

Praxisratgeber Messaufgaben an Wohnraumlüftungen

### Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung: Warum messen?	3
2.	Was sind die Risiken einer falsch eingestellten Wohnraum-	
	Lüftungsanlage?	
	Risiko 1: Die Anlage ist zu hoch eingestellt	4
	Risiko 2: Die Anlage ist zu niedrig eingestellt	4
3.	Welche Normen gibt es und was geben sie für die Messung vor?	
	Die Europäische Norm EN 16798-17	5
	Die Europäische Norm EN 14134	6
	Die Deutsche Norm DIN 1946-6	7
4.	Was bedeutet das für die Messanwendungen in der Praxis?	10
5.	Was gibt es bei Messanwendungen rund um die	
	Wohnraumlüftung zu beachten?	
	Ermittlung des Gesamtluftvolumenstroms einer Lüftungszentrale	11
	Bestimmung der Lufttemperatur	17
	Bestimmung der relativen Luftfeuchte	18
	Messung des Turbulenzgrads	20
	Schallmessung	20
	Messung der Elektrischen Leistungsaufnahme an Ventilatoren	21
6.	Wie werden die Messwerte dokumentiert?	
	Ausdruck vor Ort	22
	Datenexport per USB	23
	Digitale Dokumentation per App	23

## 1. Einleitung: Warum messen?

Gegen Ende des 20. Jahrhunderts wurden vermehrt immer besser gedämmte Gebäude und Passivhäuser gebaut. Bei allen Vorteilen, die beide Haustypen mit sich brachten, hatten sie iedoch auch einen spürbaren Nachteil: Die Gebäudehülle dieser Häuser ist oftmals so luftdicht, dass der Luftaustausch erheblich erschwert wurde. Das führt dazu, dass sowohl die im Gebäude entstandene Feuchtigkeit (durch Ausatmen, Schwitzen, Kochen, Duschen u. ä.) als auch etwaige Gerüche (Kochen, Toilette) nicht mehr ausreichend durch Fugen (an den Rahmen von Fenstern und Türen, an Rolladenkästen, durch Kellerfenster u. ä.) nach draußen gelangen können wie dies noch bei älteren Bauten der Fall war. Im Umkehrschluss wiederum gelangt zu wenig Frischluft von außen in das Gebäudeinnere

Eine kontrollierte Wohnraumlüftung (KWL) löst diese Probleme durch die definierte Be- und Entlüftung der Gebäude. Damit eine KWL jedoch effizient läuft und ihre Aufgaben optimal erfüllt, müssen wichtige Normen beachtet und bei Inbetriebnahme und regelmäßigen Inspektionen verschiedenste Messaufgaben durchgeführt werden. Welche genau, lesen Sie in diesem Praxisratgeber. Zudem erfahren Sie auf den nächsten Seiten, welche Messtechnik Sie für die anfallenden Messungen an Anlagen zur kontrollierten Wohnraumlüftung benötigen.

# 2. Was sind die Risiken einer falsch eingestellten Wohnraum-Lüftungsanlage?

Anlagen zur kontrollierten Wohnraumlüftung sollten bei der Inbetriebnahme
und im laufenden Betrieb regelmäßig
messtechnisch überprüft werden.
Denn nur so ist sichergestellt, dass
alle Planwerte, wie zum Beispiel die
Luftwechselrate, eingehalten werden
und die damit zusammenhängende
Konfiguration sowie der spezifikationsgemäße Betrieb der gesamten Anlage
gewährleistet ist.

Eine ausbleibende, bzw. ungenügende Überprüfung der Anlage mit geeigneter Messtechnik birgt zwei Risiken:

### Risiko 1:

### Die Anlage ist zu hoch eingestellt

Wenn die KWL zu viel Leistung bringt, sorgt der daraus resultierende erhöhte Volumenstrom zum einen für einen signifikant erhöhten Energieverbrauch und zum anderen für zu starke Luftströmungen im Raum. Ersteres wirkt sich spürbar auf den Geldbeutel und zweiteres auf das Wohlbefinden aus. Auch ein zu lautes Betriebsgeräusch des Ventilators könnte in diesem Fall zum Problem werden. Es kann außerdem ein Unterdruck entstehen, der vor allem in Verbindung mit Feuerungsstellen gefährliche Folgen in einem Wohnhaus haben kann.

#### Risiko 2:

### Die Anlage ist zu niedrig eingestellt

Bei einer zu schwach eingestellten KWL werden die Nennvolumenströme nicht erreicht und der Luftaustausch kann nicht gewährleistet werden. Das wirkt sich außer auf die Luftqualität vor allem auf den CO2-Gehalt der Luft sowie auf die relative Feuchte aus. Und vor allen die Feuchte kann sich zu einem echten Problem entwickeln, da sie die Schimmelbildung begünstigt.

## 3. Welche Normen gibt es und was geben sie für die Messung vor?

Inbetriebnahme und Wartung von kontrollierten Wohnraumlüftungen sind in zahlreichen Normen detailliert definiert. Wir stellen auf den nächsten Seiten die relevantesten Inhalte der wichtigsten Normen in Auszügen und ohne Anspruch auf Vollständigkeit vor.

## Die Europäische Norm EN 16798-17

- Definiert Methodik und Anforderungen an die Inspektion von in Gebäuden installierten Klimaanlagen für Raumkühlung und/oder Heizung und/oder Lüftungsanlagen
- Ein Schwerpunkt ist der Energieverbrauch, um die Anforderungen der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (en: Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) zu erfüllen
- Gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude

# Kapitel 6: Inspektionen von Lüftungsanlagen

Bei der Inspektion von Lüftungsanlagen sind unter anderem folgende Parameter und Eigenschaften der Lüftungsanlage zu erfassen, zu prüfen und zu bewerten:

- Luftvolumenströme
- Spezifische Ventilatorleistungen (SFP-Werte)
- Feuchte (Kondensation)

### Kapitel 8: Der Inspektionsbericht

Zentraler Baustein des achten Kapitels ist eine Tabelle, in der die durchzuführenden Tätigkeiten und die im Inspektionsbericht enthaltenen Informationen zusammengestellt sind. Diese Tabelle beinhaltet u.a. die Überprüfung der Anlage wozu auch folgende Messaufgaben gehören:

- Vom Luftbehandlungsgerät ausgestoßener und/oder gelieferter Gesamtluftstrom
- Vom Ventilator oder von den Ventilatoren aufgenommene elektrische Leistung

- Bei zentralen Anlagen der Druck vor und hinter dem Gerät und dem Luftfilter
- Behaglichkeit, falls es Hinweise darauf gibt, dass Personen die Luftführung als unzumutbar empfinden.

### Die Europäische Norm EN 14134

Diese Norm legt Funktionsprüfungsund Messverfahren zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit von in Wohnungen installierten Lüftungsanlagen fest. Sie kann auf die Inbetriebnahme neuer Anlagen und die Leistungsprüfung bestehender Anlagen angewendet werden.

# Kapitel 8: Funktionsmessungen

Der Zweck der Funktionsmessungen besteht darin, die erforderlichen Informationen für die Bewertung zu liefern, ob die Anlage hinsichtlich der folgenden Leistungsaspekte die Entwurfsspezifikation erfüllt:

- Luftvolumenstrom und Richtung
- Statischer Druck
- Laufzeit

### Kapitel 8.2.1:

Luftvolumenstrom und Richtung bei ventilatorgestützten Lüftungen

Bei allen Luftdurchlässen:

- Ist der Durchfluss zu messen und
- die Luftstromrichtung zu bestimmen

Für die Messung können unterschiedliche Verfahren angewendet werden, z. B.:

- Druckkompensiertes Volumenstrom-Messgerät
- Flügelradanemometer
- · Geschwindigkeitssonde

### Kapitel 8.3.1:

# Statischer Druck bei ventilatorgestützten Lüftungen

Bei automatisch geregelten Luftdurchlässen (z. B. Feuchtigkeitsregelungs-Luftdurchlass) ist die Messung des statischen Drucks an den
Luftdurchlässen angemessen, um zu
bewerten, ob die Anlage mit einem
ausreichenden Luftstrom läuft. Die
Messung kann mit einem Druckmessgerät durchgeführt werden, das mit
einem Messrohr verbunden ist, das
in die Luftdurchlässe eingesetzt wird.
Das Rohr muss in den Luftleitungen
stromaufwärts des Regelteils der Luftdurchlässe positioniert werden.

#### Kapitel 9.3:

### Messung des Schalldruckpegels

Die Messung des A-bewerteten Installations-Schalldruckpegels in den bewohnten Räumen ist nach EN ISO 16032 durchzuführen. Bei einer Raumgröße kleiner als 100 m3, ist es erlaubt, die Messung an nur einem Punkt in der Mitte des Raumes in einer Höhe von 1,5 m durchzuführen. Die Messung der Nachhallzeit kann dabei weggelassen werden. Dafür wird dann ein Standardwert von 0,5 s in einem möblierten Raum und 0,8 s in einem unmöblierten Raum angenommen. Diese Wahl muss im Bericht angegeben werden.

#### Kapitel 9.4:

### Messung der elektrischen Leistung

Die Messung der elektrischen Leistungsaufnahme eines Ventilatorantriebs, einschließlich jeglicher Motorregelgeräte und Regeleinrichtungen, muss unter Verwendung eines Leistungsmessgeräts erfolgen, welches in der Lage ist, die (tatsächliche) Wirkleistung zu messen, z. B. ein Messgerät für tatsächliche Effektivwerte (RMS, en: Root Mean Square) oder ein Messgerät mit einem RMS-Wandler.

### Kapitel 10:

### Berichterstellung

Die Ergebnisse der Messungen und Funktionsprüfungen müssen in einem Bericht festgehalten werden.

#### Die Deutsche Norm DIN 1946-6

Diese Norm gilt für die freie und für die ventilatorgestützte Lüftung von Wohnungen und gleichartig genutzten Nutzungseinheiten, die nach ihrer Zweckbestimmung überwiegend dem Wohnen dienen, einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen sowie ähnlichen Einrichtungen in der Heizperiode sowie ganzjährig in Kellerräumen in Wohngebäuden. Diese Norm legt u.a. die Anforderungen an die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Instandhaltung der notwendigen Lüftungs-Komponenten fest.

### Kapitel 4 und 5: Das Lüftungskonzept

Diese Kapitel definieren die Erstellung eines Lüftungskonzepts für neu zu errichtende oder zu modernisierende Gebäude mit lüftungstechnisch relevanten Änderungen. Das Lüftungskonzept umfasst die Feststellung der Notwendigkeit von lüftungstechnischen Maßnahmen und die Auswahl des Lüftungssystems. Ein solches Konzept

wird auch erstellt wenn nur einzelne, z. B. fensterlose Räume, mit einem ventilatorgestützten Lüftungssystem gelüftet werden sollen. Die Norm DIN 18017-3 befasst sich explizit mit dem Thema: "Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster. Zum Lüftungskonzept gehört auch die Auswahl des passenden Lüftungssystems anhand von bestimmten Parametern, die es dann ggf. später bei der Inbetriebnahme und Wartung auch mit Messtechnik zu überprüfen gilt:

- Anforderungen an die Nutzung der Wohn- und Aufenthaltsräume (Behaglichkeit)
- Luftvolumenströme in besonderen Räumen und gegebenenfalls in Wohn- und Aufenthaltsräumen
- Anforderungen an die Raumluftqualität (Hygiene)

# Kapitel 11.1: Inbetriebnahme und Übergabe

Hier werden die geforderten Nachweise und Unterlagen thematisiert. Die Erfüllung der in den Abschnitten 4, 5, 6, 7 und 8 festgelegten Anforderungen an die Wohnraumlüftung ist nachzuweisen. Im Rahmen der Übergabe werden folgende Unterlagen gefordert:

- Maßnahmen (Lüftungskonzept)
- Festlegung der Luftvolumenströme

- Bedienungs- und Instandhaltungs-Anleitung
- Beschreibungen des Aufbaus und der Ausführung der Einrichtungen zur freien Lüftung bzw. der Lüftungsanlagen/-geräte
- Mess- und Prüfergebnisse aus Inbetriebnahme bzw. Inspektionen soweit vorhanden.

# Kapitel 11.4.3: Funktionsprüfungen/-messungen

Bei Funktionsprüfungen/-messungen an ventilatorgestützten Lüftungen sollten folgende Parameter gemessen und protokolliert werden:

- Zu- und Abluftvolumenströme bei Nennlüftung für die Auslegung der Ventilatoren an ausgewählten Luftdurchlässen, kann lediglich bei nachgewiesenen Produkteigenschaften von Einzelraum-Lüftungsgeräten und Abluft-Herdhauben entfallen
- Eine zulässige Abweichung des Messwertes vom geplanten Luftvolumenstrom ist bei gleicher Luftdichte nur im Bereich von ±15 % zulässig
- Differenzdrücke über den ausgewählten Zu- und Abluftdurchlässen, wenn das zur Korrektur der gemessenen Luftvolumenströme erforderlich ist

Darüber hinaus können folgende Messungen durchgeführt werden:

- Schalldruckpegel im Aufenthaltsbereich der Wohnung. Durch den Betrieb der Lüftungsanlage bzw. des Lüftungsgerätes mit Nennlüftung dürfen keine störenden Geräusche verursacht werden
- Elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren bei den realisierten Lüftungs-Betriebsstufen
- Luftdichtheit von in Stand gesetzten Lüftungsschächten für geregelte Zentral- und für Einzelventilator- Lüftungsanlagen
- Raumluftgeschwindigkeit und -temperatur im Aufenthaltsbereich, wenn eine spürbare Wirksamkeit von ALD (Außenluftdurchlass), ÜLD (Überström-Luftdurchlass) bzw. ZuLD (Zuluftdurchlass) festgestellt wird bzw. zu erwarten ist

Über die Durchführung der Funktionsprüfungen bzw. -messungen sind Protokolle anzufertigen

# Kapitel 12.2: Inspektion

Hier wird u.a. festgelegt, dass beim Betrieb der Anlage das Hauptaugenmerk auf die Kontrolle der Luftvolumenströme bei Nennlüftung für die Auslegung der Ventilatoren zu legen ist. Bei entsprechenden Beanstandungen kann es aber auch notwendig sein, Geräusch- bzw. Zugluftprobleme messtechnisch zu untersuchen.

### 4. Was bedeutet das für die Messanwendungen in der Praxis?

Wenn eine Wohnraum-Lüftungsanlage in Betrieb genommen wird, liegt der Fokus meistens komplett auf der vollständigen Funktionsprüfung und auf der Gesamteinregulierung des Systems. Durch diese Maßnahmen wird zum einen der geforderte Mindestluftwechsel sichergestellt. Zum anderen dienen diese Schritte auch der Einstellung der Gesamtvolumenströme und des richtigen Verhältnisses von Gesamtzu- und Gesamtabluft-Volumenstrom sowie der Optimierung der Einzelluftmengen in den Räumen.

Die regelmäßige Wartung und ggf. Instandsetzung einer Wohnraumlüftungsanlage ist für den dauerhaften ökonomischen und ökologischen Betrieb unerlässlich. Wenn Reinigungsarbeiten vorgenommen werden, ist darauf zu achten, dass etwaige Einstellungen bzw. Einregulierungen nicht verstellt werden. Die Notwendigkeit des Filtertausches wird i.d.R. durch den Verschmutzungsgrad, die zulässige Differenzdrucküberschreitung oder zuvor vereinbarte Zeitintervalle festgelegt.

Alle Mess- und Einregulierungsergebnisse sind in einem entsprechenden Protokoll festzuhalten. Bei der Übergabe an den Kunden sind neben Lüftungskonzept, lüftungstechnischer Auslegung/Berechnung, Bedienungs-/Wartungsanleitung und Beschreibung des Lüftungssystems auch Mess- und Prüfprotokolle zu übergeben.

Bei der Auswahl der richtigen Messgeräte empfiehlt es sich daher darauf zu achten, dass diese eine unkomplizierte Dokumentation ermöglichen, z.B. durch einfache Exportfunktionen (csv) oder Protokollerstellung (PDF) direkt im Messgerät.

## 5. Was gibt es bei Messanwendungen rund um die Wohnraumlüftung zu beachten?

### Ermittlung des Gesamtluftvolumenstroms einer Lüftungszentrale

Um sicherzustellen, dass die Lüftungszentrale gemäß der Planung genügend Gesamtluftvolumenstrom zur Verfügung stellt, um die benötigen Volumenströme in den einzelnen Räumen zu erreichen, wird die Gesamtvolumenstrommenge ermittelt. Hierzu gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Die direkte Ermittlung des Volumenstroms durch eine Messung im Lüftungskanal
- Die indirekte Ermittlung des Volumenstroms über eine Differenzdruckmessung an den Lüftern der Lüftungszentrale

### Volumenstrommessung im Lüftungskanal

Dabei ist es wichtig die passende Sonde auszuwählen. Bei zentralen Wohnraumlüftungen werden, je nach Größe des Gebäudes bzw. der Lüftungsanlage, eine thermische Sonde oder eine Flügelradsonde eingesetzt:

Niedrige Strömungsgeschwindigkeiten bis 5 m/s: Thermische Sonden

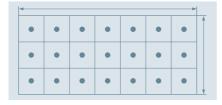


Mittlere Strömungsgeschwindigkeiten 5 m/s – 20 m/s: Flügelradsonden mit möglichst kleinen Durchmessern



# Trivialverfahren für Netzmessungen in Rechteckquerschnitten

Dafür wird zunächst das Geschwindigkeitsfeld innerhalb des rechteckigen
Kanalquerschnittes in gleichgroße
Messflächen aufgeteilt. In deren Mitte
befindet sich jeweils der Messpunkt.
Bei einem gleichmäßigen Geschwindigkeitsprofil kommt man bereits
mit wenigen Messpunkten zu einem
repräsentativen Ergebnis. Stellt man
jedoch über den Querschnitt starke
Unterschiede in der Strömungsgeschwindigkeit fest, ist die Anzahl der
Messpunkte zu erhöhen.



### Schwerlinienverfahren für Netzmessungen in Kreisquerschnitten

Hierbei wird der Kreiskanalquerschnitt in flächengleiche Kreisringe eingeteilt, wobei sich der Messort auf der Schwerlinie des Kreisringes befindet. Die Auswertung der Messung erfolgt über arithmetische Mittelwertbildung der einzelnen Messwerte.



Aus den einzelnen Geschwindigkeits-Messwerten ist die mittlere Strömungsgeschwindigkeit und daraus der Luftvolumenstrom zu berechnen.

 $\dot{V} = Volumenstrom in m<sup>3</sup>/h$ 

v = mittlere Strömungsgeschwindigkeit in m/s

A = Strömungsquerschnitt in m<sup>2</sup>

Beispiel: Bei einem Querschnitt A von 0,5 m<sup>2</sup> und einer gemessenen mittleren Geschwindigkeit von 2 m/s ergibt sich ein Volumenstrom von 3600 m<sup>3</sup>/h.

Normgerecht: Das Trivialverfahren sowie das Schwerlinienverfahren entsprechen einer Abnahmemessung nach EN 12599.

Passende Messgeräte

testo 440 Hitzdraht-Set (Bestell-Nr. 0563 4400)



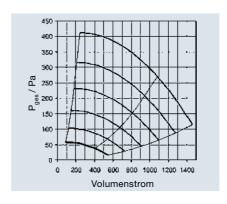
testo 440 16 mm-Flügelrad-Set (Bestell-Nr. 0563 4401)



### Differenzdruckmessung am Zentralgerät

Für diese Methode werden ein Druckmessgerät und das Kennliniendatenblatt der Lüftungsanlage benötigt. Das Kennliniendatenblatt wird i.d.R. vom Hersteller des Zentralgerätes bereitgestellt. Der Gesamtvolumenstrom am Zentralgerät wird vorzugsweise an den werksseitig vorhandenen Messeinrichtungen ermittelt. Dies sind in der Regel Druckmessstutzen. An diesen wird ein Druckmessgerät angeschlossen und der Differenzdruck ermittelt. Anhand des gemessenen Differenzdrucks und der eingestellten Leistungsstufe des Ventilators der Lüftungsanlage wird der Gesamtluftvolumenstrom mit Hilfe des Kennliniendatenblatts ermittelt.





Um den Volumenstrom der Lüftungsanlage mit Hilfe der spezifischen
Ventilatorkennlinie und dem Differenzdruck zu bestimmen, gehen Sie wie
folgt vor: Gehen Sie auf der Y-Achse
bis zum gemessenen Differenzdruckwert. Von dort gehen Sie mit Hilfe der
gekrümmten Unterstützungslinien nach
rechts bis Sie die Ventilatorkennlinie
kreuzen. Am entsprechenden X-Wert
der Kennlinie können Sie den aktuellen
Volumenstrom der Anlage ablesen.

Beispiel: Sie messen einen Differenzdruck von 200 Pa. Zwischen den beiden Hilfslinien (zwischen ~160 und 240 Pa) folgen Sie ebenfalls der imaginären Kurve bis Sie die Ventilatorkennlinie bei ca. 750 m³/h schneiden.

#### Passende Messgeräte

testo 440 dP – Klimamessgerät inkl. Differenzdrucksensor (Bestell-Nr. 0560 4402)



testo 510i – Differenzdruckmessgerät mit Smartphone-Bedienung (Bestell-Nr. 0560 1510)



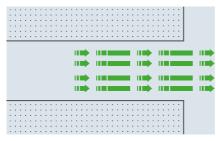
## Ermittlung des Volumenstroms in einzelnen Räumen

Um die Belüftungstechnik optimal einstellen zu können, kommt es darauf an, den Volumenstrom an den einzelnen Zuluft- und Abluftauslässen im Gebäude exakt zu erfassen. Diese unterschiedlichen Typen von Auslässen bringen verschiedene Besonderheiten mit sich, die es zu beachten gilt:

# Messung an Standard-Zuluftauslässen



An Standard-Zuluftauslässen messen Sie noch genauer und vor allem schneller mit dem testovent 417 Messtrichter. Daher messen Sie mit dem Trichter deutlich schneller und genauer.

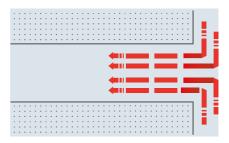


Zuluft: Bei Zuluftauslässen gibt es einen gerichteten Luftstrom, den Sie mit testo 440 und entsprechendem Flügelrad-Anemometer präzise erfassen können.

### Messung an Abluftauslässen



Wenn Sie Abluft messen wollen, ist ein Trichter zwingend erforderlich. Der Grund: Bei Abluft ist kein gerichtetes Strömungsprofil vorhanden, da die Luft aus dem Raum trichterförmig angesaugt wird. Daher kann im Raum keine Fläche definiert werden, über die die Volumenstrom-Bestimmung erfolgen kann. Diese Herausforderung ist mit Hilfe der testovent 417 Trichter einfach zu lösen. Denn die Trichter schaffen in einiger Entfernung vom Tellerventil definierte Strömungsverhältnisse in einem fixen Querschnitt.



Abluft: Bei Abluftauslässen wird die Luft aus allen Richtungen angesaugt. Um eine exakt messbare Luftströmung zu erzeugen, muss daher ein Trichter eingesetzt werden.

#### Passende Messgeräte

testo 440 100 mm-Flügelrad-Set mit Bluetooth (Bestell-Nr. 0563 4403)



testovent 417 – Gleichrichterset (Bestell-Nr. 0554 4173)



Eine weitere und ausgesprochen einfache Messmethode stellt die Verwendung des K-Faktors dar. K-Faktor ist die Abkürzung für Kalibrierfaktor. Hierbei ermittelt man an einer Druckentnahmestelle den Differenzdruck zum statischen Druck innerhalb des Bauteils – beispielsweise in einem Ventilator oder in einem Auslass. Das entsprechende Bauteil verfügt über einen K-Faktor. Voraussetzung ist, dass der Hersteller diesen zuvor im Labor für das entsprechende Bau-

teil ermittelt hat und auch auf dem Typenschild angibt. Mithilfe dieses Werts kann man aus der gemessenen Druckdifferenz den Volumenstrom berechnen. Wenn Sie das testo 440 dP nutzen, müssen Sie lediglich im Menü die Option K-Faktor auswählen, um mit der Messung des Volumenstroms zu beginnen. Danach müssen Sie den K-Faktor eingeben, den der Hersteller für das entsprechende Bauteil angegeben hat. Die Berechnung des Volumenstroms übernimmt das Messgerät automatisch.

#### Passendes Messgerät

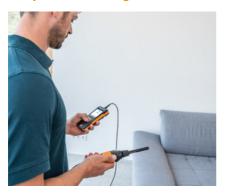
testo 440 dP – Klimamessgerät inkl. Differenzdrucksensor (Bestell-Nr. 0560 4402)



### Bestimmung der Lufttemperatur

Die Temperatur der Luft spielt für Klimatechniker bei Inbetriebnahme und Wartung von Wohnungslüftungen eine wesentliche Rolle. Temperaturmessungen werden üblicherweise am Zentralgerät, in den Zuluftkanälen und in den belüfteten Räumen durchgeführt.

#### **Temperaturmessung im Raum**



Bei der Messung der Raumlufttemperatur wird ausschließlich die Temperatur der Luft erfasst. Durch die Verwendung von strahlungsgeschützten Thermometern mit Edelstahlrohren werden Messeinflüsse durch Wärmeabstrahlungen von Wänden, Heizkörpern, Fenstern und Einrichtungsgegenständen bewusst ausgeschlossen. Der Sensor wird in der Mitte des Raumes in einer Höhe von 60 cm positioniert.

### **Temperaturmessung im Kanal**



Auch bei der Bestimmung der Lufttemperatur in Lüftungskanälen hat der Messfühler Auswirkungen auf das Ergebnis. Durch Wärmeleitung und durch Verwirbelungen kann das Messergebnis deutlich verfälscht werden. Deshalb sind die Eintauchtiefe und Position des Fühlers im Luftstrom besonders zu beachten:

- Die Eintauchtiefe des Messfühlers in den Lüftungskanal sollte idealerweise 10, mindestens jedoch 5 Fühlerdurchmesser betragen.
- Die Position des Messfühlers zum Luftstrom ist wesentlich für die Messgenauigkeit. Ideal ist die Messung in einem Krümmer und entgegen zur Strömungsrichtung, da Verwirbelungen so erst nach dem Messelement entstehen. Die Messung senkrecht zum Luftstrom ist in den meisten Fällen einfacher, hat aber erhöhte Messunsicherheiten zur

Folge. In engen Leitungen bietet sich die Messung schräg entgegen der Strömung an, um die erforderlichen Eintauchtiefen zu erfüllen.

### Passende Messgeräte

testo 440 Feuchte-Set mit Bluetooth® (Bestell-Nr. 0563 4404)



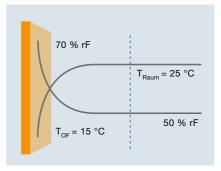
testo 605i – Thermo-Hygrometer mit Smartphone-Bedienung (Bestell-Nr. 0560 2605 02)



### Bestimmung der relativen Luftfeuchte

### Bestimmung der relativen Luftfeuchte in Räumen

Die relative Feuchte hängt bei konstanter absoluter Feuchte von der Lufttemperatur ab. An Oberflächen, deren Temperatur stark von der Raumtemperatur abweicht, besteht die Gefahr von Schichtungen und erhöhten Feuchtewerten. Deshalb sollten Sie die Feuchtemessung nicht in der Nähe von Außenwänden, sondern in der Mitte des Raumes vornehmen.



Aufgrund der niedrigeren Temperatur an der Außenwand zeigt der Sensor dort trotz konstanter absoluter Feuchte eine höhere relative Feuchte als in der Mitte des Raumes an.

### Bestimmung der relativen Luftfeuchte in Kanälen



Bei der Feuchtemessung in Kanälen steht die absolute Feuchte im Vordergrund. Gemessen wird hauptsächlich vor und nach feuchtetechnischen Bauelementen wie Lufterhitzern oder Befeuchtern. Aber auch an den Stellen, wo sich Luftströme mit verschiedener absoluter Feuchte wie Umluft und Außenluft mischen, werden Messungen vorgenommen. Wird im Kanal nicht zusätzlich getrocknet oder befeuchtet, kann davon ausgegangen werden, dass die gemessene absolute Feuchte über lange Strecken konstant bleibt und sich auch kein Kondensat an kalten Oberflächen bildet. Der Finfachheit halber nimmt man an, dass die Luft direkt hinter einem Luftwäscher feuchtegesättigt ist. Deshalb wird an dieser Stelle die Temperatur gemessen, die ungefähr gleich der

Taupunkttemperatur gesetzt werden kann. Das gleiche gilt analog an leistungsfähigen Kondensatfallen. Misst man anschließend im klimatisierten Raum die Temperatur, so lässt sich die relative Feuchte vor Ort über Tabellen bestimmen. In der Praxis liefert jedoch nur die Feuchtebestimmung mit einem Feuchtemessgerät Werte, die für Berechnungen weiterverwendet werden können, da auch an Befeuchtern mit einem Befeuchtungsgrad kleiner 100 % gemessen werden muss (z. B. nur 80 % rF nach dem Befeuchter).

### Passende Messgeräte

testo 440 Feuchte-Set mit Bluetooth® (Bestell-Nr. 0563 4404)



testo 605i – Thermo-Hygrometer mit Smartphone-Bedienung (Bestell-Nr. 0560 2605 02)



### Messung des Turbulenzgrads



Wenn Hinweise auftreten, dass Personen die Luftführung als unzumutbar empfinden oder eine spürbare Wirksamkeit von Luftdurchlässen festgestellt wird bzw. zu erwarten ist kann dieser Zustand durch Bestimmung des Turbulenzgrads und des Zugluftrisikos objektiv bewertet werden. Das passende Messgerät mit einer Turbulenzgrad-Sonde misst Luftgeschwindigkeit und Lufttemperatur und berechnet Zugluftrisiko und Turbulenzgrad automatisch.

#### Passendes Messgerät

testo 440 Behaglichkeits-KombiSet mit Bluetooth® (Bestell-Nr. 0563 4408)



### **Schallmessung**

Die Messung des Schalldruckpegels im Aufenthaltsbereich der Wohnung kann erforderlich sein, um objektiv zu prüfen ob durch den Betrieb der Lüftungsanlage bzw. des Lüftungsgerätes, mit Nennlüftung, störende Geräusche verursacht werden. Mit dem entsprechenden Messgerät kann diese Messung punktuell oder als Langzeitmessung professionell durchgeführt und auch anschließend per PC-Software dokumentiert und weiterverarbeitet werden.

### Passendes Messgerät

testo 816-1 - Schallpegelmessgerät (Bestell-Nr. 0563 8170)



# Messung der Elektrischen Leistungsaufnahme an Ventilatoren

Um spezifische effektive Leistungsaufnahme bei Ventilatoren einer
Lüftungsanlage zu ermitteln und
so sicherzustellen, dass diese den
Produktkennwerten für die jeweiligen
Betriebspunkte (Nennlüftung und optional Feuchteschutzlüftung, reduzierte
Lüftung, Intensivlüftung) entspricht,
kann eine Messung von Stromstärke
und Spannung am Ventilator notwendig werden. Um diese Messung
anschließend auch digital dokumentieren zu können empfiehlt es sich,
eine Stromzange mit App-Funktion zu
verwenden.

### Passendes Messgerät

testo 770-3 – Stromzange mit Bluetooth® (Bestell-Nr. 0590 7703)



# 6. Wie werden die Messwerte dokumentiert?

Entweder durch Normen gefordert, durch den Auftraggeber vorgegeben oder einfach zur eigenen Absicherung als Handwerker: Die Dokumentation von Messergebnissen kann viele Gründe haben. Daher gilt es bei der Auswahl von passenden Messgeräten für die Wohnraumlüftung auch auf dieses Feature zu achten.

#### **Ausdruck vor Ort**



Mit dem IRDA-/Bluetooth-Drucker von Testo können Sie die Messergebnisse des testo 440 direkt vor Ort kabellos als Protokoll ausdrucken, um sie dem Kunden zu übergeben oder in Ihrer Dokumentation zu hinterlegen.

### **Datenexport per USB**



Das Klima-Messgerät testo 440 speichert bis zu 7500 Messprotokolle, die Sie über eine USB-Schnittstelle als csv-Datei auf einen PC übertragen können, um sie z.B. mit Excel weiterzuverarbeiten.

Messwerte können so beispielsweise in ein Verlaufs-Diagramm überführt oder zur detaillierten Beurteilung einzeln betrachtet werden. Auch die Integration in Ihren eigenen Prüfbericht ist problemlos möglich.

### Digitale Dokumentation per App



Mit den Testo Smart Probes können Sie Messdatenprotokolle durch Fotos ergänzen und noch vor Ort als PDF, csv oder JPEG (Verlaufsgrafik) exportiert werden. Alle Formate können bequem direkt per E-Mail versendet werden.

Das PDF stellt ein vollständiges Messprotokoll dar, das alle relevanten Informationen enthält: Messdaten, verwendete Messgeräte, Kundendaten, Ihre Kontaktdaten und Kommentare.

