



Schutz vor Brandlasten für Behälter zur Lagerung von Gasen

IGV-PP-17B-Rev0

Stand: 23.09.2022

Haftungsausschluss: Diese Veröffentlichung entspricht dem Stand des technischen Wissens zum Zeitpunkt der Herausgabe. Der Verwender muss die Anwendbarkeit auf seinen speziellen Fall und die Aktualität der ihm vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung prüfen. Eine Haftung des IGV und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

© IGV 2022. Der IGV genehmigt hiermit die Vervielfältigung dieses Dokuments, vorausgesetzt, der Verband wird als Quelle angegeben.

Schutz vor Brandlasten für Behälter zur Lagerung von Gasen

Dieses Positionspapier wurde von der Expertengruppe Behälter (EG-B) erstellt.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	4
2.	Geltungsbereich.....	4
3.	Mitgeltende Dokumente.....	4
4.	Begriffsbestimmungen	4
4.1	Brandlast.....	4
4.2	Schutzabstand	5
4.3	Schutzmaßnahme	5
4.4	Feuerwiderstandsklassen	5
4.5	Strahlungsschutzblech	5
4.6	Aufstellung in Räumen	5
5.	Postion des Industriegaseverbandes (IGV).....	5
5.1	Aufstellung im Freien	5
5.2	Aufstellung im Räumen.....	6
6.	Zusammenfassung	6
7.	Bibliographie	6
	Anlage 1 Beispiele von Brandlasten mit Gruppeneinteilung und Schutzmaßnahmen.....	8
	Anlage 2 Mindestabstände (MA) von Strahlungsschutzblechen zu Brandlasten.....	10
	Anlage 3.1. Zulässige Werkstofftemperaturen für einige Druckgasbehälter-Stähle.....	11
	Anlage 3.2 Beispiele zur Ermittlung des Schutzabstandes für einige Stähle.....	12
	Anlage 3.3 Beispiel zur Ermittlung der Brandlastbreite eines Gebäudes.....	13

1. Einführung

Druckgasbehälter - Lagerbehälter für Gase - müssen, falls in der Umgebung eine Brandlast besteht, vor dieser geschützt sein.

Die gesetzliche Grundlage hierfür ist die TRBS 3146, sowohl für die Aufstellung im Freien, als auch für die Aufstellung in Räumen.

Die TRB 610 kann zusätzlich als Erkenntnisquelle herangezogen werden.

Gemäß dem DVFG Prüfhdbuch für Flüssiggas-Anlagen 2013 - wird unterschieden zwischen:

- Gruppe 1 – Unerhebliche Brandlast
- Gruppe 2 – Geringe Brandlast
- Gruppe 3 – Brandlast

mit den entsprechenden, abgestuften Schutzmaßnahmen.

Diese Positionspapier lehnt sich an die Regelungen im DVFG Prüfhdbuch an.

Internationale Standards berücksichtigen den Schutz vor Brandlasten nicht ausreichend:

- Die DIN EN ISO 21009-2
Kryo-Behälter - Ortsfeste vakuumisolierte Behälter – Teil 2: Betriebsanforderungen fordert Schutzmaßnahmen, diese werden aber nur kurz und qualitativ beschrieben.
- Das EIGA Doc. 224/20 - Static Vacuum Insulated Cryogenic Vessels Operation and Inspection - berücksichtigt lediglich die Aufstellung in Räumen.

Die Regelungen in TRGS 800 /1/ und DIN EN ISO 19353 /2/ sind nicht Gegenstand dieses Positionspapieres.

„Grundsätzlich gilt die TRGS 800 für alle Betriebe, in denen Tätigkeiten mit brennbaren Gefahrstoffen durchgeführt werden. Allerdings sind bei normaler Brandgefährdung („geringer Gefährdung“ im Sinne der Gefahrstoffverordnung) keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen aus der TRGS 800 zu treffen“ /3/

2. Geltungsbereich

Dieses Positionspapier gilt für ortsfeste Druckgasbehälter mit und ohne Vakuumisolierung, wie Kryobehälter und andere Speicher- und Pufferbehälter für Industriegase.

Für andere Behälter kann dieses Positionspapier sinngemäß angewendet werden.

Das Positionspapier gilt für die Behälteraufstellungen im Freien und in geschlossenen Räumen.

Die Gefährdung durch Unterfeuerung im Sinne der TRBS 3146 wird in diesem Positionspapier nicht behandelt.

3. Mitgeltende Dokumente

TRBS 3146 Ortsfeste Druckanlagen für Gase

TRB 610 Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen
(als zusätzliche Erkenntnisquelle)

DVFG Prüfhdbuch für Flüssiggas-Anlagen. Abschnitt 2.3.1.5 Schutz vor Brandlasten

4. Begriffsbestimmungen

4.1 Brandlast

Als Brandlast gilt ein brennbarer Stoff in der Umgebung der ortsfesten Druckanlage für Gase, der im Brandfall eine potentielle Gefährdung für die ortsfeste Druckanlage darstellt. Im Brandfall können in Folge der Wärmeübertragung von der Brandlast Gefahren durch Flammenberührung oder Wärmestrahlung ausgehen.

4.2 Schutzabstand

Schutzabstände sind Abstände zwischen Druckanlagen für Gase und benachbarten Anlagen, Einrichtungen, Gebäuden und öffentlichen Verkehrswegen, deren Zweck es ist, die Druckanlage vor einem Schadensereignis, wie Erwärmung infolge Brandbelastung oder mechanischer Beschädigung zu schützen.

4.3 Schutzmaßnahme

Maßnahme, um den ortsfesten Druckgasbehälter vor Brandlasten zu schützen. Die Schutzmaßnahmen vor Brandlasten sind abhängig von der Art und Menge / Größe der brennbaren Stoffe / Bauten sowie der Lage der Brandlast zum Druckgasbehälter

4.4 Feuerwiderstandsklassen

Bauteile werden entsprechend der Feuerwiderstandsdauer in Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 Teil 1-5 und 7 eingestuft.

4.5 Strahlungsschutzblech

Ein Strahlungsschutzblech stellt einen ausreichenden Schutz vor Brandlasten dar, sofern es sich um reine Strahlungswärme handelt, wenn z. B. mindestens 1 mm starkes verzinktes Stahlblech im Abstand von ca. 100 mm in Richtung Brandlast installiert wird.

4.6 Aufstellung in Räumen

Aufstellungsräume für Druckgasbehälter für Druckgase sind Räume, in denen Druckbehälter zur Befüllung und Entleerung aufgestellt werden.

5. Position des Industriegaseverbandes (IGV)

5.1 Aufstellung im Freien (TRBS 3146, 4.5.3)

„Ortsfeste Druckanlagen für Gase sowie ihre Stützen oder Standzargen müssen gegen mögliche Brandlasten in der Umgebung geschützt sein. Dabei ist abhängig vom Gefahrenpotenzial abzuschätzen, welche Brandschutzmaßnahmen erforderlich sind“. (TRBS 3146, 4.5.3.1.)

Für einen ausreichenden Brandschutz müssen ortsfeste Druckgasbehälter gegen unzulässige Erwärmung (siehe dazu TRBS 3146 Anhang 3 Absatz 2) während 90-minütiger Brandeinwirkung geschützt sein. Das kann erreicht werden z. B. durch

- Allseitige Erddeckung gemäß TRBS 3146, Ziffer 4.5.3.1.5
- Strahlungsschutzblech siehe hierzu **Anlage 2**
- Schutzwand gemäß TRBS 3146, Ziffer 4.5.3.1.2
- Schutzabstand gemäß TRBS 3146, Ziffer 4.5.3.1.1
Die Berechnung des Schutzabstandes erfolgt nach Anhang 3 der TRBS 3146
Zulässige Werkstofftemperaturen für einige Stahlsorten, und ein Beispiel zur Ermittlung der Brandlastbreite und des Schutzabstandes können der **Anlage 3** entnommen werden.
Bei Behältern aus Feinkornstählen der Grundreihe (z. B. P355N) und der kaltzähnen Reihen (z. B. P355NL1/2) im Temperaturbereich $> 50\text{ °C}$ bis $\leq 300\text{ °C}$ gelten als Rechenwerte die um 20 % verringerten Mindestwerte des Stahles der warmfesten Reihe (z. B. P355NH), sofern keine Vereinbarung bezüglich der Warmstreckgrenze bei der Bestellung getroffen wurde. /4/ /5/
- Isolierungen/Dämmungen gemäß TRBS 3146, Ziffer 4.5.3.1.
Die Vakuumisolierung von Kaltvergasern erfüllt die Anforderung gemäß TRBS 3146, Ziffer 4.5.3.1.3(1)3 an einen Wärmedurchgangswert (K-Wert) der Perlite-Isolierung bei einer mittleren Temperatur von 350 °C von nicht mehr als $1,2\text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$.
- Die Behälterfüße sind ggf. zu isolieren oder mit einem Strahlungsschutzblech zu schützen
- Die zulässigen Betriebstemperaturen der sicherheitsrelevanten Ausrüstungsteile sind gemäß den Datenblättern der Hersteller zu berücksichtigen.
Die zulässigen Betriebstemperaturen („TS“) für Ausrüstungsteile betragen z. B.
 - Sicherheitsventile: 185 °C^*
 - Wechselkugelhahn: 120 °C^*
 - Absperrventile: 120 °C^*
 - Druckaufbauverdampfer aus Aluminium EN AW 6060-T4: ca. 205 °C
(=zul. Werkstofftemperatur siehe unten)

* Hierbei handelt es sich um Anhaltstemperaturen.

Ggf. größere zulässige Werkstofftemperaturen von Armaturen mit entsprechend reduzierten Sicherheitsfaktoren unter Berücksichtigung der Funktionalität (z. B. erforderliche Dichtigkeit) wären beim Armaturenhersteller zu erfragen.

Für die Auslegung im Normalbetrieb z. B. bei Absperrventilen ist der Sicherheitsfaktor der Oberteilschrauben maßgeblich für die zulässige Betriebstemperatur „TS“. Bei Berücksichtigung einer Brandlast wären mit einem reduzierten Sicherheitsfaktor größere zulässige Werkstofftemperaturen möglich.

TRBS 3146,4.4.3.1 Bei ortsfesten Druckgasbehältern für verflüssigte entzündbare Gase mit einem Fassungsvermögen $> 3\text{ t}$ muss die erste unterhalb des Behälters liegende Absperrarmatur in der Füll- und Entnahmeleitung für die flüssige Phase besonders geschützt sein, z. B. ausgeführt als feuersicheres Ventil gemäß DIN EN ISO 10497 (30 Minuten 750 °C - 1000 °C mit begrenzten Leckraten).

Falls die zulässigen Temperaturen der Armaturen im Brandfall nicht eingehalten werden können, sind diese durch geeignete Maßnahmen (z. B. Strahlungsschutzblech) zu schützen.

Sind einzelne, der direkten Wärmestrahlung ausgesetzte, Absperrventile gegen höhere Temperaturen zu schützen, können feuersichere Ventile gemäß DIN EN ISO 10497 verwendet werden.

Zur Druckanlage / Gasversorgungsanlage für kryogene Gase gehören in der Regel auch Aluminium- Luftverdampfer und verbindende Rohrleitungen aus austenitischem Edelstahl oder Kupfer CU-DHP. Die zulässigen Werkstofftemperaturen und Schutzabstände lassen sich genauso ermitteln wie für Stahl- Druckbehälter.

- Luftverdampfer- Konstruktionen sind aus den unterschiedlichsten Aluminium- Legierungen hergestellt, somit kann an dieser Stelle nur ein Beispiel erläutert werden.

Beispiel:

Rippenrohr EN AW 6060 mit drucktragendem Rohr $d_a=30\text{mm} \times s=3,0\text{ mm}$.

Spannung σ in der Rohrwandung bei $p=40\text{ bar}$:

$\text{Sigma(zul)} = \text{Kerf./S} = p/20 \times (D_a/s - 1)$ (Formel (2) AD2000-B1 umgestellt)

$\text{Sigma(zul)} = \text{Kerf./1,5} = 40/20 (30/3 - 1) = 18\text{ MPa}$

EN 13445-8 , Tabelle 6-3.2 (geschweißter Zustand) :

Warm-Streckgrenze = $f \times 1,5$: 18 MPa entspricht somit ca. 205°C (extrapoliert).

Somit beträgt die zulässige Werkstofftemperatur ca. 205°C und die

Schutzabstände sind etwas kleiner als die von S235JR (RSt37-2) - Druckbehältern

- Rohrleitungen (ohne Berücksichtigung von Überdimensionierungen)

1. Rohrleitungen aus austenitischem Edelstahl 1.4541

1.4541 gemäß DIN EN 10216-5 (nahtlos) und DIN EN 10217-7

$K/S (50^\circ\text{C}) = 222 / 1,5 = 148\text{ MPa}$

DIN EN 10216-5 Tabelle 9 oder DIN EN 10217-7 Tabelle 8:

Die zulässige Werkstofftemperatur gemäß TRBS 3146 beträgt im Brandfall ca. 500°C.

(Die Grenztemperatur gemäß AD2000-W2 beträgt 400°C zur Vermeidung von interkristalliner Korrosion)

2. Rohrleitungen aus CU-DHP R220

In den Normen prEN 13445-12 und AD2000-W6-1 sind die $R_{p1,0}$ - Kennwerte nur bis 150°C angegeben.

Ersatzweise Betrachtung mit $R_{p0,2}$ aus dem Diagramm 4.3.1 /

DKI Werkstoffdatenblatt CU-DHP

$K/S (50^\circ\text{C}) = 46 / 1,5 = 30\text{ MPa}$

Die zulässige Werkstofftemperatur gemäß TRBS 3146 beträgt im Brandfall ca. 500°

(Die Grenztemperatur gemäß AD2000-W6-2 beträgt 250°C)

3. Hartlötverbindung

Bei 150°C reißen Hartlötverbindungen im Zugversuch neben der Lötverbindung, die Schwachstelle liegt somit im Rohr- Grundwerkstoff

(siehe "Zugfestigkeit von Hart- und Weich-Lötungen DIE KÄLTE & Klimatechnik 8-2000").

Größere zulässige Werkstofftemperaturen der Hartlötverbindung sind im Einzelfall nachzuweisen.

Das Diagramm / Abbildung 5 „Schutzabstand als Funktion der zulässigen Werkstofftemperatur“ im Anhang 3 der TRBS 3146 wurde für Stahlbehälter mit einem zugrunde gelegten Emissionsgrad von $\varepsilon=0,9$ ermittelt /6/

Die Emissionsgrade von Aluminium, austenitischem Edelstahl und Kupfer sind in der Regel kleiner als $\varepsilon=0,9$ /7/

Somit kann das Diagramm / Abbildung 5 konservativ abdeckend auch für Behälter aus diesen Werkstoffen verwendet werden.

5.2 Aufstellung in Räumen (TRBS 3146, 4.5.2)

Ortsfeste Druckanlagen für Gase dürfen in Räumen nur aufgestellt werden, wenn die Räume

1. selbstschließende Türen haben, falls diese nicht unmittelbar ins Freie führen,
2. aus Bauteilen bestehen, die schwer entflammbar (mindestens Baustoffklasse C nach DIN EN 13501-1) oder nichtbrennbar (z. B. Baustoffklasse A1 oder A2s1d0 nach DIN EN 13501-1) sind, ausgenommen Fenster und sonstige Verschlüsse von Öffnungen in Außenwänden,
3. von anderen Räumen feuerhemmend (Feuerwiderstandsdauer mindestens 30 min) abgetrennt sind,
4. von angrenzenden Räumen mit erhöhter Brandgefährdung feuerbeständig (Feuerwiderstandsdauer mindestens 90 min) abgetrennt sind; bei Räumen mit Druckgasbehältern mit einer Wärme- oder Kälte­dämmung genügt eine feuerhemmende Abtrennung (Feuerwiderstandsdauer mindestens 30 min)

6. Zusammenfassung

Druckgasbehälter - Lagerbehälter für Gase - müssen, falls in der Umgebung eine Brandlast besteht, vor dieser geschützt sein.

Dieses Positionspapier beschreibt den Schutz vor Brandlasten basierend auf der relevanten Technischen Regel TRBS 3146 und dem DVFG Prüfhandbuch für Flüssiggas-Anlagen mit der Einteilung der Brandlasten in unerhebliche Brandlasten, geringe Brandlasten und Brandlasten, und den jeweils erforderlichen Schutzmaßnahmen.

7. Bibliographie

- /1/ TRGS 800 Technische Regeln für Gefahrstoffe – Brandschutzmaßnahmen
- /2/ DIN EN ISO 19353 Sicherheit von Maschinen - Vorbeugender und abwehrender Brandschutz
- /3/ Erläuterungen zentraler Aussagen der TRGS 800 „Brandschutzmaßnahmen“
https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-800-Erlaeuterung.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- /4/ VdTÜV WB 354/1 - Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit einer Mindeststreckgrenze von 355 MPa, Blech, Breitflachstahl, Band, Form- und Stabstahl
- /5/ VdTÜV WB 357/1 - Schweißgeeignete Feinkornbaustähle mit einer Mindeststreckgrenze von 460 MPa, Blech, Breitflachstahl, Band, Form- und Stabstahl
- /6/ Technische Überwachung, BD 32 (1991), Nr. 4, S. 142 ff., "Lagerung brennbarer Stoffe – Berechnung von erforderlichen Abständen zu möglichen Brandlasten".
- /7/ VDI Wärmeatlas 12.Auflage 2019. K1 Wärmestrahlung technischer Oberflächen

Anlage 1: Beispiele von Brandlasten mit Gruppeneinteilung und Schutzmaßnahmen

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Unerhebliche Brandlast	Geringe Brandlast	Brandlast
Lager- und Abstellflächen mit brennbaren Materialien		
Kabelumhüllungen / Schutzkästen / Strohmatten Holz (Holzzäune, Holzflechtzäune, vergleichbare geringe Mengen stabil neben dem Behälter gelagert)	Lagerflächen mit brennbaren Materialien mit einer Brandlastbreite ≤ 4m (z. B. Holz, Papier, Stroh, Reifen, brennbare Flüssigkeiten)	Lagerflächen mit brennbaren Materialien in großen Mengen mit einer Brandlastbreite > 4m (z. B. Holz, Papier, Stroh, Reifen, brennbare Flüssigkeiten)
Brennbare Objekte		
Offener Carport in Holzständerbauweise (Wände nicht mit Holz verschalt) Offene Holzunterstände ohne Lagerung brennbarer Materialien	Carport in Holzständerbauweise mit verschalteten Holzwänden. Dauerabstellplätze für Fahrzeuge, Wohnwagen und Mobilheime	
Gebäude		
Mit Außenwänden, die nicht den Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F90 erfüllen (z. B. Außenwände aus Trapezblech) und in denen brennbare Stoffe nicht gelagert oder verarbeitet werden. Materialien, die auf Grund ihres Wärmehaltes oder ihrer Menge nach keine Brandlast darstellen, wie z. B. Kabelumhüllungen, Schutzkästen oder Wärmedämmungen von Rohrleitungen. Baustellen- und Bürocontainer aus Stahlblech	Mit Außenwänden, die nicht den Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F90 erfüllen (z. B. Außenwände aus Trapezblech) und in denen brennbare Stoffe in geringen Mengen gelagert oder verarbeitet werden.	Mit Außenwänden, die nicht den Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse F90 erfüllen und in denen brennbare Stoffe gelagert oder verarbeitet werden
Gebäude in Holzbauweise		
	Schuppen, Garagen, Baubaracken. Wohnhaus bis zu 1,5-facher Geschosshöhe (<4,5m)	In denen brennbare Stoffe gelagert oder verarbeitet werden (z. B. Tischlerei, Sägerei, Zimmerei / Kunststoffverarbeitende Betriebe / Kfz-Werkstätten / Verbrauchermärkte / Lagerhallen / Baracken). Wohnhaus mit mehr als 1,5-facher Geschosshöhe (>4,5m)
Fachwerkhäuser		
Mit Mauerwerk als Ausfachung	Mit einer Lehm-Strohmischung als Ausfachung	
Zelte		
Zelte zum Aufenthalt von Personen ohne Lagerung brennbarer Materialien	Zelte, in denen Holz oder andere vergleichbare brennbare Stoffe in geringer Menge gelagert werden	Zelte, in denen Holz oder andere vergleichbare brennbare Stoffe in großen Mengen gelagert werden

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Unerhebliche Brandlast	Geringe Brandlast	Brandlast
Gebäudeöffnungen		
<p>Fenster und Türen, wenn die Entfernung vom Außenmantel des Druckgasbehälters bzw. zu Stahlstützen oder Standzargen bis zur Gebäudewand mindestens 3m beträgt.</p> <p>Unerhebliche Gebäudeöffnungen wie Lüftungsrohre</p> <p>Fenster mit einer lichten Breite $\leq 0,4$ m oberhalb des Behälterscheitels, z. B. Toilettenfenster</p> <p>Fenster von Garagen in Massivbauweise, die nur zum Abstellen von Fahrzeugen dienen, und in denen keine brennbaren Stoffe gelagert werden</p> <p>Feuerhemmende selbstschließende Türen (T30)</p>	<p>Fenster und Türen in der Projektionsfläche, wenn die Entfernung vom Außenmantel des Druckgasbehälters bis zur Gebäudewand < 3m beträgt.</p>	
Dächer		
<p>Druckgasbehälter, aufgestellt außerhalb der Projektion des Dachüberstandes auf den Boden, und wenn die Dacheindeckung aus nichtbrennbaren Materialien besteht, z. B. Schiefer, Ton, Beton</p>	<p>Druckgasbehälter, aufgestellt außerhalb der Projektion des Dachüberstandes auf den Boden, und wenn die Dacheindeckung aus brennbaren Materialien besteht, z. B. Dachpappe, und wenn die Entfernung vom Außenmantel des Druckgasbehälters bis zum Dach < 3m beträgt</p>	
Schutzmaßnahmen		
<p>Bei unerheblichen Brandlasten der Gruppe 1 sind keine Schutzmaßnahmen erforderlich.</p> <p>Gebäudeöffnungen erfordern keine Schutzmaßnahmen, wenn dahinter keine brennbaren Materialien gelagert oder verarbeitet werden.</p>	<p>Bei einer geringen Brandlast entsprechend der Gruppe 2 ist der Druckgasbehälter bei einem Mindestabstand von 5m (bzw. 3m bei Gebäudeöffnungen) ausreichend vor unzulässiger Erwärmung durch Flammenberührung oder Strahlung geschützt.</p> <p>Der Abstand des Druckgasbehälters zu einer geringen Brandlast kann verringert werden, wenn ein Strahlungsschutzblech oder eine Schutzwand errichtet ist, die durch ihre Größe alle Sichtverbindungen zwischen Druckgasbehälter und Brandlast unterbrechen.</p> <p>Mindestabstände von Brandlasten zu Strahlungsschutzblechen oder Schutzwänden sind der Anlage 2 zu entnehmen.</p>	<p>Der Schutz vor Brandlasten entsprechend der Gruppe 3 kann durch einen Schutzabstand erreicht werden. Der Schutzabstand ist gemäß TRBS 3146, Anhang 3, und der Anlage 3 dieses Positionspapieres zu ermitteln. Ein Mindestabstand von 5m ist grundsätzlich einzuhalten.</p> <p>Der Abstand des Druckgasbehälters zu einer Brandlast kann verringert werden, wenn ein Strahlungsschutzblech oder eine Schutzwand errichtet ist, die durch ihre Größe alle Sichtverbindungen zwischen Druckgasbehälter und Brandlast unterbrechen.</p> <p>Mindestabstände von Brandlasten zu Strahlungsschutzblechen oder Schutzwänden sind der Anlage 2 zu entnehmen.</p>

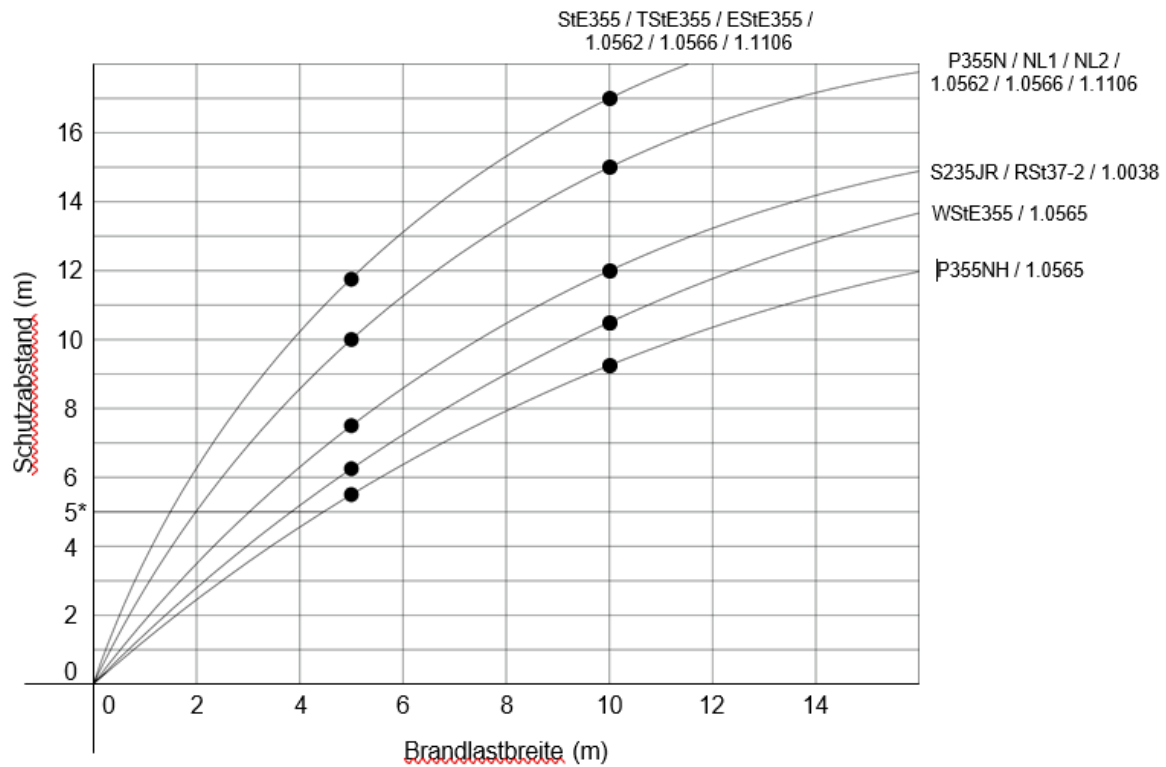
Anlage 2: Mindestabstände (MA) von Strahlungsschutzblechen und Schutzwänden zu Brandlasten

Schutzmaßnahmen	Gruppe 1 Unerhebliche Brandlast	Gruppe 2 Geringe Brandlast	Gruppe 3 Brandlast
Strahlungsschutzblech Abstand zum Behälter ca.100mm Wanddicke z. B.1mm verzinkt	Kein MA	1,0m**/ 3,0m	3,0m/ 5,0m*
Brandschutzisolierung***	Kein MA	Kein MA	Kein MA
Schutzwand*** (gemauerte Wand / Betonplatten / Stahlblech und Ähnliches)	Kein MA	Kein MA	Kein MA
* Bei Brandlasthöhen $\geq 4,5\text{m}$ beträgt der Mindestabstand 5m			
** Bei Gebäudeöffnungen in der Projektionsfläche			
*** Die Zugänglichkeit ist zu beachten (TRBS 3146, Abschnitt 4.5)			
Höhe und Breite von Strahlungsschutzblechen und Schutzwänden sind so zu bemessen, daß sie alle Sichtverbindungen zwischen Behälter und Brandlast unterbrechen			

Anlage 3.1: Zulässige Werkstofftemperaturen für einige Stahlsorten ermittelt gemäß

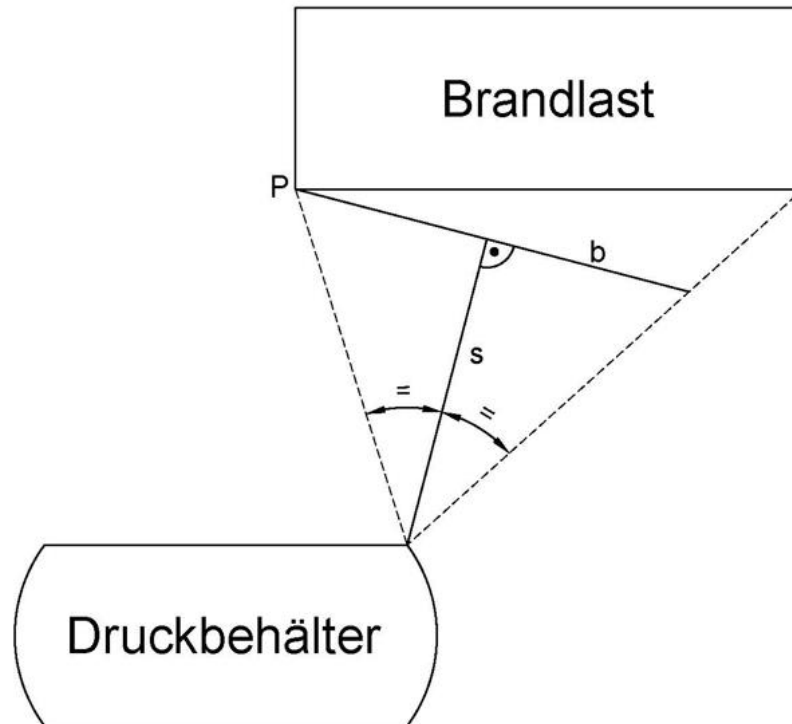
TRBS 3146, Anhang 3 (Baustahl 1.0038 gemäß AD-/AD2000-W1; Feinkornstähle P355NL und P460NL gemäß VdTÜV WB 354-1 und VdTÜV WB 357-1)

Stahlsorte		Werkstoffnorm DIN – DIN EN	Wanddicke t in mm	Streckgrenze K bei Raumtemperatur in MPa	K/S mit S=1,5 in MPa	Zulässige Werkstoff- temperatur in °C
Kurzname	Werkstoff- Nummer					
P235GH	1.0345	DIN EN 10028-2	≤ 16	235	156	289
P235GH	1.0345	DIN EN 10028-2	16 < t ≤ 40	225	150	313
HI	1.0345	DIN 17155	≤ 16	235	156	266
HI	1.0345	DIN 17155	16 < t ≤ 40	225	150	280
P265GH	1.0425	DIN EN 10028-2	≤ 16	265	176	290
P265GH	1.0425	DIN EN 10028-2	16 < t ≤ 40	255	170	286
HII	1.0425	DIN 17155	≤ 16	265	176	264
HII	1.0425	DIN 17155	16 < t ≤ 40	255	170	275
16Mo3	1.5415	DIN EN 10028-2	≤ 16	275	183	329
16Mo3	1.5415	DIN EN 10028-2	16 < t ≤ 40	270	180	328
15Mo3	1.5415	DIN 17155	≤ 10	285	190	325
15Mo3	1.5415	DIN 17155	≤ 16	275	183	294
15Mo3	1.5415	DIN 17155	16 < t ≤ 40	270	180	300
S235JR	1.0038	DIN EN 10025-2	≤ 16	235	156	214
S235JR	1.0038	DIN EN 10025-2	16 < t ≤ 40	225	150	213
RSt37-2	1.0038	DIN 17100	≤ 16	235	156	214
RSt37-2	1.0038	DIN 17100	16 < t ≤ 40	225	150	213
S355J2	1.0577	DIN EN 10025-2	≤ 16	355	236	164
S355J2	1.0577	DIN EN 10025-2	16 < t ≤ 40	345	230	167
St52-3	1.0570	DIN 17100	≤ 16	355	236	164
St52-3	1.0570	DIN 17100	16 < t ≤ 40	345	230	167
P355NH	1.0565	DIN EN 10028-3	≤ 16	355	236	290
P355NH	1.0565	DIN EN 10028-3	16 < t ≤ 40	345	230	288
WStE355	1.0565	DIN 17102	≤ 35	355	236	245
StE355	1.0562	DIN 17102	≤ 35	355	236	122
TStE355	1.0566					
EStE355	1.1106					
P460NH	1.8935	DIN EN 10028-3	≤ 16	460	306	288
P460NH	1.8935	DIN EN 10028-3	16 < t ≤ 40	445	296	288
WStE460	1.8935	DIN 17102	≤ 16	460	306	270
WStE460	1.8935	DIN 17102	16 < t ≤ 35	450	300	285
P355N	1.0562	DIN EN 10028-3	≤ 16	355	236	158
P355NL1	1.0566					
P355NL2	1.1106					
P355N	1.0562	DIN EN 10028-3	16 < t ≤ 40	345	230	158
P355NL1	1.0566	DIN EN 10028-3	≤ 16	460	306	158
P355NL2	1.1106					
P460NL1	1.8915	DIN EN 10028-3	≤ 16	460	306	158
P460NL2	1.8918	DIN EN 10028-3	16 < t ≤ 40	445	296	158
P460NL1	1.8915					
P460NL2	1.8918					



Anlage 3.2: Schutzabstände zu Brandlasten in Abhängigkeit von der Brandlastbreite für Druckgasbehälter aus den Stählen S235JR (RSt37-2), P235NH (WStE355) und P355NL1/2 (TStE355-ES2E355)

*Entzündbare Gase: Schutzabstand mindestens 5m



P = nächstliegender Punkt der Brandlast zum Druckgasbehälter
b = Brandlastbreite bzw. Hilfsbreite
s = Schutzabstand

Anlage 3.3: Graphische Ermittlung der Brandlastbreite eines Gebäudes