DIN EN 16211:2025-08 (D)

Lüftung von Gebäuden - Luftvolumenstrommessung in Lüftungssystemen - Verfahren; Deutsche Fassung EN 16211:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 8

Einleitung 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 10

4 Symbole und Abkürzungen 11

5 Angabe des Luftvolumenstroms und Einflussparameter 14
5.1 Hydraulischer Durchmesser 14
5.2 Strömungsstörungen 15
5.3 Stabilität des Luftvolumenstroms 15
5.4 Luftdichte 15
5.5 Umrechnung des dynamischen Drucks in Luftgeschwindigkeit 16
5.6 Korrektur und Umrechnung des gemessenen Luftvolumenstroms 16
5.6.1 Allgemein 16
5.6.2 Korrektur des Luftvolumenstroms 17
5.6.3 Umrechnung des Luftvolumenstroms 18

6 Anforderungen an Messgeräte 19
6.1 Allgemein 19
6.2 Messgeräte für den Luftvolumenstrom 19
6.3 Differenzdruckmessgeräte (Manometer) 19
6.4 Luftgeschwindigkeitsmessgeräte 19
6.4.1 Allgemein 19
6.4.2 Anemometer 19
6.4.3 Staudrucksonden 20
6.5 Geräte zur Temperaturmessung (Thermometer) 21
6.6 Messgeräte für den atmosphärischen Druck (Barometer) 21

7 Messverfahren für Luftvolumenströme 21
7.1 Übersicht der beschriebenen Verfahren 21
7.2 Mehrpunktmessung im Querschnitt der Luftleitung — mit Messebenenkriterien (ID1) 22
7.2.1 Kurzbeschreibung 22
7.2.2 Prüfeinrichtung 23
7.2.3 Messverfahren 24
7.2.4 Angabe der Ergebnisse 29
7.3 Mehrpunktmessung im Querschnitt der Luftleitung — ohne Messebenenkriterien (ID2) 31
7.3.1 Kurzbeschreibung 31
7.3.2 Prüfeinrichtung 31
7.3.3 Messverfahren 32
7.3.4 Angabe der Ergebnisse 39
7.4 Fest installierte Einrichtungen für die Luftvolumenstrom-Messung (ID3, ST1 und ET1) 44
7.4.1 Kurzbeschreibung 44
7.4.2 Prüfeinrichtung 45
7.4.3 Messverfahren 45
7.4.4 Angabe der Ergebnisse 45
7.5 Messung des Luftvolumenstroms mit einem dichten Beutel an Zuluft ATD (ST2) 46

7.5.1 Kurzbeschreibung ... 46
7.5.2 Prüfeinrichtung ... 47
7.5.3 Messverfahren ... 47
7.5.4 Angabe der Ergebnisse ... 48
7.6 Messung des Luftvolumenstroms mit einem Messtrichter (ST3 und ET2) ... 48
7.6.1 Kurzbeschreibung ... 48
7.6.2 Prüfeinrichtung ... 49
7.6.3 Messverfahren ... 50
7.6.4 Angabe der Ergebnisse ... 52

Anhang A (informativ) Zusätzliche Verfahren ... 53
A.1 Indikatorgasmessung (ID4) ... 53
A.1.1 Kurzbeschreibung ... 53
A.1.2 Prüfeinrichtung ... 54
A.1.3 Messverfahren — Bedingungen für ein homogenes Mischen von Indikatorgas ... 54
A.1.4 Angabe des Ergebnisses — Berechnung des Luftvolumenstroms ... 55
A.2 Messung mit einem Anemometer am Außenluftdurchlass (IN1) oder Fortluftdurchlass (EX1) ... 56
A.2.1 Kurzbeschreibung ... 56
A.2.2 Prüfeinrichtung ... 56
A.2.3 Messverfahren ... 56
A.2.4 Angabe der Ergebnisse ... 57
A.3 Punktmessungen mithilfe von Hitzdrahtanemometern an rechteckigen Außen- (IN2) und Fortluftgittern (ET3) an Wänden ... 58
A.3.1 Kurzbeschreibung ... 58
A.3.2 Messgeräte ... 58
A.3.3 Messverfahren ... 58
A.3.4 Standardmessunsicherheit ... 61

Anhang B (informativ) Messunsicherheit ... 63
B.1 Unsicherheit eines Messergebnisses ... 63
B.2 Bewertung der Standardunsicherheit des Typs B ... 64
B.3 Kombinierte Standardunsicherheit ... 66
B.4 Erweiterte Unsicherheit ... 66
B.5 Beispiele ... 66

Literaturhinweise ... 72

Bilder

Bild 1 — Messprinzip der Staudrucksonde ... 20

Bild 2 — Fall A und Fall B — Querschnitt einer horizontalen Luftleitung — ein Bogen anströmseitig in horizontaler oder vertikaler Ebene ... 26

Bild 3 — Zusammenhang zwischen der Mindestluftgeschwindigkeit v und dem Sondendurchmesser D_{so} ... 32

Bild 4 — Unterteilung eines rechteckigen Querschnitts in Messflächen gleicher Größe ... 33

Bild 5 — Unterteilung eines runden Querschnitts in Ringe mit gleicher Fläche ... 35

Bild 6 — Beispiel für Messstellen auf einem kreisförmigen Querschnitt ... 38

Bild 7 — Unterteilung des Luftleitungsquerschnitts zur Berechnung des arithmetischen Mittels der Geschwindigkeit für eine rechteckige Luftleitung ... 41

Bild 8 — Unterteilung des Luftleitungsquerschnitts zur Berechnung des arithmetischen Mittels der Geschwindigkeit für eine kreisförmige Luftleitung ... 42

Bild 9 — Empirische Beziehung zwischen der Unregelmäßigkeit I in % in Prozent des Profils und dem relativen Abstand a/D_h der Messstelle zu der Störung ... 42

Bild 10 — Beispiel einer Messung mit Verfahren ET1 ... 45

Bild 11 — Prinzipien des Messbeutel-Verfahrens ... 47

Bild 12 — Beispiel einer Messung mit Verfahren ST31 ... 49

Bild 13 — Messtrichter mit Zusatzventilator (ST32) ... 50

Bild 14 — Positionierung des Messtrichters ... 51

Bild A.1 — Ausrüstung für die Indikatorgasmessung ... 54

Bild A.2 — Beispiel für eine Düsenvorrichtung für die Mehrfacheinspritzung von Indikatorgas ... 54

Bild A.3 — Messung der Luftgeschwindigkeit ... 57

Bild A.4 — Messmuster — Für kreisförmige und rechteckige Gitter ... 57

Bild A.5 — Lage der Messpunkte ... 59

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole ... 12

Tabelle 2 — Abkürzungen ... 14

Tabelle 3 — Zusammenfassung der in diesem Dokument beschriebenen Verfahren ... 21

Tabelle 4 — Messverfahren ID1 für Luftvolumenströme ... 23

Tabelle 5 — Erforderliche gerade Abschnitte vor und hinter der Messebene ... 24

Tabelle 6 — Messstellen bei Luftleitungen mit kreisförmigem Querschnitt ... 27

Tabelle 7 — Messstellen bei Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt an der größeren Abmessung: L_2 — Gleichungen ... 27

Tabelle 8 — Messstellen bei Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt an der größeren Abmessung: L_2 — Werte ... 28

Tabelle 9 — Messstellen für Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt an der kleineren Abmessung, L_1 — Bilder ... 28

Tabelle 10 — Korrekturfaktoren, k_2, für die Form der Luftleitung für kreisförmige Luftleitungen ... 30

Tabelle 11 — Korrekturfaktoren, k_2, für die Form der Luftleitung für rechteckige Luftleitungen ... 30

Tabelle 12 — Verfahren ID2 für die Messung von Luftvolumenströmen in der Luftleitung ... 31

Tabelle 13 — Erforderliche Anzahl an Messstellen in Abhängigkeit von dem relativen Abstand a/D_h zu einer Störung und der kombinierten Unsicherheit 32

Tabelle 14 — Relativer Wandabstand der Messstellen in einer rechteckigen Luftleitung 34

Tabelle 15 — Unterteilung des runden Querschnitts in Ringe mit gleicher Fläche — Relativer Wandabstand auf der Schwerlinie des Ringraums $\frac{y_i}{D}$ 36

Tabelle 16 — Unterteilung des runden Querschnitts in Ringe mit gleicher Fläche — Relativer Durchmesser des Rings auf der Schwerlinie des Ringraums $\frac{D_i}{D}$ 36

Tabelle 17 — Geschätzte Standardunsicherheit der Messung aufgrund des Messorts in Abhängigkeit von der Anzahl der Messstellen 43

Tabelle 18 — Standardunsicherheit des Verfahrens 44

Tabelle 19 — Messverfahren für Zuluftströmungen an ATD 46

Tabelle 20 — Messverfahren für Luftströmungen an ATD 48

Tabelle A.1 — Messverfahren mit Indikatorgas 53

Tabelle A.2 — Erforderliche Mischstrecke (L), um die Standardunsicherheit des Verfahrens unter 5 % und 10 % zu senken 55

Tabelle A.3 — Toleranz, Δl, als eine Funktion der Gittergröße 59

Tabelle A.4 — Korrekturfaktor k für einen Leitschaufelwinkel von 0° 59

Tabelle A.5 — Korrekturfaktor k für einen Leitschaufelwinkel von 30° 60

Tabelle A.6 — Korrekturfaktor k für einen Leitschaufelwinkel von 45° 61