

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_{s0}		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