

E DIN EN 16211:2023-05 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2023-04-07

Lüftung von Gebäuden - Luftvolumenstrommessung in Lüftungssystemen -
Verfahren; Deutsche und Englische Fassung prEN 16211:2023

Ventilation for buildings - Measurement of air flow rates on site - Methods; German
and English version prEN 16211:2023

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	14
5.1 Hydraulischer Durchmesser.....	14
5.2 Strömungsstörungen.....	15
5.3 Stabilität der Durchflussmenge	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.....	19
6.4 Luftgeschwindigkeitsmessgeräte.....	19
6.4.1 Allgemein	19
6.4.2 Anemometer	20
6.4.3 Statisches Pitotrohre.....	20
6.5 Geräte zur Temperaturmessung	21
6.6 Messgeräte für den atmosphärischen Druck.....	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	28
7.3 Mehrpunktmessung im Querschnitt der Luftleitung - ohne Messebenenkriterien(ID2).....	30
7.3.1 Kurzbeschreibung.....	30
7.3.2 Prüfeinrichtung.....	31
7.3.3 Messverfahren.....	32
7.3.4 Angabe der Ergebnisse	39
7.4 Feste Geräte 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 Kunststoffbeutel 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 einer Strömungshaube (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	53
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 Lufteinlass (IN1) oder Luftauslass (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 thermischen Anemometern an rechteckigen Einlass- (IN2) und Auslassgittern (EX2) 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.....		62
B.1	Unsicherheit eines Messergebnisses	62
B.2	Bewertung der Standardunsicherheit des Typs B.....	63
B.3	Kombinierte Standardunsicherheit	65
B.4	Erweiterte Unsicherheit.....	65
B.5	Beispiele.....	65
Literaturhinweise		70

Bilder

Bild 1	— Messprinzip des statischen Pitotrohrs.....	21
Bild 2	— Fall A und Fall B — Querschnitt einer horizontalen Luftleitung — ein Bogen anströmseitig in horizontaler oder vertikaler Ebene.....	25
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.....	36
Bild 6	— Beispiel für Messstellen auf einem kreisförmigen Querschnitt.....	39

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.....	50
Bild 13 — Strömungshaube mit Zusatzventilator (ST32).....	50
Bild 14 — Positionierung der Strömungshaube	51
Bild A.1 — Indikatorgas-Messvorrichtung	54
Bild A.2 — Düsenvorrichtung für die Injektion von Indikatorgas	54
Bild A.3 — Messung der Windgeschwindigkeit.....	56
Bild A.4 — Messmuster — Für kreisförmige und rechteckige Gitter	57
Bild A.5 — Lage der Messstellen	58

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und abgekürzte Begriffe	12
Tabelle 2 — Zusammenfassung der in diesem Dokument beschriebenen Verfahren	22
Tabelle 3 — Verfahren ID1 für die Messung von Luftvolumenströmen.....	23
Tabelle 4 — Erforderliche gerade Abschnitte vor und hinter der Messebene.....	24
Tabelle 5 — Messstellen bei Luftleitungen mit kreisförmigem Querschnitt.....	26
Tabelle 6 — Messstellen bei Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt an der größeren Abmessung: L_2 — Gleichungen	27
Tabelle 7 — Messstellen bei Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt an der größeren Abmessung L_2 — Werte.....	27
Tabelle 8 — Messstellen für Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt an der kleineren Abmessung, L_1 — Bilder.....	28
Tabelle 9 — Korrekturfaktor für die Form der Luftleitung, e_{k_2} , für kreisförmige Luftleitungen	29
Tabelle 10 — Korrekturfaktor für die Form der Luftleitung, k_2 , für rechteckige Luftleitungen.....	30
Tabelle 11 — Verfahren ID2 für die Messung von Luftvolumenströmen in der Luftleitung.....	31

Tabelle 12 — Erforderliche Anzahl an Messstellen in Abhängigkeit von dem relativen Abstand a/D_h zu einer Störung und der kombinierten Unsicherheit	32
Tabelle 13 — Relativer Wandabstand der Messstellen in einer rechteckigen Luftleitung	34
Tabelle 14 — Unterteilung des runden Querschnitts in Ringe mit gleicher Fläche — Relativer Wandabstand des Rings auf der Schwerlinienachse des Ringraums y/D	36
Tabelle 15 — Unterteilung des runden Querschnitts in Ringe mit gleicher Fläche — Relativer Ring auf der Schwerlinienachse des Ringraums D/D	37
Tabelle 16 — Geschätzte Standardunsicherheit der Messung aufgrund des Messorts in Abhängigkeit von der Anzahl der Messstellen	43
Tabelle 17 — Standardunsicherheit des Verfahrens	44
Tabelle 18 — Messverfahren für Zuluftströmungen an ATD	46
Tabelle 19 — Messverfahren für Zuluftströmungen an ATD	49
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 — Abstand zu den Seiten des rechteckigen Auslass- oder Einlassgitters	59
Tabelle A.4 — Faktorkorrektur k für einen Leitschaufelwinkel von 0°	59
Tabelle A.5 — Faktorkorrektur k für einen Leitschaufelwinkel von 30°	60
Tabelle A.6 — Faktorkorrektur k für einen Leitschaufelwinkel von 45°	60