

**Vorlagen Managementdokumente:
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben**



EM 2010

Energiemanagement für Österreich
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben

Ventilatoren

Projektkonsortium

Projektleitung:



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Projektpartner:



KANZIAN ENGINEERING & CONSULTING GmbH



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.



Informationen zum Projekt:

Die Österreichische Energieagentur führt gemeinsam mit Kanzian Engineering & Consulting GmbH und dem Österreichischen Energiekonsumenten Verband ein Projekt zur Umsetzung von Energiemanagement in Österreich durch.

Ein Ziel des Projekts ist die Erstellung von Wartungs- und Beschaffungsvorgaben für Anlagen, die den Energiebedarf eines Unternehmens wesentlich beeinflussen. Das Projekt EM 2010 wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms NEUE ENERGIEN 2020 durchgeführt.

Weitere Beschaffungsrichtlinien und weitere Projektinhalte finden Sie unter

www.energyagency.at/EM2010

Ersteller: DI (FH) Marcus Hofmann, Österreichische Energieagentur, Oktober 2009

Review: Mag. DI Konstantin Kulterer, Österreichische Energieagentur, Oktober 2009

**Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001:
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme**

Empfehlungen zur Wartung von Ventilatorsystemen

Im industriellen Bereich werden nicht weniger als 15% des Energieverbrauchs durch das Ventilationssystem in Anspruch genommen. Dabei besteht teilweise ein hohes Einsparungspotenzial das auf Grund von Planungsfehlern, Nutzungsänderungen, unzureichender Wartung und neuer Technologien besteht. Dabei sind Ventilatoren das „Herzstück“ einer Lüftungsanlage bei dem In der Regel der größte Energiebedarf während des Betriebes einer Lüftungsanlage entfällt. Um so wichtiger ist daher die richtige Auswahl und der optimale Betrieb der Ventilatoren.

Zur Aufrechterhaltung der einwandfreien Funktion von Ventilatoren und RLT-Anlagen sollten folgende Tätigkeiten bei der Wartung bei einer Lüftungs- und Klimaanlage auf Komponentenebene durchgeführt werden (z.T. nach VDMA-Richtlinie 24186):

Komponente	Tätigkeit
Ventilator und Antrieb	Sichtkontrolle (Lärm, Vibration, Stromanschluss). Falls erforderlich, Korrektur der Ausrichtung von Motor und Ventilator, um diese wieder exakt in eine Fluchtlinie zu bringen.
	Steuerung kontrollieren.
	Armaturen und Messinstrumente auf Funktionalität prüfen.
	Falls anzuwenden: Keil- und Riemenspannung regelmäßig überprüfen.
	Allgemeine Funktionskontrolle mit Überprüfung der Luftmengen und ggf. Einregulierung.
	Betriebsstunden regelmäßig notieren, weist auf mögliche Abschaltmöglichkeiten hin.
	Ventilatorblätter, Wälzlager, Keilriemen regelmäßig reinigen
	Kontrolle der Fluchtung der Scheiben, Abnutzung der Scheibenrille, Abnutzung der Riemen
	Ausrichten der Welle und Kupplungen
	Ausfluchten und Spannen von Riemenantrieben
	Festziehen loser Antriebskomponenten, Schrauben und Muttern, Spannrollenhebel
	Austausch defekter Teile: Lagerwechsel, Wellen- /Lauftradtausch, Schwingungsdämpfer;
	Gegebenenfalls Auswuchten von Ventilatoren
Motor	Kontrolle des Ölstandes in Lagern Schmiermittel laut Herstellerangaben: richtiges Schmiermittel, nicht zu viel, nicht zu wenig!
	Inspektion der Motorwelle (Verunreinigungen können auf Leckagen hinweisen)

**Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001:
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme**

Komponente	Tätigkeit								
	Prüfung der Lager, Dichtung, Kupplungsausrichtung, Verschleiß der elastischen Kupplungselemente								
	Prüfung der Starter, Schalter und Sicherungen Kontrolle der Anlaufzeit des Motors								
	Gegebenenfalls: Überprüfung der Motorisolierung								
Wärmetauscher	Wärmetauscher und ggf. Vorwärmer kontrollieren sowie reinigen.								
Komponenten reinigen	Reinigen von Jalousieklappen, Wetterschutzgittern, Lüfterkammern- und Lüftungselementen, Kanalnetz								
Verteilsystem/Luftkanäle	Auf auffällige Geräusche achten! Gegebenenfalls Dichtheitskontrolle (durch Sichtkontrolle eher schwierig)								
Lufterwärmer und Luftkühler	Luft-Wärme-Elemente auf Dichtheit prüfen und entlüften Wärmetauscherflächen gegebenenfalls reinigen.								
Tropfenabscheider	Kondensatablauf und Geruchsverschluss am Lüftungsgerät überprüfen.								
Schalldämpfer									
Klappen	Inspektion von wartungspflichtigen Brandschutzklappen (BSK) Sichtkontrolle und Reinigung weiterer Klappen								
Luftbefeuchter und Luftfilter	Wartungstätigkeiten laut Herstellerinformationen durchführen!								
Filter	Filterkontrolle regelmäßig (Zu- und Abluftfilter, Filter von Außenluftdurchlässen). Sichtprüfung zwei mal jährlich.								
	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Empfohlene Enddruckdifferenz DIN 13053/EN 779</td> </tr> <tr> <td>Grobstaubfilter G1-G4</td> <td>150 Pa/250 Pa</td> </tr> <tr> <td>Feinstaubfilter F5-F7</td> <td>200 Pa/450 Pa</td> </tr> <tr> <td>Feinstaubfilter F8-F9</td> <td>300 Pa/450 Pa</td> </tr> </table>		Empfohlene Enddruckdifferenz DIN 13053/EN 779	Grobstaubfilter G1-G4	150 Pa/250 Pa	Feinstaubfilter F5-F7	200 Pa/450 Pa	Feinstaubfilter F8-F9	300 Pa/450 Pa
		Empfohlene Enddruckdifferenz DIN 13053/EN 779							
	Grobstaubfilter G1-G4	150 Pa/250 Pa							
	Feinstaubfilter F5-F7	200 Pa/450 Pa							
Feinstaubfilter F8-F9	300 Pa/450 Pa								
Empfohlene Standzeiten:									
Stufe 1: 2000 h oder 1 Jahr									
Stufe 2: 4000 h oder 1 Jahr									
	Reinigung der Luftdurchlässe								
Dokumentieren	Anlegen von Wartungsprotokollen (wenn möglich pro einzelner Brandschutzklappe) mit allen durchgeführten Wartungspunkten.								

Beschaffungskriterien Ventilatorsystemkomponenten

Generell ist es bei der Beschaffung von Maschinenkomponenten wie Ventilatoren- bzw. Belüftungssysteme zielführend die gesamten Lebenszykluskosten zu betrachten. Hierbei spielt vor allem eine effiziente und optimierte Planung des Systems eine Rolle. Speziell bei der Auftragsverteilung ist aber auch auf die richtige Lieferantenauswahl zu achten dessen Kriterium in erster Linie nicht der Preis sondern die individuellen Randbedingungen (Referenzen, Know-how, projektspezifische Vorgaben etc.) sein sollten.

Bei der Planung lassen sich Ventilatoren- bzw. Belüftungssysteme durch bedarfsgerechte Volumenstrombemessung und effiziente Antriebe energetisch optimieren. Weitere Sparmöglichkeiten ergeben sich durch angepasste Ventilatorlaufzeiten, Wärmerückgewinnung sowie die Reduzierung von Druckverlusten in den Strömungskanälen.

Beschaffungsvorgaben:

- Ventilatoren gemäß dem tatsächlichen Volumenstrombedarf dimensionieren. Überprüfen Sie die Wirkungsgrade der von Ihnen eingesetzten bzw. der in Frage kommenden Ventilatoren bei verschiedenen Betriebspunkten (Ventilator Kennlinie beachten).
- Ventilatoren mit dem größten Wirkungsgrad im Betriebspunkt auswählen (ab 2010 kann auf Effizienzklassen im Zuge der Ökodesign RL zurückgegriffen werden)
- Vergleich der Lebenszykluskosten (bei Anwendungen mit hohem Teillastanteil mittels Lastprofil und Teillastwirkungsgraden; evt. Frequenzumrichter berücksichtigen)
- Verwenden von hohen Drehzahlen: Solange keine betriebstechnischen oder schallschutzbedingten Gründe dagegen sprechen.
- Ersetzen Sie ineffiziente Antriebe, z. B. Keilriemen durch effizientere, wie z. B. Flachriemen oder besser noch eine direkte Kraftübertragung.
- Bei Verwendung von Keilriemen: Der Keilriemen sollte so angelegt sein, dass die Riemengeschwindigkeit nicht größer als 20 m/s wird. Auslegung laut Herstellerkatalogen.
- Einbausituation und Platzbedarf: Möglichst optimale Strömungsverhältnisse beim Anschluss-Stutzen am Ein- und Austritt des Ventilators.
- Reduzieren Sie die Laufzeit des Ventilators auf den tatsächlichen Bedarf (Regelung)
- Achten Sie bei der Auswahl des Motors ist auf eine möglichst gute Effizienzklasse. (eff 1 bzw. IE3)
- Vermeiden sie Druckverluste im System.
- Begrenzen Sie die Förderstrecken auf das notwendige Maß.
- Geräuschemission: Wesentlicher Gesichtspunkt, Geräusche steigen mit der Druckdifferenz.

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme

Weitere Informationen

Effizienztipps:

- Nutzen Sie die nach dem Kernprozess noch in der Luft enthaltene Energie, z. B. durch eine Wärme- und/oder Feuchterückgewinnung.
- Einsatz eines Diffusors: Damit lässt sich ein Teil des dynamischen Drucks in statischen Druck (nutzbare Energie) umwandeln und somit reduziert sich die Antriebsleistung.
- Nutzen Sie die im Betrieb vorhandenen Quellen an Abwärme und die Möglichkeiten zum Einsatz Erneuerbarer Energien.
- Prüfen Sie, ob zu bestimmten Jahreszeiten die Lüftungsanlage sinnvoll durch freie Lüftung ergänzt werden kann.
- Hinterfragen Sie die veranschlagten Fördervolumina, Luftwechselraten und den Reinheitsgrad der Luft. Übertriebene Sicherheitszuschläge und Komfortstandards verursachen erhebliche Kosten.

Wenn Sie neu bauen:

- Optimieren Sie die Gebäudestruktur bezüglich Raumaufteilung, thermischer Lasten und natürlicher Konvektion.
- Vermeiden Sie überdimensionierte Anlagen und Komponenten.
- Schauen Sie auch auf Lösungen für ähnliche Aufgabenstellungen in anderen Branchen.
- Fragen Sie in Ihren Ausschreibungen immer auch Wirkungsgrade und am besten auch Angaben zu Lebenszykluskosten an.
- Holen Sie immer mehrere Vergleichsangebote ein. Beachten Sie auch die unten genannten Punkte.

Bei bestehenden Anlagen:

- Steuern und regeln Sie die Anlagenleistung bedarfsgerecht.
- Sichern Sie die Wirtschaftlichkeit Ihrer Anlage durch kontinuierliche Messung und Überprüfung der grundlegenden Leistungsdaten.
- Sorgen Sie für eine regelmäßige – am besten zustandsorientierte - Instandhaltung

Bestimmung des Luftvolumenstroms

Zur Bestimmung der Luftvolumenströme gibt es viele verschiedene Methoden. Die erforderliche Luftmenge ergibt sich aus dem Volumen und der Geometrie des Raumes, der Strömungsführung, Wärme- und Stoffbilanzen, dynamischen Berechnungen (zeitliche Veränderungen) und den vorgegebenen Zielwerten (Temperatur, MAK-Werte, Komfortgrößen, etc.). Zur Auslegung werden Simulationsprogramme und Versuche vor Ort genutzt.

Ventilatoren und Motoren können nur dann richtig ausgewählt werden, wenn eine zuverlässige Auslegung durchgeführt wurde! Zusätzlich sind noch mögliche Einbauverluste

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme

zu vermeiden bzw. zu beachten. Werden Ventilatoren direkt an Kanal- und Rohrsysteme angeschlossen, müssen dabei die Übergänge sehr sorgfältig konstruiert werden!

Exemplarisch kann bei einer bedarfsgerechten Dimensionierung wie folgt vorgegangen werden:

1. Luftmengenberechnungen der entsprechenden Anlage durchführen
2. Kanalnetz vordimensionieren, in Pläne eintragen
3. Druckverlustberechnung der Anlage durchführen (Einbauverluste berücksichtigen!)
4. Bestimmen des Ventilator-Typs (Einbausituation, Antriebsart, Material usw.)
5. Grobdimensionierung mit Auswahltabellen des Herstellers
6. Eintragen der Anlagekennlinie und des Betriebspunktes im Auswahldiagramm
7. Prüfung von Alternativen, evtl. Vergleichsrechnungen durchführen
8. Wahl des Ventilators mit der höchsten Effizienz, evtl. Besprechung mit Lieferanten oder Offerte anfragen
9. Kontrolle der Auslegungswerte mit Offerten des Herstellers

Bei der Beurteilung der Güte der Dimensionierung kann der Kennwert der spezifischen Ventilatorleistung, SFP [$\text{W}/\text{m}^3/\text{s}$] bei Ventilatorsystemen als Hilfsmittel/Richtwert herangezogen werden. Er gibt den erforderlichen Leistungsbedarf sämtlicher Zuluft- und Abluftventilatoren im Gebäude an. Er kann auch als Richtwert für industrielle Anwendungen dienen und sollte während der frühen Planungsphase definiert werden.

Die Klassifizierung kann wie folgt getroffen werden:

- Sehr gut: SFP < 1500
- Mittel: SFP 1500 – 4000
- Schlecht: SFP > 4000

Informationen zur Auswahl des Ventilators

Kriterium Dimensionierung

Der Ventilator sollte dem erforderlichen Bedarf angepasst und nicht überdimensioniert sein (keine Angstzuschläge). Überdimensionierte Ventilatoren haben höhere spezifische Kosten und arbeiten nicht im optimalen Wirkungsgradbereich. Mit der geeigneten Regelstrategie können Ventilatoren flexibel an den Bedarf angepasst werden. Es ist ein möglichst geringer spezifischer Leistungsbedarf (SFP - Wert) anzustreben.

Kriterium Fördermedium

Der Einfluss der Dichte des Fördermittels auf die Leistungsdaten des Ventilators ist zu beachten. Die Leistungsdaten der Ventilatoren gelten üblicherweise für ein Fördermittel entsprechend Luft von 20°C unter atmosphärischem Druck. Bei abweichender Dichte ändern sich der vom Ventilator erzeugte Druck und die Leistungsaufnahme an der Welle (proportional zu der Dichte). Der Volumenstrom bleibt dagegen konstant.

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme

Kriterium Bauart

In lufttechnischen Anlagen werden üblicherweise Axialventilatoren, Radialventilatoren und Querstromventilatoren verwendet.

Axialventilatoren können sehr effizient hohe Volumenströme bei geringen Druckdifferenzen bereitstellen (bekannt als Wand- oder Fensterlüfter oder Tischventilator). Bei steigender Druckdifferenz nimmt der Volumenstrom rasch ab.

Mit Radialventilatoren können Wirkungsgrade von 85% und mehr erreicht werden (Hochleistungs-Ventilatoren bzw. Radialventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln). Sie sind trotz hohen Kaufpreises häufig vorteilhaft, insbesondere bei großen Leistungen und langen Betriebszeiten bzw. in Anlagen mit großen Volumenstromschwankungen aber relativ konstantem Druckabfall.

Querstromventilatoren haben sehr schlechte Wirkungsgrade von ca. 60 Prozent und sollen hier nicht weiter ausgeführt werden.

Vorteile der Axialventilatoren gegenüber Radialventilatoren sind insbesondere der geringere Raumbedarf, die niedrigen Anschaffungskosten und die Möglichkeit zur Regelung durch Schaufelverstellung während des Laufens.

Allerdings gibt es neben der geringeren Effizienz noch weitere Nachteile:

- Größere Abrissgebiete im Kennfeld, größere Geräuschemissionen
- Schwierige Motorauswechslung bei Direktantrieben, außer bei Flanschmotor
- Schwierige Leistungsanpassung, falls nicht Riemenantrieb oder Schaufelverstellung
- Genauere Berechnung der Widerstände (Netzkennlinie) zur Auswahl des Ventilators erforderlich.

Kriterium Regelung

Speziell bei variablen Volumenströmen (variablem Bedarf) kann mit einer Regelung Energie gespart werden. Für die Regelung von Ventilatoren kommen prinzipiell die Drallregelung sowie die Drehzahlregelung in Frage.

Drallregelung:

Bei der Drallregelung mit konstanter Drehzahl wird dem Volumenstrom vor Eintritt in das Laufrad durch verstellbare Schaufeln ein Vordrall erteilt. Besonders gut für große Leistungen. Der Regelbereich reicht von etwa 100 bis 50%. (Optimaler Regelbereich ca.: 60-100% der vollen Leistung)

Drehzahlregelung:

Drehzahlregelung mittels Frequenzumrichter ermöglicht bedarfsgerechte Regelung des Luftstroms im Teillastfall. Beispielsweise ermöglicht eine Absenkung des Volumenstroms um 50% eine Absenkung der benötigten Leistung auf ca. 14% der vollen Leistung. Neuanlagen werden Standard mäßig mit FUs ausgestattet. Auch bestehende Anlagen sollten damit aufgerüstet werden. Optimaler Regelbereich ca. 30-90% der vollen Leistung.

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme

Kriterium Mehrventilatoren-System

Das Zusammenwirken von mehreren Ventilatoren als Parallel- und Reihenschaltung bzw. Kombinationen davon kommt in der Praxis in industriellen Anlagen sehr häufig vor. Parallel- und Reihenschaltungen von Ventilatoren sind wirtschaftliche Möglichkeiten, Anlagen mit wechselnden Betriebspunkten zu betreiben oder sich stetig wachsenden Anlagen anzupassen.

Weiters ist die Kombination von Ventilatoren eine Alternative zur Verwendung einzelner, großer Ventilatoren. In vielen Fällen sind zwei kleinere Ventilatoren kostengünstiger und liefern bessere Betriebseigenschaften als ein großer Ventilator.

Für die Parallelschaltung gilt:

Bei gleichem Druck addieren sich die Volumenströme. Bei Parallelbetrieb von ungleichen Ventilatoren ist besondere Vorsicht geboten. Da meistens der größere Ventilator einen höheren Druck erzielt, kann es vorkommen, dass die Luft durch den kleineren Ventilator zurück geblasen wird. Parallelgeschaltete Ventilatoren bieten hohe Effizienz bei breiter Variation des Systembedarfs. Des Weiteren vermindern sie das Stillstands-Risiko durch Versagen oder unerwartete Wartungsnotwendigkeit eines Ventilators.

Für die Reihenschaltung von Ventilatoren gilt:

Bei konstantem Volumenstrom addieren sich die statischen Drücke. Bei höheren Drücken ist jedoch der Einfluss der Kompressibilität der Luft nicht zu vernachlässigen. Bei 3000 Pa beträgt der Fehler bereits 1%.

Kriterium Fachgerechte Installation

Ventilatoren sollten so eingebaut werden das die Einbauverluste möglichst vermieden bzw. minimiert werden. Dabei ist darauf zu achten das beim Anschlussstutzen am Ein- und Austritt des Ventilators möglichst keine Drallbildung stattfindet und somit optimale Strömungsverhältnisse vorherrschen.

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme

Tipps zur Ausschreibung

Für die operative Ventilatorbeschaffung hat ein Lieferantenmanagement eine hohe Relevanz. Die Lieferantenbeurteilung sollte die Hauptkriterien Preis, Qualität, Ausführung und Service berücksichtigen. Weiters sollten folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- projektspezifische Kriterien (z. B. Vorgaben durch Verfahrensgeber, reine Ersatzbeschaffungen);
- lieferantenspezifische Aspekte (z. B. prozesstechnisches Know-how, Referenzen, Lieferantenbeurteilung);
- wettbewerbsspezifische Aspekte (z. B. Erschließung neuer Märkte oder neuer Anbieter).

Interne Angaben für Ausschreibung

- Beschreibung der Anwendungen (kurze Prozessbeschreibung)
- Laufzeiten des Ventilators (Stunden pro Woche, Arbeitswochen pro Jahr)
- Luftstrombedarf (durchschnittlich, minimal und maximal)/Lastprofil
- Verwendetes Fördermedium
- Strompreise (inkl. Tarifarten)
- Abschreibungszeit: z.B. 7 Jahre
- Gewünschte Wartungsart (Vollservice, Wartung ohne Ersatzteile, Inspektion)

Vom Hersteller einfordern

- Angabe des Normkubikmeterpreises (unter Angabe des Rechenweges)
- Angabe des Wirkungsgrades bzw. der Effizienz des Ventilators (wenn möglich Angabe der Leistungs- bzw. Effizienzklasse)
- Steuerungsart (Ventilatorleistung soll in Schwachlastzeiten abgesenkt werden)
- Leistungsbedarf gesamt
- Wartungskosten
- Vorsehen von Messstrecken
- Anlagen mit mehreren Ventilatoren sollen über übergeordnete Steuerung verfügen
- verständliche Anlagendokumentation
- Einregulieren der Anlage bei Inbetriebnahme

Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001: Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Ventilatorsysteme

- Angaben zur Lieferung von Ersatzventilatoren- und Ersatzteilen
- Informationen zu den Ventilatoren sowie deren Antriebs- und Regelungstechnik
- Informationen zu Sanierungs- und Reparaturarbeiten an Lüftungsanlagen.
- Aufwendungen für Qualitätssicherung (Werksprobelauf, Inspektionen);
- Kosten für ggf. zusätzlich benötigtes Equipment (Wärmetauscher);
- Bauliche Veränderungen (Schaltraum);