

Die Hintergründe der Ökodesign-Richtlinie

Die Europäische Union hat sich mit dem Kyoto-Protokoll zu einer Reduzierung ihrer CO₂-Emission um 20 % bis 2020 verpflichtet. Zur Zielerreichung wurde 2005 die EuP-Richtlinie 2005/32/EG (Energy-using Products-Directive) verabschiedet. Diese wurde 2009 in ErP-Richtlinie 2009/125/EG (Energy-related Products-Directive) umbenannt, auch kurz „Ökodesign-Richtlinie“ genannt. Sie bildet für Energie verbrauchende Produkte den allgemeinen Rahmen zur deren umweltgerechten Gestaltung, das heißt für die Beurteilung von Einsparpotentialen, die Festlegung von Mindestanforderungen an die Energieeffizienz sowie die Berücksichtigung der Ressourceneffizienz über den gesamten Produktlebenszyklus. Da es eine Unzahl an Energie verbrauchenden Produkten gibt, wurden Produktgruppen (Lots) gebildet, für die dann jeweils Durchführungsverordnungen aufgestellt werden. So sind zum Beispiel im Lot 6 Lüftungsgeräte, im Lot 11 Ventilatoren und im Lot 21 Luftheritzer/-kühler und Gebläsekonvektoren zusammengefasst. Diese beziehen sich auf die Durchführungsverordnungen EU 2014/1253 (Lot 6), EU 2011/327 (Lot 11) und EU 2016/2281 (Lot 21).

Unterschied zwischen einer Richtlinie und einer Verordnung

„Eine EU-Richtlinie wird zu ihrer Umsetzung entweder von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht überführt oder sie wird über eine EU-Verordnung wirksam, die dann unmittelbar in allen Mitgliedsstaaten Gültigkeit erhält. Diese Verfahrensweise wurde für die sich aus der Ökodesign-Richtlinie (ErP-Richtlinie 2009/125/EG) ergebenden Anforderungen an Elektro-motoren, Ventilatoren, sowie RLT-Anlagen und deren energetisch relevanten Bauteilen gewählt.

Verordnung EU 2009/640 für Elektromotoren

Diese ErP-Durchführungsverordnung trat 2011 in Kraft und schreibt die Wirkungsgrade von IEC-Normmotoren vor. Nach vorgegebenem Zeitplan wurden diese Werte 2015 und 2017 angehoben. Seit Anfang 2017 müssen danach alle Motoren mit einer Nennausgangsleistung zwischen 0,75 kW und 375 kW entweder das Effizienzniveau IE3 erreichen oder dem Effizienzniveau IE2 entsprechen und zusätzlich eine Drehzahlregelung aufweisen. Die Anforderungen an Elektromotoren sind für ihre Nutzung in RLT-Geräten nur von mittelbarer Bedeutung. Hier werden Ventilatoren eingesetzt, in

denen der Motor mit Laufrad und Düse, sowie gegebenenfalls einer Regelungselektronik eine Funktionseinheit bildet.

Verordnung EU 2011/327 für Ventilatoren

Diese Verordnung betrifft Ventilatoren, die Motoren mit einer elektrischen Eingangsleistung zwischen 125 W und 500 kW aufweisen. Sie trat 2011 in Kraft und schreibt Mindestanforderungen an die Zieleffizienz (entspricht dem Systemwirkungsgrad) in zwei Schritten vor. Die 1. Stufe wurde Anfang 2013 wirksam. In der seit Anfang 2015 gültigen 2. Stufe wurden diese Werte nochmals angehoben. Der Systemwirkungsgrad einer Ventilatereinheit stellt das Produkt aus den Wirkungsgraden des Ventilators, des Motors, des Antriebs (Keilriemen, Flachriemen oder direkt) und der Drehzahlregelung dar und wird vom Hersteller angegeben. Der Systemwirkungsgrad muss mindestens gleich oder größer als die Zieleffizienz sein. Im Anhang I 2, Tabelle 2 werden für die einzelnen Ventilatorarten Gleichungen für die Zieleffizienzen η_{Ziel} angegeben, die sich dann in Abhängigkeit der elektrischen Eingangsleistungen und vorgegebenen Effizienzgraden berechnen lassen.

In RLT-Geräten werden derzeit überwiegend Radialventilatoren mit rückwärtsgekrümmten Schaufel ohne Gehäuse eingesetzt. Für diesen Ventilatorart findet man in Tabelle 2 die Angaben, mit denen sich seine Mindestwirkungsgrade bestimmen lassen.

Im RoofVent® RH-9B sind Radialventilatoren mit rückwärtsgekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse verbaut, die einen statischen Wirkungsgrad (Systemwirkungsgrad) von $\eta_{Sys} = 63\%$ bei einer elektrischen Eingangsleistung von $P = 3\text{ kW}$ aufweisen.

Zum Nachweis der Einhaltung der Verordnung muss die Zieleffizienz bestimmt werden.

Die Eingangsleistung liegt im Intervall $0,125 \leq P \leq 10$, somit kommt folgende Gleichung zur Anwendung:

$$\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N \quad [\%], \text{ mit } N = 62$$

Einsetzen der Werte liefert:

$$\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln 3 - 10,5 + 62 \quad [\%]$$

$$\eta_{Ziel} = 56,5\%$$

Es zeigt sich, dass mit $\eta_{Ziel} = 56,5\% \leq \eta_{Sys} = 63\%$ die Anforderung der Verordnung erfüllt wird.

Verordnung EU 2014/1253 für RLT-Anlagen

Diese Verordnung trat 2014 in Kraft und gilt für Lüftungsgeräte, für die Ökodesign-Anforderungen festgelegt sind. Sie schreibt Mindestanforderungen an die Effizienz von RLT-Anlagen vor, die in der ersten Stufe Anfang 2016 wirksam wurden. In der zweiten Stufe gelten ab dem 1.1.2018 verschärfte Anforderungen, auf die nachfolgend eingegangen wird. Zum weiteren Verständnis sind zunächst noch drei Begriffe zu klären:

1. Die Bezugskonfiguration einer Zwei-Richtung-Lüftungsanlage (ZLA) ist im Sinne der Verordnung ein Kombigerät mit mindestens einem Ventilator je Luftrichtung, einem Wärmerückgewinnungssystem (WRS) und sauberem Zulufffilter (Klasse F7) und Ablufffilter (Klasse M5).
2. Der Effizienzbonus (E) ist ein Korrekturfaktor, der angewandt wird, wenn die Ist-Rückwärmzahl höher als die geforderte Mindestrückwärmzahl ist.
3. Die Filterkorrektur (F) ist ein Korrekturwert, der angewandt wird, wenn von der Bezugskonfiguration einer ZLA abgewichen wird (Fehlen von F7 oder M5 Filter oder beiden).

Von der Verordnung betroffen sind RLT-Anlagen mit Luftleistungen über 250 m³/h, die als „Nichtwohnraumlüftungsanlage“ (NwLA) klassifiziert sind. Für diese gelten ab dem 1. Januar 2018 gegenüber 2016 die zusätzlichen Anforderungen:

- RLT-Anlagen müssen über einen Mehrstufenantrieb (mindestens 3-fach) oder über eine Drehzahlregelung verfügen.
- Alle ZLA müssen über ein WRS mit thermischer Umgehung verfügen (diese Formulierung bedeutet, dass es nicht notwendigerweise ein Bypass sein muss).

- Für die Mindestrückwärmzahlen und die Effizienzboni aller WRS gilt:

	KV-System	regen./rekup. Systeme
Mindestrückwärmzahl	68 %	73 %
Effizienzbonus E [Ws/m³]	$E = (\eta_{\text{ist}} - 0,68) 3000$	$E = (\eta_{\text{ist}} - 0,73) 3000$

Abbildung 1: Mindestrückwärmzahl und Effizienzbonus nach Verordnung EU 2014/1253 ab dem 1.1.2018

- Für die Filterkorrektur gilt:
 - F = 0 im Fall der vollständigen Bezugskonfiguration gemäß Punkt 1.
 - F = 150, falls M5 fehlt
 - F = 190, falls F7 fehlt
 - F = 340, falls beide Filter fehlen
- Eine optische Anzeige oder akustische Warnung muss das Erreichen des Filterenddrucks angeben.
- Die höchstzulässige innere spezifische Ventilatorleistung SVL_{Limit} [Ws/m³] einer ZLA ist in Abhängigkeit des Nennvolumenstroms q_{nenn} festgesetzt auf:

	KV-System	regen./rekup. Systeme
$q_{\text{nenn}} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SVL_{\text{Limit}} = 1.600 + E - 300 \cdot q_{\text{nenn}}/2 - F$	$SVL_{\text{Limit}} = 1.100 + E - 300 \cdot q_{\text{nenn}}/2 - F$
$q_{\text{nenn}} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SVL_{\text{Limit}} = 1.300 + E - F$	$SVL_{\text{Limit}} = 800 + E - F$

Abbildung 2: Zulässige spezifische Ventilatorleistung nach Verordnung EU 2014/1253 ab dem 1.1.2018

Nachweis der Erfüllung der ErP-Richtlinie am Beispiel der RoofVent® Geräte

Die Einhaltung dieser Verordnung muss nachvollziehbar nachgewiesen werden. Wie das in der Praxis aussieht, soll am Beispiel der RoofVent® Geräte RH-6B und RH-9B gezeigt werden. Dazu werden an Hand der gegebenen Gerätedaten die Istwerte der spezifischen Ventilatorleistungen SVL_{Ist} bestimmt und mit den sich aus Verordnung ergebenden

SVL_{Limit} Werten verglichen. Die ErP-Richtlinie gilt dann als erfüllt, wenn die Istwerte kleiner als die Limitwerte sind. Die gegebenen Daten sind in Abbildung 3 zusammengefasst. Die Werte des Wärmerückgewinnungssystems (Plattenwärmetauscher) sind mit dem durch Eurovent zertifizierten Auslegungsprogramm Hoval Enventus CASER berechnet.

		RoofVent® RH-6B	RoofVent® RH-9B
Nennluftvolumenstrom	q_{nenn}	5.500 m³/h ≙ 1,53 m³/s	8.000 m³/h ≙ 2,22 m³/s
Ventilatorwirkungsgrad	η_{Ventilator}	63 %	63 %
Druckverlust AUL Filter	Δp_{AUL Filter}	78 Pa	110 Pa
Druckverlust ABL Filter	Δp_{ABL Filter}	50 Pa	67 Pa
Druckverlust WRS ZUL	Δp_{WRS ZUL}	223 Pa	201 Pa
Druckverlust WRS FOL	Δp_{WRS FOL}	223 Pa	201 Pa
Rückwärmzahl	η_{ist}	77,2 %	77,3 %

Abbildung 3: Daten der RoofVent® Geräte, Auszug aus dem Planungshandbuch

Bestimmung der SVList -Werte

Die SVL_{Ist} -Werte werden für beide Luftrichtungen bestimmt. Die Summe beider Werte ergibt die spezifische Ventilatorleistung des Geräts. Bei gleichen Volumenströmen lässt sich das vereinfachend in einem Rechengang lösen, indem die Druckverluste von Filter und WRS beider Seiten zusammengefasst werden.

Damit gilt:

$$P_{\text{effektiv}} = q_{\text{nenn}} \frac{(\Delta p_{\text{AUL Filter}} + \Delta p_{\text{ABL Filter}} + \Delta p_{\text{WRS ZUL}} + \Delta p_{\text{WRS FOL}})}{\eta_{\text{Ventilator}}} \quad [\text{W}] \quad (1)$$

$$\frac{P_{\text{effektiv}}}{q_{\text{nenn}}} = \text{SVL}_{\text{Ist}} \quad [\text{W} \cdot \text{s} / \text{m}^3]$$

Mit q_{nenn} erhält man aus (1)

für den Istwert der spezifischen Ventilatorleistung:

$$\text{SVL}_{\text{Ist}} = \frac{(\Delta p_{\text{AUL Filter}} + \Delta p_{\text{ABL Filter}} + \Delta p_{\text{WRS ZUL}} + \Delta p_{\text{WRS FOL}})}{\eta_{\text{Ventilator}}} \quad [\text{W} \cdot \text{s} / \text{m}^3] \quad (2)$$

Einsetzen der Werte aus Abbildung 3 in (2) ergibt den SVL-Istwert für das

RoofVent® RH-6B:

$$SVL_{ist\ RH-6} = \frac{(78 + 50 + 223 + 223) N}{0,63 \quad m^2} = 911,1 \quad W \cdot s / m^3 \quad (3)$$

RoofVent® RH-9/B:

$$SVL_{ist\ RH-9} = \frac{(110 + 67 + 201 + 201) N}{0,63 \quad m^2} = 919,0 \quad W \cdot s / m^3 \quad (4)$$

Bestimmung der SVL_{Limit} -Werte

Die Istwerte (3) und (4) werden nun verglichen mit den spezifischen Ventilatorleistungen SVL_{Limit} , die sich aus der Verordnung Nr. 1253/2014 ergeben. Sie gilt als erfüllt, wenn die Bedingung $SVL_{ist} \leq SVL_{Limit}$ eingehalten wird. Der Rechengang ist wie folgt:

- Bestimmung der Filterkorrektur (F)

Die Geräte haben eine Bezugskonfiguration nach Punkt 1, das heißt für beide Geräte wird die Filterkorrektur $F = 0$.

- Bestimmung des Effizienzbonus (E)

Beide Geräte verfügen über eine höhere Rückwärmzahl als gefordert und erhalten damit einen Effizienzbonus (s. Gleichungen in Abbildung 1). Damit folgt:

- RH-6B: $E = (\eta_{ist\ RH-6} - 0,73) 3000 = (0,772 - 0,73) 3.000 = 126 \quad W \cdot s / m^3 \quad (5)$

- RH-9B: $E = (\eta_{ist\ RH-9} - 0,73) 3000 = (0,773 - 0,73) 3.000 = 129 \quad W \cdot s / m^3 \quad (6)$

- Bestimmung der spezifischen Ventilatorleistung SVL_{Limit}

- Nach Abbildung 2, Zeile 2, Spalte 3 gilt für das RH-6B:

$$SVL_{Limit\ RH-6} = 1.100 + E - 300 \cdot q_{nenn} / 2 - F \quad [W \cdot s / m^3]$$

Mit E nach Gleichung (5), $q_{nenn} = 1,53 \text{ m}^3/\text{s}$ und $F = 0$ folgt

$$SVL_{Limit\ RH-6} = 1.100 + 126 - 300 \cdot 1,53 / 2 - 0 \quad W \cdot s / m^3$$

$$SVL_{Limit} \text{ RH-6} = 996,5 \text{ W}\cdot\text{s}/\text{m}^3 \quad (7)$$

- Nach Abbildung 2, Zeile 3, Spalte 3 gilt für das RH-9B:

$$SVL_{Limit} \text{ RH-9} = 800 + E - F \text{ [W}\cdot\text{s}/\text{m}^3]$$

Mit E nach Gleichung (6), $q_{nenn} = 2,22 \text{ m}^3/\text{s}$ und $F = 0$ folgt

$$SVL_{Limit} \text{ RH-9} = 800 + 129 - 0 \text{ W}\cdot\text{s}/\text{m}^3$$

$$SVL_{Limit} \text{ RH-9} = 929 \text{ W}\cdot\text{s}/\text{m}^3 \quad (8)$$

Den Vergleich der Sollwerte (7), (8) und Istwerte (3), (4) zeigt Abbildung 5. Das Ergebnis ist: RoofVent® Geräte der Ausführung 2018 sind ErP konform.

	$SVL_{ist} \text{ [W}\cdot\text{s}/\text{m}^3]$	$SVL_{Limit} \text{ [W}\cdot\text{s}/\text{m}^3]$	$SVL_{ist} \leq SVL_{Limit} ?$
RH-6B	911,1	996,5	ok
RH-9B	919,0	929,0	ok

Abbildung 4: Nachweis der ErP-Konformität für RoofVent® Geräte

Verordnung EU 2016/2281 für Luftheizungsprodukte, Kühlungsprodukte, Prozesskühler mit hoher Betriebstemperatur und Gebläsekonvektoren

Diese Verordnung trat 2016 in Kraft und umfasst alle Produkte der technischen Gebäudeausrüstung, die bislang noch keiner Verordnung unterlagen. In den obigen Sammelbegriffen sind im Einzelnen folgende Produkte zusammengefasst:

1. Luftheizungsprodukte: Heizkessel für Heizöl oder Erdgas, Elektro-Heizer und elektrisch wie thermisch angetriebene Wärmepumpen mit einer Nennwärmeleistung bis zu 1 MW. Die erwärmte Luft wird an ein luftgeführtes Heizsystem abgegeben oder direkt dem zu heizenden Raum zugeführt.
2. Kühlungsprodukte: Multi-Split-/VRF-Klimageräte über 12 kW und elektrisch wie thermisch angetriebene Kaltwassersätze mit Vorlauftemperaturen im Kühlkreis über +2 °C mit einer Nennkühlleistung bis zu 2 MW. Die erzeugte Kälte wird über Luft- oder Wasserverteilsysteme an die zu kühlenden Räume abgegeben.

3. Prozesskühler mit hoher Betriebstemperatur: Kaltwassersätze für Prozesskälte im Temperaturbereich von 2 bis 12 °C und einer Nennkühlleistung bis zu 2 MW.
4. Gebläsekonvektoren: Herkömmliche Luftherhitzer, -kühler.

Die Vorschrift macht in einer 1. Stufe mit Gültigkeit zum 1.1.2018 und in einer 2. Stufe zum 1.1.2021 Vorgaben, wie die umweltgerechte Gestaltung dieser Produkte erreicht wird. So werden im Anhang II folgende Anforderungen gestellt:

- Produkte unter 1. müssen Raumheizungs-Jahresnutzungsgrade nach Tabelle 1 und 2 (entsprechend Stufe 1 bzw. 2) einhalten.
- Produkte unter 2. müssen Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrade nach Tabelle 3 und 4 (entsprechend Stufe 1 bzw. 2) einhalten.
- Produkte unter 3. müssen Jahresarbeitszahlen (SEPR, Seasonal Energy Performance Ratio) nach Tabelle 5 und 6 (entsprechend Stufe 1 bzw. 2) einhalten.
- Stickoxidemissionen von Luftheizungsgeräten, Wärmepumpen, Komfortkühlern und Raumklimageräten dürfen die in Tabelle 8 (ab 26.9.2018) und 9 (ab 1.1.2021) angegebenen Werte nicht überschreiten.
- Der verbindliche Umfang der Produktinformation der einzelnen Produkte wird im Anhang III in Tabellenform vorgegeben, mit dem Ziel einen Vergleich zwischen konkurrierenden Fabrikaten zu erleichtern. So findet man zum Beispiel die Aufstellung der vorgegebenen Produktinformationen für Gebläsekonvektoren (herkömmliche Luftherhitzer, -kühler) im Anhang III, Tabelle 13.

Für die herkömmlichen Luftherhitzer/-kühler (siehe 4. Gebläsekonvektoren) gibt es in dieser Verordnung keine technischen Vorgaben. Anzuwenden ist sicher die Verordnung EU 2011/327 für Ventilatoren. Gemäß dem FAQ der EU-Kommission, Frage Q11, gelten Zuluftgeräte mit einem Außenluftanteil < 10% als Umluftgeräte und unterliegen damit nicht der Verordnung EU 2014/1253 für RLT-Anlagen (die Aussagen der FAQ sind jedoch nicht rechtsverbindlich, selbst wenn sie von der EU-Kommission mitgetragen werden).

Wie geht's weiter mit RLT-Geräten?

Anforderungen für die Zeit ab dem 1.1.2020 sind noch nicht festgelegt. Im Anhang VII der Verordnung EU 2014/1253 sind unverbindliche Referenzwerte angegeben, die folgende Verschärfungen bringen würden:

	KV-System	regen./rekup. Systeme
μ_{mindest}	80 %	85 %
$q_{\text{nenn}} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SVL_{\text{Limit}} = 1.350 + E - 300 \cdot q_{\text{nenn}}/2 - F$	$SVL_{\text{Limit}} = 850 + E - 300 \cdot q_{\text{nenn}}/2 - F$
$q_{\text{nenn}} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$	$SVL_{\text{Limit}} = 1.150 + E - F$	$SVL_{\text{Limit}} = 650 + E - F$

Abbildung 5: Unverbindliche Referenzwerte nach Verordnung EU 2014/1253 ab 2020

Eine Anhebung der Mindestrückwärmzahlen dürfte sicher sein. Dass sie in Höhe der Referenzwerte ausfällt, wird als eher unwahrscheinlich angesehen. Schätzungen für Plattenwärmetauscher bewegen sich in der Größenordnung von ca. 78 %. Die Absenkung der SVL_{Limit} -Werte im Vergleich zu den Anforderungen ab 1.1.2018 kann mit geringeren Anströmgeschwindigkeiten erreicht werden.

Als Fazit bleibt vorläufig, die genaue Entwicklung abzuwarten. Es bleibt auf jeden Fall spannend.

Kontakt für Rückfragen:

Hoval Aktiengesellschaft

Tel. +423 399 24 00

<mailto:info.klimatechnik@hoval.com>