

DIN 94701

DIN

ICS 91.140.30

**Lufttechnische Systeme –
Luftzähler und Luftenergiezähler –
Anforderungen**

Ventilation systems –
Air meters and air energy meters –
Requirements

Systèmes de ventilation –
Compteurs d'air et compteurs d'énergie aéraulique –
Exigences

Gesamtumfang 28 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Funktionsweise und Beschreibung des Messverfahrens	7
4.1 Luftzähler	7
4.2 Luftenergiezähler	10
4.2.1 Messprinzip	10
4.2.2 Bilanzgrenzenanalyse	11
4.2.3 Messpunktanalyse	14
4.3 Bauart	15
5 Anforderungen an die Messeinrichtung	15
5.1 Genauigkeit	15
5.1.1 Allgemeine Betrachtungen	15
5.1.2 Fehlergrenzen der Volumen- oder Massenstromerfassung	15
5.1.3 Genauigkeitsanforderungen bezüglich der Enthalpieerfassung	17
5.2 Erfassungsgrenzen	19
5.2.1 Erfassungsgrenzen des Volumenstroms oder Massenstroms (Schleichmengenunterdrückung)	19
5.2.2 Erfassungsgrenzen der spezifischen Enthalpie der Luft	20
5.3 Anzeigeeinrichtung	21
5.4 Schutz gegen Manipulation durch Unbefugte	22
5.5 Sensorwertübertragung	22
5.6 Mess- und Zählfunktion: Aktualisierungsraten, Störungen, Zählerwertspeicherung . . .	23
5.7 Echtzeituhr	23
5.8 Dichtheit der Zähler-Messstrecken	23
6 Anforderungen an Einbau und Inbetriebnahme	23
6.1 Einbau	23
6.1.1 Dichtheit und Dämmung	23
6.1.2 Luftleitungsquerschnitt und Vorstörungs-Formstücke	24
6.1.3 Ein- und Auslaufstrecken	24
6.1.4 Enthalpiemessstellen	24
6.1.5 Luftqualität	25
6.1.6 Flanschverbindungen	25
6.2 Inbetriebnahme	25
6.2.1 Allgemeines	25
6.2.2 Betriebsbegleitende Kalibrierung vor Ort	25
7 Vorstörungsprüfungen	25
8 Werkskalibrierung	27
9 Dokumentation	27
Literaturhinweise	28

Bilder

Bild 1 — Luftzähler auf Basis der Volumenstromerfassung	8
Bild 2 — Luftzähler auf Basis der Massenstromerfassung	8
Bild 3 — Messprinzip des Luftenergiezählers — hier Erfassung in der Zuluftleitung einer Nutzungszone	10
Bild 4 — Prinzip der Bilanzgrenzenanalyse zwischen den Messstellen (Bilanzgrenzen) 1 und 2 .	11

Bild 5 — Die Bilanzgrenzenanalyse im Zeitdiagramm mit beispielhaftem Verlauf der spezifischen Enthalpien der Luft am Bilanzgrenzenanfang und -ende, des Massenstroms, der sich ergebenden thermischen Leistung und der Zählerstände der Energiezähler	12
Bild 6 — Prinzip der Messpunktanalyse mit Erfassung der Enthalpie an einem Messpunkt (Index 1) in Bezug auf ein energetisches Nullpotenzial (Index 0)	14
Bild 7 — Fehlergrenzen (Volumen- oder Massenstrom)	17
Bild 8 — Messunsicherheitsgrenzen (Enthalpieerfassung)	18
Bild 9 — Schleichmengenunterdrückung beim Luftzähler und Luftenergiezähler	20
Bild 10 — Unterdrückung zu kleiner Enthalpiedifferenzen beim Luftenergiezähler	21
Bild 11 — Herstellerseitige Vorstörungsprüfungen	27

Tabellen

Tabelle 1 — Betriebspunkte zur Bestimmung der Unsicherheit der Erfassung der spezifischen Enthalpie der Luft	18
---	-----------

Vorwort

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-02-52 AA „Komponenten (SpA CEN/TC 156/WG 3 und WG 4)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt zum einen Anforderungen an stationär installierte Messeinrichtungen für die Verbrauchserfassung in durch Luftleitung strömender Luft fest, die dem gesetzlichen Messwesen unterliegen. Dieses Dokument kann zur Umsetzung des Mess- und Eichgesetzes herangezogen werden.

Zum anderen werden gesonderte Anforderungen festgelegt für solche Messeinrichtungen, die nicht dem gesetzlichen Messwesen unterliegen (z. B. Energieeffizienz-Messungen). Diese Messeinrichtungen können fest installiert oder portabel sein.

Dieses Dokument gibt Leitlinien sowohl für raumlufttechnische als auch für prozesslufttechnische Anlagen und ist sowohl anzuwenden für Wohngebäude als auch für Nichtwohngebäude.

Dieses Dokument legt Mindestanforderungen an die Konstruktion, den Einbau und die Funktion des Messsystems fest.

Es werden die produktseitigen Anforderungen an die Messeinrichtungen festgelegt.

ANMERKUNG Die Anwendung der Messeinrichtung zur verbrauchsbasierten Lüftungskostenabrechnung wird in VDI 2077 Blatt 4 festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN 1505, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen und Formstücke aus Blech mit Rechteckquerschnitt — Maße*

DIN EN 1506, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen und Formstücke aus Blech mit rundem Querschnitt — Maße*

DIN EN 1507, *Lüftung von Gebäuden — Rechteckige Luftleitungen aus Blech — Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit*

DIN EN 12237, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech*

DIN EN 12599, *Lüftung von Gebäuden — Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumlufttechnischer Anlagen; Deutsche Fassung EN 12599:2012*

DIN EN 12792, *Lüftung von Gebäuden — Symbole, Terminologie und graphische Symbole*

DIN EN 15727, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen und Luftleitungsbauteile, Klassifizierung entsprechend der Luftdichtheit und Prüfung; Deutsche Fassung EN 15727:2010*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

VDI/VDE 3514 Blatt 1:2016 -11, *Gasfeuchtemessung — Blatt 1: Kenngrößen und Formelzeichen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 12792 und die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN -TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE -IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Luftzähler

Messeinrichtung zur Erfassung der Luftmenge (Volumen oder Masse), die durch einen Luftleitungsabschnitt innerhalb eines Zeitraums strömt

3.2

Luftenergiezähler

Messeinrichtung zur Erfassung der Menge und der thermischen Energie der Luft, die durch einen Luftleitungsabschnitt innerhalb eines Zeitraums strömt

3.3

Messintervall

Zeitraum zwischen zwei Sensorauswertungen einer Messgröße

Anmerkung 1 zum Begriff: Entspricht der Abtastrate einer Messgröße.

3.4

Speicherintervall

Zeitraum zwischen zwei Speicherereignissen einer Mess- oder Rechengröße

3.5

Zählintervall

Zeitraum zwischen zwei Aktualisierungsereignissen eines Zählers

3.6

Messpunkt

Ort an dem ein Sensor oder eine Kombination von Sensoren einen punktuellen Messwert ermittelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Einzelmesswerte von mehreren Messpunkten z. B. in einer Ebene können zu einem mittleren/gewichteten Messwert führen.

3.7

Messstelle

Stelle (Ort) im betrachteten System an der eine Größe gemessen/bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Messwert für die Messstelle kann aus einem oder mehreren Messwerten einzelner Messpunkte berechnet werden.

3.8

spezifische Enthalpie der Luft

h

Enthalpie der Luft bezogen auf die Masse der Luft mit dem Enthalpienullpunkt beim Tripelpunkt des Wassers ($T = 273,16 \text{ K}$)

Anmerkung 1 zum Begriff: Berechnung nach VDI/VDE 3514 Blatt 1:2016-11.

3.9

Normdichte

ρ_s

Dichte der Luft bei Bedingungen von $p = 1\,013,25 \text{ hPa}$, $\varphi = 50 \%$ relative Luftfeuchte und $\vartheta = 20 \text{ °C}$ ($\rho_s = 1,2 \text{ kg/m}^3$)

3.10**Betriebsdichte** ρ_B

Dichte der Luft bei Prozess- bzw. Betriebsbedingungen

3.11**maximal zulässiger Fehler****Ef**

Bereichsgrenze innerhalb der Abweichungen des Messwerts vom tatsächlichen Wert einer Messgröße bei einer Messung im Labor bei ungestörter Anströmung liegen dürfen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ef steht im Mess- und Eichrecht für Eichfehlergrenzen bei Durchflussmessungen.

3.12**maximal zulässiger installationsbedingter Fehler****MZF**

Bereichsgrenze innerhalb derer, die Abweichungen des Messwerts vom tatsächlichen Wert einer Messgröße liegen dürfen, wenn das Messgerät am Installationsort eingebaut ist

3.13**Verkehrsfehlergrenzen**

Bereichsgrenze innerhalb derer die Abweichungen des Messwerts vom tatsächlichen Wert einer Messgröße am Installationsort, über die gesamte Eichfrist liegen dürfen

3.14**Fehlerklasse**

Klassifizierung der Geräte nach der Genauigkeit an die Messung

3.15**Störmengenzähler**

separates Zählwerk, das dann läuft, wenn eine Fehlfunktion im Zählbetrieb erkannt wurde

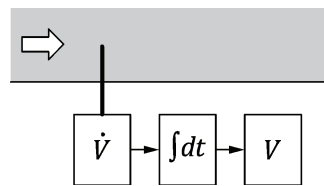
Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Störmengenberechnung werden, für die außerhalb der zulässigen Messbereiche der Sensoren liegenden Messwerte, Fixwerte angesetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Fehlfunktion im Zählbetrieb kann z. B. eine defekte Temperatursensorik sein.

4 Funktionsweise und Beschreibung des Messverfahrens**4.1 Luftzähler**

Luftzähler können auf einer Volumenstrom- oder Massenstromerfassung beruhen, deren Werte sie während des Betrachtungszeitraums integrieren.

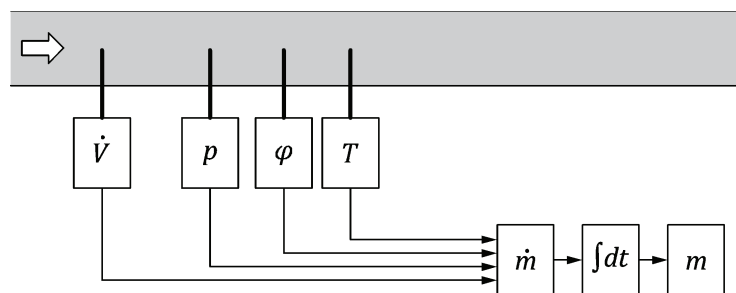
Als Zählergröße liegt bei einer Volumenstromerfassung die Luftmenge vor, z. B. in der Einheit m^3 . Die Luftmenge, d. h. das Luftvolumen, ist als Betriebsvolumen, basierend auf der Betriebsdichte, zu erfassen, siehe Bild 1.

**Legende**

$\dot{V}$ Volumenstrom
 V im Zeitraum erfasstes Volumen der Luft
 t Zeit

Bild 1 — Luftzähler auf Basis der Volumenstromerfassung

Sofern Luftzähler auf einer Massenstromerfassung beruhen, liegt als Zählergröße die Luftmasse vor, z. B. in der Einheit kg. Dabei kann die Massenstromerfassung je nach Messprinzip direkt erfolgen oder unter Zuhilfenahme der Volumenstromerfassung und der Berechnung der Dichte aus statischem Druck, relativer Luftfeuchte und Temperatur, siehe Bild 2. Die Zählergröße darf auch als Normvolumen, basierend auf der Normdichte, angegeben werden.

**Legende**

$\dot{V}$ Volumenstrom
 p Absolutdruck der Luft
 φ die relative Luftfeuchte
 T die Temperatur der Luft
 $\dot{m}$ Massenstrom
 t Zeit
 m im Zeitraum erfasste Masse der Luft

Bild 2 — Luftzähler auf Basis der Massenstromerfassung

Die Gleichungen lauten wie folgt:

$$V_B = \int_{t_x}^{t_y} \dot{V}_B dt \quad (1)$$

$$V_S = \frac{1}{\rho_S} \cdot m = \int_{t_x}^{t_y} \dot{V}_S dt = \frac{1}{\rho_S} \int_{t_x}^{t_y} \dot{m} dt \quad (2)$$

$$\dot{m} = \dot{V}_B \rho_B \quad (3)$$

$$m = \int_{t_x}^{t_y} \dot{m} dt \quad (4)$$

Dabei ist

V_B das zwischen Start- und Endzeitpunkt durchgeströmtes Luft-Betriebsvolumen, in m^3 ;

$\dot{V}_B$ das Luft-Betriebsvolumenstrom, in m^3/h ;

ρ_B die Betriebsdichte, abhängig von statischem Druck, Temperatur und Luftfeuchte, in kg/m^3 ;

V_S das zwischen Start- und Endzeitpunkt durchgeflossene Luft-Normvolumen, in m^3 ;

$\dot{V}_S$ der Luft-Normvolumenstrom, in m^3/h ;

ρ_S die Luft-Normdichte (bei festzulegenden Normbedingungen), in kg/m^3 ;

m die zwischen Start- und Endzeitpunkt durchgeflossene Luftmasse, in kg ;

$\dot{m}$ der Luftmassenstrom, in kg/h ;

t die Zeit, in h ;

t_x der Startzeitpunkt, in h ;

t_y der Endzeitpunkt, in h .