Lars Keller

Leitfaden für Lüftungs- und Klimaanlagen

5. AUFLAGE







III. Rooftop-Einheiten als Sonderform eines RLT-Gerätes

1 Funktionsprinzip und Leistungsbereiche

Bei einer Rooftop-Unit (RTU) handelt es sich um eine kompaktes Lüftungsgerät mit Heiz- oder Kühlfunktion. Installation erfolgt (entsprechend der Namensgebung) normalerweise auf dem Dach von Gebäuden, sie kann aber auch ebenerdig, z. B. auf einer Bodenplatte, aufgestellt werden. Die Dachinstallation hat den Vorteil, dass dann die Bodenflächen für andere Anwendungen oder Parkplätze genutzt werden können. Einsatz finden RTUs meist in Gewerbebauten, Lagerhallen, Restaurants und Einkaufszentren. **Bild III-1** zeigt den typischen Geräteaufbau einer Rootfop-Einheit. Hieraus wird ersichtlich, dass die umschaltbare Luft-Luft-Wärmepumpe direkt mit den Sektionen Luftbehandlung, Abluft und Wärmerückgewinnung fest auf einem Grundrahmen zu einer Einheit verbunden ist. Es sind auch Wasser-Luft-Wärmepumpenausführungen verfügbar, jedoch dominiert die Anwendung mit Luft als Rückkühlmedium aufgrund der größeren Unabhängigkeit und Flexibilität bei Außenaufstellung.

Das Funktionsprinzip mit Wärmerückgewinnungsrad für den Winterfall ist in **Bild III-2** dargestellt. Bei 100 % Umluft (RCA) ist der Rotationswärmetauscher aus, die Zuluft (SUP) wird durch die Wärmepumpe von 20 °C auf 23 °C erwärmt. Bei 50 % Umluft (RCA) und 50 % Außenluft (ODA) ist die WRG in Betrieb und erwärmt ODA von –10 °C auf +10 °C, durch die Mischung mit der 20 °C warmen Abluft (ETA) entsteht eine Mischlufttemperatur von 15 °C. Durch die Wärmepumpe wird diese auf 23 °C Zuluft (SUP) erwärmt. Bei 100 % Außenluft (ODA) wird die

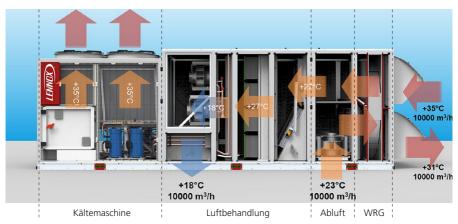


Bild III-1: Geräteaufbau einer Rooftop-Einheit (Quelle: Lennox Deutschland GmbH)

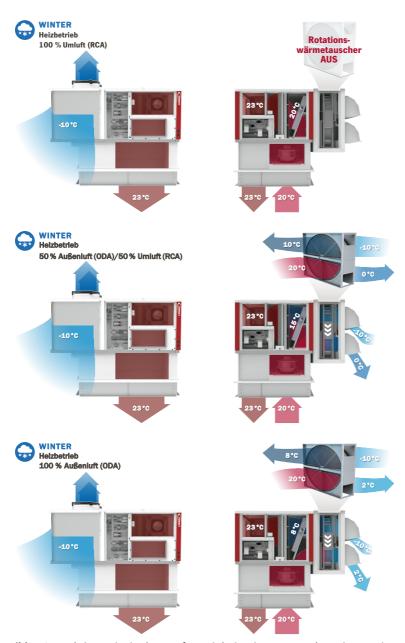


Bild III-2: Funktionsprinzip der Rooftop-Einheit mit Wärmerückgewinnung im Winterfall (Quelle: Lennox Deutschland GmbH)

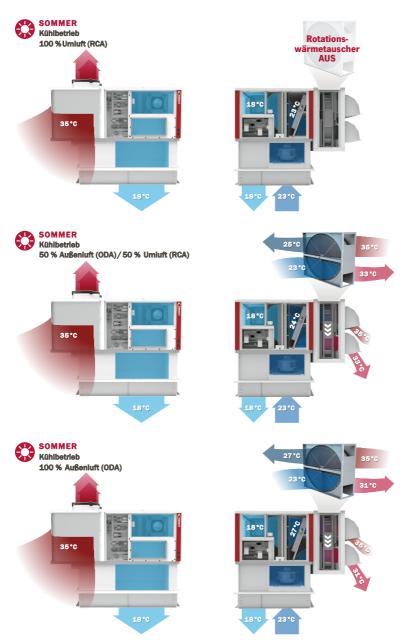


Bild III-3: Funktionsprinzip der Rooftop-Einheit mit Wärmerückgewinnung im Sommerfall (Quelle: Lennox Deutschland GmbH)

Außenluft von -10 °C auf +8 °C erwärmt. Durch die Wärmepumpe erfolgt dann eine Erwärmung auf 23 °C Zulufttemperatur.

Bild III-3 verdeutlicht den Sommerfall. Auch hier ist bei 100 % Umluft (RCA) der Rotationswärmetauscher logischerweise aus, die Zuluft (SUP) wird durch die Kältemaschine um 5 K auf 18 °C gekühlt. Bei 50 % Umluft (RCA) und 50% Außenluft (ODA) ist der Rotationswärmetauscher in Betrieb und kühlt die ODA von 35 °C auf 25 °C herab, die restliche Kühlung auf 18 °C Zuluft (SUP) wird durch die Kältemaschine erbracht. Bei 100 % Außenluft wird die Außenluft über die Wärmerückgewinnung (bzw. in diesem Fall Kälterückgewinnung) auf 27 °C abgekühlt, durch die Kältemaschine erfolgt dann die weitere Abkühlung auf 18 °C Zulufttemperatur. Abhängig von der Verdampfungstemperatur kann in diesem Fall die Entfeuchtung beeinflusst werden. Um eine ausreichende Temperatur- und Feuchteregelung zu erreichen, wird der Einsatz von drehzahlgeregelten Scrollverdichtern sowie Multiverdichteranwendungen empfohlen.

RTUs werden auch als "Packaged Units" bezeichnet, da alle Komponenten in einem Gehäuse installiert sind. Rooftops sind in der Standardausführung für die Außenaufstellung konzipiert. Sonderformen der Rooftops sind sogenannte Roomtops (**Bild III-4**), die bei technisch ähnlicher Konzeption für die Innenaufstellung vorgesehen sind, Außen- und Abluft müssen über Kanäle angeschlossen werden. Der Leistungsbereich ist hier jedoch deutlich kleiner im Vergleich zu den Rooftop-Einheiten. Roomtops werden in diesem Kapitel nicht weiter behandelt.

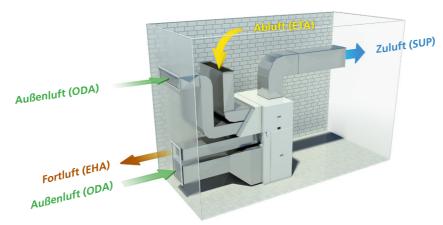


Bild III-4: Funktionsprinzip und Geräteaufbau einer Roomtop-Einheit (Quelle: Lennox Deutschland GmbH)

Da bei einer Rooftopeinheit alle Sektionen fertig auf einem Grundrahmen montiert sind, gibt es aus diesem Grunde natürliche Begrenzungen. Die maximale Baugröße liegt derzeit ungefähr bei einer Luftleistung von 50.000 m³/h, einer Kälte- bzw. Heizleistung von 270 kW, als externe Luftpressung können 1.000 Pa erzielt werden. Aufgrund der begrenzten maximalen Luftgeschwindigkeiten im Gerät sowie der Limitierung der Gehäusebaugröße für den Transport mit einem Standard-LKW sind keine signifikanten Luftmengenerhöhungen zu erwarten.

2 Einstufung nach Ecodesign-Richtlinie und Eurovent

In diesem Abschnitt werden Rooftop-Einheiten hinsichtlich unterschiedlicher Kategorien in der Richtlinie 2009/125/EG und bei Eurovent betrachtet und erklärt. Die Abgrenzung zum Lüftungsgerät wird ebenfalls erklärt.

2.1 Ecodesign-Richtlinie 2009/125/EG und EU-Verordnung 2016/2281

Die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG [52] legt Rahmenbedingungen für alle energieverbrauchenden Geräte fest. Sie ist für alle in der Europäischen Union verkauften und verwendeten Produkte verbindlich. Die Bestimmungen, die sich aus der Ökodesign-Richtlinie ergeben, legen für jede Produktfamilie Mindestwirkungsgrade fest. Gemäß EU-Verordnung 2016/2281 [66] sind diese in zwei Stufen zu erreichen, die 2. Stufe trat in Form höherer Energieeffizienzanforderungen am 1. Januar 2021 in Kraft. Die Einhaltung der jeweils relevanten Verordnung ist Grundlage der Berechtigung zur CE-Kennzeichnung und somit zum Inverkehrbringen der Geräte. Für Klima- und Kälteanlagen sind unter anderem folgende Verordnungen zu berücksichtigen:

- ► EU 813/2013 für Komfort-Kaltwassersätze (Wärmepumpe)
- ► EU 2016/2281 für Rooftops/Roomtops, Komfort-Kaltwassersätze (Kühlen) und Hochtemperaturkühler
- ► EU 1253/2014 für Lüftungsgeräte
- ► EU 2015/1095 für Prozesskühler mittlerer Temperatur und Verflüssigereinheiten
- ► EU 327/2011 für Ventilatoren
- ► EU 206/2012 für Klimaanlagen (P < 12 kW) und Komfortventilatoren.

Jedes Produkt kann nur unter eine Verordnung fallen. Interpretationsbedürftig scheint die Zuordnung der Rooftops zwischen der EU-Verordnung 1253/2014 für Lüftungsgeräte und der EU-Verordnung 2016/2281 zu sein, da es sich bei einem Rooftop um ein integriertes Gerät mit mehreren Funktionen handelt.

Allerdings werden in der EU-Verordnung 1253/2014 in Artikel 1 "Gegenstand und Geltungsbereich" Luftbehandlungsgeräte mit Wärmepumpenfunktion ausgeschlossen. Hier heißt es wörtlich:

"(2) Diese Verordnung gilt nicht für Lüftungsanlagen, die […] g) einen Wärmetauscher und eine Wärmepumpe zur Wärmegewinnung beinhalten oder eine Wärmeübertragung oder -entnahme über die des Wärmerückgewinnungssystems hinaus ermöglichen, mit Ausnahme der Wärmeübertragung zum Frostschutz oder zum Abtauen;".

Die Frage, welche Lüftungsanlagen in den Geltungsbereich der EU-Verordnung 1253/2014 fallen oder nicht, wurde im Dokument "EVIA/Eurovent Leiftaden zu Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen" [67] mit folgender Begründung (E104) nochmals geklärt:

"Kern der Verordnung ist die Spezifikation der Lüftungsfunktion einer Anlage. Stellt die Anlage zusätzliche Funktionen in Kombination mit Wärmepumpen oder durch Verwendung von Rezirkulations- oder Sekundärluft zur Verfügung, ist Lüftung möglicherweise nicht die Hauptfunktion."

Es wird des Weiteren auf eine Tabelle mit 16 Punkten verwiesen, von denen die ersten sechs in **Tabelle III-1** wiedergegeben sind.

Somit fallen Rooftops nicht unter diese Verordnung, sondern sind, da sie einen Wärme- und Kälteerzeuger beinhalten (Wärmepumpe), konsequenterweise in der EU-Verordnung 2016/2281 geregelt. Hier sind im Anhang I die folgenden Begriffsbestimmungen zu finden:

"38. "Rooftop-Wärmepumpe" bezeichnet eine von einem elektrischen Kompressor angetriebene Luft-Luft-Wärmepumpe, deren Verdampfer, Verdichter und Kondensator in ein gemeinsames Gehäuse integriert sind;"

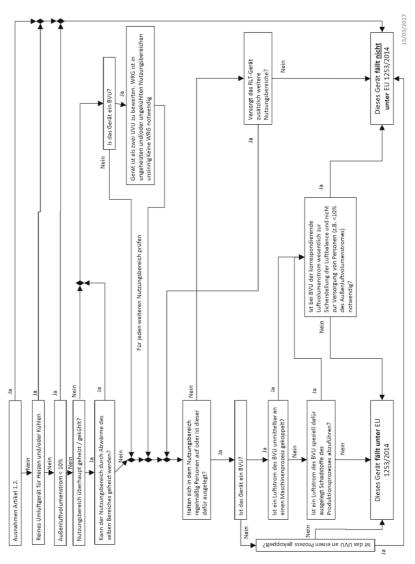
sowie

"44. "Rooftop-Raumklimagerät" bezeichnet ein mit einem elektrischen Verdichter betriebenes Luft-Luft-Raumklimagerät, dessen Verdampfer, Verdichter und Kondensator in ein gemeinsames Gehäuse integriert sind;".

Tab. III-1: Lüftungsanlagen, die aufgrund ihrer Gestaltung in den Geltungsbereich der EU-Verordnung 1253/2014 fallen bzw. nicht fallen (Quelle: EVIA/Eurovent Leitfaden zu Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen [67], S. 15)

Nr.	Gestaltung der Anlage	Anmerkungen	EU 1253/2014 und EU 1254/2014
1	Nur Wärmerückgewinnung ODA ETA EHA SUP		Enthalten im Geltungsbereich
2	Nur Luft-Luft-Wärmepumpe EHA ODA SUP	Für Lüftungsanlagen mit einer Wärmepumpe ausschließlich für die Wärmerückgewinnung sind keine Leistungsdaten verfügbar. Dieses System gestattet zusätzliche Wärmeübertragung zur Wärmerückgewinnung. Dieses System ist in EU 2016/2281 (Lot 21) zu regeln, dadurch wird Doppelregulierung vermieden. Vorwiegend Heizung oder Kühlung.	Ausgeschlossen aus dem Gel- tungsbereich
3	Nur Wärmepumpe, 4 Klappen, sogenanntes Rooftop-Gerät	Rooftop-Wärmepumpe und Rooftop-Klimagerät wie in EU 2016/2281 (LOT 21) definiert, sind hauptsäch- lich zum Heizen oder Kühlen konstruiert und müssen ihre eigenen Ökodesign-Anforderungen erfüllen.	Ausgeschlossen
4	Wärmerückgewinnung + 3 Klappen – Heizung ODA ETA ETA SUP	Das zusätzliche Heizen und Mischen hat keinen Einfluss auf die Wärmerückgewinnung. SVL _{int} (SFP _{int}) ist mit SUP- und ETA-Luftvolumenstrom zu berechnen.	Enthalten
5	Nur 3 Klappen EHA ODA Sup	In NWLA nicht mehr zulässig, da ZLA Wärmerück- gewinnung aufweisen müssen, wenn der Zweck der Anlage überwiegend Lüftung ist. Anmerkung: Siehe Frage zur Rezirkulationsluft (Umluft)	Enthalten
6	Wärmerückgewinnung + Luft-Luft-Wärmepumpe	Deutlich als "Ausgeschlossen" spezifiziert, wenn die Wärmepumpe die Wärmerückgewinnung im Winter (Heizbetrieb) unterstützt.	Ausgeschlossen
	EHA SUP	Wenn die Wärmepumpe nur zur Kälteerzeugung (Sommerbetrieb) betrieben wird, werden Verflüssiger und Verdampfer als zusätzliche Komponenten betrachtet.	Enthalten

Eine Möglichkeit, um bestimmen zu können, ob ein Gerät unter die EU-Verordnung 1253/2014 fällt, haben EVIA (European Ventilation Industry Association) und Eurovent zusammen einen Entscheidungsbaum entwickelt (**Bild III-5**).



pean Ventilation Industry Association / Eurovent – European Industry Association for Indoor Climate, Process Bild III-5: Entscheidungsbaum für Zuständigkeiten gemäß EU-Verordnung 1253/2014 (Quelle: EVIA – Euro-Cooling, and Food Cold Chain Technologies)

Für Luftheizungsprodukte werden seit dem 1. Januar 2021 neue Mindestanforderungen an den Raumheizungs-Jahresnutzungsgrad $\eta_{s,h}$ gemäß **Tabelle III-2** gefordert.

Tab. III-2: Zweite Stufe der Mindestanforderungen an den Raumbeheizungs-Jahresnutzungsgrad von Luftheizungsprodukten (Quelle: EU-Verordnung 2016/2281, Anhang II, Tabelle 2)

Luftheizungsgeräte	η _{s,h} 1) in %
Mit Brennstoffen betriebene Luftheizungsgeräte, mit Ausnahme von B_1 -Luftheizungsgeräten mit einer Nennwärmeleistung von unter 10 kW und von C_2 - und C_4 -Luftheizungsgeräten mit einer Nennwärmeleistung von unter 15 kW	78
Elektrisch betriebene Luftheizungsgeräte	31
Mit einem Elektromotor betriebene Luft-Luft-Wärmepumpen, mit Ausnahme von Rooftop-Wärmepumpen	137
Rooftop-Wärmepumpen	125
Mit Verbrennungsmotor mit innerer Verbrennung betriebene Luft-Luft- Wärmepumpen	130

¹⁾ In den jeweiligen Tabellen in diesem Anhang und in der technischen Dokumentation auf eine Dezimalstelle gerundet anzugeben.

Tab. III-3: Zweite Stufe der Mindestanforderungen an den Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad von Kühlungsprodukten (Quelle: EU-Verordnung 2016/2281, Anhang II, Tabelle 4)

Kühlungsprodukte	η _{s,h} 1) in %
Luft-Wasser-Kühler mit einer Nennkühlleistung < 400 kW bei Antrieb mit einem Elektromotor	161
Luft-Wasser-Kühler mit einer Nennkühlleistung ≥ 400 kW bei Antrieb mit einem Elektromotor	179
Wasser-Wasser-Kühler und Sole-Wasser-Kühler mit einer Nennkühlleistung < 400 kW bei Antrieb mit einem Elektromotor	200
Wasser-Wasser-Kühler und Sole-Wasser-Kühler mit einer Nennkühlleistung < 1.500 kW bei Antrieb mit einem Elektromotor	252
Luft-Wasser-Kühler mit einer Nennkühlleistung ≥ 400 kW bei Antrieb mit einem Verbrennungsmotor mit innerer Verbrennung	154
Mit einem Elektromotor betriebene Luft-Luft-Raumklimageräte, mit Ausnahme von Rooftop-Raumklimageräten	189
Rooftop-Raumklimageräte	138
Mit einem Verbrennungsmotor mit innerer Verbrennung betriebene Luft- Luft-Raumklimageräte	167

¹⁾ In den jeweiligen Tabellen in diesem Anhang und in der technischen Dokumentation auf eine Dezimalstelle gerundet anzugeben.

Für Kühlungsprodukte werden seit dem 1. Januar 2021 neue Mindestanforderungen an den Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad $\eta_{s,c}$ gemäß **Tabelle III-3** gefordert.

Gemäß Artikel 7 der EU-Verordnung 2016/2281 wird die Kommission die Verordnung überprüfen und bis zum 1. Januar 2022 dem Ökodesign-Konsultationsforum die Ergebnisse vorlegen. Hierbei wird unter anderem geprüft, ob

- ► Ökodesign-Anforderungen an solche Kältemittel erlassen werden sollten, die direkte Treibhausgasemissionen verursachen,
- ► strengere Ökodesign-Anforderungen an Rooftop-Raumklimageräte sowie an (Kompakt-)Raumklimageräte mit Kanalanschluss und (Kompakt-)Wärmepumpen mit Kanalanschluss erlassen werden sollten.

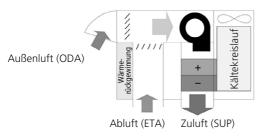
2.2 Eurovent-Programm "Rooftop" (RT)

Teilnehmende Hersteller können ihre Rooftop-Baureihen bei Eurovent zertifizieren lassen und somit, vergleichbar zu Kaltwassersätzen, von einer unabhängigen Prüfstelle validierte Leistungswerte ihrem Kunden zur Verfügung stellen. Aufgrund der im Kapitel III-2.1 dargestellten Mindesteffizienzanforderungen werden Geräte für die EU nur noch in den Klassen A+, A und B zertifiziert. Grundlage hierfür sind die "Technical Certification Rules of the Eurovent Certified Performance Mark – Rooftop" [68]; Tabelle III-4 gibt hierzu eine Übersicht.

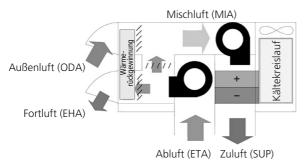
Tab. III-4: ECC-Energieeffizienzklassen nach Eurovent bei Luft-Luft-Rooftop-Raumklimageräten und Wärmepumpen (Quelle: Technical Certification Rules of the Eurovent Certified Performance Mark – Rooftop [68])

Eurovent Certita Certification (ECC) Jahreszeitlich bedingte Effizienzklassen	Kühlbetrieb	Heizbetrieb
A+	$\eta_{s,h} \ge 203$	$\eta_{s,h} \ge 149$
А	$185 \le \eta_{s,h} < 203$	$142 \le \eta_{s,h} < 149$
В	$138 \le \eta_{s,h} < 185$	$125 \le \eta_{s,h} < 142$
С	$117 \le \eta_{s,h} < 138$	$115 \le \eta_{s,h} < 125$
D	$90 \le \eta_{s,h} < 117$	$95 \le \eta_{s,h} < 115$
E	$\eta_{s,h} < 90$	$\eta_{s,h} < 95$

Rooftop mit 2-Klappen-Ausführung



Rooftop mit 3-Klappen-Ausführung



Rooftop mit 4-Klappen-Ausführung

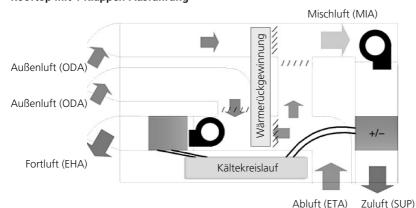


Bild III-6: Luftführung bei Rooftop mit 2-, 3- und 4-Klappen-Ausführung (Quelle: Technical Certification Rules of the Eurovent Certified Performance Mark – Rooftop [68])

Unter das Programm fallen Luft-Luft-Einheiten bis 100 kW, optional kann diese Produktgruppe bis 200 kW zertifiziert werden. Eine weitere Option besteht darin Wasser-Luft-Einheiten bis 200 kW zu zertifizieren. Durch die integrierte Bauform wird zugleich die Effizienz der gesamten Anlage belegt, was bei einem RLT-Gerät mit externen Wärme- oder Kälteerzeuger erst durch Kombination der Daten möglich ist. Der Entfall von Wärmetauscherprozessen kann, muss aber nicht zwingend zu einer höheren Effizienz der installierten Anlage im Vergleich zu einer RLT-Kaltwassersatz-Kombination führen.

Eurovent zeigt auch verschiedene Möglichkeiten der Luftführung als 2-, 3- und 4-Klappen-Ausführung (**Bild III-6**)