

# DIN EN 416:2020-04 (D)

## Gasbefeuerte Dunkelstrahler und Dunkelstrahlersysteme für gewerbliche und industrielle Anwendungen - Sicherheit und Energieeffizienz; Deutsche Fassung EN 416:2019

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen .....	9
3 Begriffe .....	10
3.1 Systeme und ihre Bestandteile .....	11
3.2 Verbrennungskreislauf .....	13
3.3 Einstell-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen .....	14
3.4 Betrieb des Geräts.....	16
3.5 Gase.....	19
3.6 Betriebs- und Messbedingungen.....	20
3.7 Energieeffizienz .....	23
3.8 Bestimmungsland.....	24
3.9 Symbole .....	25
4 Klasseneinteilung der Geräte .....	29
4.1 Klasseneinteilung nach Gasen und Kategorien .....	29
4.2 Klasseneinteilung nach der Art der Abgasabführung .....	29
4.2.1 Allgemeines.....	29
4.2.2 Gerät des Typs A .....	29
4.2.3 Gerät des Typs B .....	30
4.2.4 Geräte des Typs C .....	31
5 Bau- und Konstruktionsanforderungen .....	31
5.1 Allgemeines.....	31
5.1.1 Umstellung auf verschiedene Gase .....	31
5.1.2 Baumaterialien und Verfahren.....	32
5.1.3 Zugang zur Instandhaltung und Nutzung .....	33
5.1.4 Flexibler Gasanschluss .....	33
5.1.5 Dichtheit der Gas- und Verbrennungskreisläufe .....	33
5.1.6 Zufuhr von Verbrennungsluft und Ableitung von Verbrennungsprodukten.....	34
5.1.7 Gasanschlussverbindungen .....	36
5.1.8 Betriebszustand.....	37
5.1.9 Elektrische Sicherheit.....	37
5.1.10 Betriebssicherheit im Fall einer Schwankung, Unterbrechung und Wiederherstellung der Hilfsenergie .....	38
5.1.11 Motoren und Gebläse .....	38
5.2 Anforderungen an Einstell-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen .....	38
5.2.1 Allgemeines.....	38
5.2.2 Voreinstelleinrichtung für den Gasdurchfluss .....	38
5.2.3 Bereichsregler .....	39
5.2.4 Einstellglied für die Luftbeimischung.....	39
5.2.5 Manuelle Regeleinrichtungen .....	39
5.2.6 Gasdruckregler .....	39
5.2.7 Mehrfachstellgeräte .....	40
5.2.8 Automatische Absperrventile .....	40
5.2.9 Gassiebe.....	41

5.2.10	Temperaturregler .....	41
5.2.11	Luftmangelsicherung .....	41
5.2.12	Automatische Systemsteuerung .....	42
5.3	Zündvorrichtungen .....	46
5.3.1	Allgemeines .....	46
5.3.2	Zündvorrichtung für den Hauptbrenner .....	46
5.4	Hauptbrenner .....	46
5.5	Druckmesspunkte .....	46
5.5.1	Gasdruckmesspunkt .....	46
5.5.2	Luftdruckmesspunkt .....	46
5.6	Düsen .....	46
5.7	Abgaswärmetauscher .....	47
6	Betriebliche Anforderungen .....	47
6.1	Prüfverfahren .....	47
6.1.1	Merkmale von Prüfgasen (Normprüfgase und Grenzgase) .....	47
6.1.2	Bedingungen für die Vorbereitung der Prüfgase .....	47
6.1.3	Praktische Anwendung von Prüfgasen .....	47
6.1.4	Prüfdrücke .....	49
6.1.5	Prüfverfahren .....	50
6.1.6	Allgemeine Prüfbedingungen .....	51
6.2	Betriebssicherheit .....	53
6.2.1	Dichtheit .....	53
6.2.2	Wärmebelastung .....	55
6.2.3	Begrenzende Temperaturen .....	57
6.2.4	Zündung, Querzündung und Flammenstabilität .....	62
6.2.5	Druckregler .....	71
6.2.6	Gas-Luft-Verbundregeleinrichtungen .....	71
6.2.7	Verbrennung .....	73
6.2.8	Luftkontrolleinrichtung im Sammelrohr .....	78
6.3	Stickstoffoxid, NO <sub>x</sub> .....	79
6.3.1	Allgemeines .....	79
6.3.2	Gewichtung .....	80
6.3.3	Angabe von Stickoxidwerten, NO <sub>x</sub> .....	80
6.4	Bestimmung des Stromverbrauchs .....	81
6.4.1	Allgemeines .....	81
6.4.2	Hilfsenergie bei Nennlast .....	82
6.4.3	Hilfsenergie bei Mindestlast .....	82
6.4.4	Hilfsenergie im Stand-by-Modus .....	82
7	Energieeffizienz .....	82
7.1	Allgemeines Mess- und Berechnungsprinzip Strahlungsfaktor .....	82
7.2	Prüfraum .....	82
7.3	Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Strahlungsleistung .....	83
7.3.1	Installation .....	83
7.3.2	Positionierung der mechanischen Einrichtung und des Strahlungsmessgeräts / Messgitter .....	83
7.3.3	Strahlungsmessgerät und Kalibrierung .....	84
7.4	Prüfverfahren .....	87
7.4.1	Einstellungen .....	87
7.4.2	Messverfahren .....	87
7.5	Berechnung des Strahlungsfaktors .....	88
7.5.1	Berechnung der Wärmebelastung .....	88
7.5.2	Berechnung der Strahlungsleistung .....	89
7.5.3	Berechnung des Strahlungsfaktors .....	91
7.6	Bestimmung des thermischen Wirkungsgrades .....	91
7.6.1	Allgemeine Prüfbedingungen .....	91
7.6.2	Prüfverfahren .....	92
7.6.3	Messgenauigkeit .....	92

7.6.4	Zusätzliche Prüfungen für zweistufige, mehrstufige oder modulierende Geräte .....	92
7.6.5	Berechnung des thermischen Wirkungsgrads.....	92
7.7	Prüfbericht .....	93
7.7.1	Allgemeines.....	93
7.7.2	Bearbeitetes Beispiel für einen Prüfbericht.....	93
8	Anforderungen an den thermischen Wirkungsgrad (rationale Energienutzung) .....	93
8.1	Allgemeines.....	93
8.2	Geforderter saisonaler Jahresnutzungsgrad.....	93
8.2.1	Allgemeines.....	93
8.2.2	Berechnung des jahreszeitbedingten Raumheizungs-Nutzungsgrads.....	94
9	Risikobeurteilung .....	97
10	Kennzeichnung und Anweisungen.....	97
10.1	Kennzeichnung des Geräts und der Verpackung .....	97
10.1.1	Bezeichnung.....	97
10.1.2	Typenschild.....	97
10.1.3	Andere Kennzeichnungen .....	99
10.1.4	Kennzeichnung der Verpackung, die den Brenner enthält .....	99
10.1.5	Verwendung von Symbolen am System und auf der Verpackung .....	100
10.2	Anleitungen.....	100
10.2.1	Allgemeines.....	100
10.2.2	Technische Anleitung.....	101
10.3	Präsentation.....	105
10.4	Informationsanforderungen.....	105
	<b>Anhang A (informativ) Nationale Bedingungen.....</b>	<b>106</b>
A.1	Allgemeines.....	106
A.1.1	Allgemeines.....	106
A.1.2	Einstellglieder für den Gasdurchfluss, für die Luftansaugung und Druckregelgeräte .....	106
A.1.3	Umstellung auf verschiedene Gase .....	106
A.2	In den verschiedenen Ländern übliche Gasanschlussverbindungen .....	106
A.3	Abgasanschlüsse in den verschiedenen Ländern .....	108
	<b>Anhang B (informativ) Übliche Systeme.....</b>	<b>109</b>
B.1	Geräte mit einem Brenner.....	109
B.1.1	Geräte des Typs B mit einem Gebläse im Verbrennungskreislauf .....	109
B.1.2	Geräte des Typs C mit einem Gebläse im Verbrennungskreislauf .....	113
B.2	Wärmeerzeugersysteme mit mehreren Rohren .....	115
B.2.1	System des Typs D.....	115
B.2.2	System des Typs E .....	117
B.2.3	Systeme des Typs F .....	118
	<b>Anhang C (informativ) Äquivalenzbestimmungen.....</b>	<b>119</b>
C.1	Umrüstung auf Kategorien innerhalb eines eingeschränkten Wobbe-Indexbereichs .....	119
C.2	Umrüstung auf Kategorien mit identischem Wobbeindexbereich.....	120
C.3	Umrüstung auf Kategorien mit einem größeren Wobbeindexbereich .....	120
	<b>Anhang D (informativ) Berechnung des Abgasmassenstroms.....</b>	<b>121</b>
D.1	Abgasmassenstrom.....	121
D.2	Luftmenge im Abgas .....	121
D.3	Luftüberschuss im Abgas ( $\lambda$ ) .....	122
D.4	Wasserdampfmenge im Abgas.....	122
D.5	Stickstoffmenge im Abgas.....	122
D.6	Sauerstoffmenge im Abgas .....	123
D.7	Trockene Abgasmenge .....	123
D.8	Kohlenstoffdioxidmenge im Abgas.....	123
	<b>Anhang E (informativ) Kennzeichnung der in den verschiedenen Ländern verwendeten Gasarten .....</b>	<b>125</b>

<b>Anhang F (normativ) Besondere nationale Bedingungen .....</b>	<b>127</b>
<b>Anhang G (normativ) Berechnung der Umwandlung von NO<sub>x</sub> .....</b>	<b>128</b>
G.1 NO <sub>x</sub> Emissionsumrechnungsfaktoren (NCV).....	128
G.2 NO <sub>x</sub> -Umrechnung — Berechnung .....	129
<b>Anhang H (informativ) Nationale Situationen der Länder, deren nationale Behörden angeschlossene CEN-Mitglieder sind .....</b>	<b>131</b>
<b>Anhang I (informativ) Verschiedene Arten der Wärmebelastungsregelung .....</b>	<b>132</b>
<b>Anhang J (informativ) Design des Strahlungsmessgeräts .....</b>	<b>133</b>
J.1 Grundlegende Designmerkmale des Strahlungsmessgeräts .....	133
J.2 Technische Gestaltung des Strahlungsmessgeräts.....	134
J.3 Pyroelektrischer Detektor .....	134
J.4 Ulbricht-Kugel .....	135
<b>Anhang K (informativ) Kalibrierung von Strahlungsmessgeräten.....</b>	<b>138</b>
K.1 Kalibrierung von Strahlungsmessgeräten .....	138
K.2 Gerät und Verfahren zur Schwarzkörperkalibrierung .....	138
K.2.1 Allgemeines.....	138
K.2.2 Temperaturkalibrierung bei Bezugsbedingung .....	140
K.2.3 Temperaturkalibrierung bei höheren Temperaturen.....	141
K.2.4 Kalibrierungsberechnung .....	142
K.3 Ausführliches Kalibrierungsverfahren als bearbeitetes Beispiel.....	143
K.3.1 Kalibrierungsmessungen .....	143
K.3.2 Auswahl der Mittelwerte .....	143
K.3.3 Bestimmung der 1/S-Empfindlichkeit je Temperatur .....	144
K.3.4 Bestimmung der 1/S-Empfindlichkeit des Strahlungsmessgeräts .....	144
K.3.5 Dokumentation der Kalibrierungsergebnisse.....	144
<b>Anhang L (normativ) Korrektur der gemessenen Strahlungsleistung um die Absorption durch H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>148</b>
L.1 Allgemeines.....	148
L.2 Berechnungsverfahren.....	150
<b>Anhang M (informativ) Heizstrahler-Leistungsdaten – Aufzeichnung der Ergebnisse.....</b>	<b>151</b>
M.1 Allgemeine aufzuzeichnende Angaben .....	151
M.1.1 Prüf- und Gerätedaten.....	151
M.1.2 Technische Daten des Strahlungsmessgeräts .....	151
M.1.3 Technische Daten der Messebene.....	151
M.2 Messergebnisse.....	152
M.2.1 Angaben zur Prüfung .....	152
M.2.2 Umgebungsbedingungen der Prüfung.....	152
M.2.3 Gas-/Wärmebelastungsdaten .....	153
M.2.4 Abgasdaten.....	153
M.2.5 Daten zur Absorption von CO <sub>2</sub> und Wasserdampf.....	154
M.2.6 Strahlungsmessdaten.....	154
<b>Anhang N (informativ) Bearbeitetes Beispiel.....</b>	<b>155</b>
N.1 Allgemeine Angaben.....	155
N.2 Technische Daten des Strahlungsmessgeräts .....	155
N.3 Technische Daten der Messebene.....	155
N.4 Messergebnisse.....	156
N.4.1 Angaben zur Prüfung .....	156
N.4.2 Umgebungsbedingungen der Prüfung.....	156
N.4.3 Gas-/Wärmebelastungsdaten .....	156
N.4.4 Abgasdaten.....	157
N.4.5 Daten zur Absorption von Wasserdampf und CO <sub>2</sub> .....	157
N.4.6 Strahlungsmessdaten.....	157

<b>Anhang O (normativ) Abgasprüfsonden.....</b>	<b>158</b>
<b>Anhang P (normativ) erforderliche Produktinformationen.....</b>	<b>163</b>
<b>Anhang Q (informativ) Ableitung von Gleichungen zur Bestimmung des thermischen Wirkungsgrads.....</b>	<b>165</b>
<b>Anhang R (normativ) Abgaswärmetauscher.....</b>	<b>167</b>
R.1 Allgemein .....	167
R.2 Materialien .....	167
R.3 Korrosionsbeständigkeit .....	167
R.4 Wärmeisolierung.....	168
R.5 Gasdichtheit .....	168
R.6 Kondensatableitung .....	169
R.7 Nichtmetallisches Abgasabführungssystem .....	169
R.8 Frostschutz.....	169
R.9 Abstand zu entzündbaren Materialien.....	169
R.10 Sicherheitsrelevante Einrichtungen .....	169
R.11 Betriebsüberdruck bei Verwendung von Wasser als sekundäres Medium .....	169
R.12 Berechnung der Wärmeübertragungsleistung.....	170
R.12.1 Prüfanforderungen.....	170
R.12.2 Wärmeübertragungsberechnungen.....	170
R.12.3 Mindestanforderungen.....	171
<b>Anhang S (normativ) Messunsicherheit .....</b>	<b>172</b>
<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den abzudeckenden Ökodesign-Anforderungen der Verordnung der Kommission (EU) Nr. 2015/1188.....</b>	<b>174</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>175</b>