

DIN EN ISO 5801:2011-11 (D)

Industrieventilatoren - Leistungsmessung auf genormten Prüfständen (ISO 5801:2007, einschließlich Cor 1:2008); Deutsche Fassung EN ISO 5801:2008

Inhalt	Seite
Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	11
4 Einheiten und Symbole.....	27
4.1 Symbole.....	27
4.2 Indizes.....	31
5 Allgemeines	31
6 Ausrüstung für die Druckmessung	32
6.1 Barometer.....	32
6.2 Manometer	33
6.3 Dämpfung von Manometern	33
6.4 Prüfung der Manometer	33
6.5 Position des Manometers	34
7 Bestimmung des mittleren Druckes eines Prüfstandes	34
7.1 Messverfahren	34
7.2 Anwendung von Druckmessbohrungen	34
7.3 Konstruktive Ausführung der Druckmessbohrungen (Entnahmestellen).....	34
7.4 Lage und Anschlüsse	35
7.5 Überprüfung der Übereinstimmung	35
7.6 Anwendung von Staudruckrohren	36
8 Temperaturmessung	36
8.1 Thermometer.....	36
8.2 Einbaustelle des Thermometers	36
8.3 Feuchte	37
9 Messung der Drehzahl	37
9.1 Drehzahl der Ventilatorwelle	37
9.2 Zulässige Messgeräte	37
10 Bestimmung der Leistungsaufnahme	37
10.1 Messgenauigkeit.....	37
10.2 Wellenleistung des Ventilators	37
10.2.1 Dynamometer.....	37
10.2.2 Drehmomentmessgerät	38
10.3 Bestimmung der Wellenleistung des Ventilators durch elektrische Messungen.....	38
10.3.1 Gesamtsumme der Verluste	38
10.3.2 Kalibrierte Motoren.....	38
10.3.3 Elektrische Messgeräte	38
10.4 Laufradleistung.....	38
10.5 Übertragungssysteme.....	39
11 Überprüfung der Maße und Flächenbestimmung	39
11.1 Durchflussmessgeräte.....	39
11.2 Toleranzen für Abmessungen.....	39
11.3 Bestimmung der Querschnittsfläche	39
11.3.1 Dimensionsmessung	39

11.3.2	Runde Abschnitte	39
11.3.3	Rechteckige Abschnitte	39
12	Bestimmung der Luftdichte, Gaskonstante von feuchter Luft und Viskosität.....	40
12.1	Luftdichte im Prüfraum im Abschnitt x	40
12.2	Bestimmung des Dampfdruckes.....	41
12.3	Bestimmung der Luftviskosität.....	44
13	Bestimmung der Durchflussrate.....	44
13.1	Allgemeines.....	44
13.2	Inline-Durchflussmessgerät (Standard-Primärgeräte).....	44
13.3	Netzmessungen	46
14	Berechnung der Prüfergebnisse.....	48
14.1	Allgemeines.....	48
14.2	Einheiten.....	48
14.3	Temperatur.....	48
14.4	Machzahl und Bezugsbedingungen.....	50
14.4.1	Allgemeines.....	50
14.4.2	Bezugsmachzahl.....	50
14.4.3	Machzahl eines Abschnitts x , Ma_x	50
14.4.4	Berechnung der Dichte ρ_x im Abschnitt x und der mittleren Geschwindigkeit v_{mx}	53
14.5	Ventilatordruck.....	54
14.6	Berechnung des Staudruckes in einem Bezugsabschnitt des Ventilators anhand des im Abschnitt x einer Prüfrohrleitung gemessenen Überdrucks p_{ex}	56
14.7	Volumenstrom am Eintritt.....	58
14.8	Förderleistung und Wirkungsgrad des Ventilators.....	58
14.8.1	Berechnung der Förderleistung und des Wirkungsgrades des Ventilators aus der Förderarbeit.....	58
14.8.2	Berechnung der Förderleistung und des Ventilatorwirkungsgrades aus dem Volumenstrom und dem Druck des Ventilators	59
14.8.3	Konventioneller statischer Wirkungsgrad	63
14.8.4	Bestimmung des kinetischen Index am Ventilatoreintritt, i_{k1} oder am Ventilatoraustritt, i_{k2}	64
14.8.5	Bezugsmachzahl Ma_{2ref} kleiner als 0,15 und Ventilatordruck p_f kleiner als 2 000 Pa.....	64
15	Umrechnungsregeln für die Prüfergebnisse	66
15.1	Ähnlichkeitsgesetze von Ventilatoren.....	67
15.1.1	Geometrische Ähnlichkeit	67
15.1.2	Ähnlichkeit der Reynolds-Zahl.....	67
15.1.3	Machzahl und Ähnlichkeit der Geschwindigkeitsdreiecke	67
15.2	Umrechnungsregeln.....	68
15.2.1	Umrechnungsregeln für die kompressible Strömung	70
15.2.2	Vereinfachte Umrechnungsregeln für die inkompressible Strömung.....	71
15.2.3	Wellenleistung und Leistung des Ventilatorlaufrades.....	71
16	Ventilator Kennlinien.....	72
16.1	Allgemeines.....	72
16.2	Verfahrensweisen der graphischen Darstellung	72
16.3	Kennlinien bei konstanter Geschwindigkeit.....	72
16.4	Kennlinien bei inhärenter Drehzahl (Nenn Drehzahl).....	72
16.5	Kennlinien für einen Ventilator mit einstellbarer Leistung	73
16.6	Vollständige Ventilator Kennlinie	74
16.7	Prüfung bezüglich einer festgelegte Leistung.....	75
17	Analyse der Unsicherheit.....	76
17.1	Grundsätze	76
17.2	Analyse vor und nach der Prüfung	76
17.3	Analysenverfahren.....	76
17.4	Fortpflanzung von Unsicherheiten	77
17.5	Auswertung der Unsicherheiten	77
17.6	Maximal zulässige Messunsicherheiten.....	77
17.7	Maximal zulässige Unsicherheit von Ergebnissen	78

18	Auswahl der Prüfverfahren	79
18.1	Klassifizierung	79
18.2	Kategorien entsprechend der Einbauart.....	79
18.3	Prüfbericht	80
18.4	Anlagen des Anwenders.....	80
18.5	Alternative Verfahren	80
18.6	Nachbildung einer Rohrleitung.....	80
19	Einbau des Ventilators und von Prüfständen	81
19.1	Eintritte und Austritte.....	81
19.2	Prüfstände	81
19.3	Prüfraum.....	81
19.4	Anpassung von Ventilator und Prüfstand	81
19.5	Austrittsfläche	81
20	Durchführung der Prüfung	82
20.1	Fördermedium	82
20.2	Drehzahl	82
20.3	Stationärer Betrieb	82
20.4	Umgebungsbedingungen	82
20.5	Druckmesswerte.....	82
20.6	Prüfungen bezüglich einer festgelegten Leistung.....	82
20.7	Prüfungen zur Bestimmung einer Ventilator Kennlinie	83
20.8	Betriebsbereich	83
21	Bestimmung der Durchflussrate.....	83
21.1	Mehrfachdüsen	83
21.2	Konischer oder trichterförmiger Eintritt	83
21.3	Messblende	83
21.4	Netzmessung mit Staudrucksonden (siehe ISO 3966 und ISO 5221)	83
22	Bestimmung der Durchflussrate mit Mehrfachdüsen	83
22.1	Aufbau	83
22.2	Geometrische Form.....	83
22.3	Eintrittsbereich	85
22.4	Kenndaten von Mehrfachdüsen.....	85
22.5	Unsicherheit.....	88
23	Bestimmung der Durchflussrate mit konischem oder trichterförmigem Eintritt.....	88
23.1	Geometrische Form.....	88
23.2	Zusätzlicher Siebboden	89
23.3	Eintrittsbereich	91
23.4	Durchfluss am konischen Eintritt.....	91
23.5	Durchfluss am trichterförmigen Eintritt.....	91
23.6	Unsicherheiten.....	93
24	Bestimmung des Durchflusses mit einer Messblende.....	93
24.1	Einbau.....	93
24.2	Messblende	93
24.3	Rohrleitungen	98
24.4	Druckmessbohrungen	98
24.5	Berechnung des Massenstroms	99
24.6	Reynolds-Zahl.....	99
24.7	Blende in Rohrleitung mit Druckmessbohrungen bei D und $D/2$ [siehe Bild 20 a) und ISO 5167-1]	100
24.8	Austrittsblende mit Druckmessbohrungen [siehe Bild 20 c) und e)]	103
24.8.1	Messblende mit Druckmessbohrung in der Prüfkammer [siehe Bild 20 e) und f)]	103
24.8.2	Eintrittsblende mit Druckmessbohrungen [siehe Bild 20 d) und e)]	105
25	Bestimmung der Durchflussrate durch Netzmessung mit Staudrucksonden.....	105
25.1	Allgemeines	105
25.2	Staudrucksonde	105
25.3	Grenzen der Luftgeschwindigkeit.....	110
25.4	Lage der Messpunkte.....	110
25.5	Bestimmung des Durchflusses.....	111

25.6	Durchflusszahl	112
25.7	Messunsicherheit.....	112
26	Kategorien für Einbau und Prüfaufbau.....	112
26.1	Kategorie A: frei ansaugend, frei ausblasend	112
26.2	Kategorie B: frei ansaugend, in eine Rohrleitung ausblasend	113
26.3	Kategorie C: saugseitig an eine Rohrleitung angeschlossen und frei ausblasend	113
26.4	Kategorie D: saugseitig an eine Leitung angeschlossen und druckseitig in eine Leitung ausblasend	113
26.5	Typ des Prüfaufbaus	114
27	Strömungsgleichrichter	114
27.1	Typen von Strömungsgleichrichtern	114
27.1.1	AMCA-Zellengleichrichter	114
27.1.2	Sternförmiger Strömungsgleichrichter	115
27.2	Regeln für den Einsatz von Strömungsgleichrichtern.....	116
28	Einfache Rohrleitungssegmente für an Rohrleitungen angeschlossene Ventilatoren	117
28.1	Einfache Segmente.....	117
28.2	Einfaches Rohrsegment am Ventilatoraustritt	117
28.3	Einfaches Rohrsegment am Ventilatoreintritt	119
28.4	Nachbildung einer Austrittsrohrleitung	121
28.5	Nachbildung einer Eintrittsrohrleitung.....	122
28.5.1	Runder Ventilatoreintritt	122
28.5.2	Rechteckiger Ventilatoreintritt	122
28.6	Verlustzuschläge für genormte Prüfstände	122
28.6.1	Verlustzuschläge für in 28.2.1, 28.2.2 und 28.2.3 beschriebene gerade, einfache Austrittssegmente	124
28.6.2	Verlustzuschläge für in 28.2 beschriebene einfache Austrittssegmente	124
28.6.3	Zuschläge für den Energieverlust bei einer in 28.2.5 beschriebenen kurzen Austrittsrohrleitung	125
28.6.4	Zuschläge für den Energieverlust bei einem in 28.3 beschriebenen einfachen Eintrittssegment.....	125
28.6.5	Zuschläge für den Energieverlust bei Nachbildung einer in 28.5 beschriebenen Eintrittsrohrleitung	125
29	Genormte Prüfkammern.....	126
29.1	Prüfkammer	126
29.1.1	Maße.....	126
29.1.2	Druckmessbohrungen.....	130
29.1.3	Raster für die Strömungsberuhigung.....	130
29.1.4	Mehrfachdüsen	130
29.1.5	Messblende in der Kammer	131
29.2	Variable Zuluft- und Abluftsysteme	131
29.2.1	Drosseleinrichtungen.....	131
29.2.2	Hilfsventilatoren.....	131
29.3	Genormte saugseitige Prüfkammern	131
29.3.1	Prüfkammer	131
29.3.2	Zu prüfender Ventilator	133
29.4	Genormte druckseitige Prüfkammer.....	134
29.4.1	Prüfkammer (siehe Bild 39).....	134
29.4.2	Zu prüfender Ventilator	137
30	Normprüfverfahren mit Prüfkammern — Einbauarten entsprechend Kategorie A.....	137
30.1	Arten des Ventilatoraufbaus	137
30.2	Saugseitige Prüfkammern	137
30.2.1	Bestimmung des Durchflusses	137
30.2.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20)	140
30.2.3	Allgemeines Verfahren für den Durchfluss eines kompressiblen Fördermediums	141
30.2.4	Vereinfachtes Verfahren	148
30.2.5	Ventilatorleistung unter Prüfbedingungen	150
30.3	Druckseitige Prüfkammer	150
30.3.1	Bestimmung des Durchflusses	150
30.3.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20)	151

30.3.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmungen.....	152
30.3.4	Ventilatorleistung unter Prüfbedingungen	156
31	Normprüfverfahren mit Prüfrohrleitungen am Austritt — Einbauarten entsprechend Kategorie B	156
31.1	Arten des Ventilatoraufbaus	156
31.2	Prüfrohrleitung am Austritt mit Strömungsgleichrichter	156
31.2.1	Bestimmung des Massenstroms	156
31.2.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20).....	159
31.2.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmung.....	159
31.2.4	Vereinfachtes Verfahren	167
31.2.5	Ventilatorleistung unter Prüfbedingungen	168
31.3	Prüfrohrleitung am Austritt der Kammer ohne Strömungsgleichrichter.....	169
31.3.1	Bestimmung des Massenstroms	169
31.3.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20).....	169
31.3.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmungen.....	170
31.3.4	Vereinfachtes Verfahren	175
31.3.5	Ventilatorleistung unter Prüfbedingungen	177
32	Normprüfverfahren mit Prüfrohrleitungen oder -kammern am Eintritt — Einbauarten entsprechend Kategorie C.....	177
32.1	Arten des Ventilatoraufbaus	177
32.2	Prüfrohrleitungen am Eintritt	177
32.2.1	Bestimmung des Massenstroms	177
32.2.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20).....	181
32.2.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmungen.....	182
32.2.4	Vereinfachtes Verfahren	189
32.2.5	Ventilatorleistungen unter Prüfbedingungen	191
32.3	Prüfkammern an der Eintrittsseite.....	192
32.3.1	Bestimmung des Massenstroms	192
32.3.2	Während der Prüfung durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20)	192
32.3.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmungen.....	194
32.3.4	Vereinfachtes Verfahren	200
32.3.5	Ventilatorleistung unter Prüfbedingungen	202
33	Normverfahren mit einer Prüfrohrleitung am Eintritt und am Austritt — Einbauarten entsprechend Kategorie D.....	203
33.1	Arten des Ventilatoraufbaus	203
33.2	Einbauart entsprechend Kategorie B mit Strömungsgleichrichter am Austritt und mit zusätzlicher Eintrittsrohrleitung oder Nachbildung einer Eintrittsrohrleitung	207
33.2.1	Bestimmung des Massenstroms	207
33.2.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20).....	208
33.2.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmungen.....	208
33.2.4	Vereinfachtes Verfahren	212
33.3	Einbauart entsprechend Kategorie B ohne Strömungsgleichrichter am Austritt und ohne einfaches Rohrsegment, verändert mit zusätzlicher Eintrittsrohrleitung oder Nachbildung einer Eintrittsrohrleitung	214
33.3.1	Bestimmung des Durchflusses.....	214
33.3.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20).....	214
33.3.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmungen.....	214
33.3.4	Vereinfachtes Verfahren	215
33.4	Einbauart entsprechend Kategorie C mit gemeinsamer Eintrittsrohrleitung, verändert durch ein zusätzliches einfaches Rohrsegment mit Strömungsgleichrichter am Austritt.....	216
33.4.1	Bestimmung des Massenstroms	216
33.4.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen, (siehe Abschnitt 20).....	217
33.4.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Fluidströmungen.....	217
33.4.4	Vereinfachtes Verfahren	219
33.5	Einbauart entsprechend Kategorie C, verändert durch die Ergänzung einer nachgebildeten Ausgangsrohrleitung ohne Strömungsgleichrichter	221
33.5.1	Bestimmung des Massenstroms	221
33.5.2	Während der Prüfungen durchzuführende Messungen (siehe Abschnitt 20).....	222
33.5.3	Allgemeines Verfahren für kompressible Flüssigkeiten	222

33.5.4 Vereinfachtes Verfahren	226
Anhang A (normativ) Ventilatordruck und Kategorie entsprechend der Einbauart.....	229
A.1 Allgemeines	229
A.2 Ventilatordruck.....	229
A.3 Berechnung	230
A.3.1 Kategorie A.....	230
A.3.2 Kategorie B.....	231
A.3.3 Kategorie C.....	232
A.3.4 Kategorie D.....	232
Anhang B (normativ) Dachventilatoren	233
Anhang C (informativ) Verfahren zur Dichtheitsprüfung der Kammer	235
C.1 Allgemeines	235
C.2 Druckabfall-Verfahren	235
C.2.1 Berechnungen.....	235
C.2.2 Verfahren	238
C.3 Verfahren mit Durchflussmessgerät.....	238
C.4 Zweiphasen-Verfahren	238
C.4.1 Erste Phase	239
C.4.2 Zweite Phase	239
Anhang D (informativ) Auslaufkrümmer am Ventilator im Falle einer nicht horizontalen Ausblasachse.....	241
Anhang E (informativ) Durch eine Ventilatoreinrichtung verbrauchte elektrische Eingangsleistung ...	244
E.1 Einleitung.....	244
E.2 Berechnungen der Leistungsaufnahme	245
E.3 Erforderlicher Netzstrom	249
E.4 Spezifische Ventilatorleistung.....	250
Anhang F (informativ) Bevorzugte Verfahren zur Leistungsprüfung	251
Literaturhinweise	252