

# 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 $0^\circ$ .....	59
Tabelle A.5 — Faktorkorrektur $k$ für einen Leitschaufelwinkel von $30^\circ$ .....	60
Tabelle A.6 — Faktorkorrektur $k$ für einen Leitschaufelwinkel von $45^\circ$ .....	60