

DIN EN 12110-1



ICS 91.220; 93.060

Entwurf

Einsprüche bis 2023-04-03
Vorgesehen mit
E DIN EN 12110-2:2023-03
als Ersatz für
DIN EN 12110:2014-10

**Tunnelbohrmaschinen –
Druckluftschleusen –****Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Druckluftschleusen, die
Druckluft als Druck- oder Atemmedium verwenden, sowie Anforderungen
an Sauerstoff-Atemsysteme zum Zweck der Dekompression;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12110-1:2023**

Tunnel boring machines –
Air locks –

Part 1: Requirements for air locks utilising compressed air as the pressurising or breathing medium along with requirements for oxygen breathing systems for decompression purposes;
German and English version prEN 12110-1:2023

Machines pour la construction de tunnels –
Sas de transfert –

Partie 1: Prescriptions relatives aux sas de transfert utilisant de l'air comprimé comme fluide de pressurisation ou de respiration ainsi que les prescriptions relatives aux systèmes respiratoires à oxygène pour la décompression;
Version allemande et anglaise prEN 12110-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-02-03 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@vdma.org 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 oder 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 92 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-13-04 AA „Tunnelbaumaschinen“ im Fachbereich „Bau- und Baustoffmaschinen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von „Tunnelbaumaschinen“ 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.

prEN 12110, *Tunnelbohrmaschinen — Druckluftschleusen* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Druckluftschleusen, die Druckluft als Druck- oder Atemmedium verwenden, sowie Anforderungen an Sauerstoff-Atemsysteme zum Zweck der Dekompression;*
- *Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen bei der Verwendung von luftfremden Atemmischungen und Sättigungsverfahren in Personenschleusen sowie unter Druck stehenden Transfer Shuttles.*

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

IEC 60364-7-706:2005 siehe DIN VDE 0100-706:2021-06, modifiziert

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 12110:2014-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Hinzufügung eines zweiten Teils, der Mischgas- und Sättigungsnutzung zusammen mit unter Druck stehenden Transfer Shuttles abdeckt;
- b) Überarbeitung von Begriffen;
- c) Überarbeitung aller sicherheitstechnischen Anforderungen;
- d) Aktualisierung der Liste der signifikanten Gefährdungen;
- e) Überarbeitung von Anhang ZA.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN VDE 0100-706:2021-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen — Teil 7-706: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art — Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit (IEC 60364-7-706:2005, modifiziert + A1:2019)*; Deutsche Übernahme HD 60364-7-706:2007 + A1:2020

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Tunnelbohrmaschinen — Druckluftschleusen — Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Druckluftschleusen, die Druckluft als Druck- oder Atemmedium verwenden, sowie Anforderungen an Sauerstoff-Atemsysteme zum Zweck der Dekompression
<i>Titel en:</i>	Tunnel boring machines — Air locks — Part 1: Requirements for air locks utilising compressed air as the pressurising or breathing medium along with requirements for oxygen breathing systems for decompression purposes
<i>Titel fr:</i>	Machines pour la construction de tunnels — Sas de transfert — Partie 1: Prescriptions relatives aux sas de transfert utilisant de l'air comprimé comme fluide de pressurisation ou de respiration ainsi que les prescriptions relatives aux systèmes respiratoires à oxygène pour la décompression

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Sicherheitstechnischen Anforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Allgemeine Anforderungen – Alle Druckluftschleusen	11
4.2.1 Bemessungsdruck	11
4.2.2 Druckbegrenzungsventil	11
4.2.3 Rohrleitungen, Schläuche, Ventile und Manometer	12
4.2.4 Steuerfunktionen der Druckluftschleuse	15
4.2.5 Brandschutz	15
4.2.6 Elektrische Ausrüstung	16
4.2.7 Notstromversorgung	17
4.2.8 Bedienungsstand	17
4.2.9 Türen, Schließen und Abdichten	17
4.2.10 Einlässe von Rohrleitungen	18
4.2.11 Anschlagpunkte	18
4.2.12 Versorgungsleitungen in der Druckluftschleuse	18
4.2.13 Beleuchtung der Bedienungsstände und Steuerungsgeräten	18
4.2.14 Kammerbeschichtungen	18
4.3 Personenschleusen	18
4.3.1 Anzahl der Kammern	18
4.3.2 Maßanforderungen	18
4.3.3 Sitzgelegenheiten	20
4.3.4 Beleuchtung	20
4.4 Druckluft- und Sauerstoffversorgung	21
4.4.1 Schnittstelle zwischen prEN 12110-1:2023 und prEN 16191:2023 hinsichtlich der Gasversorgung zur Personenschleuse	21
4.4.2 Druckluft	22
4.4.3 Zuflusssteuerungen – Druckluft	22
4.4.4 Ablasssteuerungen	22
4.4.5 Ablasssteuerungen	22
4.4.6 Ausstattung für Personenschleusen	23
4.4.7 Betrachtungsfenster	24
4.4.8 Belüftung	24
4.4.9 Sauerstoff-Atemsystem (einschließlich aller Gasmischungen mit mindestens 23,5 % Sauerstoff)	25
4.5 Materialschleuse	28
4.6 Kombinierte Schleuse	29
4.7 Zertifizierung und Prüfung	29
5 Feststellung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen	29

6	Benutzerinformation	30
6.1	Allgemeines	30
6.2	Hinweise, Signale und Warneinrichtungen	30
6.3	Bedienungsanleitung	30
6.4	Kennzeichnung.....	32
	Anhang A (informativ) Liste der signifikanten Gefährdungen	33
	Anhang B (informativ) Feststellung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen.....	37
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG	44
	Literaturhinweise.....	46

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12110-1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 151 „Bau- und Baustoffmaschinen – Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt

Dieses Dokument wird, zusammen mit prEN 12110-2, EN 12110:2014 ersetzen.

prEN 12110-1:2023 enthält gegenüber EN 12110:2014 folgende wesentliche Änderungen:

- Hinzufügung eines zweiten Teils, der Mischgas- und Sättigungsnutzung zusammen mit unter Druck stehenden Transfer Shuttles abdeckt;
- Überarbeitung von Begriffen;
- Überarbeitung aller sicherheitstechnischen Anforderungen;
- Aktualisierung der Liste der signifikanten Gefährdungen;
- Überarbeitung von Anhang ZA.

prEN 12110, *Tunnelbohrmaschinen — Druckluftschleusen* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Druckluftschleusen, die Druckluft als Druck- oder Atemmedium verwenden, sowie Anforderungen an Sauerstoff-Atemsysteme zum Zweck der Dekompression;*
- *Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen bei der Verwendung von luftfremden Atemmischungen und Sättigungsverfahren in Personenschleusen sowie unter Druck stehenden Transfer Shuttles.*

Zur Vereinfachung der Anwendung, wurde die Struktur von Teil 2 so weit wie möglich an die von Teil 1 angepasst. Dies hatte die Wiederholung einiger Textpassagen in beiden Teilen zur Folge, ist jedoch für die Anwender deutlicher.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n) / EU-Verordnung(en).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) / EU-Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Typ-C-Norm nach EN ISO 12100:2010.

Auf die betreffenden Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungseignisse wird im Anwendungsbereich dieses Dokumentes hingewiesen.

Wenn die Festlegungen in dieser Typ-C-Norm von den Festlegungen in Typ-A-, oder Typ-B-Normen abweichen, haben die Festlegungen dieser Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen der anderen Normen für Maschinen, die nach den Festlegungen dieser Typ-C-Norm konzipiert und gebaut worden sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für Form, Aufbau, Ausstattung, Kennzeichnung und Prüfung von Druckluftschleusen, wie in 3.3 festgelegt, die einen integralen Teil von Tunnelbaumaschinen darstellen. Es deckt die Anforderungen an Personenschleusen ab, die Druckluft als Druck- oder Atemmedium verwenden, sowie Anforderungen an Sauerstoff-Atemsysteme zum Zweck der Dekompression ab. Die bestimmungsgemäße Verwendung ist auf den Temperaturbereich von 5 °C bis 50 °C beschränkt.

Dieses Dokument gilt auch für die Form, Herstellung und Prüfung von Druckwänden zur Bildung von Druckluftschleusen innerhalb des Tunnels oder Schachtes.

Zudem erstreckt sich das Dokument auf Steuerfunktionen und Steuerinformationen im Hinblick auf Zwischenkammern (in prEN 12110-2:2023, 3.7, definiert) (sofern vorhanden), auf die jedoch über den Bedienungsstand der Personenschleuse zugegriffen wird.

prEN 12110-2 legt für Personenschleusen, die auf die Möglichkeit zur Nutzung von Atemgasmischungen außer Luft, wie etwa Nitrox, Trimix und Heliox ausgelegt sind, zusätzliche Anforderungen fest, die sich von denen in Teil 1 unterscheiden. prEN 12110-2 legt zusätzliche Anforderungen an Personenschleusen fest, die zur Anwendung von Sättigungsverfahren bei Drücken bis maximal 20 bar(g) im Zusammenhang mit Tunnelbauarbeiten, ausgelegt sind. Es legt zudem Anforderungen an unter Druck stehenden Transfer Shuttles, wie in 3.3.5 definiert, fest.

Die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine wird, unter Beachtung von Informationen zur bestimmungsgemäßen Verwendung, des vorgesehenen Einsatzortes, der vorgesehenen Verfahren und Dekompressionsverfahren, die alle vom Anwender zur Verfügung gestellt werden, zwischen dem Hersteller und dem Anwender vereinbart.

Druckluftschleusen sind für gewöhnlich mit Tunnelbohrmaschinen verbunden oder in diese integriert, sodass folglich mehrere Schnittstellen zwischen den durch diese Norm abgedeckten Maschinen und durch prEN 16191:2023 abgedeckte Maschinen vorliegen. Diese Schnittstellen sind in beiden Normen als angemessen anerkannt.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Maschinen und Ausrüstung, die hergestellt wurden, bevor CEN dieses Dokument veröffentlichte.

ANMERKUNG 1 Druckluftschleusen können durch die Konstruktion einer oder mehrerer, an der Tunnelauskleidung gesicherten Trennwände in einem Tunnel errichtet werden. Obwohl die für Tunnel-Druckluftschleusen erforderliche Ausrüstung denen für TBM-Druckluftschleusen ähnelt, gilt prEN 12110-1:2023 jedoch ausschließlich für die Form, Herstellung und Prüfung von Trennwänden in dieser Situation.

ANMERKUNG 2 Druckluftschleusen können auch an ein Luftdeck in einem Schacht angeschlossen sein. Auch hier gilt, obwohl die für derartige Druckluftschleusen erforderliche Ausrüstung denen für TBM-Druckluftschleusen ähnelt, gilt prEN 12110-1:2023 jedoch ausschließlich für die Form, Herstellung und Prüfung von Trennwänden (Luftdecken) in Schächten.

Dieses Dokument behandelt alle signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse, die auf Druckluftschleusen und Druckwände zutreffen, wenn sie bestimmungsgemäß und entsprechend den vorhersehbaren Bedingungen des Herstellers verwendet werden (siehe Anhang A).

Die Druckluft- und Sauerstoffversorgung zur Druckluftschleuse fällt teilweise in den Anwendungsbereich von prEN 12110-1:2023 und teilweise in den Anwendungsbereich von prEN 16191:2023 und auf diese Einteilung wird innerhalb des jeweiligen Textes in beiden Normen deutlich hingewiesen.

Gefährdungen durch Schwingungen, Lärm und EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) sind keine signifikanten Gefährdungen für Druckluftschleusen.

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).

EN 250:2014, *Atemgeräte — Autonome Leichttauchgeräte mit Druckluft — Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

EN 751-3:2022, *Dichtmittel für metallene Gewindeverbindungen in Kontakt mit Gasen der 1., 2. und 3. Familie und Heißwasser — Teil 3: Ungesinterte PTFE-Bänder und -Fäden*

EN 837-1:1996¹, *Druckmeßgeräte — Teil 1: Druckmeßgeräte mit Rohrfedern — Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung; Berichtigung AC*

EN 894-1:1997+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen*

EN 894-2:1997+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 2: Anzeigen*

EN 894-3:2000+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 3: Stellteile*

EN 894-4:2010, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 4: Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen*

EN 12021:2014, *Atemgeräte — Druckgase für Atemschutzgeräte*

prEN 12110-2:2023, *Tunnelbohrmaschinen — Druckluftschleusen — Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen bei der Verwendung von luftfremden Atemmischungen und Sättigungsverfahren in Personenschleusen sowie unter Druck stehenden Transfer Shuttles*

EN 12449:2016+A1:2019, *Kupfer und Kupferlegierungen — Nahtlose Rundrohre zur allgemeinen Verwendung*

EN 12464-1:2021, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*

EN 13348:2016, *Kupfer und Kupferlegierungen — Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für medizinische Gase oder Vakuum*

EN 13445-1:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines*

EN 13445-2:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13445-3:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 13445-4:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN 13445-5:2021, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

EN 14931:2006, *Druckkammern für Personen — Mehrpersonen-Druckkammersysteme für hyperbare Therapie — Leistung, sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung*

1 Korrigiert durch EN 837-1:1996/AC:1998.

prEN 16191:2023, *Tunnelbohrmaschinen — Sicherheitstechnische Anforderungen*

EN 60204-1:2018, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016, modifiziert)*

EN 60529:1991, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989)*

EN 61310-1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale (IEC 61310-1:2007)*

EN IEC 61000-6-1:2019, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-1: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-1:2016)*

EN IEC 61000-6-2:2019, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2016)*

EN IEC 61000-6-3:2021, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-3: Fachgrundnormen — Störaussendung von Geräten in Wohnbereichen (IEC 61000-6-3:2020)*

EN IEC 61000-6-4:2019, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-4: Fachgrundnormen — Störaussendung für Industriebereiche (IEC 61000-6-4:2018)*

EN ISO 3411:2007, *Erdbaumaschinen — Körpermaße von Maschinenführern und Mindestfreiraum (ISO 3411:2007)*

EN ISO 10380:2012, *Rohrleitungen — Gewellte Metallschläuche und Metallschlauchleitungen (ISO 10380:2012)*

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

ISO 6405-1:2017, *Earth-moving machinery — Symbols for operator controls and other displays — Part 1: Common symbols*

IEC 60364-7-706:2005, *Low-voltage electrical installations — Part 7-706: Requirements for special installations or locations — Conducting locations with restricted movement*

IEC/TR 60877:1999, *Procedures for ensuring the cleanliness of industrial-process measurement and control equipment in oxygen service*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100:2010 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1 Druckluft

Luft mit einem Druck von mehr als 0,1 bar über dem atmosphärischen Druck

Anmerkung 1 zum Begriff: Sämtliche Drücke, die über dem atmosphärischen Druck gemessen werden müssen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Bezugnahme auf Druckluftarbeiten bedeutet „hoch“ einen Druckanstieg und „runter“ einen Druckabfall. Beim Tauchen tritt manchmal die gegenteilige Bedeutung auf, da hier die Tiefe ersatzweise als Messgröße für Druck verwendet werden kann.

3.2

Arbeitskammer

Raum, in dem Arbeiten unter Druckluft ausgeführt werden

3.3

Druckluftschleuse

Druckbehälter mit einer oder mehreren Kammern, die den Übergang zwischen Bereichen mit unterschiedlichem Druck ermöglichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Tunnelbauanwendungen können Druckluftschleusen als Durchgang für Materialien/Ausrüstung, Personen oder beides dienen.

3.3.1

Materialschleuse

Druckluftschleuse, durch die ausschließlich Materialien oder Geräte in die Arbeitskammer ein- oder aus dieser ausgeschleust werden

3.3.2

Personenschleuse

Druckluftschleuse, durch die ausschließlich Personen hindurchgehen

3.3.3

kombinierte Schleuse

Druckluftschleuse, durch die Personen, Materialien oder Geräte in die Arbeitskammer ein- oder aus dieser ausgeschleust werden

3.3.4

Versorgungsschleuse

Druckluftschleuse mit einem Durchmesser unter 500 mm, die als Durchgang für Nahrungsmittel, Getränke, Medizinprodukte und Verbrauchsmaterialien zu einer Personenschleuse dient

3.3.5

autonome Druckluftschleuse innerhalb des Tunnels (Boiler-Schleuse)

Druckluftschleuse mit einer oder mehreren Kammern, die an eine Druckwand in einem Tunnel angeschlossen ist

3.4

Druckwand

Struktur, die Räume mit verschiedenen Druckniveaus in einem Tunnel voneinander trennt und die als Durchgang eine Druckluftschleuse aufweist

3.5

maximaler Betriebsdruck

höchster Druck, dem eine Druckkammer im Normalbetrieb ausgesetzt werden darf

3.6

Berechnungsdruck (maximal zulässiger Druck)

PS

maximaler Druck, für den die Geräte ausgeführt sind, wie vom Hersteller festgelegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Berechnungsdruck ist der maximale zulässige Druck, der von der EU-Richtlinie 2014/68/EU bezüglich Druckeinrichtungen (PED, en: Pressure Equipment Directive) abgeleitet ist.

3.7

Prüfdruck

TP

Druck, auf den die Geräte geprüft werden

3.8

Sauerstoff-Atemsystem

Anlage, Rohrleitungen und Zusatzeinrichtungen als Teil einer Personenschleuse, die dazu verwendet wird, die Sauerstoffversorgung im Zuge von Dekompressionsverfahren zur Verfügung zu stellen

3.9

Atemanschluss

Teil eines BIBS, bestehend aus einer Kombination aus Maske und Regler als Teil von Systemerweiterungen mit der Option auf Verbesserung der Durchflusseigenschaften, zur Versorgung mit Atemsauerstoff während der Dekompression

3.10

Hauptkammer

Kammer einer Personenschleuse, wo üblicherweise die Dekompression durchgeführt wird

3.11

Vorkammer

Kammer einer Personenschleuse, die den Übergang von atmosphärischem Druck zur Hauptkammer ermöglicht

3.12

sauerstoffverträglicher Werkstoff

Werkstoff, der unbedenklich bei Kontakt mit Sauerstoff oder Gasmischungen mit mehr als 23,5 % Volumenanteil Sauerstoff verwendet werden kann

3.13

Atemgasmischung (Mischgas)

atembare Gasmischung außer Luft, aus Sauerstoff mit Stickstoff und/oder Helium

3.14

Transport unter Druck

Prozess, bei dem Personen in einem unter Druck stehenden Transfer Shuttle unter Beibehaltung des Drucks von einem hyperbaren System in ein anderes transportiert werden

3.15

PVHO, en: pressure vessel for human occupancy

Druckkammer für Personen

3.16

Bedienungsstand

Arbeitsbereich, von dem aus die lebenserhaltenden Maßnahmen zur Personenschleuse gesteuert werden

3.17

Luftdeck

horizontale, in Schächten verwendete Druckwand

3.18

eingebautes Atemsystem

BIBS, en: built in breathing system

aus Masken, Reglern, Schläuchen, Zu- und Abluftleitungen bestehendes System mit der Option auf Systemerweiterungen zur Verbesserung der Durchflusseigenschaften, zur Versorgung der Personen in einer Personenschleuse mit einer Gas- oder Atemgasmischung

3.19

Sättigungsverfahren

Langzeitverfahren (üblicherweise über mehrere Tage), bei dem sich die betreffende Person in einer Umgebung mit bestimmten Druck aufhält und unter Beibehaltung des Drucks mittels eines unter Druck stehenden Transfer Shuttles zur Arbeitskammer und von dieser weg gelangen kann

3.20

unter Druck stehendes Transfer Shuttle

mobile Personenschleuse zum Personentransport unter Druck von einem hyperbaren System zu einem anderen

4 Sicherheitstechnischen Anforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen

4.1 Allgemeines

Druckluftschleusen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen.

Druckluftschleusen müssen, wie Drucktanks, in Übereinstimmung mit EN 13445-1:2021, EN 13445-2:2021, EN 13445-3:2021, EN 13445-4:2021 und EN 13445-5:2021 konstruiert, hergestellt und geprüft werden.

Außerdem muss die Maschine im Hinblick auf die Gefährdungen, die relevant, aber nicht signifikant sind und die nicht in dieser Norm behandelt werden, nach den Leitsätzen von EN ISO 12100:2010 konstruiert sein.

4.2 Allgemeine Anforderungen – Alle Druckluftschleusen

4.2.1 Bemessungsdruck

Der Berechnungsdruck (zulässige Höchstdruck) für den Aufbau der Druckluftschleuse muss das 1,1-Fache des maximalen Betriebsdrucks betragen.

Der Berechnungsdruck für Druckwände muss das 1,1-Fache des maximalen Arbeitsdrucks betragen, wenn Trennwände nicht druckgeprüft werden können, muss der Berechnungsdruck jedoch das Doppelte des maximalen Arbeitsdrucks betragen.

ANMERKUNG Der maximale Arbeitsdruck wird zwischen dem Hersteller und dem Anwender vereinbart.

4.2.2 Druckbegrenzungsventil

Jede Kammer der Druckluftschleuse muss über ein Druckbegrenzungsventil verfügen, das erst in Betrieb genommen wird, sobald der maximale Arbeitsdruck überschritten wurde und geschlossen werden muss, bevor der Druck unter den maximalen Arbeitsdruck fällt. Bei maximalem Lufteinlass darf der Kammerdruck den Berechnungsdruck (maximal zulässigen Druck) um nicht mehr als 10 % übersteigen.

Falls vorhanden, müssen Zwischenkammern ebenfalls über Druckentlastungsventile verfügen.

Bei Öffnungen, die Druckentlastungsventile speisen, müssen die Ventile an der Kammerhülle mit Dichtungen in der geöffneten Stellung gesichert sein.

ANMERKUNG Als Sicherungsmittel können Bänder oder dünner Draht verwendet werden, um den Ventilbetrieb im Bedarfsfall zu ermöglichen.

4.2.3 Rohrleitungen, Schläuche, Ventile und Manometer

4.2.3.1 Allgemeines

Rohrleitungen, Schläuche und Ventile, die einen wesentlichen Bestandteil von Druckluftschleusen bilden, müssen so bemessen sein, dass sie dem durch ihre Funktion verursachten maximalen Betriebsdruck standhalten.

ANMERKUNG 1 Der maximale Arbeitsdruck in Rohren und Schläuchen wird durch ihre Funktion, nämlich die Zu- und Ableitung von Fluiden bestimmt und unterscheidet sich daher vermutlich erheblich von dem der Druckluftschleusenstruktur.

ANMERKUNG 2 Der Begriff „Rohrleitungen“ und „Schläuche“ schließt alle Armaturen wie Kniestücke, T-Stücke usw. mit ein.

ANMERKUNG 3 Fluide umfassen Gase und Flüssigkeiten.

Es sind so wenige Schläuche wie möglich zu verwenden und falls sie verwendet werden, müssen sie möglichst kurz sein.

Die Druckverringerung der ersten Stufe sollte nahe am Versorgungspunkt erfolgen - siehe prEN 16191:2023.

Sämtliche Rohrleitungen, Schläuche, Ventile und Manometer, in denen Mischungen mit einer Gas- oder Atemgas Mischung mit mindestens 23,5 % Volumenanteil Sauerstoff enthalten sind, müssen sauerstoffverträglich sein.

Rohrleitungen und Schläuche müssen bezüglich ihrer Funktion, ihres Inhalts und ihrer Fließrichtung gekennzeichnet sein. Kennzeichnungen müssen in der Nähe der Ventile oder Manometer angebracht sein und in Abständen von höchstens 5 m wiederholt werden. Die Kennzeichnungen müssen gut sichtbar sein. Zur einfacheren Identifizierung der Inhalte müssen Farbkodierungen verwendet werden: weiß für Sauerstoff, schwarz für Stickstoff, braun für Helium mit passenden Farbkombinationen für Mischungen einschließlich Luft.

Alle Ventile und Manometer müssen mit ihren Funktionen gekennzeichnet sein, z. B. „Kompression – Hauptkammer“ und Ventile müssen mit ihrer Betätigungsrichtung gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung muss EN 61310-1:2008 entsprechen.

ANMERKUNG 4 Die Ventilfunktionen umfassen u. a. „Kompression“, „Dekompression“, „BIBS Sauerstoffversorgung“, „BIBS Sauerstoffaustritt“ in Kombination mit „Hauptkammer“, „Vorkammer“. Die Manometerfunktionen umfassen u. a. „Luftdruck“, „Sauerstoffdruck“ in Kombination mit „Hauptkammer“ usw.

4.2.3.2 Rohrleitungen

Rohrleitungen müssen einen maximalen Arbeitsdruck haben, der ihrem Zweck entspricht.

Zur Drucksteuerung müssen Regler in der Leitung angebracht sein.

ANMERKUNG Der Druck in Rohrleitungen variiert von typischerweise 200 bar bis 300 bar am Versorgungspunkt bis zu weniger als 40 bar am Nutzungspunkt.

Rohrleitungen müssen abgestützt werden. Erweiterungen müssen berücksichtigt werden.

Rohrleitungen müssen einem Berstdruck von mindestens dem 4-fachen maximalen Betriebsdruck der enthaltenen Flüssigkeit standhalten. Rohrleitungsinstallationen müssen mit dem 1,5-fachen maximalen Arbeitsdruck druckgeprüft werden.

Bei Rohrleitungen für Druckluft darf es sich, sofern zwischen Anwender und Hersteller so vereinbart, um Stahlrohre mit Gewindearmaturen handeln.

Rohrleitungen für Sauerstoff müssen aus Aluminium-Nickel-Silizium-Messing (Kupferlegierung) nach EN 12449:2016+A1:2019 CW 700R oder austenitischem Edelstahl mit einem Chrom-Nickel-Gehalt von > 22 % oder aus Kupferrohr nach EN 13348:2016 bestehen.

Andere Rohrleitungen als solche aus Baustahl müssen mithilfe von Druckringverbindungen verbunden werden, die mit dem Werkstoff der verbundenen Rohre kompatibel sind. Doppelklemmringverschraubungen sind vorzuziehen.

PTFE-Gewindeband an Verschraubungen muss, sofern verwendet, EN 751-3:2022, GRp-Grad, entsprechen.

4.2.3.3 Schläuche und nichtmetallische Rohrleitungen

Feste Rohrleitungen sind Schläuchen oder nichtmetallischen Rohrleitungen vorzuziehen.

ANMERKUNG 1 Der nachfolgend in diesem Dokument verwendete Begriff „Schläuche“ umfasst sämtliche nichtmetallischen Rohrleitungen.

Schläuche müssen einem Berstdruck von mindestens dem vierfachen maximalen Betriebsdruck der enthaltenen Flüssigkeiten standhalten. Schlauchinstallationen müssen mit dem 1,5-fachen maximalen Arbeitsdruck druckgeprüft werden.

Schläuche müssen gegen übermäßige Bewegung und Herumschlagen gesichert sein.

Schläuche für die Sauerstoffversorgung zur Kammer müssen außen mit Stahlgeflecht verkleidet sein, mit Kühlkörper und Rückhaltekegel und EN ISO 10380:2012 entsprechen. Das gewellte Schlauchelement muss aus austenitischem Edelstahl bestehen. Schläuche dürfen nur für Anwendungen verwendet werden, deren maximaler Arbeitsdruck 40 bar nicht übersteigt. Direkt an Masken angebrachte Schläuche müssen über kein Geflecht verfügen.

Selbstabdichtende Schnelkupplungen müssen, sofern verwendet, mit dem jeweiligen Fluid kompatibel und ihren vorgesehenen Zweck geeignet sein.

ANMERKUNG 2 ISO 7241:2014, Reihe A, stellt eine geeignete Norm für selbstabdichtende Schnelkupplungen an Versorgungs-Sammelleitungen dar, aufgrund des Durchflusswiderstands sind derartige Kupplungen jedoch möglicherweise nicht für die Verwendung an Ablaufleitungsanschlüssen und Masken-Zu- und -Ablaufverbindungen für Atemanschlüsse geeignet.

Schläuche für Kammer-Heiz-/Kühlsysteme müssen einen Betriebsbereich von –10 °C bis 100 °C aufweisen.

4.2.3.4 Ventile

Es müssen Ventile zur Steuerung des Druckaufbaus und der Druckentlastung angebracht sein und, wo in diesem Dokument spezifiziert, als Sicherheits-Absperrventile für Notfälle verwendet werden.

ANMERKUNG An Druckluftschleusen werden zwei Ventilarten verwendet – langsame Ventile, oftmals in Form von Ventilen mit Mehrfachdrehung oder Ventile mit Linearbewegung und schnelle Ventile, oftmals in Form von Ventilen mit Vierteldrehung oder Drehventilen. Die für die jeweilige Funktion erforderliche Ventilkategorie (schnell oder langsam) ist im Text angegeben. Rückschlagventile sind aufgrund ihrer Beschaffenheit und Funktion schnell.

Direkt neben der Hülle angebrachte Not-Absperrventile müssen schnell sein.

In Sauerstoffsystemen (oder mit Mischungen, die mindestens 23,5 % Sauerstoff enthalten) verwendete Ventile müssen sauerstoffverträglich und langsam sein.

4.2.3.5 Servoventile

Sämtliche Servoventile müssen über eine manuelle Übersteuerung oder Umgehung verfügen.

4.2.3.6 Manometer

ANMERKUNG An Druckluftschleusen werden zwei Manometerarten verwendet – Kontrollmanometer zur Anzeige des Drucks im Zusammenhang mit der Kompression oder Dekompression von Personen und Anzeigemanometer zur Anzeige des Drucks in einer Schleusenkammer oder Versorgungsleitung, z. B. Luft, Löschwasser usw. Die für die jeweilige Funktion erforderliche Manometerkategorie (Kontroll- oder Anzeige-) ist im Text angegeben.

Kontroll-Manometer müssen über eine Spiegelskala verfügen. Sie müssen einen Skalendurchmesser von mindestens 150 mm aufweisen und die Skalenschritte muss die Ablesung des Manometerwerts auf die nächsten 0,05 bar ermöglichen. Sie müssen auf 0,25 % des gesamten Skalenwerts genau sein. Es muss möglich sein, ein Manometer mit Spiegelskala zu Ausbau- oder Kalibrierungszwecken zu isolieren.

Anzeige-Manometer müssen EN 837-1:1996¹ entsprechen und einen Durchmesser von mindestens 63 mm aufweisen.

Alle Manometer müssen, sofern in dieser Norm nicht anders angegeben, so ausgewählt werden, dass der verwendete maximale Arbeitsdruck ungefähr 75 % des gesamten Skalenwerts beträgt. Alle Manometer müssen den Druckanstieg im Uhrzeigersinn anzeigen.

In Sauerstoffsystemen (oder mit Mischungen, die mindestens 23,5 % Sauerstoff enthalten) verwendete Manometer müssen sauerstoffverträglich sein.

Anstelle analoger Manometer dürfen digitale Manometer mit gleichwertiger Genauigkeit zur Verfügung gestellt werden, die über eine nicht unterbrechbare Stromversorgung verfügen müssen, die das Manometer mindestens 24 h lang mit Strom versorgen kann.

Anzeige-Manometer müssen durch Vergleich mit einem zertifizierten Prüfinstrument an mindestens 4 Punkten innerhalb der Skala auf eine Genauigkeit von $\pm 2,5$ % des maximalen Skalenwerts oder nach Spezifikation des Herstellers (je nach dem, was eine höhere Genauigkeit aufweist) geprüft werden.

4.2.3.7 Druckregler

Um den stromabseitigen Druck auf ein für die bestimmungsgemäße Verwendung der jeweiligen Versorgung sicheres Niveau zu senken, müssen Druckluft- und Sauerstoff-Versorgungsleitungen mit Druckreglern ausgestattet sein.

Wenn der Druckregler Teil der Gasversorgung des Tunnels ist (siehe prEN 16191:2023), ist kein Regler an der Druckluftschleuse erforderlich.

Jede Versorgungsleitung muss über einen eigenen Regler verfügen.

4.2.3.8 Gasanalyse

Es müssen Verbindungen zusammen mit Isoliereinrichtungen zur Ermöglichung der Entfernung oder Kalibrierung angebracht werden, um die Anbringung von Ausrüstung zur Gasanalyse an der Personenschleuse zu ermöglichen. Positionen für derartige Verbindungen sind in prEN 12110-2 dargelegt.

4.2.3.9 Schutz gegen Einlassleitungsbruch

Zum Schutz gegen plötzlichen Druckverlust aufgrund von Einlassleitungsbrüchen müssen alle Einlassleitungen mit einem Durchmesser von 15 mm und mehr an beiden Hüllenseiten mit Einrichtungen zum Absperren der Leitung im Falle eines Leitungsbruchs ausgestattet sein. Die im Hüllinneninneren müssen automatisch funktionieren und dürfen schnell sein (z. B. Klappenventile oder Rückschlagventile). Installierte Einrichtungen müssen für gewöhnlich neben der Öffnung positioniert werden; wenn dies jedoch nicht möglich ist, muss die Leitung zwischen Öffnung und Einrichtung so kurz wie möglich sein und vor mechanischen Beschädigungen geschützt sein.

Bei Druckluftschleusen, die für eine Verwendung bei über 5 bar vorgesehen sind, muss an jedem Rohr mit einem Durchmesser über 15 mm, das für den üblichen Gasabfluss (kein Notfall) aus der Kammer vorgesehen ist, ein automatisches Überlauf-Absperrventil angebracht werden.

Dieser Abschnitt gilt nicht für das Brandbekämpfungssystem.

Öffnungen müssen mit dem Zweck der hindurchgelegten Leitung gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnungen müssen an der Hülle, neben der Öffnung angebracht werden.

4.2.4 Steuerfunktionen der Druckluftschleuse

Außerhalb jeder Kammer der Druckluftschleuse muss ein Anzeige-Manometer vorhanden sein, das den Druck in der Kammer anzeigt. Bei Personenschleusen muss sich in jeder Kammer ein Anzeige-Manometer neben der Kammertür befinden, das den Druck der angrenzenden Kammer anzeigt.

Wenn eine Zwischenkammer vorhanden ist, müssen sich neben der Tür ebenfalls Anzeige-Manometer befinden, die den Druck der angrenzenden Personenschleusenkammer oder Arbeitskammer anzeigt.

Außerhalb jeder Kammer der Druckluftschleuse müssen sich separate langsame Ventile zur Steuerung der Kompression und Dekompression der Kammer befinden. Die Ventile müssen sich innerhalb von 500 mm zum Manometer, das den Druck in der Kammer anzeigt, befinden. Die Ablesung des Manometers muss während des Ventilbetriebs möglich sein.

4.2.5 Brandschutz

Personen- und Materialschleusen müssen aus Materialien und Komponenten konstruiert sein, die unter erhöhtem Luftdruck schwer entflammbar sind und im Brandfall nur in geringem Umfang giftige Gase entwickeln.

Es muss eine Sprinkleranlage oder ein Wassersprühnebelssystem vorhanden sein, das über Auslässe in jede Kammer der Personenschleusen verfügt. Sie/Es muss sowohl von innerhalb als auch von außerhalb der Kammer betrieben werden können. Die Systemauslegung muss auf den Leistungsanforderungen für die Hauptkammer einer Personenschleuse basieren.

Sprinkleranlagen müssen EN 16081:2011+A1:2013, jedoch mit den folgenden Änderungen, entsprechen – (EN 16081:2011+A1:2013, 5.8) alle Teile der Anlage müssen so farbkodiert oder gekennzeichnet sein, dass sie sofort von allen anderen Systemen an der Druckluftschleuse unterscheidbar sind; (5.10) die Verteilung des Löschmittels muss durch ein dauerhaft betriebsbereites, exklusiv der Löschanlage zugeordnetes Gasdrucktanksystem erfolgen; (5.12) bei dem „permanent betriebsbereiten“ Druckmedium muss es sich um ein Gas handeln, das innerhalb des normalen Betriebsbereichs der Kammer atembar ist; (5.13) der erforderliche Vorrat an Löschmittel muss so berechnet werden, dass ein mindestens 2-minütiger Löschmittelfluss gewährleistet ist. Die Anlage muss, bei Nassmessung mit Wasser in Übereinstimmung mit EN 16081:2011+A1:2013, 6.3.2, die Anforderungen dieses Abschnitts erfüllen. Es darf keine Heißprüfung durchgeführt werden.

Wassersprühnebelssysteme müssen die Anforderungen von NFPA 99:2021 erfüllen und in Übereinstimmung mit NFPA 750 konstruiert sein. Sie müssen zudem die Anforderungen dieses Abschnitts an die Kennzeichnung erfüllen. Sie müssen durch ein dauerhaft betriebsbereites, exklusiv der Löschanlage zugeordnetes Gasdrucktanksystem betrieben werden, das ein innerhalb des normalen Betriebsbereichs der Kammer atembares Gas enthält. Die erforderliche Löschmittelmenge sowie die Menge des Gases zu dessen Verteilung müssen so berechnet werden, dass ein mindestens 2-minütiger Löschmittelfluss gewährleistet ist. Die Anlage muss, bei Nassmessung mit Wasser in Übereinstimmung mit EN 16081:2011+A1:2013, 6.3.2, die Anforderungen dieses Abschnitts erfüllen.

Es muss eine Einrichtung zur Druckanzeige vorhanden sein, die den Druck des Druckmediums misst und die Daten am Bedienungsstand der Schleuse anzeigt.

Das Feuerlöschsystem muss zudem in jeder Kammer der Personenschleuse entweder einen handgeführten hyperbaren Feuerlöscher oder einen Wasserschlauch beinhalten. Sämtliche Lösch-ausrüstung muss für den maximalen Arbeitsdruck der Druckluftschleuse geeignet sein. Der Schlauch muss bei 3,5 bar über Kammerdruck 4 min lang mindestens 20 l/min liefern.

Geeignete Brandbekämpfungs- und andere Notfallmaßnahmen sind am Bedienungsstand anzugeben. Die externe Aktivierungssteuerung der Brandbekämpfungsanlage muss sich am Bedienungsstand oder einer ähnlichen, leicht zugänglichen Stelle befinden.

Es muss möglich sein, bei Ausbruch eines Feuers in nicht mehr als 2 min den Druck in jeder Kammer der Personenschleuse mittels Einrichtungen außerhalb der Druckluftschleuse von 2 bar auf atmosphärischen Druck zu verringern.

In Kammern von Materialschleusen ist keine Löschanlage erforderlich.

4.2.6 Elektrische Ausrüstung

Die Energieversorgung zu Personenschleusen, einschließlich der für Beleuchtung, Kommunikation, digitale Manometer, Gasanalyse-Ausrüstung usw. muss aus der Haupt-Energieversorgung der TBM stammen. Die Notstromversorgung der TBM muss bei jeglichen ungeplanten Unterbrechungen zur Haupt-Energieversorgung der TBM die Versorgung übernehmen.

Auf dem Bedienungsstand müssen sich Schalter zur Steuerung der Stromzufuhr zu den Kammern der Personenschleuse befinden.

In Personenschleusen darf nur elektrische Ausrüstung installiert sein, die für den Betrieb oder lebenserhaltende Funktionen grundlegend ist, installiert sein (siehe 4.2.12). Die maximale Versorgungsspannung muss 50 VAC betragen.

Die elektrische Ausrüstung für Druckluftschleusen muss EN 60204-1:2018 und IEC 60364-7-706:2005 entsprechen und darf keine Funken bilden.

Sie muss für Feucht- und Nassräume ausgelegt sein und mindestens bis zu der Schutzklasse IP 56 nach EN 60529:1991, Abschnitt 4, geschützt sein.

Die elektrische Ausrüstung muss so ausgelegt sein, dass die Gefahr von Feuer und toxischen Dämpfen verringert wird, und sie muss Druckveränderungen bis hin zum Prüfdruck der Druckluftschleuse standhalten.

Elektrische Installationen in Druckluftschleusen müssen geerdet sein.

In der Personenschleuse angebrachte Schalter müssen so konstruiert sein, dass eine Funkenbildung außerhalb der Schaltergehäuse vermieden wird.

Kabelöffnungen in der Kammerwand müssen so konstruiert sein, dass sie druckdicht sind und die Integrität der Öffnung auch bei Beschädigungen oder Abscherungen des Kabels an der Eintrittsstelle aufrechterhalten wird.

Die Stromversorgung von der Haupt-Schaltanlage zu sicherheitskritischer Ausrüstung muss so verteilt werden, dass ein Ausfall in der Zuleitung zu einem Ausrüstungsteil nicht zum Ausfall der übrigen sicherheitskritischen Ausrüstung führt. Jeder Stromkreis der Installation muss über einen außerhalb der Druckluftschleuse installierten Überlast- und Kurzschlusschutz verfügen. Schalter in der Druckluftschleuse mit Nennströmen über 0,5 A müssen über zusätzliche, mit der Kammernutzung kompatible Schutzeinrichtungen verfügen.

Der Eintritt in die Arbeitskammer und geplante Unterbrechungen zur Hauptversorgung der TBM zur Verlängerung der Hauptversorgungskabel sollten so geplant werden, dass sie nicht gleichzeitig stattfinden, siehe prEN 16191:2023, 4.10.8.1.

Der Strom für Materialschleusen, sofern aufgrund ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung erforderlich, muss von der TBM stammen.

4.2.7 Notstromversorgung

Es muss eine Notstromversorgung am dem Personenschleusen geben, die bei einem Ausfall der Haupt- und Notstromversorgungen der TBM automatisch den Betrieb aufnimmt. Sie muss eine Betriebsdauer von mindestens 2 h haben. Zu der durch die Notstromversorgung zu versorgenden sicherheitskritischen Ausrüstung zählen u. a. Beleuchtung, Kommunikation und alle Bedienungsstandfunktionen, einschließlich atmosphärische Überwachungsausrüstung, digitale Manometer (sofern vorhanden), Datenaufzeichnung, Gasanalyse-Ausrüstung (sofern vorhanden), elektrisch betriebenes Drucksteuerungssystem der Druckluftschleuse (sofern vorhanden) und Videoüberwachungsanlage (CCTV) (sofern vorhanden).

4.2.8 Bedienungsstand

Steuerungsgeräte und Anzeigeeinstrumente für Personenschleusen, siehe 4.4.6.1; 4.4.6.2; 4.4.9.3., die sich außerhalb der Schleuse befinden, müssen sich an einem oder mehreren Bedienungsständen an einer einzigen Steuerstelle befinden. Bei mehr als einem Stand, müssen diese so nah zueinander angeordnet sein, dass ein einzelner Bediener alle Stände gleichzeitig bedienen kann. Die Stände müssen sich innerhalb von 2 m zu einem Betrachtungsfenster oder zur Eingangstür der Kammer befinden. Instrumente und Ventile, die sich nicht an einem Bedienungsstand befinden, z. B. zur Druckbeaufschlagung der Elektroinstallationskanäle, müssen dennoch die Anforderungen dieses Abschnitts an gemeinsame Position und Beleuchtung erfüllen.

Stände müssen in Übereinstimmung mit den in EN 894-1:1997+A1:2008 dargelegten Grundsätzen für die Interaktion zwischen Steuerungen und Instrumenten konstruiert sein. Die Auswahl und Anordnung der Instrumente und anderer Anzeigen muss mit EN 894-2:1997+A1:2008 übereinstimmen. Die Auswahl und Anordnung der Ventile und anderer Steuerteile an einem Stand muss mit EN 894-3:2000+A1:2008 übereinstimmen.

Die Gestaltung der Stände muss so sein, dass der Schleusenaufseher gleichzeitig die Steuerausrüstung bedienen und die relevanten Instrumente, wie nach EN 894-4:2010 erforderlich, überwachen kann.

Stände müssen so gekennzeichnet sein, dass die Instrumentenfunktion sowie die Funktionen und Betriebsrichtungen der Steuerausrüstung klar erkennbar sind.

Es muss eine abnehmbare Schutzabdeckung für den Bedienungsstand zur Verfügung stehen.

Das maximale A-gewichtete Schalldruckniveau am Bedienungsstand darf 80 dB(A) bei Nenndurchfluss in den Rohren nicht überschreiten.

4.2.9 Türen, Schließen und Abdichten

Türen von Druckluftschleusen müssen durch den Differenzdruck geschlossen bleiben. Sämtliche Befestigungseinrichtungen müssen von beiden Seiten aus geöffnet werden können.

Wenn der auf die Tür einer Druckluftschleuse wirkende Druck verhindert, dass diese sich schließt, muss eine mechanische Verriegelung zusammen mit einer Verriegelungseinrichtung, die ein Lösen der mechanischen Verriegelung verhindert, installiert sein, falls Druck auf die Tür wirkt.

Wenn ein mechanisches Schloss oder eine andere Befestigungseinrichtung vorhanden ist, müssen die Türen über Mittel zum Druckausgleich verfügen. Diese Anforderung gilt auch für Zwischenkammern.

Türen müssen im geschlossenen Zustand druckdicht sein.

Türen müssen einen Freiraum haben, ohne dass andere Einbauten oder Ausrüstung beeinträchtigt werden.

Wo ein plötzlicher Druckabfall in der Arbeitskammer zu einer Gefährdung führen würde, muss es möglich sein, die Einstiegsöffnungen der Arbeitskammer gegen Druck von allen Seiten zu verschließen.

4.2.10 Einlässe von Rohrleitungen

Die Einlässe von Rohrleitungen, die Luft aus der Druckluftschleuse ausstoßen, müssen mit einer Gitterkappe ausgestattet sein, die Verletzungen durch Sog und das Eindringen von Schutt verhindert.

4.2.11 Anschlagpunkte

Autonome Druckluftschleusen müssen zur Erleichterung der Installation mit Anschlagpunkten ausgestattet sein. Anschlagpunkte müssen auf die vorgesehene Masse ausgelegt sein und mit dem Hebesymbol, siehe ISO 6405-1:2017, Symbol 7.23, gekennzeichnet sein.

4.2.12 Versorgungsleitungen in der Druckluftschleuse

Versorgungsleitungen, die nicht die Druckluftschleuse betreffen, aber durch die Druckluftschleuse gehen, müssen sich in einem nicht flexiblen Schlauch, z. B. einem Stahlrohr, befinden. Schläuche müssen luftdicht sein, um das Eintreten von Luft aus der Schleuse zu verhindern. Differentialbewegung zwischen der Druckluftschleusenstruktur und dem Schlauch muss berücksichtigt werden. Der Schlauch muss als Teil des Druckbehälters gestaltet, konstruiert und geprüft werden.

4.2.13 Beleuchtung der Bedienungsstände und Steuerungsgeräten

Bedienungsstände müssen in Übereinstimmung mit EN 894-2:1997+A1:2008 mit einer nominalen Beleuchtungsstärke von mindestens 200 Lux an der Standoberfläche beleuchtet werden.

Alle Ventile und Manometer, die sich nicht am Bedienungsstand befinden, müssen mit einer Beleuchtungsstärke von 75 Lux am Ventilgriff oder an der Manometeranzeige beleuchtet werden.

Im Betrieb unter Notstromversorgung (4.2.7) darf das Beleuchtungsniveau am Bedienungsstand auf nicht weniger als 100 Lux und in jeder Kammer der Personenschleuse auf 15 Lux auf Sitzhöhe gesenkt werden.

4.2.14 Kammerbeschichtungen

Das Innere der Personenschleuse muss mit einem hitze- und stoßresistenten Material mit geringem VOC-Gehalt beschichtet sein.

ANMERKUNG Eine wärmegehärtete Epoxidharz-Beschichtung mit 100 % Feststoffanteil kann angemessen sein.

4.3 Personenschleusen

4.3.1 Anzahl der Kammern

Personenschleusen müssen aus mindestens zwei unmittelbar miteinander verbundenen Kammern bestehen, einer Hauptkammer und einer vom atmosphärischen Druck aus zugänglichen Vorkammer.

4.3.2 Maßanforderungen

4.3.2.1 Abmessungen

Personenschleusen müssen den folgenden Mindestanforderungen entsprechen:

Tabelle 1 — Maßanforderungen

	Hauptkammer	Vorkammer
Kleinsten Querschnitt für die bestimmungsgemäße Verwendung – Expositionen gegenüber Luft und Mischgas mit einer geplanten Dekompressionsdauer von höchstens 2 h.	Durchmesser von 1,6 m auf mindestens 1,5 m über Boden/Deckbrett bei runden Druckluftschleusen (siehe Bild 1).	Durchmesser von 1,6 m auf mindestens 1,5 m über Boden/Deckbrett bei runden Druckluftschleusen (siehe Bild 1).
	Falls nicht rund, muss die Kammer eine lichte Höhe von mindestens 1,5 m vom Boden der Druckluftschleuse aus gemessen (siehe Bild 2 als Beispiel) und anderen Abmessungen aufweisen, damit „große Bediener“ nach EN ISO 3411:2007, Bild 2, im Sitzen genügend Raum haben, um die Beine bis zu einem Winkel von 30° zur Vertikalen auszustrecken.	Bei nicht runden Schleusen, 1,5 m auf jeder Ebene, vom Boden der Druckluftschleuse aus gemessen (als Beispiel, siehe Bild 2).
Kleinsten Querschnitt für die bestimmungsgemäße Verwendung – Expositionen mit einer geplanten Dekompressionsdauer von über 2 h.	Durchmesser von 1,8 m auf mindestens 1,7 m über Boden/Deckbrett, alternativ Durchmesser von 1,6 m bei 1,5 m lichter Höhe mit Zugang zu einer Zwischenkammer, wie in prEN 16191:2023, 4.2.9.2, definiert.	Durchmesser von 1,8 m auf mindestens 1,7 m über Boden/Deckbrett.
Mindestlänge	Siehe 4.3.2.2	1 m
Mindestanzahl von Personen	3	1
Mindestvolumen je Person	1 m ³	1 m ³

Maße in Millimeter

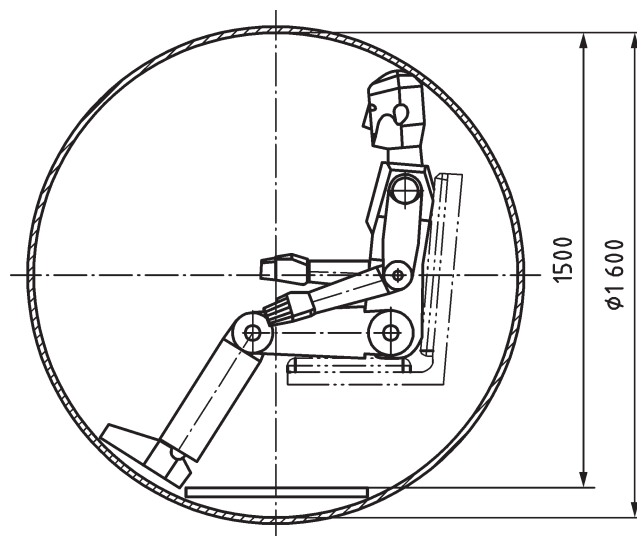


Bild 1 — Runde Druckluftschleuse

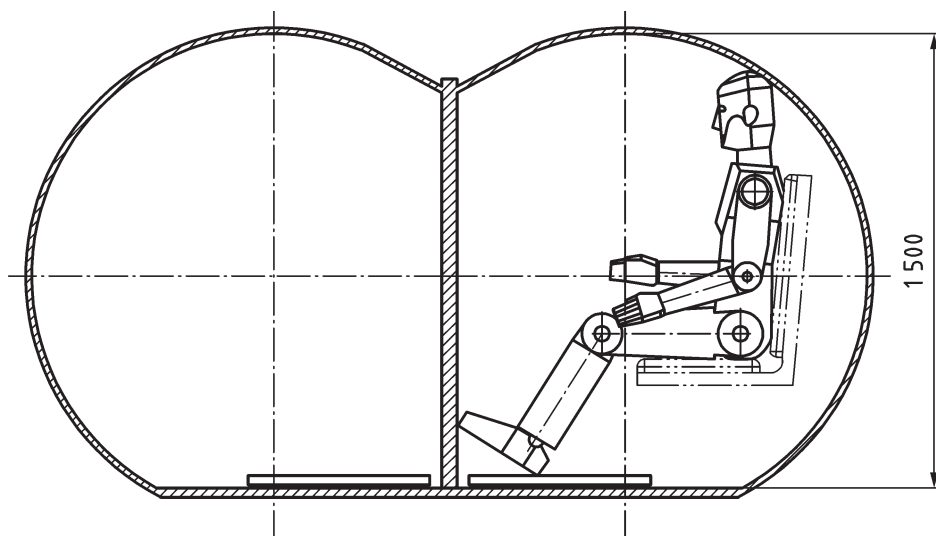


Bild 2 — Nicht runde Druckluftschleuse

4.3.2.2 Länge der Hauptkammer

Personenschleusen müssen groß genug und so konstruiert sein, dass ein Verletzter noch vor der Dekompression in der Arbeitskammer auf eine Trage (von mindestens 1,85 m Länge) gelegt werden kann, während gleichzeitig ein Begleiter in die Arbeitskammer eingeschleust werden kann, wo sich der Verletzte befindet. Danach muss es möglich sein, den Verletzten auf der Trage durch die Schleuse zu transportieren und ihn auf der Trage liegend auszuschleusen. Der Begleiter muss jederzeit bei dem Verletzten sein können. Es muss möglich sein, die Trage während der Dekompression in waagerechter Stellung zu belassen.

4.3.2.3 Türöffnungen, Abmessungen

Türöffnungen von Personenschleusen müssen eine lichte Nennweite von mindestens 600 mm in jede Richtung haben. Die Tür muss über ein Betrachtungsfenster verfügen.

4.3.3 Sitzgelegenheiten

In Personenschleusen sind Sitzgelegenheiten bereitzustellen. Diese müssen ergonomisch ausgeführt sein. Sie müssen mit Lehnen versehen und so gestaltet sein, dass jeder Person eine Mindestsitzbreite von 0,5 m und eine Sitztiefe von mindestens 0,4 m und einem Abstand von jeweils 0,6 m zwischen den Sitzmitten, zu Verfügung stehen. Das Auskühlen des Körpers als Folge des Kontakts mit kalten Oberflächen (z. B. Wand der Personenschleuse) ist zu vermeiden.

Bei Personenschleusen mit einem Durchmesser von höchstens 1,8 m müssen die Sitzgelegenheiten entweder in einer Reihe angeordnet oder so verteilt sein, dass sie sich nicht direkt einander gegenüber befinden.

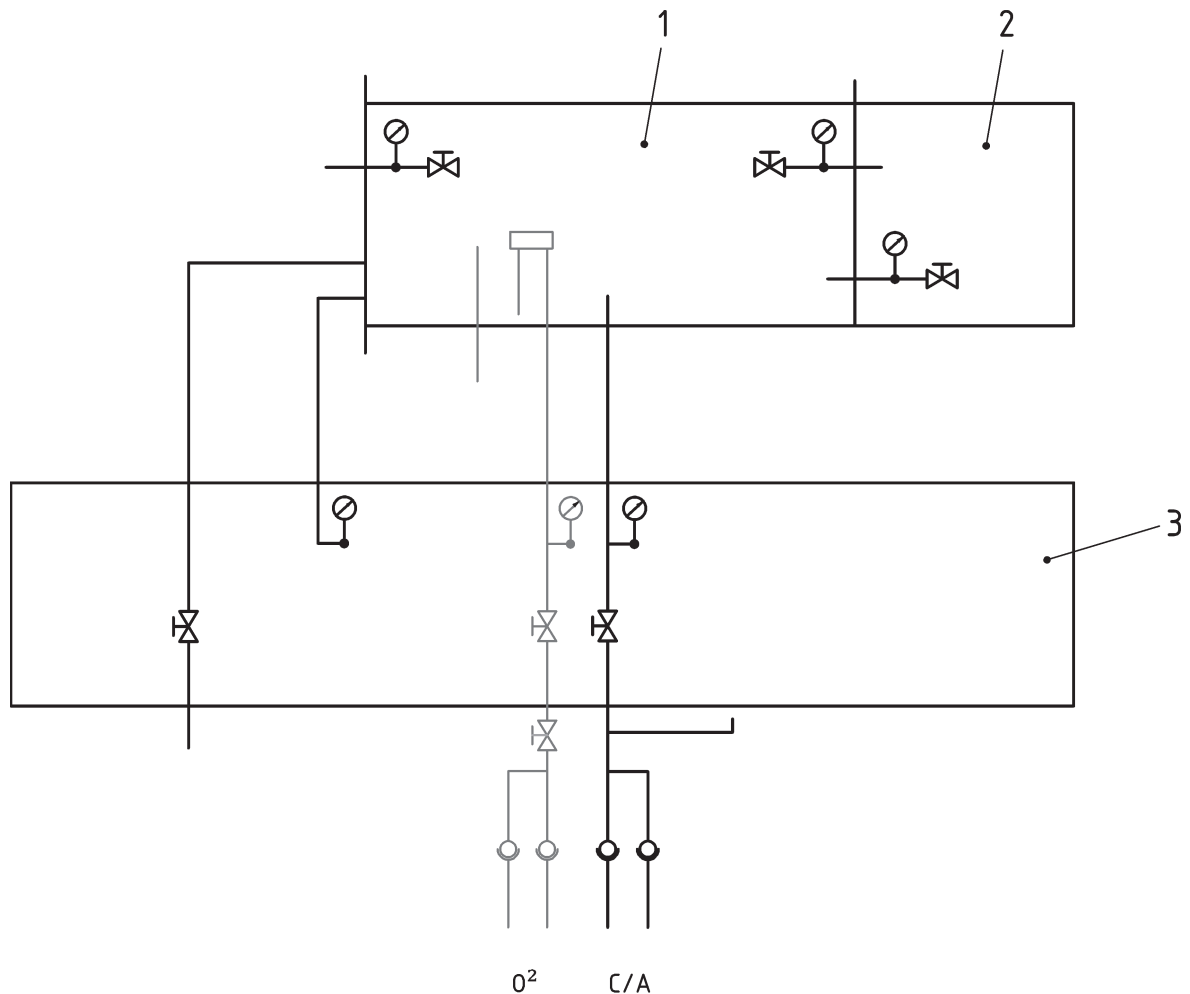
4.3.4 Beleuchtung

Das Innere der Kammern von Personenschleusen muss nach EN 12464-1:2021 mit mindestens 120 lux, gemessen auf Meereshöhe, beleuchtet werden.

4.4 Druckluft- und Sauerstoffversorgung

4.4.1 Schnittstelle zwischen prEN 12110-1:2023 und prEN 16191:2023 hinsichtlich der Gasversorgung zur Personenschleuse

Die Druckluftversorgung von der TBM zur Druckluftschleuse muss wie nachfolgend in 4.4.2 und prEN 16191:2023, 4.2.7.4, dargelegt erfolgen. Die Sauerstoffversorgung von der TBM zur Druckluftschleuse muss wie nachfolgend in 4.4.9 und prEN 16191:2023 dargelegt erfolgen. Die Trennung der Anwendungsbereiche von prEN 12110-1:2023 und prEN 16191:2023 muss direkt stromaufwärts des nach 4.4.6.1 erforderlichen Rückschlagventils und wie in Bild 3 gezeigt, erfolgen.



Legende

- 1 Hauptkammer
- 2 Vorkammer
- 3 Bedienpult

Bild 3 — Diagramm der Druckluft- und Sauerstoffversorgung zur Hauptkammer der Personenschleuse

4.4.2 Druckluft

Es muss eine Haupt- und eine Ersatzversorgung mit Druckluft mit Atemqualität geben, die einen gemeinsamen Einlassverteiler am Bedienungsstand der Personenschleuse speist.

Es muss möglich sein, vom Bedienungsstand aus, mittels Druckluft aus dem gemeinsamen Einlassverteiler, die Kompression für jede Kammer der Personenschleuse unabhängig durchzuführen. Die Versorgung muss dazu ausreichen, die Kompression der Hauptkammer bis zu einem Druck von 2 bar mit einer Rate von 2 bar je Minute und anschließend mit einer Rate von 1 bar je Minute, durchzuführen.

Wenn die Tunnelbaumaschine über eine Zwischenkammer verfügt, muss diese vom Bedienungsstand mit Druckluft versorgt und mit einem schnellen Ventil am Stand gesteuert werden. Am Stand muss zudem ein schnelles Ventil zur Steuerung des Luftablasses aus der Zwischenkammer vorhanden sein.

Es muss eine Druckluftversorgung zum Kompressions-Steuerventil an jeder Kammer einer Materialschleuse vorliegen. Das Ventil darf schnell sein.

Abhängig von der bestimmungsgemäßen Verwendung darf der Anwender eine Backup-Luftversorgung zu einer Materialschleuse verlangen.

4.4.3 Zuflusssteuerungen – Druckluft

Bei Personenschleusen muss direkt stromaufwärts des gemeinsamen Einlassverteilers an jeder Versorgungsleitung ein Rückschlagventil und ein schnelles Absperrventil vorhanden sein. Am Bedienungsstand muss für jede Kammer der Personenschleuse und die Zwischenkammer (falls vorhanden) ein langsames Kompressions-Steuerventil vorhanden sein.

Es muss für jede Versorgungsleitung, stromabwärts des Absperrventils eine Einrichtung zum sicheren Druckabbau und Gasablass geben. Der Druckabbau muss über ein langsames Ventil gesteuert werden.

Bei Materialschleusen muss stromaufwärts des Einlass-Steuerventils ein Rückschlagventil vorhanden sein. Das Einlass-Steuerventil darf schnell sein. Die Trennung der Anwendungsbereiche von prEN 12110-1:2023 und prEN 16191:2023 muss bei Materialschleusen direkt stromaufwärts des Rückschlagventils erfolgen.

4.4.4 Ablasssteuerungen

Die Steuerung des Luftablasses aus Personenschleusen muss über langsame Ventile am Bedienungsstand erfolgen.

Die Steuerung des Luftablasses aus Materialschleusen darf über schnelle Ventile erfolgen, die sich neben der Schleuse befinden dürfen.

4.4.5 Ablasssteuerungen

Wenn Platzeinschränkungen dies erforderlich machen, muss eine alternative Anordnung der Rohrleitungen zulässig sein, vorausgesetzt, dass ein gleichwertiges oder höheres Funktions- und Steuerungsniveau für die vorgeschlagene Anordnung nachgewiesen werden kann. Die Möglichkeit des Schleusenaufsehers, vom Bedienungsstand aus alle die Personenschleuse betreffenden Funktionen informiert zu steuern, darf nicht beeinträchtigt werden. Diese alternative Anordnung muss abhängig von der bestimmungsgemäßen Verwendung der Schleuse, vom Hersteller und Anwender vereinbart werden.

4.4.6 Ausstattung für Personenschleusen

4.4.6.1 Steuerfunktionen und Steuerinformationen

Folgende Funktionen und Informationen müssen am Bedienungsstand einer Personenschleuse verfügbar sein:

- Langsame Ventile zur Steuerung des Luftdrucks in jeder Kammer der Personenschleuse (4.4.2) und Zwischenkammer, sofern vorhanden. Es müssen separate Ventile für Druckaufbau und Druckentlastung;
- eine Anzeige des Zuluftdrucks im gemeinsamen Einlassverteiler (4.4.2);
- eine Anzeige des Drucks in der Arbeitskammer und Zwischenkammer (prEN 12110-2:2023, 3.7) (sofern vorhanden);
- ein Kontroll-Manometer für jede Kammer, in der eine Dekompression vorgenommen werden kann (4.2.3.6);
- ein Kontroll-Manometer mit einem vollständigen Skalenausschlag von 2 bar für die Hauptkammer (4.2.3.6);
- Uhr mit Anzeige der Echtzeit und Stoppuhrfunktionen in Minuten und Sekunden;
- eine Hauptsprechverbindung, die Arbeitskammer, Zwischenkammer (sofern vorhanden), jede Kammer der Personenschleuse, den Bedienungsstand, den Sauerstoff-Lagerbereich, falls dieser von der Personenschleuse entfernt liegt, und den TBM-Steuerstand verbindet;
- eine Aufzeichnung des Drucks in jeder Kammer alle 10 Sekunden mit einer Genauigkeit von 0,05 bar, in Kombination mit der Speicherung der Informationen für 48 h, wobei alle Informationen am Bedienungsstand herunterladbar sein müssen;
- Zulufrate für jede Kammer oder Ablufrate (4.4.8);
- CO₂-Konzentration in jeder Kammer;
- Ventile zur Steuerung der Sauerstoffversorgung zu jeder Kammer (4.4.9.3)*;
- schnelles Ventil zur Steuerung der Umschaltung von Sauerstoff auf Luft im Notfall*;
- eine Anzeige des Drucks der Sauerstoffversorgung stromaufwärts des Rückschlagventils (4.4.9.3)*;
- eine Anzeige des Drucks der Sauerstoffversorgung stromabwärts des Stands*;
- die Volumenkonzentration des Sauerstoffs in jeder Kammer;
- eine Anzeige des Drucks im Brandbekämpfungssystem.

*Sofern der Sauerstoff nicht von einem separaten Bedienungsstand aus gesteuert wird (4.4.9.4); in diesem Fall dürfen die Informationen an diesem Stand angezeigt werden.

4.4.6.2 Mindestausstattung für Personenschleusen

Personenschleusen müssen über Folgendes verfügen:

- ein Thermometer in jeder Kammer, mit einem Messbereich von 0 °C bis +60 °C;
- eine Uhr in jeder Kammer, mit Minuten- und Sekundenanzeige;
- eine zweite Sprechverbindung, die unabhängig vom Stromversorgungssystem ist;

- Ausrüstung zur Notfallsteuerung des Drucks durch die Personen in der Kammer, einschließlich eines schnellen, gegen unbeabsichtigte Nutzung gesicherten Ventils an der Kompressionsleitung in der Druckluftschleuse und einer Notfall-Dekompressionsleitung mit einem langsamen, gegen unbeabsichtigte Nutzung gesicherten Ventil im Inneren und mit einem schnellen, aufschließbaren Ventil auf der Außenseite;
- eine Ablassleitung mit einem Durchmesser von mindestens 25 mm am Boden der Kammer, die mit Schutzeinrichtungen zur Verhinderung von Ansauggefährdungen sowie auf der Außenseite mit einem langsamen Ventil zur Durchflusssteuerung ausgestattet ist;
- 2 Ersatzöffnungen mit einem Durchmesser von mindestens 40 mm zu jeder Kammer, die mit Gewindekappen oder Blindplatten versiegelt sind;
- Schalldämpfer müssen am Ablassende aller Frischluftrohre eingebaut werden, um sicherzustellen, dass das maximale A-gewichtete Schalldruckniveau in den Kammern, welches durch den Betrieb der Personenschleuse hervorgerufen wird, gemessen bei atmosphärischem Druck und Nenndurchfluss in den Rohren 80 dB(A) nicht überschreitet;
- Schalldämpfer müssen am Ablassende aller Abluftrohre eingebaut werden, um sicherzustellen, dass das maximale A-gewichtete Schalldruckniveau am Bedienungsstand, welches durch den Betrieb der Druckluftschleuse hervorgerufen wird, gemessen bei atmosphärischem Druck und Nenndurchfluss in den Rohren 80 dB(A) nicht überschreitet;
- Diffusoren müssen am Ablassende aller Versorgungs- und Ablassrohre eingebaut werden, um Verletzungen durch unter Druck stehendes Gas zu verhindern;
- der Einlass von Dekompressionsleitungen muss mit einem Schutzgitter versehen sein, um Ansauggefährdungen zu vermeiden.

ANMERKUNG Ein Schalldämpfer kann als Diffusor eingesetzt werden und umgekehrt.

4.4.6.3 Temperatursteuerung für Personenschleusen

Es müssen Maßnahmen getroffen werden, um in den Kammern eine Temperatur zwischen 18 °C und 28 °C aufrecht zu erhalten, außer während der Druckveränderungen. Das Temperatur-Regelungssystem muss als Medium zur Temperaturregelung ein Wasser-Glykol-Gemisch verwenden und die Mediumtemperatur muss im Bereich von +4 °C bis 60 °C liegen.

4.4.7 Betrachtungsfenster

Betrachtungsfenster müssen aus schlagfesten Acrylwerkstoffen hergestellt sein, die dem Prüfdruck (siehe Tabelle 3) standhalten. Die Fenster müssen in Übereinstimmung mit ASME PVHO-1:2019 ausgelegt, konstruiert und gewartet werden. Die Fenster müssen mindestens einen Durchmesser von 100 mm haben.

Zwischen dem Bedienungsstand und jeder Kammer der Personenschleuse sowie zwischen den Kammern der Personenschleuse muss Sichtkontakt herrschen. Wenn eine Überwachung der Sitzpositionen durch Fenster nicht möglich ist, muss zusätzlich zu den Betrachtungsfenstern eine Überwachung durch Videokameras vorgesehen sein.

4.4.8 Belüftung

Es muss möglich sein, jede Kammer einer Personenschleuse mit Frischluft zu belüften.

Die Luftzufuhr muss mindestens 50 l/min je Person betragen, gemessen bei Kammerdruck. Es muss eine Vorrichtung zur Überwachung der Belüftungsrate geben. Bei automatischer Steuerung der Belüftung dürfen nur Druckschwankungen von weniger als $\pm 0,05$ bar auftreten. Die Belüftungseinrichtung muss so bemessen sein, dass dieser Schwankungsbereich auch manuell erreicht wird.