

DIN EN 746-2



ICS 25.180.01

Entwurf

Einsprüche bis 2020-03-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 746-2:2011-02

**Industrielle Thermoprozessanlagen und dazugehörige
Prozesskomponenten –
Sicherheitsanforderungen –
Teil 2: Feuerungen und Brennstoffführungssysteme (ohne Feststoffe);
Deutsche und Englische Fassung prEN 746-2:2020**

Industrial thermoprocessing equipment –

Part 2: Safety requirements for combustion and fuel handling systems;

German and English version prEN 746-2:2020

Equipements thermiques industriels –

Partie 2: Prescriptions de sécurité concernant la combustion et la manutention des combustibles;

Version allemande et anglaise prEN 746-2:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-01-31 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 191 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)
DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (prEN 746-2:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 186 „Industrielle Thermoprozessanlagen und dazugehörige Prozesskomponenten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-03-02 AA „Feuerungstechnik – Gas und Liquids“ im Fachbereich „Thermoprozesstechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Thermoprozessanlagen sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieser Norm-Entwurf konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 746-2:2011-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- b) Anpassung der Inhalte an den aktuellen Stand der Technik;
- c) Aktualisierung des informativen Anhangs ZA über den Zusammenhang dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Industrielle Thermoprozessanlagen und dazugehörige Prozesskomponenten - Sicherheitsanforderungen — Teil 2: Feuerungen und Brennstoffführungssysteme (ohne Feststoffe)

*Equipements thermiques industriels — Partie 2 : Prescriptions de sécurité concernant la combustion et la
manutention des combustibles*

Industrial thermoprocessing equipment — Part 2: Safety requirements for combustion and fuel handling systems

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Sicherheitsanforderungen, Maßnahmen und Feststellung der Übereinstimmung	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Gasförmige Brennstoffe	9
4.2.1 Gasverteilungssystem	9
4.2.2 Zwingend vorgeschriebene Sicherheitseinrichtungen	13
4.2.3 Verbrennungsluft und Luft/Brennstoff-Verhältnis	17
4.2.4 Zuführung vorgemischter Brenngas/Luft-Mischungen	19
4.2.5 Brenner	20
4.2.6 Feuerungsautomaten	21
4.2.7 Anlauf des Heizsystems und Brennerzündung	23
4.3 Flüssige Brennstoffe	29
4.3.1 Verteilungssystem für flüssige Brennstoffe	29
4.3.2 Zwingend vorgeschriebene Sicherheitseinrichtungen	32
4.3.3 Verbrennungsluft und Luft/Brennstoff-Verhältnis	34
4.3.4 Zerstäubung der flüssigen Brennstoffe	36
4.3.5 Brenner	36
4.3.6 Feuerungsautomaten	37
4.3.7 Anlauf des Heizsystems und Brennerzündung	39
4.4 Mehrere Brennstoffe	42
4.4.1 Allgemeines	42
4.4.2 Brennstoffleitungen	42
4.4.3 Zuführung von Verbrennungsluft	42
4.4.4 Betrieb der Schutzeinrichtungen	42
4.4.5 Luft/Brennstoff-Verhältnis	42
4.5 Sauerstoff oder sauerstoffangereicherte Verbrennungsluft	42
4.5.1 Allgemeines	42
4.5.2 Eignung für den Einsatz von Sauerstoff	43
4.5.3 Dichtungsmaterialien für Sauerstoff-Verteilungssysteme	43
4.5.4 Rohrsysteme	43
4.5.5 Strömungsgeschwindigkeiten in den Rohren	43
4.5.6 Ausrüstungsteile	44
4.5.7 Abblase- und Entlüftungsleitungen	44
4.5.8 Biegsame Leitungen und Kupplungen	44
4.5.9 Einrichtungen zum Schutz gegen die Rückströmung von Gas	44
4.5.10 Einrichtungen zum Schutz gegen die Rückströmung von Sauerstoff im Gemisch mit anderen Substanzen	44
4.5.11 Materialanforderungen	45
5 Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen	45
6 Benutzerinformationen	50
6.1 Allgemeines	50

6.2	Kennzeichnung.....	50
6.3	Betriebsanleitung.....	50
6.3.1	Allgemeines	50
6.3.2	Beschreibung der Anlage.....	51
6.3.3	Verfahren der Überprüfung.....	51
6.3.4	Inbetriebnahme-, Anfahr- und Betriebsverfahren.....	52
6.3.5	Abschaltverfahren.....	52
6.3.6	Instandhaltungsverfahren	52
6.3.7	Dokumentation	52
Anhang A (informativ) Liste der signifikanten Gefährdungen		53
Anhang B (informativ) Typische Beispiele von Brennstoffen.....		55
B.1	Klassifizierung der Brennstoffe	55
B.2	Gasförmige Brennstoffe	55
B.3	Flüssige Brennstoffe.....	55
Anhang C (informativ) Typische Beispiele für Rohrleitungsdiagramme		56
Anhang D (informativ) Methoden für Brennerzündung.....		67
Anhang E (normativ) Maximal zulässiger Druck.....		75
Anhang F (informativ) Beispiele für die Bestimmung des Sicherheits-Integritätslevels (SIL) mittels des Risikograph-Verfahrens		80
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG		93
Literaturhinweise.....		95

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 746-2:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 186 „Industrielle Thermoprozessanlagen und dazugehörige Prozesskomponenten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 746-2:2010 ersetzen.

ISO 13577-2 wurde 2016 auf Grundlage von EN 746-2:2010 erstellt. Diese ISO-Norm weicht erheblich von der ursprünglichen EN 746-2:2010 ab. Der Inhalt dieser vollständig überarbeiteten prEN 746-2:2020 basiert auf ISO 13577-2:2016.

Im Gegensatz zu EN 746-2:2010 umfasst diese prEN 746-2:2020 keine festen Brennstoffe mehr. Diese werden in einer separaten Norm (EN 746-12) behandelt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm, wie in EN ISO 12100:2010 festgelegt.

Auf die betroffenen Maschinen und das Ausmaß, in dem Gefährdungen, Gefährdungssituationen oder -ereignisse erfasst werden, wird im Anwendungsbereich dieses Dokuments hingewiesen.

Werden in dieser Typ-C-Norm andere Festlegungen als in Typ-A- oder -B-Normen angegeben, gelten für Maschinen, die nach den Festlegungen dieser Typ-C-Norm konstruiert und gebaut wurden, die Festlegungen der Typ-C-Norm.

Dieser Teil der EN 746 geht davon aus, dass die Anlagen keine potentiell explosive Atmosphäre erzeugen und sich in einem normal belüfteten Bereich befinden.

Auch wenn Übereinstimmung mit Produktnormen besteht, wie z. B. EN 267¹ oder EN 676², sind möglicherweise die Mindest-Sicherheitsanforderungen an Industrieöfen und zugehörige Prozessanlagen (TPE, en: thermal processing equipment) nicht erfüllt. Dieser Teil von EN 746 wird für TPE immer Vorrang haben.

Industrieöfen und zugehörige Prozessanlagen (TPE, en: thermal processing equipment) bestehen üblicherweise aus den folgenden Komponenten:

- Prozesskammer (z. B. Stahlkonstruktion mit Ofenausmauerung und/oder feuerfestem Material);
- Feuerungssysteme;
- Schutzsystem;
- Leittechnik/Bedienebene.

prEN 746-1:2020 enthält die für TPE üblichen allgemeinen Sicherheitsanforderungen. Dieser Teil von EN 746 legt zudem die spezifischen Sicherheitsanforderungen an Feuerungen und Brennstoffführungssysteme, die, wie im Anwendungsbereich aufgelistet, Teil einer TPE sind, genauer fest.

ANMERKUNG Wie in deren Anwendungsbereich angegeben, gilt prEN 746-1:2020 nicht für Hochöfen, Konverter (in Stahlwerken), Dampfkessel, befeuerte Wärmeerzeuger (einschließlich Reformer oder Spaltöfen) in der petrochemischen und chemischen Industrie sowie Anlagen, die nicht in EN ISO 12100:2010 behandelt werden.

Die Anforderungen für Schutzsysteme können prEN 746-11:2020 entnommen werden.

Falls eine allgemeine Anforderung von prEN 746-1:2020 Anforderungen dieses Teils von EN 746 widerspricht, haben die Anforderungen dieses Teils von EN 746 Vorrang.

Die Anforderungen für die Verringerung von Gefährdungen durch Lärm sind in prEN 746-1:2020 angegeben.

Es wird vorausgesetzt, dass die TPE nur durch eingewiesenes Personal bedient und instand gehalten werden.

1 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 22967.

2 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 22968.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von EN 746 legt die Sicherheitsanforderungen an Feuerungen und Brennstoffführungssysteme, die Teil von Industrieöfen und zugehörigen Prozessanlagen (TPE) sind, fest.

ANMERKUNG Für TPE übliche allgemeine Sicherheitsanforderungen werden in prEN 746-1:2020 festgelegt (siehe Einleitung).

Dieser Teil von EN 746 behandelt die in Anhang A aufgeführten signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Ereignisse für Feuerungen und Brennstoffführungssystemen, auf der Grundlage, dass diese wie vorgesehen und unter den vom Hersteller vorgesehenen Bedingungen eingesetzt werden.

Dieser Teil von EN 746 gilt für

- Brennstoff-Leitungssystem in Strömungsrichtung beginnend mit dem handbetätigten Hauptabsperrrventil,
- Zuführung von Verbrennungsluft (einschließlich Sauerstoff oder sauerstoffangereicherte Verbrennungsluft) und Abgassystem,
- Brenner, Brennersystem und Zündeinrichtungen,
- funktionale Anforderungen an sicherheitsbezogene Steuerungen.

Dieser Teil von EN 746 ist anwendbar für alle Arten von Oxidation oder Verbrennung von gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen mit Luft oder anderen Gasen, die freien Sauerstoff enthalten, die zur Freisetzung von Wärmeenergie in TPE dienen.

Bei thermischen oder katalytischen Nachverbrennungsanlagen und Müllverbrennungen ist dieser Teil von EN 746 nur anwendbar auf Hilfsbrenner, die zum Anfahren und/oder zur Unterstützung des Prozesses dienen.

Die Druckgefährdung der Rohrleitungen und Komponenten, die in diesem Teil von EN 746 abgedeckt sind, liegt innerhalb des maximalen Druck-/Größenverhältnisses der Kategorie I, wie im normativen Anhang E beschrieben.

Dieser Teil von EN 746 beinhaltet auch notwendige Anforderungen hinsichtlich der Benutzerinformation.

Dieser Teil von EN 746 behandelt nicht die durch elektrische Beheizung entstehenden Gefährdungen.

Dieser Teil von EN 746 behandelt nicht die Gefährdungen, die durch Freisetzung von entzündbaren Substanzen aus den in der TPE verarbeitenden Produkten entstehen.

Dieser Teil von EN 746 ist nicht anwendbar für Feuerungen und Brennstoffführungssysteme

- von Gasschweiß- und verwandten Prozessen,
- in dem Bereich, der dem handbetätigten Hauptabsperrrventil der TPE vorgeschaltet ist.

Dieser Teil von EN 746 ist nicht anwendbar für elektrische Verkabelung und Starkstromverkabelung die dem TPE-Steuerungsschrank/Bedienerfeld/Schutzsystem vorgeschaltet sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 7-1:1994, *Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads — Part 1: Dimensions, tolerances and designation*

EN 88-1:2011+A1:2016, *Druckregler und zugehörige Sicherheitseinrichtungen für Gasgeräte — Teil 1: Druckregler für Eingangsdrücke bis einschließlich 50 kPa*

EN 88-2:2007, *Druckregler und zugehörige Sicherheitseinrichtungen für Gasgeräte — Teil 2: Druckregler für Eingangsdrücke über 500 mbar und bis einschließlich 5 bar*

EN 125:2010+A1:2015, *Flammenüberwachungseinrichtungen für Gasgeräte — Thermoelektrische Zündsicherungen*

EN 161:2011+A3:2013, *Automatische Absperrventile für Gasbrenner und Gasgeräte*

EN ISO 228-1:2003, *Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen — Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnung (ISO 228-1:2000)*

EN 298:2012, *Feuerungsautomaten für Brenner und Brennstoffgeräte für gasförmige oder flüssige Brennstoffe*

EN 331:2015, *Handbetätigte Kugelhähne und Kegelhähne mit geschlossenem Boden für die Gas-Hausinstallation*

EN 334:2019, *Gas-Druckregelgeräte für Eingangsdrücke bis 10 MPa (100 bar)*

EN ISO 5175-1:2017, *Gasschweißgeräte — Sicherheitseinrichtungen — Teil 1: Mit integrierter Flammensperre (ISO 5175-1:2017)*

EN ISO 5175-2:2017, *Gasschweißgeräte — Sicherheitseinrichtungen — Teil 2: Einrichtungen ohne integrierte Flammensperre (ISO 5175-2:2017, korrigierte Fassung 2019-01)*

prEN 746-1:2020, *Industrielle Thermoprozessanlagen — Teil 1: Allgemeine Sicherheitsanforderungen an industrielle Thermoprozessanlagen (ISO 13577-1:2016, modifiziert)*

prEN 746-11:2020, *Industrielle Thermoprozessanlagen und dazugehörige Prozesskomponenten — Sicherheit°- Teil 11: Schutzsysteme (ISO 13577-4:2014)*

EN 1643:2014, *Sicherheits-, Regel- und Steuereinrichtungen für Gasbrenner und Gasgeräte — Ventilüberwachungssysteme für automatische Absperrventile*

EN 1854:2010, *Druckwächter für Gasbrenner und Gasgeräte*

EN ISO 5817:2014, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2014)*

ISO 7005-1:2011, *Pipe flanges — Part 1: Steel flanges for industrial and general service piping systems*

ISO 7005-2:1988, *Metallic flanges — Part 2: Cast iron flanges*

ISO 7005-3:1988, *Metallic flanges — Part 3: Copper alloy and composite flanges*

EN ISO 8434-1:2018, *Metallische Rohrverschraubungen für Fluidtechnik und allgemeine Anwendung — Teil 1: Verschraubungen mit 24°-Konus (ISO 8434-1:2018, korrigierte Fassung 2018-10)*

ISO 8434-2:2007, *Metallic tube connections for fluid power and general use — Part 2: 37 degree flared connectors*

ISO 8434-3:2005, *Metallic tube connections for fluid power and general use — Part 3: O-ring face seal connectors*

EN 12067-2:2004, *Gas-Luft-Verbundregeleinrichtungen für Gasbrenner und Gasgeräte — Teil 2: Elektronische Ausführung*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

EN 14382:2019, *Gas-Sicherheitsabsperreinrichtungen für Eingangsdrücke bis 10 MPa (100 bar)*

ISO 13574:2015, *Industrial furnaces and associated processing equipment — Vocabulary*

EN ISO 13849 (alle Teile), *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (ISO 13849)*

EN ISO 19879:2010, *Metallische Rohrverschraubungen für Fluidtechnik und allgemeine Anwendung — Prüfverfahren für hydraulische Rohrverschraubungen in der Fluidtechnik (ISO 19879:2010)*

EN ISO 23553-1:2014, *Sicherheits-, Regel- und Steuereinrichtungen für Ölbrenner und Öl verbrennende Geräte — Spezielle Anforderungen — Teil 1: Automatische und halbautomatische Ventile (ISO 23553-1:2014)*

EN 60204-1:2006, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005)*

EN 61508 (alle Teile), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (IEC 61508)*

EN 61511 (alle Teile), *Funktionale Sicherheit — PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie (IEC 61511)*

EN 62061:2005, *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061:2005)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 13574:2015.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

4 Sicherheitsanforderungen, Maßnahmen und Feststellung der Übereinstimmung

4.1 Allgemeines

Die Sicherheitsziele dieses Teils von EN 746 müssen beibehalten:

- Werkstoffauswahl so, dass die Ausführung und Funktion des Systems nicht nachteilig beeinflusst werden. Insbesondere müssen alle Bestandteile des Brennstoffführungssystems den mechanischen, chemischen und thermischen Belastungen standhalten, denen sie unter normalen und vorhersehbaren (z. B. während einer Sicherheitsbewertung ermittelten) abnormalen Betriebsverhältnissen ausgesetzt sein können;
- zuverlässige und genaue Zündzeiten der Luft-/Brennstoffmischung an dem/den Brenner(n);
- Verhinderung von unbeabsichtigtem Entweichen von unverbrannten Brennstoffen;
- Abschaltung der Brennstoffzuleitung im Falle eines relevanten Fehlers;
- Schutz des Leitungssystems zur Verhinderung des Flammenrückschlags;
- Verbrennung zu verhindern, wenn die Abführung von Abgas/Verbrennungsprodukten nicht sichergestellt ist;
- Verbrennung zu verhindern, wenn keine sicheren Bedingungen für den Prozess bestehen;
- elektrische Verdrahtungen müssen in Übereinstimmung mit EN 60204-1:2006 konstruiert sein.

Es muss eine Risikobeurteilung nach EN ISO 12100:2010 durchgeführt werden. Die Sicherheitsfunktion muss nach prEN 746-11:2020³ ausgelegt sein, die die Anwendung der Normen für Funktionssicherheit EN 62061:2005, EN ISO 13849 (alle Teile), EN 61511 (alle Teile) und EN 61508 (alle Teile) umfasst. Der informative Anhang F enthält Informationen zur Bestimmung des SIL oder des PL der in diesem Teil von EN 746 behandelten sicherheitsbezogenen Funktionen.

4.2 Gasförmige Brennstoffe

4.2.1 Gasverteilungssystem

4.2.1.1 Allgemeines

Die Leitungen müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dass sie für die Zusammensetzung und die Eigenschaften (z. B. Druck, Temperatur, Korrosivität, spezifisches Gewicht) des Brenngases geeignet sind und entgast, entlüftet und gereinigt werden können.

Das Leitungsmaterial muss den relevanten Normen entsprechen.

Aufgrund der Haltbarkeit sind Leitungen und Leitungskomponenten vorzugsweise aus Stahl herzustellen. Nur wenn ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreichbar ist, dürfen auch andere Werkstoffe eingesetzt werden. In der Betriebsanleitung müssen diese Werkstoffe und ihre Einsatzbedingungen spezifiziert werden. Schwingungen, die möglicherweise zu Schäden am Leitungssystem, an Bauteilen oder am Sicherheitssystem führen können, müssen ausgeschlossen sein (durch feste Verankerung und/oder Einsatz biegsamer Anschlüsse).

3 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 13577-4.

Für Stahlrohre gilt eine Übereinstimmung mit EN ISO 3183, EN 13480-2:2017 (Tabelle A.3) oder EN 10255 als angemessen. Für Kupferrohre gilt eine Übereinstimmung mit EN 1057 als angemessen. Gelötete Kupferverbindungen dürfen nicht für gasführende Teile verwandt werden, wenn die Temperatur 100 °C übersteigen könnte.⁴

Gewinderohrstücke müssen EN 10241 oder EN 10242 entsprechen.⁵

Für Beispiele für übliche gasförmige Brennstoffe siehe informativer Anhang B.

4.2.1.2 Verbindungen

Verbindungen von Gasleitungen müssen aus Metall sein und müssen durch Gewinde-, Klemm-, Flansch-, Schweiß- oder Lötverbindungen hergestellt sein. Die Anzahl der Verbindungen muss so gering wie möglich bleiben.

Der Einsatz von Gewindeverbindungen ist nur bei folgenden Drücken/Durchmesserkombinationen erlaubt:

- Drücken bis 15 kPa mit Durchmessern bis DN 100;
- Drücken bis 200 kPa mit Durchmessern bis DN 50;
- Drücken bis 500 kPa mit Durchmessern bis DN 25;
- Drücken bis 1 MPa mit Durchmessern bis DN 15.

Bei Fittings nach EN 10242 müssen die folgenden Einschränkungen beachtet werden:

- Fittings müssen der Klasse „A“ entsprechen;
- der maximal zulässige Druck beträgt 50 kPa;
- bei Größen bis DN 25 beträgt der maximale Druck 500 kPa.

Bei Anlagen mit Gewindeverbindungen müssen diese EN ISO 228-1:2003 oder ISO 7-1:1994, soweit zutreffend, entsprechen. Die Verwendung von Gewinden, die EN ISO 228-1:2003 entsprechen, ist auf Durchmesser bis DN 50 beschränkt. Bei Gewinden nach EN ISO 228-1:2003 muss die Dichtheit durch einen Dichtungsring gewährleistet sein. Hanf darf in Gewindeverbindungen nicht ohne geeignete Dichtmittel verwendet werden.

Dichtmittel für Gewinde nach ISO 7-1:1994 müssen den Anforderungen von EN 751-1 oder EN 751-2, soweit zutreffend, entsprechen.

Sonstige Gewindeverbindungen dürfen nur verwendet werden, wenn sichergestellt ist, dass sie dicht und auf geeignete Weise gekennzeichnet sind.

Das Leitungssystem muss so konstruiert und ausgeführt sein, dass Spannungen an den Verbindungen vermieden werden.

Klemmverbindungen müssen EN ISO 8434-1:2018, ISO 8434-2:2007 und ISO 8434-3:2005 oder EN ISO 19879:2010 entsprechen. Sie dürfen nicht für Drücke über 500 kPa und Leitungen mit einem Durchmesser über 42 mm verwendet werden.

Für sämtliche Leitungen, die durch unbelüftete Räume hindurchführen, müssen geschweißte Verbindungen verwendet werden.

⁴ Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

⁵ Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

Flansche müssen den Anforderungen von ISO 7005-1:2011 und ISO 7005-2:1988, soweit zutreffend, entsprechen.

Lichtbogenschweißverbindungen müssen den Anforderungen von EN ISO 5817:2014, Güteklasse C, entsprechen.

4.2.1.3 Unterbrochene Leitungen

Alle unterbrochenen Leitungen, müssen mit Stopfen, Kappen oder Blindflanschen aus metallenen Werkstoffen verschlossen sein.

4.2.1.4 Galvanische Elemente

Die Bildung galvanischer Elemente muss durch geeignete Materialpaarung ausgeschlossen werden.

4.2.1.5 Biegsame Leitungen und Kupplungen

Biegsame Leitungen müssen den allgemeinen Anforderungen nach 4.2.1.1 entsprechen, und sie müssen

- so kurz wie praktisch möglich sein,
- für die höchste und für die niedrigste Betriebstemperatur (Brennstoff und Umgebung) geeignet sein,
- bei der höchsten und bei der niedrigsten Betriebstemperatur für das 1,5fache des höchsten Betriebsdruckes, mindestens jedoch 15 kPa, geeignet sein,
- über ein ihnen in Strömungsrichtung vorgeschaltetes, direkt zugängliches Absperrventil verfügen,
- so befestigt sein, dass Verdrehen, Zurückfedern und Beschädigung vermieden werden,
- mit Anschlussstutzen ausgerüstet sein, die Bestandteil der Leitung sind,
- aus einem geeigneten, für die jeweilige Anwendung ausgewählten metallischen und/oder nicht metallischen Werkstoff bestehen, der gegen einfache Beschädigungen beständig ist.
- Kupplungen für abnehmbare Ausrüstungen müssen eine gasdichte Verbindung zu der Ausrüstung sicherstellen, die verbunden und abgetrennt wird.

4.2.1.6 Kennzeichnung

Die Leitungen müssen als Gasleitungen erkennbar sein.

ANMERKUNG Kennzeichnung von Gasleitungen wird in nationalen Übereinkommen behandelt.

4.2.1.7 Dichtheit

Das Gasverteilungssystem muss dicht und so konstruiert sein, dass es dem Innendruck standhält. Nach dem Errichten müssen Gasverteilungssystem mit seinem Prüfdruck beaufschlagt und auf Dichtheit geprüft werden. Der Prüfdruck muss im gesamten Leitungssystem mindestens das 1,1fache des höchsten Betriebsdruckes und mindestens 5 kPa betragen.

Durch die äußere Leckage darf kein gefährlicher Zustand, z. B. zündfähiger oder toxischer Zustand, bei der vorgesehenen Betriebsweise der Anlage oder Einrichtung auftreten. Die Intervalle zwischen den Prüfungen der äußeren Leckage müssen in der Betriebsanleitung festgelegt werden.

ANMERKUNG Im Allgemeinen gilt, dass durch eine äußere Leckrate von $\approx 1 \text{ dm}^3(\text{n})/\text{h}$ für Industrieanlagen mit der üblichen Entlüftung kein gefährlicher Zustand erzeugt wird. Die tatsächliche Leckrate ist abhängig von dem Volumen, der Anzahl an Verbindungen, dem Prüfgas, der Anzahl an Ventilen und verwendeten Bauteilen und der Temperatur.

Die Methode zur Prüfung der externen Leckage muss das Prüfvolumen, die Anzahl der Verbindungen, das Prüfgas und Anzahl der verwendeten Bauteile und die Temperatur berücksichtigen. Die Prüfmethode müssen die Prüfung mit Lecksuchspray und/oder die Überwachung des Druckabfalls einschließen.

4.2.1.8 Kondensatablauf

In Fällen bei denen durch Kondensate Gefährdungen auftreten können, müssen an den Tiefpunkten der Anlage Möglichkeiten zum Ablassen von Kondensat vorgesehen sein. Bei Einsatz feuchter Gase sind Kondensatabläufe in geeigneter Ausführung anzubringen. Alle Kondensatabläufe, Siphons usw. müssen an einer leicht zu überprüfenden Stelle angebracht sein. Entflammbare Kondensate sind in geeigneter Weise zu sammeln (z. B. durch Einleiten in einen Behälter).

Ventile in Kondensatabläufen müssen in geeigneter Weise durch Stopfen, Kappen oder Blindflansche aus metallenen Werkstoffen verschlossen sein.

4.2.1.9 Spülstutzen

Zur Spülung der Gasleitungen bei Inbetriebnahme und bei Instandhaltungsarbeiten müssen geeignete Spülstutzen vorhanden sein, damit die Bildung zündfähiger Gemische verhindert wird.

4.2.1.10 Abblase- und Entspannungsrohrleitungen

Werden an Reglern oder Überdruck- oder Druckentlastungsventilen Abblase- und Entspannungsleitungen installiert, müssen geeignete Einrichtungen vorgesehen werden, um das Gas in einen sicheren Bereich abzublasen.

Wenn Abblase- und Entspannungsleitungen zusammengeführt werden, muss der Querschnitt des Sammlers geeignet sein, gleichzeitig die gesamten Durchflussmengen aller Quellen abzuleiten.

Wenn Abblaseleitungen mit Entspannungsleitungen zusammengeführt werden, muss überprüft werden, dass die zusammengeführten Leitungen, Ventile und Instrumente sich nicht gegenseitig beeinflussen.

4.2.1.11 Druckentlastungseinrichtungen und Flammensperren/Flammenfilter in Leitungen

Anlagen, die so konstruiert wurden, dass sich Flammenrückschläge ereignen können, müssen mit Flammensperren/Flammenfiltern und/oder Druckentlastungseinrichtungen ausgerüstet sein.

Druckentlastungseinrichtungen müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dass sie unterhalb des Prüfdrucks des Leitungssystems ansprechen, und müssen so angeordnet sein, dass die Entspannungsströmung und die Druckentlastungseinrichtung die Anlage, das Bedienungspersonal oder Dritte nicht gefährdet.

Ein Flammenrückschlag muss zumindest einen Alarm auslösen. Die notwendigen Maßnahmen nach einem Rückschlag müssen in der Betriebsanleitung beschrieben sein.

4.2.1.12 Druckschwankungen

Das Gasleitungssystem muss so konstruiert und ausgeführt sein, dass Schwankungen der Gasgeschwindigkeiten und der Drücke keine schädlichen Schwingungen verursachen können, die Schäden am Leitungssystem, an Bauteilen oder am Sicherheitssystem auslösen könnten (z. B. durch Einsatz von Druckreglern, richtige Leitungsbemessung).

4.2.1.13 Anlagen zum Einsatz unterschiedlicher Brenngase

An Brennern zum abwechselnden Einsatz von mehr als einem gasförmigen Brennstoff muss in geeigneter Weise dafür gesorgt sein, dass die Zuleitung des nicht eingesetzten Gases sicher unterbrochen ist.

4.2.1.14 Bypass

Bypässe dürfen nicht parallel zu Sicherheitseinrichtungen verlegt werden.

Davon ausgenommen sind Ventilüberwachungssysteme (siehe 4.2.2.7) an automatischen Absperrventilen.

4.2.1.15 Unterbrechung von vorgeschriebenen Sicherheitseinrichtungen

Beim Anlaufen oder während des Betriebs des Brenners ist es nicht zulässig, zwingend vorgeschriebene sicherheitsrelevante Bauteile (z. B. Druckschalter, Druckentlastungsventile) von der zu schützenden Anlage abzutrennen. Falls Absperrrichtungen zwischen sicherheitsrelevanten Einrichtungen und den Hauptleitungen erforderlich sind und eingebaut werden, müssen sie während des Betriebs der Anlage durch geeignete Einrichtungen (z. B. manuelle Arretierung) in der Offenstellung fixiert werden.

4.2.2 Zwingend vorgeschriebene Sicherheitseinrichtungen

4.2.2.1 Handbetätigtes Hauptabsperrventil

Das Gasverteilungssystem muss in Strömungsrichtung vor dem ersten Stellglied mit einem handbetätigten Absperrventil ausgerüstet sein. Diese Ventile müssen so konstruiert und ausgeführt oder angeordnet sein, dass sie nicht fehlbedient werden können, aber im Bedarfsfall leicht erreichbar und schnell zu betätigen sind.

Die Ventile müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dass die Stellungen „OFFEN“ und „GESCHLOSSEN“ leicht unterscheidbar sind (z. B. ein Ventil mit 90° Schließwinkel, falls anwendbar und verfügbar).

Das handbetätigte Absperrventil muss, wenn technisch anwendbar, EN 331:2015 entsprechen. Ventile, die außerhalb des Anwendungsbereichs von EN 331:2015 sind, müssen die Sicherheitsanforderungen von EN 331:2015 mindestens in gleichwertiger Weise erfüllen.⁶

4.2.2.2 Filter/Siebe

Durch den Einbau eines geeigneten Filters oder Siebes unmittelbar hinter dem handbetätigten Hauptabsperrventil der TPE muss besonders dafür gesorgt sein, dass weder aus den Leitungen noch mit dem Gas Schmutzteile eingetragen werden, die die Funktion nachgeschalteter Ausrüstungsteile beeinträchtigen würden. Weitere Filter/Siebe sind möglicherweise erforderlich (z. B. unmittelbar vor dem Sicherheitsabsperrventil). Diese Filter/Siebe müssen so angeordnet sein, dass ihre regelmäßige Wartung leicht möglich ist. Die Filterleistung des Filters/Siebes muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen der nachgelagerten Anlagen ausgewählt werden.

ANMERKUNG Üblicherweise erfordern Sicherheits-, Regel- und Steuereinrichtungen für Gasbrenner und Gasgeräte vorgeschaltete Filter mit einer Filterleistung $\leq 50 \mu\text{m}$. Siebe mit einer größeren Maschenweite sind nur geeignet für primäre Reinigung.

Wird ein Filter/Sieb mit einem Bypass versehen, so muss in die Bypass-Leitung ein gleichartiger Schmutzfänger eingebaut sein.

Die Intervalle zur Prüfung des Filters und/oder Siebes müssen in der Betriebsanleitung festgelegt werden.

⁶ Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

4.2.2.3 Gasdruckregler

Falls es für die Regelung von Druck und Menge des Gasflusses erforderlich ist, muss ein Gasdruckregler eingebaut sein.

Gasdruckregler müssen ggf. EN 88-1:2011+A1:2016, EN 88-2:2007 oder EN 334:2019 entsprechen.⁷

Wenn die Ausgangsseite des Gasdruckreglers und/oder der anschließende Leitungsabschnitt mit seiner Ausrüstung bis zum Brenner nicht für den höchsten Versorgungsdruck (Eingangsdruck zum Gasdruckregler im Fehlerfall) ausgelegt ist/sind, muss vor dem Gasdruckregler eine Überdruckabsperreinrichtung installiert werden, um die Gaszufuhr abzusperren, bevor ein zu hoher Gasdruck auftritt.

Die Überdruckabsperreinrichtung muss Folgendes sein:

- ein mechanisches Ventil in Übereinstimmung mit EN 14382:2019⁸, das den Gasdruck mittels einer Impulsleitung hinter dem Gasdruckregler misst und per Federkraft schließt, wenn der Druck den voreingestellten Reaktionsdruck übersteigt; oder
- ein automatisches Absperrventil nach EN 161:2011+A3:2013⁹, das durch einen hinter dem Gasdruckregler installierten Überdruckwächter ausgelöst wird. Der Überdruckwächter muss EN 1854:2010¹⁰ entsprechen oder hinsichtlich der Sicherstellung einer angemessenen Ansprechzeit und Genauigkeit bewertet sein. In diesem Fall muss die Signalverarbeitung die Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 erfüllen.

Ein Abblaseventil für geringe Mengen (Token-Abblaseventil) muss immer hinter dem Gasdruckregler eingebaut sein, wenn eine Überdruckabsperreinrichtung installiert ist, um geringe Leckmengen dieser Überdruckabsperreinrichtung abzuführen.

Am Gasdruckregler darf die Druckeinstellung nur mit einem dafür vorgesehenen Werkzeug möglich sein.

Wird das Gas zur Versorgung des Zündbrenners in Strömungsrichtung vor dem Gasdruckregler des/der Hauptbrenner(s) entnommen, so muss der Zündbrenner mit einem separaten Gasdruckregler ausgerüstet sein.

4.2.2.4 Gasmangelsicherung

Eine Gasmangelsicherung muss vorgesehen werden. Die Gasmangelsicherung muss in allen Betriebszuständen einen ausreichenden und zuverlässigen Nachweis über den Gasdruck liefern.

Im Falle, dass der Gasdruck einen vorgegebenen Wert unterschreitet, muss die Gasmangelsicherung einen Anlauf verhindern oder eine Sicherheitsabschaltung auslösen und eine Störabschaltung bewirken. Diese Funktion muss eine Anforderung an das Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Gasdruckwächter müssen den Anforderungen von EN 1854:2010¹¹ entsprechen oder hinsichtlich der Sicherstellung einer angemessenen Ansprechzeit und Genauigkeit bewertet sein.

⁷ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 3577-2 ist: ISO 23551-2.

⁸ Anmerkung: EN 14384 ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

⁹ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23551-1.

¹⁰ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-6.

¹¹ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-6.

4.2.2.5 Gasüberdrucksicherung

Gasüberdrucksicherungen müssen unter allen Umständen eingebaut werden, es sei denn

- der Anschlussdruck der Anlage überschreitet nicht 10 kPa und
- ein Ausfall des Druckreglers führt nicht zu einer sicherheitsgefährdenden Überschreitung der Anfahrgasmenge.

Wo Gasüberdrucksicherungen benötigt werden, muss diese im Falle, dass der Gasdruck einen vorgegebenen Wert überschreitet, einen Anlauf verhindern oder eine Sicherheitsabschaltung auslösen und eine Störabschaltung bewirken. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Gasdruckwächter müssen den Anforderungen von EN 1854:2010¹² entsprechen oder hinsichtlich der Sicherstellung einer angemessenen Ansprechzeit und Genauigkeit bewertet sein.

4.2.2.6 Automatische Absperrventile

Die Gaszufuhr zu jedem Brenner oder einer Brennergruppe muss durch zwei in Reihe geschaltete automatische Absperrventile in der Gaszuleitung nach den folgenden Abschnitten von EN 161:2011+A3:2013¹³ abgesichert werden:

- für allgemeine Anforderungen: Abschnitt 7.1;
- für Dichtheit: Abschnitt 7.2;
- für Haltbarkeit: Abschnitt 7.5;
- für die Schließfunktion: Abschnitt 7.9.2;
- für die Schließkraft: Abschnitt 7.10;
- für die Schließzeit: Abschnitt 7.12.

Die Dichtkraft der automatischen Absperrventile muss mindestens 15 kPa betragen.

Bei Brennern ohne Gebläse mit einer Leistung unter 70 kW muss die Dichtkraft der automatischen Absperrventile mindestens 5 kPa betragen.

Eine thermoelektrische Zündsicherung, die den Anforderungen von EN 125:2010+A1:2015 entspricht, ist zulässig für Brenner ohne Gebläse mit Leistungen unter 70 kW, die ins Freie feuern, und für Brenner ohne Gebläse mit Brennkammer und Leistungen unter 2,5 kW.¹⁴

Das automatische Absperrventil muss für die vorgesehene Anzahl an Schaltspielen in der TPE geeignet sein.

Die Konstruktion und die Materialien der Ventile müssen für die verwendete Gaszusammensetzung geeignet sein.

Die automatischen Absperrventile müssen für alle unter Prozessbedingungen auftretenden Eingangsdrücke, Gegendrücke und Differenzdrücke geeignet sein.

12 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-6.

13 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23551-1:2012.

14 Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

Für Anlagen mit hoher Schaltspielzahl von mehr als 100 000 Schaltspielen/Jahr (z. B. für taktgesteuerte Anlagen, Regenerativbrenner) dürfen nur Ventile angewendet werden, die ausdrücklich für die vorgesehene Schaltspielzahl und Ein-/Aus-Schaltrate geeignet sind.

Die Betriebsanleitung muss die für einen ordnungsgemäßen Betrieb der automatischen Absperrventile erforderlichen Überprüfungen spezifizieren, einschließlich welche Verfahren dafür angewendet werden müssen und in welchen Intervallen dies erfolgen sollte, sowie Anforderungen an den Austausch. Es müssen Mittel bereitgestellt werden, durch die der Bediener feststellen kann, wann automatische Absperrventile ausgetauscht werden müssen.

ANMERKUNG 1 Es besteht allgemein Einigkeit darüber, dass Ventile jährlich geprüft werden müssen, sofern die Risikobeurteilung nicht längere Intervalle begründet.

An allen Systemen muss es möglich sein, eine manuelle Dichtheitsprüfung des automatischen Absperrventils durchzuführen.

Regelventile dürfen als Sicherheitsabsperrventile verwendet werden, vorausgesetzt, sie sind als Sicherheitsabsperr- und Modulationsventile ausgelegt und für die gleichzeitige Anwendung geprüft.

Die Sicherheitsabsperrventile dürfen nicht öffnen oder müssen die Brennstoffzufuhr zum Brenner unterbrechen, sobald eine Sicherheitsbedingung nicht erfüllt ist. In diesem Fall müssen die entsprechenden automatischen Absperrventile durch ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 abgeschaltet werden.

ANMERKUNG 2 Beispiele für zu berücksichtigende Sicherheitsbedingungen sind (unter anderem): minimaler und/oder maximaler Gasdurchfluss, minimaler und/oder maximaler Gasdruck, minimaler und/oder maximaler Luftdurchfluss, minimaler und/oder maximaler Luftdruck, Ausfall der Stromversorgung und/oder Ausfall von Hilfsenergie (z. B. Druckluft, Dampf), Ausfall von Wärmeträgerfluid, Fehlfunktion der Abgasabführung, minimale und/oder maximale Betriebstemperatur, minimaler und/oder maximaler Druck in der Brennkammer, Flammenausfall, Ausfall der Ventilüberwachung, wie unter 4.2.2.7 beschrieben, fehlerhaftes Verhältnis von Luft zu Gas, wie unter 4.3.3.3 beschrieben.

Die Verriegelung bei einer Störabschaltung durch ein automatisches Absperrventil darf nur durch manuellen Eingriff (lokal oder Fernzugriff) zurückgesetzt werden können.

Ein Flammenausfall oder die Abschaltung durch die Prozesssteuerung muss zum Schließen von zwei in Reihe geschalteten automatischen Absperrventilen führen, mit Ausnahme der folgenden Fälle, in denen das Schließen eines einzelnen automatischen Absperrventils ausreichend ist:

- im Falle von Hochtemperaturanlagen;
- im Falle von Niedertemperaturanlagen, wenn das automatische Absperrventil der einzelnen Brenner mit einer Schließkontrolleinrichtung nach EN 161:2011+A3:2013¹⁵ ausgerüstet ist, und das Schutzsystem ein vorgeschaltetes automatisches Absperrventil (Vorlaufventil) schließt, falls für eines der Ventile der einzelnen Brenner mit dem Schließkontrollschalter nicht nachgewiesen werden kann, dass es geschlossen ist.

Ein Flammenausfall oder die Abschaltung eines Strahlheizrohrbrenners durch die Prozesssteuerung muss zum Schließen von zwei in Reihe geschalteten automatischen Absperrventilen führen, mit Ausnahme der folgenden Fälle, in denen das Schließen eines einzelnen automatischen Absperrventils ausreichend ist:

- jeder Strahlheizrohrbrenner ist explosionsfest und das Entlüftungssystem verdünnt die brennbare Brennstoff-Luft-Mischung aus undichten Gasventilen innerhalb des Entlüftungssystems bis unter 25 % der LEL (unteren Zündgrenze).

Beispiele für übliche Leitungssysteme und Bauteile siehe informativer Anhang C.

¹⁵ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23551-1:2012.

4.2.2.7 Ventilüberwachung

Automatische Absperrventile, die Leistungen über 1 200 kW steuern, müssen bei jedem Anlaufen der TPE nachweislich geschlossen sein. Falls das Ventil nicht nachweislich geschlossen ist, muss der aktuelle Anlaufvorgang angehalten werden und am System muss eine Störabschaltung erfolgen. Das Ventilüberwachungsverfahren und die Maßnahmen nach solch einer fehlgeschlagenen Prüfung müssen in der Betriebsanleitung angegeben werden (z. B. Ersatz des Ventils).

ANMERKUNG Im Allgemeinen gilt, dass eine Leckrate des Ventils bzw. der Ventile von unter 0,1 % des maximalen Gasdurchflusses in die Brennkammer während des Betriebs als nachweislich geschlossenes Ventil angesehen wird. Im Falle von vorgewärmtem Gas und/oder Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherter Verbrennung muss dieser Wert entsprechend angepasst werden.

Die automatische Ventilüberwachung muss den Anforderungen von EN 1643:2014 entsprechen oder ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erzielen.¹⁶

Bei einer TPE, bei der häufiger als zweimal im Jahr ein Anlauf vorgesehen ist, muss mittels eines automatischen Systems nachgewiesen werden, dass das/die automatische(n) Absperrventil(e) geschlossen ist/sind.

Die automatische Ventilüberwachung muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Bei Mehrbrennersystemen mit zwei automatischen Absperrventilen für jeden Brenner muss die automatische Prüfung nicht jedes Brennerventil einzeln überwachen (siehe Bild C.2 b). Die Prüfung der einzelnen Brennerventile muss in der Betriebsanleitung festgelegt werden.

4.2.2.8 Einzelne handbetätigte Absperrventile für Brenner

Werden die Brenner unabhängig voneinander gezündet, so muss jeder einzelne Brenner mit einem handbetätigten Absperrventil ausgerüstet sein, das für die Gasart geeignet ist.

Beeinflusst jedoch der Einbau eines handbetätigten Absperrventils die Mischcharakteristik von Mischeinrichtungen (z. B. Venturimischern), dann muss das Sicherheitsabsperrventil in Strömungsrichtung vor derartigen Einrichtungen installiert sein.

Ist eine Brennergruppe so konstruiert, dass die Brenner sich gegenseitig zünden, dann muss die gesamte Brennergruppe mit mindestens einem handbetätigten Absperrventil ausgerüstet sein.

Das handbetätigte Absperrventil muss den Anforderungen der EN 331:2015 entsprechen. Ventile außerhalb des Anwendungsbereichs von EN 331:2015 müssen die Sicherheitsanforderungen von EN 331:2015 mindestens in gleichwertiger Weise erfüllen.¹⁷

4.2.3 Verbrennungsluft und Luft/Brennstoff-Verhältnis

4.2.3.1 Verbrennungsluftführung

Das Leitungssystem muss entsprechend den Eigenschaften der Verbrennungsluft (z. B. Druck, Temperatur) konstruiert und ausgeführt sein.

Die Lage der Verbrennungsluftansaugöffnung muss so angeordnet sein, dass Verunreinigungen (z. B. Staub) und Verbrennungsprodukte nicht durch ihn eintreten können, es sei denn, es ist von der Konstruktion her vorgesehen (z. B. zur Reduzierung der Emission von Stickoxid (NO_x)).

¹⁶ Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

¹⁷ Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

Die Luftversorgung der TPE muss so sein, dass eine ausreichende Versorgung mit Prozessluft und Verbrennungsluft möglich ist, die den/die Brenner unter allen Umständen erreicht.

Auf eine ausreichende Luftzufuhr zur TPE sollte geachtet werden. Bei vielen Anwendungen wird empfohlen, einen Lufterlassfilter mit Filterüberwachung zu installieren, um einen zuverlässigen Betrieb der Anlage zu gewährleisten.

Die Verbrennungsluftführung muss so konstruiert sein, dass ein Rückströmen von TPE-Gasen in die Feuerungsanlage verhindert wird.

Das Luftversorgungssystem muss so konstruiert sein, dass keine Schwingungen auftreten, die zu Materialschäden führen können.

4.2.3.2 Strömungs- und Druckwächter für Verbrennungsluft

TPE mit Gebläsebrennern oder Brenner(n) mit mechanischer Abgasabführung müssen mit Einrichtungen ausgerüstet sein, die während der Zündung und des Betriebs der Brenner eine ausreichende Luftströmung melden.

In allen Phasen der Vorspülung, der Zündung und des Betriebs der Brenner muss Luftmangel eine Sicherheitsabschaltung und eine Störabschaltung auslösen. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Das Luftüberwachungsgerät muss bei ruhender Strömung vor dem Anlauf überprüft werden [z. B. durch Stoppen der Verbrennungsluftzufuhr oder durch Unterbrechen des Luft-Signals an das Gerät/die Geräte in der Form, dass das Stoppen der Verbrennungsluftzufuhr simuliert wird]. Ein Fehler während dieser Prüfung bei ruhender Strömung, muss den Anlauf verhindern.

Die Luftströmung muss wie folgt überwacht sein:

- durch Druckfühler oder
- durch Strömungsfühler.

Es muss nachgewiesen werden, dass diese Einrichtungen einen zufriedenstellenden und zuverlässigen Nachweis der Luftströmung unter allen Betriebsbedingungen ermöglichen.

Diese Anforderung gilt nicht für ortsbewegliche Gasbrenner, Tisch- und Maschinenbrenner mit offener Flamme, die ständig durch eingewiesenes Personal überwacht sind und deren maximale Brennerleistung unter 70 kW liegt.

Luftdruckwächter müssen den Anforderungen von EN 1854:2010¹⁸ entsprechen oder hinsichtlich der Sicherstellung einer angemessenen Ansprechzeit und Genauigkeit bewertet sein. Sie müssen für die Anzahl an für die Anwendung vorhersehbaren Arbeitsgängen geeignet sein.

4.2.3.3 Luft/Brennstoff-Verhältnis

Der Luftmassenstrom muss zum Gasmassenstrom immer in einem Verhältnis stehen, das sicher gezündet werden kann und im gesamten Betriebsbereich eine stabile und sichere Verbrennung an jedem einzelnen Brenner gewährleistet. Das Verhältnis braucht nicht unter allen Betriebsbedingungen denselben Wert haben.

Falls Druck- und/oder Temperaturschwankungen der Luft und des Brenngases die Sicherheit und Verbrennungsstabilität beeinträchtigen, ist eine Korrektur des Drucks und/oder der Temperatur erforderlich.

¹⁸ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-6.

Die Konstruktion der Gas-Luft-Verhältnisregelung muss sowohl die Betriebsbedingungen als auch die Eigenschaften von Brennstoff und Verbrennungsluft berücksichtigen. Fehler oder Störungen sollten bewirken, dass das System zu einem höheren Luftüberschuss neigt oder eine Störabschaltung bewirkt, falls das Luft/Gas-Verhältnis zu einem nicht sicheren Zustand führt.

Pneumatische Gas-Luft-Verbundregler müssen EN 88-1:2011+A1:2016 entsprechen.¹⁹

Elektronische Gas-Luft-Verbundregler müssen, sofern anwendbar, EN 12067-2:2004²⁰ entsprechen.

Um ihre Zuverlässigkeit zu gewährleisten, müssen Gas-Luft-Verbundregler nach EN 88-1:2011+A1:2016²¹ oder EN 12607-2²² unter Bedingungen eingesetzt werden (Temperatur, Druck, Gasfluss), für die sie konstruiert wurden. Diese Bedingungen und Wartungsanweisungen müssen in der Betriebsanleitung festgelegt sein.

Für den Fall, dass andere Methoden/Technologien für die Verbundregelung verwendet werden, und abhängig von den Eigenschaften der Verbrennungsluft und des Brenngases müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen entsprechend den Ergebnissen der Risikobeurteilung ergriffen werden (z. B. Überwachung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses durch ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020). Die Methode/Technologie und das Verfahren für die Funktionsprüfung müssen in der Betriebsanleitung beschrieben werden.

4.2.4 Zuführung vorgemischter Brenngas/Luft-Mischungen

4.2.4.1 Gemischleitungen

Der Rauminhalt von Gemischleitungssystemen muss so gering wie möglich gehalten werden, um das Risiko im Falle eines Flammenrückschlags zu verringern, er darf aber nicht die Druck- und Strömungsverteilung beeinträchtigen, die für einen stabilen Brennerbetrieb erforderlich ist. Das Leitungssystem muss so konstruiert sein, dass eine ausreichend hohe Geschwindigkeit der Gemischströmung einen ihr entgegen gerichteten Flammenrückschlag ausschließt, und es muss mit einer/einem oder mehr Flammensperren/Flammenfiltern, Druckausgleichseinrichtungen oder Ausblasvorrichtungen ausgerüstet sein, um Schäden im Gemischleitungssystem und in der Mischeinrichtung zu verhindern.

Falls verwendet, müssen sich Flammensperren/Flammenfilter so nah an dem/den Brennern befinden wie praktisch möglich.

Anderenfalls muss das Leitungssystem mit einem Sensor ausgerüstet sein, der eine Störabschaltung bewirkt, wenn die Strömungsgeschwindigkeit einen vorgegebenen Wert unterschreitet, oder mit einem Temperaturfühler, der im Falle eines Flammenrückschlags eine Störabschaltung bewirkt. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen. Diese Einrichtungen sind nicht erforderlich bei Brennern, für die der Hersteller nachweisen kann, dass unter keinen Umständen ein Flammenrückschlag eintreten kann (z. B. Zündbrenner mit eigener Mischvorrichtung).

¹⁹ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23551-3.

²⁰ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23552-1.

²¹ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23551-3.

²² Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23552-1.

4.2.4.2 Luft- und Gaszuführung zu den Gemischleitungen

Es muss ausgeschlossen sein, dass Brenngas/Luft-Gemisch in die Luft- oder in die Gaszuleitung zur Mischvorrichtung gelangen kann (z. B. durch Gemischrückströmung).

Wird zu diesem Zweck ein nicht flammenrückschlagfestes Rückschlagventil verwendet, dann muss stromab von diesem Ventil ein zusätzlicher Gasüberdruckschalter eingebaut sein, um im Falle eines Flammenrückschlages die Gaszufuhr zu der Anlage mittels der entsprechenden in 4.2.2.6 spezifizierten Sicherheitsabsperrventile abzusperren.

Ein Flammenrückschlag muss einen Alarm auslösen. Die erforderlichen Maßnahmen nach einem Flammenrückschlag müssen in der Betriebsanleitung beschrieben sein.

4.2.5 Brenner

4.2.5.1 Hauptbrenner

Alle Brenner müssen für die Arbeitsbedingungen geeignet sein und Betriebssicherheit gewährleisten für:

- die verwendeten Brennstoffe (Art, Druck usw.);
- die Betriebsbedingungen (Druck, Temperatur, Atmosphäre usw.);
- die Nennleistung und den Regelbereich (größte und kleinste Leistung);
- die einfache Sichtkontrolle (Beobachtungsfenster, Schaulöcher usw.).

4.2.5.2 Strahlheizrohrbrenner

Strahlheizrohrbrenner müssen geeignet sein und einen sicheren Betrieb ermöglichen. Sie müssen

- aus Werkstoffen hergestellt sein, die für die thermische Leistung, Temperatur, und TPE-Atmosphäre geeignet sind,
- die Wahrscheinlichkeit minimieren, dass Verbrennungsprodukte mit der TPE-Atmosphäre in Kontakt kommen.

4.2.5.3 Zündeinrichtung/Zündbrenner

Die Zündeinrichtung muss zuverlässig und von ausreichender Leistung sein, um eine verzögerungsfreie, geräuscharme und sanfte Zündung zu erhalten. Ein detailliertes Verifizierungsverfahren zur Verwendung bei Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung muss in der Betriebsanleitung angegeben werden.

Bei automatisch betriebenen Anlagen muss die Direkt-Zündeinrichtung oder die Kombination von Zündeinrichtung und Zündbrenner integrierter Bestandteil des Hauptbrennersystems sein.

Zündbrenner müssen so konstruiert und angeordnet sein, dass die Zündflamme unter allen Betriebsbedingungen stabil und in einer die Hauptflamme zündenden Form brennt.

Der/die Zündbrenner müssen hinsichtlich der Sicherheitsanforderungen wie Hauptbrenner nach 4.2.2.3, 4.2.2.4, 4.2.2.5, 4.2.2.6, 4.2.2.7, 4.2.2.8, 4.2.3.2, 4.2.3.3, 4.2.6 und 4.2.7 ausgerüstet sein.

Wenn im Falle von mit Brenngas oder brennbaren Dämpfen unbestimmter Verbrennungseigenschaften, z. B. Wärmewertschwankungen, betriebenen Hauptbrennern Zündbrenner eingesetzt werden, müssen Zündbrenner mit Dauerbetrieb unabhängig von der Gasversorgung des Hauptbrenners mit einem gereinigten Brenngas konstanter Beschaffenheit (z. B. Erdgas, Flüssiggas) betrieben und mit Feuerungsautomaten nach 4.2.6 ausgerüstet werden.

Für ortsbewegliche Zündbrenner oder Zündeinrichtungen gilt:

- es ist erforderlich, dass der Zündbrenner oder die Zündeinrichtung nur in einer bestimmten Weise und so angeordnet werden kann, dass er/sie zu dem zu zündenden Brenner eine feste Stellung einnimmt — falls erforderlich, muss die richtige Lage überwacht werden;
- die Anschlüsse für Brennstoff, Luft und Zündenergie müssen so konstruiert sein, dass ohne Verwechslungsmöglichkeit der Anschlüsse eine zuverlässige Verbindung entsteht.

4.2.5.4 Brennerleistungssteuerung

In allen Feuerungsanlagen muss der Regelbereich so ausgelegt sein, dass der/die Brenner in allen Betriebszuständen völlig stabil brennt/brennen. Es müssen Mittel zur Bestimmung der Brennerleistung vorgesehen werden.

4.2.5.5 Abgassystem

Abgase müssen auf eine sichere Art und Weise entlüftet werden.

TPE mit einer geschlossenen Brennkammer oder einer Brennkammer, die von mindestens drei Mauern umschlossen ist, müssen mit einem Abgassystem ausgerüstet sein. Die Querschnittsfläche des Abgassystems muss entsprechend dem Volumen, dem Druck und der Temperatur der Abgase (Verbrennungsprodukte, überschüssige Luft und Prozessemissionen) berechnet sein.

Sind die TPE mit Brennern ohne Gebläse ausgestattet, muss das Abgassystem oberhalb des Bedieners mit einer geeigneten Unterbrechung für den Luftzug oder mit einer Regelklappe ausgestattet sein (für ein typisches Beispiel einer Unterbrechung für den Luftzug siehe Bild C.7).

Wenn die Abgase mit einem Ventilator entlüftet werden oder der Luftzug durch eine Regelklappe geregelt wird und das Risiko nicht durch eine eigensichere Konstruktion oder mechanische Konstruktion angemessen verringert wird, muss das System mit einer Sicherheitseinrichtung ausgestattet sein, um im Falle einer Störung im Abgassystem eine Sicherheitsabschaltung des Brenners/der Brenner oder das Umschalten zu einem unterstützenden Rohrleitungssystem auszulösen. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Für alle Brenner an TPE, die ohne ein Abgassystem arbeiten, müssen die Verbrennungsprodukte vom Arbeitsplatz weggeleitet werden. Die Betriebsanleitung muss auf die Notwendigkeit einer ausreichenden Belüftung hinweisen, um für das Bedienpersonal die korrekte Luftgüte sicherzustellen.

ANMERKUNG EN 17082 gibt nützliche Informationen über die Einhaltung der Luftgüte an Arbeitsplätzen.

4.2.6 Feuerungsautomaten

4.2.6.1 Allgemeines

Die Hauptflamme und, wenn anwendbar, die Flamme des Zündbrenners müssen mit einem Feuerungsautomaten oder einem Flammenwächter nach EN 298:2012²³ oder EN 125:2010+A1:2015²⁴, wenn technisch anwendbar, überwacht werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn in diesem Teil von EN 746 angegeben (z. B. siehe 4.2.6.3 und 4.2.6.4). Wenn es aus verfahrenstechnischen Gründen erforderlich ist, dürfen die Eigenschaften des Feuerungsautomaten von den Anforderungen der EN 298:2012 oder EN 125:2010+A1:2015 unter der Voraussetzung abweichen, dass das Sicherheits- und Zuverlässigkeitsniveau nicht vermindert ist.²⁵ Die Flammenüberwachung und die Feuerungsfunktion müssen den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

23 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60760-2-5.

24 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60760-2-5.

25 Anmerkung: Der Satz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

Bleibt der Zündbrenner während des Hauptbrennerbetriebs in Betrieb, dann müssen Zünd- und Hauptflamme zu ihrer Überwachung mit getrennten Flammenfühlern ausgerüstet sein. Der Flammenfühler für die Hauptflamme muss so angeordnet sein, dass er unter keinen Umständen die Zündflamme wahrnimmt.

Wenn Zünd- und Hauptbrenner mit je einem eigenen Flammenfühler ausgerüstet sind, darf die Zündflamme das Signal des Flammenfühlers der Hauptflamme nicht beeinflussen.

Ein einzelner Flammenfühler muss ausreichen:

- für Systeme, bei denen die Zündflamme während des Hauptbrennerbetriebs gelöscht wird;
- für alle metallischen brennstoffbefeuerten Strahlheizrohre, explosionsfest und ausgerüstet mit einem Brenner mit Zündbrenner mit Dauerbetrieb.

Wo eingesetzt, dürfen Flammenfühler nicht auf unbeabsichtigte Einstrahlung ansprechen.

Wenn gefordert wird, dass ein Brenner im Dauerbetrieb mehr als 24 h zu betreiben ist, muss der Feuerungsautomat wie in EN 298:2012²⁶ beschrieben für den Dauerbetrieb hergestellt sein.

Der Nachweis einer Flamme, wenn keine Flamme vorhanden sein sollte, oder ein Fehler im Feuerungsautomaten oder im Schutzsystem muss eine Störabschaltung auslösen.

4.2.6.2 Niedertemperaturanlagen

Niedertemperaturanlagen mit einem einzelnen Brenner müssen mit einem Feuerungsautomaten nach 4.2.6.1 ausgerüstet sein.

In Niedertemperaturanlagen mit mehreren Brennern muss jeder Brenner mit einem Feuerungsautomaten ausgerüstet sein.

Nur einer der Brenner in Anlagen mit mehreren Brennern braucht mit einem dauernd wirkenden Feuerungsautomaten ausgerüstet sein, vorausgesetzt die Brenner gewährleisten über ihren gesamten Regelbereich stabiles Brennverhalten, sind an dieselbe Gas/Luft-Verhältnisregelung angeschlossen und derart zueinander benachbart angeordnet, dass jeder im Fall eines Erlöschens seiner Flamme von der Flamme eines benachbarten Brenners schnell und sanft wieder gezündet wird. Dies ist unzulässig für EIN/AUS-gesteuerte Brenner.

4.2.6.3 Hochtemperaturanlagen

Während des Betriebs mit hoher Temperatur muss die Temperatur überwacht werden. Falls die Temperatur unter den Grenzwert fällt, muss die Steuerung automatisch die Gaszufuhr absperren oder mittels eines Feuerungsautomaten nach 4.2.6.1 auf die Flammenüberwachungseinrichtung umschalten. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Der Temperaturgrenzwert für den Betrieb mit hoher Temperatur darf nicht niedriger sein als 750 °C und die Temperatur muss am kältesten Punkt ermittelt werden.

ANMERKUNG Bei Strahlheizrohbrennern liegt der Zündpunkt innerhalb des Strahlheizrohrs. Die Temperatur im Rohr und vor der Zündung kann durchaus auch viel niedriger sein als in der Kammer, in der sich das Strahlheizrohr befindet. Diese Temperaturdifferenz muss bei Konstruktion und Ausführung berücksichtigt werden.

²⁶ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-5.

Während des Anfahrvorganges, solange die Wandtemperatur der Brennkammer unter dem Temperaturgrenzwert für den Betrieb mit hoher Temperatur liegt, muss eine Flammenüberwachung entweder durch einen Feuerungsautomaten oder durch den Bediener erfolgen. Bei TPE, bei denen mehr als viermal im Jahr ein Anlauf vorgesehen ist, muss eine Flammenüberwachung unter 750 °C mittels eines Flammenautomaten erfolgen. Zusätzliche Brenner, die während des Betriebs mit hoher Temperatur ohne Flammenüberwachung betrieben werden, müssen durch zwei automatische Absperrventile von der Brenngaszufuhr getrennt werden, bis die Temperatur über dem Grenzwert für den Betrieb mit hoher Temperatur liegt. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Der Betrieb mit hoher Temperatur, die Methode/das Verfahren für die Flammenüberwachung während des Anfahrvorganges und die Umschaltung auf hohe Temperatur müssen in der Betriebsanleitung beschrieben werden.

4.2.6.4 Feuerungsautomaten für Brenner, die im Freien brennen

Jeder im Freien brennende Brenner (d. h. ohne Brennkammer) mit einer Wärmeleistung über 70 kW muss mit einem Feuerungsautomaten ausgerüstet sein, der, wenn technisch anwendbar, EN 298:2012 oder EN 125:2010+A1:2015²⁷ entsprechen muss.

Überschreitet die Wärmeleistung des Brenners 70 kW nicht, so darf die Flammenüberwachung durch geschultes Personal erfolgen, wenn dieses die Flamme immer von seinem Arbeitsbereich aus wahrnehmen kann.

Wenn die Flamme nicht ständig vom Arbeitsplatz aus überwacht werden kann, muss ein Feuerungsautomat eingesetzt sein, der, wenn technisch anwendbar, EN 298:2012²⁸ oder EN 125:2010+A1:2015²⁹ entspricht.³⁰

Bei Anlagen mit mehreren — jedoch nicht EIN/AUS-gesteuerten — Brennern ist kein Feuerungsautomat erforderlich, wenn die Brenner so zueinander angeordnet sind, dass die Flamme eines in Betrieb befindlichen Brenners einen benachbarten Brenner im Fall des Erlöschens seiner Flamme sicher wieder zündet. In diesem Fall muss jedoch mindestens ein Brenner mit einer automatischen Wiederzündeinrichtung oder mit einem überwachten Zündbrenner mit Dauerbetrieb ausgerüstet sein, der so konstruiert und ausgeführt ist, dass ein Ausfall dieses Zündbrenners oder der automatischen Wiederzündeinrichtung eine Sicherheitsabschaltung aller Brenner bewirkt.

Wenn es der Prozess erfordert (z. B. Chargenverlust bei Störabschaltung) und die Leistung jedes einzelnen Brenners niedriger als 100 kW ist, darf in Anlagen mit mehreren Brennern die Funktion der Störabschaltung unter der Voraussetzung durch ein akustisches und optisches Warnsignal ersetzt werden, dass das Personal innerhalb einer Zeit reagieren kann, die in der Betriebsanleitung festzulegen ist.

4.2.7 Anlauf des Heizsystems und Brennerzündung

4.2.7.1 Vorpülung der Brennkammer

Bis auf in den nachstehenden Ausnahmen darf der Anlauf der TPE oder der Wiederanlauf der TPE nach einer Störabschaltung nicht eingeleitet werden, bevor durch angemessene Verfahrensschritte sichergestellt ist, dass sich in der Brennkammer/dem Nutzraum, in den verbundenen Bereichen und in der Abgasanlage (Wärmetauscher, Staubabscheider) kein brennbares Gemisch befindet. Dies muss erreicht werden durch

27 Geänderter Absatz wie in ISO 13577-2.

28 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-5.

29 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-5.

30 Geänderter Absatz wie in ISO 13577-2.

eine Vorspülungsphase, die der Zündung unmittelbar vorangeht, oder in der Zeit, die in der Betriebsanleitung angegeben ist.

Die Dauer der Vorspülung muss sicherstellen, dass die Konzentration brennbarer Bestandteile in allen Teilen der Brennkammer/verbundenen Bereiche und der Abgasanlage unterhalb von 25 % der unteren Zündgrenze (LEL) des Brenngases liegt; dabei ist der Berechnung zugrunde zu legen, dass die Brennkammer/verbundenen Bereiche und Abgaswege anfänglich vollständig mit brennbarem Gemisch gefüllt sind.

Im Allgemeinen sind fünf vollständige Luftwechsel von Brennkammer/verbundenen Bereichen und Abgasanlage ausreichend. Der Luftvolumenstrom für die Vorspülung muss mindestens 50 % des maximalen Verbrennungsluftvolumenstroms betragen. Für atmosphärische Luftzuführung muss die Bedingung zum Erreichen der oben genannten Anforderungen vom Hersteller in der Betriebsanleitung festgelegt sein.

Die Dauer und die Durchführung und/oder die Methode der Vorspülung müssen vom Hersteller in der Betriebsanleitung erläutert sein.

Das System, das die Dauer der Vorspülung und die erforderliche Luftmenge sicherstellt, muss den Anforderungen des Schutzsystems nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Wenn sichergestellt ist, dass in der Brennkammer eine Temperatur über 750 °C herrscht (wie für Hochtemperaturanlagen definiert), darf auf eine Vorspülung verzichtet werden.

Inerte oder nicht entflammbare Gase müssen anstelle von Luft benutzt werden, falls durch die Ausrüstung oder den Prozess erforderlich. Andere Verfahren, die sicherstellen, dass die Brennkammer und die verbundenen Bereiche keine entzündbaren Gase enthalten, dürfen dann angewendet werden, wenn ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreicht wird.

In TPE mit mehreren Brennern darf ein einzelner Brenner in folgenden Fällen ohne Vorspülung wiederanlaufen:

- beim Wiederanlauf eines Brenners nach einer Regelabschaltung, wenn der Brenner mit einem eigenständig überwachten Zündbrenner mit Dauerbetrieb oder Abschaltung ausgerüstet ist;
- wenn ein oder mehrere Brenner in derselben Brennkammer des wieder zu zündenden Brenners in Betrieb bleiben und der bzw. die in Betrieb bleibende/n Brenner für eine Zündung bei einer unbeabsichtigten Freisetzung von Brennstoff durch andere Brenner, die nicht in Betrieb sind, sorgen muss/müssen, ohne zu einer Gefährdung zu führen (z. B. Verpuffung);
- wenn der Brenner mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen Absperrventilen ausgerüstet ist und vor jeder Brennerzündung eine Ventilüberwachung nach 4.2.2.7 durchgeführt wird;
- bei taktgesteuerten Brennern, die mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen Absperrventilen ausgerüstet sind, und unter der Voraussetzung, dass die automatischen Absperrventile herstellerseitig als für die vorgesehene Schaltspielzahl und Ein-/Aus-Schaltrate geeignet ausgewiesen sind — es muss sichergestellt sein, dass mindestens einmal je Stunde mindestens ein Brenner je Bereich mindestens 10 s brennt, um für eine Zündung bei einer unbeabsichtigten Freisetzung von Brennstoff zu sorgen, ohne zu einer Gefährdung zu führen (z. B. Verpuffung);
- bei Regenerativbrennern, die mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen Absperrventilen ausgerüstet sind, und unter der Voraussetzung, dass die automatischen Absperrventile herstellerseitig als für die vorgesehene Schaltspielzahl und Ein-/Aus-Schaltrate geeignet ausgewiesen sind;
- beim Wiederanlauf eines Strahlheizrohrbrenners nach einer Regelabschaltung, vorausgesetzt, das Strahlheizrohr ist explosionsfest und der Brenner ist mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen

Absperrventilen ausgerüstet und der Strahlheizrohrbrenner ist mit einer Zündeinrichtung nach 4.2.5.3 ausgestattet.

Im Falle eines Flammenausfalls bei einem Brenner innerhalb einer Gruppe von Strahlheizrohrbrennern ist maximal ein Wiederanlauf ohne Vorspülung vor der Störabschaltung nach Flammenausfall zulässig, wenn

- jeder Brenner über einen Feuerungsautomaten nach 4.2.6 verfügt, und
- das Entlüftungssystem die brennbare Brennstoff-Luft-Mischung innerhalb des Entlüftungssystems bis unter 25 % der LEL (unteren Zündgrenze) verdünnt, oder das Strahlheizrohr, der Brenner und die Verbindung zum Abgassystem für den maximalen Druckanstieg, der während einer Zündung möglich ist, konstruiert worden sind, und
- die Gaszufuhr zu jedem Strahlheizrohrbrenner mit automatischen Absperrventilen nach 4.2.2.6 ausgestattet ist.

4.2.7.2 Anlauf der Brennstoffzuführung

Ein Anlauf der Brennstoffzuführung ist nur dann erlaubt, wenn

- die eingebauten Überwachungseinrichtungen für Luft und Gas (z. B. Luftströmung, Gasdruck) überprüft worden sind, um sicherzustellen, dass sie für einen vorschriftsmäßigen Anlauf betriebsbereit sind, und
- alle wesentlichen Verriegelungen (z. B. Brennerposition(en), Ventilstellung(en), Abgasklappe(n)) auf ihre richtige Stellung überprüft worden sind.

4.2.7.3 Anfahrerbrennstoffmenge

Die während des Anlaufs des Brenners/der Brenner freigesetzte Energie muss begrenzt sein, damit die Druckspitze von der Zündung keinerlei Schäden an der TPE verursachen kann (siehe Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3).

Die Anfahrerbrennstoffmenge muss je nach Ergebnis der Risikobeurteilung gesteuert werden durch eine Steuerung und/oder ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020.

Brenner mit einer Feuerungswärmeleistung über 70 kW, die von Hand (z. B. durch eine Zündlanze) gezündet werden, müssen mit einer Anfahrergasmengenbegrenzung ausgerüstet sein.

4.2.7.4 Zündung

Der Zündvorgang muss unmittelbar nach Abschluss der Vorspülung eingeleitet werden oder innerhalb der Zeit, die in der Betriebsanleitung angegeben ist.

Wird der Hauptbrenner durch einen Zündbrenner gezündet, dann muss die Gaszufuhr zum Hauptbrenner während des Vorspülens und der Zündung des Zündbrenners gesperrt sein. Das/die automatische(n) Sicherheitsabsperrventil(e) des Hauptbrenners darf/dürfen erst öffnen, wenn das Entstehen der Zündflamme gemeldet worden ist.

ANMERKUNG Wenn mit Sauerstoff angereicherte Luft oder nur Sauerstoff als Oxidant für die Verbrennung eines Gases verwendet wird (üblicherweise als Oxy-/Brennstoff-Feuerung bezeichnet), müssen die Zündverfahren und -zeiten für diese Systeme bei der Konstruktion besonders beachtet werden, um gleiche Sicherheitsniveaus sicherzustellen.

4.2.7.5 Höchstwerte der Sicherheitszeiten für Brenner ohne Gebläse

Die Sicherheitszeit und die Gesamt-Schließzeit dürfen bei Brennern ohne Gebläse die in Tabelle 1 und Tabelle 2 genannten Werte nicht überschreiten.

Tabelle 1 — Höchstwerte der Sicherheitszeiten für Brenner ohne Gebläse, mit freiem Ausbrand

Brennerleistung kW	Sicherheitszeit s	Gesamt-Schließzeit s
1) Thermoelektrische Flammenüberwachungseinrichtung		
bis einschließlich 70	60	45
2) Andere als thermoelektrische Flammenüberwachungseinrichtung		
bis einschließlich 70	10	10
größer 70 bis einschließlich 360	10	3
größer 360 ^a	5	3
^a Zündung mit 33 % der Brennerleistung, höchstens jedoch 360 kW		

Tabelle 2 — Höchstwerte der Sicherheitszeiten für Brenner ohne Gebläse mit Brennkammer

Brennerleistung kW	Sicherheitszeit s	Gesamt-Schließzeit s
1) Thermoelektrische Flammenüberwachungseinrichtung		
bis einschließlich 2,5	60	45
2) Andere als thermoelektrische Flammenüberwachungseinrichtung		
bis einschließlich 70	10	10
größer 70 bis einschließlich 360	10	3
größer 360 ^a	5	3
^a Zündung mit 33 % der Brennerleistung, höchstens jedoch 360 kW		

4.2.7.6 Höchstwerte der Sicherheitszeiten für Gebläsebrenner und Brenner mit mechanischer Verbrennungsluftzuführung

Die maximale Anfahrgasleistung und die zugehörige Sicherheitszeit dürfen bei Gebläsebrennern und Brennern mit mechanischer Verbrennungsluftzuführung die in Tabelle 3 genannten Werte nicht überschreiten.

Der Brenneranlauf muss in Übereinstimmung mit einer der folgenden Methoden erfolgen:

- direkte Zündung des Hauptbrenners bei voller Leistung (siehe Tabelle 3, Spalte 2); oder
- direkte Zündung des Hauptbrenners bei reduzierter Leistung, z. B. durch Verwendung von langsam öffnenden Ventilen (siehe Tabelle 3, Spalte 3); oder
- direkte Zündung des Hauptbrenners bei reduzierter Leistung mit Bypass-Anfahrgaszuführung zum Brenner oder automatischen Zweistufenabsperrventil (siehe Tabelle 3, Spalte 4); oder
- Zündung des Hauptbrenners durch einen unabhängigen Zündbrenner (siehe Tabelle 3, Spalte 5).

Methoden zum Anfahren des Brenners, siehe Anhang D.

Tabelle 3 — Höchstwerte der Sicherheitszeiten für Gebläsebrenner und Brenner mit mechanischer Abgasführung

1	2	3	4		5	
	Direkte Zündung des Hauptbrenners bei voller Leistung	Direkte Zündung des Hauptbrenners bei reduzierter Leistung mit langsam öffnenden Ventilen	Direkte Zündung des Hauptbrenners bei reduzierter Leistung Bypass- Anfahr gaszuführung		Zündung des Hauptbrenners mit unabhängigem Zündbrenner	
					Zündung des Zündbrenners ($Q_{ST} \leq 0,1 \times Q_{F \max}$)	Zündung des Hauptbrenners
Leistung $Q_{F \max}$	Sicherheitszeit t_s	Sicherheitszeit t_s	Leistung Q_{ST}	Sicherheitszeit t_s	Erste Sicherheitszeit t_{s1}	Zweite Sicherheitszeit t_{s2}
kW	s	s	kW	s	s	s
≤ 70	5	5	≤ 70	5	5	5
> 70 ≤ 120	3	3	≤ 70	5	5	3
			> 70 ≤ 120	3		
> 120 ≤ 360	nicht zulässig, ausgenommen wie unten beschrieben	3	≤ 70	5	5	3 mit langsam öffnenden Ventilen oder $t_s \times Q_s < 150$ (max. $t_s = 3$ s)
			> 70 ≤ 360	$t_s \times Q_s < 100$ (max. $t_s = 3$ s)		
> 360	nicht zulässig, ausgenommen wie unten beschrieben	nicht zulässig, ausgenommen wie unten beschrieben	≤ 70	5	5 ($Q_{ST} \leq 70$ kW)	$t_s \times Q_s < 150$ (max. $t_s = 3$ s)
			> 70	$t_s \times Q_s < 100$ (max. $t_s = 3$ s)	3 ($Q_{ST} > 70$ kW)	
$Q_{F \max}$ = größte aufgenommene Wärmeleistung des Hauptbrenners, in Kilowatt Q_{ST} = Wärme des Anfahr gases, in Kilowatt Q_s = maximale Leistung des Anfahr gases, angegeben als Prozentanteil von $Q_{F \max}$ ($Q_s = Q_{ST}/Q_{F \max}$) t_s = Sicherheitszeit in Sekunden						

Die Gesamt-Schließzeit darf 3 s nicht überschreiten. Wenn jedoch kein Wiederanlauf ohne Spülung erfolgt und falls die untere Zündgrenze in der Brennkammer 25 % nicht übersteigt, darf die Gesamt-Schließzeit 5 s nicht überschreiten.

Am Ende der Sicherheitszeit dürfen höhere Anfahrgasleistungen als die in Tabelle 3 festgelegten erreicht werden, sofern es sichergestellt ist, dass die Gesamtmenge der in der Brennkammer während der Sicherheitszeit freigesetzten Energie nicht größer ist als die in Tabelle 3 aufgeführte Energiefreisetzung, die sich errechnet, wenn der Wert der maximalen Wärmeleistung des Anfahrgases mit der Sicherheitszeit multipliziert wird.

Von den in Tabelle 3 genannten Sicherheitszeiten für Anlauf und Betrieb darf hinsichtlich des Funktions- und Zeitprogramms abgewichen werden, wenn dies aus verfahrenstechnischen Gründen oder für Sonderfälle der Auslegung von Anlagen erforderlich ist, vorausgesetzt die Sicherheit der TPE ist nicht beeinträchtigt. In keinem Fall ist es zulässig, dass die Sicherheitszeit 10 s überschreitet.

Wenn aus verfahrenstechnischen Gründen Brenner mit einer Nennleistung über 120 kW direkt bei voller Leistung gezündet werden oder wenn Brenner mit einer Nennleistung über 360 kW mit langsam öffnenden Ventilen bei reduzierter Leistung direkt gezündet werden, müssen Brennkammer/Nutzraum, Abgaswege und Leitungssystem so ausgelegt sein, dass der maximale Druckanstieg berücksichtigt wird.

Bei Langbrennern mit Überzündung ist eine Verlängerung der Sicherheitszeit um 1,5 s/m Brennerlänge mit einem Höchstwert von 10 s unter der Voraussetzung zulässig, dass die Flamme an dem der Zündquelle entgegengesetzten Brennerende überwacht wird und stets eine sichere Zündung stattfindet.

4.2.7.7 Flammenausfall bei Anlauf

Im Falle eines Flammenausfalls während der Sicherheitszeit muss am Brenner eine Störabschaltung erfolgen. In bestimmten Fällen ist jedoch ein Wiederanlauf zulässig, wenn die Sicherheit der Anlage nicht vermindert ist (z. B. Atmosphäre in der Brennkammer überschreitet nicht 25 % der unteren Zündgrenze). Die Anzahl der Wiederanläufe darf zwei nicht überschreiten. Die Wiederanlauffunktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen. Wenn nach diesen Wiederanläufen kein Flammensignal gemeldet wird, muss eine Störabschaltung des ausfallenden Brenners erfolgen.

Die Bedingungen und die Zeit zwischen den Wiederanläufen sowie die Anzahl der Wiederanläufe müssen in der Betriebsanleitung erläutert sein.

4.2.7.8 Ausfall der Flamme im Betriebszustand

Erlischt die Flamme im Betriebszustand, muss eine Störabschaltung des Brenners erfolgen. In bestimmten Fällen sind jedoch eine Sicherheitsabschaltung und ein Wiederanlauf zulässig, wenn die Sicherheit der Anlage nicht vermindert ist (z. B. Atmosphäre in der Brennkammer überschreitet nicht 25 % der unteren Zündgrenze). Die Wiederanlauffunktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen. Wenn nach diesem Wiederanlauf kein Flammensignal gemeldet wird, muss eine Störabschaltung des ausfallenden Brenners erfolgen.

Es darf nicht mehr als ein Wiederanlauf erfolgen, für den die Bedingungen in der Betriebsanleitung erläutert sein müssen.

Die Gesamt-Schließzeit darf 3 s nicht überschreiten. Wenn jedoch kein Wiederanlauf ohne Spülung erfolgt und falls die untere Zündgrenze in der Brennkammer 25 % nicht übersteigt, darf die Gesamt-Schließzeit 5 s nicht überschreiten.

Die TPE muss so konstruiert sein, dass das Wiederanlaufen eines einzelnen Brennersystems ein vollständiges Wiederanlaufen einschließlich einer Vorspülung erforderlich macht.

4.3 Flüssige Brennstoffe

4.3.1 Verteilungssystem für flüssige Brennstoffe

4.3.1.1 Allgemeines

Die Leitungen müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dass sie für die Zusammensetzung und die Eigenschaften des flüssigen Brennstoffes geeignet sind und entleert, durchlüftet, gereinigt, mittels Begleitheizung beheizt und isoliert werden können.

Das Leitungsmaterial muss den relevanten Normen entsprechen.

Für Stahlrohre gilt eine Übereinstimmung mit EN ISO 3183, EN 13480-2:2017 (Tabelle A.3) oder EN 10255 als angemessen. Für Kupferrohre gilt eine Übereinstimmung mit EN 1057 als angemessen.

Hinsichtlich Haltbarkeit sind Leitungen und Leitungskomponenten vorzugsweise aus Stahl herzustellen. Nur wenn ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreichbar ist, können auch andere Werkstoffe eingesetzt werden. In der Betriebsanleitung müssen diese Werkstoffe und ihre Einsatzbedingungen spezifiziert werden.

Schwingungen, die möglicherweise zu Schäden am Leitungssystem, an Bauteilen, am Sicherheitssystem führen können, müssen ausgeschlossen sein (durch feste Verankerung und/oder Einsatz biegsamer Anschlüsse).

Wenn durch thermische Ausdehnung des flüssigen Brennstoffes in den Leitungen Überdruck entstehen kann, müssen Maßnahmen zur Druckentlastung getroffen sein.

Für Beispiele für übliche flüssige Brennstoffe siehe informativer Anhang B.

4.3.1.2 Verbindungen

Verbindungen von Leitungen für flüssige Brennstoffe müssen durch Gewinde, Klemm-, Flansch-, Hartlöt- oder Schweißverbindungen hergestellt sein. Andere Verbindungsarten, wie Kupplungen zum Anschluss ortsbeweglicher Anlagen, müssen eine flüssigkeitsdichte Verbindung sicherstellen. Der Einsatz von Gewindeverbindungen ist nur bei folgenden Kombinationen erlaubt:

- Drücken bis 1 MPa;
- Temperaturen bis 130 °C;
- Durchmessern bis DN 25.

Gewindeverbindungen dürfen für höhere Drücke und Temperaturen angewendet werden, wenn die Verbindung für diese Bedingungen ausgelegt ist, ohne dass eine Gefährdung entsteht. In diesem Fall müssen die Zuordnungen für Druck und Temperatur in der Betriebsanleitung festgelegt werden.

Schneidringverbindungen müssen EN ISO 8434-1:2018, ISO 8434-2:2007 und ISO 8434-3:2005 und EN ISO 19879:2010 entsprechen und nur für folgende Verbindungen verwendet werden:

- Drücke bis 4 MPa;
- Durchmesser bis DN 32.

Für andere Kombinationen von Drücken/Durchmessern müssen Verbindungen mit geschweißten Flanschen oder Schweißverbindungen angewendet werden. Die Anzahl der Verbindungen muss so gering wie möglich bleiben.

Bei Anlagen mit Gewindeverbindungen müssen diese EN ISO 228-1:2003 oder ISO 7-1:1994, soweit zutreffend, entsprechen. Bei Parallelgewinden muss für geeignete Abdichtung gesorgt sein.

Sonstige Gewindeverbindungen dürfen nur verwendet werden, wenn sichergestellt ist, dass sie dicht und auf geeignete Weise gekennzeichnet sind.

Die Leitungen müssen so konstruiert sein, dass Spannungen an den Verbindungen vermieden werden.

Lote mit einem Schmelzpunkt unter 450 °C und Klebstoffe dürfen nicht verwendet werden.

Für sämtliche Leitungen, die durch unbelüftete Räume hindurchführen, müssen geschweißte Verbindungen verwendet werden.

Flansche müssen den Anforderungen von ISO 7005-1:2011, ISO 7005-2:1988 und ISO 7005-3:1988, soweit zutreffend, entsprechen.

Lichtbogenschweißungen müssen den Anforderungen von EN ISO 5817:2014, Güteklasse C, entsprechen.

Besondere Anforderungen für Flüssiggas in der Flüssigphase müssen eingehalten sein.

4.3.1.3 Unterbrochene Leitungen

Alle unterbrochenen Leitungen, müssen mit Stopfen, Kappen oder Blindflanschen aus metallenen Werkstoffen verschlossen sein.

4.3.1.4 Biegsame Leitungen und Kupplungen

Biegsame Leitungen müssen den allgemeinen Anforderungen nach 4.3.1.1 entsprechen, und sie müssen

- so kurz wie praktisch möglich sein,
- für die höchste und für die niedrigste Betriebstemperatur geeignet sein,
- bei der höchsten und bei der niedrigsten Betriebstemperatur für das 1,5fache des höchsten Betriebsdruckes, mindestens jedoch 100 kPa, geeignet sein,
- über ein ihnen in Strömungsrichtung vorgeschaltetes, direkt zugängliches Absperrventil verfügen,
- so befestigt sein, dass Verdrehen, Zurückfedern und Beschädigung vermieden werden,
- mit Anschlussstutzen ausgerüstet sein, die Bestandteil der Leitung sind,
- aus einem geeigneten, für die jeweilige Anwendung ausgewählten metallischen und/oder nicht-metallischen Werkstoff bestehen, der gegen einfache Beschädigungen beständig ist.

Kupplungen für abnehmbare Ausrüstungen müssen eine dichte Verbindung zu der Ausrüstung sicherstellen, die verbunden und abgetrennt wird.

4.3.1.5 Kennzeichnung

An den Leitungen muss leicht erkennbar sein, welchen flüssigen Brennstoff sie führen.

ANMERKUNG Kennzeichnung von Brennstoffführungssystemen wird in nationalen Übereinkommen behandelt.

4.3.1.6 Dichtheit

Das Verteilungssystem für flüssige Brennstoffe muss dicht und so konstruiert sein, dass es dem Innendruck standhält.

Nach dem Errichten müssen die Verteilungsleitungen für flüssige Brennstoffe mit ihrem Prüfdruck beaufschlagt und auf Dichtheit geprüft werden. Der Prüfdruck muss im gesamten Leitungssystem mindestens das 1,5fache des höchsten Betriebsdrucks betragen.

Geeignete Dichtheitsprüfverfahren sind z. B. auf sichtbares Leck, Überwachung des Druckabfalls usw. In der Betriebsanleitung müssen Verfahren und Intervalle der Prüfungen (siehe 6.3.3) genannt werden.

Zusätzlich zur Druckprüfung des Leitungssystems müssen auch alle Druckentlastungsventile zur Sicherstellung ihrer Funktion bei dem richtigen Druck geprüft werden.

Durch die äußere Leckrate darf kein gefährlicher Zustand, z. B. zündfähiger und/oder toxischer Zustand, bei der vorgesehenen Betriebsweise der Anlage auftreten. Die Intervalle zwischen den Prüfungen der äußeren Leckage müssen in der Betriebsanleitung festgelegt werden.

4.3.1.7 Beheizung von Brennstoffleitungen

Leitungen für flüssige Brennstoffe, die beheizt und zum Halten der gewünschten Temperatur isoliert sind, müssen mit Schutzeinrichtungen zur Verhütung von Überhitzen und/oder Überdruck des Brennstoffs über die zulässigen Auslegungshöchstwerte ausgerüstet sein.

Die Begleitheizung muss das gesamte Brennstoffführungssystem, wie Stellglieder und Abschalteinrichtungen, umfassen. Heizsysteme mit Dampf oder Flüssigkeit als Wärmeträger müssen mit geeigneten Kondensatauslässen und Absperrventilen ausgerüstet sein.

4.3.1.8 Bypässe

Bypässe dürfen nicht parallel zu Sicherheitsabsperrventilen verlegt werden, es sei denn, es handelt sich um eine Reserve-Einrichtung, die mit einem Sicherheitsabsperrventil ausgerüstet ist.

4.3.1.9 Spülstutzen

Zum sicheren Ablassen von Gasen aus dem flüssigen Brennstoff müssen Maßnahmen getroffen sein. Die Ableitung der Gase muss insbesondere berücksichtigen:

- das Risiko der Verbrennung;
- die Verhütung einer Rückströmung in die Brennkammer;
- die Verhütung eines Eindringens in Abzüge und Schächte;
- das spezifische Gewicht des Gases.

4.3.1.10 Anlagen zum Einsatz unterschiedlicher Flüssigbrennstoffe

An Brennern zum Einsatz mit mehr als einem flüssigen Brennstoff muss in geeigneter Weise dafür gesorgt sein, dass die Zuleitung des nicht eingesetzten Brennstoffes sicher unterbrochen ist (z. B. durch Blindflanschen oder Leitungstrennung).

4.3.2 Zwingend vorgeschriebene Sicherheitseinrichtungen

4.3.2.1 Handbetätigtes Absperrventil

Das Verteilungssystem für flüssige Brennstoffe muss in Strömungsrichtung vor dem ersten Stellglied mit einem handbetätigten Absperrventil ausgerüstet sein. Diese Ventile müssen so konstruiert und ausgeführt oder angeordnet sein, dass sie nicht fehlbedient werden können, aber im Bedarfsfall leicht erreichbar und schnell zu betätigen sind.

Die Ventile müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dass die Stellungen „OFFEN“ und „GESCHLOSSEN“ leicht unterscheidbar sind (z. B. ein Ventil mit 90° Schließwinkel, falls anwendbar und verfügbar).

4.3.2.2 Filter/Siebe

Durch den Einbau eines geeigneten Filters oder Siebes unmittelbar hinter dem ersten handbetätigten Absperrventil der TPE muss besonders dafür gesorgt sein, dass weder aus den Leitungen noch mit dem flüssigen Brennstoff Schmutzteile eingetragen werden, die die Funktion nachgeschalteter Ausrüstungsteile beeinträchtigen können. Weitere Filter/Siebe sind möglicherweise erforderlich (z. B. unmittelbar vor dem Sicherheitsabsperrventil). Diese Filter und/oder Siebe müssen so angeordnet sein, dass ihre regelmäßige Säuberung leicht möglich ist.

Werden ein Filter und/oder Sieb mit einem Bypass versehen, so muss in die Bypass-Leitung ein gleichartiger Schmutzfänger eingebaut sein.

Filter und/oder Sieb müssen in Intervallen geprüft werden, die in der Betriebsanleitung festgelegt sind.

4.3.2.3 Druckentlastungsventil

Soweit erforderlich, muss das Brennstoffführungssystem mit kalibrierten Druckentlastungsventilen ausgerüstet sein.

ANMERKUNG Wenn zwei Ventile gleichzeitig schließen, kann der Druck zwischen ihnen das Sicherheitsniveau überschreiten.

4.3.2.4 Druckregler für flüssigen Brennstoff

Wenn es zur Steuerung von Durchflussmenge erforderlich ist, muss für den flüssigen Brennstoff ein Druckregler eingebaut sein.

4.3.2.5 Druckregelung von Hilfsfluiden

Für Hilfsfluide (z. B. Druckluft, Dampf) müssen automatische Druckregler eingebaut sein, wenn es zur Steuerung des Brennersystems notwendig ist.

4.3.2.6 Druckschutz für flüssigen Brennstoff

Druckwächter für hohen und niedrigen Druck des Brennstoffs müssen eingebaut werden für alle Niedertemperaturanlagen, bei deren Betrieb innerhalb vorliegender Grenzwerte die Einhaltung der korrekten Fließ- und Zerstäubungsbedingungen zwingend einzuhalten sind. Abweichungen außerhalb dieser Grenzen müssen dazu führen, dass der Anlauf verhindert wird oder eine Sicherheitsabschaltung erfolgt. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Druckwächter müssen den Anforderungen von EN 1854:2010³¹ entsprechen oder hinsichtlich der Sicherstellung einer angemessenen Ansprechzeit und Genauigkeit bewertet sein.

³¹ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 3577-2 ist: IEC 60730-2-6.

4.3.2.7 Temperaturschutz für flüssigen Brennstoff

Temperaturwächter für hohe und niedrige Temperatur des Brennstoffs müssen eingebaut werden für alle Niedertemperaturanlagen, bei deren Betrieb innerhalb vorgegebener Grenzwerte die Einhaltung der korrekten Fließ- und Zerstäubungsbedingungen zwingend einzuhalten sind. Abweichungen außerhalb dieser Grenzen müssen dazu führen, dass der Anlauf verhindert wird oder eine Sicherheitsabschaltung erfolgt.

Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

4.3.2.8 Sicherheitsabsperrventile

Die Verteilungsleitungen für flüssige Brennstoffe müssen mit zwei Sicherheitsabsperrventilen ausgerüstet sein. Die Sicherheitsabsperrventile müssen den Anforderungen von EN ISO 23553-1:2014 entsprechen.

Bei Beschädigung, Ausfall der Stromzufuhr oder Ausfall ihres Steuerfluids müssen die Sicherheitsabsperrventile die Brennstoffzufuhr zu dem/den Brenner(n) absperren.

Die Sicherheitsabsperrventile müssen unter allen auftretenden Prozessbedingungen für alle vorgesehenen Gegendrücke und Differenzdrücke geeignet sein.

Für Anlagen mit hoher Schaltspielzahl von mehr als 100 000 Schaltspielen/Jahr (z. B. für taktgesteuerte Anlagen, Regenerativbrenner) dürfen nur Ventile angewendet werden, die ausdrücklich für eine vorgesehene Schaltspielzahl geeignet sind. Die Betriebsanleitung muss die für einen ordnungsgemäßen Betrieb der Ventile erforderlichen Überprüfungen spezifizieren, einschließlich welcher Verfahren dafür angewendet werden müssen und in welchen Intervallen dies erfolgen sollte.

Die Betriebsanleitung muss die für einen ordnungsgemäßen Betrieb der Sicherheitsabsperrventile erforderlichen Überprüfungen spezifizieren, einschließlich welche Verfahren dafür angewendet werden müssen und in welchen Intervallen dies erfolgen sollte, sowie Anforderungen an den Austausch. Es muss ein Mittel bereitgestellt werden, durch das der Bediener feststellen kann, wann Sicherheitsabsperrventile ausgetauscht werden müssen.

ANMERKUNG 1 Es besteht allgemein Einigkeit darüber, dass Ventile jährlich geprüft werden sollten, sofern die Risikobeurteilung nicht längere Intervalle begründet.

An allen Systemen muss es möglich sein, eine manuelle Dichtheitsprüfung des Sicherheitsabsperrventils durchzuführen.

Die Sicherheitsabsperrventile dürfen nicht öffnen oder müssen die Brennstoffzufuhr zum Brenner unterbrechen, sobald eine Sicherheitsbedingung nicht erfüllt ist. In diesem Fall müssen die Sicherheitsabsperrventile durch ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 abgeschaltet werden.

ANMERKUNG 2 Beispiele für zu berücksichtigende Sicherheitsbedingungen sind (unter anderem): minimaler und/oder maximaler Durchfluss des flüssigen Brennstoffs, minimaler und/oder maximaler Druck des flüssigen Brennstoffs, minimaler und/oder maximaler Luftstrom, minimaler und/oder maximaler Luftdruck, Ausfall der Stromversorgung und/oder Ausfall von Hilfsenergie (z. B. Druckluft, Dampf), Ausfall von Wärmeträgerfluid, Fehlfunktion der Abgasabführung, minimale und/oder maximale Arbeitstemperatur, minimaler und/oder maximaler Druck in der Brennkammer, Flammenausfall, fehlerhaftes Verhältnis von Luft zu Gas, wie unter 4.3.3.3 beschrieben.

Die Verriegelung bei einer Störabschaltung durch ein Sicherheitsabsperrventil darf nur durch manuellen Eingriff (lokal oder Fernzugriff) zurückgesetzt werden können.

Ein Flammenausfall oder die Abschaltung durch die Prozesssteuerung muss zum Schließen von zwei in Reihe geschalteten Sicherheitsabsperrventilen führen, mit Ausnahme der folgenden Fälle, in denen das Schließen eines einzelnen Sicherheitsabsperrventils ausreichend ist:

- im Falle von Hochtemperaturanlagen;
- im Falle von Brennern, die mit einer Verdrängervakuumpumpe ausgestattet sind, wenn die Pumpe zur gleichen Zeit wie das Sicherheitsabsperrventil ausgeschaltet ist.

Ein einzelnes Sicherheitsabsperrventil muss mit einer Einrichtung ausgestattet sein, mit der geprüft wird, dass sich das Ventil im Falle einer Stillsetzung in geschlossener Stellung befindet, und die einen Alarm auslöst und ein Wiederanlaufen verhindert.

4.3.2.9 Sicherheitsabsperrventile für Mehrbrennersysteme

Werden einzelne Brenner mit automatischen Sicherheitsabsperrventilen ausgerüstet, dann müssen diese Ventile, wenn technisch anwendbar, den Anforderungen von EN ISO 23553-1:2014 entsprechen, und ihre Betätigung darf den sicheren Betrieb der übrigen Brenner nicht gefährden.

Wenn nach 4.3.2.8 zwei Sicherheitsabsperrventile gefordert werden, darf ein einzelner Brenner bei Flammenausfall oder aus anderen Gründen (z. B. durch Wärmeaufnahme) durch ein einziges selbsttätiges Absperrventil unter der Voraussetzung abgeschaltet werden, dass es sich um eine Hochtemperaturanlage handelt.

4.3.2.10 Einzelne handbetätigte Absperrventile für Mehrbrennersysteme

Werden die Brenner eines Mehrbrennersystems unabhängig voneinander gezündet, so muss jeder einzelne Brenner mit einem handbetätigten Absperrventil ausgerüstet sein.

Die Funktion des handbetätigten Absperrventils/der handbetätigten Absperrventile darf die Sicherheit des Systems nicht beeinträchtigen (z. B. muss die OFFEN-Stellung des Zerstäubungsfluidventils vor der Freigabe des flüssigen Brennstoffs gewährleistet sein).

4.3.3 Verbrennungsluft und Luft/Brennstoff-Verhältnis

4.3.3.1 Verbrennungsluftführung

Das Leitungssystem muss für die Eigenschaften der Verbrennungsluft konstruiert sein.

Alle handbetätigten Luftstellglieder (Schieber, Ventile usw.) müssen in ihren vorgesehenen Stellungen fixiert und gegen ein Verstellen in unerwünschte Richtung gesichert sein.

Die Lage des Verbrennungslufteintritts muss so angeordnet sein, dass Verbrennungsprodukte nicht durch ihn eintreten können, es sei denn, es ist von der Konstruktion her, z. B. zur Reduzierung der Emission von Stickoxid (NO_x), so vorgesehen.

Die Verbrennungsluftführung muss so konstruiert sein, dass ein Rückströmen von TPE-Gasen und/oder von Abgas in die Feuerungsanlage verhindert wird.

Das Luftversorgungssystem muss so konstruiert sein, dass keine möglicherweise gefährlichen Schwingungen auftreten können.

Die Belüftung des Gebäudes und der TPE muss so sein, dass eine ausreichende Versorgung mit Prozessluft und Verbrennungsluft möglich ist, die den/die Brenner/die TPE unter allen Umständen erreicht.

4.3.3.2 Strömungs- und Druckwächter für Verbrennungsluft

TPE mit Gebläsebrennern oder Brenner(n) mit mechanischer Abgasabführung müssen mit Einrichtungen ausgerüstet sein, die während der Zündung und des Betriebs der Brenner eine ausreichende Luftströmung melden.

In allen Phasen der Vorspülung, der Zündung und des Betriebs der Brenner muss Luftmangel eine Sicherheitsabschaltung und eine Störabschaltung auslösen. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Das Luftüberwachungsgerät muss bei ruhender Strömung vor dem Anlauf überprüft werden [z. B. durch Stoppen der Verbrennungsluftzufuhr oder durch Unterbrechen des Luft-Signals an das Gerät/die Geräte in der Form, dass das Stoppen der Verbrennungsluftzufuhr simuliert wird]. Ist die Prüfung der Einrichtung bei ruhender Strömung nicht möglich, muss der Anlauf verhindert werden.

- Die Luftströmung muss wie folgt überwacht sein:
- durch Druckfühler oder
- durch Strömungsfühler.

Es muss nachgewiesen werden, dass diese Einrichtungen einen zufriedenstellenden und zuverlässigen Nachweis der Luftströmung unter allen Betriebsbedingungen ermöglichen.

Luftdruckwächter müssen den Anforderungen von EN 1854:2010³² entsprechen oder hinsichtlich der Sicherstellung einer angemessenen Ansprechzeit und Genauigkeit bewertet sein. Sie müssen für die Anzahl an für die Anwendung vorhersehbaren Arbeitsgängen geeignet sein.

4.3.3.3 Luft/Brennstoff-Verhältnis

Der Luftmassenstrom muss zum Massenstrom, mit dem der Brennstoff zugeführt wird, immer in einem Verhältnis stehen, das eine sichere Zündung sicherstellt und dass im gesamten Leistungsbereich eine stabile und sichere Verbrennung an jedem einzelnen Brenner aufrechterhalten bleibt. Das Verhältnis muss nicht unter allen Betriebsbedingungen denselben Wert haben.

Falls Druck- und/oder Temperaturschwankungen der Luft und des Brennstoffs die Sicherheit und Verbrennungsstabilität nicht beeinträchtigen, ist eine Korrektur des Drucks oder der Temperatur nicht erforderlich.

Elektronische Brennstoff-Luft-Verbundregler müssen, sofern anwendbar, EN 12067-2:2004³³ entsprechen.

Um ihre Zuverlässigkeit zu gewährleisten, müssen Brennstoff-Luft-Verbundregler unter Bedingungen eingesetzt werden (Temperatur, Druck, Durchfluss), für die sie konstruiert wurden. Diese Bedingungen und Wartungsanweisungen müssen in der Betriebsanleitung festgelegt sein.

Für den Fall, dass andere Methoden/Technologien für die Verbundregelung verwendet werden, und abhängig von den Eigenschaften der Verbrennungsluft und des flüssigen Brennstoffs müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen entsprechend den Ergebnissen der Risikobeurteilung ergriffen werden (z. B. Überwachung des Luft/Brennstoff-Verhältnisses durch ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020).

32 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-6.

33 Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 23552-1.

4.3.4 Zerstäubung der flüssigen Brennstoffe

Brenner für flüssige Brennstoffe müssen, soweit anwendbar, zum Erreichen einer einwandfreien Verbrennung mit einem Brennstoffzerstäubungssystem ausgerüstet sein.

Ein Eintreten des flüssigen Brennstoffs in die Leitung des Zerstäubungsfluids und umgekehrt müssen durch geeignete Maßnahmen verhindert sein. Handelt es sich bei dem Zerstäubungsfluid um ein brennbares Gas, dann müssen die Anforderungen der betreffenden Unterabschnitte von 4.2 erfüllt sein.

4.3.5 Brenner

4.3.5.1 Hauptbrenner

Alle Brenner müssen für die Arbeitsbedingungen geeignet sein und Betriebssicherheit gewährleisten für:

- die verwendeten Brennstoffe (Art, Druck usw.);
- die Betriebsbedingungen (Druck, Temperatur, Atmosphäre usw.);
- die Nennleistung und den Regelbereich (größte und kleinste Leistung);
- die einfache Sichtkontrolle (Beobachtungsfenster, Schaulöcher usw.).

4.3.5.2 Zündsystem

Der/die Zündbrenner muss/müssen hinsichtlich der Sicherheitsanforderungen wie Hauptbrenner nach diesem Teil von EN 746 ausgerüstet sein.

Bei automatisch betriebenen Anlagen muss die Direkt-Zündeinrichtung oder die Kombination von Zündeinrichtung und Zündbrenner integrierter Bestandteil des Hauptbrennersystems sein.

Bei handgesteuerten Einrichtungen darf die Zündeinrichtung nur auf eine eindeutige und auf solche Weise am Hauptbrenner montiert werden können, dass sie zu dem zu zündenden Brenner eine feste Stellung einnimmt.

Zündbrenner müssen so konstruiert und angeordnet sein, dass die Zündflamme unter allen Betriebsbedingungen stabil und in einer die Hauptflamme zündenden Form brennt. Die Zündeinrichtung muss zuverlässig und von ausreichender Leistung sein, um eine verzögerungsfreie, geräuscharme und sanfte Zündung zu erhalten.

Für ortsbewegliche Zündbrenner oder Zündeinrichtungen gilt:

- es ist erforderlich, dass der Zündbrenner oder die Zündeinrichtung nur in einer bestimmten Weise angeordnet werden kann — falls erforderlich, muss die richtige Lage überwacht werden;
- die Anschlüsse für Brennstoff, Luft, Zündenergie müssen so konstruiert sein, dass ohne Verwechslungsmöglichkeit der Anschlüsse eine zuverlässige Verbindung entsteht.

Ist der Brennstoff für den Zündbrenner gasförmig, dann müssen die Anforderungen der betreffenden Unterabschnitte von 4.2 erfüllt sein.

4.3.5.3 Zündbrenner mit Dauerbetrieb

Werden Zündbrenner mit Dauerbetrieb eingesetzt, dann müssen diese mit gereinigtem Brennstoff (z. B. Erdgas, Flüssiggas, Diesel) von gleichbleibender Beschaffenheit betrieben und mit einem Feuerungsautomaten ausgerüstet sein. Dieser Feuerungsautomat darf der Feuerungsautomat des zu zündenden Hauptbrenners sein, wenn sichergestellt ist, dass die Sicherheit der Anlage nicht beeinträchtigt wird.

4.3.5.4 Brennerleistungssteuerung

In allen Feuerungsanlagen muss der Regelbereich so ausgelegt sein, dass der/die Brenner in allen Betriebszuständen völlig stabil brennt/brennen.

4.3.5.5 Abgassystem

Abgase müssen auf eine sichere Art und Weise entlüftet werden.

TPE mit einer geschlossenen Brennkammer oder einer Brennkammer, die von mindestens drei Mauern umschlossen ist, müssen mit einem Abgassystem ausgerüstet sein. Die Querschnittsfläche des Abgassystems muss entsprechend dem Volumen, dem Druck und der Temperatur der Abgase (Verbrennungsprodukte, überschüssige Luft und Prozessemissionen) berechnet sein.

Wenn die Abgase mit einem Ventilator entlüftet werden oder der Luftzug durch eine Regelklappe geregelt wird und das Risiko nicht durch eine eigensichere Konstruktion oder mechanische Konstruktion angemessen verringert wird, muss das System mit einer Sicherheitseinrichtung ausgestattet sein, um im Falle einer Störung im Abgassystem eine Sicherheitsabschaltung des Brenners/der Brenner oder das Umschalten zu einem unterstützenden Rohrleitungssystem auszulösen. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Für alle Brenner an TPE, die ohne ein Abgassystem arbeiten, müssen die Verbrennungsprodukte vom Arbeitsplatz weggeleitet werden. Die Betriebsanleitung muss auf die Notwendigkeit einer ausreichenden Belüftung hinweisen, um für das Bedienpersonal die korrekte Luftgüte sicherzustellen.

ANMERKUNG EN 17082 gibt nützliche Informationen über die Einhaltung der Luftgüte an Arbeitsplätzen.

4.3.6 Feuerungsautomaten

4.3.6.1 Allgemeines

Die Hauptflamme und, soweit anwendbar, die Flamme des Zündbrenners müssen durch einen Feuerungsautomaten nach EN 298:2012³⁴ überwacht werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn in diesem Teil von EN 746 angegeben (z. B. siehe 4.3.6.2 und 4.3.6.3).

Bleibt der Zündbrenner während des Hauptbrennerbetriebs in Betrieb, dann müssen Zünd- und Hauptflamme zu ihrer Überwachung mit getrennten Flammenfühlern ausgerüstet sein. Der Flammenfühler für die Hauptflamme muss so angeordnet sein, dass er unter keinen Umständen die Zündflamme wahrnimmt.

Wenn Zünd- und Hauptbrenner mit je einem eigenen Flammenfühler ausgerüstet sind, darf die Zündflamme das Signal des Flammenfühlers der Hauptflamme nicht beeinflussen. Ein einzelner Flammenfühler muss ausreichen:

- für Systeme, bei denen die Zündflamme während des Hauptbrennerbetriebs gelöscht wird;
- für alle metallischen brennstoffbefeuerten Strahlheizrohre, explosionsfest und ausgerüstet mit einem Brenner mit Zündbrenner mit Dauerbetrieb.

Wo eingesetzt, dürfen Flammenfühler nicht auf unbeabsichtigte Einstrahlung ansprechen.

³⁴ Anmerkung: Die Verweisung in ISO 13577-2 ist: ISO 60730-2-5.

Falls aus Prozessgründen notwendig, dürfen die Systemeigenschaften von den Anforderungen nach EN ISO 23553-1:2014 abweichen, unter der Voraussetzung, dass die Maßgaben für Sicherheit und Zuverlässigkeit dadurch nicht unterschritten werden.

Wenn gefordert wird, dass ein Brenner im Dauerbetrieb mehr als 24 h zu betreiben ist, muss der Feuerungsautomat für den Dauerbetrieb hergestellt sein.

Der Nachweis einer Flamme, wenn keine Flamme vorhanden sein sollte, oder ein Fehler im Feuerungsautomaten oder im Schutzsystem muss eine Störabschaltung auslösen.

4.3.6.2 Niedertemperaturanlagen

Niedertemperaturanlagen mit einem einzelnen Brenner müssen mit einem Feuerungsautomaten nach 4.3.6.1 ausgerüstet sein.

In Niedertemperaturanlagen mit mehreren Brennern muss jeder Brenner mit einem Feuerungsautomaten ausgerüstet sein.

Nur einer der Brenner braucht mit einem dauernd wirkenden Feuerungsautomaten ausgerüstet sein, vorausgesetzt die Brenner gewährleisten über ihren gesamten Regelbereich stabiles Brennverhalten, sind an dieselbe Brennstoff/Luft-Verhältnisregelung angeschlossen und derart zueinander benachbart angeordnet, dass jeder im Fall eines Erlöschens seiner Flamme von der Flamme eines benachbarten Brenners schnell und sanft wieder gezündet wird. Dies ist unzulässig für EIN/AUS-gesteuerte Brenner.

4.3.6.3 Hochtemperaturanlagen

Während des Betriebs mit hoher Temperatur muss die Temperatur überwacht werden. Falls die Temperatur unter den Grenzwert fällt³⁵, muss die Steuerung automatisch die Zufuhr an flüssigem Brennstoff absperren oder mittels eines Feuerungsautomaten nach 4.3.6.1 auf die Flammenüberwachungseinrichtung umschalten. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Der Temperaturgrenzwert für den Betrieb mit hoher Temperatur darf nicht niedriger sein als 750 °C und die Temperatur muss am kältesten Punkt ermittelt werden.

ANMERKUNG Bei Strahlheizrohbrennern liegt der Zündpunkt innerhalb des Strahlheizrohrs. Die Temperatur im Rohr und vor der Zündung darf auch viel niedriger sein als in der Kammer, in der sich das Strahlheizrohr befindet. Diese Temperaturdifferenz muss bei Konstruktion und Ausführung berücksichtigt werden.

Während des Anfahrvorganges, solange die Wandtemperatur der Brennkammer unter dem Temperaturgrenzwert für den Betrieb mit hoher Temperatur liegt, muss eine Flammenüberwachung entweder durch einen Feuerungsautomaten oder durch den Bediener erfolgen. Bei TPE, bei denen mehr als viermal im Jahr ein Anlauf vorgesehen ist, muss eine Flammenüberwachung unter 750 °C mittels eines Flammenautomaten erfolgen. Zusätzliche Brenner, die während des Betriebs mit hoher Temperatur ohne Flammenüberwachung betrieben werden, müssen durch zwei automatische Absperrventile von der Zufuhr des flüssigen Brennstoffs getrennt werden, bis die Temperatur über dem Grenzwert für den Betrieb mit hoher Temperatur liegt. Diese Funktion muss den Anforderungen an ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Der Betrieb mit hoher Temperatur, die Methode/das Verfahren für die Flammenüberwachung während des Anfahrvorganges und die Umschaltung auf hohe Temperatur müssen in der Betriebsanleitung beschrieben werden.

4.3.7 Anlauf des Heizsystems und Brennerzündung

4.3.7.1 Vorspülung der Brennkammer

Bis auf die nachstehenden Ausnahmen darf der Brenneranlauf oder Wiederanlauf nach einer Störabschaltung nicht eingeleitet werden, bevor durch angemessene Verfahrensschritte sichergestellt ist, dass sich in der Brennkammer/dem Nutzraum, in den verbundenen Bereichen und in der Abgasanlage (Wärmetauscher, Staubabscheider) kein brennbares Gemisch befindet. Dies muss erreicht werden durch eine Vorspülungsphase, die der Zündung unmittelbar vorangeht, oder in der Zeit, die in der Betriebsanleitung angegeben ist.

Die Dauer der Vorspülung muss sicherstellen, dass die Konzentration brennbarer Bestandteile in allen Teilen der Brennkammer/des Nutzraumes und der Abgaskanäle unterhalb von 25 % der unteren Zündgrenze der brennbaren Bestandteile des flüssigen Brennstoffes liegt; dabei ist der Berechnung zugrunde zu legen, dass die Brennkammer/der Nutzraum und Abgaswege anfänglich vollständig mit brennbarem Gemisch gefüllt sind.

ANMERKUNG Brennöl kann sich ansammeln und im flüssigen Zustand verbleiben, bis es verdampft, und dadurch die erforderliche Dauer der Vorspülung verlängern.

Im Allgemeinen sind fünf vollständige Luftwechsel von Brennkammer/Nutzraum und Abgaswegen ausreichend. Der Luftvolumenstrom für die Vorspülung muss mindestens 50 % des maximalen Verbrennungsluftvolumenstroms betragen. Für atmosphärische Luftzuführung muss die Bedingung zum Erreichen der oben genannten Anforderungen vom Hersteller in der Betriebsanleitung festgelegt sein.

Die Dauer und die Durchführung und/oder die Methode der Vorspülung müssen vom Hersteller in der Betriebsanleitung erläutert sein.

Das System, das die Dauer der Vorspülung und die erforderliche Luftmenge sicherstellt, muss den Anforderungen des Schutzsystems nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

Wenn sichergestellt ist, dass in der Brennkammer eine Temperatur über 750 °C herrscht (wie für Hochtemperaturanlagen definiert), darf auf eine Vorspülung verzichtet werden.

Inerte oder nicht entflammable Gase müssen anstelle von Luft benutzt werden, falls durch die Ausrüstung oder den Prozess erforderlich. Andere Verfahren, die sicherstellen, dass die Brennkammer und die verbundenen Bereiche keine entzündbaren Gase enthalten, können dann angewendet werden, wenn ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreicht wird.

Der Wiederanlauf nach einer Störabschaltung muss mit einer Vorspülung beginnen.

In Mehrbrenner-Anlagen darf ein einzelner Brenner in folgenden Fällen ohne Vorspülung anlaufen:

- beim Wiederanlauf eines Brenners nach einer Regelabschaltung, wenn der Brenner mit einem eigenständig überwachten Zündbrenner mit Dauerbetrieb oder Abschaltung ausgerüstet ist;
- wenn ein oder mehrere Brenner in derselben Brennkammer des wieder zu zündenden Brenners in Betrieb bleiben und der bzw. die in Betrieb bleibende/n Brenner für eine Zündung bei einer unbeabsichtigten Freisetzung von Brennstoff durch andere Brenner, die nicht in Betrieb sind, sorgen muss/müssen, ohne zu einer Gefährdung zu führen (z. B. Verpuffung);
- wenn der Brenner mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen Absperrventilen ausgerüstet ist und bei jeder Brennerzündung eine Ventilüberwachung durchgeführt wird;
- bei taktgesteuerten Brennern, die mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen Absperrventilen ausgerüstet sind, und unter der Voraussetzung, dass die automatischen Absperrventile herstellenseitig als für die vorgesehene Schaltspielzahl und Ein-/Aus-Schaltrate geeignet ausgewiesen sind;

- bei Regenerativbrennern, die mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen Absperrventilen ausgerüstet sind, und unter der Voraussetzung, dass die automatischen Absperrventile herstellerseitig als für die vorgesehene Schaltspielzahl und Ein-/Aus-Schaltrate geeignet ausgewiesen sind;
- beim Wiederanlauf eines Strahlheizrohrbrenners nach einer Regelabschaltung, vorausgesetzt, das Strahlheizrohr ist explosionsfest und der Brenner ist mit zwei gleichzeitig schließenden automatischen Absperrventilen ausgerüstet und der Strahlheizrohrbrenner ist mit einer Zündeinrichtung nach 4.3.5.3 ausgestattet.

Im Falle eines Flammenausfalls bei einem Brenner innerhalb einer Gruppe von Strahlheizrohrbrennern ist maximal ein Wiederanlauf ohne Vorspülung vor der Störabschaltung nach Flammenausfall zulässig, wenn

- jeder Brenner über einen Feuerungsautomaten verfügt, und
- das Entlüftungssystem die brennbare Brennstoff-Luft-Mischung innerhalb des Entlüftungssystems bis unter 25 % der LEL (unteren Zündgrenze) verdünnt, oder das Strahlheizrohr, der Brenner und die Verbindung zum Abgassystem für den maximalen Druckanstieg, der während einer Zündung möglich ist, konstruiert worden sind, und
- die Zufuhr an flüssigem Brennstoff zu jedem Strahlheizrohrbrenner mit Sicherheitsabsperrventilen nach EN ISO 23553-1:2014 ausgestattet ist.

4.3.7.2 Anlauf der Brennstoffzuführung

Ein Anlauf der Brennstoffzuführung und des Brenners/der Brenner ist nur dann erlaubt, wenn

- die eingebauten Überwachungseinrichtungen für die Luft und den flüssigen Brennstoff (z.B. Luftströmung, Brennstoffdruck, erforderlichenfalls Druck des Zerstäubungsfluids) überprüft worden sind, um sicherzustellen, dass sie für einen vorschriftsmäßigen Anlauf betriebsbereit sind, und
- alle wesentlichen Verriegelungen [z. B. Brennerposition(en), Ventilstellung(en), Abgasklappe(n)] auf ihre richtige Stellung überprüft worden sind.

4.3.7.3 Anfahrbrennstoffmenge

Die während des Anlaufs des Brenners/der Brenner freigesetzte Energie muss begrenzt sein, und die Druckspitze einer verzögerten Zündung darf keine Schäden an der TPE verursachen (siehe Tabelle 4).

Die Anfahrbrennstoffmenge muss je nach Ergebnis der Risikobeurteilung gesteuert werden durch eine Steuerung und/oder ein Schutzsystem nach prEN 746-11:2020.

4.3.7.4 Zündung

Der Zündvorgang muss unmittelbar nach Abschluss der Vorspülung eingeleitet werden oder innerhalb der Zeit, die in der Betriebsanleitung angegeben ist.

Wird der Hauptbrenner durch einen Zündbrenner gezündet, dann muss die Zufuhr des flüssigen Brennstoffs zum Hauptbrenner während der Zündung des Zündbrenners gesperrt sein. In diesem Fall muss die Brennerleistung so bemessen sein, dass sicherheitsgefährdende Druckspitzen in der Brennkammer/im Nutzraum und in den Abgaskanälen sowie Gefährdungssituationen in den Rohrleitungen ausgeschlossen sind. Das/die automatische(n) Sicherheitsabsperrventil(e) des Hauptbrenners darf/dürfen erst geöffnet werden, wenn das Entstehen der Zündflamme gemeldet worden ist.

Wenn mit Sauerstoff angereicherte Luft oder nur Sauerstoff als Oxidant für die Verbrennung eines Brennstoffs verwendet wird (üblicherweise als Oxy-/Brennstoff-Feuerung bezeichnet), müssen die Zündverfahren und -zeiten für diese Systeme bei der Konstruktion besonders beachtet werden, um gleiche Sicherheitsniveaus sicherzustellen.

4.3.7.5 Höchstwerte der Sicherheitszeiten

Die Sicherheitszeit darf die in Tabelle 4 genannten Werte nicht überschreiten.

Tabelle 4 — Höchstwerte der Sicherheitszeiten

1	2	3	4
Brennerleistung $Q_{F \max}$ in kW	Direkte Zündung des Hauptbrenners bei voller Leistung t_{smax} in s	Direkte Zündung des Hauptbrenners bei reduzierter Leistung Q_s t_{smax} in s Q_{smax} in %	Zündung durch Zündbrenner bei reduzierter Leistung Q_s t_{smax} in s Q_{smax} in %
< 300	$t_{smax} = 10$	$t_{smax} = 10$	$t_{smax} = 10$
> 300 < 1 000	$t_{smax} = 5$	$t_{smax} = 5$	$t_{smax} = 5$
> 1 000 < 5 000	nicht zulässig	$Q_s \leq 100$ kW $Q_{smax} \leq 70$ % $t_{smax} = 5$	$Q_s \leq 1\,000$ kW $t_{smax} = 5$
> 5 000	nicht zulässig	$Q_{smax} \leq 35$ % $t_{smax} = 5$	$Q_{smax} \leq 50$ % $t_{smax} = 5$
Q_s = Anfahrleistung, angegeben als Prozentanteil von $Q_{F \max}$ Q_{smax} = maximale Anfahrleistung, angegeben als Prozentanteil von $Q_{F \max}$ $Q_{F \max}$ = maximale Leistung, in Kilowatt t_{smax} = maximale Sicherheitszeit in Sekunden			

Von den in Tabelle 4 genannten Sicherheitszeiten für Anlauf und Betrieb kann hinsichtlich des Funktions- und Zeitprogramms abgewichen werden, wenn dies aus verfahrenstechnischen Gründen oder für Sonderfälle der Auslegung von Anlagen erforderlich ist, vorausgesetzt die Sicherheit der TPE ist nicht beeinträchtigt. In keinem Fall ist es zulässig, dass die Sicherheitszeit 10 s überschreitet.

4.3.7.6 Flammenausfall bei Anlauf

Im Falle eines Flammenausfalls während der Sicherheitszeit muss am Brenner eine Störabschaltung erfolgen.

In bestimmten Fällen ist jedoch ein Wiederanlauf zulässig, wenn die Sicherheit der Anlage nicht vermindert ist (z. B. untere Zündgrenze in der Brennkammer überschreitet nicht 25 %). Die Bedingungen und die Zeit zwischen den Wiederanläufen sowie die Anzahl der Wiederanläufe, die zwei nicht überschreiten darf, müssen in der Betriebsanleitung erläutert sein. Die Steuerung des Wiederanlaufs/der Wiederanläufe muss durch ein Sicherheitssystem nach prEN 746-11:2020 erfolgen. Wenn nach diesen Wiederanläufen kein Flammensignal gemeldet wird, muss am ausfallenden Brenner eine Störabschaltung erfolgen.

4.3.7.7 Ausfall der Flamme im Betriebszustand

Erlischt die Flamme im Betriebszustand, muss eine Störabschaltung des Brenners erfolgen.

In bestimmten Fällen ist jedoch eine Sicherheitsabschaltung zulässig, wenn die Sicherheit der Anlage nicht beeinträchtigt ist (z. B. untere Zündgrenze in der Brennkammer überschreitet nicht 25 %). Es darf nicht mehr als ein Wiederanlauf erfolgen, für den die Bedingungen in der Betriebsanleitung erläutert sein müssen. Wenn nach diesem Wiederanlauf kein Flammensignal gemeldet wird, muss Störabschaltung des ausfallenden Brenners erfolgen.

Die Gesamt-Schließzeit darf 3 s nicht überschreiten. Wenn jedoch kein Wiederanlauf ohne Spülung erfolgt und falls die untere Zündgrenze in der Brennkammer 25 % nicht übersteigt, darf die Gesamt-Schließzeit 5 s nicht überschreiten.

Für einen Wiederanlauf eines Einzelbrennersystems ist ein vollständiger Wiederanlauf einschließlich einer Vorspülung erforderlich.

4.4 Mehrere Brennstoffe

4.4.1 Allgemeines

Anlagen für den Einsatz mehrerer Brennstoffe dürfen mit Brennern zum Betrieb mit zwei oder mehr Brennstoffarten, wie gasförmige, dampfförmige, flüssige, entweder gemeinsam oder getrennt, ausgerüstet sein.

4.4.2 Brennstoffleitungen

Jede Brennstoffart muss dem/den Brenner(n) durch ein dazu nach den Anforderungen von 4.2 und 4.3, soweit zutreffend, ausgelegtes unabhängiges Leitungssystem zugeführt sein.

Insbesondere muss jeder Brenner mit Sicherheitsabsperrentilen für jede Brennstoffart ausgerüstet sein. Außerdem muss das Flammenüberwachungssystem so ausgelegt sein, dass es den für jeden der verwendeten Brennstoffe zutreffenden Spezifikationen entspricht.

Durch geeignete Maßnahmen muss unabhängig vom Einbau von Rücktrittsicherungen dafür gesorgt sein, dass die Versorgungsleitungen für jeden einzelnen Brennstoff sicher voneinander getrennt sind.

4.4.3 Zuführung von Verbrennungsluft

Der Einsatz eines gemeinsamen Verbrennungsluftsystems ist für alle Brennstoffe zulässig.

4.4.4 Betrieb der Schutzeinrichtungen

Tritt eine Fehlfunktion auf, die nur einen Brennstoff betrifft, dann muss die Sicherheitsabsperreinrichtung des betreffenden Brennstoffs schließen.

Wird ein Brennstoff zur Unterstützung der Verbrennung eines anderen verwendet, muss auch die Sicherheitsabsperreinrichtung des unterstützten Brennstoffs so wie beabsichtigt funktionieren.

In allen anderen in 4.2.2.6 und 4.3.2.8 genannten Fällen muss ein gleichzeitiges Schließen der für jede Brennstoffart installierten Sicherheitsabsperreinrichtungen gewährleistet sein.

4.4.5 Luft/Brennstoff-Verhältnis

Die Anforderungen in 4.2.3.3 und 4.3.3.3 müssen für jede Brennstoffart einzeln, wie auch für deren kombinierten Einsatz gelten.

Die Luft/Brennstoff-Verbundreglerfunktion muss, soweit anwendbar, den Anforderungen an das Schutzsystem nach prEN 746-11:2020 entsprechen.

4.5 Sauerstoff oder sauerstoffangereicherte Verbrennungsluft

4.5.1 Allgemeines

Für die Anwendung von 4.5 wird Sauerstoff oder sauerstoffangereicherte Verbrennungsluft mit mehr als 25 % Sauerstoff als Sauerstoff bezeichnet. Die Anwendung von Sauerstoff oder sauerstoffangereicherter Verbrennungsluft muss besonders beachtet werden. Sauerstoff oder sauerstoffangereicherte Luft darf nur wenn zwingend notwendig und in einen sicheren Abblasebereich freigesetzt werden. Die Gefährdungen hinsichtlich der Anwendung und Handhabung von Sauerstoff müssen in der Betriebsanleitung angegeben werden.

4.5.2 Eignung für den Einsatz von Sauerstoff

Vor dem Anlauf müssen wegen der Gefahr, dass sich entflammbares Material entzündet, das mit Sauerstoff in Berührung kommt, alle mit Sauerstoff in Kontakt kommenden Bauteile entsprechend vorbereitet, gereinigt und ausreichend von entflammaren Stoffen befreit werden (z. B. Staub, Fett, Teilchen). Sie müssen für den Einsatz von Sauerstoff geeignet sein.

4.5.3 Dichtungsmaterialien für Sauerstoff-Verteilungssysteme

Die Dichtungsmaterialien müssen für die Anwendung bei bestimmten Druckstufen, Einbauverfahren und Betriebstemperaturen geeignet sein und die sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllen.

Geeignete metallische Dichtungsmaterialien für Sauerstoff-Verteilungssysteme werden in Spalte 2 von Tabelle 6 angegeben.

4.5.4 Rohrsysteme

Konstruktion und Werkstoff der Rohrsysteme, ihrer Ausrüstungsteile und Verbindungen müssen für Sauerstoff und für die vorgesehenen Drücke, Geschwindigkeiten und Temperaturen geeignet sein.

Geeignete Werkstoffe für Rohrsysteme werden in Tabelle 6 angegeben.

Falls Kohlenstoffstahl oder niedrig legierter Stahl verwendet wird, muss das rechtwinklige Auftreffen von gasförmigem Sauerstoff auf die Rohrwände vermieden werden, und der minimale Biegeradius muss mindestens dem Fünffachen der Rohrdurchmesser entsprechen.

Abhängig vom Betriebsdruck muss die Strömungsgeschwindigkeit aufgrund des möglichen Vorhandenseins von Teilchen begrenzt sein. Siehe 4.5.5

ANMERKUNG Literaturhinweis [19] enthält einen Leitfaden zu Eignungsbeurteilungen.

Am Eintritt der Sauerstoffrohre der TPE muss ein handbetätigtes Absperrventil angebracht werden.

Ein oder mehrere Filter müssen am Eintritt der Sauerstoffrohre eingebaut werden, um das Eindringen von Teilchen (z. B. Rost) zu verhindern.

4.5.5 Strömungsgeschwindigkeiten in den Rohren

Die Geschwindigkeiten dürfen bei Temperaturen zwischen -10 °C und $+200\text{ °C}$ nicht die in Tabelle 5 angegebenen Werte überschreiten.

Tabelle 5 — Strömungsgeschwindigkeiten für Sauerstoff in den Rohren

Druck	Geschwindigkeit
A) für Rohrsysteme aus unlegierten und nicht rostenden Stählen und auftreffende Strömung	
$0,3\text{ MPa (abs)} < P \leq 1,5\text{ MPa (abs)}$	30 m/s
$1,5\text{ MPa (abs)} < P \leq 10\text{ MPa (abs)}$	$P \times V = 45\text{ MPa} \times \text{m/s}$
$10\text{ MPa (abs)} < P \leq 20\text{ MPa (abs)}$	4,5 m/s
B) für Rohrsysteme aus unlegierten und nicht rostenden Stählen und nicht auftreffende Strömung	
$0,3\text{ MPa (abs)} < P \leq 1,5\text{ MPa (abs)}$	60 m/s
$1,5\text{ MPa (abs)} < P \leq 10\text{ MPa (abs)}$	$P \times V = 80\text{ MPa} \times \text{m/s}$
$10\text{ MPa (abs)} < P \leq 20\text{ MPa (abs)}$	8 m/s
C) für Rohrsysteme aus Kupfer, Nickel und Legierungen aus Kupfer-Nickel	
bis 6,5 MPa	keine Grenze für die Geschwindigkeit

Für die Rohre muss nach Druckverringering oder Regelventilen die Geschwindigkeit für auftreffende Strömung angewendet werden. Falls die Geschwindigkeit bei auftreffender Strömung überschritten wird, muss über einen Mindestabstand von 8 Rohrdurchmessern ein gerades Rohrstück aus nicht rostendem Stahl [die Wanddicke muss $\geq 3,18$ mm ($\geq 1/8$ Zoll) betragen], Kupfer, Nickel oder Legierungen aus Cu-Ni angewendet werden.

Bei Betriebstemperaturen über 200 °C oder unter –10 °C dürfen diese Werkstoffe und Bedingungen nicht verwendet werden. In diesem Fall müssen die Grenzbereiche des Einsatzes in der Betriebsanleitung festgelegt werden.

4.5.6 Ausrüstungsteile

Die Konstruktion und Ausführung sowie der Werkstoff der Ausrüstungsteile für gasförmigen Sauerstoff, wie z. B. automatische Absperrventile, Steuereinrichtungen und Rückschlagventile, müssen für Sauerstoff bei den vorgesehenen Drücken und Temperaturen geeignet sein.

Geeignete Werkstoffe für Gehäuse und eingebaute Teile der Ausrüstungsteile sowie für ihre Dichtstoffe werden in Tabelle 6 angegeben.

Ausrüstungsteile für gasförmigen Sauerstoff müssen bei einer 200 °C überschreitenden Betriebstemperatur oder bei Betriebstemperaturen unter –10 °C aus geeigneten Werkstoffen hergestellt werden.

4.5.7 Abblase- und Entlüftungsleitungen

Die Entlüftung der Sauerstoffleitungen muss in einen Bereich münden, an dem die Freisetzung des Sauerstoffs keine Gefährdung erzeugt.

4.5.8 Biegsame Leitungen und Kupplungen

Schläuche, biegsame Rohre und Verbindungen müssen gasdicht sein.

Schläuche und biegsame Rohre, die mit manuell betätigten Brennerlanzen verbunden sind, müssen innerhalb der fest verlegten Rohrleitung mit Hilfe von Ausrüstung verschließbar sein. Sie müssen leicht zugänglich sein.

Manuelle Brennerlanzen müssen mit einem Schutz gegen Rückschlag (nach EN ISO 5175-1:2017 oder einer entsprechenden Vorschrift)³⁶ und vor dem Schlauch mit einem manuellen Absperrventil ausgerüstet sein.

4.5.9 Einrichtungen zum Schutz gegen die Rückströmung von Gas

Bei Sauerstoffverteilungssystemen, die mit anderen Fluidleitungen verbunden sind, muss sichergestellt werden, dass keine Rückströmung auftreten kann.

Sauerstoffverteilungssysteme müssen mit einem Rückschlagventil (nach EN ISO 5175-2:2017 oder einer entsprechenden Vorschrift) ausgerüstet sein, das für den Betriebsdruck geeignet ist.³⁷

4.5.10 Einrichtungen zum Schutz gegen die Rückströmung von Sauerstoff im Gemisch mit anderen Substanzen

Falls Sauerstoff mit anderen Substanzen gemischt ist (z. B. Brenngas, Luft), muss sichergestellt werden, dass keine Rückströmung auftreten kann.

³⁶ Geänderter Absatz wie in ISO 13577-2.

³⁷ Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

4.5.11 Materialanforderungen

Materialien, die mit Sauerstoff in Berührung kommen, müssen für die vorgesehenen Betriebsdrücke und Temperaturen geeignet sein. Die Einbaumethode muss so ausgewählt sein, dass sichergestellt ist, dass sie auch bei Sauerstoffeinsatz sicher ist.

Die in Tabelle 6 aufgezeigten Materialien (in Abhängigkeit vom Ort der Anbringung und dem Druck) sind für die Benutzung mit Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherter Verbrennungsluft geeignet.

ANMERKUNG Hinsichtlich der Auswahl und Verträglichkeit von Materialien und Gasen (einschließlich Sauerstoff) siehe auch EN 1797³⁸.

Tabelle 6 — Materialanforderungen

Druckbereich [MPa]	Materialien für Einhausungen, eingebaute Teile und Dichtungen
über 4	Kupfer, Kupferlegierungen mit einem Massenanteil von mindestens 55 %, Nickel, Nickel-Knetlegierungen mit Kupfer hochlegierte Cr-Ni-Stähle mit einem Massenanteil von Cr und Ni von insgesamt mindestens 22 % hochlegierte Cr-Si-Stähle mit einem Massenanteil von Cr von mindestens 22 %
0 bis 4	Kupfer, Kupferlegierungen mit einem Massenanteil an Kupfer von mindestens 55 % hochlegierte Cr-Ni-Stähle mit einem Massenanteil von Cr und Ni von insgesamt mindestens 22 % hochlegierte Cr-Si-Stähle mit einem Massenanteil von Cr von mindestens 22 %
0 bis 1,6	Gusseisen, mindestens Güteklasse GG 25, Gusseisen mit Kugelgraphit, mindestens Güteklasse GGG 40
0 bis 1	metallische Werkstoffe (außer Titan, Zirkon und ihre Legierungen)

Neben den in Tabelle 6 aufgeführten Metallen dürfen Blei und Zinn als metallische Dichtungsmaterialien in allen Druckbereichen eingesetzt werden.

Für gasförmigen Sauerstoff müssen bei einer 200 °C überschreitenden Betriebstemperatur oder bei Betriebstemperaturen unter –10 °C geeignete Werkstoffe eingesetzt werden.

5 Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

Tabelle 7 muss von Herstellern benutzt werden als Prüfliste zur Vorbereitung ihres eigenen spezifischen Methodenverzeichnisses, mit dem Ziel zu überprüfen, ob die in Abschnitt 4 beschriebenen Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen erfüllt sind. Die Tabelle enthält auch Referenzen zu den entsprechenden Abschnitten dieses Teils von EN 746.

38 Anmerkung: Der Absatz ist nicht Teil des Textes von ISO 13577-2.

Tabelle 7 — Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen

Abschnitt	Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen	Optische Prüfung Anmerkung 1	Funktions-test Anmerkung 2	Messung Anmerkung 3	Prüfung von Zeichnungen / Kalkulationen Anmerkung 4
4.1	Allgemeines				
4.2	Gasförmige Brennstoffe				
4.2.1	Gasverteilungssystem				
4.2.1.1	Rohrsysteme	X			X
4.2.1.2	Verbindungen	X			X
4.2.1.3	Unterbrochene Leitungen	X			X
4.2.1.4	Galvanische Elemente	X			X
4.2.1.5	Biegsame Leitungen und Kupplungen	X			X
4.2.1.6	Kennzeichnung	X			
4.2.1.7	Dichtheit		X2		X
4.2.1.8	Kondensatablauf	X			X
4.2.1.9	Spülstutzen	X			
4.2.1.10	Abblase- und Entspannungsrohrleitungen	X			X
4.2.1.11-1	Druckentlastungseinrichtungen in Leitungen	X	X1		X
4.2.1.11-2	Flammensperren/Flammenfilter in Leitungen	X			X
4.2.1.12	Druckschwankungen	X			X
4.2.1.13	Anlagen zum Einsatz unterschiedlicher Brenngase	X			X
4.2.1.14	Bypass	X			X
4.2.1.15	Unterbrechung von vorgeschriebenen Sicherheitseinrichtungen	X			X
4.2.2	Zwingend vorgeschriebene Sicherheitseinrichtungen				
4.2.2.1	Handbetätigtes Hauptabsperrrventil	X			X
4.2.2.2	Filter/Siebe	X			X
4.2.2.3	Gasdruckregler	X	X1		X
4.2.2.4	Gasmangelsicherung	X	X1		X
4.2.2.5	Gasüberdrucksicherung	X	X1		X
4.2.2.6	Automatisches Absperrrventil	X	X1		X
4.2.2.7	Ventilüberwachung	X	X1		X
4.2.2.8	Einzelne handbetätigte Absperrrventile für Brenner	X			X
4.2.3	Verbrennungsluft und Luft/Brennstoff-Verhältnis				
4.2.3.1	Verbrennungsluftführung	X			X

Abschnitt	Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen	Optische Prüfung	Funktions- test	Messung	Prüfung von Zeichnungen / Kalkulationen
		Anmerkung 1	Anmerkung 2	Anmerkung 3	Anmerkung 4
4.2.3.2	Strömungs- und Druckwächter für Luft und Gas	X	X1		X
4.2.3.3	Luft/Brennstoff-Verhältnis	X	X1/X2		X
4.2.4	Zuführung vorgemischter Brenngas/Luft-Mischungen				
4.2.4.1	Gemischleitungen	X			X
4.2.4.2	Luft- und Gaszuführung zu den Gemischleitungen	X	X1/X2		X
4.2.5	Brenner				
4.2.5.1	Hauptbrenner	X			X
4.2.5.2	Strahlheizrohrbrenner	X			X
4.2.5.3	Zündeinrichtung/Zündbrenner	X	X2		X
4.2.5.4	Brennerleistungssteuerung	X	X2		X
4.2.5.5	Abgassystem	X			X
4.2.6	Feuerungsautomaten				
4.2.6.1	Allgemeines	X			X
4.2.6.2	Niedertemperaturanlagen	X			X
4.2.6.3	Hochtemperaturanlagen	X	X2		X
4.2.6.4	Feuerungsautomaten für Brenner, die im Freien brennen	X			X
4.2.7	Anlauf des Heizsystems und Brennerzündung				
4.2.7.1	Vorspülung der Brennkammer		X2		X
4.2.7.2	Anlauf der Brennstoffzuführung	X	X2		X
4.2.7.3	Anfahrerbrennstoffmenge	X	X2		X
4.2.7.4	Zündung	X	X2		X
4.2.7.5	Höchstwerte der Sicherheitszeiten für Brenner ohne Gebläse	X			X
4.2.7.6	Höchstwerte der Sicherheitszeiten für Gebläsebrenner und Brenner mit mechanischer Verbrennungsluftzuführung	X			X
4.2.7.7	Flammenausfall bei Anlauf		X2		X
4.2.7.8	Ausfall der Flamme im Betriebszustand		X2		X
4.3	Flüssige Brennstoffe				
4.3.1	Verteilungssystem für flüssige Brennstoffe				
4.3.1.1	Allgemeines	X			X
4.3.1.2	Verbindungen	X			X
4.3.1.3	Unterbrochene Leitungen	X			X

Abschnitt	Sicherheitsanforderungen und/oder Maßnahmen	Optische Prüfung	Funktions- test	Messung	Prüfung von Zeichnungen / Kalkulationen
		Anmerkung 1	Anmerkung 2	Anmerkung 3	Anmerkung 4
4.3.1.4	Biegsame Leitungen und Kupplungen	X			X
4.3.1.5	Kennzeichnung	X			X
4.3.1.6	Dichtheit		X2		X
4.3.1.7	Beheizung von Brennstoffleitungen	X			X
4.3.1.8	Bypässe	X			X
4.3.1.9	Spülstutzen	X			X
4.3.1.10	Anlagen zum Einsatz unterschiedlicher Flüssigbrennstoffe	X			X
4.3.2	Zwingend vorgeschriebene Sicherheitseinrichtungen				
4.3.2.1	Handbetätigtes Absperrventil	X			X
4.3.2.2	Filter/Siebe	X			X
4.3.2.3	Druckentlastungsventil	X	X2	X	X
4.3.2.4	Druckregler für flüssigen Brennstoff	X	X1/X2		X
4.3.2.5	Druckregelung von Hilfsfluiden	X	X2		X
4.3.2.6	Druckschutz für flüssigen Brennstoff		X1		X
4.3.2.7	Temperaturschutz für flüssigen Brennstoff		X2		X
4.3.2.8	Sicherheitsabsperrventile	X	X1		X
4.3.2.9	Sicherheitsabsperrventile für Mehrbrennersysteme	X	X1		X
4.3.2.10	Einzelne handbetätigte Absperr- ventile für Mehrbrennersysteme	X			X
4.3.3	Verbrennungsluft und Luft Brennstoff/-Verhältnis				
4.3.3.1	Verbrennungsluftführung	X			X
4.3.3.2	Strömungs- und Druckwächter für Verbrennungsluft	X	X1		X
4.3.3.3	Luft/Brennstoff-Verhältnis	X	X1/X2		
4.3.4	Zerstäubung der flüssigen Brennstoffe	X			X
4.3.5	Brenner				
4.3.5.1	Hauptbrenner	X			X
4.3.5.2	Zündsystem	X	X2		X
4.3.5.3	Zündbrenner mit Dauerbetrieb	X	X2		X
4.3.5.4	Brennerleistungssteuerung	X	X2		X
4.3.5.5	Abgassystem	X			X
4.3.6	Feuerungsautomaten				
4.3.6.1	Allgemeines	X			X