

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 _x | 79 |
| 6.3.1 | Allgemeines | 79 |
| 6.3.2 | Gewichtung | 80 |
| 6.3.3 | Angabe von Stickoxidwerten, NO _x | 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 |
| | Anhang A (informativ) Nationale Bedingungen..... | 106 |
| 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 |
| | Anhang B (informativ) Übliche Systeme..... | 109 |
| 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 |
| | Anhang C (informativ) Äquivalenzbestimmungen..... | 119 |
| 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 |
| | Anhang D (informativ) Berechnung des Abgasmassenstroms..... | 121 |
| D.1 | Abgasmassenstrom..... | 121 |
| D.2 | Luftmenge im Abgas | 121 |
| D.3 | Luftüberschuss im Abgas (λ) | 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 |
| | Anhang E (informativ) Kennzeichnung der in den verschiedenen Ländern verwendeten Gasarten | 125 |

| | |
|--|------------|
| Anhang F (normativ) Besondere nationale Bedingungen | 127 |
| Anhang G (normativ) Berechnung der Umwandlung von NO_x | 128 |
| G.1 NO _x Emissionsumrechnungsfaktoren (NCV)..... | 128 |
| G.2 NO _x -Umrechnung — Berechnung | 129 |
| Anhang H (informativ) Nationale Situationen der Länder, deren nationale Behörden angeschlossene CEN-Mitglieder sind | 131 |
| Anhang I (informativ) Verschiedene Arten der Wärmebelastungsregelung | 132 |
| Anhang J (informativ) Design des Strahlungsmessgeräts | 133 |
| J.1 Grundlegende Designmerkmale des Strahlungsmessgeräts | 133 |
| J.2 Technische Gestaltung des Strahlungsmessgeräts..... | 134 |
| J.3 Pyroelektrischer Detektor | 134 |
| J.4 Ulbricht-Kugel | 135 |
| Anhang K (informativ) Kalibrierung von Strahlungsmessgeräten..... | 138 |
| 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 |
| Anhang L (normativ) Korrektur der gemessenen Strahlungsleistung um die Absorption durch H₂O und CO₂ | 148 |
| L.1 Allgemeines..... | 148 |
| L.2 Berechnungsverfahren..... | 150 |
| Anhang M (informativ) Heizstrahler-Leistungsdaten – Aufzeichnung der Ergebnisse..... | 151 |
| 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 ₂ und Wasserdampf..... | 154 |
| M.2.6 Strahlungsmessdaten..... | 154 |
| Anhang N (informativ) Bearbeitetes Beispiel..... | 155 |
| 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 ₂ | 157 |
| N.4.6 Strahlungsmessdaten..... | 157 |

| | |
|--|------------|
| Anhang O (normativ) Abgasprüfsonden..... | 158 |
| Anhang P (normativ) erforderliche Produktinformationen..... | 163 |
| Anhang Q (informativ) Ableitung von Gleichungen zur Bestimmung des thermischen Wirkungsgrads..... | 165 |
| Anhang R (normativ) Abgaswärmetauscher..... | 167 |
| 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 |
| Anhang S (normativ) Messunsicherheit | 172 |
| Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den abzudeckenden Ökodesign-Anforderungen der Verordnung der Kommission (EU) Nr. 2015/1188..... | 174 |
| Literaturhinweise | 175 |