

Fachveröffentlichung

Sinnvoller Einsatz energiesparender Ventilatoren



Dipl. Ing. Heinz Jackmann
Geschäftsfeldleiter Industriekälte

Themenschwerpunkte:

Der erste Teil des Vortrages vermittelt grundlegende Kenntnisse, um die Energieeffizienz eines Ventilators zu beurteilen:

- Verschiedene Bauarten von Ventilatoren
- Wirkungsgrad Flügel und Motor
- Nutzbarer Druck und Strömungsverluste
- Gesamtwirkungsgrad
- Antriebsleistung des Ventilators und Leistungsaufnahme des Motors

Im zweiten Teil geht es um die Möglichkeiten, Energie für die Antriebsleistung von Ventilatoren einzusparen:

- Auswahl von Ventilatoren mit kleiner Drehzahl
- Reduzieren der Drehzahl mit geeigneten Regelsystemen
- Technischer Vergleich der Regelsysteme
- Kostenvergleich unterschiedlicher Konzepte
- Ventilatoren mit EC-Motor oder Owllet-Flügeln

Vorwort

Um über den sinnvollen Einsatz energiesparender Ventilatoren eine Aussage zu treffen, muss zunächst einmal geklärt werden, was unter energiesparenden Ventilatoren zu verstehen ist.

Auf den ersten Blick sind es die neuesten Entwicklungen von Ventilatoren mit EC-Motoren oder optimierten Flügeln.

Diese technischen Entwicklungen führen zu einer Verbesserung der Wirkungsgrade von Motor und Flügel. Wie groß die Verbesserung der Wirkungsgrade ist, hängt aber davon ab, mit welchem Stand der Technik man sie vergleicht. Nicht nur ein EC-Motor oder ein High-Tech-Flügel, sondern auch die Auswahl des optimalen Ventilators und eine optimale Betriebsweise haben erheblichen Einfluss auf die Energiekosten.

Als erstes sollte die Auswahl und Betriebsweise eines Ventilators optimiert werden, um dann mit High-Tech-Lösungen von Motor und Flügeln zusätzliche Energiekosten einzusparen.

Der erste Teil des Vortrags beschäftigt sich mit der Ventilatorentechnik, damit Sie beurteilen können, ob es sich um einen geeigneten und energiesparenden Ventilator handelt.

Der zweite Teil zeigt Beispiele für eine optimale Auswahl und einen energieoptimierten Betrieb von Ventilatoren.

Inhaltsangabe:

1. Verschiedene Bauarten von Ventilatoren
2. Wirkungsgrad von Flügel und Motor
3. Statischer und dynamischer Druck
4. Gesamtwirkungsgrad und Leistungsaufnahme
5. Zusammenfassung Teil 1

6. Reduzierung der Energiekosten
 - 6.1 durch große Ventilatordurchmesser mit kleiner Drehzahl
 - 6.2 durch Absenkung der Drehzahl mit Drehzahlregler
 - 6.3 Technischer Vergleich verschiedener Systeme zur Drehzahlreduzierung
7. Kostenvergleich verschiedener Systeme zur Drehzahlreduzierung
8. Sinnvoller Einsatz von EC-Ventilatoren und Owllet-Ventilatoren

9. Zusammenfassung

1. Verschiedene Bauarten von Ventilatoren

Ventilatoren sind Strömungsmaschinen, um Luft zu befördern und Drücke aufzubauen. In der Kälte- und Klimatechnik werden Axialventilatoren für niedrige und mittlere Drücke oder Radialventilatoren für höhere Drücke eingesetzt.

Axialventilatoren für hohe Fördervolumen und niedrige Drücke haben lange Flügel und kleine Nabendurchmesser. Sollen mit Axialventilatoren höhere Drücke aufgebaut werden, sind Laufräder mit größeren Nabendurchmessern erforderlich.

Die Antriebsmotore sind entweder in die Laufradnabe integriert (Aussenläufermotor), oder es werden Motore in Standardbauweise mit angeflanschem Flügel verwendet.

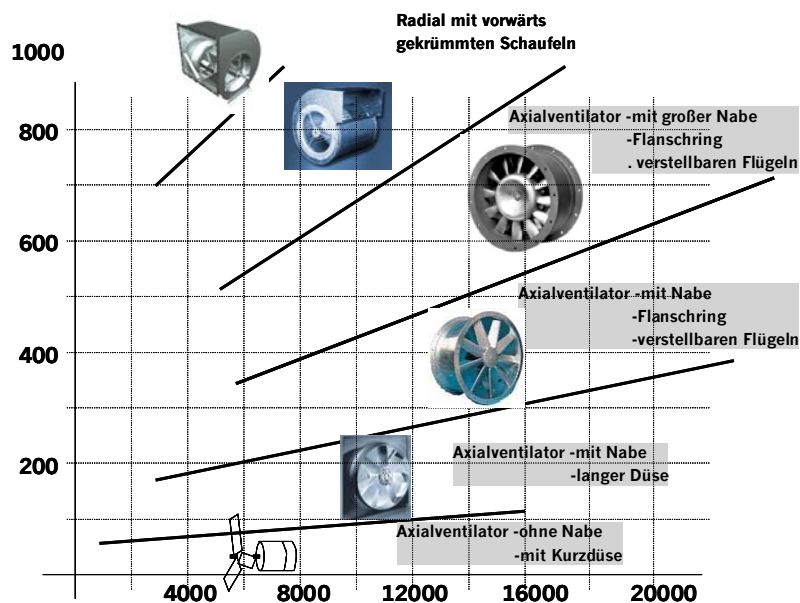
Radialventilatoren gibt es als Gehäuseventilatoren oder als frei laufende Räder.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Laufrädern mit vorwärts gekrümmten Schaufeln für hohe Fördervolumen bei mittleren Drücken und niedrigen Schaltpegeln,

und Laufrädern mit rückwärts gekrümmten Schaufeln für hohe Drücke in speziellen Anlagen.

Der Antrieb der Laufräder erfolgt direkt oder mit Keilriemen.

Bild 1:
Übersicht über Ventilatoren in der Kälte und Klimatechnik



In der Kälte- und Klimatechnik werden überwiegend Ventilatoren mit hohem Fördervolumen bei Druckdifferenzen zwischen 50 – 200 Pa benötigt.

Für diesen Anwendungsfall eignen sich besonders Axialventilatoren mit kleinen bis mittleren Nabendurchmessern und langen Flügeln.

Nur für spezielle Anwendungen mit Luftkanälen werden Radialventilatoren eingesetzt.

Im folgenden wird sich dieser Vortrag auf Axialventilatoren für niedrige bis mittlere Drücke konzentrieren.

2. Wirkungsgrad von Flügel und Motor

Die wichtigsten Parameter für die Auswahl eines Ventilators sind:

- Volumenstrom (m³/h)
- Statische Druckerhöhung (Ps in Pa)
- Schall (db (A))
- Temperatur

Um einen Volumenstrom zu fördern und Druck aufzubauen, treten im Ventilator mechanische, elektrische und strömungsbedingte Verluste auf.

Für eine hohe Energieeffizienz gilt es, diese Verluste zu minimieren.

2.1 Wirkungsgrad Flügel

Einfache Laufräder haben Blechflügel ohne Profil (Wirkungsgrad ca. 50 – 60 %).

Optimierte Laufräder haben profilierte Flügel mit angepassten Anstellwinkeln für die unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeit (Wirkungsgrad ca. 60 – 70 %).

Sehr hochwertige Laufräder haben profilierte Flügel in Sichelform zur Reduzierung der Schalleistung (Wirkungsgrad 70-80 %).

Neueste Entwicklungen haben Winglets an den Flügelspitzen zur Optimierung des Wirkungsgrades und gefächerte Abrisskanten für eine weitere Reduzierung des Geräuschpegels (Wirkungsgrad ca. 75 – 85 %).

Die Schalleistungspegel der Laufradtypen verhalten sich umgekehrt proportional zu den Wirkungsgraden, dass heißt profilierte Flügel mit hohem Wirkungsgrad sind leiser als einfache Flügel ohne Profil.

Bild 1: Wirkungsgradvergleich Ventilatorflügel

Schallpegelvergleich Ventilatorflügel



$\eta = 0,5 - 0,6$



$\eta = 0,6 - 0,7$



Schallpegel: * *



Schallpegel: * * *



$\eta = 0,7 - 0,75$



$\eta = 0,75 - 0,8$



Schallpegel: * * * *



Schallpegel: * * * * *

2.2 Wirkungsgrad Motor

Für den Antrieb von Axialventilatoren werden je nach Baugröße und Anwendung Motoren unterschiedlicher Bauart eingesetzt.

Die wichtigsten Bauarten sind: Spaltpolmotor, Asynchronmotor (AC-Motor) und EC-Motor.

Spaltpolmotor:

Für kleine Ventilatoren, z. B. in Kühltheken, werden überwiegend Spaltpolmotoren eingesetzt. Diese Motoren sind kostengünstig, haben aber einen schlechten Wirkungsgrad.

Der Spaltpolmotor ist eine einfache, kostengünstige Bauart für kleine Ventilatoren mit Antriebsleistungen bis ca. 50 W. Der Wirkungsgrad beträgt ca. 15- 30 %.

Asynchron-Motor – als Außenläufermotor:

In Europa hat sich die Bauart mit Außenläufermotor bei Ventilatoren in Verflüssigern und Luftkühlern in den letzten Jahren durchgesetzt.

Die Motoren werden in die Nabe des Ventilators integriert. Sie haben eine weiche Kennlinie, sanftes Anlaufverhalten, gute Wärmeabgabe über den Ventilatorflügel und sind spannungsregelbar.

Die Baugröße der Motoren ist begrenzt durch die Abmessungen der Ventilatornaben.

Übliche Baugröße: bis 3,6 kW, Ventilatordurchmesser: bis 1.000 mm.

Wirkungsgrad des Außenläufermotors als Wechselstrommotor: ca. 60 - 70 %.

Wirkungsgrad des Außenläufermotors als Drehstrommotor: ca. 70 – 80 % .

Asynchron-Motor – als separater Motor in Standardbauweise:

Diese Motoren werden für Axialventilatoren mit separatem Laufrad verwendet oder für Radialventilatoren mit Riemenantrieb. Baugröße: ca. 0,5 – 11 kW.

Wirkungsgrad: ca. 70 – 80 %.

EC-Motor – als Außenläufermotor:

Der EC-Motor ist ein Gleichstrommotor mit Nebenschluss-Charakteristik und integrierter Elektronik. Durch einen Permanentmagneten im Rotor werden Induktionsverluste minimiert und ein hoher Wirkungsgrad erreicht.

Die integrierte Leistungselektronik verwandelt den Drehstrom in Gleichstrom. Dadurch ist es möglich, diesen Motor an unterschiedliche Spannungsnetze anzuschließen und anzugleichen.

Die integrierte Steuerelektronik beinhaltet eine Motorüberwachung und einen Drehzahlregler für die Regelung nach dem Druck, der Temperatur oder einem Standardsignal 0-10 V.

Jeder EC-Ventilator muss vor dem Einbau für das Stromnetz und die Regel-Charakteristik parametrieren werden.

Baugröße: bis 5,5 KW

Wirkungsgrad: 84 –89 %.

Bild 2: Wirkungsgradvergleich Ventilator-Motoren

Spaltpolmotor



n= 15-30 %

AC-Außenläufermotor



η 1 Ph= 60-70 %
 η 3 Ph= 70-80 %

AC-Normmotor



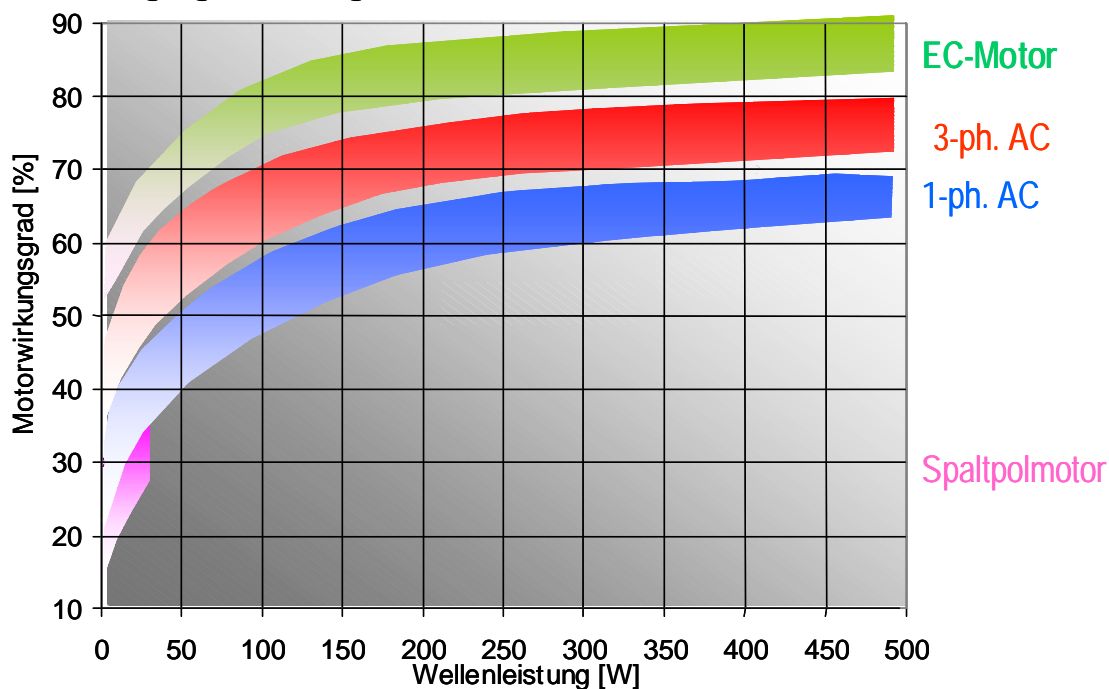
n= 70-80 %

EC-Außenläufermotor



n= 84-90 %

Wirkungsgradvergleich Motore



3. Statischer und dynamischer Druck

Für die Anwendung in kältetechnischen Apparaten wird ein Ventilator mit einem definierten Fördervolumen benötigt und einem definierten statischen Druck für die externen Systemverluste.

Statischer Druck P_s

Statischer Druck P_s = nutzbarer Druck, auch externer Druck genannt.

Dieser Druck wird benötigt für die anlagenbedingten Druckverluste, z. B. in Luftkühlern und Luftkanälen.

Dynamischer Druck P_d

Dynamischer Druck = ventilatorbedingte Strömungsverluste

Für die Förderung des Luftvolumens ist es erforderlich, dass die Luft mit hoher Geschwindigkeit durch die Ventilatordüse über das Laufrad strömt.

Dabei entstehen ventilatorbedingte Strömungsverluste. Diese Strömungsverluste sind der dynamische Druck und müssen als zusätzliche Ventilatorarbeit verrichtet werden.

Totaldruck P_t

Totaldruck $P_t = P_s + P_d$ = Gesamte Druckdifferenz, die der Ventilator aufbringen muss.

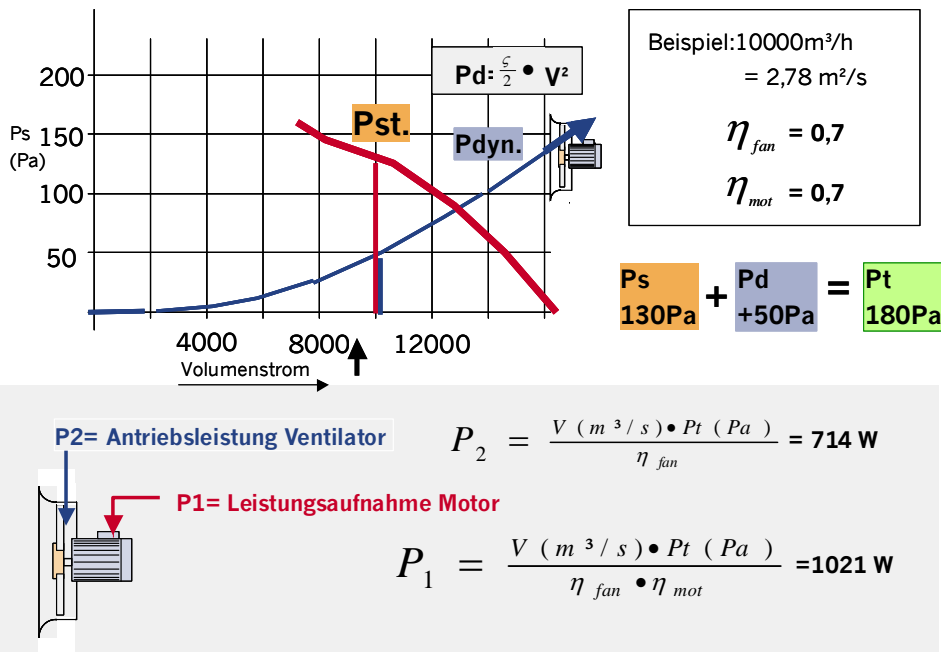
Der Totaldruck ist die Summe der Druckverluste (extern und intern).

Die Antriebsleistung für das Laufrad errechnet sich aus der geförderten Luftmasse multipliziert mit dem Totaldruck und dividiert durch die Wirkungsgrade für den Flügel und den Motor.

Um Energie einzusparen, ist es deshalb wichtig einen Ventilator mit einem großen Anteil von statischem Druck und einem möglichst kleinen Anteil von dynamischem Druck auszuwählen

Dies kann z. B. erreicht werden durch die Auswahl von Ventilatoren mit großem Durchmesser und kleiner Drehzahl.

Bild 3: statischer und dynamischer Druck



4. Gesamtwirkungsgrad und Leistungsaufnahme

4.1 Gesamtwirkungsgrad eines Ventilators:

Die Energie-Effizienz eines Ventilators erkennt man am Gesamtwirkungsgrad.

Der Gesamtwirkungsgrad setzt sich zusammen aus

- Wirkungsgrad Flügel
- Wirkungsgrad Motor
- und Strömungsverlust (P_s / P_d , = Gesamtdruck / statischer Druck).

Beispiel:

Wirkungsgrad Flügel 0,7

Wirkungsgrad Motor 0,7

Anteil statischer Druck am Gesamtdruck 0,6

= Gesamtwirkungsgrad 0,29

Das bedeutet: Dieses System hat einen nutzbaren Ventilator-Wirkungsgrad von 29 %.

Beispiel eines technisch optimierten Systems:

Wirkungsgrad Flügel 0,8

Wirkungsgrad Motor 0,95

Anteil statischer Druck am Gesamtdruck 0,7

= Gesamtwirkungsgrad 0,53

Das bedeutet : Der Ventilator-Wirkungsgrad des optimierten Systems liegt bei 53 %.

Damit wird deutlich, dass nicht alleine der Motor oder der Flügel, sondern auch der dynamische Druckverlust des Ventilators entscheidenden Einfluss auf die Energieeffizienz hat.

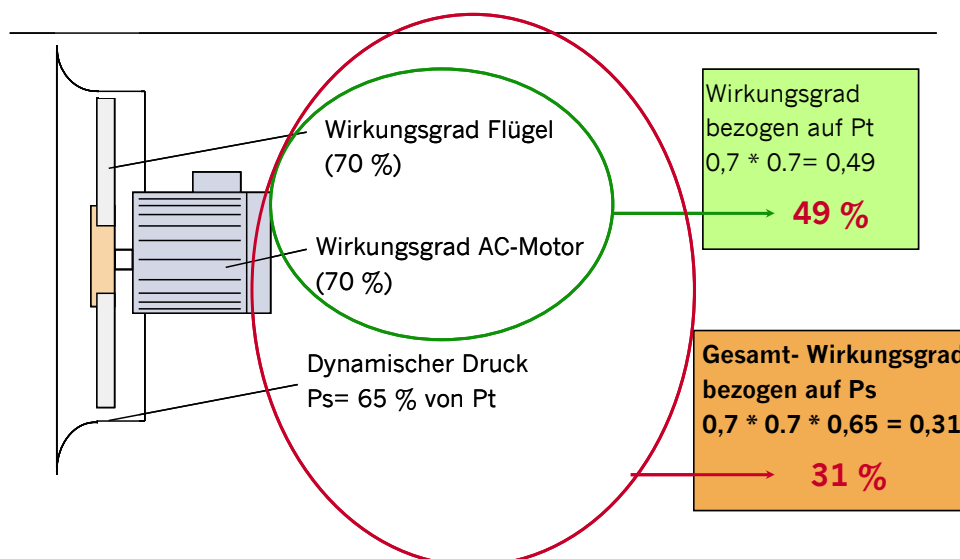
Um den Wirkungsgrad zu optimieren, benötigen wir also:

-niedrigen dynamischen Druckverlust (großer Ventilator Durchmesser und kleine Drehzahl)

-guten Flügelwirkungsgrad (profilierter Flügel, Sichelform, Winglets)

-guten Motorwirkungsgrad (EC-Motor oder AC-Motor-Reglerkombination mit gutem Teillastverhalten)

Bild 4: Wirkungsgraddefinition



4.2 Leistungsaufnahme eines Ventilators

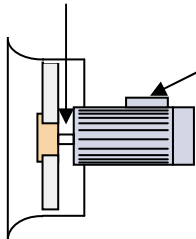
Die Leistung eines Ventilators wird definiert als:

P₂= Antriebsleistung des Ventilators

P₁=Leistungsaufnahme des Ventilatormotors einschl. Motorwirkungsgrad

P₂= Antriebsleistung Ventilator

$$P_2 = \frac{V (m^3 / s) \cdot Pt (Pa)}{\eta_{fan}} = 714 \text{ W}$$



P₁= Leistungsaufnahme Motor

$$P_1 = \frac{V (m^3 / s) \cdot Pt (Pa)}{\eta_{fan} \cdot \eta_{mot}} = 1021 \text{ W}$$

Für die Berechnung der entstehenden Energiekosten ist die Leistungsaufnahme des Motors P₁ entscheidend. Viele Hersteller geben für Ventilatoren mit Motor und separatem Flügel die Ventilator-Antriebsleistung P₂ an und suggerieren damit einen niedrigen Energieverbrauch.

Die Leistungsaufnahme P₁ ist jedoch entscheidend für den Energieverbrauch und liegt ca. 30 % höher bedingt durch die Wirkungsgradverluste im Motor.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist also mit der Leistungsaufnahme P₁ und nicht mit der Ventilatorleistung P₂ zu rechnen.

Bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für Ventilatoren in Verflüssigern oder Rückkühlern wird nur die Summe der aufgenommenen Leistung P₁ aller Ventilatoren berücksichtigt.

Bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für Ventilatoren in Luftkühlern berücksichtigen Sie bitte auch, dass die gesamte Leistungsaufnahme P₁ als Wärme in den Kühlraum abgegeben wird. Diese Wärme muss zusätzlich durch die Kälteanlage wieder abgeführt werden. Dadurch entstehen je nach COP-Wert zusätzliche Energiekosten für die Kälteanlage.

5. Zusammenfassung Teil 1

Energiesparende Ventilatoren haben profilierte Flügel, Motoren mit hohem Wirkungsgrad und niedrige Strömungsverluste durch große Ventilatordurchmesser und kleine Drehzahl. Güntner-Geräte erfüllen diese Kriterien.

Bis auf wenige Ausnahmen haben die von uns eingesetzten Ventilatoren

-profilierte Flügel in Sichelform oder High-Tech-Flügel

-Motoren mit gutem Wirkungsgrad

-große Ventilatordurchmesser mit kleiner Drehzahl für niedrige Strömungsverluste im Ventilator.

6. Optimierung der Energiekosten

6.1 durch große Ventilatordurchmesser mit niedriger Drehzahl

Für die erforderliche Fördermenge bei niedrigen bis mittleren Drücken können verschiedene Ventilatoren eingesetzt werden:

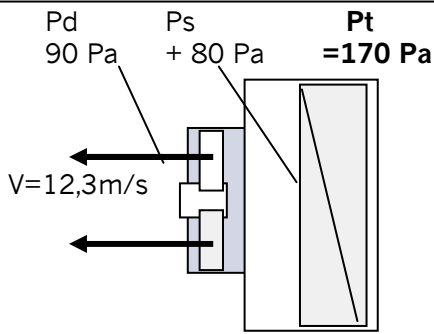
Variante 1: Kleine Durchmesser, hohe Drehzahl

Variante 2: große Durchmesser, niedrige Drehzahl

Variante 2 ist grundsätzlich zu bevorzugen, weil der dynamische Druckverlust (nicht nutzbarer Druck) geringer ist.

Beispiel: Variante 1

Ventilator D=560mm
Volumenstrom 13.500m³/h
Drehzahl 1440 1/min

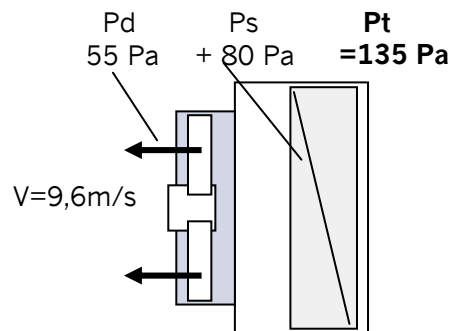


$$P_1 = \frac{V (m^3/s) \cdot Pt (Pa)}{\eta_{fan} \cdot \eta_{mot}}$$

$$P_1 = \frac{3,75 \cdot 170}{0,7 \cdot 0,7} = 1300W$$

Variante 2

Ventilator D=710mm
Volumenstrom 13.500m³/h
Drehzahl 890 1/min



$$P_1 = \frac{3,75 \cdot 135}{0,7 \cdot 0,7} = 1033W$$

Die Leistungsaufnahme des Ventilators mit 890 1/min ist ca. 25 % niedriger.

Bemerkung:

Bei Luftkühlern ist auch die Wurfweite des Ventilators oft ein Kriterium für die Auslegung. Dafür müssen bei einigen Herstellern Ventilatoren mit hoher Drehzahl eingesetzt werden. Eine interessante Alternative ist der Güntner Streamer.

Dabei handelt es sich um eine nachgeschaltete Leiteinrichtung die den Luftstrahl bündelt.

Mit dem Güntner-Streamer ist es möglich, energieoptimierte Ventilatoren mit niedriger Drehzahl einzusetzen und trotzdem eine große Wurfweite zu erzielen.

6.2 durch Absenkung der Drehzahl mit Drehzahlregler

Die Absenkung der Drehzahl führt zu einer erheblichen Reduzierung der Antriebsleistung. Die Antriebsleistung reduziert sich in der dritten Potenz zur Drehzahl.

P= Antriebsleistung Ventilator

$$P = \sqrt[3]{\frac{n2}{n1}}$$

n1 = volle Drehzahl

n2 = reduzierte Drehzahl

Beispiel:

90 % Ventilatordrehzahl = 73 % Antriebsleistung.

70 % Ventilatordrehzahl = 34 % Antriebsleistung !!!

Bei Verflüssigern kann die Ventilatordrehzahl nachts und während der kälteren Jahreszeit reduziert werden.

Bei Luftkühlern ist eine Reduzierung der Drehzahl häufig am Wochenende und während der Nacht möglich, wenn nur wenig Ware in das Kühlhaus gelangt.

6.3 technischer Vergleich verschiedener Systeme zur Drehzahlreduzierung

Durch die Drehzahlregelung entsteht eine anteilig höhere Verlustwärme im Motor und zusätzliche Verluste durch die Regler.

Der Energieverbrauch der Motore im Teillastbetrieb reduziert sich nicht in gleichem Maß wie die Antriebsleistung für die Ventilatorflügel, sondern ist abhängig vom eingesetzten Regelsystem.

Für die Drehzahlreduzierung können folgende Systeme eingesetzt werden:

Regelsystem	Drehzahl
1-Umschaltung Dreieck – Stern	ca. 100/70 %
2-Umschaltung Dahlander	ca. 100/50 %
3-Spannungsregelung mit Trafo	ca. 10 – 100 %
4-Spannungsregelung mit Phasenanschnittregler	ca. 10 – 100 %
5-Frequenzregelung mit Frequenzumformer und Filter	ca. 10 – 100 %
6-Drehzahlgeregelte EC-Motore	ca. 10 – 100 %

Beim Regelsystem 1-4 handelt es sich um eine Regelung durch Verändern der Spannung.

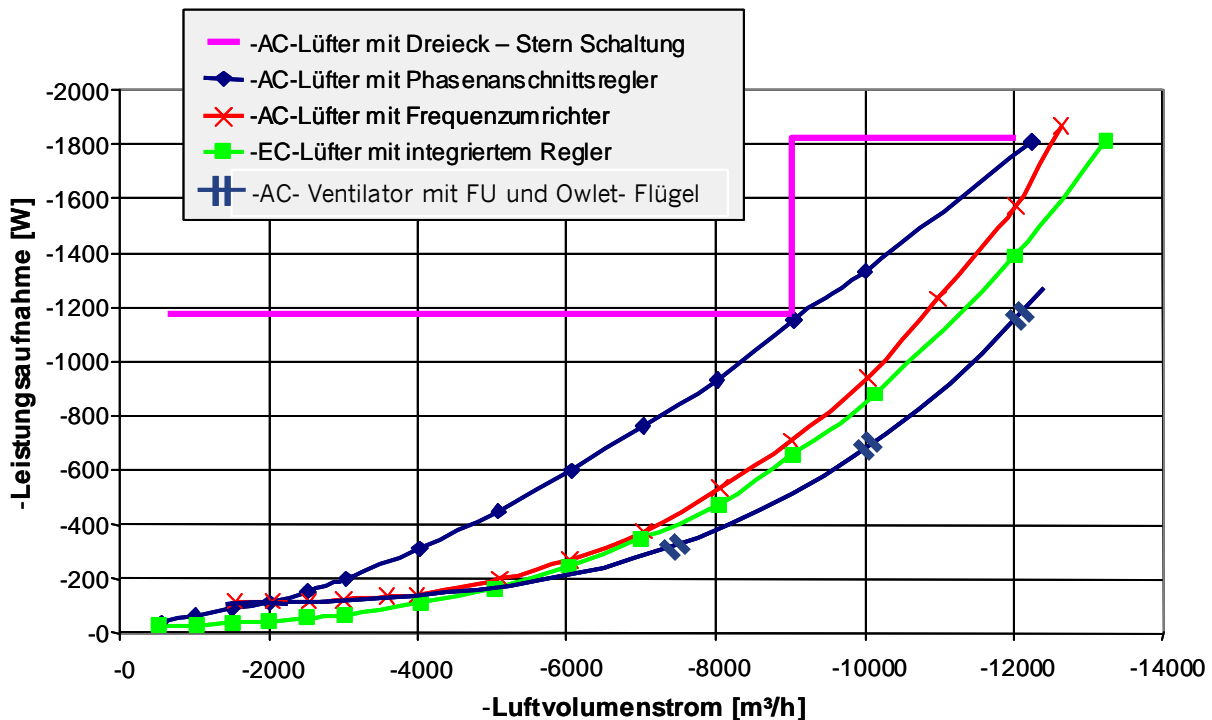
Beim Regelsystem 5 wird die Frequenz verändert.

Beim Regelsystem 6 wird der Strom umgewandelt in Gleichstrom.

Bitte beachten Sie, dass nicht alle Motore für alle Arten der Regelung geeignet sind.

Das nachstehende Diagramm zeigt die Leistungsaufnahme der Motoren bei reduzierter Drehzahl (Luftmenge) und unterschiedlichen Regelsystemen.

-Leistungsaufnahme von Ventilator + Drehzahlregler



Die größten Motorverluste bei reduzierter Drehzahl treten auf bei der Spannungsregelung mit Phasenanschnittregler, Trafo oder Dreieck- / Stern-Schaltung

Der Frequenzumrichter mit Sinusfilter hat weniger Verluste und einen deutlich besseren Wirkungsgrad im reduzierten Drehzahlbereich.

Die geringsten Motorverluste und den besten Wirkungsgrad bei reduzierter Motordrehzahl hat der Ventilator mit EC-Motor.

Der Owllet-Ventilator erreicht die besten Werte aller Ventilatoren im höheren Drehzahlbereich. In diesem Drehzahlbereich wird der geringere Wirkungsgrad des geregelten AC-Motors durch den hohen Flügelwirkungsgrad des Hightech-Flügels mehr als kompensiert.

7. Kostenvergleich verschiedener Systeme zur Drehzahlreduzierung

1) Phasenanschnitt	2) Frequenzumrichter	3) EC- Ventilatoren	4) Größeres Gerät mit Phasenanschnitt
-GVH 080.2A/2x3-S(D) - 6 AC Ventilatoren -Schaltschrank -Phasenanschnittregler -Geräuschfilter	-GVH 080.2A/2x3-S(D) -6 AC Ventilatoren -Schaltschrank -Frequenzumrichter -Sinusfilter	-GVH 080.2A/2x3-S(D) -6 EC Ventilatoren -Schaltschrank	-GVH 080.2B/2x3-S(D) - größeres Gerät - 6 AC Ventilatoren -Schaltschrank -Phasenanschnittregler -Geräuschfilter
- Pel. : 2,22KW - Schall: 42 db(A)	- Pel. : 2,22KW - Schall: 42 db(A)	- Pel. : 1,90KW - Schall: 42db(A)	- Pel. : 1,5 KW - Schall: 39 db(A)
- € 17.808,-	- € 20.230,-	- € 20.339,-	€ 19.250,-

8. Vergleich System 1 - 4

System 1:

System 1 mit Phasenanschnittregler ist das System mit den geringsten Investitionskosten. Phasenanschnittregler sind wirtschaftlich für Ventilatoren mit geringer Betriebszeit im drehzahlreduzierten Bereich (z. B. Klimaanlage).

Systeme 2+3:

Systeme 2+3 mit Frequenzumrichter oder EC-Technik haben einen deutlich geringeren Energiebedarf im drehzahlreduzierten Betrieb als System 1. Die Mehrkosten dieser Regelsysteme müssen sich über die Einsparung der Betriebskosten amortisieren. Deshalb eignen sich Systeme mit Frequenzumrichter oder EC-Technik besonders für Anlagen, deren Ventilatoren lange Laufzeiten im drehzahlreduzierten Betrieb haben (z. B. Kälteanlagen, EDV oder Prozessklima). Die EC-Ventilatoren haben einen ca. 15 % besseren Motorwirkungsgrad. Dieser Vorteil lässt sich aber nur bei hoher Drehzahl ausnutzen.

System 4:

Bei diesem System wurde ein größeres Gerät gewählt, mit einem größeren Wärmeaustauscher und Ventilatoren mit kleinerer Drehzahl. Die Mehrkosten für dieses System betragen ca. 50 % der Mehrkosten für System 2 oder 3. Bei dieser Auslegung lässt sich bereits im unregelmäßigen Betrieb eine Energieeinsparung von 25 % erzielen – ein Wert, der vom Frequenzumrichter oder EC-System unter Umständen gar nicht erreicht wird. Ein weiterer Vorteil ist der um etwa 3 dB niedrigere Schallpegel. Hat man sich bereits im Vorfeld für dieses sparsamere und leise System 4 entschieden, kann durch EC-Ventilatoren zusätzliche Energie gespart werden.

9. Zusammenfassung

1. Durch die gezielte Auswahl von Güntner-Geräten mit langsam laufenden Ventilatoren kann die meiste Energie eingespart werden.
Die Mehrkosten sind oft geringer als für aufwändige Ventilatoren und Regelsysteme und amortisieren sich in kurzer Zeit durch die Einsparung der Energiekosten.
2. Durch Reduzieren der Drehzahl mit verschiedenen Regelsystemen kann der Energieverbrauch der Ventilatoren deutlich gesenkt werden.
3. Durch geeignete Regler mit Frequenzumrichter und Sinus-Filter (z. B. Güntner Sinus-Regler) kann der Energieverbrauch der Ventilatoren im Teillastbetrieb optimiert werden.
4. EC-Ventilatoren haben einen ca. 10-15 % besseren Motorwirkungsgrad und ein optimales Regelsystem. Gegenüber einem AC-Motor mit Sinus-Regler können im oberen Drehzahlbereich ca. 15 %, im mittleren Drehzahlbereich ca. 8 % und im unteren Drehzahlbereich ca. 2 % Energie eingespart werden. Jeder EC Ventilator ist für mehrere Spannungen einsetzbar, muss aber vor dem Einbau grundsätzlich parametrieren werden.
EC Ventilatoren haben eine interne Motorüberwachung und benötigen weniger Schaltschrank und Verdrahtungsaufwand.
Dadurch werden die Mehrkosten zu einem großen Teil kompensiert.
5. Ventilatoren mit Owllet-Flügeln oder anderen Hightech-Flügeln haben einen höheren Wirkungsgrad und haben das höchste Potential an Energieeinsparung im oberen Drehzahlbereich.
6. Durch Ventilatoren mit EC-Motor und Hightech-Flügeln kann der Energieverbrauch weiter optimiert werden.