



Energieeffizienz bei Lüftungsanlagen

Ein Ratgeber für die Praxis



Magistratsabteilung 27
EU-Strategie und
Wirtschaftsentwicklung

StaDt  Wien
Wien ist anders.

1 Hohe Energieeinsparpotenziale in Lüftungsanlagen

Mechanische Lüftungsanlagen dienen dazu, Gebäuden Luft zuzuführen und so aufzubereiten, dass die für die Benutzung der Räumlichkeiten erforderliche Luftqualität gewährleistet werden kann. Mechanische Lüftungsanlagen kommen dann zum Einsatz, wenn die Belüftung der Räumlichkeiten durch natürliche Lüftung (v.a. Fensterlüftung) nicht in ausreichender Menge und/oder Qualität erreicht werden kann.

Schätzungen gehen davon aus, dass in Österreich im Jahr 2007 für den Betrieb mechanischer Lüftungsanlagen rund 800.000 MWh Strom (2007) eingesetzt wurden und dass gleichzeitig das vorhandene wirtschaftliche Energieeinsparpotenzial im Schnitt bei ca. 40 % liegt. Damit könnten durch die Umsetzung verschiedener Effizienz steigernder Maßnahmen in Lüftungsanlagen über 300.000 MWh Strom eingespart, bzw. die CO₂-Emissionen um 210.000 t reduziert werden*.

Aus Sicht eines Gebäudeeigentümers bzw. -betreibers ist festzuhalten, dass im Ein-

zelfall eine ineffiziente Lüftungsanlage rund zehnmal mehr Energie benötigt als eine energetisch optimierte Anlage. Wenn man dazu noch berücksichtigt, dass bei Bürogebäuden Lüftungsanlagen zum Teil über 30 % des gesamten Stromverbrauchs ausmachen können, ist die Bedeutung effizienter Lüftungsanlagen für einen kostengünstigen Gebäudebetrieb rasch ersichtlich.

Die Tatsache, dass die Investitionskosten von Lüftungsanlagen im Verhältnis zu den späteren Betriebskosten vergleichsweise gering sind – bei größeren Anlagen kann man davon ausgehen, dass, über zehn Jahre betrachtet, die Betriebskosten bis zu fünf Mal so hoch sein können wie die Investitionskosten – spricht dafür, sich bereits bei der Planung von Lüftungsanlagen an den Kriterien der Energieeffizienz zu orientieren. Aber auch bei bestehenden Anlagen können durch die Optimierung der Steuerung, die Auswahl von effizienten Ventilatoren und Antrieben und eine regelmäßige Anlagenwartung bis zu 60 % Strom eingespart werden.

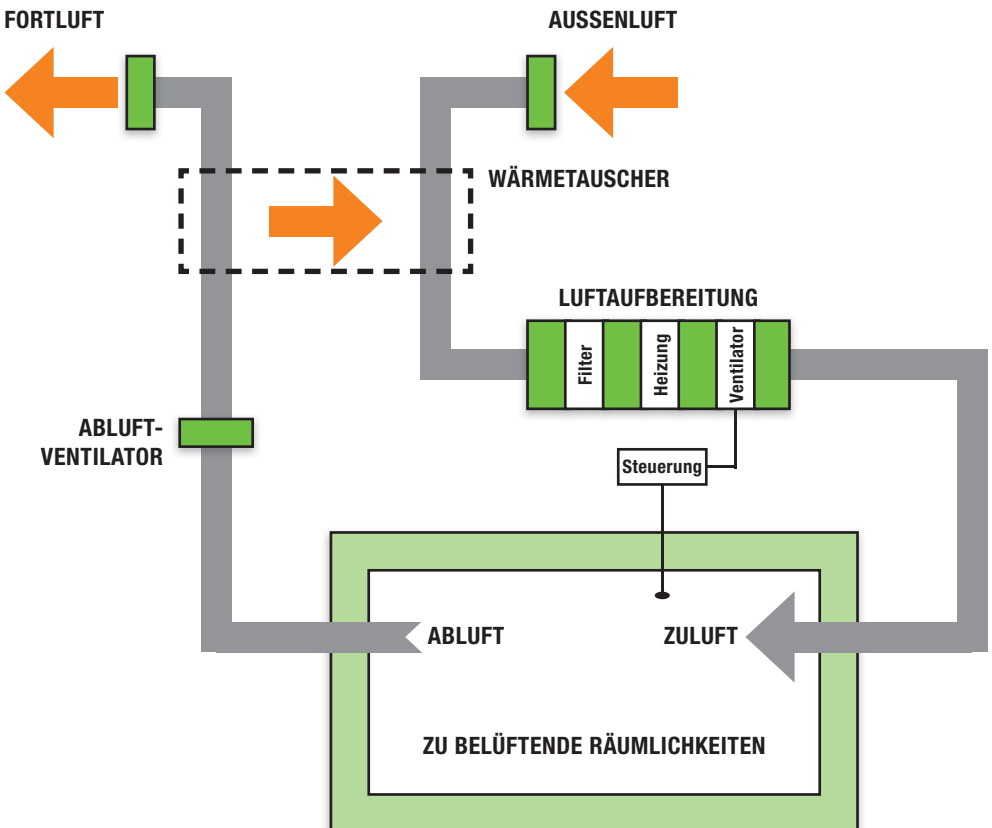
* Diese Abschätzung geht davon aus, dass die Stromeinsparung in Lüftungsanlagen ausschließlich zu einer Reduktion der Produktionsmengen im kalorischen Kraftwerkspark führt.

2 Funktionsweise von Lüftungsanlagen

Die wichtigsten Komponenten einer Lüftungsanlage sind in **Abb. 1** dargestellt. Wenn in einer Lüftungsanlage die Luft durch Erzeugung von Kälte auch gekühlt wird, versteht man darunter eine (raumlufttechnische) Klimaanlage. Die Kühlung

von Räumen kann auch ohne Verbindung mit einer Lüftungsanlage erfolgen, beispielsweise kann die Kälte wie bei einer Radiatorenheizung im Gebäude verteilt werden oder über Kühlsegel, Bauteilaktivierung und dgl. bewerkstelligt werden.

Abbildung 1: Struktur einer Lüftungsanlage (Graphik e7)



3 Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch von Lüftungsanlagen

Der Stromverbrauch von Lüftungsanlagen ist von vielen Faktoren abhängig und kann äußerst stark variieren. Bei gleichen Anforderungen an das Komfortniveau, kann der Stromverbrauch um den Faktor 10 variieren.

In **Tabelle 1** ist beispielhaft dargestellt, welche Größen den Energieverbrauch beeinflussen. Der in der Tabelle angeführte „Verbrauchsfaktor“ gibt dabei an, um wie viel höher der Energieverbrauch aufgrund des betreffenden Einflussfaktors in einer

ineffizienten Anlage im Vergleich zu einer optimierten Anlage sein kann.

Kombiniert man sämtliche Verbrauchsfaktoren miteinander, so kann zwischen einer optimalen und einer ineffizienten Lüftungsanlage ein theoretischer Verbrauchsfaktor von über 40 entstehen – d.h. in einem „worst case“ wird für die Sicherstellung eines bestimmten Komfortniveaus in einer ineffizienten Anlage 40 Mal mehr Energie eingesetzt als in einer optimierten Anlage.

Tabelle 1: Darstellung der Einflussfaktoren für den Energieverbrauch bei Lüftungsanlagen

	Optimierte Anlage	Ineffiziente Anlage	Verbrauchsfaktor
Luftvolumenstrom/ Dimensionierung	Die Anlage ist streng nach Bedarf ausgelegt und hat nur geringe Leckagen (30 m ³ /h.Person).	Die Anlage ist überdimensioniert, beispielsweise weil sie für Raucher ausgelegt ist, und hat zusätzlich 20% Leckagen (70 m ³ /h.Person)	2,3
Antrieb	Effizienter Ventilator mit rd. 1.000 W/(m ³ /s)	Ineffizienter Ventilator mit mehr als 4.500 W/(m ³ /s). Grund ist auch ein hoher Druckverlust im Verteilsystem.	4,5
Betriebszeiten	Die Anlage läuft nur während der Nutzungszeit des Gebäudes (2200 h/a).	Die Anlage läuft rund um die Uhr das ganze Jahr (8760 h/a).	4
Variabler Luftstrom	Durch Sensoren kann der Luftvolumenstrom an den Bedarf angepasst werden.	Die Anlage fährt immer auf Nennleistung.	1,5

4 Energie-Benchmarks für Lüftungsanlagen

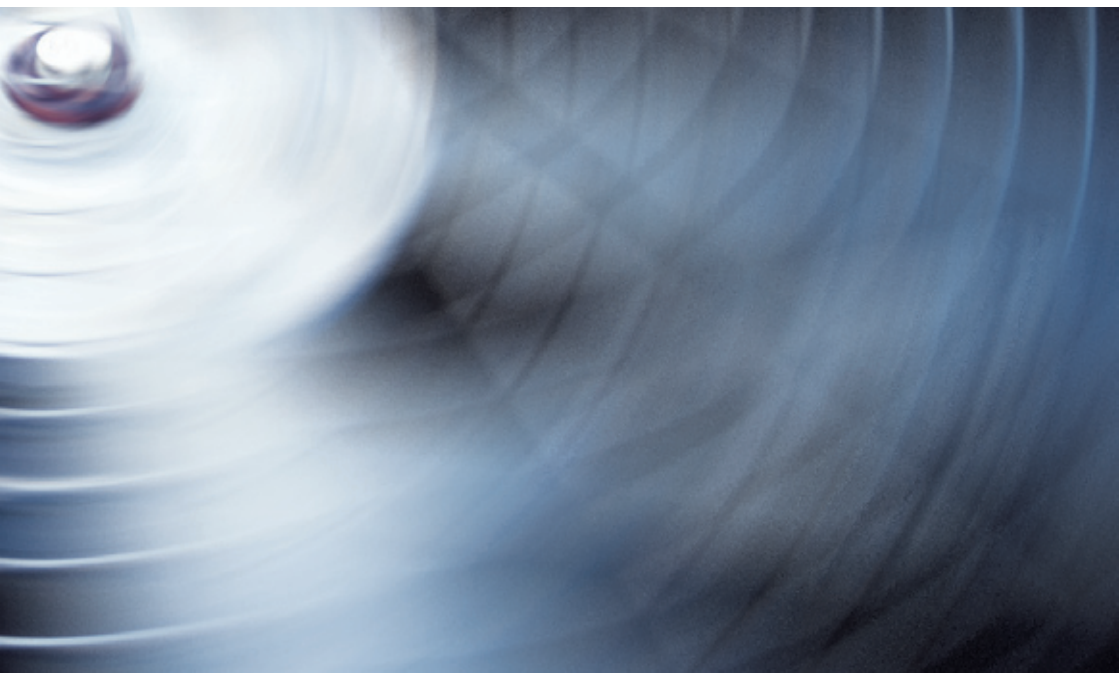
In **Tabelle 2** sind exemplarisch für den Nutzungstyp „Bürogebäude“ Benchmarks für den spezifischen Stromverbrauch von Lüftungsanlagen zusammengefasst.

Abhängig von der Belegungsdichte und der dadurch erforderlichen Luftmenge kann man von ca. 12 kWh/m²a Strom ausgehen. Umgerechnet auf Stromkosten bedeutet das durchschnittliche Kosten von 1,5 Euro/m²a. Allerdings kann dieser Wert bei ineffizienten Anlagen auch rasch auf 3 bis 4 Euro/m²a steigen.

Tabelle 2: Spezifischer Stromverbrauch für eine typische Lüftungsanlage in einem Bürogebäude

(Quelle: Energiesparverband ÖÖ)

Belegung	m ² /Person	kWh/m ² a
sehr dicht	5	29
dicht	10	14
mittel	15	10
schwach	20	7



Benchmarks in ähnlicher Größenordnung – jedoch in unterschiedlicher Gliederung – liefert das Programm Energie Schweiz (**Tabelle 3**). Dabei werden Kennzahlen durchschnittlicher Lüftungsanlagen jenen von effizienten Anlagen gegenübergestellt.

Es zeigt sich, dass zwischen einer durchschnittlichen Anlage und einer effizienten Anlage ein Verbrauchsfaktor von rund 3 angesetzt werden kann. Beispiele aus der Praxis zeigen darüber hinaus, dass für ineffiziente Anlagen dieser Faktor ohne weiteres auf 10 ansteigen kann.

Tabelle 3: Kennzahlen für den spezifischen Belüftungsenergieverbrauch (Quelle: Energie Schweiz)

spezifische Belüftungsenergie	Durchschnittswerte kWh/m ² a	effiziente Anlage kWh/m ² a
Lager, Archiv, Tiefgarage	3	1
Nichtraucher-Büro mit hoher Technisierung	15	5
durchschnittliches Restaurant	30	8
Geschäft mit hohen internen Wärmelasten	50	14

Eine wichtige Kenngröße zur Beurteilung der energetischen Effizienz der Anlage ist die spezifische Ventilatorleistung (*Specific Fan Power = SFP*). Diese definiert sich über die elektrische Leistungsaufnahme beim maximalen Volumenstrom (Auslegungspunkt), die Einheit ist W/(m³/s).

Gibt es sowohl bei der Zu- als auch bei der Abluft einen Ventilator, sind die Anschlussleistungen zu addieren, während

bei den Volumenströmen der Mittelwert herangezogen wird.

Der SFP-Wert der Lüftungsanlage sollte von jeder Anlage ermittelt werden. Dazu sind die Nennleistungen der Antriebsmotoren vom Typenschild zu erheben und zu addieren. Dieser Wert ist durch die Nennluftströme (m³/s bzw. m³/h) zu dividieren. Ist das Ergebnis größer als 4 kW/(m³/s) besteht eindeutig Handlungsbedarf in Richtung Energieeffizienzmaßnahmen.

Tabelle 4: Spezifische Performance von Lüftungsanlagen

Systemeffizienz in kW/(m ³ /s)	sehr gut	mittel	schlecht
spezifische Performance	< 1,5	1,5 - 4,0	> 4,0



5 Der Weg zu effizienten Lüftungsanlagen

Der Stromverbrauch für die Luftförderung mit elektrisch angetriebenen Ventilatoren berechnet sich nach der einfachen Formel:

$$Q_{LF} = \frac{\dot{V} * \Delta p * t}{\eta_V * \eta_M * \eta_A}$$

Q_{LF} *Stromverbrauch für die Luftförderung [kWh]*

\dot{V} *Luftvolumenstrom [m³/h]*

Δp *Gesamtdruckdifferenz [Pa] in den Rohrleitungen*

t *Betriebszeit der Lüftungsanlage [h]*

η_V *Wirkungsgrad Ventilator*

η_M *Wirkungsgrad Motor*

η_A *Wirkungsgrad Antrieb*

Aus der Formel ergeben sich bereits die wesentlichen Ansatzpunkte für die Re-

duktion des Energieverbrauchs von Lüftungsanlagen:

- Reduktion des Luftvolumenstroms;
 - Optimale Platzierung der Lufteinlässe bzw. -auslässe;
 - Reduktion der Betriebszeiten;
 - Bedarfabhängige Luftvolumenstromsteuerung.
- Minimierung der Druckverluste in der Verteilung;
- Einsatz effizienter Antriebe bzw. Ventilatoren.

Für die Lüftungswärmeverluste – d.h. jene Wärmeverluste, die aufgrund der Lüftung entstehen – ist darüber hinaus die Installation einer Wärmerückgewinnung wesentlich.

6 Umfangreicher Ratgeber zur Effizienzverbesserung von Lüftungsanlagen

Im Rahmen des **Energieeffizienzprogramms der Stadt Wien (SEP)** wurde ein umfangreicher Leitfaden zur Effizienzverbesserung von Lüftungsanlagen erstellt. Er richtet sich an Gebäudeeigentümer und Anlagenbetreiber und stellt mögliche Maßnahmen zur Reduktion des Energieeinsatzes und damit der Kosten, die von Lüftungsanlagen verursacht werden, im

Detail dar. Er enthält auch einen Inspektionsleitfaden, der dazu dient, Einsparpotenziale von Lüftungsanlagen zielgenau zu identifizieren.

Leitfaden und **Inspektionsleitfaden** können kostenlos von der Webseite des Energieeffizienzprogramms der Stadt Wien (SEP) www.sep.wien.at downgeloadet werden.

Interessenten können die Langfassung dieses Folders unter dem Titel „Energieeffizienz bei Lüftungsanlagen – Ein Ratgeber für die Praxis“ aus dem Internet downloaden (www.sep.wien.at)

Eigentümer, Herausgeber:

MA 27, EU-Strategie und
Wirtschaftsentwicklung
Energie und SEP-Koordinierungsstelle
Schlesingerplatz 2
1082 Wien
E-Mail: post@ma27.wien.gv.at

Autoren: Dipl.-Ing. Dr. Georg Benke
und Mag. Klemens Leutgöb

e7 Energie Markt Analyse Gmbh, Wien

Coverfoto: Donald Gruener/istockphoto.com

Gestaltung: Jürgen Brües/altanoite.com

Druck: Friedrich VDV auf ökologischem Papier
aus der Mustermappe von „ÖkoKauf Wien“