

**Biogasanlagen –
Nicht häusliche und nicht auf Vergasung beruhende Anlagen
(ISO 24252:2021);
Deutsche Fassung EN ISO 24252:2022**

Installations de méthanisation –
Non domestique et sans gazéification (ISO 24252:2021);
Version allemande EN ISO 24252:2022

DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 24252:2021 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 255 „Biogas“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 408 „Biomethan zum Einsatz im Transportwesen und zur Einspeisung in Erdgasrohrleitungen“ als EN ISO 24252:2022 übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 032-03-08 AA „Biogas“ im DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas).

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

ISO 14532:2014	siehe	DIN EN ISO 14532:2017-07
ISO 20675	siehe	DIN EN ISO 20675
ISO 22580	siehe	DIN EN ISO 22580
IEC 60079-10-1	siehe	DIN EN IEC 60079-10-1 (VDE 0165-101)
IEC 61508-1	siehe	DIN EN 61508-1 (VDE 0803-1)
IEC 61511-1	siehe	DIN EN 61511-1 (VDE 0810-1)
IEC 61882	siehe	DIN EN 61882 (VDE 0050-8)
IEC 62305-2	siehe	DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2)

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 14532:2017-07, *Erdgas — Begriffe (ISO 14532:2014); Dreisprachige Fassung EN ISO 14532:2017*

DIN EN ISO 20675, *Biogas — Erzeugung, Aufbereitung, Konditionierung und Verwendung von Biogas — Begriffe, Definitionen und Klassifizierungsschema*

DIN EN ISO 22580, *Fackeln für Biogasanlagen*

DIN EN 61508-1 (VDE 0803-1), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61511-1 (VDE 0810-1), *Funktionale Sicherheit — PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie — Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Hardware und Anwendungsprogrammierung*

DIN EN 61882 (VDE 0050-8), *HAZOP-Verfahren (HAZOP-Studien) — Anwendungsleitfaden*

DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2), *Blitzschutz — Teil 2: Risiko-Management*

DIN EN IEC 60079-10-1 (VDE 0165-101), *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 10-1: Einteilung der Bereiche — Gasexplosionsgefährdete Bereiche*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Biogasanlagen —
Nicht häusliche und nicht auf Vergasung beruhende Anlagen
(ISO 24252:2021)

Biogas systems —
Non-household and non-gasification
(ISO 24252:2021)

Installations de méthanisation —
Non domestique et sans gazéification
(ISO 24252:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. September 2022 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Abkürzungen	11
5 Anwendungshinweis für dieses Dokument	11
6 Sicherheitsgrundsätze	12
7 Sicherheitsanalysen	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Risikobeurteilung und -bewertung	13
7.2.1 Bau-, Inbetriebnahme- und Instandhaltungsbezogene Risikobeurteilung	13
7.2.2 HAZOP/HAZID	13
7.3 Explosionsschutzdokument (EPD, en: explosion protection document)	14
7.4 Umweltbezogene Anforderungen	15
8 Allgemeine Auslegungsanforderungen	15
8.1 Materialien und Konstruktionen	15
8.1.1 Allgemeines	15
8.1.2 Materialien	15
8.1.3 Berechnungen der Masse und Stabilität von Konstruktionen	16
8.1.4 Verwendung von gebrauchten Materialien und Ausrüstungen	17
8.2 Verfahrenstechnische Anlagen	17
8.2.1 Allgemeines	17
8.2.2 Gasseitiger Anlagenteil	17
8.2.3 Kühlsysteme	18
8.3 Druckschutz	18
8.4 Sicherheitsabstände	19
8.5 Elektronische Prozessüberwachung	22
8.5.1 Allgemeines	22
8.5.2 Prozessüberwachung	22
8.6 Gebäude und technische Gebäudeausrüstung	24
8.6.1 Allgemeines	24
8.6.2 Gaserkennung und elektronische Überwachung in Gebäuden	24
8.6.3 Belüftung	25
8.7 Lärmschutz	26
8.8 Geruchsvermeidung	26
8.9 Schutz von Böden und Oberflächengewässern	26
8.10 Entfernen von Kondensat und Partikeln	27
8.11 Lagerung von Gefahrstoffen	27
8.11.1 Allgemeines zur Lagerung von Gefahrstoffen	27
8.12 Einrichtungen bei Ausfall der Stromversorgung	27

8.13	Einrichtungen zur Kontrolle der Luftverschmutzung durch Beseitigung von überschüssigem Biogas (Fackeln, Gasverbrennungsanlagen usw.)	28
8.14	Ungewolltes Entlüften und Ausleitung gefährlicher Gase	29
8.15	Flammschutz und Minderung	30
8.16	Brandbekämpfung und Löschen	30
8.17	Erdung und Blitzschutz	31
8.18	Fluchtwege	31
8.19	Kollisionsschutz	31
8.20	Zugangskontrolle	31
8.21	Elektrische Regelung, technische Ausrüstung und Verfahrenstechnik	31
9	Biogasrohrleitungen für unbehandeltes Biogas	32
9.1	Allgemeines	32
9.2	Materialien	32
9.3	Bauplanung	33
9.4	Entfernen von Feuchtigkeit und Verunreinigungen	33
10	Technische Festlegungen und Anforderungen an die Biogaserzeugung	33
10.1	Allgemeines	33
10.2	Lieferung und Lagerung von Biomasse	34
10.3	Entschwefelung	34
10.4	Pufferspeicher von Biogas	34
10.5	Lagerung, Beseitigung und Stabilisierung von Gärrückständen	35
10.6	Wichtige Aspekte und Anforderungen zu Deponiegas	35
10.7	Besondere Anforderungen in Ergänzung zu Abschnitt 8	36
10.7.1	Materialien und Konstruktionen	36
10.7.2	Einrichtungen, Rohre, Ventile und andere verfahrenstechnische Anlagen	37
10.7.3	Druckschutz	37
10.7.4	Schaum	37
10.7.5	Sicherheitsabstände	38
10.7.6	Elektronische Prozessüberwachung	38
10.7.7	Gebäude und technische Gebäudeausrüstung	38
10.7.8	Lärmschutz	38
10.7.9	Schutz von Böden und Oberflächengewässern	38
10.7.10	Entfernen von Kondensat und Partikeln	39
10.7.11	Lagerung von Gefahrstoffen	39
10.7.12	Einrichtungen bei Ausfall der Stromversorgung	39
10.7.13	Einrichtungen zur Kontrolle der Luftverschmutzung durch Beseitigung von überschüssigem Biogas (Fackeln, Gasverbrennungsanlagen usw.)	39
10.7.14	Belüftung	39
10.7.15	Flammschutz und Minderung	39
10.7.16	Brandbekämpfung und Löschen	39
10.7.17	Erdung und Blitzschutz	40
10.7.18	Fluchtwege	40
10.7.19	Kollisionsschutz	40
10.7.20	Elektrische Regelung, technische Ausrüstung und Verfahrenstechnik	40
11	Technische Festlegungen und Anforderungen an die Behandlung, CHP, Aufbereitung und Verflüssigung von Biogas	40
11.1	Allgemeines	40
11.2	Entschwefelung	41
11.3	Aufbereitung und Verflüssigung von Biogas	41
11.4	Verfahrenstechnische Anlagen	41
11.4.1	Allgemeines	41
11.4.2	Gasseitiger Anlagenteil	42
11.4.3	Kühlsysteme	42
11.5	Besondere Anforderungen in Ergänzung zu Abschnitt 8	42

11.5.1	Materialien und Konstruktionen.....	42
11.5.2	Druckschutz.....	42
11.5.3	Sicherheitsabstände	42
11.5.4	Elektronische Prozessüberwachung.....	43
11.5.5	Gebäude und technische Gebäudeausrüstung.....	43
11.5.6	Lärmschutz.....	43
11.5.7	Bodenschutz	43
11.5.8	Entfernen von Kondensat und Partikeln	43
11.5.9	Lagerung von Gefahrstoffen	43
11.5.10	Einrichtungen bei Ausfall der Stromversorgung	44
11.5.11	Einrichtungen zur Kontrolle der Luftverschmutzung durch Beseitigung von überschüssigem Biogas (Fackeln, Gasverbrennungsanlagen usw.)	45
11.5.12	Belüftung	45
11.5.13	Flammschutz und Minderung	45
11.5.14	Brandbekämpfung und Löschen	45
11.5.15	Erdung und Blitzschutz	45
11.5.16	Fluchtwege	45
11.5.17	Kollisionsschutz.....	45
11.5.18	Elektrische Regelung, technische Ausrüstung und Verfahrenstechnik.....	45
12	Bau und Prüfung	45
12.1	Allgemeines	45
12.2	Bau	46
12.2.1	Sicherheit während des Baus.....	46
12.2.2	Vorfertigung	46
12.2.3	Bau vor Ort.....	46
12.3	Prüfung und Inbetriebnahme	46
12.4	Anfahren	47
12.5	Anforderungen an die Inbetriebnahme und das Anfahren spezifischer Anlagen	47
12.5.1	Anlage zur Biogaserzeugung	47
12.5.2	Anlagen zur Behandlung, CHP, Aufbereitung und Verflüssigung von Biogas.....	47
13	Betrieb und Instandhaltung.....	47
13.1	Allgemeines	47
13.2	Lieferant der Biogasanlage	48
13.3	Anlageneigentümer	49
13.4	Notfallplan.....	50
13.5	Wartungstechniker	50
13.6	Anforderungen an die Inbetriebnahme und das Anfahren spezifischer Anlagen	51
13.6.1	Anlage zur Biogaserzeugung	51
13.6.2	Anlagen zur Behandlung, CHP, Aufbereitung und Verflüssigung von Biogas.....	51
13.7	Anforderungen an die Abschaltung der Biogasanlage.....	51
Anhang A (informativ) Erläuterung zum Anwendungsbereich.....		52
Anhang B (informativ) Eigenschaften von Biogas, Verfahren und Klassifizierungen.....		55
B.1	Eigenschaften von Biogas und Synthesegas.....	55
B.2	Beschreibung der Verfahren und der angewendeten Technologien.....	55
B.2.1	Allgemeines	55
B.2.2	Lagerung von Biomasse.....	55
B.2.3	Behandlung von Biomasse	55
B.2.4	Vergärung.....	56
B.2.5	Lagerung und Verwendung des Gärrückstandes	56
B.2.6	Umwandlung des Gärrückstandes.....	56
B.2.7	Transport von Rohbiogas außerhalb des Anlagenbereichs	57
B.2.8	Speicherung von Rohbiogas.....	57
B.2.9	Behandlung von Biogas	57

B.2.10 Verwendung von Biogas zur Erzeugung von elektrischem Strom und/oder Wärme 58

B.2.11 Aufbereitung und Verflüssigung von Biogas 58

B.2.12 Speicherung von Gas (in gasförmiger oder flüssiger Form).....58

B.2.13 Fackeln 58

B.3 Klassifizierungen.....59

B.3.1 Arten von Biogasanlagen.....59

B.3.2 Größe von Biogasanlagen.....59

B.3.3 Druckstufen für die Auslegung von Rohrleitungen und Geräten 59

B.3.4 Energieinhalt Nm3 Methan 60

B.4 Eigenschaften von Biogasverbindungen.....60

B.4.1 Methan.....60

B.4.2 Kohlenstoffdioxid.....60

B.4.3 Schwefelwasserstoff.....60

B.4.4 Ammoniak.....61

B.4.5 Wasserstoff.....61

B.4.6 Kohlenstoffmonoxid.....62

B.5 Allgemeine Beschreibung von Gefährdungen im Zusammenhang mit Biogasanlagen 62

B.5.1 Allgemeines 62

B.5.2 Gesundheitsgefährdungen 62

B.5.3 Umweltgefährdungen 63

Anhang C (informativ) Leitlinien zur Verhinderung von Risiken durch Gase und explosionsfähige Atmosphären in Gebäuden 65

Literaturhinweise.....67

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 24252:2021 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 255 „Biogas“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 408 „Biomethan zum Einsatz im Transportwesen und zur Einspeisung in Erdgasrohrleitungen“ als EN ISO 24252:2022 übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2023, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2023 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

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.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 24252:2021 wurde von CEN als EN ISO 24252:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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 255, *Biogas* 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

0.1 Allgemeines

Das Technische Komitee zu Biogas (ISO/TC 255) wurde 2011 eingerichtet, um:

- den internationalen Handel mit Biogasanlagen zu liberalisieren und zu erleichtern;
- zur internationalen Zusammenarbeit bei technischen Vorschriften, Normen und Beurteilungsverfahren beizutragen;
- diskriminierende technische Anforderungen als Hauptform des Handelsprotektionismus einzudämmen; und
- die technischen Hemmnisse für den internationalen Handel mit Biogasanlagen zu verringern und zu beseitigen.

Dieses Dokument über Biogasanlagen ist anwendbar für die Biogaserzeugung durch anaerobe Vergärung, Konditionierung, Aufbereitung und Verwendung von Biogas. Der Hauptzweck dieses Dokuments besteht im sicheren Betrieb von Biogasanlagen ohne Schädigung der Umwelt.

Die Verfügbarkeit einer Norm über Biogasanlagen ist notwendig, um:

- sicherzustellen, dass Biogasanlagen in sicherer Weise gebaut, betrieben und instandgehalten werden;
- die Entwicklung regionaler und nationaler Vorschriften und Anreizprogramme zur Regulierung von Methanemissionen zu erleichtern;
- die Kommunikation zwischen den verschiedenen Biogas-Parteien durch sinnvolle Diskussionen zu moderieren;
- zur Stärkung der Sicherheit von Biogasfackeln und der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen mit anerkannten Benennungen und Definitionen beizutragen, die die Erwartungen der Handlungsträger in Bezug auf Beschaffung, Verträge und Dienstleistungen sowie Berichterstattung über biogasbezogene Maßnahmenpläne, Leitfäden usw. verdeutlichen; und
- zur Anwendung von Normen beizutragen, indem deren Entwicklung erleichtert wird und das Verständnis und die Anwendung von Normen durch die Anwender gefördert werden.

ISO/TC 255 beabsichtigt, den internationalen Technologieaustausch zu fördern und die internationale Anwendung von Biogas(-produkten) und -anlagen durch die Entwicklung und Einhaltung weltweit harmonisierter Normen zu beschleunigen. Um Zweifelsfälle auszuräumen, wird darauf hingewiesen, dass möglicherweise nationale Gesetzgebung gelten kann, die möglicherweise vom Inhalt dieses Dokuments abweicht oder diesen ergänzt.

0.2 Beschreibung der angewendeten Technologien

Biogasanlagen werden unter anderem in Industrieanlagen wie der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, Abwasserbehandlungsanlagen, Abfallanlagen, Deponien und kleinen Anlagen neben landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt.

Biogas wird durch anaerobe Vergärung von organischen Stoffen erzeugt.

Biogas enthält hauptsächlich Methan, Kohlenstoffdioxid, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefelwasserstoff und/oder Wasser und könnte darüber hinaus Wasserstoff, Kohlenstoffmonoxid, schwerere Kohlenwasserstoffe (einschließlich aromatischer Kohlenwasserstoffe), Siloxane und/oder andere Stoffe enthalten.

Biogas kann behandelt werden, um Schwefelwasserstoff, Siloxane, Wasser und andere Stoffe zu beseitigen und kann zu einem Gas mit höherem Methangehalt aufbereitet werden. Mitunter steht Biogas unter Druck.

Eine Beschreibung der gängigsten in Biogasanlagen angewendeten Technologien ist in Anhang B enthalten.

Leitlinien zur Verhinderung von Risiken durch Gase und explosionsfähige Atmosphären in Gebäuden sind in Anhang C enthalten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar für Systeme zur Biogaserzeugung durch anaerobe Vergärung, zur Biogaskonditionierung, zur Biogasaufbereitung und zur Biogasverwertung unter den Gesichtspunkten der Sicherheit, des Umweltschutzes, der Leistung und der Funktionalität während der Planungs-, Herstellungs-, Installations-, Bau-, Prüf-, Inbetriebnahme-, Abnahme-, Betriebs-, regelmäßigen Inspektions- und Wartungsphasen.

Die folgenden Themen sind von diesem Dokument ausgenommen:

- Heizkessel, Brenner, Öfen und Beleuchtung, sofern diese nicht speziell für lokal erzeugtes Biogas verwendet werden;
- gasbetriebene Motoren für Fahrzeuge und Schiffe;
- das öffentliche Gasnetz;
- Spezifikationen zur Bestimmung der Biomethanqualität;
- Transport von verdichtetem Biogas oder Flüssigbiogas;
- Transport von Biomasse oder Gärresten;
- Bewertung und Feststellung, ob Biomasse aus nachhaltiger Produktion stammt oder nicht.

Eine informative Erläuterung des Anwendungsbereichs ist in Anhang A enthalten.

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 20675, *Biogas — Biogas production, conditioning, upgrading and utilization — Terms, definitions and classification scheme*

ISO 22580, *Flares for combustion of biogas*

IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres — Part 10-1: Classification of areas — Explosive gas atmospheres*

IEC 62305-2, *Protection against lightning — Part 2: Risk management*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 20675 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

Gefahrstoff

Erzeugnis oder Chemikalie mit explosionsfähigen, entflammbaren, oxidierenden, giftigen oder korrosiven Eigenschaften oder Eigenschaften, die giftig für die Umwelt sind

4 Abkürzungen

CBG	verdichtetes Biogas
CBM	verdichtetes Biomethan
CNG	komprimiertes Erdgas
HAZID	Studie zur Gefahrenerkennung (en: hazards identification study)
HAZOP	Gefährdungs- und Betriebsfähigkeitsanalyse (en: hazards and operability study)
LBG	Flüssigbiogas
LBM	Flüssigbiomethan
LNG	Flüssigerdgas
SDS	Sicherheitsdatenblatt
P & ID	Rohrleitungs- und Instrumentenfließbild
PPE	Persönliche Schutzausrüstung
PSA	Druckwechseladsorption
PVC	Polyvinylchlorid
RIE	Risikobewertung und -inventur
THT	Tetrahydrothiophen
TRA	Aufgabe-Risikoanalyse
CHP	KWK-Anlage

5 Anwendungshinweis für dieses Dokument

Dieses Dokument behandelt unterschiedliche Arten von Anlagen, die in Kombination oder nicht in Kombination miteinander verwendet werden könnten. Abschnitt 1 bis Abschnitt 9 und Abschnitt 12 bis Abschnitt 13 gelten für alle Anlagenarten. Tabelle 1 gibt an, welche Abschnitte auf welche Anlagenart zutreffen.

Tabelle 1 — Art der Anlage und zutreffende Abschnitte

Art der Anlage	Allgemeine Abschnitte	Spezifische geltende Abschnitte
Biogaserzeugung	Abschnitt 1 bis Abschnitt 9 und Abschnitt 12 bis Abschnitt 13	Abschnitt 10
Anlagen zur Behandlung, CHP, Aufbereitung und Verflüssigung von Biogas	Abschnitt 1 bis Abschnitt 9 und Abschnitt 12 bis Abschnitt 13	Abschnitt 12

6 Sicherheitsgrundsätze

Bei der Konzepterarbeitung, Grundauslegung und Entwicklungsphase sowie dem Management von Biogasanlagen müssen die folgenden Grundsätze für den Umgang mit Risiko auf Grundlage einer absteigenden Präferenz angewendet werden:

- Beseitigen: Das Risiko einer Exposition und der menschliche Einflussfaktor werden auf ein Mindestmaß begrenzt. Prozessgestaltungs- und Prozesssteuerungsmaßnahmen werden berücksichtigt.
- Managen: Risikomanagement; bei der Auslegung werden die Instandhaltung und Inspektion von Einrichtungen und Regeleinrichtungen sowie die Möglichkeiten zur Risikominderung bedacht. Das darf die Erzeugung von Alarmen für die Handhabung durch Menschen, physikalische Sicherheitssysteme (wie Druckschutz oder Flammendurchschlagsicherungen) und sicherheitstechnische Systeme einschließen.
- Akzeptieren: Die Akzeptanz von Risiken muss jederzeit verhindert werden. Falls eine technische Beseitigung oder Lenkung nicht möglich ist oder diese Maßnahmen versagen, müssen verfahrenstechnische Maßnahmen zur Lenkung der Risiken ergriffen werden. Notfallpläne sind ein Beispiel dafür.

Da in vielen Fällen Biogasanlagen klein sind und in einigen Fällen die betroffenen Personen begrenzte Kenntnisse der Risiken von Industrieanlagen, wie Gase, hohe Temperaturen und Drücke usw. besitzen, werden Wissen, Kultur und Verhalten besonders berücksichtigt. Das kann wiederkehrende Schulung und Schulung von maßgebenden Mitarbeitern und Drittparteien einschließen.

Die folgenden Elemente erfüllen eine sicherheitsbezogene Funktion:

- Prozesssicherheit;
- Explosions- und Brandschutz;
- sicheres Management des Biogassystems.

Als Grundlage dieses Dokuments wurden die folgenden Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigt:

- technische Sicherheitsmaßnahmen haben Vorrang vor organisationsbezogenen Maßnahmen;
- Instandhaltungssysteme oder Teile davon müssen Vorrichtungen zur Trennung aufweisen und zu Instandhaltungszwecken blockiert und verriegelt werden können.
- das System kann geregelt werden;
- das System kann instandgehalten werden, aus diesem Grund können Prozessabschnitte isoliert werden;
- das Sicherheits-Druckregelsystem funktioniert ordnungsgemäß;

- im Fall einer Unterbrechung der Stromzufuhr muss das System selbsttätig in den sicheren Betriebszustand wechseln („ausfallsicher“);
- Überwachung unbeabsichtigt freigesetzter Gase;
- ausreichende mechanische und natürliche Belüftung:
 - Blitzschlagstudien, insbesondere in Zonen mit Explosionsrisiken;
- Alarme und die Übermittlung dieser Alarme an die Verantwortlichen;
- bei zusammengestellten Anlagen (z. B. Anlagenteile von unterschiedlichen Lieferanten) müssen der sichere Aufbau und die sichere Instandhaltung der Gesamtanlage integriert werden.

7 Sicherheitsanalysen

7.1 Allgemeines

In vielen Fällen ist für Biogasanlagen eine Risikostudie oder eine zusätzliche Risikoinventur und -bewertung erforderlich. Außerdem können spezifische nationale Vorschriften für große Biogasanlagen mit erheblichen Risiken für die Umgebung gelten.

Unternehmen müssen selbst überprüfen, ob spezifische Sicherheitsvorschriften gelten. Das kann von der Zusammensetzung des Biogases und von der Anlagengröße abhängen.

7.2 Risikobeurteilung und -bewertung

7.2.1 Bau-, Inbetriebnahme- und Instandhaltungsbezogene Risikobeurteilung

In der Entwurfsphase und vor dem Baubeginn müssen die Risikobeurteilung und -bewertung (bezüglich Aspekten des Arbeits- und Gesundheitsschutzes) durchgeführt werden. Im Allgemeinen ist dies aufgrund nationaler Vorschriften zum Arbeits- und Gesundheitsschutz verpflichtend. Hinsichtlich spezifischer Risiken muss eine zusätzliche Aufgaben-Risikoanalyse vor Beginn der Aktivitäten durch die betroffenen Arbeitnehmer und Bauleiter durchgeführt werden.

Vor Beginn der Inbetriebnahme und des Betriebs muss eine zusätzliche Risikobeurteilung und -bewertung durchgeführt werden. Speziell das Anfahren und die Abschaltung einer Biogasanlage können spezifische Sicherheitsrisiken verursachen. Eine Liste von Vorbeugungsmaßnahmen muss Teil des Berichts sein. Sämtliche Interventions- und Instandhaltungsverfahren müssen vor Inbetriebnahme der Anlage festgelegt werden. Dasselbe gilt für das Anfahren, die Abschaltung und die Instandhaltung sämtlicher Einrichtungen.

Diese Risikobeurteilungen ergänzen die nachstehend aufgeführte HAZOP.

7.2.2 HAZOP/HAZID

Häufig verwendete Instrumente zur prozesssicherheitsbezogenen Risikobeurteilung sind HAZID und HAZOP, die in diesem Unterabschnitt beschrieben werden.

Die Umsetzung einer Untersuchung der Gefährdungen und Betriebsfähigkeit (HAZOP), einer Untersuchung zur Ermittlung von Gefährdungen (HAZID) oder ähnlicher Instrumente der Risikobeurteilung wird in diesem Dokument vor der Inbetriebnahme und vor der Umsetzung von Änderungen empfohlen. Zur Klärung, ob diese Anforderung verpflichtend ist, wird auf die nationalen Vorschriften verwiesen. Wenn genormte Anlagen verwirklicht werden, müssen diese für den genormten Anlagenteil nur einmalig durchgeführt werden und nicht spezifisch für jeden Standort. In diesem Fall muss eine Beurteilung der standort- und projektspezifischen Risiken bezüglich Umweltfaktoren, die das Risiko erhöhen können, hinzugefügt werden. Falls die Biogasanlage

aus mehreren Teilanlagen besteht, muss eine HAZOP für die gesamte Anlage einschließlich der Schnittstellen zwischen den Teilanlagen durchgeführt werden.

Obwohl eine HAZOP vor der Inbetriebnahme erforderlich ist, ist es ratsam, diese in der Konzeptphase des Entwurfs durchzuführen und falls notwendig, in den weiteren Entwurfsphasen zu wiederholen. Es ist wichtig, den Explosionsschutz und die Prozesssicherheit im Entwurf zu berücksichtigen.

Eine HAZOP muss von fachübergreifenden Fachleuten für Auslegung, Betrieb und Instandhaltung mit Kenntnissen des gasseitigen Anlagenteils und der Risiken durchgeführt werden. Der Vorsitzende und vorzugsweise ein Teil der Fachleute müssen unabhängig vom Lieferanten sein.

Mindestens drei fachübergreifende Fachleute müssen an der HAZOP teilnehmen. Die folgende Expertise ist während einer HAZOP erforderlich:

- unabhängiger Leiter;
- Sicherheitsfachkraft (kann auch als unabhängiger Leiter fungieren);
- Prozessingenieur;
- Prozesssteuerungsingenieur;
- Maschinenbauingenieur;
- (Hoch- und Tiefbauingenieur).

Die folgende Dokumentation ist während einer HAZOP-Sitzung erforderlich:

- Maßnahmenliste;
- P & ID;
- Entwurfszeichnung;
- Betriebs- und Wartungsanweisungen (siehe Abschnitt 13).

Für weitere Details bezüglich der Durchführung einer HAZOP, siehe IEC 61882.

7.3 Explosionsschutzdokument (EPD, en: explosion protection document)

Es wird empfohlen, dass der Anlageneigentümer vor Beginn der Arbeiten oder vor Änderungen am Arbeitsplatz, an Werkzeugen oder am Arbeitsprozess ein Explosionsschutzdokument (EPD) erarbeitet.

ANMERKUNG In der EU ist dies nach ATEX 1999/92/CE verpflichtend. In Nordamerika sind die Bereichseinteilungen nach NFPA 820 festgelegt. Andere Risikobewertungen oder gleichwertige Berichte können darin integriert sein.

Das EPD muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- Ermittlung der Risiken und diesbezügliche Überlegungen;
- angemessene Maßnahmen, die für den sicheren Betrieb und die sichere Instandhaltung ergriffen wurden;
- welche Bereiche als Explosionsschutzzonen einschließlich Sicherheitsanforderungen klassifiziert sind;
 - Blitzschlagstudien, die das Blitzschlagrisiko in Bezug zu Explosionsschutzzonen und Maßnahmen bestimmen;

- Dokumentation zum Nachweis, dass der Arbeitsplatz und die Arbeitsausrüstung, einschließlich Warnvorrichtungen unter gebührender Berücksichtigung der Sicherheit, des Betriebs und der Instandhaltung ausgelegt sind; und
- Dokumentation bezüglich der sicheren Verwendung von Arbeitsmitteln.

7.4 Umweltbezogene Anforderungen

Bei der Auslegung von Biogasanlagen ist neben der Sicherheit die Einhaltung der umweltbezogenen Anforderungen während der Auslegung und vor dem Beginn der Beschaffung und des Baus sehr wichtig. Das verhindert Anpassungen in einer späteren Phase, nachdem bereits Verpflichtungen eingegangen wurden.

Die umweltbezogenen Anforderungen werden in nationaler oder regionaler Gesetzgebung behandelt. Die wichtigsten zu berücksichtigenden Themen sind Bodenschutz, Oberflächengewässerschutz, Lärm, Geruch und die Lagerung von gefährlichen Materialien. Insbesondere für den Bodenschutz ist es wichtig, flüssigkeitsdichte Fußböden in Gebäuden zu verwenden, um die Verschmutzung des Erdbodens mit z. B. Mineralölen zu verhindern. Es muss zur Kenntnis genommen werden, dass der Bodenschutz sowie Überläufe oder Leckagen von Biomasse- oder Gärrestlagern zur Verschmutzung von Oberflächengewässern führen könnten.

Im Kontext der Umweltverschmutzung ist es auch wichtig, den Austritt von Methan (Treibhausgas) aus Biogasanlagen unter Anwendung bewährter Verfahren, wie der Dichtheitsprüfung, zu minimieren. Die möglichen Quellen des Methanaustritts müssen ermittelt werden, und falls ein Methanaustritt vorliegt, müssen sofort Maßnahmen ergriffen werden, um diesen soweit wie praktisch möglich zu senken.

ANMERKUNG Dieses Dokument enthält keine prozentualen Höchstwerte für den Methanaustritt für die Biogasanlage, weil Grenzwerte willkürlich sind. Übliche Bereiche, in denen Methanaustritte auftreten sind: Biomasse-/Gärrestlager, Druckentlastungsventile, CHP, Fackeln, Anlagen zur Behandlung und Aufbereitung von Biogas.

8 Allgemeine Auslegungsanforderungen

8.1 Materialien und Konstruktionen

8.1.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt beschreibt die allgemeinen Auslegungsanforderungen an Materialien und Konstruktionen.

8.1.2 Materialien

Die Anforderungen an Materialien und Konstruktionen gelten für:

- Dächer;
- tragende Konstruktionen;
- Rohre und Rohrleitungen (oberirdisch und erdverlegt);
- Prozessausrüstung, Behälter, Speicher;
- Böden (flüssigkeitsdicht oder nicht), Treppen, Plattformen; und
- Wände.

Es muss zur Kenntnis genommen werden, dass die Materialien geeignet sind für:

- den Kontakt mit Substanzen in Biomasse, Biogas oder Chemikalien;

- Korrosion;
- Druck: bei drucktragenden Behältern und Rohren (> 50 kPa) muss die Wahl des Materials auch mit nationalen Vorschriften übereinstimmen (wie die PED in der EU);
- Masse (einschließlich Druckbelastung), auch abhängig von der Form und den Maßen der Konstruktion;
 - die zu erwartende Temperatur und Temperaturänderungen;
- Klimabedingungen (z. B. Wind, Sonne, Schnee, Erdbeben).

Für Rohrleitungen können Kunststoff oder Stahlwerkstoffe verwendet werden. PVC darf aufgrund mangelnder Erfahrung bezüglich der Dauerhaftigkeit nicht als Material für Biogas verwendet werden. Mit einer technischen Studie muss nachgewiesen werden, welche Materialien abhängig von dem transportierten Gas oder Fluid und der Atmosphäre, in der die Rohre verlegt sind, verwendet werden müssen. Falls Polyethylen (PE) oder andere Kunststoffe für Rohrleitungen verwendet werden, müssen die Materialien gegen Wärmeausdehnung und gegen UV-Strahlung beständig sein, insbesondere bei oberirdisch verlegten Rohrleitungen. Im Fall von Rohrleitungen aus Stahl kann rostbeständiger verzinkter Stahl oder rostbeständiger nichtrostender Stahl verwendet werden. Falls rostbeständiger nichtrostender Stahl verwendet wird, muss mindestens AISI 304 angewendet werden, falls die H₂S-Konzentration niedriger ist als 900 mg/m³, und AISI 316, falls die H₂S-Konzentration 900 mg/m³ oder mehr beträgt. Tragende Konstruktionen müssen aus rostbeständigem schmelztauchverzinktem Stahl oder nichtrostendem Stahl bestehen. Für Gusserzeugnisse, wie Ventile und Flammendurchschlagsicherungen, kann kupferarmes Aluminium verwendet werden. Für erdverlegte Rohrleitungen, siehe 9.2.

Falls unterschiedliche Stahlwerkstoffe (z. B. nichtrostender Stahl und schmelztauchverzinkter Stahl) verwendet werden, müssen diese Materialien voneinander getrennt sein, um galvanische Korrosion zu verhindern.

Im Betriebshandbuch muss aufgezeichnet sein, welche Materialien aus welchem Grund gewählt wurden.

Die technische Lebensdauer von Bauwerken, Speichern, Reaktoren, Behältern und Rohren der Anlage muss vom Lieferanten festgelegt und im Betriebs- und Wartungshandbuch beschrieben werden.

8.1.3 Berechnungen der Masse und Stabilität von Konstruktionen

Die Anforderungen an Konstruktionen gelten für:

- Dächer;
- tragende Konstruktionen;
- Rohrabstützungen;
- Speicher, Behälterabstützungen
- Böden, Treppen, Plattformen; und
- Wände.

Im Allgemeinen enthalten nationale Vorschriften detaillierte Anforderungen an Tragwerke, Dächer, Böden, Wände, Treppen und Plattformen sowie an die Berechnungen von Masse und Stabilität. Klimabedingungen, wie Wind, Sonne, Schnee und Erdbeben müssen berücksichtigt werden.

Für eine sichere Nutzung und Zugänglichkeit der Anlage müssen Einrichtungen wie Treppen und Plattformen vorhanden sein. Auf Grundlage einer Risikobeurteilung und in Abhängigkeit der Höhe sowie der Häufigkeit und Art der Nutzung müssen die Treppen und Plattformen in geeigneter Weise bemessen werden.

8.1.4 Verwendung von gebrauchten Materialien und Ausrüstungen

Die Verwendung von gebrauchten Materialien ist zulässig, sofern diese Materialien den Anforderungen dieses Dokuments entsprechen.

8.2 Verfahrenstechnische Anlagen

8.2.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt beschreibt die Anforderungen an Ausrüstung, Rohre, Ventile und andere verfahrenstechnische Anlagen in Bezug auf:

- den gasseitigen Anlagenteil (Teile, die Gas führen oder in direktem Kontakt mit Gas sind); und
- Kühlsysteme, die Kühlmittel verwenden.

8.2.2 Gasseitiger Anlagenteil

Die Anforderungen an Ausrüstung, Rohre, Ventile und andere verfahrenstechnische Anlagen des gasseitigen Anlagenteils sind:

- Rohre auf der Druckseite von Pumpen und Kompressoren müssen mit einem Systemtrenner oder einer Rückschlagsicherung ausgestattet sein;
- Rohre auf der Saugseite von Pumpen und Kompressoren sind mit einem handbetätigten oder automatischen Absperrventil möglichst nah an diesem Druckgerät oder falls zutreffend, an dem angeschlossenen Behälter ausgestattet;
- Muffenverbindungen, die nicht axial in sich arretiert sind, müssen entsprechend den entstehenden Drücken gegen Schubkraft gesichert sein. Die Rohrverbindungen müssen axial arretiert sein;
- Pumpen, Kompressoren und Rührwerke, die für Gefahrstoffe verwendet werden, müssen eine mechanische Dichtung oder eine ähnliche Wellendichtung aufweisen, um Lecks zu verhindern;
- Gasventile müssen manuell geschlossen werden können. Absperrventile, die im Brandfall funktionsfähig bleiben müssen, müssen feuerbeständig ausgeführt werden;
- Ventile müssen in Übereinstimmung mit den Herstellerfestlegungen regelmäßig auf Dichtheit geprüft werden, um Gefährdungen und Methanemissionen in die Umwelt zu verhindern;
 - die Ventile müssen aus nichtrostendem Stahl bestehen, mit Dichtungen, die für die Zusammensetzung und Temperatur des Biogases geeignet sind. Dichtungen müssen feuerbeständig sein, es sei denn, es wird durch eine Risikobeurteilung als nicht notwendig bestimmt;
- Bei fehlender Stromversorgung müssen die automatisierten Absperrventile in die sichere Stellung wechseln („ausfallsicher“). Ventile, die in Notfällen notwendig sind, müssen manuell betätigt werden oder selbstschließend sein, für den Fall, dass die Automatisierung dabei versagt, die Anlage in einen sicheren Betriebszustand zu versetzen.

Es ist ratsam, ein handbetätigtes Ventil an einer zugänglichen Stelle vor dem Eintritt des Biogasrohrs bzw. der Biogasrohrleitung in die Biogasanlage anzuordnen (vorzugsweise gleich außer- oder innerhalb des Tors der Anlage). Dieses Ventil darf unbefugten Personen nicht zugänglich sein.

- Ein Absperrventil muss leicht zugänglich sein und es muss gut sichtbar sein, ob es geöffnet oder geschlossen ist.
- Behälter, Reaktoren und Filtersysteme müssen mit einem oder mehreren Druckentlastungsventilen ausgestattet sein (bezüglich Druckschutz siehe 8.3). Der Auslass der Rohre der Druckanlage (Entlüftung) muss zu einem sicheren Ort geführt werden (kontrollierter und abgegrenzter Bereich).
 - Die Lage der Ventile muss so gestaltet sein, dass die Absperrung von Abschnitten der Biogasanlage möglich ist, um Instandhaltung und Inspektionen zu ermöglichen.
- Einrichtungen für den Kondensatablauf müssen so konstruiert sein, dass abgelassenes Kondenswasser nicht in das Erdreich gelangt, sondern z. B. in die Vergärungsanlage zurückgeführt wird. Einrichtungen für den Kondensatablauf müssen einfach zu inspizieren und instandzuhalten sein, vorzugsweise ohne dass ein Einstieg in Schächte oder Gruben erforderlich ist.
 - Druckdichtungssysteme müssen so ausgelegt sein, dass die Dichtungsflüssigkeit nicht austreten kann wenn das System ausgelöst wird, sondern stattdessen selbsttätig zurückfließt. Diese Dichtungen erfüllen jedoch auch die Funktion der Bruchsicherheit im Fall eines Fehlers in den Ventilen des anaeroben Vergärungsreaktors. Demzufolge darf der Füllstand der Flüssigdichtung nicht überschritten werden, um das Risiko des Berstens des Biogasreaktors zu begrenzen. Der Füllstandswert für jede Dichtung muss bei der Auslegung begründet werden. Diese Anlagen müssen mit einem automatischen Nachfüllventil ausgestattet sein, falls der Füllstand der Dichtung unter den Mindestwert fällt. Der Füllstand der Flüssigdichtung wird mit Messgeräten überwacht, sofern dies aus Sicherheitsgründen notwendig ist und entspricht einem geeigneten Sicherheitszuschlag, z. B. dem 1,5-fachen Ansprechdruck der Entlastungsvorrichtung.
- Prozesslenkungs- und Druckabsicherungssysteme, so dass der sichere Prozessablauf sichergestellt wird und im Fall von Abweichungen eine Intervention stattfindet. Beim Versagen dieser Systeme muss der sichere Prozessablauf sichergestellt sein.

8.2.3 Kühltssysteme

Für Kühltssysteme, die Kühltmittel verwenden (insbesondere Kühltmittel, die die Ozonschicht schädigen), wird auf nationale Vorschriften bezüglich Entwurf, regelmäßiger Prüfung, Zertifikate, Betriebsbücher usw. verwiesen. Es ist entscheidend, dass keine Leckage auftritt, weil einige Kühltmittel zum Abbau der Ozonschicht beitragen.

8.3 Druckschutz

Eine Anlage für Biogas, einschließlich Behältern, Reaktoren, Speichern, Rohren und Rohrleitungen, muss gasdicht sein.

Sämtliche Behälter, Reaktoren, Speicher, Rohrsysteme, Rohrleitungen oder andere Prozessteile müssen mit einem oder mehreren Druckentlastungsventilen ausgestattet sein. Während der Instandhaltung eines der Druckentlastungsventile muss eine (vorübergehende) Vorkehrung in Kraft gesetzt werden, um die Anlage gegen Über- oder Unterdruck zu schützen.

Ein Druckentlastungsventil muss die folgenden Kriterien erfüllen:

- es muss gegen korrosive Bestandteile des Gases beständig sein;
- es muss gegen Ablagerung, Verstopfung oder Gefrieren geschützt sein;
- es müssen Vorkehrungen für eine sichere und leichte Instandhaltung getroffen werden;
- es darf nicht so abgesperrt sein, dass der Druckschutz beeinträchtigt wird;