



**EUROPÄISCHE KOMMISSION**  
GENERALDIREKTION ENERGIE UND TRANSPORT

Neue Energien & Bedarfsmanagement  
**Förderung Erneuerbarer Energiequellen & Bedarfsmanagement**

Brüssel, 1. Januar 2003

## **DAS EUROPÄISCHE MOTOR CHALLENGE PROGRAMM**

**Modul Ventilatorensysteme**



## Inhalt

1. Bestandsaufnahme der Ventilatorenkomponenten und ihrer Funktionsweise .....	1
A. Allgemeine Systembeschreibung .....	1
B. Dokumentation und Messung der Systembetriebsparameter .....	2
C. Allgemeine Systemkennzahlen .....	2
2. Bewertung energiesparender technischer Maßnahmen .....	2
3. Aktionsplan .....	8
4. Jahresbericht .....	9
Anhang 1: Bestandsaufnahme „Ventilatorensystem“ .....	10

## 1. Bestandsaufnahme der Ventilatorenkomponenten und ihrer Funktionsweise

Als ersten Schritt zur Identifizierung potentieller Energiesparmaßnahmen sollte ein MCP-Partner eine **Bestandsaufnahme** der Ventilatorenkomponenten und der wesentlichen Systembetriebsparameter erstellen. Die Bestandsaufnahme erfolgt in drei Phasen.

### A. Allgemeine Systembeschreibung

Die Basissystembeschreibung umfasst im Wesentlichen folgende (Typenschild-) Daten, die aus Firmenunterlagen oder mit Hilfe einfacher Messungen erhoben werden können. In vielen Unternehmen können betriebliche Mitarbeiter die meisten oder gar alle genannten Informationen zusammenstellen.

1. Betriebszweck (Belüftung, Stofftransport, Rauchabzug usw.)
2. Ventilatorentyp (axial, zentrifugal usw.)
3. Luftstrom (in  $\text{m}^3/\text{s}$ )
4. Motorleistung (in kW),
5. Betriebspunkt,
6. Betriebsstunden,
7. Steuergeräte,
8. Kraftübertragung (Keilriemen, direkt usw.).

## B. Dokumentation und Messung der Systembetriebsparameter

Da die Zahl der installierten Ventilatoren sehr groß sein kann, ist die Dokumentation oder Messung der o. g. Elemente der 50 größten Ventilatoren oder der drei größten Ventilatorengruppen wünschenswert. Ein anderer Ansatz kann auch darin bestehen, sich auf alle Ventilatoren für zwei ausgewählte Anwendungen (z. B. HLK oder Stofftransport) zu konzentrieren.

Die Erhebung dieser Daten kann von entsprechend qualifiziertem betriebseigenem Personal oder von Dritten, beispielsweise einem MCP-Endorser, durchgeführt werden.

## C. Allgemeine Systemkennzahlen

Auf der Basis der erhobenen Daten können folgende Systemkennzahlen, die die System-Performance wiedergeben, näherungsweise ermittelt werden.

<b>Insgesamt</b>			
Stromverbrauch für Ventilatoren [kWh/a]		Gesamter Stromverbrauch [kWh/a]	
<b>Anteil Ventilatorenstromverbrauch [%]</b>			
<b>Systemspezifisch (für jedes System)</b>			
elektrische Leistung des Ventilatorensystems [kW]		Auslegungsvolumenstrom [m <sup>3</sup> /s]	
<b>spezifische Ventilatorenleistung [kW/(m<sup>3</sup>/s)]</b>			

Es sei darauf hingewiesen, dass insbesondere für kleine Systeme unter 20 kW Leistung die potentielle Energieeinsparung die zur Erstellung genauer Zahlen notwendige aufwendige Datenerhebung häufig nicht rechtfertigt. In solchen Fällen kann die Bewertung anhand geeigneter Faustregeln erfolgen, wie z. B.

- Jährliche Kapitalkosten können auf etwa 7% der aktuellen Kosten einer Neuanschaffung (des Gesamtsystems) geschätzt werden,
- Wartungskosten betragen ca. 4 bis 5% der aktuellen Kosten einer Neuanschaffung oder
- Energiekosten können aus Nennleistung und Betriebsstunden geschätzt werden.

## 2. Bewertung energiesparender technischer Maßnahmen

Eine Vielzahl von Untersuchungen haben gezeigt, dass durch eine effizientere Nutzung installierter Ventilatoren, insbesondere durch eine sorgfältigere und angepasste Auslegung des Ventilatorensystems (Kanäle, Motorleistungen und Steuerungen) große Energieeinsparungen erzielt werden können. Die wichtigsten Einsparmaßnahmen

men werden im folgenden zusammenfassend dargestellt. Eine wesentliche Schwierigkeit für ein energiesparendes Systemauslegung ist die genaue Voraussage der Verluste, da ohne diese die Systemcharakteristik nicht ermittelt werden kann. Regeln und Steuern ist nötig, um die Systemanforderungen ständig mit der Ventilatorenleistung abzustimmen. Ein Ventilator sollte nicht nur unter "mittleren Auslegungsbetriebsbedingungen" optimal laufen, sondern auch im Teillastbetrieb effizient und zuverlässig arbeiten.

Energieeinsparungen können entweder durch verbesserte spezifische Systemkomponenten oder durch ein optimiertes Gesamtsystem erzielt werden. Der Wirkungsgrad des Gesamtsystems wird wesentlich durch die Komponente mit dem niedrigsten Wirkungsgrad bestimmt. Der Einsatz einiger hocheffizienter Komponenten führt daher nicht automatisch zu einem guten Gesamtwirkungsgrad des Ventilatorensystems, da sich dieser durch Multiplikation der Wirkungsgrade der einzelnen Systemkomponenten ergibt. Die Wechselwirkungen zwischen dem Ventilator und dem System sind für einen leistungsfähigen und energieeffizienten Betrieb entscheidend. Systembezogene Effekte können der Grund für hohe Verluste sein, die dazu führen, dass Ventilatoren fern ihrer Auslegungspunkte arbeiten oder sogar für eine bestimmte Anwendung unbrauchbar werden.

Die effiziente Nutzung eines Ventilators setzt eine sorgfältige Prüfung aller Verlustquellen voraus. Der Ventilator selbst muss zwar korrekt ausgelegt sein, aber der gesamte Aufwand kann durch die Auswahl falscher weiterer Systemkomponenten zunichte gemacht werden. Energieeinsparungen können folglich nur durch eine sorgfältige Auswahl der Ventilatoren in Kombination mit einer Anpassung der Betriebsweise und Verbesserungen am Motor, Antriebs- und Verteilsystem erzielt werden.

Die nachfolgenden Absätze beschreiben die wichtigsten Energiesparmaßnahmen, die auf Ihr System anwendbar sein könnten. Die Maßnahmen sind gemäß ihres Einsparpotentials und ihrer Realisierbarkeit geordnet.

Die Möglichkeiten zur Energieeinsparung in Ventilatorensystemen werden in den vier folgenden Kategorien zusammengefasst:

- a) **Minimierung der Verluste durch die Auslegung der Ventilatorenanlage** bei gegebener Betriebsart, einschließlich Länge und Anordnung von Leitungen, Richtungs- oder Querschnittsänderungen.
- b) **Wahl des besten Ventilators für eine gegebene Betriebsart:** Dies setzt voraus, dass nicht nur die benötigte Spitzenlast, sondern auch die Höhe und der zeitliche Verlauf der benötigten Leistung bekannt sind. Systembezogene Effekte spielen auch hier eine wichtige Rolle.
- c) **Wahl der Regelungsart des Ventilatorarbeitspunktes:** Hierzu gehören Drosselung, variable Geschwindigkeit, variable Geometrie usw.
- d) **Wirkungsgrad des Ventilators:** Verschiedene Ventilarentypen haben unterschiedliche Spitzen-Wirkungsgrade, wobei Axial-Flügelprofil-Ventilatoren die höchsten Werte aufweisen. Aber auch Ventilatoren des selben Typs haben mitunter stark voneinander abweichende Wirkungsgrade. Es sollten immer die effizientesten Ventilatoren bevorzugt werden.

Die folgende Übersicht enthält die wichtigsten Energieeinsparoptionen, die für die Optimierung des Ventilatorensystems berücksichtigt werden sollten. Sie stellt dabei lediglich eine Richtschnur dar, die an spezifische Situationen angepasst werden muss.

### (1) **Steuerung und Motorantriebssystem**

Die Steuerung (einschließlich Bedarfssteuerung und Betriebsplan) ist sehr wichtig, wenn es darum geht, Energie einzusparen.

#### **Betriebsplan**

Zur Laufzeitminimierung ist es wichtig, die Notwendigkeit der Belüftung während verschiedener Zeiten des Jahres, Monats und Tages zu analysieren. Ein anhand dieser Analyse optimierter Einsatzplan kann den Energiebedarf drastisch reduzieren. Zum Beispiel können in gewerblich genutzten Gebäuden und in der Industrie außerhalb der Arbeitszeiten häufig Lüftungsanlagen abgeschaltet werden.

#### **Bedarfsabhängige Steuerung**

Auf dem Markt ist eine Vielzahl an bedarfsabhängigen Steuerungen verfügbar. Durch eine Überwachung des Bedarfs kann der Luftdurchsatz entsprechend angepasst werden. Eine der am häufigsten verwendeten Systeme zur Luftstromregelung ist der Einsatz drehzahlvariabler Antriebe mit Frequenzumrichter<sup>1</sup>. Bei größeren Ventilatoren ist die Einstellung der Schaufelstellung ein übliches Verfahren zur Anpassung des Luftstroms.

### (2) **Motor**

- a) Auswahl des richtigen Motortyps und der richtigen Motorleistung. Ein zu großer Sicherheitszuschlag führt zur Überdimensionierung und zusätzlichen Verlusten. Moderne Motoren bieten gute Wirkungsgrade in einem Nennlastbereich von 80 bis etwa 100 %, was die Auswahl erleichtert. Die Auswahl des richtigen Motors ist dennoch sehr wichtig.
- b) Abgesehen von Anwendungen mit sehr geringem Leistungsbedarf, lohnt es sich immer, Eff1- oder Eff2-Motoren einzusetzen, die dazu beitragen, Energieverluste und damit Kosten zu verringern. (Weitere Informationen finden Sie im Modul Antriebe.)

### (3) **Kraftübertragung**

Die effizienteste Kopplung von Motor und Ventilator ist die Direktkopplung auf einer Achse. Folglich sollte nach Möglichkeit jedes unnötige Element zwischen Motor und Ventilator vermieden werden. Folgende Maßnahmen können ergriffen werden.

- a) Getriebe vermeiden
- b) Von Keilriemen- zu Direktantrieb wechseln
- c) Von Keilriemen- zu Flachriemenantrieb wechseln
- d) Von Flachriemen- zu Direktantrieb wechseln.

---

<sup>1</sup> Wenn die Drehzahl mittels eines Frequenzumrichters variiert wird, ist zu beachten, dass dieser zusätzliche Verluste (typischerweise etwa 5 %) aufweist. Diese können vernachlässigt werden, wenn der Ventilator oft unter Teillast arbeitet. Wenn es jedoch nicht nötig oder möglich ist, den Luftdurchsatz zu variieren, sollte auf den Einsatz eines Frequenzumrichters verzichtet werden.

#### **(4) Luftkanäle**

- a) Das Leitungssystem in Gebäuden und Industrieanlagen wird typischerweise installiert, nachdem die Hauptkonstruktionen/Hauptanlagen errichtet wurden. Dies erfordert teilweise häufige Krümmungen und Querschnittsänderungen. Hinzu kommt, dass meist rechteckige Lüftungskanäle installiert werden, während kreisförmige energetisch günstiger sind.
- b) Darüber hinaus muss eine Ventilatorenanlage nach der Installation so ausgelegt werden, dass überall die erforderliche Luftmengen erreicht werden. Diese Auslegung beinhaltet zum Teil den Einsatz von Drosselklappen, was zusätzliche Druck- und Energieverluste mit sich bringt. Um diese zu minimieren, ist eine korrekte Planung der Lüftungsanlage nötig.

#### **(5) Ventilatorenauswahl und -wartung**

Zusätzliche Energieeinsparungen sind häufig durch die Wahl des richtigen Ventilators realisierbar. Diese wird heute durch die Ventilatorenauswahlprogramme der Hersteller wesentlich erleichtert. Weitere Einsparungen können durch die regelmäßige Wartung von Ventilatoren und Systemkomponenten erzielt werden.

Natürlich hängt die Anwendbarkeit der einzelnen Maßnahmen und ihr Kostenreduktionspotential von der Größe und spezifischen Situation Ihres Betriebs ab. Nur durch eine Analyse Ihres Systems und der Bedürfnisse Ihres Unternehmens lässt sich feststellen, welche Maßnahmen sowohl anwendbar als auch profitabel sind. Ein qualifiziertes Ingenieurbüro (z. B. ein MCP-Endorser) oder entsprechend qualifiziertes, betriebseigenes Personal kann eine solche Untersuchung durchführen.

Eine derartige Analyse wird die Maßnahmen identifizieren, die für Ihr System anwendbar sind, und für jede Maßnahme die erzielbaren Energie- und Kosteneinsparungen, die Kosten der Maßnahme sowie die Amortisationszeit ermitteln. Die Analyseergebnisse sind vertrauliche innerbetriebliche Daten, die nicht an die EU-Kommission weitergeleitet werden müssen.

Die folgende Tabelle zeigt das Einsparpotential für die genannten Maßnahmen und enthält Hinweise zu ihrer Anwendbarkeit bei Neuinvestitionen, bei Generalüberholung und bei Systemnachrüstungen.

**Tabelle 1:** Energieeinsparpotential für Ventilatorensysteme und typische Anwendbarkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen

Einsparmaßnahmen	Einsparpotential [%]	Anwendbarkeit auf Systeme		
		neu	größere Überholung	Nachrüstung
(1) Steuerung				
a) Betriebsplan	10 bis 50			☺
b) Bedarfssteuerung	-5 bis 50		☺	☺
(2) Motor				
a) Auswählen des richtigen Motortyps und der richtigen Motorgröße	5 bis 20	☺	☺	
b) Einsatz hoch-effizienter Motoren (EFF1)	2 bis 10	☺	☺	
(3) Transmission				
a) Von Keilriemen- zu Direktantrieb wechseln	5 (größere Ventilatoren) bis 15 (kleinere Ventilatoren)	☺	☺	
b) Von Keilriemen- zu Flachriemenantrieb wechseln	5-10		☺	☺
(4) Leitungen	etwa 15	☺	☺	
(5) Ventilatorenauswahl und -wartung	5 bis 15	☺	☺	

Dieses Dokument gibt nur einen Überblick über Energiesparmaßnahmen in Ventilatorensystemen. Für weitere Informationen verweisen wir auf die MCP Tool Box, die Leitfäden zu technischen Maßnahmen und zur Lebenszykluskostenberechnung von Ventilatoren enthält. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen auch in anderen Bereichen Kosten senken, z. B. durch Verringerung von Reparaturen oder Produktionsausfällen (die folgende **Tabelle** enthält eine Spalte für die monetäre Bewertung dieser Faktoren).

**Tabelle 2:** Ergebnisse der Ventilatorensystembewertung

Ventilatorerkennung/ Beschreibung	Bewertungsergebnisse				
	spezifischer Aktionsvorschlag	geschätzte jährliche Energieeinsparung (1)	geschätzte Änderung sonstiger Kosten (2)	zusätzliche Investi- tionskosten (2)	Amortisationszeit (Monate)

(1) Wenn Energieeinsparungen nicht exakt bestimmt werden können (was häufig der Fall ist), können sie aus den Ergebnissen der Bestandsaufnahme oder allgemein anerkannten technischen Koeffizienten ermittelt werden.

(2) Investitions- sowie sonstige Kosten sind in geschätzte Änderungen gegenüber dem, was ohne Partnerverpflichtung zum Motor Challenge Programm aufgewendet worden wäre. Dies können zum Beispiel zusätzliche Investitionen für effizientere Geräte, eine Steigerung/Minderung der Wartungskosten oder Kosten für geänderte Managementkonzepte sein.

### 3. Aktionsplan

Der Aktionsplan Ihres Unternehmens sollte Informationen zu

- den Maßnahmen, die Sie durchführen wollen,
- den Zeitrahmen ihrer Umsetzung und
- die Gründe für den Ausschluss anderer Maßnahmen

beinhalten und könnte wie folgt aussehen. Der Plan wird der Kommission vorgelegt und nach der Genehmigung wird Ihre Organisation als MCP-Partner anerkannt.

Energiesparmaßnahmen	Machbarkeit <sup>(1)</sup>	spezifische Aktionen <sup>(2)</sup>	% abgedeckt <sup>(3)</sup>	Zeitplan <sup>(4)</sup>	erwartete Einsparung <sup>(5)</sup> (MWh/Jahr)

- 1) **Machbarkeit.** Angabe von Hindernissen für die Anwendung mit einem oder mehreren der folgenden Codes:  
 NA Nicht anwendbar aus technischen Gründen  
 NP Nicht profitabel  
 NE Nicht erwogen, weil Beurteilung zu teuer wäre  
 Wenn dieses Feld leer bleibt, wird die Maßnahme sowohl als anwendbar als auch als profitabel angesehen.
- 2) **Spezifische Aktionen.** Mehrere spezifische Aktionen können aufgegriffen werden, um eine Energiesparmaßnahme durchzuführen.
- 3) **% abgedeckt.** Wenn die vorgeschlagene Verpflichtung des Partners mehrere Ventilatorensysteme abdeckt, sollte diese Spalte dazu benutzt werden anzugeben, für welchen Anteil der Systeme die spezifischen Aktionen durchgeführt werden sollen. Dies kann nach dem zweckmäßigsten Indikator beurteilt werden: Anzahl an Systemen; Leistung; Energieverbrauch. Geben Sie bitte den benutzten Indikator an, z. B. mit: "%"; "%kW", "%kWh"
- 4) **Zeitplan.** Der Zeitrahmen, in dem die Maßnahme durchgeführt wird. Dies könnte ein bestimmter Zeitraum oder Zeitpunkt sein oder von einer anderen Aktion abhängen, zum Beispiel "Wenn Lackiererei nachgerüstet wird".
- 5) **Erwartete Einsparung** in MWh/Jahr. Dies wird oft ein Schätzwert sein, der auf allgemein anerkannten Praxiswerten basiert.

## 4. Jahresbericht

Der Jahresbericht an die EU-Kommission dokumentiert die Fortschritte bei der Durchführung des Aktionsplans und enthält neue oder verbesserte Maßnahmen. Die folgende Berichtsform sollte verwendet und jährlich fortgeschrieben werden. Die beiden linken Spalten sind dabei aus dem Aktionsplan des Partners zu übernehmen, wie er von der EU-Kommission genehmigt wurde.

genehmigter Aktionsplan		Jahresbericht 20xx
beschlossene Aktionen zur Realisierung von Energiesparmaßnahmen durch Ventilatorensystem	vereinbarter Zeitrahmen für die Aktion	Aktionsfortschritt als erzielter Prozentsatz und gegebenenfalls Kommentare <sup>(1)</sup>
Aktion 1		
Aktion 2		

(1) Der erzielte Prozentsatz kann sich auf einen Indikator beziehen, wie beispielsweise den Anteil an Systemen im Rahmen des Aktionsplans, für die die spezifische Aktion abgeschlossen ist.

Partner können der EU-Kommission freiwillig die nachstehende Zusammenfassung ihres Jahresberichts vorlegen, um die durch das Motor Challenge Programm erzielten Energieeinsparungen zu dokumentieren. Eine Pflicht zur Vorlage besteht jedoch nicht.

<i>Zusammenfassung des Jahresberichts</i>		
	seit Verpflichtung	dieses Jahr
Prozentsatz der Aktionen im Aktionsplan abgeschlossen		
geschätzte Gesamtinvestition für Plan (Tsd. EUR) <sup>(1)</sup>		
geschätzte Änderung der nichtenergetischen Betriebs- und Wartungskosten (Tsd. EUR) <sup>(1)</sup>		
geschätzte Energieeinsparung (MWh) <sup>(2)</sup>		
Anteil Ventilatorenstromverbrauch <sup>(3)</sup>		
Spezifische Gesamtkosten der Ventilatorensysteme (EUR/Tsd. Nm <sup>3</sup> )		

(1) Investitions- sowie Betriebs- und Wartungskosten als Kostenabweichung gegenüber dem, was ohne Partnerverpflichtung zum MCP aufgewendet worden wäre. Dies kann beispielsweise eine zusätzliche Investition für hochwertigere Geräte oder eine Erhöhung/Verringerung der Wartungskosten sein.

(2) Energieeinsparungen sind im Allgemeinen schwer präzise zu messen. Sie werden üblicherweise anhand anteiliger Schätzungen auf Basis der Bewertungsergebnisse und mit Hilfe allgemein anerkannter technischer Kennzahlen ermittelt.

(3) Stromverbrauch aller installierten Ventilatoren geteilt durch Gesamtstromverbrauch des Standorts.

