

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
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>2 Formelzeichen und Indizes . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>2 Symbols and indices . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>3 Dimensionslose Kenngrößen . . . . .</b>	<b>8</b>	<b>3 Dimensionless characteristic numbers . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>4 Allgemeine Gesichtspunkte . . . . .</b>	<b>11</b>	<b>4 General criteria . . . . .</b>	<b>11</b>
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
<b>5 Grundbegriffe und Gegenstand der Tests . . . . .</b>	<b>14</b>	<b>5 Basic terms and object of the tests . . . . .</b>	<b>14</b>
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
<b>6 Vorbereitung und Durchführung der Tests . . . . .</b>	<b>23</b>
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
<b>7 Messgeräte und Messverfahren . . . . .</b>	<b>26</b>
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
<b>6 Preparation and performance of the tests . . . . .</b>	<b>23</b>
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
<b>7 Measuring equipment and measuring methods . . . . .</b>	<b>26</b>
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
<b>8 Auswertung</b> . . . . .	<b>46</b>
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 Ventilortyps auf andere Baugrößen, Drehzahlen und Gase (in erster Linie bei Modelltests). . . . .	60
8.6 Aufwertungsformeln . . . . .	61
8.7 Testbericht . . . . .	62
<b>Anhang A Beispiel – Grubenventilator</b> (zweiflutiger Radialventilator) . . . . .	<b>63</b>
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
<b>Anhang B Beispiel – Saugzugventilator</b> (zweistufiger Axialventilator). . . . .	<b>71</b>
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
<b>8 Evaluation</b> . . . . .	<b>46</b>
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
<b>Annex A Example – Mine fan</b> (twin-passage radial fan) . . . . .	<b>63</b>
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
<b>Annex B Example – Induced-draft fan</b> (two-stage axial fan) . . . . .	<b>71</b>
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