

Dieser Text dient lediglich zu Informationszwecken und hat keine Rechtswirkung. Die EU-Organe übernehmen keine Haftung für seinen Inhalt. Verbindliche Fassungen der betreffenden Rechtsakte einschließlich ihrer Präambeln sind nur die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten und auf EUR-Lex verfügbaren Texte. Diese amtlichen Texte sind über die Links in diesem Dokument unmittelbar zugänglich

► **B**

VERORDNUNG (EU) Nr. 327/2011 DER KOMMISSION

vom 30. März 2011

zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Ventilatoren, die durch Motoren mit einer elektrischen Eingangsleistung zwischen 125 W und 500 kW angetrieben werden

(Text von Bedeutung für den EWR)

(ABl. L 90 vom 6.4.2011, S. 8)

Geändert durch:

| | | Amtsblatt | | |
|--------------------|--|-----------|-------|------------|
| | | Nr. | Seite | Datum |
| ► <u>M1</u> | Verordnung (EU) Nr. 666/2013 der Kommission vom 8. Juli 2013 | L 192 | 24 | 13.7.2013 |
| ► <u>M2</u> | Verordnung (EU) 2016/2282 der Kommission vom 30. November 2016 | L 346 | 51 | 20.12.2016 |



VERORDNUNG (EU) Nr. 327/2011 DER KOMMISSION

vom 30. März 2011

zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Ventilatoren, die durch Motoren mit einer elektrischen Eingangsleistung zwischen 125 W und 500 kW angetrieben werden

(Text von Bedeutung für den EWR)

Artikel 1

Gegenstand und Geltungsbereich

- (1) Durch diese Verordnung werden Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung („Ökodesign“) von Ventilatoren in Hinblick auf deren Inverkehrbringen oder Inbetriebnahme festgelegt, die auch für Ventilatoren gelten, die in andere, unter die Richtlinie 2009/125/EG fallende energieverbrauchsrelevante Produkte eingebaut sind.
- (2) Diese Verordnung gilt nicht für in folgende Geräte eingebaute Ventilatoren:
- i) Produkte mit einem einzigen Elektromotor mit einer Leistung von höchstens 3 kW, bei denen der Ventilator auf derselben Welle befestigt ist, die auch zum Antrieb der Hauptfunktion dient;
 - ii) Wäschetrockner und Wasch-Trocken-Automaten mit einer maximalen elektrischen Eingangsleistung von höchstens 3 kW;
 - iii) Küchen-Dunstabzugshauben mit einer dem (den) Ventilator(en) anrechenbaren maximalen elektrischen Gesamteingangsleistung unter 280 W.
- (3) Diese Verordnung gilt nicht für Ventilatoren, die
- a) speziell für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates ⁽¹⁾ ausgelegt sind;
 - b) nur für den Noteinsatz im Kurzzeitbetrieb mit Blick auf die in der Richtlinie 89/106/EWG des Rates ⁽²⁾ aufgeführten Brandschutzanforderungen ausgelegt sind;
 - c) speziell für den Betrieb unter folgenden Bedingungen ausgelegt sind:
 - i) a) Betriebstemperaturen des bewegten Gases über 100 °C;
 - b) Betriebsumgebungstemperatur für den Antriebsmotor des Ventilators, falls jener außerhalb des Gasstroms liegt, über 65 °C;
 - ii) Jahresdurchschnittstemperatur des bewegten Gases und/oder Betriebsumgebungstemperatur für den Motor, falls dieser außerhalb des Gasstroms liegt, unter – 40 °C;
 - iii) Versorgungsspannung > 1 000 V AC oder > 1 500 V DC;
 - iv) in toxischen, hochgradig korrosiven oder zündfähigen Umgebungen oder in Umgebungen mit abrasiven Stoffen;
 - d) vor dem 1. Januar 2015 als Ersatz für identische Ventilatoren in Verkehr gebracht wurden, welche in Produkte eingebaut waren, die vor dem 1. Januar 2013 in Verkehr gebracht wurden;

⁽¹⁾ ABl. L 100 vom 19.4.1994, S. 1.

⁽²⁾ ABl. L 40 vom 11.2.1989, S. 12.

▼ B

sofern auf der Verpackung, in den Produktinformationen und in den technischen Unterlagen deutlich angegeben ist, dass der Ventilator in Bezug auf die Buchstaben a, b und c nur für den bestimmungsgemäßen Zweck und in Bezug auf den Buchstaben d nur für die bestimmungsgemäßen Produkte verwendet werden darf;

▼ M1

- e) für den Betrieb mit einer optimalen Energieeffizienz bei 8 000 Umdrehungen pro Minute oder darüber ausgelegt sind.

▼ B*Artikel 2***Begriffsbestimmungen**

Zusätzlich zu den Begriffsbestimmungen in der Richtlinie 2009/125/EG gelten folgende Begriffsbestimmungen:

1. „Ventilator“ bezeichnet eine Maschine mit Drehflügeln zur Aufrechterhaltung eines kontinuierlichen Gasstromes — in der Regel eines Luftstromes — durch das Gerät hindurch, dessen Arbeit pro Masseinheit 25 kJ/kg nicht übersteigt und das
 - zum Antrieb des Laufrades am Energieeffizienzoptimum für den Einsatz mit einem Elektromotor mit einer elektrischen Eingangsleistung zwischen 125 W und 500 kW (≥ 125 W und ≤ 500 kW) ausgelegt oder mit einem solchen Motor ausgerüstet ist,
 - ein Axialventilator, Radialventilator, Querstromventilator oder Diagonalventilator ist und
 - beim Inverkehrbringen oder bei der Inbetriebnahme mit einem Motor ausgerüstet sein kann oder auch nicht;
2. „Laufrad“ bezeichnet den Teil eines Ventilators, der Energie auf den Gasstrom überträgt und auch als „Gebläserad“ bezeichnet wird;
3. „Axialventilator“ bezeichnet einen Ventilator, der Gas in einer von dem (den) rotierenden Laufrad (Laufrädern) erzeugten tangentialen Wirbelbewegung in Richtung der Rotationsachse des Laufrades (bzw. der Laufräder) fördert. Der Axialventilator kann mit einem zylindrischen Gehäuse, Einlass- oder Auslassleitschaufeln oder einer Lochblende oder einer Ringblende ausgerüstet sein;
4. „Einlassleitschaufeln“ sind vor dem Laufrad angebrachte Leitschaufeln, die den Gasstrom dem Laufrad zuleiten; sie können verstellbar sein;
5. „Auslassleitschaufeln“ sind nach dem Laufrad angebrachte Leitschaufeln, die den Gasstrom vom Laufrad weggleiten; sie können verstellbar sein;
6. „Lochblende“ bezeichnet eine Platte mit einer Öffnung, in der sich der Ventilator befindet, welche die Befestigung des Ventilators an anderen Aufbauten ermöglicht;
7. „Ringblende“ bezeichnet einen Ring, in dessen Öffnung sich der Ventilator befindet, welcher die Befestigung des Ventilators an anderen Aufbauten ermöglicht;

▼ B

8. „Radialventilator“ bezeichnet einen Ventilator, bei dem das Gas im Wesentlichen in Axialrichtung in das Laufrad (bzw. die Laufräder) eintritt und rechtwinklig zur Axialrichtung aus dem Ventilator austritt. Das Laufrad kann eine oder zwei Einlassöffnungen und ein Gehäuse haben;
9. „Radialventilator mit Radialschaufeln“ bezeichnet einen Radialventilator, bei dem die Außenrichtung der Laufradschaufeln an der Peripherie radial zur Rotationsachse ist;
10. „Radialventilator mit vorwärts gekrümmten Schaufeln“ bezeichnet einen Radialventilator, bei dem die Außenrichtung der Laufradschaufeln an der Peripherie in Drehrichtung nach vorne gekrümmt ist;
11. „Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse“ bezeichnet einen Radialventilator ohne Gehäuse, bei dem die Außenrichtung der Laufradschaufeln an der Peripherie in Drehrichtung nach hinten gekrümmt ist;
12. „Gehäuse“ bezeichnet eine Verkleidung um das Laufrad, die den Gasstrom zum Laufrad, durch das Laufrad und vom Laufrad weg leitet;
13. „Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln mit Gehäuse“ bezeichnet einen Radialventilator mit Gehäuse, bei dem die Außenrichtung der Laufradschaufeln an der Peripherie in Drehrichtung nach hinten gekrümmt ist;
14. „Querstromventilator“ bezeichnet einen Ventilator, bei dem der Gasweg im Laufrad sowohl beim Eintritt als auch beim Austritt an der Peripherie im Wesentlichen rechtwinklig zur Laufradachse verläuft;
15. „Diagonalventilator“ bezeichnet einen Ventilator, bei dem der Gasweg im Laufrad zwischen den Gaswegen in Radial- und Axialventilatoren verläuft;
16. „Kurzzeitbetrieb“ bedeutet das Funktionieren eines Motors bei konstanter Last während eines Zeitraums, der nicht zum Erreichen des Temperaturgleichgewichts ausreicht;
17. „Lüftungsventilator“ bezeichnet einen Ventilator, der nicht in den nachstehenden energieverbrauchsrelevanten Produkten eingesetzt ist;
 - Wäschetrockner und Wasch-Trocken-Automaten mit einer maximalen elektrischen Eingangsleistung über 3 kW;
 - Inneneinheiten von Haushalts-Klimageräten und Haushalts-Klimageräten für den Innenbereich mit einer maximalen Klimatisierungs-Ausgangsleistung von höchstens 12 kW;
 - Informationstechnologieprodukte;
18. „spezifisches Verhältnis“ bezeichnet den Quotienten aus dem im Ventilatorauslass gemessenen Staudruck und dem Staudruck am Ventilatoreinlass am Energieeffizienzoptimum des Ventilators.

▼ B*Artikel 3***Ökodesign-Anforderungen**

- (1) Die Ökodesign-Anforderungen an Ventilatoren sind in Anhang I aufgeführt.
- (2) Die einzelnen Anforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren gemäß Anhang I Abschnitt 2 treten nach folgendem Zeitplan in Kraft:
- a) Erste Stufe: Ab 1. Januar 2013 muss die Zielenergieeffizienz von Lüftungsventilatoren mindestens den in Anhang I Abschnitt 2 Tabelle 1 festgelegten Wert erreichen.
 - b) Zweite Stufe: Ab 1. Januar 2015 muss die Zielenergieeffizienz sämtlicher Ventilatoren mindestens den in Anhang I Abschnitt 2 Tabelle 2 festgelegten Wert erreichen.
- (3) Die Anforderungen an die Produktinformationen über Ventilatoren und Vorschriften zu deren Präsentation sind in Anhang I Abschnitt 3 aufgeführt. Diese Anforderungen gelten ab 1. Januar 2013.
- (4) Die Anforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren gemäß Anhang I Abschnitt 2 gelten nicht für Ventilatoren, die ausgelegt sind für den Betrieb

▼ M1

▼ B

- b) in Anwendungen, bei denen das „spezifische Verhältnis“ über 1,11 liegt;
 - c) als Förderventilatoren zur Bewegung nicht gasförmiger Stoffe im Rahmen industrieller Anwendungen.
- (5) Für Ventilatoren mit doppeltem Verwendungszweck, die sowohl für die Lüftung unter Normalbedingungen als auch für den Noteinsatz im Kurzzeitbetrieb mit Blick auf die in der Richtlinie 89/106/EWG aufgeführten Brandschutzanforderungen ausgelegt sind, werden die in Anhang I Abschnitt 2 angegebenen Werte für die geltenden Effizienzgrade in Tabelle 1 um 10 % und in Tabelle 2 um 5 % reduziert.
- (6) Die Einhaltung der Ökodesign-Anforderungen wird anhand der in Anhang II aufgeführten Anforderungen gemessen und berechnet.

*Artikel 4***Konformitätsbewertung**

Das in Artikel 8 der Richtlinie 2009/125/EG genannte Verfahren zur Konformitätsbewertung ist das in Anhang IV dieser Richtlinie beschriebene System der internen Entwurfskontrolle oder das in Anhang V dieser Richtlinie beschriebene Managementsystem für die Konformitätsbewertung.

*Artikel 5***Nachprüfungsverfahren zur Marktaufsicht**

Bei der Durchführung der in Artikel 3 Absatz 2 der Richtlinie 2009/125/EG genannten Kontrollen im Rahmen der Marktaufsicht wenden die Behörden der Mitgliedstaaten das in Anhang III dieser Verordnung beschriebene Nachprüfverfahren an.

*Artikel 6***Unverbindliche Referenzwerte**

Die unverbindlichen Referenzwerte für die Ventilatoren mit der besten Leistung, die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung auf dem Markt sind, sind in Anhang IV aufgeführt.

*Artikel 7***Überprüfung**

Die Kommission überprüft diese Verordnung spätestens vier Jahre nach ihrem Inkrafttreten und übermittelt dem Ökodesign-Konsultationsforum die Ergebnisse dieser Überprüfung. Bei der Überprüfung wird insbesondere untersucht, ob eine Verringerung der Anzahl der Ventilatorentypen praktikabel ist, um den Wettbewerb auf der Grundlage der Energieeffizienz zwischen Ventilatoren, die vergleichbare Funktionen erfüllen können, zu stimulieren. Daneben wird im Rahmen der Überprüfung untersucht, ob die Ausnahmen, einschließlich der Abweichungen für Ventilatoren mit doppeltem Verwendungszweck, weiter eingegrenzt werden können.

*Artikel 8***Inkrafttreten**

Diese Verordnung tritt am zwanzigsten Tag nach ihrer Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft.

Diese Verordnung ist in allen ihren Teilen verbindlich und gilt unmittelbar in jedem Mitgliedstaat.



ANHANG I

ÖKODESIGN-ANFORDERUNGEN AN VENTILATOREN

1. Begriffsbestimmungen für Anhang I

- 1) „Messkategorie“ bezeichnet eine Prüfung, Messung oder Betriebsanordnung, die die Einlass- und Auslassbedingungen des geprüften Ventilators festlegt;
- 2) „Messkategorie A“ bezeichnet eine Anordnung, bei der Messungen am Ventilator mit freien Einlass- und Auslassbedingungen vorgenommen werden;
- 3) „Messkategorie B“ bezeichnet eine Anordnung, bei der Messungen am Ventilator mit freiem Einlass und mit einer am Auslass montierten Rohrleitung vorgenommen werden;
- 4) „Messkategorie C“ bezeichnet eine Anordnung, bei der Messungen am Ventilator mit einer am Einlass montierten Rohrleitung und mit freien Auslassbedingungen vorgenommen werden;
- 5) „Messkategorie D“ bezeichnet eine Anordnung, bei der Messungen am Ventilator mit einer am Einlass und einer am Auslass montierten Rohrleitung vorgenommen werden;
- 6) „Effizienzklasse“ bezeichnet die zur Ermittlung der Energieeffizienz — d. h. des statischen Wirkungsgrads oder des totalen Wirkungsgrads — des Ventilators herangezogene Ausgangsenergieform des Ventilatorgases, wobei
 - a) der „statische Ventilatordruck“ (p_{st}) zur Ermittlung der Ventilatorgasleistung in der Effizienzgleichung für den statischen Wirkungsgrad des Ventilators herangezogen wurde und
 - b) der „totale Druck des Ventilators“ (p_T) zur Ermittlung der Ventilatorgasleistung in der Effizienzgleichung für den totalen Wirkungsgrad des Ventilators herangezogen wurde;
- 7) „statischer Wirkungsgrad“ bezeichnet die Effizienz eines Ventilators auf der Grundlage des gemessenen „statischen Ventilatordrucks“ (p_{st});
- 8) „statischer Ventilatordruck“ (p_{st}) bezeichnet den Gesamtdruck des Ventilators (p_T) abzüglich des anhand des Mach-Faktors berichtigten dynamischen Ventilatordrucks;
- 9) „Staudruck“ bezeichnet den an einem Punkt in einem strömenden Gas gemessenen Druck, wenn dieses durch einen isentropen Prozess zur Ruhe gebracht würde;
- 10) „dynamischer Druck“ bezeichnet den anhand des Massenstroms, der durchschnittlichen Gasdichte am Auslass und der Ventilatorauslassfläche berechneten Druck;
- 11) „Mach-Faktor“ bezeichnet einen auf den dynamischen Druck an einem Punkt angewandten Korrekturfaktor, definiert als die durch den dynamischen Druck geteilte Differenz zwischen dem Staudruck und dem an einem relativ zum Umgebungsgas ruhenden Punkt gegenüber dem absoluten Nulldruck ausgeübten Druck;
- 12) „totaler Wirkungsgrad“ bezeichnet die Energieeffizienz eines Ventilators auf der Grundlage des gemessenen „totalen Drucks des Ventilators“ (p_T);
- 13) „totaler Druck des Ventilators“ (p_T) bezeichnet die Differenz zwischen dem Staudruck am Ventilatorauslass und dem Staudruck am Ventilatoreinlass;
- 14) „Effizienzgrad“ bezeichnet einen Parameter in der Berechnung der Zieleffizienz eines Ventilators mit einer bestimmten elektrischen Eingangsleistung am Energieeffizienzoptimum (in der Berechnung der Energieeffizienz des Ventilators als Parameter „N“ dargestellt);

▼B

- 15) „Zielenergieeffizienz“ η_{Ziel} ist die Mindestenergieeffizienz, die ein Ventilator erreichen muss, um den Anforderungen zu entsprechen; sie beruht auf seiner elektrischen Eingangsleistung am Energieeffizienzoptimum, wobei η_{Ziel} der Ausgangswert aus der entsprechenden Gleichung in Anhang II Abschnitt 3 ist, unter Verwendung der betreffenden ganzen Zahl N des Effizienzgrads (Anhang I Abschnitt 2, Tabellen 1 und 2) und der in kW ausgedrückten elektrischen Eingangsleistung $P_{e(d)}$ des Ventilators an seinem Energieeffizienzoptimum in der betreffenden Energieeffizienzformel;
- 16) „Drehzahlregelung“ bezeichnet einen in den Motor und den Ventilator integrierten oder als ein System funktionierenden elektronischen Leistungswandler, der die elektrische Energie, mit der ein Elektromotor gespeist wird, kontinuierlich anpasst, um die von dem Motor abgegebene mechanische Leistung nach Maßgabe der Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie der am Motor anliegenden Last zu steuern, mit Ausnahme variabler Spannungssteuerungen, bei denen lediglich die Motorversorgungsspannung variiert wird;
- 17) „Gesamteffizienz“ bezeichnet je nach zutreffendem Fall entweder den „statischen Wirkungsgrad“ oder den „totalen Wirkungsgrad“.

2. Anforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren

Die Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren sind in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt.

Tabelle 1

In der ersten Stufe ab 1. Januar 2013 geltende Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren

| Ventilortyp | Messkategorie (A-D) | Effizienz-kategorie (statischer oder totaler Wirkungsgrad) | Leistungsintervall P in kW | Zielenergieeffizienz | Effizienz-grad (N) |
|---|---------------------|--|----------------------------|---|--------------------|
| Axialventilator | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 36 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 50 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| Radialventilator mit vorwärts gekrümmten Schaufeln und Radialventilator mit Radialschaufeln | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 37 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 42 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 58 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln mit Gehäuse | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 58 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 61 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{\text{Ziel}} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |



| Ventilator typ | Messkategorie (A-D) | Effizienz-kategorie (statischer oder totaler Wirkungsgrad) | Leistungsintervall P in kW | Zielenergieeffizienz | Effizienz-grad (N) |
|---------------------|---------------------|--|----------------------------|--|--------------------|
| Diagonalventilator | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 47 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 58 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| Querstromventilator | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 1,14 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | 13 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = N$ | |

Tabelle 2

In der zweiten Stufe ab 1. Januar 2015 geltende Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren

| Ventilator typ | Messkategorie (A-D) | Effizienz-kategorie (statischer oder totaler Wirkungsgrad) | Leistungsintervall P in kW | Zielenergieeffizienz | Effizienz-grad (N) |
|---|---------------------|--|----------------------------|--|--------------------|
| Axialventilator | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 40 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 58 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| Radialventilator mit vorwärts gekrümmten Schaufeln und Radialventilator mit Radialschaufeln | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 44 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | 49 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ | |
| Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 62 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln mit Gehäuse | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 61 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 64 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| Diagonalventilator | A, C | statisch | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 50 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | 62 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | |
| Querstromventilator | B, D | total | $0,125 \leq P \leq 10$ | $\eta_{Ziel} = 1,14 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | 21 |
| | | | $10 < P \leq 500$ | $\eta_{Ziel} = N$ | |

▼B**3. Anforderungen an die Produktinformationen zu Ventilatoren**

1. Die in Nummer 2 Punkte 1 bis 14 genannten Informationen zu Ventilatoren müssen wie folgt sichtbar bereitgestellt werden:
 - a) in den technischen Unterlagen zu Ventilatoren;
 - b) auf frei zugänglichen Internetseiten der Ventilatorenhersteller.
2. Dabei ist Folgendes anzugeben:
 - 1) Gesamteffizienz (η), gerundet auf eine Dezimalstelle;
 - 2) zur Ermittlung der Energieeffizienz verwendete Messkategorie (A-D);
 - 3) Effizienzklasse (statischer Wirkungsgrad oder totaler Wirkungsgrad);
 - 4) Wirkungsgrad am Energieeffizienzoptimum;
 - 5) ob die Berechnung der Ventilatoreffizienz auf der Annahme beruht, dass eine Drehzahlregelung zum Einsatz kommt; falls ja, ob diese in den Ventilator integriert ist oder ob sie mit diesem installiert werden muss;
 - 6) Herstellungsjahr;
 - 7) Name oder Warenzeichen, amtliche Registrierungsnummer und Niederlassungsort des Herstellers;
 - 8) Modellnummer des Produkts;
 - 9) Nennmotoreingangsleistung(en) (kW), Massen- bzw. Volumenstrom (-ströme) und Druck (Drücke) am Energieeffizienzoptimum;
 - 10) Umdrehungen pro Minute am Energieeffizienzoptimum;
 - 11) „spezifisches Verhältnis“;
 - 12) für die Erleichterung des Zerlegens, des Recyclings oder der Entsorgung nach der endgültigen Außerbetriebnahme relevante Informationen;
 - 13) für die Minimierung der Umweltauswirkungen und die Gewährleistung optimaler Lebensdauer relevante Informationen zu Einbau, Betrieb und Instandhaltung des Ventilators;
 - 14) Beschreibung weiterer bei der Ermittlung der Energieeffizienz von Ventilatoren genutzter Gegenstände wie Rohrleitungen, die nicht in der Messkategorie beschrieben und nicht mit dem Ventilator geliefert werden.
3. Die Informationen in den technischen Unterlagen sind in der Reihenfolge gemäß Nummer 2 Punkte 1 bis 14 bereitzustellen. Dabei müssen nicht genau die in der Aufstellung gebrauchten Formulierungen wiederholt werden. Die Angaben können statt in Textform auch in Form von Grafiken, Schaubildern und Symbolen erfolgen.
4. Die in Nummer 2 Punkte 1, 2, 3, 4 und 5 genannten Informationen sind dauerhaft auf oder nahe dem Leistungsschild anzugeben; in Bezug auf Nummer 2 Punkt 5 ist diejenige der folgenden Formulierungen zu verwenden, die zutrifft:
 - „Mit diesem Ventilator muss eine Drehzahlregelung installiert werden.“
 - „In diesen Ventilator ist eine Drehzahlregelung integriert.“

▼B

5. Die Hersteller machen in der Bedienungsanleitung Angaben zu besonderen Sicherheitsvorkehrungen, die beim Zusammenbau, beim Einbau oder bei der Instandhaltung von Ventilatoren zu treffen sind. Falls gemäß Nummer 2 Punkt 5 der Anforderungen an die Produktinformationen mit dem Ventilator eine Drehzahlregelung installiert werden muss, geben die Hersteller zur Gewährleistung eines optimalen Betriebs nach der Montage Einzelheiten zu den Eigenschaften der Drehzahlregelung an.



ANHANG II

MESSUNGEN UND BERECHNUNGEN

1. Begriffsbestimmungen für Anhang II

- 1) „Einlassvolumenstrom“ (q) ist das den Ventilator durchlaufende Gasvolumen je Zeiteinheit (in m^3/s), berechnet als Quotient aus der vom Ventilator bewegten Gasmasse (in kg/s) und der Dichte dieses Gases am Ventilatoreinlass (in kg/m^3);
- 2) „Kompressibilitätsfaktor“ ist eine dimensionslose Zahl zur Beschreibung der Komprimierbarkeit, die der Gasstrom während der Prüfung erfährt; er wird berechnet als das Verhältnis der vom Ventilator auf das Gas ausgeübten mechanischen Arbeit zur Arbeit, die auf eine nicht komprimierbare Flüssigkeit mit gleichem Massenstrom, gleicher Einlassdichte und gleichem Druckverhältnis ausgeübt würde, wobei der Ventilator-Druck als „totaler Druck“ (k_p) oder „statischer Druck“ (k_{ps}) berücksichtigt wird;
- 3) k_{ps} ist der Kompressibilitätskoeffizient für die Berechnung der statischen Ventilatorgasleistung;
- 4) k_p ist der Kompressibilitätskoeffizient für die Berechnung der totalen Gasleistung des Ventilators;
- 5) „fertigmontiert“ ist der fertige oder am Einsatzort zusammengebaute Ventilator, der sämtliche zur Umwandlung elektrischer Energie in Ventilatorgasleistung erforderlichen Elemente enthält, so dass keine weiteren Bauteile oder Komponenten notwendig sind;
- 6) „vormontiert“ ist eine zumindest das Laufrad umfassende Baugruppe von Ventilatoranteilen, die für das Erreichen der Fähigkeit zur Umwandlung elektrischer Energie in Ventilatorgasleistung um mindestens ein weiteres extern zugeliefertes Bauteil ergänzt werden muss;
- 7) „Direktantrieb“ ist eine Antriebskonfiguration für einen Ventilator, bei der das Laufrad entweder unmittelbar oder über eine Koaxialkupplung an der Motorwelle befestigt und die Laufraddrehzahl mit der Motordrehzahl identisch ist;
- 8) „Getriebe“ ist eine Antriebskonfiguration für einen Ventilator, die kein „Direktantrieb“ im obigen Sinne ist. Derartige Antriebskonfigurationen können Getriebe mit Riementrieb, Rädergetriebe oder Rutschkupplung umfassen;
- 9) „Niedrigeffizienzantrieb“ ist ein Antrieb mittels Riemen, dessen Breite weniger als das Dreifache seiner Höhe beträgt, oder mittels einer anderen Getriebeform, die kein „Hocheffizienzantrieb“ ist;
- 10) „Hocheffizienzantrieb“ ist ein Antrieb mittels Riemen, dessen Breite mindestens das Dreifache seiner Höhe beträgt, oder mittels Zahnriemen oder Zahnrädern.

2. Messmethode

Zur Feststellung und Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen dieser Verordnung sind Messungen und Berechnungen unter Verwendung zuverlässiger, genauer und reproduzierbarer Verfahren vorzunehmen, die dem anerkannten Stand der Technik Rechnung tragen und deren Ergebnisse als mit geringer Unsicherheit behaftet gelten; dies schließt Methoden gemäß Dokumenten ein, deren Nummern zu diesem Zweck im *Amtsblatt der Europäischen Union* veröffentlicht wurden.

▼ B**3. Berechnungsmethode**

Die Methode zur Berechnung der Energieeffizienz eines bestimmten Ventilators beruht auf dem Verhältnis zwischen Gasleistung und elektrischer Eingangsleistung des Antriebsmotors, wobei die Ventilatorgasleistung das Produkt des Gasvolumenstroms und der Druckdifferenz über den Ventilator ist. Der Druck ist entweder der statische Druck oder der totale Druck, welcher die Summe des statischen und des dynamischen Drucks in Abhängigkeit von der Mess- und der Effizienzklasse ist.

3.1. Wird der Ventilator „fertigmontiert“ geliefert, ist die Gasleistung und die elektrische Eingangsleistung des Ventilators am Energieeffizienzoptimum zu messen:

a) Bei Ventilatoren ohne Drehzahlregelung ist die Gesamteffizienz anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$\eta_e = P_{u(s)}/P_e,$$

wobei:

η_e : Gesamteffizienz;

$P_{u(s)}$: Ventilatorgasleistung, bestimmt nach Nummer 3.3 bei Ventilatorbetrieb am Energieeffizienzoptimum;

P_e : am Stromversorgungsanschluss des Ventilatorantriebs gemessene Leistung bei Ventilatorbetrieb am Energieeffizienzoptimum.

b) Bei Ventilatoren mit Drehzahlregelung ist die Gesamteffizienz anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$\eta_e = (P_{u(s)}/P_{e(d)}) \cdot C_c,$$

wobei:

η_e : Gesamteffizienz;

$P_{u(s)}$: Ventilatorgasleistung, bestimmt nach Nummer 3.3 bei Ventilatorbetrieb am Energieeffizienzoptimum;

$P_{e(d)}$: am Stromversorgungsanschluss der Drehzahlregelung gemessene Leistung bei Ventilatorbetrieb am Energieeffizienzoptimum;

C_c : Teillastkompensationsfaktor, und zwar:

— bei einem Motor mit Drehzahlregelung und $P_{e(d)} \geq 5$ kW beträgt $C_c = 1,04$,

— bei einem Motor mit Drehzahlregelung und $P_{e(d)} < 5$ kW beträgt $C_c = -0,03 \ln(P_{e(d)}) + 1,088$.

3.2. Wird der Ventilator „vormontiert“ geliefert, ist die Gesamteffizienz am Energieeffizienzoptimum des Laufrads anhand folgender Gleichung zu berechnen:

$$\eta_e = \eta_r \cdot \eta_m \cdot \eta_T \cdot C_m \cdot C_c,$$

wobei:

η_e : Gesamteffizienz;

η_r : Laufradeffizienz gemäß $P_{u(s)}/P_a$,

wobei:

$P_{u(s)}$: Ventilatorgasleistung, bestimmt am Energieeffizienzoptimum des Laufrads und gemäß nachfolgender Nummer 3.3;

▼B

P_a : Ventilatorwellenleistung am Energieeffizienzoptimum des Laufrads;

η_m : Nenneffizienz des mitgelieferten Motors gemäß der Verordnung (EG) Nr. 640/2009, soweit anwendbar. Fällt der Motor nicht in den Anwendungsbereich der Verordnung (EG) Nr. 640/2009 oder wird kein Motor mitgeliefert, so ist eine Standardeffizienz η_m für den Motor anhand folgender Werte zu ermitteln:

— beträgt die empfohlene elektrische Eingangsleistung „ P_e “ $\geq 0,75$ kW, so ist

$$\eta_m = 0,000278 \cdot (x^3) - 0,019247 \cdot (x^2) + 0,104395 \cdot x + 0,809761$$

wobei $x = \lg(P_e)$

und P_e gemäß Definition in 3.1 Buchstabe a;

— beträgt die empfohlene Motoreingangsleistung „ P_e “ $< 0,75$ kW, so ist

$$\eta_m = 0,1462 \cdot \ln(P_e) + 0,8381$$

und P_e gemäß Definition in 3.1 Buchstabe a, wobei die vom Ventilatorhersteller empfohlene elektrische Eingangsleistung $P_{e(d)}$ ausreichen sollte, damit der Ventilator sein Energieeffizienzoptimum erreicht, ggf. unter Berücksichtigung getriebebedingter Verluste;

η_T : Effizienz der Antriebskonfiguration; hierfür sind die folgenden Standardwerte zu verwenden:

— bei Direktantrieb: $\eta_T = 1,0$;

— ist das Getriebe ein Niedrigeffizianztrieb im Sinne von Nummer 1 Punkt 9 und

— $P_a \geq 5$ kW, $\eta_T = 0,96$ oder

— 1 kW $< P_a < 5$ kW, $\eta_T = 0,0175 \cdot P_a + 0,8725$ oder

— $P_a \leq 1$ kW, $\eta_T = 0,89$;

— ist das Getriebe ein Hocheffizianztrieb im Sinne von Nummer 1 Punkt 10 und

— $P_a \geq 5$ kW, $\eta_T = 0,98$ oder

— 1 kW $< P_a < 5$ kW, $\eta_T = 0,01 \cdot P_a + 0,93$ oder

— $P_a \leq 1$ kW, $\eta_T = 0,94$;

C_m : Kompensationsfaktor für die Bauteilabstimmung = 0,9;

C_c : Teillastkompensationsfaktor, und zwar:

— Bei einem Motor ohne Drehzahlregelung beträgt $C_c = 1,0$,

— bei einem Motor mit Drehzahlregelung und $P_{e(d)} \geq 5$ kW beträgt $C_c = 1,04$,

— bei einem Motor mit Drehzahlregelung und $P_{e(d)} < 5$ kW beträgt $C_c = -0,03 \ln(P_{e(d)}) + 1,088$.

3.3. Die Ventilatorgasleistung $P_{u(s)}$ (kW) wird nach der vom Ventilatorlieferanten gewählten Messkategorie-Prüfmethode berechnet:

a) Wurden die Messungen am Ventilator nach der Messkategorie A vorgenommen, wird die statische Ventilatorgasleistung $P_{u(s)}$ aus der Gleichung $P_{u(s)} = q \cdot p_{sf} \cdot k_{ps}$ verwendet.

b) Wurden die Messungen am Ventilator nach der Messkategorie B vorgenommen, wird die totale Ventilatorgasleistung P_u aus der Gleichung $P_u = q \cdot p_f \cdot k_p$ verwendet.

c) Wurden die Messungen am Ventilator nach der Messkategorie C vorgenommen, wird die statische Ventilatorgasleistung $P_{u(s)}$ aus der Gleichung $P_{u(s)} = q \cdot p_{sf} \cdot k_{ps}$ verwendet.

▼ B

- d) Wurden die Messungen am Ventilator nach der Messkategorie D vorgenommen, wird die totale Ventilatorgasleistung P_u aus der Gleichung $P_u = q \cdot p_f \cdot k_p$ verwendet.

4. Methode zur Berechnung der Zielenergieeffizienz

Die Zielenergieeffizienz ist die Energieeffizienz, die ein Ventilator eines bestimmten Typs erreichen muss, um den Anforderungen dieser Verordnung zu entsprechen (ausgedrückt in vollen Prozentpunkten). Die Zielenergieeffizienz wird anhand von Effizienzformeln berechnet, die die elektrische Eingangsleistung $P_{e(d)}$ und den in Anhang I definierten Mindesteffizienzgrad enthalten. Das gesamte Leistungsspektrum wird von zwei Formeln abgedeckt, nämlich eine für Ventilatoren mit einer elektrischen Eingangsleistung von 0,125 kW bis einschließlich 10 kW und eine für Ventilatoren mit einer Leistung über 10 kW bis einschließlich 500 kW.

Es bestehen drei Reihen von Ventilortypen, für die Effizienzformeln entwickelt werden, um die unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Ventilortypen widerzuspiegeln.

- 4.1. Für Axialventilatoren, Radialventilatoren mit vorwärts gekrümmten Schaufeln und Radialventilatoren mit Radialschaufeln (Axialventilator verbaut) wird die Zielenergieeffizienz anhand folgender Gleichungen berechnet:

| Leistungsintervall P 0,125 kW bis 10 kW | Leistungsintervall P 10 kW bis 500 kW |
|--|--|
| $\eta_{Ziel} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$ | $\eta_{Ziel} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$ |

Dabei ist die Eingangsleistung P die elektrische Eingangsleistung $P_{e(d)}$ und N ist die ganze Zahl des geforderten Energieeffizienzgrads.

- 4.2. Für Radialventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse, Radialventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln mit Gehäuse und Diagonalventilatoren wird die Zielenergieeffizienz anhand folgender Gleichungen berechnet:

| Leistungsintervall P 0,125 kW bis 10 kW | Leistungsintervall P 10 kW bis 500 kW |
|--|--|
| $\eta_{Ziel} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$ | $\eta_{Ziel} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ |

Dabei ist die Eingangsleistung P die elektrische Eingangsleistung $P_{e(d)}$ und N ist die ganze Zahl des geforderten Energieeffizienzgrads.

- 4.3. Für Querstromventilatoren wird die Zielenergieeffizienz anhand folgender Gleichungen berechnet:

| Leistungsintervall P 0,125 kW bis 10 kW | Leistungsintervall P 10 kW bis 500 kW |
|---|---------------------------------------|
| $\eta_{Ziel} = 1,14 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$ | $\eta_{Ziel} = N$ |

Dabei ist die Eingangsleistung P die elektrische Eingangsleistung $P_{e(d)}$ und N ist die ganze Zahl des geforderten Energieeffizienzgrads.

5. Anwendung der Zielenergieeffizienz

Zur Erfüllung der Mindestanforderungen an die Energieeffizienz muss die nach der entsprechenden Methode in Abschnitt 3 von Anhang II berechnete Gesamteffizienz η_e des Ventilators den durch den Effizienzgrad festgelegten Zielwert η_{Ziel} erreichen oder diesen übersteigen.

▼ M2*ANHANG III***Prüfung der Produktkonformität durch die Marktaufsichtsbehörden**

Die in diesem Anhang festgelegten Prüftoleranzen betreffen nur die Nachprüfung der gemessenen Parameter durch die Behörden der Mitgliedstaaten und dürfen vom Hersteller oder Importeur keinesfalls als zulässige Toleranzen für die Angabe der Werte in den technischen Unterlagen, die Interpretation dieser Werte zur Erreichung der Konformität oder zur Angabe besserer Leistungskennwerte verwendet werden.

Wenn die Behörden der Mitgliedstaaten gemäß Artikel 3 Absatz 2 der Richtlinie 2009/125/EG prüfen, ob das Modell eines Produkts den in dieser Verordnung festgelegten Bestimmungen in Bezug auf die in diesem Anhang genannten Anforderungen entspricht, wenden sie folgendes Verfahren an:

- (1) Die Behörden der Mitgliedstaaten prüfen ein einziges Exemplar des Modells.
- (2) Das Modell gilt als konform mit den geltenden Anforderungen, wenn
 - a) die Werte in den technischen Unterlagen gemäß Anhang IV Nummer 2 der Richtlinie 2009/125/EG (angegebene Werte) und, wenn zutreffend, die zur Berechnung dieser Werte verwendeten Werte für den Hersteller oder Importeur nicht günstiger sind als die Ergebnisse der entsprechenden Messungen gemäß Buchstabe g des genannten Anhangs; und
 - b) die angegebenen Werte die in dieser Verordnung festgelegten Anforderungen erfüllen und die erforderlichen vom Hersteller oder Importeur veröffentlichten Produktinformationen keine Werte enthalten, die für den Hersteller oder Importeur günstiger sind als die angegebenen Werte; und
 - c) bei Prüfung des Exemplars des Modells durch die Behörden der Mitgliedstaaten die ermittelten Werte (bei der Prüfung gemessene Werte der relevanten Parameter und die aufgrund dieser Messungen berechneten Werte) den in Tabelle 3 angegebenen Prüftoleranzen entsprechen.
- (3) Werden die in Absatz 2 Buchstaben a oder b genannten Ergebnisse nicht erreicht, gilt das Modell als nicht konform mit dieser Verordnung.
- (4) Wird das in Absatz 2 Buchstabe c genannte Ergebnis nicht erreicht, gilt Folgendes:
 - a) bei Modellen, die in Stückzahlen von weniger als fünf pro Jahr hergestellt werden, gilt das Modell als nicht konform mit dieser Verordnung;
 - b) bei Modellen, die in Stückzahlen von fünf oder mehr pro Jahr hergestellt werden, wählen die Behörden des Mitgliedstaats drei weitere Exemplare des gleichen Modells für die Prüfung aus. Die Modelle gelten als konform mit den geltenden Anforderungen, wenn für diese drei Exemplare das arithmetische Mittel der ermittelten Werte den in Tabelle 3 angegebenen Prüftoleranzen entspricht.
- (5) Wird das in Absatz 4 Buchstabe b genannte Ergebnis nicht erreicht, gilt das Modell als nicht konform mit dieser Verordnung.
- (6) Die Behörden des Mitgliedstaats übermitteln den Behörden der anderen Mitgliedstaaten und der Kommission alle relevanten Informationen unverzüglich nach einer Entscheidung über die Nichtkonformität des Modells gemäß den Absätzen 3, 4 Buchstabe a und 5.

Die Behörden der Mitgliedstaaten verwenden die Mess- und Berechnungsmethoden, die in Anhang II beschrieben werden.

▼ M2

Die Behörden der Mitgliedstaaten wenden nur die in Tabelle 3 aufgeführten Prüftoleranzen und in Bezug auf die in diesem Anhang genannten Anforderungen nur das in den Absätzen 1 bis 6 beschriebene Verfahren an. Es finden keine anderen Toleranzen Anwendung, die etwa in harmonisierten Normen oder in anderen Messverfahren festgelegt sind.

*Tabelle 3***Prüftoleranzen**

| Parameter | Prüftoleranz |
|------------------------------|--|
| Gesamteffizienz (η_e) | Der ermittelte Wert darf nicht unter dem Wert liegen, der 90 % des jeweiligen angegebenen Wertes entspricht. |



ANHANG IV

UNVERBINDLICHE REFERENZWERTE GEMÄSS ARTIKEL 6

Tabelle 1 enthält die Werte der Ventilatoren mit der besten zur Zeit der Verabschiedung dieser Verordnung auf dem Markt verfügbaren Technik. Diese Referenzwerte können möglicherweise nicht immer in allen Anwendungen oder für das gesamte von dieser Verordnung erfasste Leistungsspektrum erreicht werden.

Tabelle 1

Unverbindliche Referenzwerte für Ventilatoren

| Ventilortyp | Messkategorie (A-D) | Effizienzkat- gorie (statischer oder totaler Wirkungs- grad) | Effizienzgrad |
|---|---------------------|---|---------------|
| Axialventilator | A, C | statisch | 65 |
| | B, D | total | 75 |
| Radialventilator mit vorwärts ge- krümmten Schaufeln und Radialventi- lator mit Radialschaufeln | A, C | statisch | 62 |
| | B, D | total | 65 |
| Radialventilator mit rückwärts ge- krümmten Schaufeln ohne Gehäuse | A, C | statisch | 70 |
| Radialventilator mit rückwärts ge- krümmten Schaufeln mit Gehäuse | A, C | statisch | 72 |
| | B, D | total | 75 |
| Diagonalventilator | A, C | statisch | 61 |
| | B, D | total | 65 |
| Querstromventilator | B, D | total | 32 |