

Neue Herausforderungen an die Zentrale Raumluftechnik



Von SFP zu ErP: Neue Entwicklungen und Anforderungen an Ventilatoren in Lüftungs- und Klimasystemen

Dr.-Ing. Omar Sadi, Ziehl-Abegg AG



Inhalt

- Gegenstand und Geltungsbereich der ErP- Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren
- Umsetzung der ErP-Richtlinie am Beispiel eines Axialventilators
- Anforderungen an die Ventilatorenhersteller
- Zusammenfassung

VERORDNUNGEN

Lot 11 Ventilatoren

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



Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

EuP = Energy using Products (alte Bezeichnung)

ErP = Energy related Products (neue Bezeichnung)

- Gemäß dieser Richtlinie legt die Kommission Anforderungen an die Umweltgerechte Gestaltung („Öko-design“) energieverbrauchsrelevanter Produkte fest (z.B. Mindestwirkungsgrade bei Ventilatoren).
- Nur Produkte, die diese Anforderungen entsprechen erhalten das CE-Kennzeichen. Alle anderen dürfen nicht mehr in der EU gehandelt werden!

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

- Der Energieverbrauch aller in der EU betriebenen Ventilatoren mit einer elektrischen Antriebsleistung zwischen 125 W und 500 kW beträgt zurzeit 344 TWh.
 - Bis 2020 wird dieser Energieverbrauch voraussichtlich auf 560 TWh ansteigen.
 - Das Einsparpotential durch Effizienzsteigerung beträgt in 2020 34 TWh pro Jahr. Dies entspräche eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes von ca. 16 Mio t.
- ⇒ Ventilatoren mit einer el. Antriebsleistung zwischen 125 W und 500 kW stellen ein großes Potential für das Ecodesign dar.
- ⇒ Da viele Ventilatoren in Geräte verbaut werden (z.B. Klimakastengeräte, Wärmepumpen, Präzisionsklimageräte, ...), fallen diese ebenfalls unter die ErP- Richtlinie der EU
- ⇒ Eine Überarbeitung dieser Richtlinie ist spätestens nach 4 Jahren nach dem Inkrafttreten der ErP-Richtlinie vorgesehen.
- ⇒ Drehzahlgeregelte Ventilatoren (EC-Motoren oder Elektromotoren mit FU) werden begünstigt (bis zu 10%).

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP- Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

Diese Verordnung gilt NICHT für in folgende Geräte eingebaute Ventilatoren:

- Ventilatoren, die in Elektromotoren ≤ 3 kW auf der **gleichen Welle** eingebaut sind (z.B. bei Normmotoren zur Kühlung)
- Ventilatoren in Wäschetrockner (≤ 3 kW)
- Dunstabzugshauben für Küchen (< 280 W)

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11

Ventilatoren

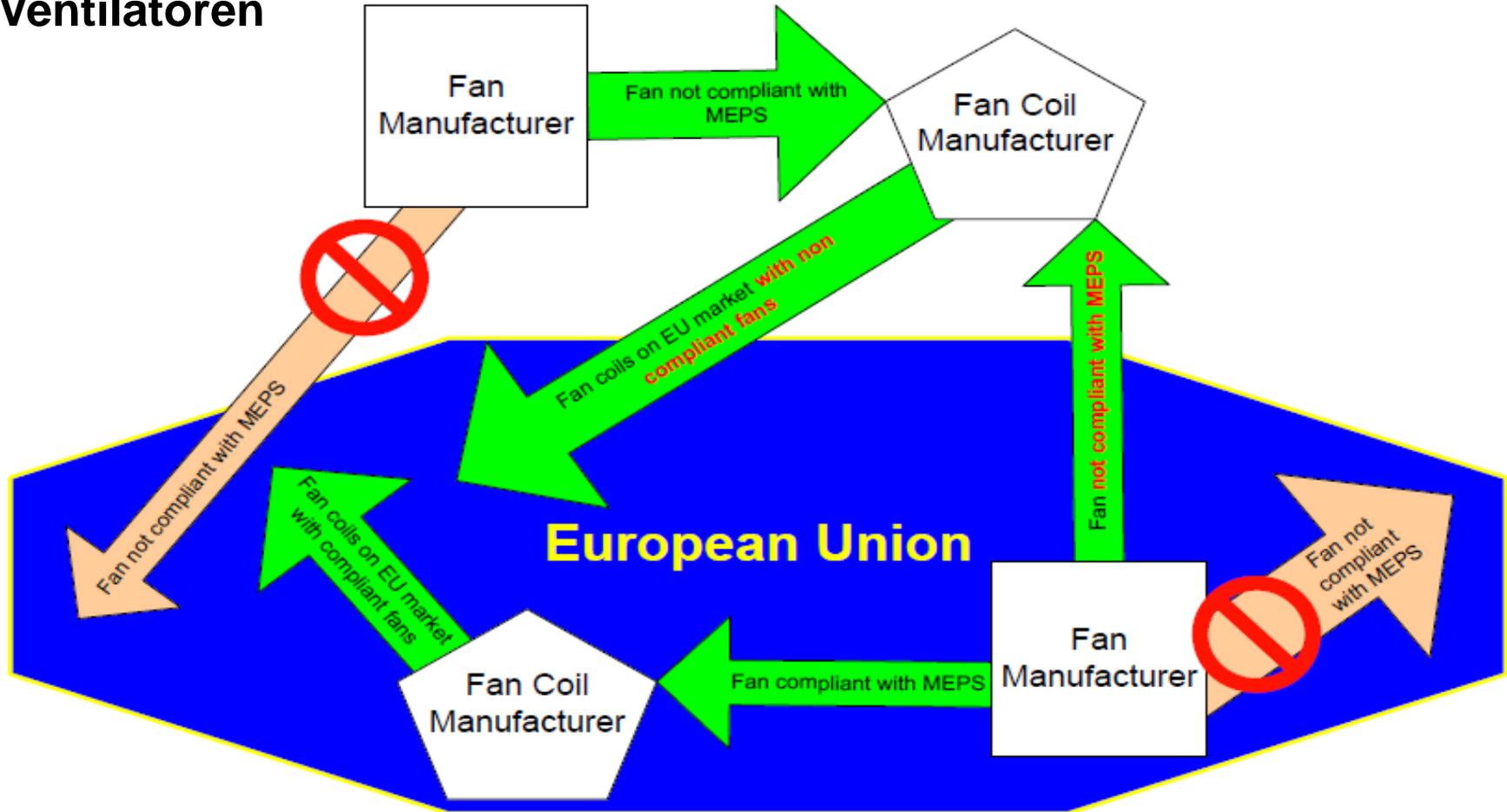
- Diese Verordnung gilt **NICHT** für folgende Ventilatoren:
- Ventilatoren, die in **explosionsgefährdeten Bereichen** eingesetzt werden (ATEX-Ventilatoren).
- Ventilatoren, die im Bereich **Brandschutz** eingesetzt werden.
- Ventilatoren, bei denen die **Fördermitteltemperatur > 100°C** beträgt.
- Ventilatoren, bei denen der **Elektromotor außerhalb des geförderten Gasstromes bei 65°C** Mediumtemperatur betrieben sitzt.
- Ventilatoren, bei denen die jährlichen **Durchschnittsfördertemperatur bis -40°C** beträgt.

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

Diese Verordnung gilt **NICHT** für folgende Ventilatoren:

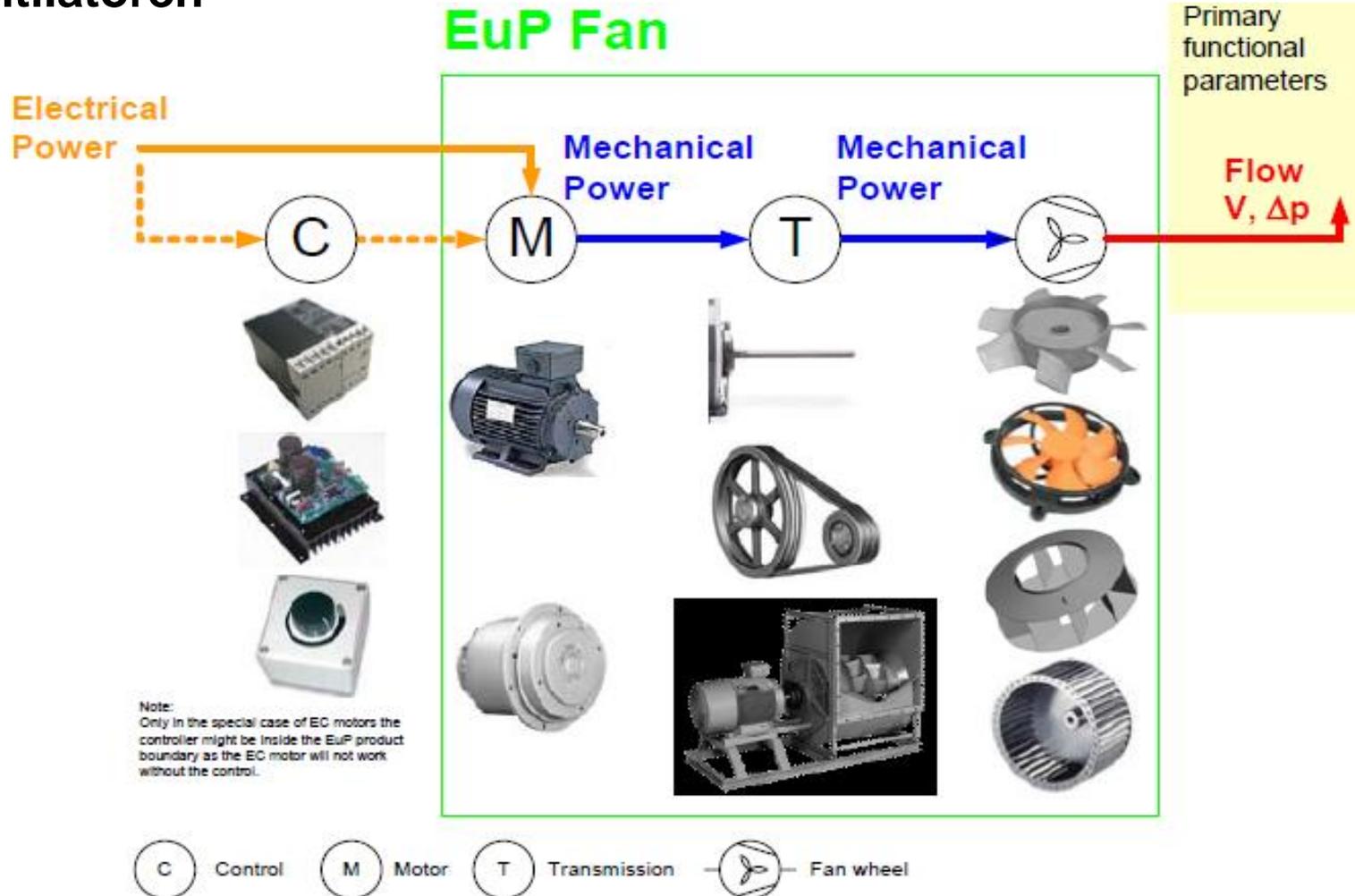
- Ventilatoren, die mit **Wechselspannung > 1000 V** oder mit **Gleichspannung > 1500 V** betrieben werden.
- Ventilatoren, die in **toxischer, korrodierender, entflammbarer oder abrasiver Umgebung** betrieben werden.
- Ventilatoren, die vor dem 1. Januar 2015 als Ersatz in Geräte verbaut werden, deren Markteinführung vor dem 1. Januar 2013 liegt.

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

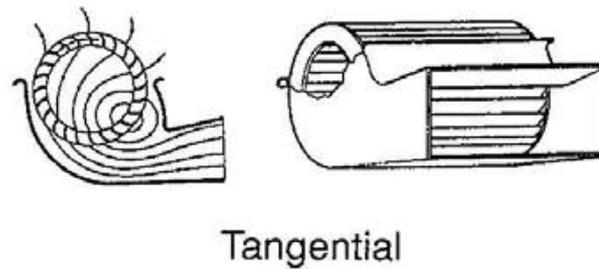
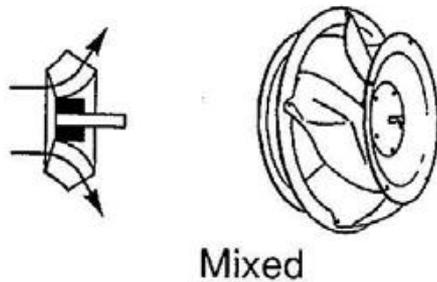
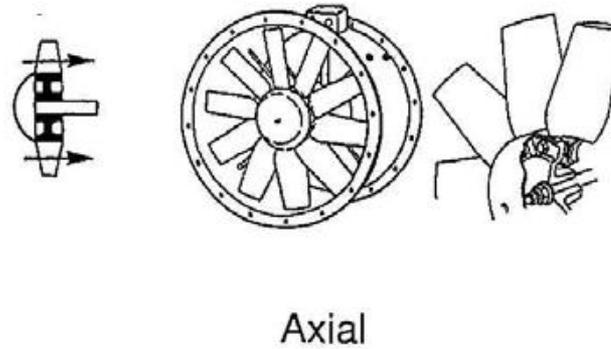
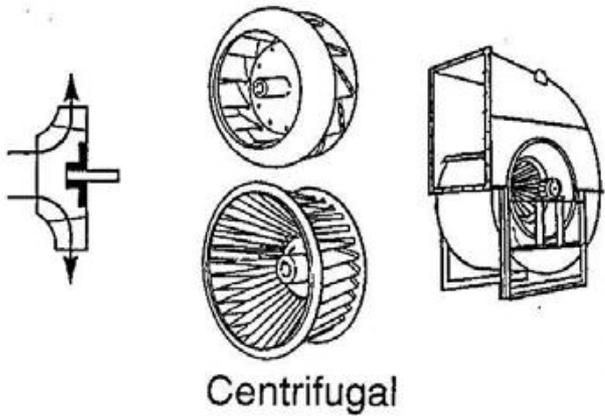


The leak for non compliant products entering Europe, the example of fan coils

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren



Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren



Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren (125 W bis 500 KW, ausgewählte Anwendungen)

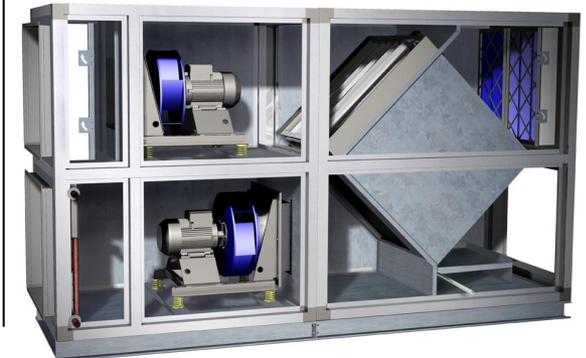
Agriculture



Air conditioning systems

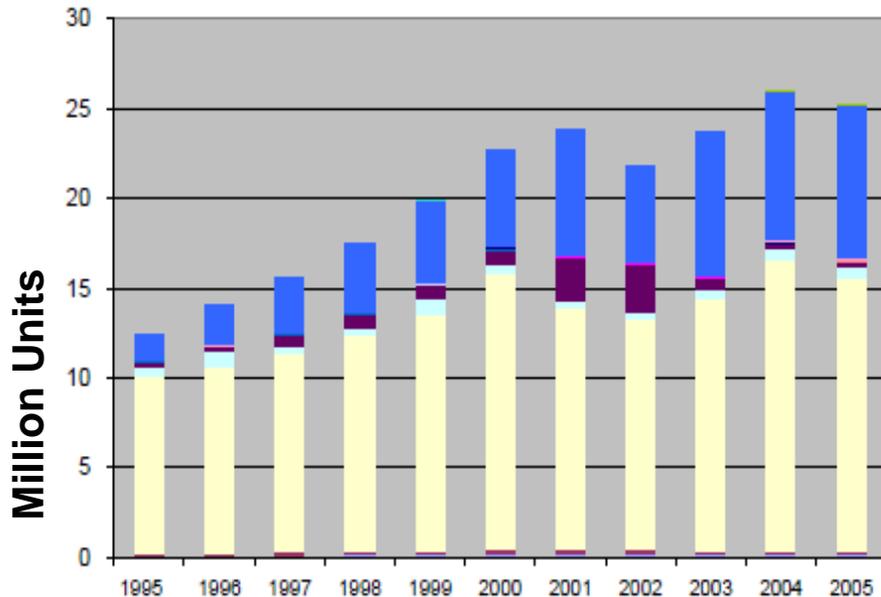


Refrigeration Technology

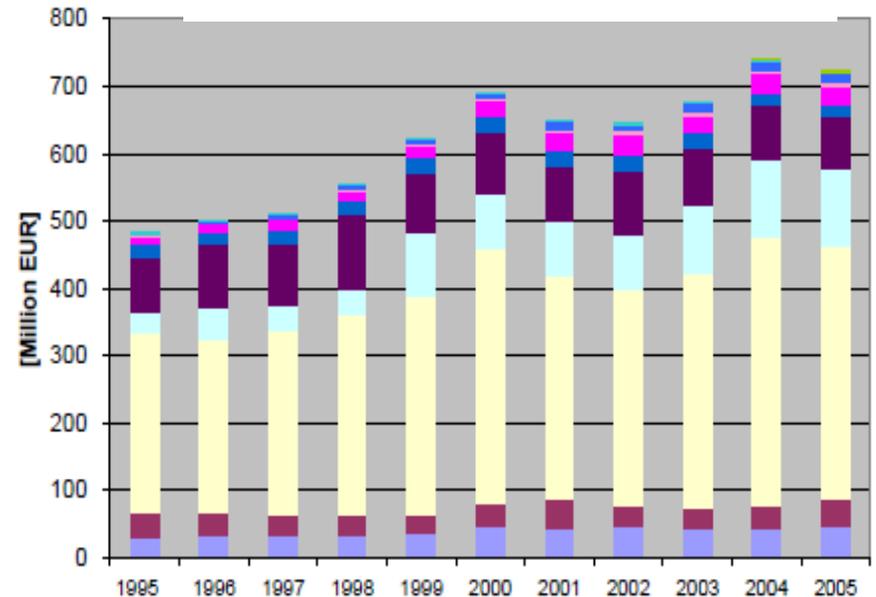


European Market Potential for Non Residential Fans (OEM)

Production of Axial Fans in EU



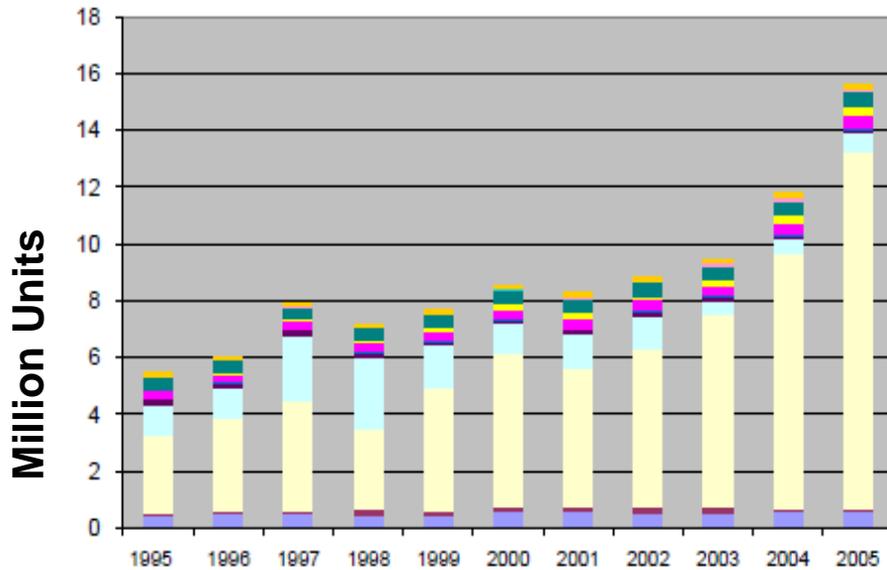
Production of Axial Fans in EU



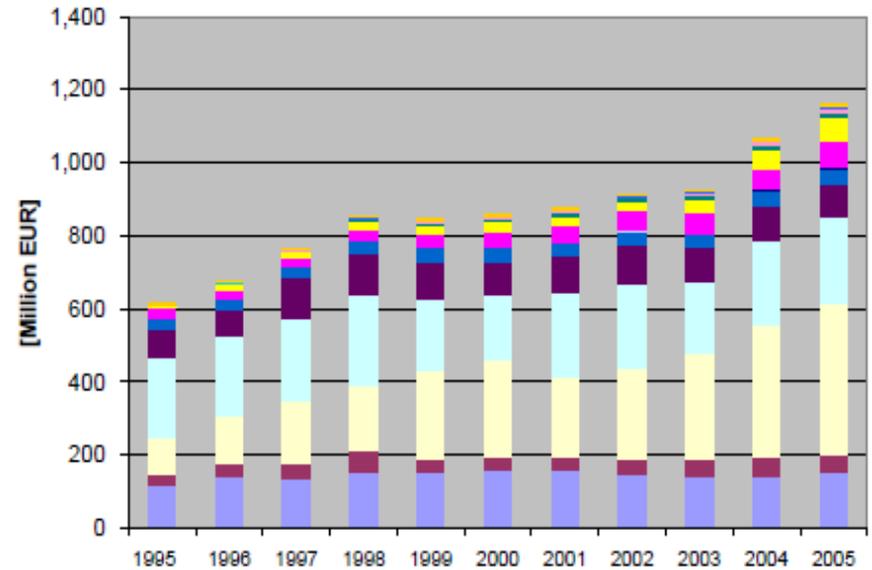
- | | | | | | | | |
|------------|-------------|----------|----------|----------------|---------|----------------|----------|
| France | Netherlands | Germany | Italy | United Kingdom | Ireland | Denmark | Belgium |
| Luxembourg | Sweden | Finland | Austria | Malta | Estonia | Czech Republic | Slovakia |
| Hungary | Romania | Bulgaria | Slovenia | Cyprus | | | |

European Market Potential for Non Residential Fans (OEM)

Production of Centrifugal Fans in EU

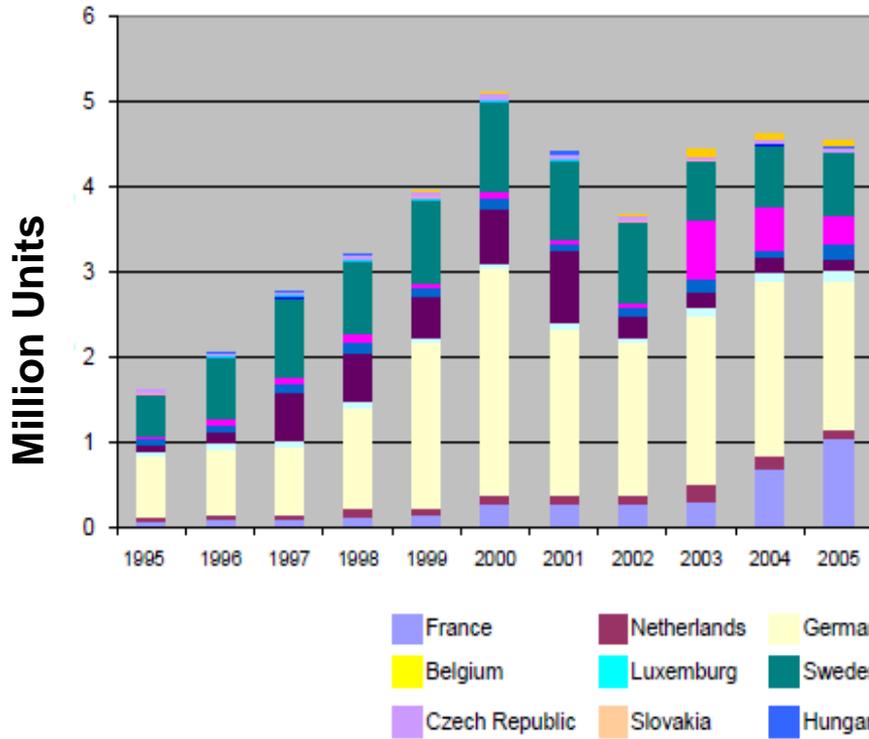


Production of Centrifugal Fans in EU

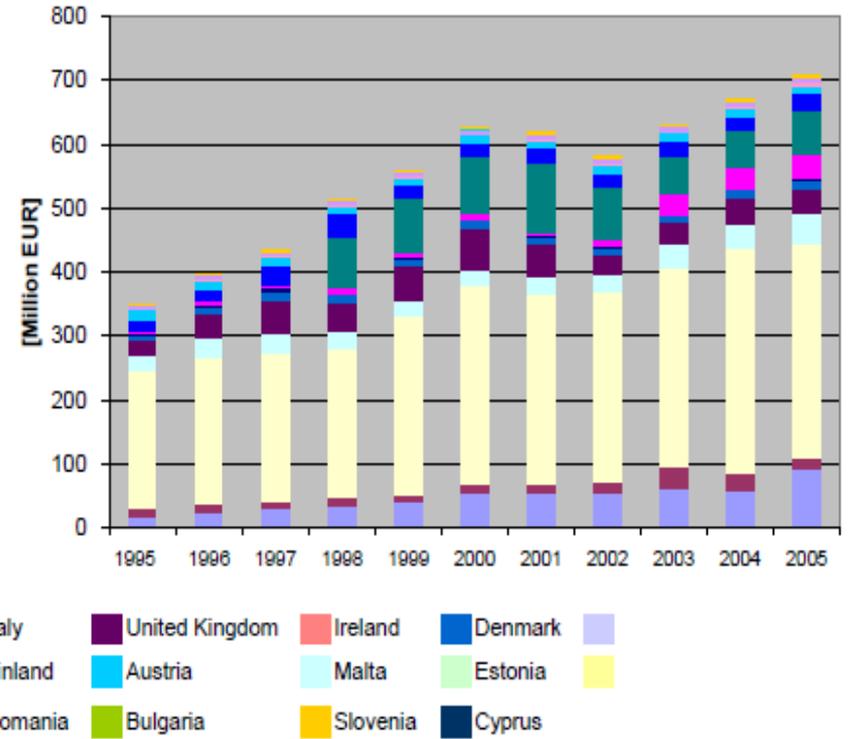


European Market Potential for Non Residential Fans (OEM)

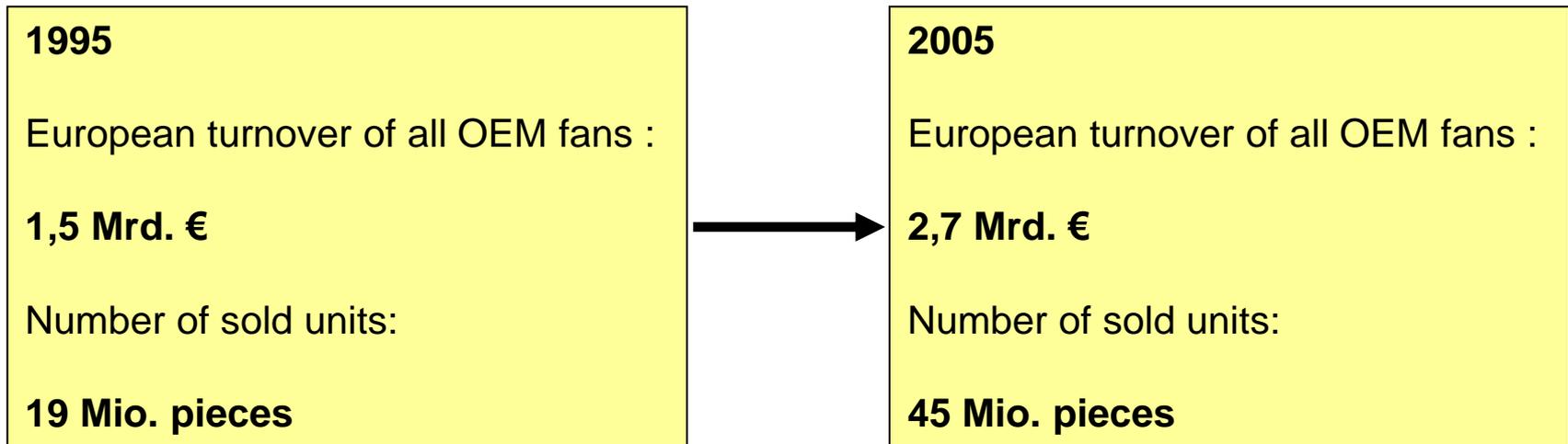
Production of (other) Fans in EU



Production of (other) Fans in EU

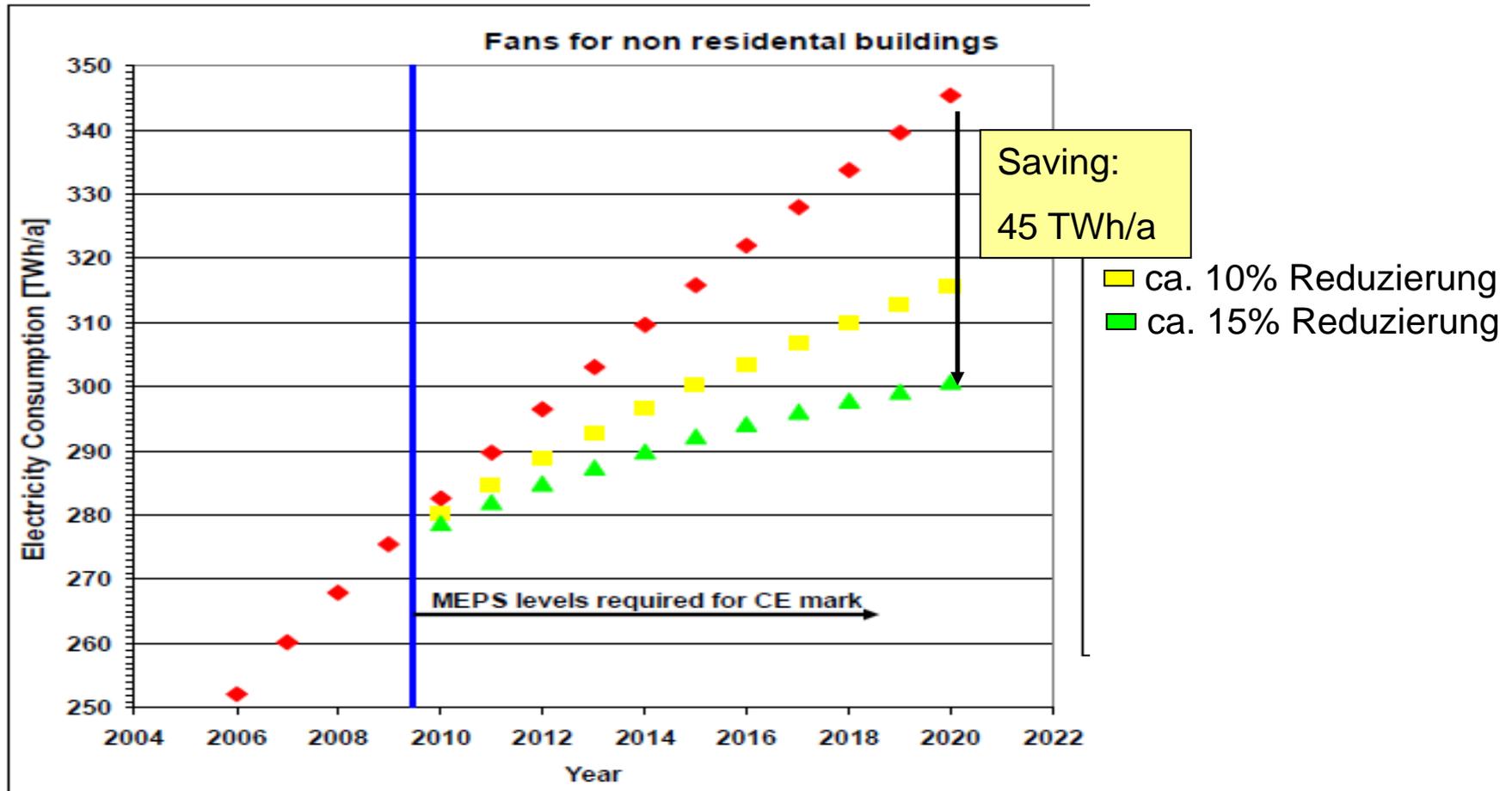


European Turnover of Sales and Units 1995 - 2005



Der Anteil Deutschland am Gesamtumsatz in Europa beträgt ca. 60%

Development of Power Consumption



Saving of Power Consumption



**Power delivery of one
nuclear power plant per year:
11 000 000 000 kWh = 11 TWh**

**→ A power saving of 45 TWh/a
comes up to shut down
4 nuclear power plants.**

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

Mindest-Gesamtwirkungsgrad für Axialventilatoren und vorwärtsgekrümmte Radialventilatoren [1]

Power range P_e from 0.125 kW to 10 kW	Power range P_e from 10 kW to 500 kW
$\eta_{\text{target}} = 2.74 \cdot \ln(P_e) - 6.33 + N$	$\eta_{\text{target}} = 0.78 \cdot \ln(P_e) - 1.88 + N$

Statischer Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{\text{es}} = \frac{q_V \cdot \Delta p_{\text{sF}}}{P_e}$$

Totaler Gesamtwirkungsgrad:

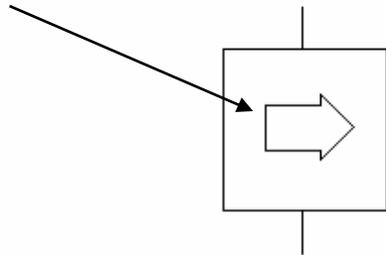
$$\eta_{\text{et}} = \frac{q_V \cdot \Delta p_t}{P_e} = \frac{q_V \cdot (\Delta p_{\text{sF}} + \Delta p_d)}{P_e}$$

Die Variable N (Efficiency grade) in den Gleichungen des Mindest-Gesamtwirkungsgrads ist für jeden Ventilatortyp anders definiert.

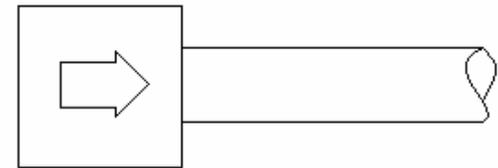
Andere Kennzahl: SFP = elektrische Leistung [W] / Luftmenge [1000m³/h]

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren, Einbausituationen gemäß ISO 5801

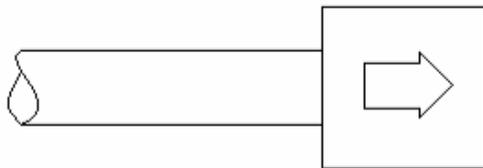
Ventilator



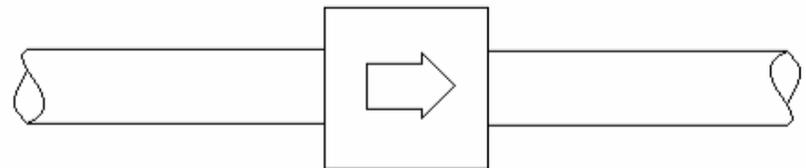
(A)



(B)



(C)



(D)

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

$P_e =$ elektrische Eingangsleistung im Wirkungsgradoptimum

Leistungsbereich in kW

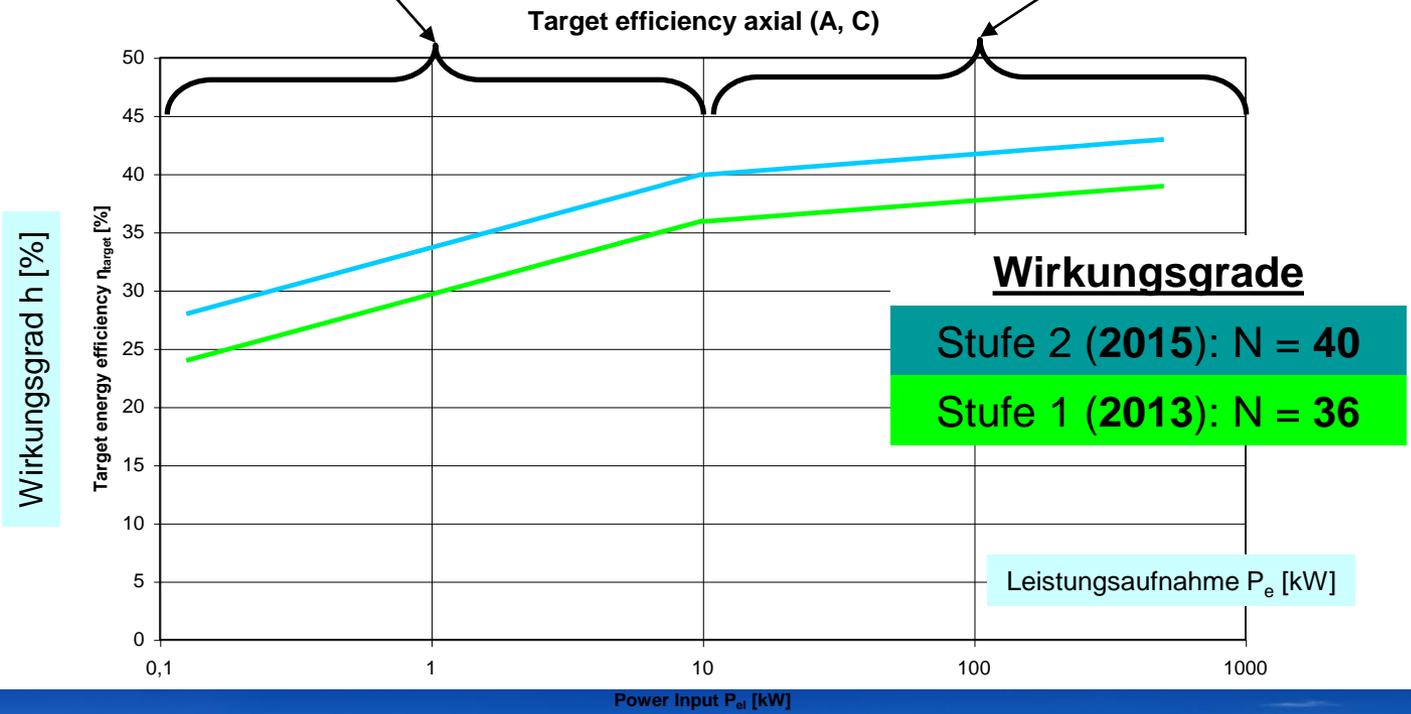
$0.125 \leq P_e \leq 10$

$10 < P_e \leq 500$

Energ. Zielwirkungsgrad

$\eta_{\text{target}} = 2.74 \cdot \ln(P_e) - 6.33 + N$

$\eta_{\text{target}} = 0.78 \cdot \ln(P_e) - 1.88 + N$



Gegenstand und Geltungsbereich der ErP- Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

Anforderungen an Mindestwirkungsgrade für Ventilatoren in Stufe 1 ab Januar 2013

Typ	Kategorie (A-D)	Wirkungsgrad (statisch oder total)	Leistungsbereich P in kW	Zielwirkungsgrad	Efficiency grade (N)
Axial	A, C	statisch	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	36
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	50
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

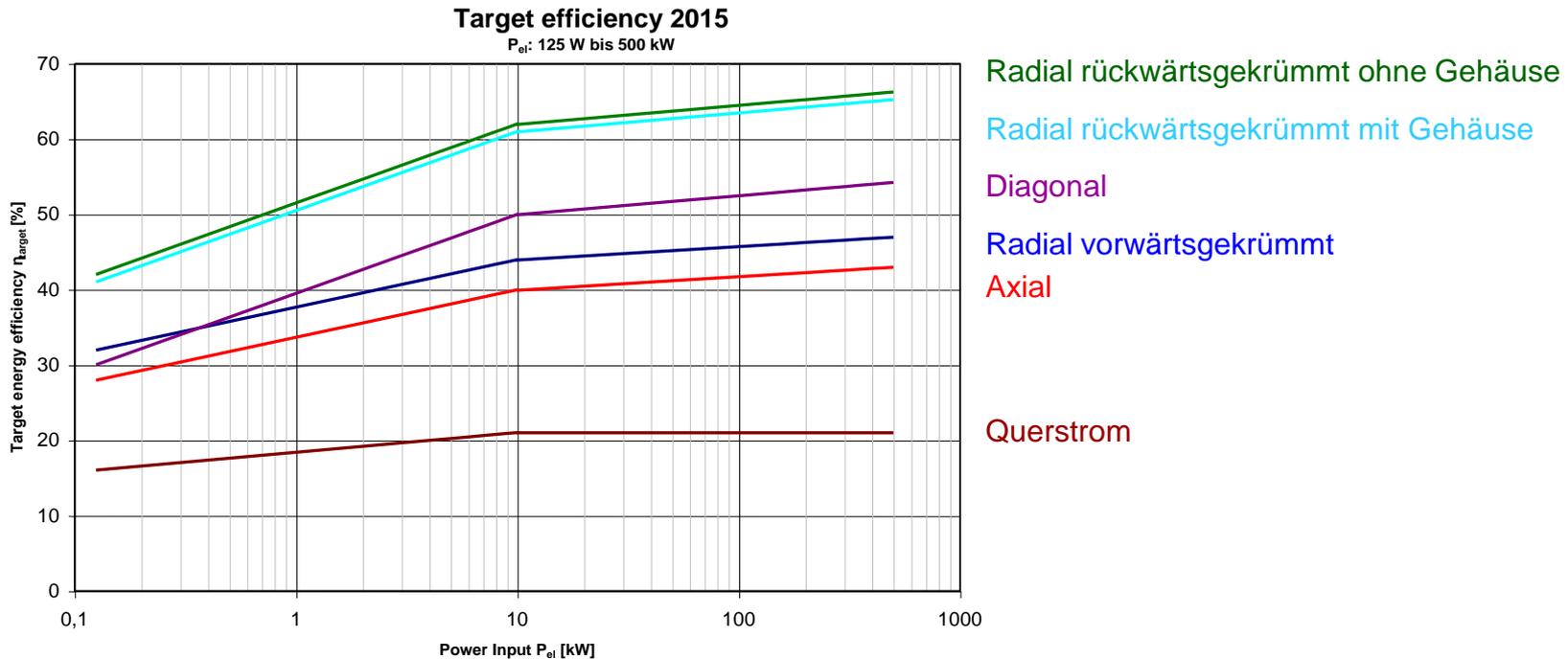
Anforderungen an Mindestwirkungsgrade für Ventilatoren in Stufe 2 ab Januar 2015

Typ	Kategorie (A-D)	Wirkungsgrad (statisch oder total)	Leistungsbereich P in kW	Zielwirkungsgrad	Efficiency grade (N)
Axial	A, C	statisch	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	40
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{\text{target}} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{\text{target}} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren

Der energetische Zielwirkungsgrad η_{target} ist der Mindestwirkungsgrad den ein Ventilator erreichen muss, um die Anforderungen zu erfüllen. Betrachtet wird die elektrische Eingangsleistung im Optimalpunkt.

‘Efficiency grade N’ ist ein Parameter zur Berechnung des Zielwirkungsgrades eines Ventilators bei einer spezifischen elektrischen Eingangsleistung im Wirkungsgrad-optimum.



Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren

1. Stufe gültig ab Januar 2013

Fan types	Measurement category (A-D)	Efficiency category (static or total)	Power range P in kW	Target energy efficiency	Efficiency grade (N)
Axial fan	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	36
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	50
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
Centrifugal forward curved fan and centrifugal radial bladed fan	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	37
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	42
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
Centrifugal backward curved fan without housing	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
Centrifugal backward curved fan with housing	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
Mixed flow fan	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	61
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
Mixed flow fan	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	47
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
Cross flow fan	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 1.14 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	13
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = N$	

Measurement category A-D gemäß ISO 5801

Power range P =
vom Ventilator aufgenommene el. Antriebsleistung

Efficiency Grade N =
 η_{target} bei 10kW aufgenommene el. Antriebsleistung

Target energy efficiency η_{target} =
Mindestwirkungsgrad
(Systemwirkungsgrad) des Ventilators

MEPS =
Minimum Energy Performance Standard

Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Ventilatoren

2. Stufe gültig ab Januar 2015

Fan types	Measurement category (A-D)	Efficiency category (static or total)	Power range P in kW	Target energy efficiency	Efficiency grade (N)
Axial fan	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	40
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
Centrifugal forward curved fan and centrifugal radial bladed fan	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	44
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 2.74 \cdot \ln(P) - 6.33 + N$	49
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 0.78 \cdot \ln(P) - 1.88 + N$	
Centrifugal backward curved fan without housing	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	62
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
Centrifugal backward curved fan with housing	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	61
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	64
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
Mixed flow fan	A, C	static	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	50
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 4.56 \cdot \ln(P) - 10.5 + N$	62
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = 1.1 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	
Cross flow fan	B, D	total	$0.125 \leq P \leq 10$	$\eta_{h1p1} = 1.14 \cdot \ln(P) - 2.6 + N$	21
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{h1p1} = N$	

Measurement category A-D gemäß ISO 5801

Power range P =
vom Ventilator aufgenommene el. Antriebsleistung

Efficiency Grade N =
 η_{target} bei 10kW aufgenommene el. Antriebsleistung

Target energy efficiency η_{target} =
Mindestwirkungsgrad (Systemwirkungsgrad) des Ventilators

MEPS =
Minimum Energy Performance Standard

Fallbeispiel

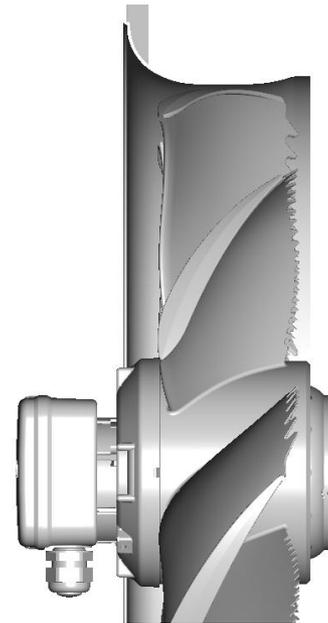
Axialventilator mit einem Außenläufermotor (spannungsregelbar), Baugröße 500, 4-polig, 3~ D/Y 400 V 50 Hz, gemessen in Volldüse ohne Berührschutz.

→ optimale Messbedingungen

→ Messkategorie A

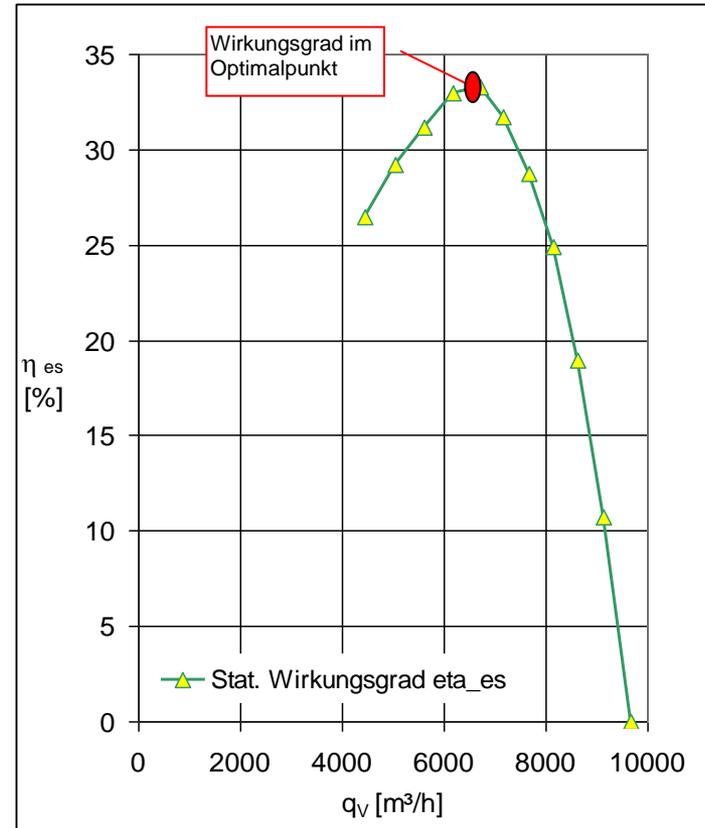
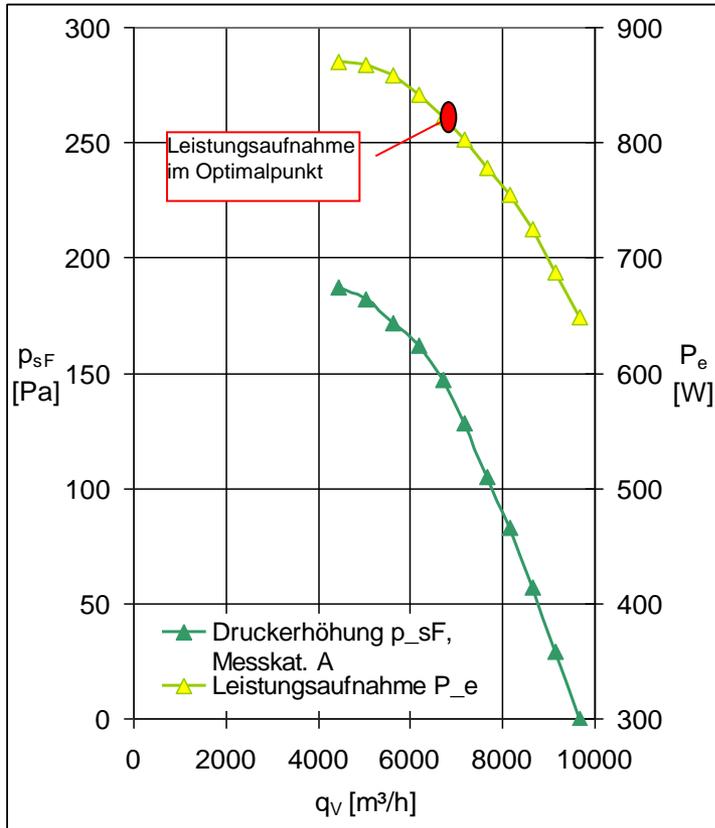


Frontalansicht des Ventilators (Quelle: Ziehl-Abegg)



Schnitt durch den Messaufbau (Quelle: Ziehl-Abegg)

Fallbeispiel



Kennlinien des Axialventilators

Fallbeispiel

Aus dem Diagramm (Folie 27) kann entnommen werden:

1. Stat. Gesamtwirkungsgrad im optimalen Betriebspunkt :
 $\eta_{es} = 34 \%$

2. Leistungsaufnahme im optimalen Betriebspunkt:
 $P_e = 0,82 \text{ kW}$

3. Mindest-Gesamtwirkungsgrad gemäß Ökodesign Richtlinie:
 $\eta_{target} = 2,74 * \log (P_e) - 6,33 + N$
 $\eta_{target} = 2,74 * \log (0,82) - 6,33 + 36 = 29,1 \% < \eta_{es}$
→ Grenzwert 2013 wird eingehalten

4. $\eta_{target} = 2,74 * \log (0,82) - 6,33 + 40 = 33,4 \% = \eta_{es}$
→ Grenzwert 2015 wird eingehalten

Fallbeispiel

Wird der Ventilator mit einer Drehzahlsteuerung (z. B. EC oder FU, keine Spannungssteuerung!) betrieben, darf ein Ausgleichsfaktor in den Gesamtwirkungsgrad eingerechnet werden.

Leistungsaufnahme im optimalen Betriebspunkt des Ventilators:

$$P_e \geq 5 \text{ kW} \rightarrow \text{Ausgleichsfaktor } C_C = 1,04.$$

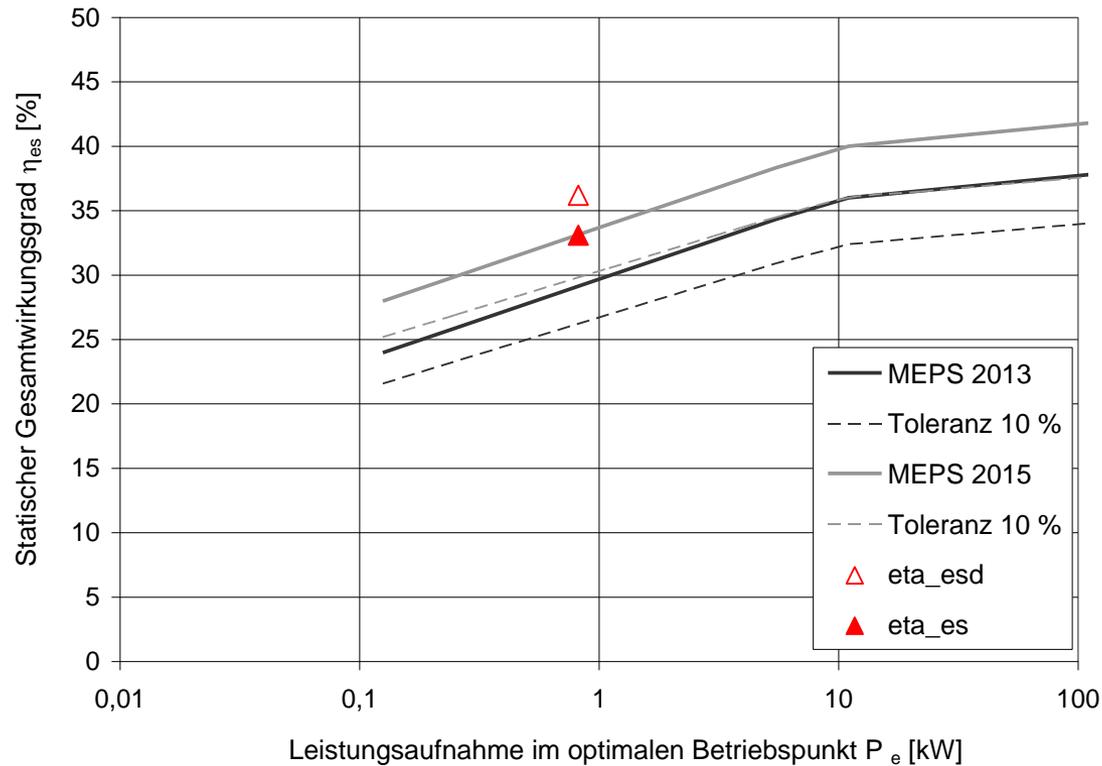
$$P_e < 5 \text{ kW} \rightarrow C_C = -0.03 \ln(P_e) + 1.088 = -0.03 \ln(0,82) + 1.088 = 1,094$$

Statischer Gesamtwirkungsgrad am optimalen Betriebspunkt:

$$\eta_{\text{esd}} = \eta_{\text{es}} * C_C = 34 \% * 1,094 = 37 \%$$

Fallbeispiel

Axialventilator
stat. Wirkungsgrad



Statischer Gesamtwirkungsgrad im optimalen Betriebspunkt des Axialventilators mit und ohne Drehzahlsteuerung.

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren, Toleranzen

Es ist die Aufgabe der EU- Mitgliedsstaaten, die Einhaltung der Ökodesign Richtlinie zu überprüfen.

- Wenn der Gesamtwirkungsgrad eines Ventilators $\eta_{es} < 0,9 * \eta_{target}$ ist, dann gilt der Ventilator als nicht richtlinien-konform.
- Es werden drei weitere baugleiche Ventilatoren getestet.
- Wenn für den Mittelwert der Gesamtwirkungsgrade der drei Ventilatoren $< 0,9 * \eta_{target}$ ist, dann gilt der Ventilator als nicht richtlinien-konform.

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren, Marktaufsicht

- Eine “Drittzertifizierung“ ist gemäß der ErP-Richtlinie nicht vorgesehen (Selbstzertifizierung !).
- Wird ein Produkt im Markt entdeckt, das die Mindestwirkungsgrade nicht erfüllt, muss es von einer von der lokalen Regierung autorisierten Behörde überprüft werden z.B. BAM in Deutschland.

Wenn das Produkt die Prüfung nicht besteht, werden drei weitere zufällig ausgewählte Produkte des selben Typs überprüft.

→ Das Produkt entspricht den Anforderungen der Richtlinie, wenn der durchschnittliche Wirkungsgrad der drei geprüften Produkte mindestens $\eta_{\text{target}} * 0.9$ ist. Wird dieses Ergebnis nicht erreicht, entspricht das Produkt nicht den Anforderungen der Richtlinie. Der Hersteller darf dieses Produkt im europäischen Markt nicht vertreiben. Der Hersteller kann wegen Nichteinhaltung der ErP – Verordnung rechtlich verklagt werden.

Gegenstand und Geltungsbereich der ErP-Richtlinie, Lot 11 Ventilatoren, Dokumentationspflicht

Folgende Produktinformationen muss der Ventilatorhersteller den Kunden zur Verfügung stellen (Typenschild, Webseite, ...):

- Gesamtwirkungsgrad (η), gerundet auf eine Nachkommastelle
- Messverfahren zur Bestimmung des Wirkungsgrades (A-D, gemäß ISO 5801)
- statischer oder Totalwirkungsgrad
- wurde bei der Bestimmung des Wirkungsgrades eine Drehzahlsteuerung berücksichtigt; wenn ja, ist die Drehzahlsteuerung integriert im Ventilator oder muss sie mit dem Ventilator eingebaut werden.
- Herstellungsjahr
- Name des Herstellers, Markenzeichen, Handelsregistereintragung und Herstellungsort
- Typen-, Artikelnummer
- Nenneingangsleistung des Elektromotors, Volumenstrom und Druck im Optimum des Ventilators
- Drehzahl (min^{-1}) im Optimum
- Informationen über Demontage, Recycling oder Entsorgung

Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

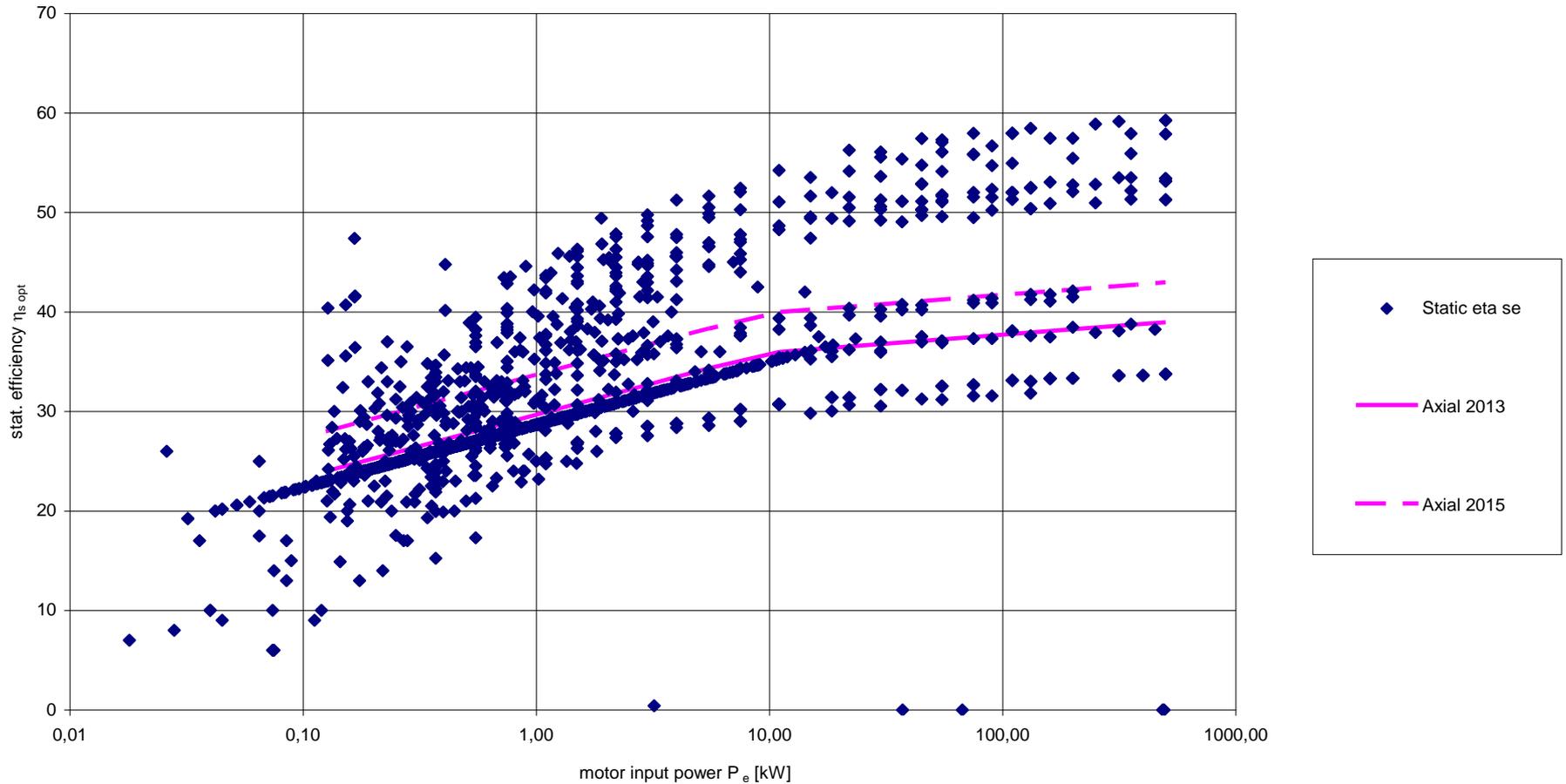
Was bedeutet Umweltgerechte Gestaltung („Öko-design“) für die Ventilatorenindustrie ?

1. Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade).
2. Schonender Umgang mit fossilen Rohstoffen durch Optimaler Materialeinsatz.
3. Weltfreundliche *recyclebare* Werkstoffe verwenden.

Auswirkungen auf die Ventilatorenindustrie

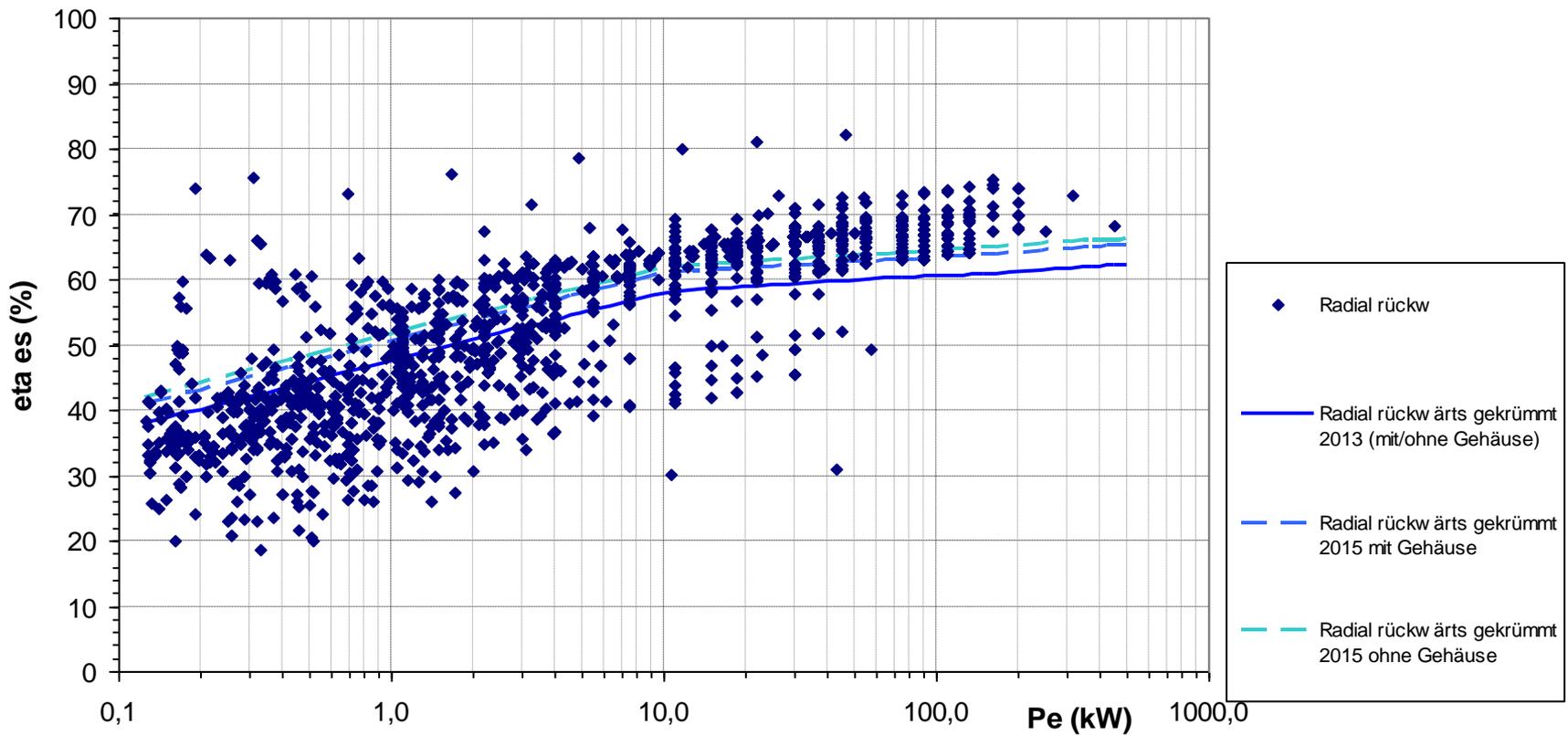
Axialventilatoren Statischer Wirkungsgrad

ISO/DIS 12759
 Axial Fans
 static efficiency



Auswirkungen auf die Ventilatorenindustrie

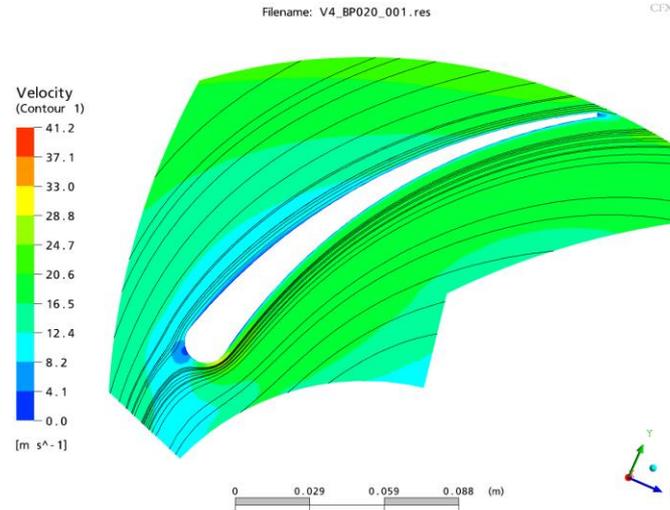
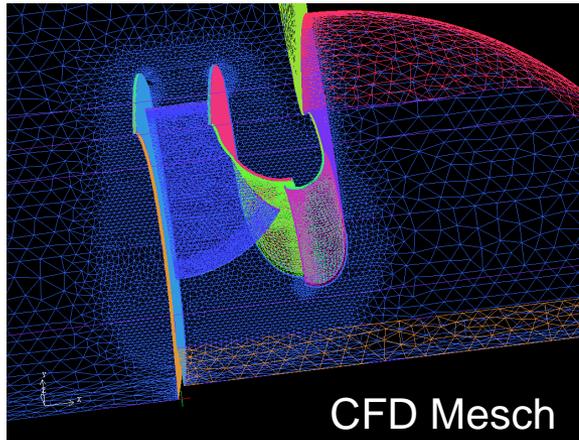
Rückwärtsgekrümmte Radialventilatoren Statischer Wirkungsgrad



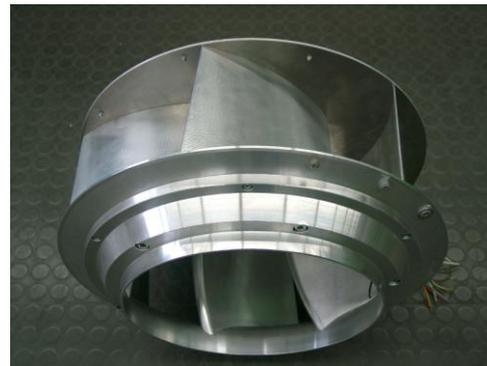
Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

Radialventilator



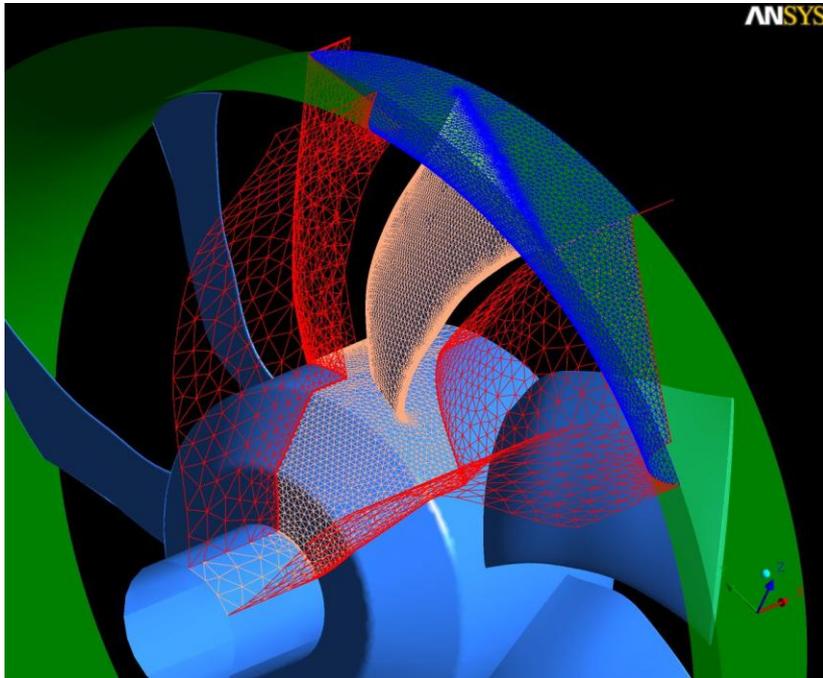
Prototype



Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

Axialventilator



CFD mesh

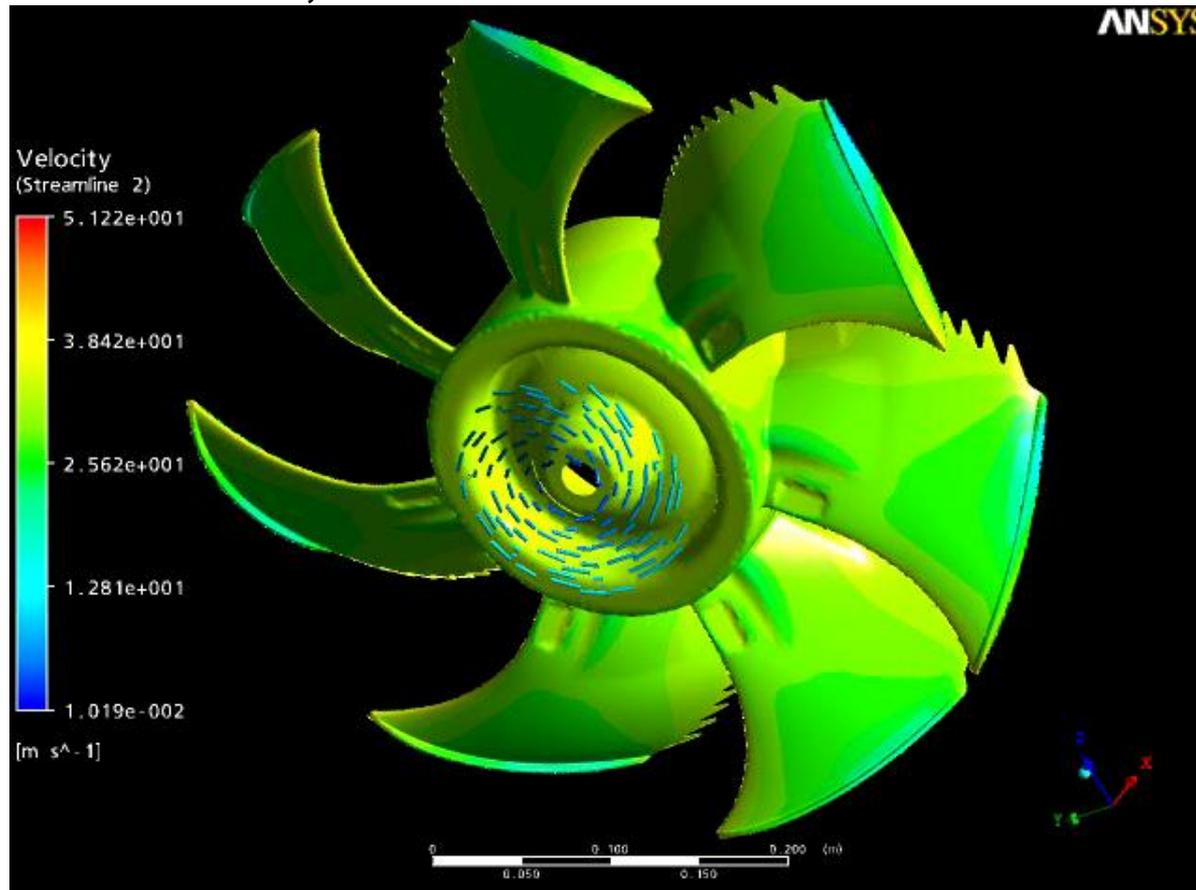


Prototype

Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

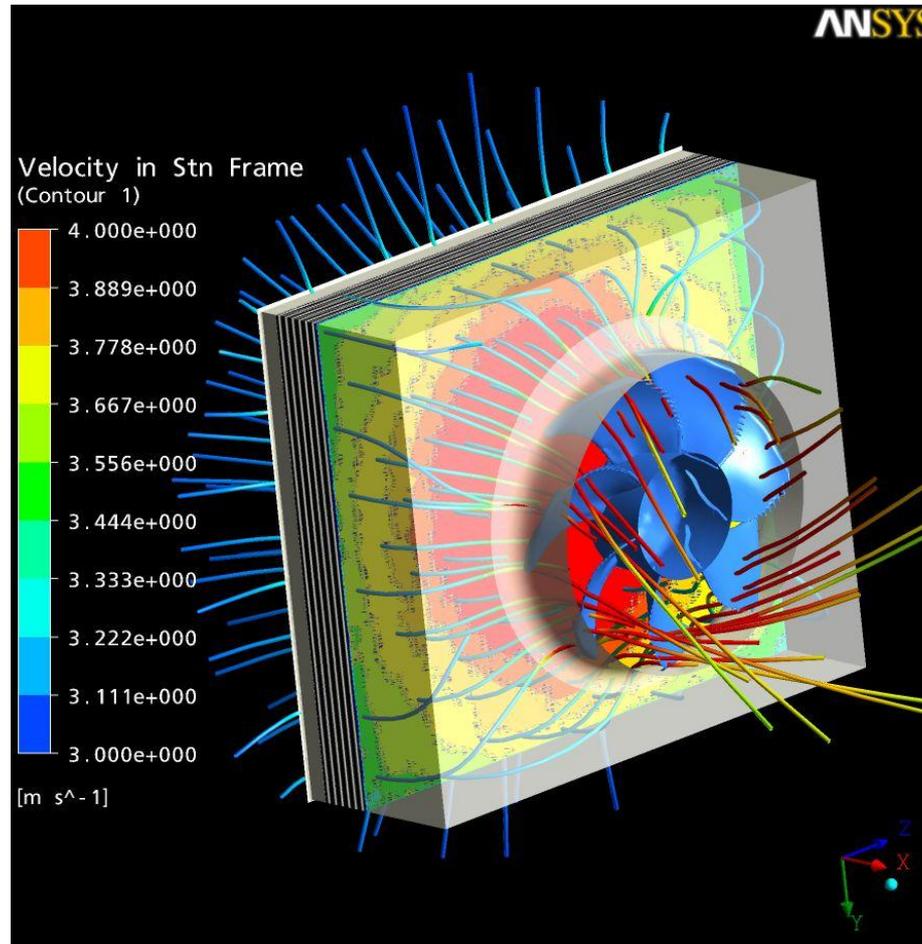
Axialventilator, Bionik



Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

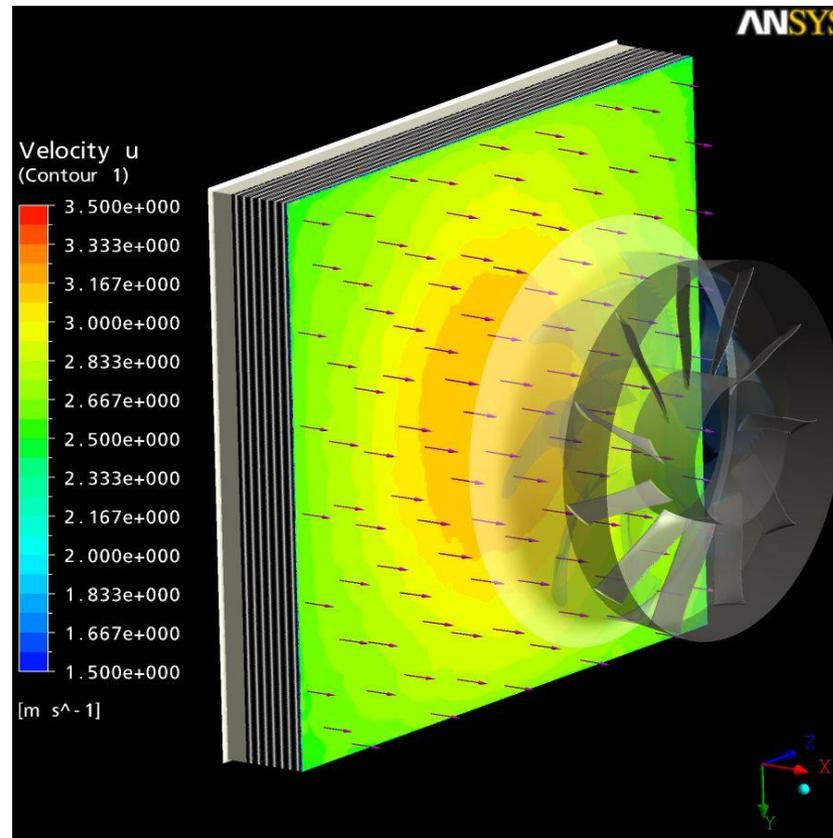
Untersuchung des Gesamt-Systems Axialventilator im Gerät



Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

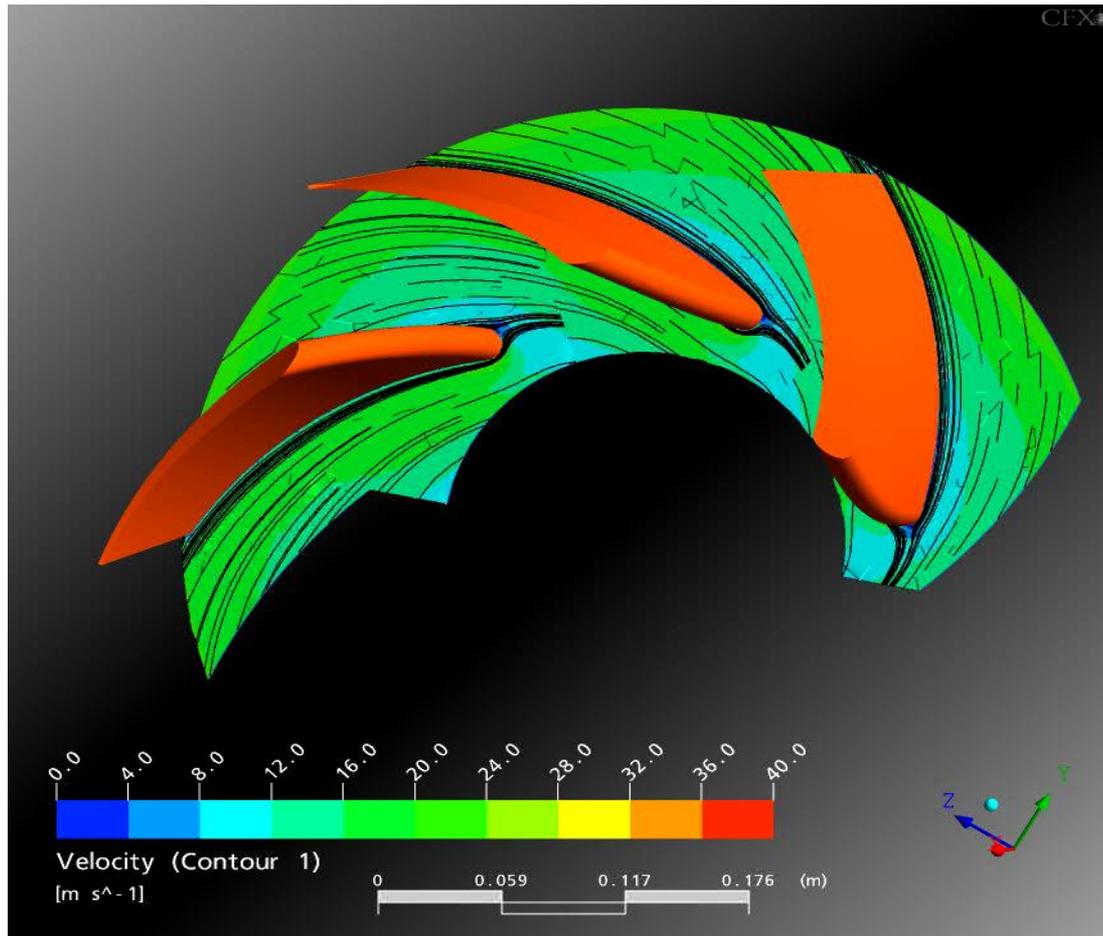
Untersuchung des Gesamtsystems
Axialventilator im Gerät



Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

Radialventilator

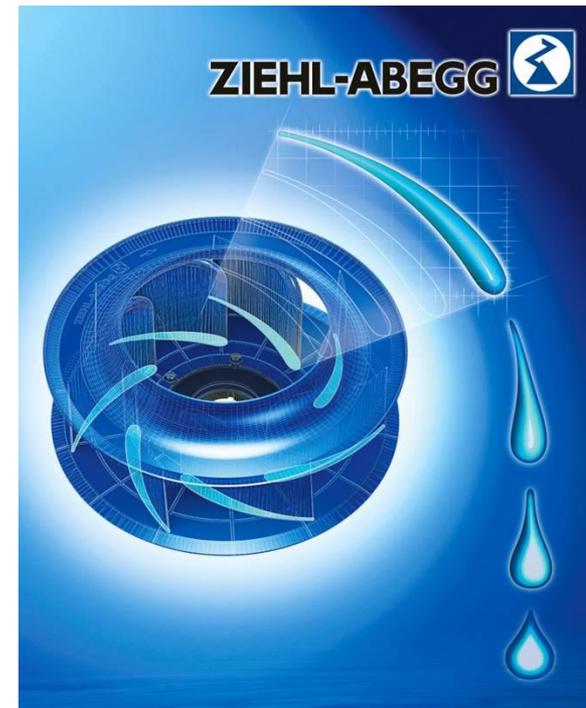
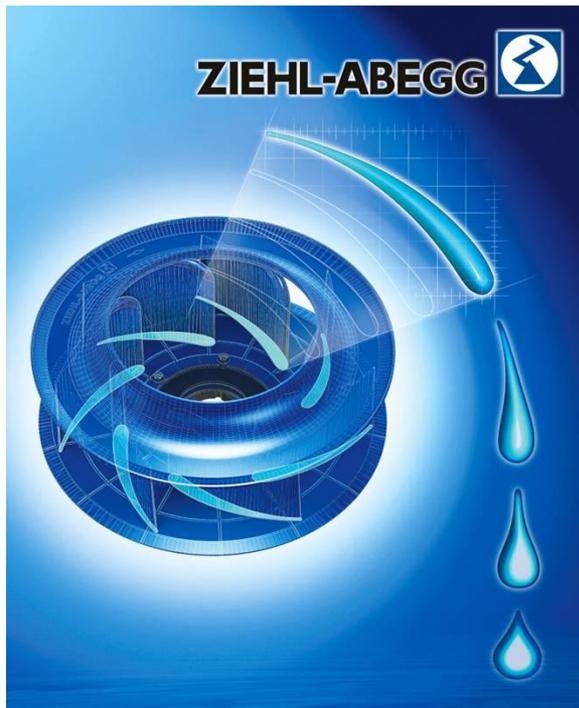


Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

Radialventilator

Video Cpro



Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

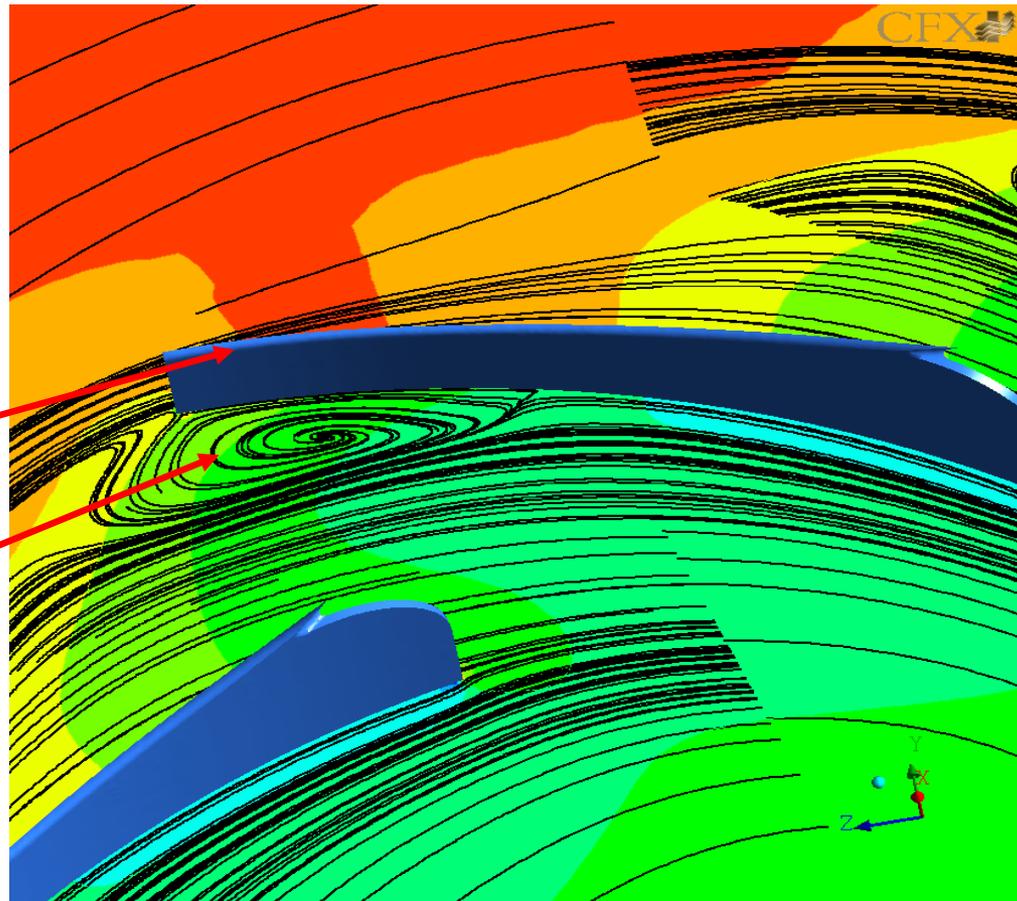
Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

Radialventilator

Laufradschaufel

Strömungsablösung bedeutet:

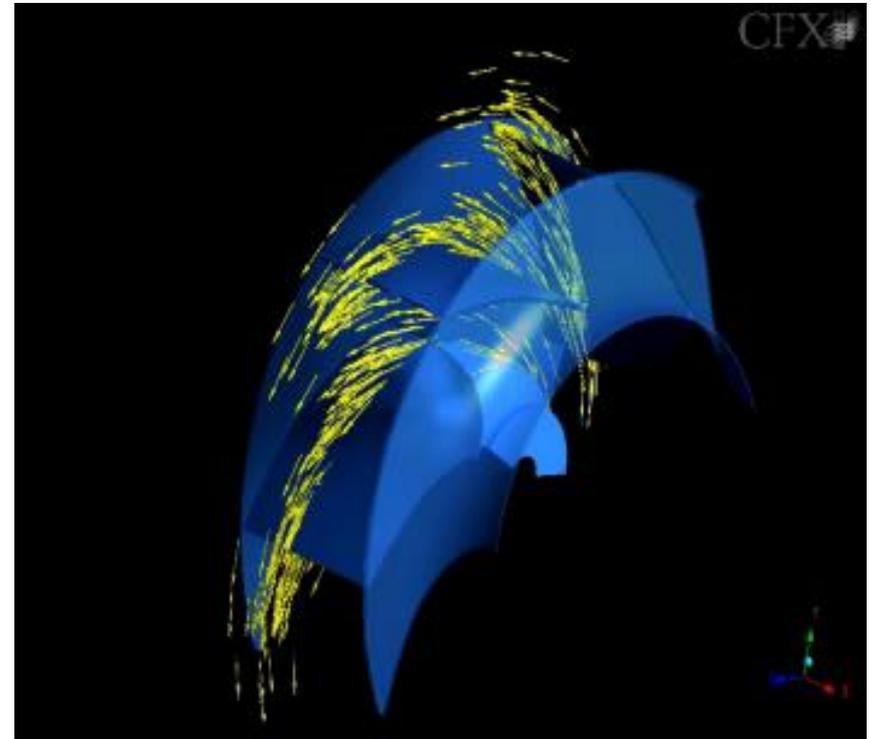
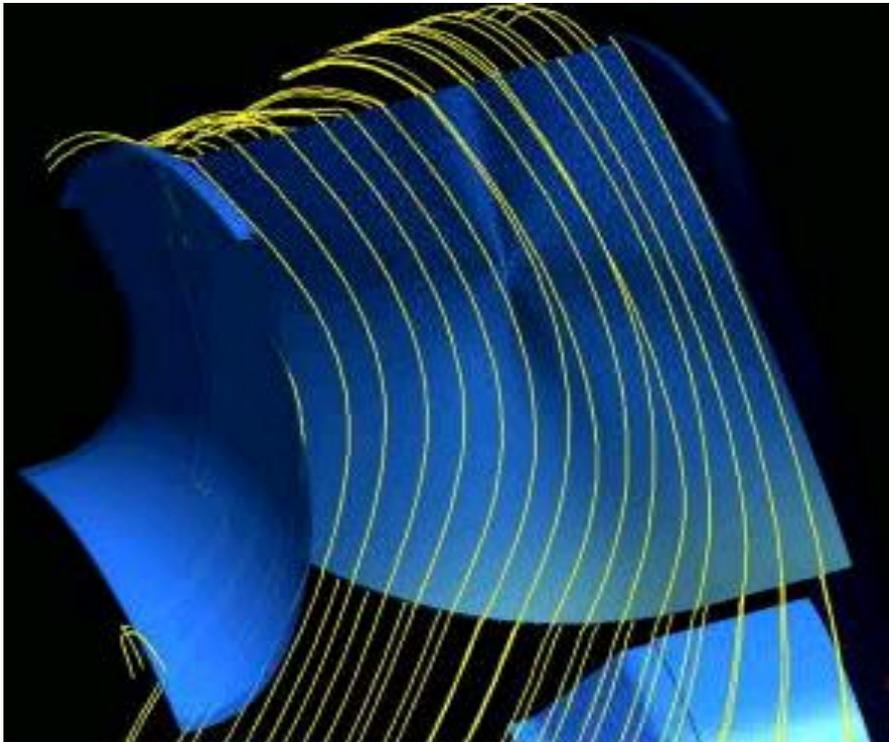
- Wirkungsgrad
- Geräusch



Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

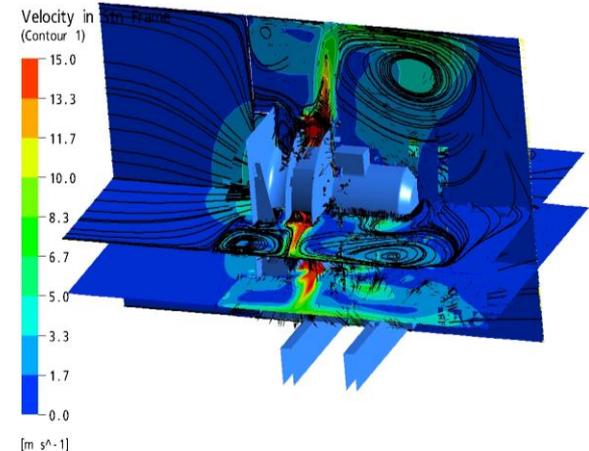
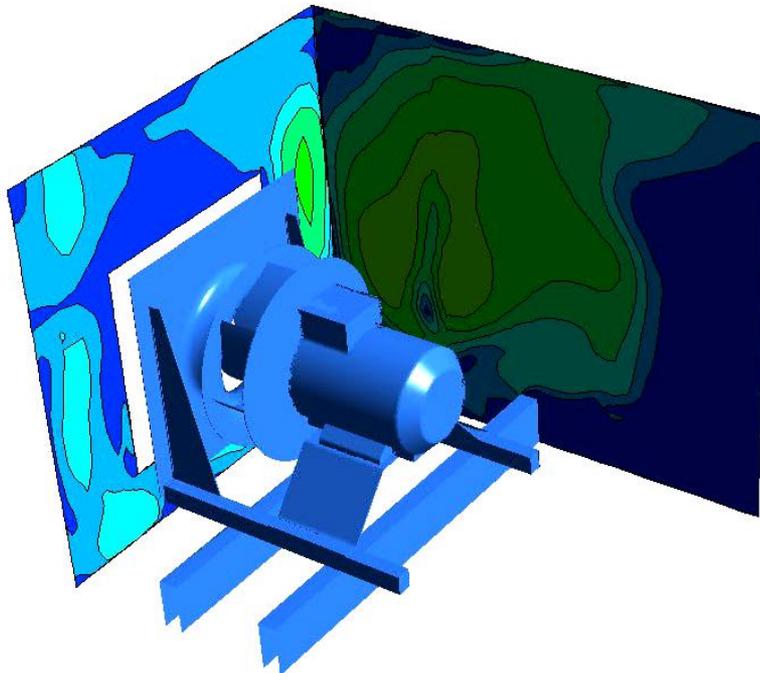
Radialventilator



Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Computational Fluid Dynamics (CFD)**

Untersuchung des Gesamtsystems
Radialventilator in einem Klimakastengerät

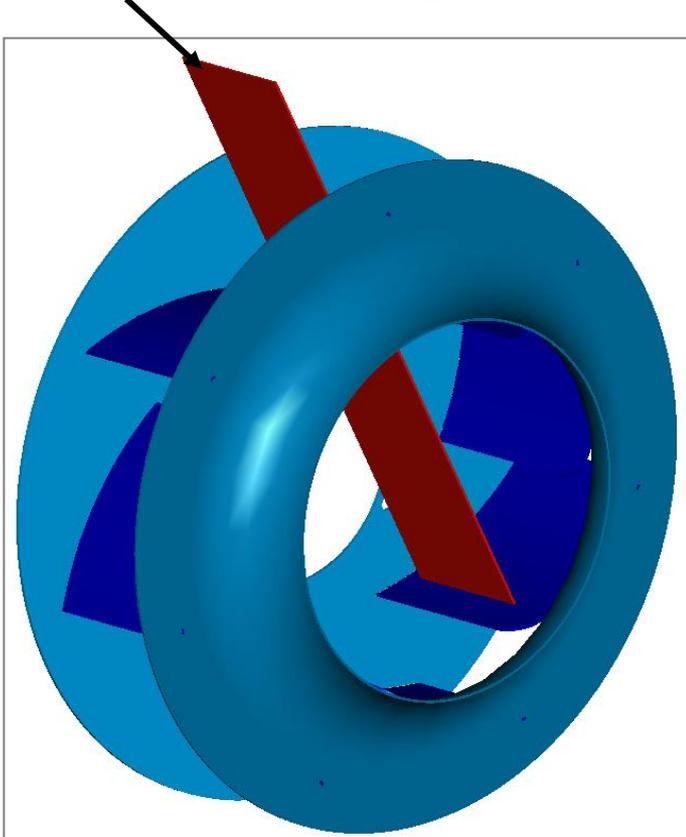


Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

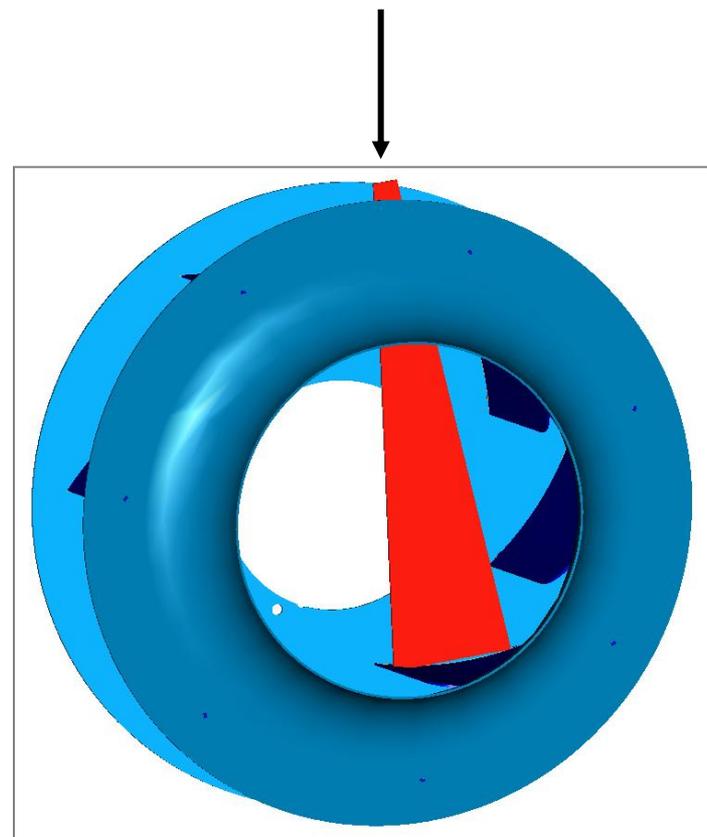
Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Particle Image Velocimetry (PIV)**

Radialventilator

Messebene, druckseitig

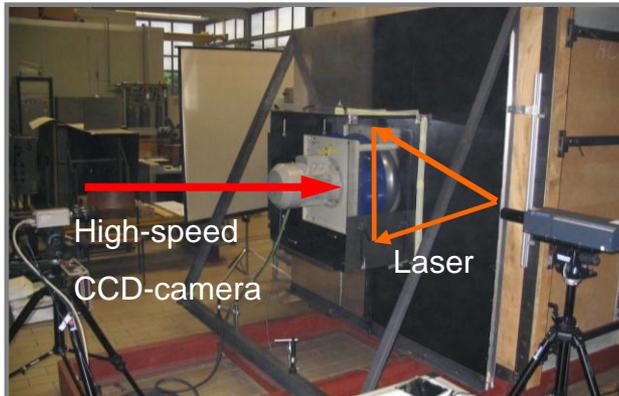


Messebene, saugseitig

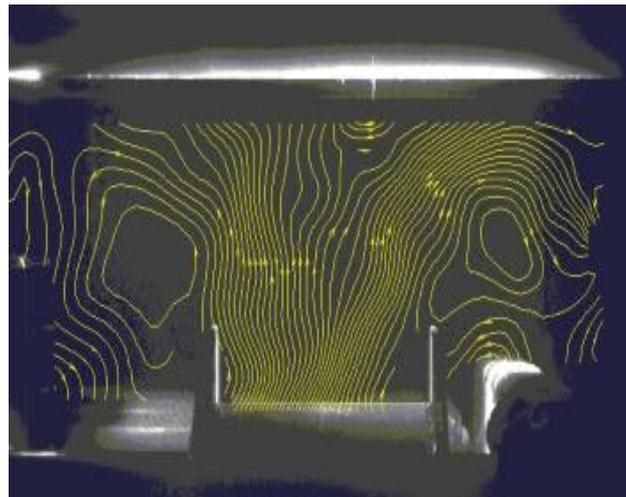


Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

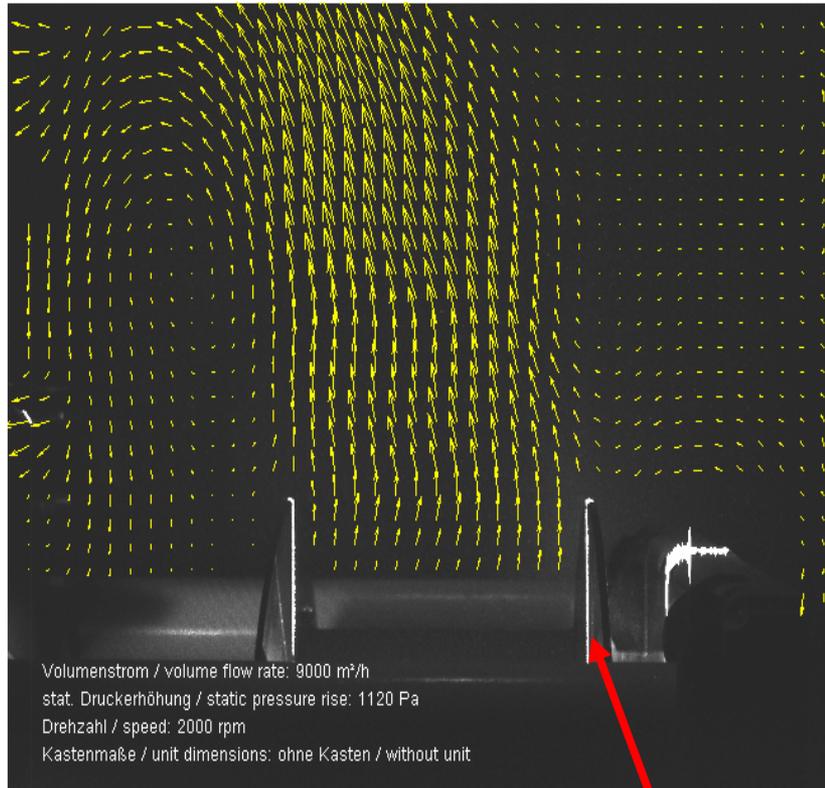
Reduzierung des Energiebedarfs durch die Entwicklung hocheffizienter Ventilatoren (hohe Wirkungsgrade). **Particle Image Velocimetry (PIV)**



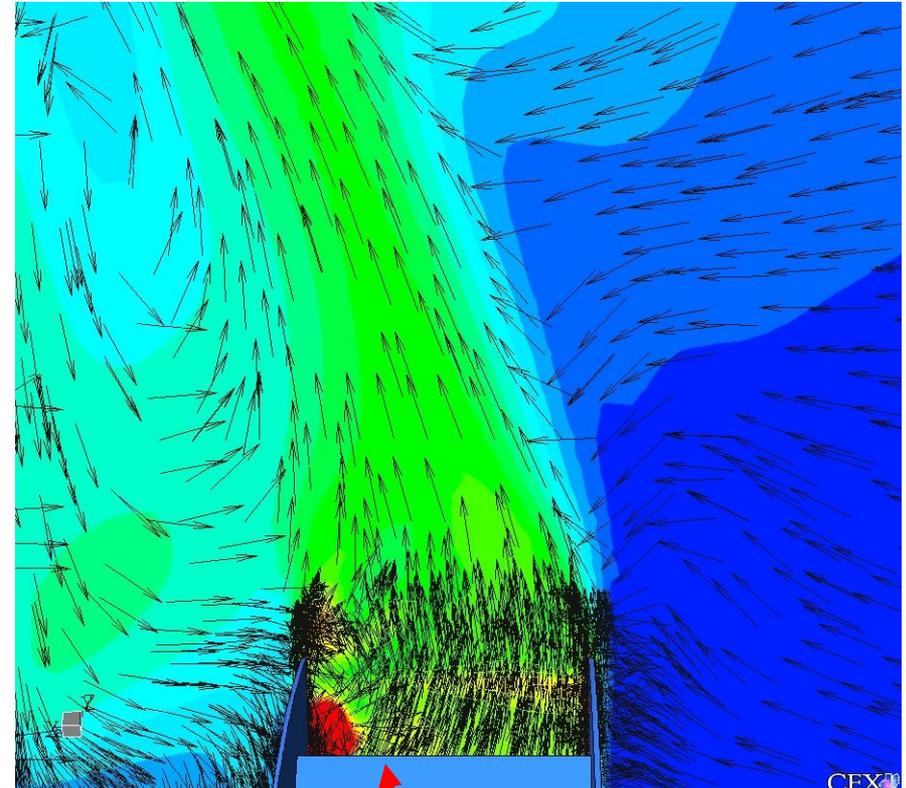
Radialventilator



Comparison between PIV- Measurement and CFD-calculation



plug fan (free outlet)

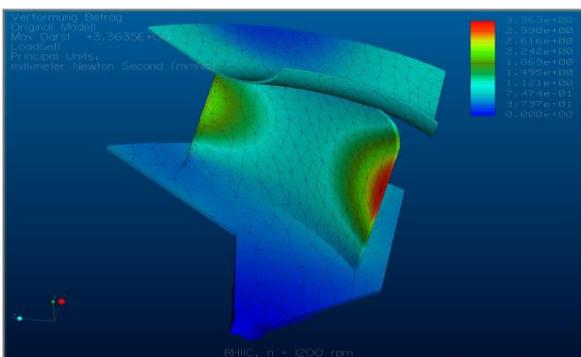
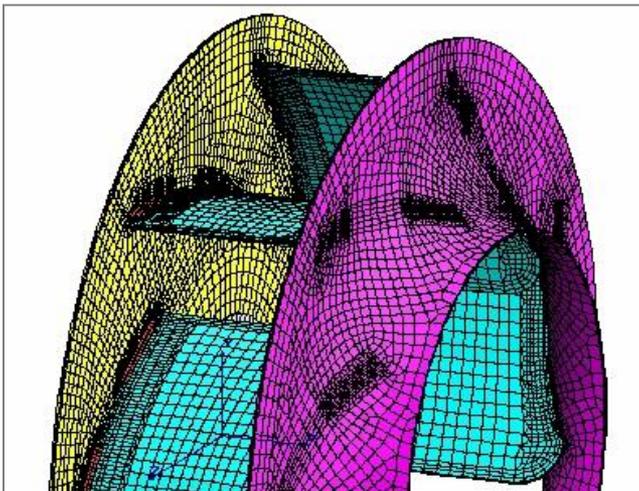


plug fan (free outlet)

Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

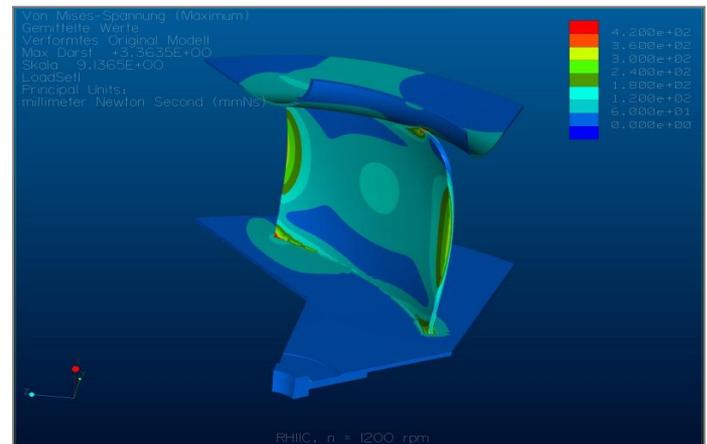
Schonender Umgang mit fossilen Rohstoffen durch Optimaler Materialeinsatz.,
 Festigkeitsberechnung (FEM)

FEM-model



Spannung

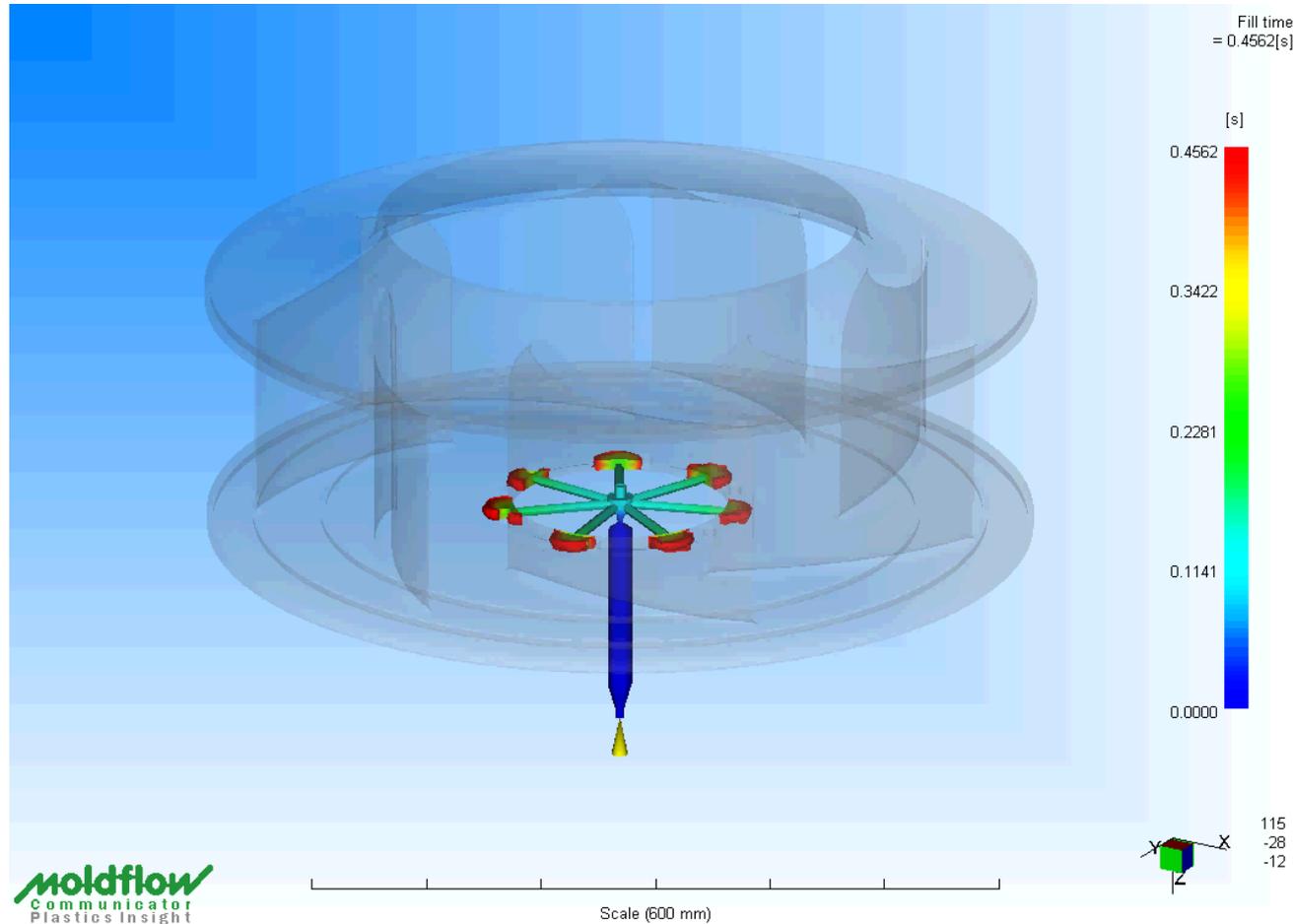
High speed test rig



Verformung

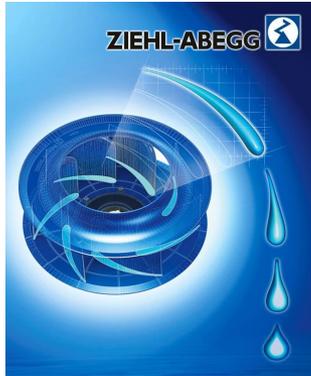
Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Schonender Umgang mit fossilen Rohstoffen durch Optimaler Materialeinsatz, **Moldflowanalyse**

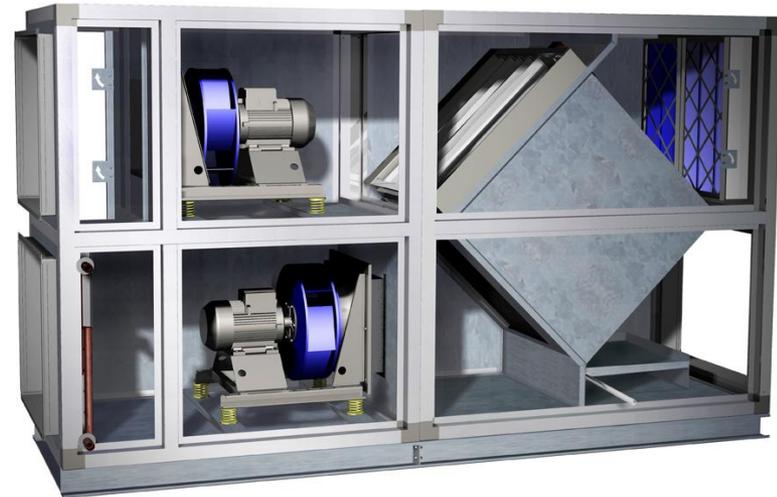


Anforderungen an die Ventilatorenhersteller

Schonender Umgang mit fossilen Rohstoffen durch Optimaler Materialeinsatz



Video Cpro



Zusammenfassung

- Die neue Ökodesign-Richtlinie stellt die Ventilatorenhersteller vor Herausforderungen.
- Sie bietet aber auch die Chance, für hochwertige technologische Produkte einen Markt zu schaffen.
 - Ineffiziente Produkte werden vom Europäischen Markt verschwinden.
 - Zunehmend werden effiziente Motoren mit Drehzahlregelung und hoch-effizienten Laufrädern kombiniert werden.
- Nicht nur effiziente Ventilatoren sondern auch die entsprechende strömungs-günstige Einbausituation wird immer wichtiger, um effiziente Geräte bzw. Systeme zu generieren.
 - Der Abstimmung zwischen Ventilator- und Gerätehersteller wird immer mehr Bedeutung zukommen.