lüftungssystemen (Quelle: RLT-Richtlinie 01, Ausgabe Juni 2021)

Bauteil	Druckverlust in Pa		
	Niedrig	Mittel	Hoch
Zuluftkanalsystem	200	300	600
Abluftkanalsystem	100	200	300
Erhitzer	40	80	100
Kühler	100	140	200
WRG-Einheit Klasse H3	100	150	250
WRG-Einheit Klasse H2-H1	200	300	400
Befeuchter	50	100	150
Wäscher	100	200	300
Luftfilter ISO ePM_1 0≥ 50 % (Enddruck)	100	150	250
Luftfilter ISO $ePM_{2,5}$ ≥ 50 % (Enddruck)	100	150	250
Luftfilter ISO ePM_1 ≥ 50 % (Enddruck)	100	150	250
Luftfilter ISO ePM_1 ≥ 70 % (Enddruck)	150	250	400
HEPA-Luftfilter (Enddruck)	400	500	700
Aktivkohlefilter	100	150	250
Schalldämpfer	30	50	80
Luftdurchlass	30	50	100
Luftein- bzw. -austritt	20	50	70

1.2 Geräteausführungen

Abhängig vom Aufstellort und der Anwendung können verschiedene Geräteausführungen eingesetzt werden.

1.2.1 Standardausführung

Die Standardausführung (**Bild II-7**) ist zur Aufstellung der Geräte in Gebäuden vorgesehen. Sie ist flexibel und robust aufgebaut. Die Geräte sind in transportable Einheiten unterteilt. Dabei werden alle Bauteile mit Kranösen ausgestattet, damit diese einfach mittels Kran oder ähnlichen Hebezeugen zum Aufstellort transportiert werden können. Die robuste Bauweise ergibt auch eine gute Schalldämmung des Gerätes zum Raum hin.

Bild II-7: Standardausführung zur Innenaufstellung (Quelle: MANDIK GmbH)

1.2.2 Wetterfeste Ausführung

Die wetterfeste Ausführung zur Aufstellung im Freien (**Bild II-8**) muss erhöhten Ansprüchen genügen. Die Außenschale wird feuerverzinkt und beschichtet aus-

Bild II-8: Wetterfeste Ausführung zur Außenaufstellung (Quelle: Daikin)

geführt, sämtliche Fugen an der Außenschale sind zusätzlich witterungsbeständig abzudichten. Ein eigenes, allseits überstehendes Gerätedach wird so installiert, dass es sowohl eine Neigung als auch eine umlaufende Tropfkante aufweist, so dass Regenwasser korrekt ablaufen kann. Somit entfällt eine aufwändige Montage auf der Baustelle. Bei Bedarf können auf der Außenseite Montagevorrichtungen für Rohre und Elektrokabel vorgesehen werden. Die Türen sind mit Feststellvorrichtung auszustatten.

Am Außenluftansaug ist eine Wetterschutzvorrichtung vorzusehen, die das Mitreißen von Regentropfen bzw. Schnee verhindert und auch bei Stillstand des Gerätes einen Wetterschutz bietet. Alle Öffnungen sind mit Maschendrahtgitter auszustatten. Ansaugkammern sind zusätzlich mit einer korrosionsgeschützten Bodenwanne mit Ablauf in Edelstahl (Qualität mindestens 1.4301) oder Aluminium (Korrosionsbeständigkeit mindestens AlMg) herzustellen, um Korrosion zu verhindern und um eintretendes Wasser gezielt abführen zu können. Um das Gerät auch bei Schnee warten zu können, sollte es auf einen Sockel von wenigstens 40 cm Höhe gesetzt werden. Dies kann ein Betonsockel oder auch ein vom Gerätehersteller mitgelieferter Grundrahmen sein. Bei Geräten mit thermodynamischer Luftbehandlung ist das Gehäuse betreffend der Wärmedurchgangszahl mindestens in Klasse T3 (M) und bezüglich des Wärmebrückenfaktors mindestens in Klasse TB3 (M) vorzusehen. Ab einer Geräteinnenhöhe von 1.600 mm spricht man von begehbaren Geräten (**Bild II-9**). Es ist zu beachten, dass wetterfeste Geräteausführungen nicht als Gebäudewände fungieren und keinerlei statische Aufgaben übernehmen dürfen.