

DIN EN ISO 23875



ICS 13.040.30; 73.020

Einsprüche bis 2022-02-10

Entwurf

**Bergbau –
Luftqualitätskontrollsysteme für Bedienerkabinen –
Leistungsanforderungen und Prüfverfahren (ISO 23875:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 23875:2021**

Mining –
Air quality control systems for operator enclosures –
Performance requirements and test methods (ISO 23875:2021);
German and English version prEN ISO 23875:2021

Exploitation minière –
Systèmes de contrôle de la qualité de l'air des enceintes de l'opérateur –
Exigences de performance et méthodes essai (ISO 23875:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 23875:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-12-10 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 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf legt Leistungs- und Gestaltungsanforderungen für Luftqualitätskontrollsysteme für Bedienerkabinen und deren Überwachungsvorrichtungen fest.

Die Gestaltungsvorgaben sind in ihrer Anwendung allgemein gültig und betrachten keine spezifischen bergbautechnischen Umgebungen. Sie sollen bestimmte Parameter sowohl in Bezug auf die Druckbeaufschlagung als auch die einatembaren Partikel- und Kohlendioxidkonzentrationen erfüllen. Dieses Dokument legt ferner Prüfverfahren für die Bewertung dieser Parameter fest und enthält Anweisungen für Bedienung und Wartung. Es werden Empfehlungen für die Einbindung von Luftqualitätskontrollsystemen in die betriebliche Umgebung formuliert.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-15-30 AA „Bergbaumaschinen“ im Fachbereich „Bergbaumaschinen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von „Bergbaumaschinen“ sowie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

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

ISO/IEC 17000	siehe	DIN EN ISO/IEC 17000
ISO/IEC 17050-1	siehe	DIN EN ISO/IEC 17050-1

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO/IEC 17000, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

DIN EN ISO/IEC 17050-1, *Konformitätsbewertung — Konformitätserklärung von Anbietern — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO/IEC 17050-1:2004, korrigierte Fassung 2007-06-15)*

<i>Titel de:</i>	Bergbau — Luftqualitätskontrollsysteme für Bedienerkabinen — Leistungsanforderungen und Prüfverfahren (ISO 23875:2021)
<i>Titel en:</i>	Mining — Air quality control systems for operator enclosures — Performance requirements and test methods (ISO 23875:2021)
<i>Titel fr:</i>	Exploitation minière — Systèmes de contrôle de la qualité de l'air des enceintes de l'opérateur — Exigences de performance et méthodes essai (ISO 23875:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
3.1 Begriffe in Bezug auf die Luftqualität	7
3.2 Begriffe in Bezug auf die konstruktive Gestaltung der Bedienerkabine	7
3.3 Messungsbezogene Begriffe	8
4 Anforderungen	9
4.1 Leistungsanforderungen	9
4.2 Konstruktive Gestaltung	10
4.2.1 Bedienerkabine	10
4.2.2 Luftqualitätskontrollsystem	10
4.2.3 Filter und Filtergehäuse	12
4.3 Überwachungsvorrichtungen	13
4.3.1 Allgemeines	13
4.3.2 Kohlendioxid-Benachrichtigungssystem für Bediener bei nachgerüsteten Anlagen	14
4.3.3 Kohlendioxid-Benachrichtigungssystem für Bediener von Maschinenhersteller	14
4.3.4 Zusätzliche Überwachungsfunktionen	15
5 Leistungsprüfung	16
5.1 Anforderungen	16
5.1.1 Prüfaufbau	16
5.1.2 Prüfeinrichtung	16
5.1.3 Prüfverfahren	16
5.2 Prüfbericht	20
6 Betriebs- und Wartungsanleitungen	21
Anhang A (informativ) CO ₂ -Management	22
A.1 Allgemeines	22
A.2 Hintergrund	22
A.3 Messung von CO ₂ in Bedienerkabinen	23
A.3.1 Erläuterungen der CO ₂ -Konzentrationen	23
A.3.2 CO ₂ -Überwachungsvorrichtungen	23
A.4 Berechnung der Außenluft aus der CO ₂ -Konzentration in einer Bedienerkabine	23
Anhang B (informativ) Empfehlungen für die operationale Einbindung dieses Dokuments	24
B.1 Allgemeines	24
B.2 Bedienung und Wartung der Leistungsprüfgeräte	24
B.3 Nachrüstung von Bedienerkabinen	24
B.4 Bedienung von Luftqualitätskontrollsystemen	25
B.5 Wartung von Bedienerkabinen und Luftqualitätskontrollsystemen	25
B.6 Gesundheits- und Sicherheitserwägungen	27
Literaturhinweise	28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 23875:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 196 „Maschinen und Ausrüstungen für den Bergbau - Sicherheit“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 23875:2021 wurde von CEN als prEN ISO 23875:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 82, *Mining* erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Die Sicherheit im Bergbau ist ein wichtiges Thema für alle, die in der Bergbauindustrie als Eigentümer, Entwickler, Verwalter oder Beschäftigte tätig sind. Bei routinemäßigen Bergbautätigkeiten können luftgetragene Partikel freigesetzt werden, die schädlich für die menschliche Gesundheit sind. Daher müssen Kontrollen entwickelt werden, die die Gefährdung der Bediener durch luftgetragene Partikel während der Bedienung von Geräten aus Bedienerkabinen begrenzen. Mit der steigenden Anzahl der Länder, die die Luftqualität in Bergbau, Baugewerbe und in industriellen Umgebungen regulieren, sind sich Maschinenhersteller zunehmend der Notwendigkeit standardisierter Vorgehensweisen in der Entwicklung und Leistung von Bedienerkabinen bewusst geworden. Dieses Dokument soll grundsätzliche Gestaltungsanforderungen behandeln, die für Bedienerkabinen eine Leistung ermöglichen, mit der eine nachhaltige Luftqualität bereitgestellt und die Konzentration gesundheitsschädlicher einatembarer Partikel und von Kohlendioxid verringert wird. Der Schwerpunkt dieses Dokuments liegt in drei Bereichen: 1) konstruktive Gestaltung, 2) Leistungsprüfung von Systemen zur Kontrolle der Luftqualität und 3) Wartungs- und Betriebsanleitungen für Bedienerkabinen.

Alle Bedienerkabinen, ob an neuen oder bereits in Betrieb befindlichen Maschinen, die die Anforderungen dieses Dokuments erfüllen, sollten eine konsistente Leistung in Bezug auf die Luftqualität bereitstellen. Die technischen Aspekte einer Bedienerkabine wie konstruktive Gestaltung und Verfahren zur Leistungsprüfung sind allgemein gültig. Daher wurde versucht, dieses Dokument, das die Anforderungen an feststehende und mobile Bedienerkabinen behandelt, so allgemein wie möglich zu fassen.

Dieses Dokument wurde entwickelt, um die Gesundheit und Sicherheit von Personen, die in Bedienerkabinen arbeiten, sicherzustellen. Es behandelt in erster Linie das Thema Luftqualität und definiert Parameter zur Bestimmung der Wirksamkeit von Luftqualitätskontrollsystemen. Die Kontrolle dieser luftgetragenen Verunreinigungen erfolgt mit Hilfe eines effektiven Luftqualitätskontrollsystems (sowohl für Fremdluft als auch für Rückluft), die Verdünnung von CO₂, routinemäßige Tests der Luft innerhalb der Bedienerkabine und die effektive Wartung während der gesamten Lebensdauer der Bedienerkabine. Umfangreiche Forschung und daraus folgende Veröffentlichungen führten zu einem erheblichen Wissensschatz in Bezug auf Luftqualitätskontrollsysteme und bilden die Grundlage dieses Dokuments. Siehe Literaturhinweise.

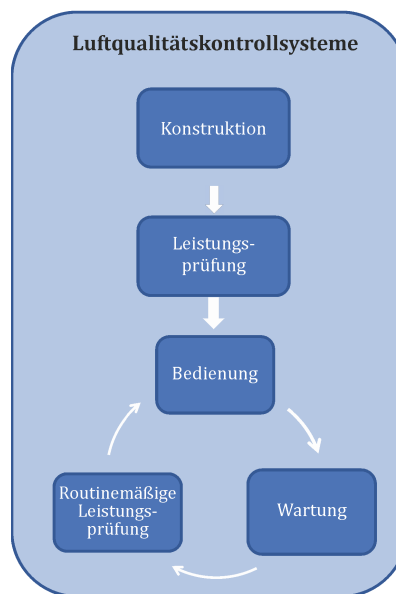


Bild 1 — Lebenszyklus eines Luftqualitätskontrollsystems

Wie in Bild 1 dargestellt, stellt dieses Dokument einen auf dem Lebenszyklus basierenden Ansatz für die Gestaltung, Leistungsprüfung und Wartung von Luftqualitätskontrollsystemen für Bedienerkabinen vor.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Leistungs- und Gestaltungsanforderungen für Luftqualitätskontrollsysteme für Bedienerkabinen und deren Überwachungsvorrichtungen fest. Die Gestaltungsvorgaben sind in ihrer Anwendung allgemein gültig und betrachten keine spezifischen bergbautechnischen Umgebungen. Sie sollen bestimmte Parameter sowohl in Bezug auf die Druckhaltung als auch die einatembaren Partikel- und Kohlendioxidkonzentrationen erfüllen. Dieses Dokument legt ferner Prüfverfahren für die Bewertung dieser Parameter fest und enthält Anweisungen für Bedienung und Wartung. Es werden Empfehlungen für die Einbindung von Luftqualitätskontrollsystemen in die betriebliche Umgebung formuliert.

Gefährliche Gase und Dämpfe, die in der Arbeitsumgebung außerhalb der Bedienerkabine vorhanden sein können, sind in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

2 Normative Verweisungen

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

ISO 18158, *Workplace air — Terminology*

ISO 29463-1:2017, *High efficiency filters and filter media for removing particles from air — Part 1: Classification, performance, testing and marking*

ISO 29463-2, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 2: Aerosol production, measuring equipment and particle-counting statistics*

ISO 29463-3, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 3: Testing flat sheet filter media*

ISO 29463-4:2011, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 4: Test method for determining leakage of filter elements — Scan method*

ISO 29463-5:2011, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 5: Test method for filter elements*

ISO/IEC 17000, *Conformity assessment — Vocabulary and general principles*

ISO/IEC 17050-1, *Conformity assessment — Supplier's declaration of conformity — Part 1: General requirements*

3 Begriffe

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/IEC 17000, ISO 18158, ISO 29463-1 sowie die folgenden.

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

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

3.1 Begriffe in Bezug auf die Luftqualität

3.1.1

luftgetragenes Partikel (en: airborne particle)

luftgetragenes Partikel (en: airborne particulate)

in Luft dispergierter feiner Stoff in fester oder flüssiger Form

[QUELLE: ISO 18158:2016, 2.1.2.3, modifiziert — Der bevorzugte Begriff „airborne particulate“ (für „luftgetragenes Partikel“) wurde im Englischen hinzugefügt.]

3.1.2

schädlich für die menschliche Gesundheit

eine solche Menge und/oder Qualität *luftgetragener Partikel* (3.1.1) oder von CO_2 (3.1.7) oder Lärm, die negative Folgen für die Gesundheit hat

3.1.3

verunreinigte Umgebung

Bereich, in dem *luftgetragene Partikel* (3.1.1), die *schädlich für die menschliche Gesundheit* (3.1.2) sind, in der Umgebungsluft vorhanden sind

3.1.4

Atembereich

Luftbereich um das Gesicht des Arbeiters, aus dem er seine Atemluft nimmt

3.1.5

CO_2 -Gehalt in der Umgebungsluft

Konzentration an CO_2 (3.1.7) in der Luft außerhalb der *Bedienerkabine* (3.2.1), der Personen ausgesetzt sein können

3.1.6

einatembarer Feinstaub

Material, das sich im Gasaustauschbereich der Lungen absetzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der mediane Grenzwert für einatembaren Feinstaub beträgt $4,0\ \mu m$ nach ISO 7708:1995.

3.1.7

CO_2

als Abfallprodukt der menschlichen Atmung entstehendes Kohlendioxid

3.2 Begriffe in Bezug auf die konstruktive Gestaltung der Bedienerkabine

3.2.1

Bedienerkabine

Aufbau, der den Bediener komplett umgibt und den ungehinderten Durchgang von *Außenluft* (3.2.7), Staub oder anderen Stoffen in den Bereich um den Bediener verhindert

[QUELLE: ISO 10263-4:2009, 3.1, modifiziert — „Teil der Maschine, der“ wurde ersetzt durch „Aufbau, der“.]

3.2.2

Luftqualitätskontrollsystem

Bedienerkabine (3.2.1), die strukturelle Komponenten, *Außenluft*- (3.2.7) und Rückluftsysteme enthält, welche durch ihre Gestaltung einen Bediener gegen Umweltfaktoren wie Staub, Hitze, Kälte, Wind und *luftgetragene Partikel* (3.1.1) schützt, die *schädlich für die menschliche Gesundheit* (3.1.2) sind

3.2.3

nachhaltige Qualität

Qualität, die durch Konstruktionen erreicht wird, die durch ihr Zusammenspiel ein effektives *Luftqualitätskontrollsystem* (3.2.2) bilden, mit dem der Druck und eine effektive Filterung in der *Bedienerkabine* (3.2.1) zwischen den *planmäßigen Wartungsintervallen* (3.2.4) kontinuierlich aufrechterhalten werden können

3.2.4

planmäßiges Wartungsintervall

Intervall für die Durchführung routinemäßiger Wartung

3.2.5

Druckhaltung der Bedienerkabine

Situation, in der der Eintritt von *Außenluft* (3.2.7) in die *Bedienerkabine* (3.2.1) größer als der Luftaustritt aus der Kabine ist

3.2.6

Arbeitsumgebung in der Bedienerkabine

Raum innerhalb der *Bedienerkabine* (3.2.1)

3.2.7

Außenluft

kontrollierte Luft, die vor jeder Luftbehandlung von außen in das System oder eine Öffnung eintritt

[QUELLE: ISO 16818:2008, 3.97]

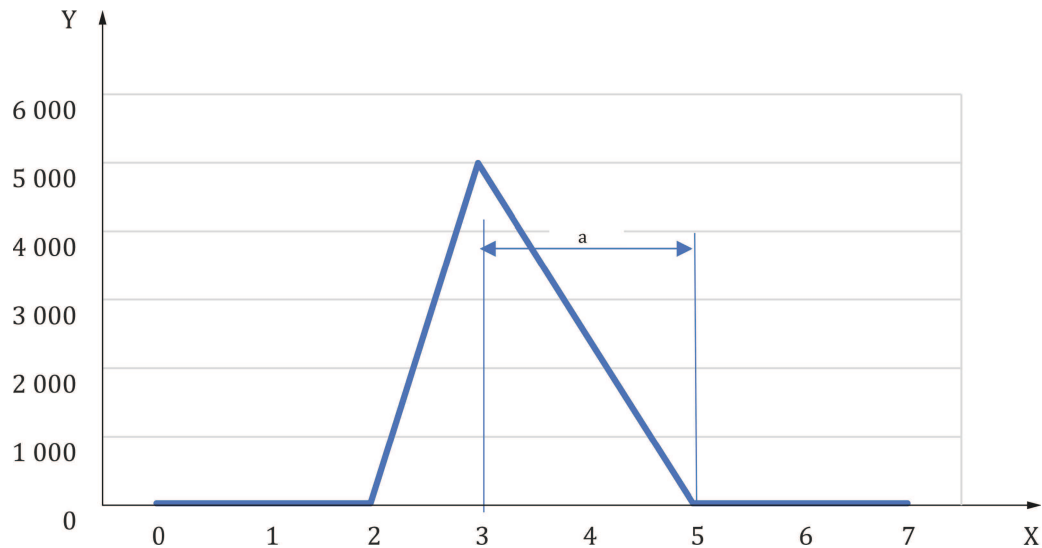
3.3 Messungsbezogene Begriffe

3.3.1

Abnahmezeit

Zeit, die es dauert, bis *luftgetragene Partikel* (3.1.1) aus der Luft in der *Arbeitsumgebung der Bedienerkabine* (3.2.6) entfernt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.



Die Staubkonzentration innerhalb der Bedienerkabine liegt anfangs bei $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und beginnt nach 2 min anzusteigen. Nach 3 min erreicht sie ihren Höhepunkt bei $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und kehrt nach 5 min wieder auf einen Wert von $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurück. Die Abnahmezeit liegt in diesem Beispiel bei 2 min.

Legende

X Zeit, min

Y Konzentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

a 2 min

Bild 2 — Abnahmezeit — Beispiel

4 Anforderungen

4.1 Leistungsanforderungen

Ziel des Luftqualitätskontrollsystems ist es, das Eindringen einatembaren Feinstaubs aus der verunreinigten Umgebung durch Filtervorrichtungen und die Druckhaltung der Bedienerkabine zu verhindern. Das Luftqualitätskontrollsystem muss die folgenden Anforderungen an die Leistung erfüllen.

- Die maximale anhaltende CO_2 -Konzentration muss der Umgebungsgehalt an CO_2 + 400 ppm sein; siehe Anhang A mit weiteren Informationen.
- Zu Beginn und am Ende der Abnahmezeit muss die maximale einatembare Feinstaubkonzentration $\leq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sein.
- Die Abnahmezeit für einatembare Partikel darf maximal 120 s betragen.
- Die anhaltende minimale Druckbeaufschlagung, wenn die Startvorrichtung der Maschine in Stellung „Ein“ ist (d. h. die Elektrik ist eingeschaltet), muss $\geq 20 \text{ Pa}$ sein.
- Die maximale anhaltende Druckbeaufschlagung darf 200 Pa nicht überschreiten.

4.2 Konstruktive Gestaltung

4.2.1 Bedienerkabine

Die folgenden Anforderungen müssen eingehalten werden:

- a) Der Sicherheitsstandard für den betreffenden Maschinentyp muss bei der Konstruktion oder Nachrüstung einer Bedienerkabine für eine Maschine berücksichtigt werden.
- b) Wird die Bedienerkabine an die Maschine angebaut, muss die Verbindung zum Maschinenrahmen sorgfältig abgedichtet werden, um sicherzustellen, dass durch Vibrationen während des Maschinenbetriebs keine undichten Stellen auftreten.
- c) Der Ein- und Ausstieg sowie das Sichtfeld des Bedieners und die Bedienbarkeit und Wartungsfreundlichkeit der Bedienerkabine sind beim Nachrüsten einer Bedienerkabine mit einem Luftqualitätskontrollsystem zu berücksichtigen.
- d) Überrollschutzeinrichtungen (ROPS; en: roll over protective structures) und Schutzaufbauten gegen herabfallende Gegenstände (FOPS; en: falling-object protective structures) oder andere Schutzeinrichtungen für den Bediener dürfen nur mit Genehmigung des Maschinenherstellers verändert werden.
- e) Bei der Wahl der für die Kabine verwendeten Materialien muss berücksichtigt werden, dass sie keine Partikelansammlung begünstigen und leicht zu reinigen sind. Die Sitze des Bedieners müssen mit einem glatten, einfach zu reinigenden Material, z. B. Vinyl bezogen sein.
- f) Schweißnähte oder -verbindungen im Abgassystem des Motors, die im Lauf der Zeit zu Undichtigkeit neigen, sollten nicht in der Nähe des Außenlufteinlasses liegen.
- g) Die Bedienerkabine muss so konstruiert werden, dass alle Eintrittspunkte dicht sind, damit das System den Druck hält. Alle strukturellen Bauteile wie ROPS und FOPS, Schweißstellen, Heftnähte, elektrische und hydraulische Durchführungen, Fenster usw. müssen sicherstellen, dass in der Bedienerkabine der Druck ausreichend gehalten wird, damit die Mindestleistungsanforderungen an die Druckbeaufschlagung erfüllt werden; siehe 4.1 d), e).
- h) Bedienerkabinen mit Komponenten und Installationen für ein Luftqualitätskontrollsystem, die in zwei verschiedenen Ebenen befestigt sind, müssen Mittel zur Entlastung der Vibrationsspannung besitzen, z. B. in Form flexibler Leitungen.

4.2.2 Luftqualitätskontrollsystem

4.2.2.1 Allgemeines

Folgendes ist zu berücksichtigen.

- a) Das Lüftungssystem sollte es ermöglichen, dass die Luftströmung vom Bediener weg geführt wird.
- b) Komponenten eines Luftqualitätskontrollsystems, die in der Bedienerkabine hinzugefügt werden, sind so einzubauen, dass sie das Sichtfeld des Bedieners nicht beeinträchtigen. Ist eine Beeinträchtigung der Sicht nicht vermeidbar, muss eine Bewertung durchgeführt werden, um die bestmöglichen Ausgleichsmaßnahmen, z. B. durch Verwendung von Kameras oder Spiegeln, zu ermitteln.
- c) Das Luftqualitätskontrollsystem darf kein Lärmniveau verursachen, das für Menschen gesundheitsschädlich ist oder bestehende Geräuschquellen verstärkt und so ein gesundheitsschädliches Lärmniveau erzeugt.

- d) Die Wartungsintervalle der Filter müssen in der Gestaltung berücksichtigt werden. Nachhaltige Qualität setzt voraus, dass der Vorfilter angemessen ausgelegt ist, damit er keine Wartung zwischen den planmäßigen Wartungsintervallen benötigt.
- e) Es werden Vorfilter oder Zyklon-Vorreiniger für die Entfernung luftgetragener Partikel aus der Außenluft empfohlen, die dem primären Filter vorgeschaltet sind. Dies verlängert die Betriebszeit des Filters und ermöglicht den Einsatz hocheffizienter Filtration. Die in der folgenden Liste aufgeführten Konstruktionslösungen sind in der Reihenfolge ihrer Wirksamkeit für den Erhalt eines anhaltenden Druckniveaus in der Bedienerkabine bei Betrieb in staubbelasteten Umgebungen angegeben, so wie sie im Bergbau typisch sind:
 - 1) elektrisch betriebener Vorreiniger mit integriertem elektrisch betriebenem Zyklonabscheider;
 - 2) Druckhaltegebläse mit einem Zyklonabscheider ohne elektrischen Antrieb;
 - 3) Druckhaltegebläse mit einem Vorfilter;
 - 4) Gebläse einer Klimaanlage (HVAC).
- f) Undichtigkeiten in Niederdruckbereichen der Klimaanlage und der Außenluftfilterung bewirken, dass luftgetragene Partikel direkt in die Bedienerkabine gelangen, ohne den Außenluftfilter zu passieren. Undichtigkeiten in Niederdruckbereichen können aus vielen Gründen entstehen, auch durch Integritätsverlust der Außenluftdichtung, Montageflächen, Kunststoff- und Metaldichtungen, Lüftungsrohre und Befestigungen.
- g) Die Außenluft muss direkt in die Mischkammer der Klimaanlage geleitet werden. Wird die Außenluft direkt in die Bedienerkabine geleitet, wird die Luftqualität in der Kabine gefährdet, da Feuchtigkeit und/oder Wärme/Kälte direkt in die Bedienerkabine eingeführt werden können. Dadurch wird die Bedienerkabine zu einer Mischkammer und beeinträchtigt das Luftqualitätskontrollsystem.
- h) Das Luftqualitätskontrollsystem muss ein Mittel zur Druckbeaufschlagung der Bedienerkabine enthalten.
- i) Außenluftvorrichtungen wie das Druckgebläse und alle Filter müssen vorhanden und eingeschaltet sein, wenn die Startvorrichtung der Maschine in Stellung „Ein“ geschaltet wird (d. h. die Elektrik wird eingeschaltet). Diese elektrische Anordnung muss die kontinuierliche Druckbeaufschlagung in der Bedienerkabine durch den externen Druckerzeuger oder das Gebläse der Klimaanlage ermöglichen. Durch die kontinuierliche Außenluft über eine hocheffiziente Filtration wird verhindert, dass Partikel in die Arbeitsumgebung gelangen.
- j) Wenn die Startvorrichtung der Maschine in Stellung „Ein“ steht (d. h. die Elektrik ist eingeschaltet), muss das Luftqualitätskontrollsystem stetig Frischluft in die Mischungskammer der Klimaanlage einführen, damit die CO₂-Konzentration kontinuierlich verdünnt wird. Der CO₂-Gehalt im Luftqualitätskontrollsystem liefert einen eindeutigen Hinweis auf einen ausreichenden Luftaustausch. (Siehe Anhang A.)

4.2.2.2 Außenluft- und Rückluftströmungssysteme

Die Luftqualität steht in direktem Bezug zur Effizienz und Integrität der Außen- und Rückluftfiltersysteme. Folgendes ist zu berücksichtigen.

- a) Das Luftqualitätskontrollsystem muss mit einem Außenluft- und einem Rückluftfilter ausgestattet sein.
- b) Die Luftströmung kann durch eine hocheffiziente Filtration eingeschränkt sein; dieser Faktor muss bei der Auslegung der Klimaanlage- und Lüftung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der Rückluftfilter ist das wirksamste Mittel, um einatembare luftgetragene Partikel aus der Bedienerkabine schnell zu entfernen. Durch eine hocheffiziente Rückluftfilterung können Partikel in einem einzigen Durchgang durch den Filter entfernt werden. Die Luftmenge der Bedienerkabine kann mehrmals pro Minute den Rückluftfilter passieren. Durch die Entfernung der Partikel mit einem Durchgang durch den Rückluftfilter wird die Luftqualität aufrecht erhalten.

- c) Der Außenlufteinlass des Luftqualitätskontrollsystems muss so angebracht werden, dass das Eintreten der Abgase der Maschine auf ein Mindestmaß verringert wird. Bei der Einbaulage des Außenlufteinlasses müssen die Abgase anderer Maschinen, die in unmittelbarer Nähe betrieben werden, berücksichtigt werden.
- d) Bei der Gestaltung von Bedienerkabinen sollte die Lüftung die Luftströmung aus der oberen Hälfte der Kabine zur unteren Hälfte der Kabine lenken. Das Luftströmungsmuster in der Bedienerkabine ist ein wesentlicher Aspekt bei der Gestaltung des Lüftungssystems. Die gefilterte Luft aus der Klimaanlage sollte oberhalb des Atembereichs des Bedieners und dann zum Rücklufteinlass geleitet werden. Wird der Zuluftanschluss im oberen Teil der Bedienerkabine und die Rückluftleitung im unteren Teil der Bedienerkabine unter dem Sitzindexpunkt (SIP) angebracht, wie in ISO 5353 festgelegt, bewegen sich die Partikel unter Schwerkrafteinwirkung nach unten. Wenn der Rückluftfilter unten in der Bedienerkabine angebracht wird, können Partikel, die durch Stiefel und Kleidung des Bedieners in die Kabine gelangen, in den hocheffizienten Rückluftfilter gesaugt werden, ohne den Atembereich des Bedieners zu passieren. Dieser Faktor sollte bei der Gestaltung der Lüftung von Bedienerkabinen berücksichtigt werden. Auch wenn nicht alle Lüftungsanordnungen dieses empfohlene Luftströmungsmuster einhalten können, muss die Luftqualitätsleistung in der Bedienerkabine in jedem Fall die Leistungsanforderungen erfüllen. [Siehe 4.1 a), b), c), d), e).]
- e) Die Außenluft- und Rückluftfilterungen müssen nach ISO 29463-1, ISO 29463-2, ISO 29463-3, ISO 29463-5 und ISO 29463-4: 2011, F.1 bis F.5 hergestellt, getestet und klassifiziert werden.
- f) Alle Filter müssen mit ihrer Filterklasse gekennzeichnet sein.
- g) Filter müssen nach ISO 29463-1:2017, 9.1 a), b), c), d) e), f) gekennzeichnet werden. Sofern zutreffend, ist ISO 29463-5: 2011, Abschnitt B.5, als separates Dokument in der Filterverpackung beizufügen. Die Verwendung einer maschinenlesbaren optischen Kennzeichnung (z. B. Matrix-Barcode) auf dem Filterschild wird empfohlen, um das Auslesen der Daten des Filterkennschilds zu ermöglichen.

4.2.3 Filter und Filtergehäuse

4.2.3.1 Allgemeines

Filtergehäuse stellen den notwendigen Aufbau für die Filterung in Bedienerkabinen bereit. Der Schutz des Filters ist von kritischer Bedeutung für die nachhaltige Qualität und die Luftqualitätsleistung von Bedienerkabinen.

4.2.3.2 Filtergehäuse

Das Filtergehäuse muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- a) der Filter kann nicht fehlerhaft eingebaut werden (z. B. umgekehrte Luftströmung);
- b) das Filtergehäuse ist einfach zu reinigen, um Partikelansammlungen zu verhindern;
- c) alle Oberflächen sind einfach zu reinigen;
- d) Kanten, Vorsprünge und Rücksprünge sind verringert oder beseitigt;

- e) Filter können einfach und ohne Schäden am Filtermedium oder an der Filterdichtung ausgebaut und ausgetauscht werden;
- f) Innenflächen sind glatt, ohne Rippen oder Risse, in denen sich Partikel ansammeln können;
- g) das Filtergehäuse muss perfekt in die Filterdichtung eingepasst sein, um jede Undichtigkeit zu vermeiden;
- h) Vibrationen und Stöße haben keine negative Wirkung auf die Wirksamkeit der Filterdichtung.

4.2.3.3 Handhabungsanweisungen für Filtermedien aus Glasfaser

Eine Hauptursache für undichte Filter ist die Beschädigung des Filtermediums während des Transports, des Auspackens und des Einbaus auf der Maschine. Glasfaser-Filtermedien sind besonders anfällig für Faserbruch, Durchlöcherung, Wassereinleitung und Faserabrieb durch Vibration. Die Filterwirkungsgrade müssen in jedem Schritt des Prozesses von der Herstellung bis zum endgültigen Einbau entsprechend der Klassifizierung beibehalten werden.

Die folgenden Anforderungen müssen eingehalten werden:

- a) Auf dem Etikett und der Verpackung müssen Anweisungen für die Handhabung angegeben werden.
- b) Die Verpackung muss das Filtermedium vor übermäßigen Erschütterungen während des Transports schützen.
- c) Die Kennzeichnung auf der Filterverpackung muss einen Warnhinweis enthalten, dass das Filtermedium nicht berührt werden soll.
- d) Auf der Außenseite der Produktverpackung sollten Anweisungen für die Entnahme des Filters aus seiner Originalverpackung ohne Beschädigung des Filters aufgedruckt sein.
- e) Der Filter ist mit einer Schutzfolie zu versehen, die eine Beschädigung durch Berühren des Filtermediums bei der Entnahme aus der Verpackung oder beim Einbau in die Maschine verhindern soll.

4.3 Überwachungsvorrichtungen

4.3.1 Allgemeines

Die Systemleistung wird durch stetige Überwachung validiert und aufrecht erhalten. Die Überwachungsvorrichtung der Luftqualitätskontrolle muss in das Luftqualitätskontrollsystem integriert sein. Es müssen sowohl Druck als auch CO₂ überwacht werden.

Die Drucküberwachungsvorrichtung muss mindestens die folgenden Funktionen aufweisen.

- a) Eine Mindestauflösung von 5 Pa.
- b) Eine Mindestgenauigkeit von ± 10 Pa.

Die Kohlendioxid-Überwachungsvorrichtung muss mindestens die folgenden Funktionen aufweisen.

- a) Nichtdispersiver Infrarotsensor (NDIR).
- b) Bereich: 0,0 ppm bis 5 000 ppm.
- c) Genauigkeit: $\pm 3,0$ % des Ablesewertes.

- d) Ansprechzeit: 20 s.
- e) Höhenkompensation — Durch Veränderungen in Temperatur und Luftdruck ändert sich auch die Luftmenge abhängig von der Höhe. Die Vorrichtung muss über einen Temperatur- und Luftdrucksensor für den automatischen Ausgleich von Veränderungen dieser Bedingungen verfügen, damit genaue CO₂-Messungen sichergestellt sind.
- f) Die Vorrichtung muss an einem Platz innerhalb der Bedienerkabine befestigt sein, die sich im Lüftungsstrom befindet, jedoch außerhalb des Atembereichs des Bedieners.

ANMERKUNG Die CO₂-Konzentration ist in Bereichen ohne Luftzirkulation höher. Wird die CO₂-Überwachungsvorrichtung an einer ungeeigneten Stelle angebracht, sind die CO₂-Messwerte möglicherweise nicht korrekt.

4.3.2 Kohlendioxid-Benachrichtigungssystem für Bediener bei nachgerüsteten Anlagen

Benachrichtigungssysteme müssen über einen ersten und einen zweiten Alarmzustand mit visuellen und akustischen Alarmsignalen verfügen.

- a) Erster Alarm:
 - 1) es muss eine Sichtanzeige vorhanden sein, die
 - i) grün sein muss, wenn die Betriebsmerkmale die Leistungsanforderungen erfüllen,
 - ii) gelb sein muss, wenn die Überwachungsvorrichtung Konzentrationen in einem Bereich von 10,0 % des Alarmwerts erkennt, und
 - iii) rot sein muss, wenn der akustische Alarm ertönt;
 - 2) der Alarm muss vom Hersteller der Überwachungsvorrichtung auf 1 000 ppm eingestellt werden;
 - 3) die Justierung des ersten Alarm-Grenzwerts und die zeitliche Steuerung der Alarme müssen durch sichere administrative Befugnisse erfolgen;
 - 4) die Vorrichtung muss von einer Person mit administrativen Befugnissen konfigurierbar sein.
- b) Zweiter Alarm:
 - 1) akustische und visuelle Alarme müssen die Anforderungen der IEC 60073 erfüllen;
 - 2) der zweite Alarm muss auf 2 500 ppm eingestellt werden;
 - 3) die Vorrichtung muss von einer Person mit administrativen Befugnissen konfigurierbar sein;
 - 4) der zweite Alarm muss, sofern er stummgeschaltet ist, in Abständen von jeweils maximal 10 min wiederholt werden, wenn die Alarmbedingungen weiter anstehen. Ist die Vorrichtung über die Parameter des ersten Alarm-Grenzwerts und die zeitliche Steuerung der Alarme hinaus konfigurierbar, muss sie durch eine Person mit administrativen Befugnissen konfigurierbar sein, siehe Abschnitt B.4.

4.3.3 Kohlendioxid-Benachrichtigungssystem für Bediener von Maschinenhersteller

Benachrichtigungssysteme müssen über einen ersten und einen zweiten Alarmzustand mit visuellen und akustischen Alarmsignalen verfügen. Akustische und visuelle Alarme müssen die Anforderungen der IEC 60073 erfüllen.

a) Erster Alarm:

- 1) der Alarm muss vom Hersteller der Überwachungsvorrichtung auf 1 000 ppm eingestellt werden;
- 2) das System muss in der Lage sein, den unteren Alarmgrenzwert und die zeitliche Steuerung der Alarime durch sichere administrative Befugnisse zu justieren;
- 3) die Justierung des ersten Alarm-Grenzwerts und die zeitliche Steuerung der Alarime müssen durch sichere administrative Befugnisse erfolgen.

b) Zweiter Alarm:

- 1) der zweite Alarm muss auf 2 500 ppm eingestellt werden;
- 2) der Eigentümer der Anlage muss in der Lage sein, über administrative Befugnisse die Stummschaltung des Alarms zu aktivieren;
- 3) der zweite Alarm muss, sofern er stummgeschaltet ist, in Abständen von jeweils maximal 10 min wiederholt werden, wenn die Alarmbedingungen weiter anstehen. Ist die Vorrichtung über die Parameter des ersten Alarm-Grenzwerts und die zeitliche Steuerung der Alarime hinaus konfigurierbar, muss sie von einer Person mit administrativen Befugnissen konfiguriert werden. Die Dauer und Häufigkeit der Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Alarmen sollte von einer Person mit administrativen Befugnissen konfigurierbar sein. Beim Ertönen des Alarms sind die am Standort geltenden Protokolle zu beachten, siehe Abschnitt B.4.

Siehe ISO 6011 als Leitfaden zur Anordnung optischer Warnsignale.

4.3.4 Zusätzliche Überwachungsfunktionen

Die folgenden Ereignisse sollten aufgezeichnet oder überwacht werden.

- a) Ob ein Außenluftfilter aus dem Filtergehäuse entfernt wurde.
- b) Ob ein falscher Filter oder kein Filter im Filtergehäuse eingesetzt ist.
- c) Ob die Haltbarkeit des Filters abgelaufen ist; Zeit für den Filteraustausch; ob der Filter ausgetauscht wurde.
- d) Die Erkennung und Meldung der Klassifizierung des Außenluftfilters, die Teilenummer des Filters und die verbleibende Lebensdauer des Filters.
- e) Berichterstattung zur Rückluftfilter-Klassifizierung, Teilenummer und verbleibenden Lebensdauer des Filters.
- f) Datenaufzeichnung.
- g) Partikelkonzentration.

5 Leistungsprüfung

5.1 Anforderungen

5.1.1 Prüfaufbau

Die folgenden Anforderungen müssen eingehalten werden:

- a) Eine Bedienerkabine für Prüfzwecke muss durch ihre Konstruktion voll funktionsfähig sein.
- b) Alle Außenluft- und Rückluftfilter müssen in der Bedienerkabine vorhanden sein.
- c) Die Prüfungen können beim Gerätehersteller (z. B. OEM, Klimaanlagebauer, Kabinenhersteller) oder in einer kundennahen Umgebung (z. B. am Einsatzort, bei einer unabhängigen Prüfeinrichtung) durchgeführt werden.
- d) Die Windgeschwindigkeit muss bei der Prüfung $< 0,55 \text{ m/s}$ sein.

5.1.2 Prüfeinrichtung

Die folgenden Anforderungen müssen eingehalten werden:

- a) Es ist eine Echtzeit-Überwachungsvorrichtung für luftgetragene Partikel zu verwenden, die mindestens die folgenden Anforderungen erfüllt:
 - 1) Konzentrationsbereich: $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
 - 2) Auflösung: $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
 - 3) Partikelgröße: $0,3 \mu\text{m}$ bis $10,0 \mu\text{m}$;
 - 4) Luftströmungsrate: die Luftströmungsrate hängt vom verwendeten Größenauswähler und seinen Leistungsmerkmalen ab.
- b) Die Partikelüberwachung auf das nächstmögliche Datenaufzeichnungsintervall zu 1 s einstellen.
- c) Es ist eine Differenzdruck-Überwachung zu verwenden, die den Druck in maximalen Schritten von 5 Pa messen kann.
- d) Einen Partikelgenerator verwenden, der nichttoxische luftgetragene Partikel (z. B. bestehend aus Glycerin und destilliertem Wasser in einem Verhältnis von einem Teil Glycerin und drei Teilen destilliertes Wasser) erzeugt und mit Möglichkeiten zur Fernbedienung (z. B. 400-Watt Nebelmaschine oder ähnliches) ausgestattet ist.

5.1.3 Prüfverfahren

5.1.3.1 Druck

Die Prüfung ist folgendermaßen durchzuführen:

Sobald die Drucküberwachung in der Bedienerkabine eingebaut ist, wird der Druck in der Kabine durch Schließen aller Fenster und Türen der Bedienerkabine bestimmt. An der Überwachungsvorrichtung muss ein Druck von mindestens 20 Pa in der Bedienerkabine angezeigt werden, wenn die Startvorrichtung der Maschine in Stellung „Ein“ steht (d. h. Elektrik ist eingeschaltet). Wird der Gebläsemotor der Klimaanlage auf niedrige Lüfterdrehzahl geschaltet, sollte der Druck steigen. Der maximale Druck wird erreicht, wenn das Klimaanlagengebläse auf hohe Lüfterdrehzahl eingestellt wird. Der minimale und maximale Druckmesswert sind im Prüfbericht aufzuzeichnen.