

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Abnahme- und Leistungstests
an Ventilatoren (VDI-Ventilatorregeln)

VDI 2044

Acceptance and performance tests
on fans (VDI Code of Practice for Fans)

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	4	Preliminary note	4
Einleitung	4	Introduction	4
1 Anwendungsbereich	5	1 Scope	5
2 Formelzeichen und Indizes	5	2 Symbols and indices	7
3 Dimensionslose Kenngrößen	8	3 Dimensionless characteristic numbers	8
4 Allgemeine Gesichtspunkte	11	4 General criteria	11
4.1 Zweck der Tests	11	4.1 Objective of the tests	11
4.2 Ausführung und Umfang der Tests	11	4.2 Performance and scope of the tests	11
4.3 Art der Tests	12	4.3 Type of tests	12
4.3.1 Tests an Ventilatoren, die am Bestimmungsort eingebaut sind	12	4.3.1 Tests on fans installed at their place of service ("in situ tests")	12
4.3.2 Tests an Ventilatoren auf dem Prüfstand	12	4.3.2 Tests performed on fans in standardized test benches	12
4.3.3 Tests an skalierten Ventilatoren (Modelltests)	13	4.3.3 Tests at scaled fans (model tests)	13
4.4 Zeitpunkt der Tests	13	4.4 Time of tests	13
4.5 Kosten der Tests	13	4.5 Costs of tests	13
4.5.1 Tests zum Nachweis von vereinbarten Betriebswerten (Abnahmetests)	13	4.5.1 Tests for verification of agreed operating points (acceptance tests)	13
4.5.2 Wiederholung von Abnahmetests	14	4.5.2 Repetition of acceptance tests	14
5 Grundbegriffe und Gegenstand der Tests	14	5 Basic terms and object of the tests	14
5.1 Förderstrom	14	5.1 Flow rate	14
5.2 Druckerhöhung	14	5.2 Pressure increase	14
5.3 Förderleistung	15	5.3 Fan air power	15
5.4 Spezifische Förderarbeit	15	5.4 Work per unit mass	15
5.5 Antriebsleistung Eingang Ventilatorwelle (Wellenleistung)	17	5.5 Mechanical power output to the fan shaft (shaft power)	17
5.6 Wirkungsgrad	17	5.6 Efficiency	17
5.7 Wirkungsgrad des Ventilators einschließ- lich weiterer Teile der Anlage, nutzbare Druckerhöhung und Einbauwirkungsgrad, insbesondere bei frei ausblasenden Ventilatoren	17	5.7 Efficiency of the fan (including further components of the system), effective pressure increase and in situ efficiency, particularly in the case of fans with free outlet	17

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Raumlufttechnik

Inhalt	Seite
5.7.1 Umfang der Messungen	17
5.7.2 Einbauwirkungsgrad	18
5.7.3 Nutzbare Druckerhöhung	18
5.7.4 Bestimmung der nutzbaren Druckerhöhung	18
5.7.5 Gleicher statischer Druck	19
5.8 Darstellung der Kennlinien	19
5.8.1 Drosselkurven	19
5.8.2 Kennlinien der Rohrleitungssysteme	20
5.8.3 Äquivalente Grubenweite	20
5.8.4 Betriebspunkt	21
5.8.5 Darstellung mit dimensionslosen Kenngrößen	21
5.9 Betriebsgeräusch	22
5.10 Vereinbarungsfähige Betriebswerte	22
6 Vorbereitung und Durchführung der Tests	23
6.1 Testplan	23
6.2 Beharrungszustand	24
6.3 Druck hinter dem Ventilator	25
6.4 Tests an Ventilatoren, die am Bestimmungsort eingebaut sind	25
6.5 Tests an Ventilatoren auf dem Prüfstand	26
6.6 Modelltests	26
7 Messgeräte und Messverfahren	26
7.1 Wahl der Messgeräte und Messstellen	26
7.2 Messung von Zustands- und Stoffgrößen.	28
7.2.1 Druckmessung	28
7.2.2 Temperaturmessung	28
7.2.3 Messung der Gaszusammensetzung	30
7.2.4 Messung der Feuchte	30
7.2.5 Bestimmung der spezifischen Gaskonstanten	30
7.2.6 Dichte	31
7.2.7 Kinematische Viskosität	31
7.3 Messung der Druckerhöhung	32
7.3.1 Gegenstand der Messung	32
7.3.2 Messstellen.	32
7.3.3 Messgeräte	33
7.4 Messung des Volumenstroms.	34
7.4.1 Übersicht über die Messverfahren	34
7.4.2 Durchflussmessung mit Norm- blenden, Normdüsen oder Normventuridüsen	35
7.4.3 Messung der Geschwindigkeits- verteilung	35
7.4.4 Sonstige Messverfahren	43
7.5 Messung der Antriebsleistung Eingang Ventilatorwelle (Wellenleistung)	45

Contents	Page
5.7.1 Scope of the measurements	17
5.7.2 In situ efficiency.	18
5.7.3 Effective pressure increase	18
5.7.4 Determination of the in situ efficiency	18
5.7.5 Similar static pressure	19
5.8 Depiction of fan characteristic curves	19
5.8.1 Throttle curves.	19
5.8.2 Characteristics curves of the ducts	20
5.8.3 Equivalent orifice	20
5.8.4 Working point	21
5.8.5 Presentation with dimensionless coefficients	21
5.9 Operating noise emission	22
5.10 Operating points for agreement.	22
6 Preparation and performance of the tests	23
6.1 Test schedule	23
6.2 State of equilibrium	24
6.3 Pressure downstream the fan.	25
6.4 Tests performed on fans installed in their working location	25
6.5 Tests on fans in standardized test benches	26
6.6 Model tests	26
7 Measuring equipment and measuring methods	26
7.1 Selection of measuring equipment and measuring points	26
7.2 Measurement of variables of state and materials data.	28
7.2.1 Measurement of pressure	28
7.2.2 Measurement of temperature	28
7.2.3 Measurement of gas composition	30
7.2.4 Measurement of moisture content ("humidity").	30
7.2.5 Determination of the specific gas constant	30
7.2.6 Density	31
7.2.7 Kinematic viscosity	31
7.3 Measurement of pressure increase	32
7.3.1 Object of measurement	32
7.3.2 Measuring points	32
7.3.3 Measuring equipment	33
7.4 Measurement of volume flow rate	34
7.4.1 Summary of measuring methods	34
7.4.2 Measurement of flow using standar- dized orifices, standardized nozzles or standardized venturi nozzles	35
7.4.3 Measurement of velocity distribution.	35
7.4.4 Other measuring methods	43
7.5 Measurement of power at shaft	45

Inhalt	Seite
7.5.1 Unmittelbare Messung	45
7.5.2 Mittelbare Messung	45
7.6 Messung der Drehzahl	46
7.7 Geräuschemessung.	46
8 Auswertung	46
8.1 Allgemeines.	46
8.1.1 Bildung von zeitlichen Mittelwerten. 46	
8.1.2 Umrechnung auf die vereinbarten Betriebswerte	46
8.1.3 Mittelwerte für Geschwindigkeit, Druck und spezifische Förderarbeit . 47	
8.2 Messunsicherheiten.	49
8.2.1 Begründung	49
8.2.2 Unsicherheit des Testergebnisses . . 50	
8.2.3 Messunsicherheit des Gesamtergebnisses	50
8.2.4 Streubereich der Messwerte	51
8.3 Grenzabweichungen der vereinbarten Betriebswerte (Bautoleranz)	52
8.4 Einhaltung der vereinbarten Betriebswerte. 56	
8.5 Umrechnung der Betriebsgrößen eines Ventilatoryps auf andere Baugrößen, Drehzahlen und Gase (in erster Linie bei Modelltests).	60
8.6 Aufwertungsformeln	61
8.7 Testbericht	62
Anhang A Beispiel – Grubenventilator (zweiflutiger Radialventilator)	63
A1 Zweck der Tests, zu prüfende Betriebswerte	63
A2 Beschreibung der untersuchten Anlage. . . 63	
A3 Messung	65
A3.1 Testeinrichtung und Testanordnung . 65	
A3.2 Durchführung der Tests	65
A4 Auswertung.	66
A5 Ergebnisse	66
Anhang B Beispiel – Saugzugventilator (zweistufiger Axialventilator).	71
B1 Zweck der Tests, zu prüfende Betriebswerte	71
B2 Beschreibung der untersuchten Anlage. . . 71	
B3 Messung	73
B3.1 Testeinrichtung und Testanordnung . 73	
B3.2 Durchführung der Tests	73
B4 Auswertung.	75
B5 Ergebnisse	78
B6 Kritik	80
B7 Messanordnungen und Expansionszahlen für Einlaufmessdüsen.	81
Schrifttum	83

Contents	Page
7.5.1 Direct measurement	45
7.5.2 Indirect measurement	45
7.6 Measurement of speed of rotation	46
7.7 Measurement of noise level	46
8 Evaluation	46
8.1 General	46
8.1.1 Obtainment of a chronological average.	46
8.1.2 Mathematical conversion to the agreed operating points	46
8.1.3 Mean values for velocity, pressure, and work per unit mass	47
8.2 Uncertainty of measurement	49
8.2.1 Background	49
8.2.2 Uncertainty in test results	50
8.2.3 Measuring uncertainty of overall result.	50
8.2.4 Scatter range of data measured 51	
8.3 Limits for deviations from the agreed operating points (constructional tolerances) 52	
8.4 Adherence to the agreed operating points . 56	
8.5 Mathematical conversion of operating variables for a fan type to other sizes, speeds and gases (primarily for model tests)	60
8.6 Upgrading formulae	61
8.7 Test report	62
Annex A Example – Mine fan (twin-passage radial fan)	63
A1 Objective of the tests, operating points to be verified	63
A2 Description of the system inspected 63	
A3 Measurement	65
A3.1 Test equipment and test apparatus. . 65	
A3.2 Performance of the test	65
A4 Evaluation	66
A5 Results	66
Annex B Example – Induced-draft fan (two-stage axial fan)	71
B1 Objective of the tests, operating points to be verified	71
B2 Description of the system inspected 71	
B3 Measurement	73
B3.1 Test equipment and test apparatus. . 73	
B3.2 Performance of the tests	73
B4 Evaluation	75
B5 Results	78
B6 Critical discussion	80
B7 Measuring arrangements and expansion factors for inlet measuring nozzles.	81
Bibliography	83