

DIN EN 12110-2



ICS 91.220; 93.060

Entwurf

Einsprüche bis 2023-04-03
Vorgesehen mit
E DIN EN 12110-1:2023-03
als Ersatz für
DIN EN 12110:2014-10

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

Tunnel boring machines –

Air locks –

Part 2: Safety requirements for the use of non-air breathing mixtures and saturation techniques in personnel locks and for pressurised transfer shuttles;
German and English version prEN 12110-2:2023

Tunneliers –

Sas de transfert –

Partie 2: Exigences de sécurité pour l'utilisation de mélanges respiratoires non-air et de techniques de saturation dans les sas du personnel et pour les navettes de transfert pressurisées;
Version allemande et anglaise prEN 12110-2:2023

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 76 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.*

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) diese Norm wurde in zwei Teile unterteilt; dieser Teil behandelt die Themen Verwendung von Mischgas und unter Druck stehendes Transfer Shuttle, die beide nicht in EN 12110:2014 abgedeckt wurden;
- b) Überarbeitung von Begriffen;
- c) Überarbeitung aller sicherheitstechnischen Anforderungen;
- d) Aktualisierung der Liste der signifikanten Gefährdungen;
- e) Überarbeitung von Anhang ZA.

<i>Titel de:</i>	Tunnelbohrmaschinen — Druckluftschleusen — Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen bei der Verwendung von luftfremden Atemmischungen und Sättigungsverfahren in Personenschleusen sowie unter Druck stehenden Transfer Shuttles
<i>Titel en:</i>	Tunnel boring machines — Air locks — Part 2: Safety requirements for the use of non-air breathing mixtures and saturation techniques in personnel locks and for pressurised transfer shuttles
<i>Titel fr:</i>	Tunneliers — Sas de transfert — Partie 2: Exigences de sécurité pour l'utilisation de mélanges respiratoires non-air et de techniques de saturation dans les sas du personnel et pour les navettes de transfert pressurisées

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Sicherheitstechnischen Anforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Allgemeine Anforderungen	8
4.2.1 Bemessungsdruck	8
4.2.2 Druckbegrenzungsventil	9
4.2.3 Rohre, Schläuche, Ventile und Manometer	9
4.2.4 Steuerfunktionen der Druckluftschleuse	10
4.2.5 Brandschutz	10
4.2.6 Elektrische Ausrüstung	10
4.2.7 Beleuchtung und Notbeleuchtung	10
4.2.8 Bedienungsstand — Mischgasanwendungen	10
4.2.9 Türen, Schließen und Abdichten	11
4.2.10 Einlässe von Rohrleitungen	11
4.2.11 Versorgungsleitungen im Shuttle	11
4.3 Shuttle — Größe und Konfiguration	11
4.3.1 Anzahl der Kammern	11
4.3.2 Maßanforderungen	11
4.3.3 Sitzgelegenheiten	12
4.3.4 Türöffnungen, Abmessungen	12
4.3.5 Bodenbeläge	12
4.3.6 Elektroinstallationskanal	12
4.4 Versorgung mit Atemgasmischungen usw.	12
4.4.1 Gasversorgung vom Tunnel zur Personenschleuse	12
4.4.2 Allgemeine Grundlagen	13
4.4.3 Versorgung mit Atemgasmischung	13
4.4.4 Druckluftversorgung	13
4.4.5 Sauerstoffversorgung zur Dekompression	13
4.4.6 Metabolische Sauerstoffaufnahme	14
4.4.7 Zuflusssteuerungen	14
4.4.8 Verteiler	14
4.4.9 Auslegung von Versorgungsrohrleitungen für Atemgasmischung	14
4.4.10 Heliumrückgewinnung	14
4.4.11 Spülung des Elektroinstallationskanals	15
4.4.12 Versorgung mit Atemgasmischung zur Zwischenkammer	15
4.4.13 Alternative Anordnung	15
4.4.14 Bereitstellung von Versorgungskabeln	15
4.4.15 Steuerfunktionen und -informationen — Personenschleusen	15
4.4.16 Verständigung	17
4.4.17 Belüftung	17

4.5	Mindestausrüstung — Shuttles	17
4.5.1	Mindestausrüstung für Shuttles.....	17
4.5.2	Sauerstoff-Atemsysteme (einschließlich Gasmischungen mit mehr als 23,5 % Sauerstoff).....	17
4.6	Zusätzliche Anforderungen, die sich aus der Mobilität von Shuttles ergeben.....	17
4.6.1	Andockklemme	17
4.6.2	Andockflansche.....	17
4.6.3	Ausrichtungsausrüstung.....	18
4.6.4	Spurbreite	18
4.6.5	Schutzrahmen.....	18
4.6.6	Verhindern unbeabsichtigter Bewegungen.....	18
4.6.7	Anschlagpunkte	18
4.6.8	Verzurrstellen.....	19
4.6.9	Versorgungsschleuse	19
4.6.10	Betrachtungsfenster.....	19
4.6.11	Ersatzöffnungen.....	19
4.6.12	Kammerbeschichtungen.....	19
4.6.13	Wärmedämmung.....	19
4.6.14	Sitzgelegenheiten — versetzt, 4 oder 6	19
4.6.15	Klimaregelung des Shuttles	19
4.6.16	Bedienungsstand/-stände	20
4.6.17	Steuerfunktionen und -informationen.....	20
4.6.18	Stromversorgung während TUP-Anwendungen.....	21
4.6.19	Metabolische Sauerstoffaufnahme.....	21
4.6.20	Schadstoffentfernung.....	21
4.6.21	Anschlusspaneel für die externe Versorgung	21
4.6.22	Gasversorgung von der TMB	22
4.6.23	Gaslagerung an Bord	22
4.6.24	Gasanalyse	22
4.6.25	Rückhaltegurte für Personen.....	22
4.6.26	Türöffnungen, Abmessungen	22
4.6.27	Zugeinrichtungen	22
4.7	Prüfungen.....	23
5	Feststellung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen	23
6	Benutzerinformation	24
6.1	Allgemeines	24
6.2	Hinweise, Signale und Warneinrichtungen	24
6.3	Bedienungsanleitung.....	24
6.4	Kennzeichnung.....	26
	Anhang A (informativ) Liste der signifikanten Gefährdungen	27
	Anhang B (normativ) Feststellung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen.....	29
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG.....	35
	Literaturhinweise.....	37

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12110-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 151 „Construction equipment and building material machines — Safety“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird, zusammen mit prEN 12110-1, EN 12110:2014 ersetzen.

prEN 12110-2:2023 enthält gegenüber EN 12110:2014 folgende wesentliche Änderungen:

- Diese Norm wurde in zwei Teile unterteilt; dieser Teil behandelt die Themen Verwendung von Mischgas und unter Druck stehendes Transfer Shuttle, die beide nicht in EN 12110:2014 abgedeckt wurden;
- 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.

Diese Norm 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 legt die zusätzlichen Anforderungen zu denen in prEN 12110-1 für Personenschleusen fest, die für die Möglichkeit zur Anwendung von Mischgas-Atemverfahren oder Sättigungsverfahren bei Drücken bis höchstens 20 bar(g) vorgesehen sind und mit Tunnelbauarbeiten in Verbindung stehen. Dieses Dokument legt zudem Anforderungen an unter Druck stehenden Transfer Shuttles, wie in 3.1 definiert, fest.

prEN 12110-1 gilt für die Form, Konstruktion, Ausrüstung, Kennzeichnung und Prüfung von Druckluftschleusen, wie unter 3.3 definiert, im Tunnelbau. prEN 12110-1 deckt zudem die Anforderungen an Personenschleusen, die Druckluft als Druckaufbau- und Atemmedium verwenden, sowie Anforderungen an Sauerstoff-Atemsysteme zum Zweck der Dekompression ab.

Druckluftschleusen sind für gewöhnlich integrale Bestandteile von TBMs. Daher gibt es Schnittstellen zwischen den Anwendungsbereichen von prEN 12110-1:2023 und prEN 16191:2023. Diese werden in Abschnitt 4 dieses Dokuments behandelt.

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

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

ANMERKUNG Dieses Dokument kann helfen, Druckluftschleusen und Druckwände für andere Arbeiten unter Druckluft zu konstruieren.

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

Dieses Dokument behandelt nicht die Wartungsversorgung der Druckluftschleuse von außerhalb der festgelegten prEN 12110-1:2023/prEN 16191:2023-Schnittstelle. Diese Schnittstelle wird im Text dargelegt.

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

Die Bereitstellung von Mischgas, Luft oder Sauerstoff liegt in der Verantwortung des Anwenders.

Beim Transport unter Druckanwendungen erfordert das Shuttle ein Brandbekämpfungssystem, ein Klimakontrollsystem, eine Strom- und eine Gasversorgung. Hiervon muss das Brandbekämpfungssystem fortlaufend angeschlossen und zur sofortigen Aktivierung bereit sein. Es wird daher, wie die Stromversorgung, als Teil der durch diese Norm abgedeckte Shuttleausrüstung betrachtet. Bei den anderen beiden Leistungen wird nur die Möglichkeit ihrer Bereitstellung als Teil der Shuttleanforderungen betrachtet.

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 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*

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*

prEN 16191:2023, *Tunnelbohrmaschinen — Sicherheitstechnische Anforderungen*

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

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

ISO 1161:2016, *Series 1 freight containers — Corner and intermediate fittings — Specifications*

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

ISO 10799-2:2011, *Cold-formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels — Part 2: Dimensions and sectional properties*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN ISO 12100-1:2022 und die folgenden Begriffe.

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 <https://www.electropedia.org/>

3.1

unter Druck stehendes Transfer Shuttle („Shuttle“)

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

3.2

Modus ohne Sättigung

kurzzeitige Druckexpositionen, bei denen Kompression, Arbeitszeitraum und Dekompression alle innerhalb einer einzelnen Arbeitsschicht durchgeführt werden, deren Dauer nicht ausreicht, um die Sättigung sämtlichen Körpergewebes zu ermöglichen

3.3

Abkopplung

Verfahren, bei dem das Shuttle von der Personenschleuse getrennt wird, nachdem diese, um Personen den Umstieg zwischen diesen unter Druck zu ermöglichen, aneinander geklemmt waren

3.4

Andocken

Verfahren, bei dem ein Shuttle an einer Personenschleuse ausgerichtet und angeklemmt wird, um Personen den Umstieg zwischen diesen unter Druck zu ermöglichen

3.5

Schutzrahmen

robuster Stahlrahmen, innerhalb dessen das Shuttle installiert ist, um Schutz vor Stößen zu bieten und Hebevorgänge zu erleichtern

3.6

Anschlusspaneel für die externe Versorgung

Paneel innerhalb des Schutzrahmens, an dem sich Anschlusspunkte für extern zugeführte Versorgungen wie Mischgas, Druckluft, Energie usw. befinden

4 Sicherheitstechnischen Anforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen

4.1 Allgemeines

Druckluftschleusen müssen den sicherheitstechnischen Anforderungen und/oder Schutz-/Risikominderungsmaßnahmen in diesem Abschnitt entsprechen, sofern diese nicht durch Anforderungen im relevanten, spezifischen Teil der Normenreihe abgeändert 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.

Personenschleusen, die zur Verwendung mit Atemgasmischungen, einschließlich im Rahmen von Sättigungsverfahren, vorgesehen sind, müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023 erfüllen. Zusätzliche Anforderungen, die speziell bei der Anwendung von Atemgasmischungen oder Sättigungsverfahren erforderlich sind, sind nachfolgend unter 4.1 bis 4.4.17 festgelegt.

Shuttles müssen hinsichtlich der Risiken, die sich aus der Mobilität des Shuttles ergeben, die Anforderungen von prEN 12110-2:2023, 4.1 bis 4.4.17 sowie 4.5 bis 4.7 erfüllen. Viele der Abschnitte in prEN 12110-2:2023, die sich auf Anforderungen für Shuttles beziehen, nehmen wiederum auf Anforderungen in prEN 12110-1:2023 Bezug, um Textdoppelungen einzuschränken.

4.2 Allgemeine Anforderungen

4.2.1 Bemessungsdruck

Die Anforderungen an den Berechnungsdruck und das Berechnungsverfahren in prEN 12110-1:2023, 4.2.1, müssen für Shuttles eingehalten werden.

Shuttles müssen, wie Drucktanks, in Übereinstimmung mit prEN 12110-1:2023, 4.2.1, und EN 13445-1:2021, EN 13445-2:2021, EN 13445-3:2021, EN 13445-4:2021 sowie EN 13445-5:2021 konstruiert, hergestellt und geprüft werden.

4.2.2 Druckbegrenzungsventil

Die Anforderungen an Druckentlastungsventile in prEN 12110-1:2023, 4.2.2, müssen auch für Shuttlekammern gelten.

4.2.3 Rohre, Schläuche, Ventile und Manometer

4.2.3.1 Allgemeines

Rohre, Schläuche, Ventile und Manometer, die einen integralen Bestandteil des Shuttles darstellen, müssen den Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.3.1, entsprechen.

Sämtliche Rohrleitungen, Schläuche, Ventile und Manometer, die Helium enthalten, müssen für Heliumanwendungen geeignet sein.

ANMERKUNG Helium kann zur Trennung der Schlauchschichten führen.

4.2.3.2 Rohrleitungen

Es dürfen ausschließlich Werkstoffe zur Übertragung von Atemgasmischungen verwendet werden, die nach prEN 12110-1:2023, 4.2.3.2, für den Gebrauch mit Sauerstoff angegeben sind.

Rohrleitungen an Shuttles müssen prEN 12110-1:2023, 4.2.3.2, entsprechen, für Rohrleitungen an Shuttles darf jedoch kein Baustahl verwendet werden.

4.2.3.3 Schläuche

Für die Verwendung von Mischgas vorgesehene Schläuche an Personenschleusen oder an Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.3.3, erfüllen.

4.2.3.4 Ventile

Für die Verwendung von Mischgas vorgesehene Ventile an Personenschleusen oder an Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.3.4, erfüllen.

4.2.3.5 Servoventile

Für Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.3.5, hinsichtlich Servoventilen gelten.

4.2.3.6 Manometer

Für die Verwendung von Mischgas vorgesehene Manometer an Personenschleusen oder an Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.3.6, erfüllen.

In Mischgasanlagen verwendete Manometer müssen heliumverträglich sein.

4.2.3.7 Druckregler

Druckregler müssen an Druckluft-, Sauerstoff- und Mischgasversorgungen zu Shuttles angebracht sein.

4.2.3.8 Gasanalyse

Es müssen Verbindungen, einschließlich Isoliereinrichtungen zur Ermöglichung der Entfernung oder Kalibrierung angebracht werden, um die Anbringung von Ausrüstung zur Gasanalyse an Personenschleusen und Shuttles zu ermöglichen. Es müssen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden, um sicherzustellen, dass Gasanalyseinformationen und die Stellen, für die solche erforderlich sind, den Anforderungen von 4.4.15 entsprechen.

Gasanalyseausrüstung darf vom Anwender zur Verfügung gestellt werden.

4.2.3.9 Schutz gegen Einlassleitungsbruch

Für Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.3.9, hinsichtlich Schutzeinrichtungen gegen Leitungsbrüche gelten.

Abflussleitungen müssen mit Einrichtungen zur Erkennung und Verhinderung eines übermäßigen Durchflusses, wie nach prEN 12110-1:2023, 4.2.3.4, erforderlich, ausgestattet sein.

4.2.4 Steuerfunktionen der Druckluftschleuse

Bei Shuttles muss sich außerhalb jeder Kammer ein Manometer zur Steuerung des Drucks in der Kammer befinden. Zudem muss sich in jeder Kammer ein Manometer neben der Kammertür befinden, das den Druck der angrenzenden Kammer oder des Elektroinstallationskanals anzeigt.

Bei Shuttles muss sich außerhalb jeder Kammer separate langsame Ventile zur Steuerung des Druckaufbau und der Druckentlastung der Kammer befinden. Die Ventile zur Steuerung des Drucks in der Kammer müssen sich innerhalb von 500 mm zur Manometeranzeige befinden. Die Ablesung des Manometers muss während des Ventilbetriebs möglich sein. Ventile und Manometer müssen auf einem Bedienungsstand installiert sein.

4.2.5 Brandschutz

Shuttles müssen mit einem Feuerlöschsystem ausgestattet sein, das den Anforderungen des Abschnitts 4.2.5 von Teil 1 in Bezug auf Personenschleusen entspricht. Alle Teile des Brandbekämpfungssystems außerhalb des Shuttles müssen innerhalb des Schutzrahmens installiert sein (siehe 4.6.5). Zudem muss ein Brandbekämpfungssystem installiert sein, dass die Stromversorgung abdeckt (siehe 4.2.6, 4.6.18), falls diese innerhalb des Schutzrahmens installiert ist.

4.2.6 Elektrische Ausrüstung

Für Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.6, hinsichtlich der elektrischen Ausrüstung gelten. Sämtliche elektrisch angetriebene Ausrüstung am Shuttle muss vom Bedienungsstand des Shuttles aus gesteuert werden.

Wenn sich das Shuttle in Andockposition befindet sowie am Übergabepunkt zum Tunnel-Transportfahrzeug müssen Verbindungen zur Haupt- und Notstromversorgung des TBM möglich sein.

Das Shuttle muss über eine bordeigene Stromversorgung, siehe 4.6.18, zur Verwendung während des Transports unter Druck verfügen.

Elektrische Installationen im Shuttle müssen geerdet sein.

4.2.7 Beleuchtung und Notbeleuchtung

Ventile und Manometer müssen in Übereinstimmung mit EN 894-2:1997+A1:2008 an der Ventil- oder Manometeranzeige mit 200 Lux beleuchtet werden.

Die Notstromversorgung des Shuttles (siehe 4.6.18) muss bei Bedarf automatisch in Betrieb genommen werden. Das Beleuchtungsniveau darf in jeder Kammer des Shuttles auf 15 Lux auf Sitzhöhe und an Bedienungsständen auf mindestens 100 Lux gesenkt werden.

4.2.8 Bedienungsstand — Mischgasanwendungen

Für Shuttles müssen die Anforderungen von 4.2.8 gelten.

Anleitungen zum funktionalen Betrieb des Bedienungsstand müssen in der Betriebsanleitung enthalten sein.

ANMERKUNG 1 Der Hersteller ist für Anweisungen zum funktionalen Betrieb des Bedienungsstands verantwortlich.

ANMERKUNG 2 Der Anwender ist für Anweisungen zu den Betriebsverfahren des Bedienungsstands verantwortlich.

4.2.9 Türen, Schließen und Abdichten

Für Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.9, hinsichtlich Türen, Schließvorrichtungen und Abdichtungen gelten.

4.2.10 Einlässe von Rohrleitungen

Für Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.2.10, gelten.

4.2.11 Versorgungsleitungen im Shuttle

Es dürfen keine Versorgungsleitungen durch das Shuttle führen.

4.3 Shuttle — Größe und Konfiguration

4.3.1 Anzahl der Kammern

Shuttles müssen, je nach Einsatzland, aus einer einzigen Kammerkonstruktion mit nur einer Hauptkammer oder aus zwei direkt miteinander verbundenen Kammern, einer Hauptkammer und einer Vorkammer, bestehen. Bei Shuttles mit zwei Kammern muss es möglich sein, die Vorkammer im Notfall als Eingangsschleuse zu verwenden.

Shuttletüren müssen 4.3.4 entsprechen.

4.3.2 Maßanforderungen

4.3.2.1 Abmessungen

Shuttles und ihre Schutzrahmen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

Tabelle 1 — Maßanforderungen

	Hauptkammer	Vorkammer
Mindestquerschnittmaße	Durchmesser von 1,5 m mit rutschfestem Bodenbelag	Als Hauptkammer
Mindestlänge	Siehe 4.3.2.2	Die Kammertür muss ohne Blockierung durch Sitze geöffnet werden können
Mindestanzahl von Personen	4	2
Mindestvolumen je Person	1 m ³	1 m ³
Maximalbreite des Schutzrahmens	1,75 m	
Maximalhöhe des Schutzrahmens	1,75 m	

Wenn keine spezifischen Informationen vom Anwender vorliegen, muss der Konstrukteur einer TBM davon ausgehen dürfen, dass der Schutzrahmen eine Breite von 1,75 m, Höhe von 1,75 m und Länge von 5,0 m nicht überschreiten darf.

ANMERKUNG Es ist eine Anforderung von prEN 12110-2:2023, dass Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden sollten, mit denen der Andockflansch des Shuttles am Andockflansch der TBM ausgerichtet und somit die Andockklemme geschlossen werden kann. Diese Einrichtungen können einen Ausrichtungsrahmen zum Andocken und Führungsschienen umfassen, auf die das Shuttle gefahren werden kann.

4.3.2.2 Kammerlängen

Das Shuttle muss groß genug und so konstruiert sein, dass ein Verletzter noch vor dem Abkoppeln in der Arbeitskammer, ohne die schließende Tür zu blockieren, auf eine Trage (von mindestens 1,85 m Länge) gelegt werden kann. Wenn vorhanden, muss die Vorkammer 2 sitzenden Personen Platz bieten und dabei die Öffnung/Schließung der äußeren Kammertür erlauben.

4.3.3 Sitzgelegenheiten

Für Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.3.3, hinsichtlich Sitzgelegenheiten gelten. Bei Shuttles mit einem Durchmesser von weniger als 1,8 m müssen die Sitzgelegenheiten entweder in einer Reihe angeordnet oder so verteilt sein, dass sie sich nicht einander gegenüber befinden.

4.3.4 Türöffnungen, Abmessungen

Die Türen der Personenschleuse oder des Shuttles, die beim Andocken als Teil des Transports unter Druckanwendungen verwendet werden, müssen einen Durchmesser von 800 mm aufweisen.

4.3.5 Bodenbeläge

Der Shuttleboden muss mit einem rutschfesten Bodenbelag bedeckt sein.

4.3.6 Elektroinstallationskanal

Bei Personenschleusen, die zur Verwendung mit Sättigungsverfahren vorgesehen sind, muss die Vorkammer mit einem Elektroinstallationskanal mit einem Innendurchmesser von 800 mm und einer Wanddicke von 30 mm versehen sein, der in einem Andockflansch endet. Der Elektroinstallationskanal muss so lang sein, dass die Andockklemme ungehindert betrieben werden kann.

Die Kammer einer Schleuse, die zum Andocken an eine TBM-Schleuse oder -Wand vorgesehen ist, muss die Vorkammer mit einem Elektroinstallationskanal mit einem Innendurchmesser von 800 mm und einer Wanddicke von 30 mm versehen sein, der in einem Andockflansch endet. Der Elektroinstallationskanal muss so lang sein, dass die Andockklemme ungehindert betrieben werden kann.

Elektroinstallationskanäle müssen als Teil des Druckbehälters, an den sie installiert sind, betrachtet werden und dementsprechend ausgelegt, hergestellt und geprüft werden.

Wo durch die bestimmungsgemäße Verwendung erforderlich, dürfen beide Kammern eines Shuttles mit einem Elektroinstallationskanal und einer Andockklemme ausgerüstet werden.

4.4 Versorgung mit Atemgasmischungen usw.

4.4.1 Gasversorgung vom Tunnel zur Personenschleuse

Die Mischgasversorgung an die Personenschleuse über die TBM zu Druckbeaufschlagungs- oder Atemzwecken muss prEN 16191:2023 entsprechen.

Der Umfang des Anwendungsbereichs von prEN 12110-1:2023 hinsichtlich der Mischgasversorgung von der TBM zu Personenschleusen muss unmittelbar stromaufwärts des Gasanalysepunkts beginnen. Alles stromaufwärts dieses Punktes fällt in den Anwendungsbereich von prEN 16191:2023.

Mischgasversorgungen, die von einem Transportfahrzeug innerhalb des TBM-Backups zur Verfügung gestellt werden, sollten als an, von oder über die TBM geliefert betrachtet werden.

4.4.2 Allgemeine Grundlagen

Bei Mischgasinstallationen an Personenschleusen oder Shuttles muss ein Rückfluss durch Rückschlagventile in jeder Gasversorgungsleitung verhindert werden.

Unbeabsichtigtes Anschließen der Versorgungsleitungen für Sauerstoff, Atemgasmischung oder Druckluft über Kreuz, muss durch die Konstruktion der Anschlüsse verhindert werden. Unbeabsichtigtes Vertauschen der Masken für Atemgasmischung/Druckluft mit denen für Sauerstoff muss durch die Konstruktion der Anschlüsse verhindert werden.

Der Druck des an den prEN 12110-1:2023/prEN 16191:2023-Schnittstellen ankommenden Gases darf 40 bar nicht überschreiten.

Wenn die bestimmungsgemäße Verwendung die Möglichkeit zum Atmen von Mischgas umfasst, ist ein Anschlusspunkt an der TBM erforderlich, an dem das in Flaschen in den Tunnel gebrachte Gas an die Gasversorgungsleitung an der TBM angeschlossen werden kann.

4.4.3 Versorgung mit Atemgasmischung

Für jede Kammer der Personenschleuse, die für die Verwendung mit Mischgas vorgesehen ist, muss es separate primäre, sekundäre und Notfallversorgungsleitungen für Atemgasmischung über die TBM geben. Die primären und sekundären Versorgungsleitungen müssen einen gemeinsamen Einlassverteiler speisen. Die Notfallversorgungsleitung muss einen separaten Einlassverteiler speisen. Diese Verteiler müssen über den Bedienungsstand separate Haupt- und Notfallversorgungsleitungen für Atemgasmischung zur Druckbeaufschlagung jeder Kammer der Personenschleuse speisen.

Die Atemgasmischung muss zudem von den entsprechenden Einlassverteilern über den Bedienungsstand zu separaten Haupt- und Notfallverteilern in jeder Kammer der Personenschleuse geleitet werden, an die Masken angeschlossen werden können. Verteiler in der Vorkammer einer Personenschleuse dürfen weggelassen werden, sofern der Anwender angibt, dass ausschließlich die Durchführung von Exposition im Modus ohne Sättigung vorgesehen ist.

Das nach prEN 12110-1:2023, 4.4.6.1, vorgesehene Kommunikationssystem muss den Anschlusspunkt für Mischgas an der TBM umfassen.

ANMERKUNG Verteiler, die die Atmung von Mischgas durch Masken in der Hauptkammer der Personenschleuse ermöglichen und zudem als Anschlusspunkte für die Atemgasversorgung zu Versorgungskabeln zur Verwendung in der Arbeitskammer bei Exposition im Modus ohne Sättigung dienen.

Bei Shuttlen muss es Haupt- und Notfallversorgungsleitungen für Atemgasmischung vom Anschlusspaneel für die externe Versorgung aus zum Bedienungsstand des Shuttles geben. Vom Bedienungsstand aus müssen separate Versorgungsleitungen zu jeder Kammer des Shuttles, zur Druckbeaufschlagung der jeweiligen Kammer vorhanden sein. Es müssen zudem separate Versorgungsleitungen zu den Haupt- und Notfallverteilern, an die Masken angeschlossen werden können, in jeder Kammer vorhanden sein.

4.4.4 Druckluftversorgung

Es muss eine Druckluft-Versorgungsleitung vom Anschlusspaneel für die externe Versorgung zum Bedienungsstand des Shuttles und vom Stand zu jeder Kammer des Shuttles, zur Druckbeaufschlagung der jeweiligen Kammer vorhanden sein. Falls aufgrund der bestimmungsgemäßen Verwendung des Shuttles erforderlich, muss eine Druckluft-Versorgungsleitung zu bestimmten Verteilern, an die Masken angeschlossen werden können, in jeder Kammer vorhanden sein.

4.4.5 Sauerstoffversorgung zur Dekompression

Falls aufgrund der bestimmungsgemäßen Verwendung des Shuttles erforderlich, muss eine Sauerstoff-Versorgungsleitung vom Anschlusspaneel für die externe Versorgung zum Bedienungsstand des Shuttles vorhanden sein. Die Anlage zur Sauerstoffversorgung muss prEN 12110-1:2023, 4.4, entsprechen.

4.4.6 Metabolische Sauerstoffaufnahme

Bei jeglichen Personenschleusen, die zur Druckbeaufschlagung mit Mischgas vorgesehen sind, muss eine Versorgung mit Sauerstoff zur metabolischen Sauerstoffaufnahme vorhanden sein. Der Durchfluss muss am Bedienungsstand gesteuert werden. Die Versorgung muss darauf ausgelegt sein, vorab festgelegte Sauerstoffmengen in einen Lüftungsstrom in der Schleuse abzugeben. Sauerstoff muss über den Bedienungsstand separat an jede Kammer geleitet werden.

Die Versorgung muss aus einer extern an der Personenschleuse montierten Quelle stammen. Die Quelle muss vom Sauerstoff zu Dekompressionszwecken getrennt sein.

4.4.7 Zuflusssteuerungen

Bei jeglichen Personenschleusen, die zur Nutzung mit Mischgas vorgesehen sind, müssen sich, unmittelbar stromaufwärts des Bedienungsstands an jeder Einlassversorgungsleitung für Mischgas, ein schnelles Absperrventil und weiter stromaufwärts ein Rückschlagventil befinden.

Es muss einen Probenahmepunkt für ein Manometer, das den Druck der einströmenden Versorgung stromaufwärts der Ventile und für ein Gerät, das die Zusammensetzung (Volumenanteil Sauerstoff in % und Volumenanteil Helium in %) der Versorgung anzeigt, geben. Diese Einrichtungen müssen ihre Daten auf dem Bedienungsstand der Personenschleuse anzeigen.

ANMERKUNG Ein Gasanalysegerät kann potenziell für mehr als eine Versorgung verwendet werden, da nicht immer die fortlaufende Überwachung jeder Versorgung erforderlich ist.

Es muss ein langsames Ventil zum sicheren Druckabbau und Gasablass aus jeder Versorgungsleitung stromabwärts des Absperrventils geben. Es müssen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden, die die Abgabe jeglicher Gasmischungen mit einem Sauerstoffgehalt von mindestens 23,5 % in die Ablassleitung für ausgeatmeten Sauerstoff ermöglichen (prEN 12110-1:2023, 4.4.9.9).

4.4.8 Verteiler

Jeder Verteiler in einer Personenschleusen- oder Shuttlekammer, an den Masken angeschlossen werden können, muss über mindestens einen Ersatz-Anschlusspunkt verfügen. Alle Anschlusspunkte müssen selbstabdichtend sein und müssen über Kappen verfügen, um den Eintritt von Schmutz bei Nichtbenutzung zu verhindern.

Der Ausfall eines Anschlusspunkts darf nicht zum gleichzeitigen Ausfall sämtlicher anderen Anschlusspunkte führen.

4.4.9 Auslegung von Versorgungsrohrleitungen für Atemgasmischung

Die Versorgung mit Atemgasmischung zur Druckbeaufschlagung einer Kammer muss dazu ausreichen, die Kammer mit einer Rate von 1 bar je Minute mit Druck zu beaufschlagen.

Die Versorgung mit Atemgasmischung zu einem Verteiler muss in Übereinstimmung mit EN 14931:2006 ausgelegt sein, um unter Arbeitsdruck einen Nenndurchfluss von 75 l/min zu jedem Anschlusspunkt zu liefern. Die Gesamtdurchflussrate der Versorgung zum Verteiler darf durch die Gleichzeitigkeitsfaktoren „Koeffizient K“ in EN 14931:2006, 4.7.1, Tabelle 3, verringert werden.

Die Prüfung dieser Anforderung muss mit Luft erfolgen.

4.4.10 Heliumrückgewinnung

Sofern aufgrund der bestimmungsgemäßen Verwendung erforderlich, muss ein System zur Heliumrückgewinnung installiert werden. Es darf die Leistung der Versorgung mit Atemgasmischung nicht beeinträchtigen. Alle Rohre, Schläuche, Anschlussstücke usw., die das Rückgewinnungssystem mit der Personenschleuse oder dem Shuttle verbinden, müssen die Anforderungen dieses Teils erfüllen.

4.4.11 Spülung des Elektroinstallationskanals

Wenn eine Personenschleuse über einen Elektroinstallationskanal verfügt (4.3.6), müssen separate Luft- und Atemgasmischungsversorgungen zum Elektroinstallationskanal vorhanden sein. Die Steuerungen müssen wie unter 4.4.15 dargelegt beschaffen sein. Es muss ein Manometer zur Anzeige des Drucks im Elektroinstallationskanal, mit Anzeige am Elektroinstallationskanal, vorhanden sein. Es muss zudem ein langsames Ventil zur Druckentlastung des Elektroinstallationskanal vorhanden sein.

4.4.12 Versorgung mit Atemgasmischung zur Zwischenkammer

Über den Bedienungsstand der Personenschleuse müssen Haupt- und Notfallversorgungen für Atemgasmischung zur Zwischenkammer zur Verfügung stehen. Zu diesem Zweck müssen separate Haupt- und Notfall-Versorgungsleitungen von den entsprechenden Einlassverteilern zu den Bedienungsständen vorhanden sein.

Steuerfunktionen und -informationen zu dieser Versorgung müssen wie unter 4.4.15 dargelegt beschaffen sein.

Die Schnittstelle zwischen dem Anwendungsbereich von prEN 12110-1:2023 und prEN 16191:2023 hinsichtlich der Zwischenkammer muss unmittelbar stromabwärts des Probenahmepunkts für die Gasanalyse am Bedienungsstand liegen.

4.4.13 Alternative Anordnung

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 Funktionen informiert zu steuern, darf nicht beeinträchtigt werden.

4.4.14 Bereitstellung von Versorgungskabeln

Der Anwender muss Versorgungskabel zur Versorgung des Personals mit Atemgasmischung bereitstellen. Bei Expositionen ohne Sättigung müssen sich die Anschlusspunkte für die Haupt- und Notfallversorgungen für Atemgasmischung zu den Versorgungskabeln in der Hauptkammer der Personenschleuse befinden. Für Sättigungsverfahren müssen sie sich in der Zwischenkammer befinden.

4.4.15 Steuerfunktionen und -informationen — Personenschleusen

Es müssen Maßnahmen getroffen werden, sodass, zusätzlich zu den nach prEN 12110-1:2023, 4.4.6.1 und 4.4.6.2, erforderlichen Steuerfunktionen und -informationen, folgende Funktionen und Informationen am Bedienungsstand einer Personenschleuse verfügbar sind:

- Manometer, die den Druck in jeder Einlassversorgungsleitung für Atemgasmischung über die TBM anzeigen;
- die Zusammensetzung (Volumenanteil O₂ und He in %) in jeder Einlassversorgungsleitung für Atemgasmischung über die TBM;
- langsame Ventile zur Steuerung des Atemgasmischungsdurchflusses stromabwärts des Stands für jede Versorgungsleitung zu jeder Kammer für Kompressionszwecke;
- langsame Ventile zur Steuerung des Atemgasmischungsdurchflusses stromabwärts des Stands für jede Versorgungsleitung zu jeder Kammer für die BIBS-Versorgung;
- langsame Ventile zur Steuerung des Druckabbaus jeder Kammer;

- langsame Ventile zur Steuerung des Atemgasmischungsdurchflusses stromabwärts des Stands in jeder Versorgungsleitung zur Zwischenkammer die BIBS-Versorgung;
- Manometer zur Anzeige des Drucks stromabwärts des Stands in jeder Leitung, die Atemgasmischung an eine Kammer der Personenschleuse, die Zwischenkammer oder jegliche BIBS-Versorgung leitet;
- die Zusammensetzung (Volumenanteil O_2 in % und als Partialdruck, Volumenanteil He in %) stromabwärts des Stands in jeder Leitung, die Atemgasmischung an eine Kammer der Personenschleuse, die Zwischenkammer oder jegliche BIBS-Versorgung leitet;
- Alarme für niedrigen und hohen Sauerstoffgehalt für jede Leitung, die Atemgasmischung zum Stand leitet, mit der Möglichkeit zur Anpassung von Alarmpunkten am Stand;
- ein Manometer zur Anzeige des Drucks in der Zwischenkammer;

Siehe 4.2.3.6 zur digitalen Manometeroption. Das 2-bar-Manometer ist erforderlich, um eine genauere Steuerung der finalen Dekompressionsphasen zu ermöglichen.

- die O_2 - und He -Konzentrationen (Volumenanteil O_2 in % und als Partialdruck, Volumenanteil He in %) in jeder Schleusenkammer und der Zwischenkammer (sofern vorhanden);
- die CO - und CO_2 -Konzentrationen (als Partialdruck) in jeder Schleusenkammer und der Zwischenkammer (sofern vorhanden);
- die Temperatur und Feuchtigkeit in jeder Schleusenkammer;
- Uhr mit Anzeige der Echtzeit, der vergangenen Zeit und Stoppuhrfunktion mit einer Anzeige in Stunden, Minuten und Sekunden;
- Sprechverbindung zu jeder Schleusenkammer und der Zwischenkammer mit Möglichkeit zum Einsatz eines Helium-Entzerrers (Unscrambler);
- Einrichtungen zur Ermöglichung entzerrter Sprechverbindungen und CCTV-Verbindungen zu jeder Person, die Atemgasmischung über ein Versorgungskabel verwendet – abhängig von der bestimmungsgemäßen Verwendung und mit dem Anwender zu vereinbaren;
- Ansichten des Inneren der Hauptkammer und der Zwischenkammer mittels CCTV;
- Datenschreiber, der Druck, Temperatur, Feuchtigkeit sowie O_2 - und He -Konzentrationen in jeder Versorgungsleitung vom Bedienungsstand und der Schleusenkammer in Abständen von 20 s aufzeichnen kann];
- Hörbare Alarme für niedrigen und hohen Sauerstoffgehalt für jede vom Stand ausgehende Versorgungsleitung, mit der Möglichkeit zur Anpassung von Alarmpunkten am Stand.

Ventile dürfen sich physisch am Bedienungsstand befinden oder vom Bedienungsstand aus über Fernzugriff bedient werden.

Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, sodass folgende Funktionen und Informationen am Elektroinstallationskanal (oder optional, falls vom Anwender angefragt, am Bedienungsstand) verfügbar sind:

- Manometer zur Anzeige des Drucks in jeder Versorgungsleitung zum Elektroinstallationskanal;
- ein Manometer zur Anzeige des Drucks im Elektroinstallationskanal;
- langsame Ventile zur Steuerung des Durchflusses in jeder Versorgungsleitung zum Elektroinstallationskanal;
- langsame Ventile zur Steuerung des Druckabbaus des Elektroinstallationskanals.

4.4.16 Verständigung

Das Mikrofon sollte am Bedienungsstand auf Kopfhöhe angeordnet sein.

An der Bedienerposition müssen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden, um die Verständigung sowohl über Kopfhörer als auch über eine Lautsprechereinheit hören zu können.

4.4.17 Belüftung

Wenn der Betrieb im Modus ohne Sättigung vorgesehen ist, müssen Mittel zur Belüftung der Personenschleusen mit Frischluft zur Verfügung gestellt werden. Luft muss mit einer Rate von mindestens 50 l/min je Person, gemessen bei Kammerdruck, zugeführt werden. Es muss eine Vorrichtung zur Anzeige der Belüftungsrate geben. Bei automatischer Steuerung der Belüftung dürfen nur Druckschwankungen von weniger als $\pm 0,05$ bar auftreten. Es muss ebenfalls möglich sein, diese Toleranz manuell aufrechtzuerhalten.

Wenn der Betrieb im Sättigungsmodus vorgesehen ist, müssen Mittel zur Belüftung oder Spülung jeder Kammer in die ausgeatmetes Gas abgelassen wird zur Verfügung gestellt werden, um den für die bestimmungsgemäße Verwendung erforderlichen Druck und die atmosphärische Zusammensetzung aufrechtzuerhalten.

4.5 Mindestausrüstung — Shuttles

4.5.1 Mindestausrüstung für Shuttles

Für Shuttles müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.4.6.2, gelten.

4.5.2 Sauerstoff-Atemsysteme (einschließlich Gasmischungen mit mehr als 23,5 % Sauerstoff)

Wenn die bestimmungsgemäße Verwendung des Shuttles die Anwendung von Dekompressionen mit Sauerstoff umfasst, müssen die Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.4.9, erfüllt werden.

4.6 Zusätzliche Anforderungen, die sich aus der Mobilität von Shuttles ergeben

4.6.1 Andockklemme

Das Shuttle muss über eine Klemmvorrichtung verfügen, die eine druckdichte Versiegelung zwischen dem Andockflansch des Shuttles und dem Andockflansch an einer Personenschleuse oder Wand bilden und aufrechterhalten kann. Es muss durch eine am Shuttle montierte mechanische Verriegelung, die durch Druck im Elektroinstallationskanal aktiviert wird, verhindert werden, dass sich die Klemme öffnet, wenn der Elektroinstallationskanal mit Druck beaufschlagt wird. Die Verriegelung muss deutlich sichtbar und klar erkennbar sein, wenn sie sich in der verriegelten Stellung befindet.

Die Klemme kann elektrisch betrieben werden, es muss jedoch immer möglich sein, die Klemme, etwa bei einem Ausfall des Elektrosystems, manuell zu öffnen oder zu schließen. Für die manuelle Öffnung der Klemme ist ein spezieller Übersteuerungsvorgang an der Verriegelung erforderlich. Wenn der Elektroinstallationskanal nicht mit Druck beaufschlagt ist, muss es möglich sein, die Verriegelung manuell zu lösen.

Die Klemme muss als Teil der Druckanlage des Shuttles konstruiert werden.

4.6.2 Andockflansche

Die Hauptkammer eines Shuttles muss mit einem Elektroinstallationskanal mit einem Innendurchmesser von 800 mm und einer Wanddicke von 30 mm versehen sein, der in einem Andockflansch endet. Der Flansch muss als Aufkantung um das Ende des Elektroinstallationskanals geformt werden. Die Aufkantung muss 30 mm hoch und 30 mm breit sein, sodass sich ein Außendurchmesser von insgesamt 920 mm um den Flansch ergibt.

Der Elektroinstallationskanal sollte so lang sein, dass sich die Klemme und die Verriegelung (4.6.1) frei bewegen können.

An beiden Enden des Shuttles müssen sich Andockflansche oder Einrichtungen zum Anbringen eines Andockflansches befinden, sofern die bestimmungsgemäße Verwendung des Shuttles durch den Anwender dies erfordert.

4.6.3 Ausrichtungsausrüstung

Es müssen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden, mit denen der Andockflansch des Shuttles am Andockflansch der TBM ausgerichtet und somit die Andockklemme geschlossen werden kann. Die Toleranzen bei der relativen Ausrichtung des Elektroinstallationskanals am Shuttle und des Elektroinstallationskanals an der Personenschleuse/Wand innerhalb derer die Andockklemme geschlossen werden kann, müssen zwischen dem Hersteller und dem Anwender vereinbart werden.

ANMERKUNG Die Ausrichtungsausrüstung kann einen Andockrahmen und Führungsschienen an der TBM, auf die das Shuttle gefahren werden kann oder die Bereitstellung einer Einrichtung zur Höhenanpassung innerhalb des Unterwagens des Shuttles umfassen (siehe prEN 16191:2023, 4.2.8.4).

4.6.4 Spurbreite

Sofern vom Anwender für die bestimmungsgemäße Verwendung nicht anders benötigt, muss die Spurbreite für die Schienenmontage 900 mm betragen.

4.6.5 Schutzrahmen

Das Shuttle muss innerhalb eines Schutzrahmens installiert sein, um das Risiko für Beschädigungen durch Stöße zu minimieren und Hebearbeiten zu vereinfachen. Der Schutzrahmen darf einen Unterwagen mit Rädern umfassen, um seine Bewegung und Handhabung zu vereinfachen. Die unteren Rahmenecken müssen aus Bodengussteilen nach ISO 1161:2016 geformt sein. Der Rahmen muss aus einem Hohlprofil mit $120 \times 60 \times 3$ mm nach ISO 10799-2:2011 oder stärker bestehen. Die Oberseite des Rahmens darf eine nicht brennbare Schutzabdeckung aufweisen.

Wenn die Andockeinrichtungen in der Möglichkeit zur Höhenanpassung innerhalb des Unterwagens des Shuttles bestehen, muss die Einstellung immer manuell möglich sein. Der Zugang zum Vornehmen der Einstellung muss durch die Konstruktion ermöglicht werden.

4.6.6 Verhindern unbeabsichtigter Bewegungen

Wenn der Schutzrahmen über einen Unterwagen mit Rädern verfügt oder auf einer Plattform mit Rädern installiert ist, muss ein System zur Verhinderung unbeabsichtigter Bewegungen des Rahmens vorhanden sein.

4.6.7 Anschlagpunkte

Der Schutzrahmen muss über Anschlagpunkte verfügen. Die Last des in Betrieb befindlichen Shuttles, die von den Anschlagpunkten aufgenommen werden muss, muss das Gewicht des Shuttles, einer vollständigen Besatzung, des Schutzrahmens und sämtlicher innerhalb des Rahmens montierten grundlegenden Ausrüstung, wie durch diese Norm vorgeschrieben, umfassen. Diese Betriebslast muss deutlich auf dem Heberahmen angegeben werden. Bei der Konstruktion von Anschlagpunkten muss auf die maximale Betriebslast ein Sicherheitsfaktor von 10 angewendet werden. Der Schutzrahmen und seine Anschlagpunkte müssen auf das Anheben von Personen ausgelegt sein und vor der Inbetriebnahme gründlich geprüft werden.

Anschlagpunkte müssen deutlich auf dem Heberahmen gekennzeichnet sein. Zum Hebesymbol siehe ISO 6405-1:2017, Symbol 9.47.

4.6.8 Verzurrstellen

Um das Shuttle und den Schutzrahmen an jeglichen bei seinem Transport verwendeten Transportfahrzeugen oder Plattformen zu sichern, müssen Verzurrstellen zur Verfügung stehen. Es dürfen mit den Eckgussteilen des Rahmens nach ISO 1161:2016 kompatible Verdrehsicherungen verwendet werden.

Verzurrstellen müssen deutlich auf dem Heberahmen gekennzeichnet sein. Zum Verzurrsymbol siehe ISO 6405-1:2017, Symbol 9.50.

4.6.9 Versorgungsschleuse

In der Hauptkammer muss es eine Versorgungsschleuse geben. Sie muss mindestens einen Durchmesser von 250 mm haben und 350 mm lang sowie ausreichend groß sein, um den Durchgang von Chemikalienbehältern für jegliche im Shuttle vorhandenen CO/CO₂/VOC-Wäscher zu ermöglichen (siehe 4.6.20). Die Außentür der Schleuse muss, sofern sie nach außen öffnet, mit einer Verriegelung ausgestattet sein, um ihre Öffnung bei druckbeaufschlagter Schleuse zu verhindern. Außerhalb der Versorgungsschleuse müssen ein Anzeige-Manometer sowie ein langsames Ventil zur Steuerung der Druckentlastung vorhanden sein. Die Druckbeaufschlagung der Schleuse muss über ein langsames Ventil an einer von der Hauptkammer ausgehenden Versorgung erfolgen.

4.6.10 Betrachtungsfenster

Betrachtungsfenster müssen den Anforderungen von prEN 12110-1:2023, 4.4.13, entsprechen, außer, dass es in jeder Shuttlekammer zwei Betrachtungsfenster und je ein Betrachtungsfenster in jeder Zwischen- oder Abschlusstür geben muss. Fenster müssen einen Durchmesser von mindestens 100 mm haben.

4.6.11 Ersatzöffnungen

Jede Kammer muss über 2 Ersatzöffnungen mit einem Minstdurchmesser von 40 mm verfügen. Bis zu ihrer Verwendung müssen diese mit einem Gewindestopfen oder einer Kappe versiegelt sein.

4.6.12 Kammerbeschichtungen

Das Innere des Shuttles muss mit einer feuerbeständigen Epoxidbeschichtung beschichtet sein. Ein VOC-Wäscher muss vorhanden sein.

4.6.13 Wärmedämmung

Die das Shuttle umhüllende Wärmedämmung (sofern vorhanden) darf nicht brennbar sein oder muss mit einer nicht brennbaren Beschichtung versiegelt sein.

4.6.14 Sitzgelegenheiten — versetzt, 4 oder 6

Sitzgelegenheiten in Shuttles müssen 4.3.3 entsprechen.

4.6.15 Klimaregelung des Shuttles

Das Shuttle muss über eine Klimaregelung verfügen, die während des Transports unter Druck eine Temperatur zwischen 25 °C und 35 °C im Shuttle aufrechterhalten kann.

Die Feuchtigkeit der Shuttleatmosphäre muss zwischen 40 % und 70 % RH abgeregelt sein.

Das System muss eine Wärmeübertragungsflüssigkeit auf Wasserbasis verwenden.

4.6.16 Bedienungsstand/-stände

Das Shuttle muss über einen oder mehrere Bedienungsstände verfügen, von denen aus der Bediener den Shuttlebetrieb steuern muss. Bedienungsstände und sämtliche an ihnen installierten Instrumente müssen innerhalb des Schutzrahmens liegen. Die Anzahl an Bedienungsständen muss auf dem Minimum gehalten werden.

Die Konstruktion der Bedienungsstände muss den ergonomischen Grundsätzen in EN 894-1:1997+A1:2008, EN 894-2:1997+A1:2008, EN 894-3:2000+A1:2008 und EN 894-4:2010 folgen, um dem Bediener des Shuttles den Shuttlebetrieb unter besten Bedingungen zu ermöglichen (siehe prEN 12110-1:2023, 4.2.8). Die Gestaltung des Stands muss es dem Bediener erlauben, die Steuerausrüstung zu bedienen und gleichzeitig die relevanten Instrumente im Blick zu behalten.

Stände müssen so gekennzeichnet sein, dass die Funktionen und Schaltrichtungen der Steuerausrüstung klar erkennbar sind. Bedienungsstände müssen über Schaltpläne verfügen, auf denen die Anordnung und Funktionen der Steuerungen und Instrumente dargelegt ist.

ANMERKUNG Informationen zur Kennzeichnung sind in EN 61310-1:2008 enthalten.

Jeder Stand muss mit einer nominalen Beleuchtungsstärke von mindestens 200 Lux beleuchtet sein.

4.6.17 Steuerfunktionen und -informationen

Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, sodass folgende Funktionen und Informationen am Bedienungsstand/an den Bedienungsständen des Shuttles verfügbar sind:

- ein Manometer zur Anzeige des Drucks in jeder Einlassversorgungsleitung;
- eine Anzeige der Zusammensetzung (Volumenanteil O₂ und He in %) in jeder Einlassversorgungsleitung;
- langsame Ventile zur Steuerung des Durchflusses stromabwärts des Stands in jeder Versorgungsleitung zu jeder Kammer;
- langsame Ventile zur Steuerung des Druckabbaus jeder Kammer;
- ein Manometer zur Anzeige des Drucks stromabwärts des Stands in jeder Versorgungsleitung zu jeder Kammer des Shuttles;
- die Zusammensetzung (Volumenanteil O₂ in % und als Partialdruck, Volumenanteil He in %) in jeder Versorgungsleitung zu jeder Kammer des Shuttles;
- Alarme für niedrigen und hohen Sauerstoffgehalt für jede Versorgungsleitung stromabwärts des Stands, mit der Möglichkeit zur Anpassung von Alarmpunkten am Stand;
- Manometer mit Spiegelskala zur Regelung des Drucks in jeder Kammer und für die Hauptkammer des Shuttles muss zudem ein Kontroll-Manometer mit Spiegelskala mit einem maximalen vollständigen Skalenausschlag von 2 bar vorhanden sein;

ANMERKUNG Siehe 4.2.3.6 zur digitalen Manometeroption.

- die O₂- und He-Konzentrationen (Volumenanteil O₂ in % und als Partialdruck, Volumenanteil He in %) in jeder Kammer;
- die CO- und CO₂-Konzentrationen (als Partialdruck) in jeder Kammer;
- die Temperatur und Feuchtigkeit in jeder Kammer;

- Steuerungseinrichtungen für die Klimaregelung des Shuttles;
- Zeitanzeige als Echtzeit und vergangene Zeit mit einer Anzeige in Stunden, Minuten und Sekunden;
- Sprechverbindung zu jeder Kammer mit Möglichkeit zum Einsatz eines Helium-Entzerrers (Unscrambler);
- Schreiber, der Druck und Atmosphärenzusammensetzung in jeder Kammer in Abständen von 20 s aufzeichnen kann;
- eine Anzeige des Drucks im Brandbekämpfungssystem.

Ventile dürfen sich physisch am Bedienungsstand befinden oder vom Bedienungsstand aus über Fernzugriff bedient werden.

4.6.18 Stromversorgung während TUP-Anwendungen

Es muss eine eigens hierfür vorgesehene, autonome Stromversorgung geben, die über das Anschlusspaneel für die externe Versorgung Strom liefert und sämtliche zum Shuttle gehörige elektrisch betriebene Ausrüstung, einschließlich Beleuchtung, Kommunikationseinrichtungen, Atmosphärische Überwachungsausrüstung, digitale Manometer (sofern vorhanden), Datenaufzeichnung (sofern vorhanden), Gasanalyse-Ausrüstung, CO/CO₂/VOC-Wäscher, Temperaturregelung, elektrisch betriebene Druckregelungsanlage (sofern vorhanden) und die Andockklemme während TUP-Anwendungen (siehe 4.2.6) mindestens 12 h lang mit Strom versorgen muss.

Es muss eine Notstromversorgung geben, die die zum Shuttle gehörige Ausrüstung, außer Klimaregelung und Andockklemme, mindestens 12 h lang mit Strom versorgen muss.

4.6.19 Metabolische Sauerstoffaufnahme

Das Shuttle muss über eine autonome Sauerstoffversorgung für die metabolische Sauerstoffaufnahme verfügen. Das Versorgungssystem muss darauf ausgelegt sein, vorab festgelegte Sauerstoffmengen in den Strom einer Einrichtung zur Schadstoffentfernung oder einen anderen Lüftungsstrom innerhalb des Shuttles abzugeben. Sauerstoff muss über den Bedienungsstand separat an jede Kammer geleitet werden.

Im Schutzrahmen muss es mindestens Halterungen für zwei Sauerstoffflaschen mit 10 Liter × 200 bar geben. An jeder Verbindung neben dem Anschlusspunkt muss ein Druckminderer vorhanden sein.

ANMERKUNG Zur Sicherheit während des Transports zum Standort können die Flaschen weggelassen werden.

4.6.20 Schadstoffentfernung

Es muss in jeder Kammer eine elektrisch betriebene Einrichtung zur Entfernung von Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid aus der Kammeratmosphäre geben. In jeder Kammer müssen Ersatzeinrichtungen mit ähnlicher Kapazität vorhanden sein.

Es müssen zudem elektrisch betriebene Wäscher zur Entfernung von Gerüchen und flüchtiger organischer Verbindungen aus der Kammeratmosphäre vorhanden sein.

4.6.21 Anschlusspaneel für die externe Versorgung

Es muss ein Paneel vorhanden sein, an dem externe Versorgungen an das Shuttle angeschlossen werden können. Das Paneel und die Anschlüsse müssen innerhalb des Schutzrahmens liegen und leicht zugänglich sein. Die verwendeten Anschlüsse müssen so ausgelegt sein, dass das Risiko eines Anschlusses über Kreuz und einer unbeabsichtigten Trennung verhindert wird. Anschlüsse für die Gas- und Flüssigkeitsversorgung müssen sich bei Trennung selbst abdichten. Für elektrische Verbindungen müssen Stecker verwendet werden. Jeder Anschluss muss am Anschlusspaneel klar mit seiner Funktion gekennzeichnet sein. Anschlüsse müssen über Kappen verfügen, um den Eintritt von Schmutz bei Nichtbenutzung zu verhindern.